

Раздел 2

**ПОЧВОВЕДЕНИЕ, АГРОХИМИЯ, ЗАЩИТА
И КАРАНТИН РАСТЕНИЙ**

УДК 632.4:635.92(470.62)

doi: 10.31360/2225-3068-2023-87-100-131

**МИКРОМИЦЕТЫ – ВОЗБУДИТЕЛИ ИНФЕКЦИОННЫХ
НЕКРОЗОВ ЛИСТЬЕВ И ХВОИ ДЕКОРАТИВНЫХ
ДРЕВЕСНЫХ И ДРЕВОВИДНЫХ РАСТЕНИЙ
В СУБТРОПИЧЕСКОМ БОТАНИЧЕСКОМ
САДУ КУБАНИ (Г. СОЧИ)**

Булгаков Т.С.

Федеральный исследовательский центр
«Субтропический научный центр Российской академии наук»,
г. Сочи, Россия, e-mail: ascotmycologist@yandex.ru

Булгаков Т.С. orcid.org/0000-0002-4874-6851

По итогам многолетних исследований на декоративных древесных (деревья, кустарники и полукустарники) и древовидных (кактусы, пальмы, бамбуки, розеточные суккуленты, саговники) растениях Субтропического ботанического сада Кубани выявлены 180 видов и одна разновидность фитопатогенных грибов. Наиболее многочисленными были аскомицеты (отдел Ascomycota) – 177 видов (98,3 %), из которых ведущую роль играли представители наиболее многочисленных порядков Mucosphaerellales (49 видов), Pleosporales (30 видов), Amphisphaeriales (19 видов), Botryosphaeriales (14 видов) и Diaporthales (11 видов). 131 вид (73 %) обнаружен в Саду впервые, в том числе 26 видов – впервые в Краснодарском крае и 28 видов – впервые в России. Обнаруженные микромицеты развивались на 292 видах и 22 гибридах древесных растений из 166 родов и 77 семейств отделов Magnoliopsida (247 видов и 20 гибридов) и Liliopsida (15 видов и 2 гибрида) отдела Покрытосеменные (Magnoliophyta), а также двух видах отделов Гинкговидные (Ginkgophyta) и Саговниковидные (Cycadophyta) – *Ginkgo biloba* L. и *Cycas revoluta* Thunb., соответственно. Наиболее вредоносными для растений-хозяев оказались узкоспециализированные фитопатогены, поражающие растения определённого рода и/или семейства (90 % выявленных видов). Отличительной особенностью вечнозелёных растений и их патогенов оказалось преобладание комплексных некрозов, вызванных преимущественно субтропическими и тропическими микромицетами из порядков Amphisphaeriales (*Pestalotiopsis*), Botryosphaeriales (*Diplodia* и *Neofusicoccum*), Glomerellales (*Colletotrichum*), Hypocreales (*Calonectria* и *Pseudonectria*), Phyllachorales (*Phyllachora*), Pleosporales (*Coniothyrium*, *Boeremia* и *Phaeosphaeriopsis*) и Rhytismatales (*Cyclaneusma*, *Lophodermium* и *Lophoder-*

mella), тогда как листопадные растения в основном страдали от возбудителей антракнозов (*Apiognomonia* и *Ophiognomonia*), ожогов (*Botrytis* и *Monilinia*) и различных пятнистостей листьев (часто сопряженных с преждевременным опадением листьев), вызванных представителями порядков Mucosphaerellales (многие роды), Helotiales (*Diplocarpon*, *Blumeriella* и *Thecagonia*) и Pleosporales (*Ascochyta* и *Boeremia*). Установлены наиболее уязвимые (для возбудителей некрозов листьев и хвои) группы декоративных древесных и древовидных растений: 1) вечнозелёные растения с немногочисленными крупными и долго живущими листьями; 2) кустарники и полукустарники с компактной или распростёртой кроной; 3) древесные и полудревесные лианы, использующиеся как почвопокровные растения.

Ключевые слова: болезни растений, фитопатогенные грибы, декоративные растения, интродуценты, субтропики, Краснодарский край, Россия.

Введение. Богатейшая дендрофлора города-курорта Сочи в настоящее время представлена несколькими тысячами видов интродуцированных древесных и древовидных растений – деревьев, кустарников, включая древовидные суккуленты и древовидные однодольные, среди которых преобладают экзотические для России субтропические и тропические древесные растения [16]. Неизбежным следствием столь высокого разнообразия экзотических деревьев и кустарников в пределах Сочинской городской агломерации является и развитие на них большого числа вредных организмов (в основном насекомых и фитопатогенных микромицетов), многие из которых причиняют значительный ущерб лесам и уникальными городским насаждениями Сочи и всего Краснодарского края [1, 2, 4, 5, 12, 13, 21]. Культивирование огромного числа растений-интродуцентов и постоянный завоз посадочного материала из других стран и регионов способствуют биологическим инвазиям – проникновению и натурализации на Черноморском побережье чужеродных, т. е. ранее не обитавших здесь фитофагов и фитопатогенов, несколько десятков которых распространились здесь за последнее десятилетие [1, 2, 4, 5]. Натурализации новых тропических и субтропических фитопатогенных организмов на Черноморском побережье России и их распространению на север благоприятствует и текущее потепление климата [27].

Особенными зонами риска для биологических инвазий вредителей и патогенов растений являются места культивирования множества видов, в первую очередь – ботанические сады и крупные дендропарки Черноморского побережья Краснодарского края. Одним из таких мест может считаться парк санатория «Белые ночи», известный также как Субтропический ботанический сад Кубани (далее – СБСК) и расположенный в Лазаревском районе Сочи, в микрорайоне Уч-Дере между

посёлками Нижнее Уч-Дере и Культурное Уч-Дере, вблизи устья р. Битха [15]. Несмотря на относительную молодость (основан в 1977 г.), здесь собрана уникальная для России коллекция экзотических древесных и древовидных растений. Под руководством выдающегося учёного Ю.Н. Карпуна за прошедшие почти полвека здесь было интродуцировано более 3 000 видов и сортов растений [17], относящихся к нескольким сотням семейств, многие из которых больше нигде не выращиваются в России [15]. По общему числу среди них преобладают экзотические декоративные древесные растения: деревья, кустарники и полукустарники, происходящие в основном из субтропиков северного и южного полушарий земли [17, 50]. По причине концентрации столь огромного числа видов растений на сравнительно небольшой территории, СБСК является уникальным полигоном для оценки устойчивости интродуцентов к различным патогенным организмам, среди которых ведущую роль играют фитопатогенные грибы [7, 12, 19].

Первое и весьма подробное микологическое и фитопатологическое исследование коллекций СБСК было проведено микологами П.М. Николаевым и Д.Ю. Власовым в 1995–1996 гг. [19]. По его итогам в парке было выявлено 95 видов грибов-микроспоридий, более половины из которых были возбудителями болезней растений. Микроспоридии были найдены на 90 видах и 20 культиварах преимущественно древесных и древовидных растений из 66 родов и 43 семейств [19]. В конце 2000-х гг. фитопатологические исследования были продолжены Н.Н. Карпун, которой были подтверждены более ранние находки в коллекциях СБСК, дополнены сведения о видовом составе фитопатогенных грибов на экзотических растениях и установлены наиболее вредоносные виды [12]. Тем не менее, даже с учётом этих проведённых ранее исследований, изученность видового состава фитопатогенных грибов СБСК была весьма далека от полноты; к тому же с течением времени и расширением коллекции растений продолжался и рост числа встречающихся в СБСК фитопатогенов. Следует также заметить, что масштабные таксономические ревизии грибов и грибоподобных организмов в течение первых двух десятилетий XXI века во многом изменили принятую ранее систему грибов и грибоподобных организмов, понимание объёмов и границ многих видов [46]. В связи с этим в настоящее время необходима ревизия ранее обнаруженных в СБСК видов.

Упомянутые выше исследователи [12, 19] установили, что в условиях СБСК, как и в условиях городских насаждений Сочи в целом, ведущую роль среди фитопатогенов древесных и древовидных растений играют филлотрофные микроспоридии, т. е. поражающие фотосинтезирующие части растений – в основном листья и неодревесневшие побеги,

а порой – цветки и плоды. Они вызывают различные некрозы листьев и других неодревесневающих частей растений (пятнистости, паршу), обширные поражения листьев (часто вместе с побегами) – антракнозы, при быстром некрозе молодых побегов и листьев, у цветков – ожоги, а у хвойных растений – шютте – инфекционное отмирание и опадение хвои. Даже с учётом того, что поражающие листья и хвою грибы обычно не вызывают фатального поражения и гибели растений, их общее значение может быть очень велико, поскольку они напрямую влияют на внешний вид и эстетическое восприятие декоративных растений [16].

Важно и то, что именно эта условная группа фитопатогенных грибов до настоящего времени остаётся недостаточно изученной среди прочих патогенов растений в Сочи – во многом по причине нехватки научных сведений о самих возбудителях – их морфологических, биологических и экологических особенностях. В значительной мере это обусловлено тем, что многие подобные микромицеты, как и их растения-хозяева, не встречаются в других регионах России, а произрастают (культивируются) в открытом грунте только здесь, в условиях влажного субтропического климата Сочи или даже исключительно в СБСК [14, 15, 17].

Цель исследований – изучить фитопатогенные грибы-возбудители некрозов листьев древесных и древовидных растений в СБСК. В число основных задач входило: изучение видового разнообразия и таксономического состава, биологических и экологических особенностей выявленных фитопатогенов, их распределения по растениям-хозяевам, оценка вредности для растений-хозяев и выявление наиболее уязвимых видов растений.

Объекты и методы исследований. В качестве материалов были использованы итоги фитопатологических наблюдений и собранные автором образцы листьев и хвои растений со спороношениями грибов-возбудителей болезней.

Необходимо уточнить, что к древесным растениям здесь мы относим все хвойные голосеменные (класс Pinopsida) и многолетние двудольные покрытосеменные растения (класс Magnoliopsida) с полностью или частично одревесневающими побегами – деревья, кустарники и полукустарники по системе жизненных форм растений И.Г. Серебрякова [22], а к древовидным растениям – кактусы (сем. Cactaceae) и различные однодольные покрытосеменные растения (класс Liliopsida) с одревесневающими стволами – пальмы (сем. Arecaceae) и бамбуки (сем. Poaceae), и крупные розеточные суккуленты из родов агава (*Agava*), юкка (*Yucca*), кордилина (*Cordyline*), формиум (*Phormium*), а также саговники рода *Cycas* [17].

Обследование растений в СБСК проводилось с 2018 по 2022 гг. по стандартным фитопатологическим методам [3]. В период с апреля по октябрь ежегодно проводился детальный осмотр листьев и хвои древесных и древовидных растений на наличие патологий, вызванных фитопатогенными грибами-микросциетами. Согласно принятым в фитопатологии методам, оценивалась степень (частота) распространения и степень (интенсивность) развития вызванных грибами болезней [3], и на основе их совокупности предварительно делались выводы о вредоносности каждого возбудителя – в частности, его роли в снижении декоративности поражаемых растений. Для установления особенностей жизненных циклов некоторых фитопатогенов проводился мониторинг фитопатологического состояния отдельных модельных экземпляров растений.

Пораженные фитопатогенными грибами-микросциетами листья и хвоя растений собирались, обрабатывались и гербаризировались по общепринятым микологическим методикам [3]. Изучение морфологических признаков грибов-микросциетов, важных для определения их таксономической принадлежности, велось в лаборатории отдела защиты растений Федерального исследовательского центра «Субтропический научный центр Российской академии наук» (ФИЦ СЦ РАН) визуально с помощью бинокулярной лупы МБС-9, а изучение микроскопических генеративных структур грибов – методом световой микроскопии временных препаратов по методу раздавленной капли при помощи микроскопа МИКМЕД-6. Для определения видовой принадлежности фитопатогенных микросциетов использовались соответствующие определители, атласы и статьи [1–3, 6, 7, 9–11, 13, 24, 26, 28–40, 42–44, 46–47, 49, 51, 52, 54, 55]. Определение видовой принадлежности растений велось согласно каталогам СБСК. Видовые названия и систематическое положение видов приводятся согласно открытым интерактивным базам «Mycobank» [45] – для грибов и «Plants of the World Online» [50] – для растений на 01.09.2023 г.; по последней базе также анализировались природные ареалы видов растений-хозяев фитопатогенных грибов. Сведения о всемирном распространении фитопатогенных грибов и спектре их растений-хозяев взяты из открытой базы данных «Fungal Databases, U.S. National Fungus Collections, ARS, USDA» на 01.05.2023 г. [37] и из соответствующих публикаций, посвящённых конкретным таксонам. Сведения о погоде взяты из открытых источников [20].

Результаты и их обсуждение. Всего за время исследований в СБСК было выявлено и идентифицировано 180 видов и одна разновидность фитопатогенных грибов, вызывающих различные некрозы листьев и хвои у древесных и древовидных растений. Согласно современной системе грибов [36], выявленные виды рассматриваемой группы принадлежат к царству Настоящие грибы (Fungi), преимущественно к отделу

Сумчатые грибы, или Аскомицеты (*Ascomycota*), к которому относится 177 из 180 найденных видов (98,3 %). Среди аскомицетов численно преобладал класс *Dothideomycetes* (114 видов и 1 разновидность, или 63,3 % всех видов), а остальные три класса включали гораздо меньшее число видов: *Sordariomycetes* – 39 видов, *Leotiomycetes* – 21 вид и *Taphrinomycetes* – 1 вид. Базидиальные грибы (отдел *Basidiomycota*) в рассматриваемой группе оказались представлены всего лишь 3 видами класса Экзобазидиомицеты (*Exobasidiomycetes*) из порядков *Exobasidiales* (2 вида) и *Microstromatales* (1 вид) (табл. 1).

Анализ таксономической структуры выявленных фитопатогенных грибов на уровне порядков и семейств показал, что грибы рассматриваемой группы в СБСК распределяются по 17 порядкам и 29 семействам, среди которых доминируют представители нескольких таксонов грибов: к 10 основным порядкам с 22 крупнейшими семействами относится 167 из 180 видов (92,8 % всех видов), тогда как прочие порядки и семейства представлены единственными родами с 1–3 видами (табл. 1). Для возбудителей некрозов листьев и хвои в СБСК оказалось характерно резкое преобладание представителей класса *Dothideomycetes*, особенно крупнейших порядков *Mycosphaerellales* (с единственным крупнейшим семейством *Mycosphaerellaceae*) и *Pleosporales* (табл. 1). Таксономическая структура выявленных микромицетов в целом типична для микромицетов, поражающих листья и хвою в Кавказском регионе [23], однако имеются и некоторые особенности. В частности, как «субтропические» черты изучаемой группы патогенов проявляются в присутствии многих таксонов (порядков, семейств, родов), слабо представленных в умеренном климате северного полушария, в частности: порядка *Amphisphaeriales* с единственным семейством *Sporocadaceae* – 19 видов, включая крупнейший род *Pestalotiopsis* с 16 видами; порядка *Botryosphaeriales* (14 видов) с крупнейшим семейством *Phyllostictaceae* и родом *Phyllosticta sensu stricto* – 10 видов; порядков *Glomerellales* с семейством *Glomerellaceae* и родом *Colletotrichum* и *Myriangiiales* с семейством *Elsinoaceae* и родом *Elsinoe* – по 6 видов.

По сравнению с предыдущими исследованиями, впервые для СБСК выявлен 131 вид микромицетов, из которых 69 видов приводятся впервые для СБСК, 26 видов – впервые для Краснодарского края, а 27 видов – впервые для России; статус новизны ещё для 9 видов неясен по причине невозможности их точной идентификации на основании одних только морфологических признаков. Однако в целом полученные результаты можно расценивать как достаточно полное выявление видового состава грибов-микромицетов, вызывающих инфекционные некрозы листьев и хвои в СБСК. В настоящее время здесь известно больше представителей этой группы, чем в других крупных дендропарках Сочи, где велись аналогичные исследования: «Ривьера» [4], «Дендрарий» [25] и «Южные культуры» [5, 25].

Таблица 1. Таксономическая структура фитопатогенных грибов, вызывающих некрозы листьев древесных и древовидных растений в СБСК и распределение видов грибов по приуроченности к вечнозелёным и листопадным растениям

Table 1. Taxonomic structure of phytopathogenic fungi causing leaves necroses in woody and tree-like plants growing in in Kuban Subtropical Botanical Garden and distribution of fungal species by association with evergreen and deciduous plants

Таксоны грибов	Общее число			% от всех видов	Число видов грибов		
	семейства	роды	виды		ВЗ	ВЗ + ЛП	ЛП
Отдел Ascomycota	26	76	177	98,3	78	22	77
Класс Dothideomycetes	14	44	114	63,3	46	17	51
Порядок Botryosphaerales	2	5	14	7,8	6	3	5
Порядок Cladosporiales	1	1	4	2,2	–	4	–
Порядок Dothideales	1	1	2	1,1	–	–	2
Порядок Mycosphaerellales	1	18	49	27,2	14	1	34
Порядок Myriangiales	1	1	6	3,3	3	–	3
Порядок Pleosporales	7	14	30	16,7	19	9	2
Порядок Venturiales	1	3	8	4,4	3	–	5
Dothideomycetes incertae sedis	–	1	1	0,6	1	–	–
Класс Leotiomycetes	5	14	21	11,7	8	2	11
Порядок Helotiales	3	10	14	7,8	3	2	9
Порядок Rhytismatales	2	4	7	3,9	5	–	2
Класс Sordariomycetes	6	15	39	21,7	24	3	12
Порядок Amphisphaerales	1	5	19	10,6	17	1	1
Порядок Diaporthales	2	6	11	6,1	–	–	11
Порядок Glomerellales	1	1	6	3,3	4	2	–
Порядок Нупocreales	1	2	2	1,1	2	–	–
Порядок Phyllachorales	1	1	1	0,6	1	–	–
Класс Taphrinomycetes	1	1	1	0,6	–	–	1
Порядок Taphrinales	1	1	1	0,6	–	–	1
Ascomycota incertae sedis	0	2	2	1,1	–	–	2
Отдел Basidiomycota	3	3	3	1,7	1	–	2
Класс Exobasidiomycetes	3	3	3	1,7	1	–	2
Порядок Exobasidiales	2	2	2	1,1	1	–	1
Порядок Microstromatales	1	1	1	0,6	–	–	1
Всего	29	79	180	100,0	79	22	79

Примечание: условные обозначения числа видов, приуроченных к вечнозелёным и листопадным древесным и древовидным растениям: ВЗ – на вечнозелёных растениях, ЛП – на листопадных растениях; ВЗ + ЛП – на вечнозелёных и листопадных растениях; прочерк в ячейке означает нулевое число видов

Следует отметить, что по итогам наших исследований в основном подтвердились находки фитопатогенов, ранее приводимых для СБСК П.М. Николаевым с соавторами [19] и Н.Н. Карпун [12], т. е. обнаруженные в 1990–2000-х гг. виды в большинстве своём по-прежнему присутствовали в СБСК и в 2018–2022 гг. Тем не менее, некоторые ранее найденные здесь редкие микромицеты [19] не удалось соотнести с выявленными нами видами; они не были выявлены, несмотря на многолетние подробные исследования. В ряде случаев это можно объяснить полным выпадением растений-хозяев этих видов из коллекции СБСК, или заменой восприимчивых к этим патогенам экземпляров и культурваров на устойчивые, или эффектом от проведения фитосанитарных мероприятий. Однако, скорее всего, некоторые из таких видов были просто неверно определены из-за нехватки информации и научной литературы в прошлые десятилетия.

К сожалению, собранные в 1990-х гг. образцы грибов не сохранились, потому проверить это не представляется возможным. К тому же некоторые приводимые ранее виды были определены только до рода [19] или определены как сомнительные виды, изначально не имеющие полноценных научных описаний (*nomen nudum*); к числу таких принадлежат некоторые виды родов *Alternaria*, *Botrytis*, *Cladosporium*, *Colletotrichum*, *Phoma*, *Phyllosticta*, *Pestalotiopsis*. Крайне неполные изначальные описания многих видов этих родов не позволяют уверенно отличить их от других морфологически и таксономически близких видов. Новые находки автора позволили частично восполнить пробелы и исправить прошлые ошибки, однако в ряде случаев это невозможно.

Возбудители тех или иных некрозов листьев были выявлены на 292 видах и 22 гибридах древесных растений из 166 родов и 77 семейств отделов Magnoliopsida (247 видов, 20 гибридов) и Liliopsida (15 видов и 2 гибрида) отдела Покрытосеменные (Magnoliophyta). Среди поражаемых растений по общему числу видов преобладают покрытосеменные растения, на которые приходится 262 вида и 22 гибрида (85 % всех таксонов растений). Голосеменные (отдел Pinophyta) представлены хвойными древесными растениями (семейства Cupressaceae, Pinaceae, Taxaceae) и семейством Podocarpaceae – всего 27 видов и 2 гибрида, а два остальных отдела – Гинкговидные (Ginkgophyta) и Саговниковидные (Cycadophyta) – единственными видами *Ginkgo biloba* L. и *Cycas revoluta* Thunb., соответственно.

Таким образом, фитопатогенные грибы, вызывающие некрозы листьев и хвои, были обнаружены примерно на 22 % от всех произрастающих в СБСК видов древесных и древовидных растений [17], а на 78 %

видов найдены не были. Однако такие результаты нельзя рассматривать как показатель устойчивости этих 78 % видов растений к грибным патогенам, потому что в коллекции СБСК по абсолютному числу видов преобладают экзотические тропические и субтропические кустарники и полукустарники, представленные всего одним-двумя экземплярами, а это слишком мало для выявления потенциальных патогенов каждого вида растений. Кроме того, регулярные фитосанитарные мероприятия в СБСК препятствуют накоплению запасов инфекции и проявлению болезней у таких редких экзотов. Если же рассматривать наличие вызванных грибами инфекционных заболеваний на уровне родов и семейств растений, то картина резко изменяется: фитопатогенные грибы обнаружены на листьях 43 % всех родов и 63 % всех семейств древесных и древовидных растений, включая экзотические. Т. е. почти половина родов и большая часть семейств растений страдала от некрозов листьев (хвои), вызванных тем или иным микромицетом. При этом в числе поражаемых оказались все аборигенные, равно как давно и массово выращиваемые в СБСК и Сочи растения-интродуценты [15–17]; не поражались в основном редкие экзотические растения из тропических семейств, отсутствующих в природной флоре России [16, 50].

Полученные результаты подтверждают предположение о том, что богатство патогенной микобиоты древесных растений-интродуцентов (включая патогены листьев) в той или иной местности пропорционально распространённости их в культуре, длительности культивирования в регионе и степени родства аборигенным растениям [8]; редко встречающиеся и недавно интродуцированные экзотические растения из родов и семейств, отсутствующих в местной флоре, обычно имеют бедную микобиоту, представленную в основном фитопатогенными грибами-полифагами с очень широкой специализацией [8, 23].

«Рекордсменами» по числу выявленных фитопатогенных видов грибов, вызывающих некрозы листьев и хвои (от 3 до 5 видов) оказались аборигенные для Западного Кавказа виды, обычные для лесов и городских насаждений Сочи [16]: черешня (*Prunus avium* L.), лавровишня обыкновенная (*P. laurocerasus* L.), плющ колхидский (*Hedera colchica* (K. Koch) K. Koch) и плющ обыкновенный (*H. helix* L.), бук восточный (*Fagus orientalis* Lipsky), клён-явор (*Acer pseudoplatanus* L.), а также давно и массово выращиваемые здесь древесные растения-интродуценты: лавр благородный (*Laurus nobilis* L.), аукуба японская (*Aucuba japonica* Thunb.), бересклет японский (*Euonymus japonicus* L. f.), сакура Ланна (*Prunus × lannesiana* (Carrière) E.H. Wilson), церцис китайский (*Cercis chinensis* Bunge), различные цитрусовые (*Citrus*) и, неожиданно, экзохорда кистевая (*Exochorda racemosa* (Fortune ex Lindl.) Rehder).

Оценка распространённости и степени развития патогенов показала, что именно перечисленные выше виды чаще и сильнее всего страдают от различных некрозов листьев. Однако в подавляющем большинстве случаев на растениях каждого рода было выявлено не более трёх видов фитопатогенных грибов: обычно один, реже два узкоспециализированных патогена листьев или хвои, которые встречались довольно регулярно, и один или два вида гриба-полифага, которые встречались эпизодически и намного реже, чаще всего – как вторичные патогены, сопутствующие узкоспециализированным видам-монофагам.

Анализ географического происхождения поражаемых микромицетами растений показал, что численно преобладают растения, происходящие из трёх основных регионов северного полушария с субтропическим климатом [50]:

- 1) Восточная Азия (Северо-Восточный Китай, Корея, Япония, Сахалин, Курилы, Приморский край России) – 112 видов;
- 2) Средиземноморье (в широком смысле, включая Закавказье и Иран) – 65 видов;
- 3) Северная Америка (Канада, США, Мексика) – 39 видов.

К восточноазиатским растениям примыкает довольно большая группа видов, происходящих из горных районов юго-восточной Азии (Южный Китай, Индокитай, Гималаи) – 29 видов. Довольно многочисленными оказались также растения, ареал которых охватывает Европу и/или западную половину Евразии – 18 видов, включая 7 видов, которые заходят и в Центральную Азию (на восток до Тянь-Шаня, Памира и Гиндукуша). Растения южного полушария были в основном субтропическими видами Южной Америки (Аргентина, Чили, Парагвай, Уругвай) – 12 видов, а также Австралии и Новой Зеландии – по 3 вида. Растения холодного и засушливого умеренного и резко-континентального климата, напротив, оказались представлены крайне малым числом видов: по 2 вида – североазиатские и центральноазиатские; ещё 5 видов были связаны своим происхождением с горным поясом Евразии [50].

К сожалению, достоверных сведений о происхождении фитопатогенных микромицетов для полноценного географического анализа их происхождения пока недостаточно [37]. Однако, с учётом того, что большинство видов грибов рассматриваемой группы специализированы на уровне рода растений, можно предположить, что чаще всего их происхождение совпадает с происхождением родов (или секций родов) древесных и древовидных растений, на которых они паразитируют [6, 37, 45, 50, 53]. Таким образом, можно утверждать, что среди фитопатогенных грибов также доминируют представители трёх основных регионов северного полушария с субтропическим климатом: Восточная

Азия, Средиземноморье и Сев. Америка – и именно из них происходят почти все выявленные в СБСК чужеродные виды фитопатогенных грибов, ранее неизвестные в России [37].

Выявленные в СБСК микромицеты вызывали несколько видов некрозов листьев у древесных и древовидных растений-хозяев. В российской и мировой фитопатологии традиционно принято выделять такие болезни листьев и хвои, как некрозы, среди которых выделяются **пятнистости**, различаемые по размеру, цвету и форме некрозов ткани листа (хвои), выпадению/невыпадению отмерших участков листа, близкие к пятнистостям **антракнозы** и **парша**, и такие специфические заболевания, как **деформация листьев** (часто также и молодых побегов и плодов), **монилиальный ожог** и характерное лишь для хвойных **шютте** – отмирание и осыпание хвои [3, 7, 28]. Специфические заболевания, вызванные облигатными паразитами растений [28, 35], обычно не вызывающими изначально некрозов листьев – **ржавчину**, **настоящую** и **ложную мучнистую росу** – мы в данной работе не рассматриваем, как и такое отдельное явление, как **чернь** – налёт на поверхности листьев, образованный тёмноокрашенными сапротрофными грибами, растущими на выделениях сосущих вредителей [1, 7, 28].

Однако в процессе исследования мы столкнулись с проблемой классификации типов болезней для вечнозелёных субтропических и тропических древесных и древовидных растений. Отличительной чертой таких растений, особенно кустарников и полукустарников, составляющих большую часть коллекции СБСК, является практически круглогодичная вегетация, медленное и неполное одревеснение растущих побегов, медленная смена листьев, зачастую живущих несколько лет, а не один сезон, как у листопадных растений [16, 22]. У них намного меньше различий в строении тканей листьев и ветвей, чем у листопадных растений. Непосредственным следствием этого является отсутствие чёткой органотропной специализации у многих паразитирующих на вечнозелёных субтропических и тропических древесных и древовидных растениях фитопатогенных микромицетов: одни и те же патогены способны развиваться как на листьях, так и на молодых ветвях и плодах (а порой и на многолетних ветвях), вызывая развитие различных типов заболеваний – от пятнистостей листьев и гнилей плодов до некроза ветвей. Разнообразие этих болезней, особенно у экзотических субтропических и тропических растений, с трудом описывается термином «пятнистость», и более всего может быть обозначено как **комплексный некроз** – сплошное или частичное отмирание листьев, часто вместе с побегами и плодами. Именно так проявлялись многие болезни листьев (хвои), характерные для вечнозелёных растений.

Специфичность возбудителей вечнозелёных растений ярко проявляется при анализе распределения изучаемой группы фитопатогенных грибов по вечнозелёным и листопадным растениям: между этими двумя группами имеются существенные отличия в таксономической структуре на уровне семейств и порядков грибов (табл. 1). В подавляющем большинстве оказались приурочены к вечнозелёным растениям (в основном интродуцентам) представители следующих таксонов: Amphisphaeriales (сем. Sporocadaceae, роды *Bartalina*, *Neopestalotiopsis*, *Pestalotiopsis*, *Truncatella*), Botryosphaeriales (роды *Diplodia*, *Neofusicoccum*, *Phyllosticta* s. str., *Phyllostictina*), Exobasidiales (роды *Exobasidium* и *Graphiola*), Glomerellales (род *Colletotrichum*), Phyllachorales (род *Phyllachora*), Нурокреалес (роды *Calonectria* и *Pseudonectria*) и Рхитизматалес (роды *Cyclaneusma*, *Lophodermella*, *Lophodermium*). В то же время представители порядков Diaporthales, Dothidelaes, Helotiales, Microstromatales и Taphrinales в подавляющем большинстве встречались только на листопадных древесных растениях. Примерно равное число видов на вечнозелёных и листопадных древесных и древовидных растениях наблюдалось у представителей класса Dothideomycetes – среди порядков Mycosphaerellales, Myriangiales, Pleosporales и Venturiales, хотя всё же выявленные виды Mycosphaerellales в большинстве оказались приурочены к листопадным растениям, а виды Pleosporales – к вечнозелёным.

Важным моментом для понимания данных различий является филогенетическая специализация фитопатогенных микромицетов по отношению к растениям-хозяевам. Проведённые исследования и анализ имеющихся публикаций и баз данных [38] показали, что большинство выявленных видов фитопатогенных грибов (90 % из рассматриваемой группы) являются узкоспециализированными патогенами (монофагами и олигофагами) со специализацией на уровне рода или семейства растений-хозяев – т. е. они заселяют и поражают растения только одного рода или группы родственных родов одного семейства, не представляя угрозы для растений других родов и семейств.

Именно сравнительно узкая специализация среди рассматриваемой группы фитопатогенных грибов является причиной различий между микобиотой вечнозелёных растений тропиков и субтропиков и листопадных растений умеренного климата: в коллекциях СБСК многие «тропические» семейства и роды представлены исключительно вечнозелёными растениями, тогда как другие семейства и роды – только листопадными видами. Соответственно, к каждой из групп растений-хозяев приурочены разные виды фитопатогенных грибов. Исключение

составляют лишь несколько родов растений, среди которых имеются как листопадные, так и вечнозелёные виды: *Ligustrum*, *Lonicera*, *Magnolia*, *Prunus*, *Quercus*, *Rhododendron* и *Viburnum*.

К видам с широкой специализацией (полифагам), которые развиваются на растениях многих семейств, классов и отделов растений, относятся всего 18 видов фитопатогенных грибов (10 %). Среди последних в СБСК можно выделить небольшую группу активных патогенов из 6 видов, поражающих здоровые растения из многих семейств (и даже разных отделов) и вызывающие у них те или иные, обычно комплексные некрозы листьев и молодых побегов.

Наиболее известным в России представителем этой группы является возбудитель серой гнили *Botrytis cinerea* Pers., отмеченный на 8 видах древесных и древовидных растений. В СБСК он вызывал отмирания побегов и некрозы листьев и плодов в весенний сезон, однако встречался эпизодически, и степень развития болезни почти всегда была низкой, не более 5 %. Поражались преимущественно листья молодых растений, находящиеся близко к земле, побеги листопадных растений в момент роста весной и сочные плоды – летом и осенью. Вторым видом-полифагом был вид *Boeremia exigua* (Desm.) Aveskamp, Gruyter & Verkley, вызывавший образование на листьях округлых бурых пятен с выраженной зональностью. Примечательна находка разновидности этого вида *B. exigua* var. *forsythiae* (Sacc.) Aveskamp, Gruyter & Verkley, вызывавшей поражение листьев форсайтии овальной (*Forsythia ovata* Nakai) в коллекции СБСК в дождливое лето 2021 г. Не исключено, что данный гриб на самом деле является отдельным видом, поражающим именно форсайтии. Ещё одним широко распространённым видом, обычно причисляемым к полифагам, был *Apiognomonina errabunda* (Roberge ex Desm.) Höhn., однако в СБСК он поражал только виды сем. Fagaceae – листопадные дубы (*Quercus*) и буки (*Fagus*).

Интересны находки двух ранее неизвестных для России представители порядка Botryosphaerales: *Neofusicoccum parvum* (Pennycook & Samuels) Crous, Slippers & A.J.L. Phillips и *Phyllosticta capitalensis* Henn., часто встречавшиеся в СБСК во все годы исследования и поражавшие различные (в основном вечнозелёные) растения из многих родов и семейств. *Phyllosticta capitalensis* – широко распространённый субтропический и тропический вид с крайне широкой специализацией, способный вызывать пятнистости листьев у огромного числа растений из множества семейств в Восточной и Юго-Восточной Азии [26]. В СБСК он был обнаружен на 27 видах и гибридах растений. *Neofusicoccum parvum* также широко распространён в субтропиках и

тропиках всего мира и способен поражать как листья, так и побеги множества древесных растений, вызывая различные некрозы [55]. В СБСК он был обнаружен на 18 видах и гибридах растений, приводя к образованию на листьях небольших бурых или коричневых пятен с чётким краем или отмиранию побегов. Другим видом, поражавшим в СБСК преимущественно виды сем. Araliaceae (*Hedera colchica* (K. Koch) K. Koch и *H. helix* L.), был микромицет *Phyllosticta concentrica* Sacc. Интересно, что в СБСК он был обнаружен на *Firmiana simplex* (L.) W. Wight и *Ilex aquifolium* L., на которые, вероятно, перешёл с произраставшего рядом своего основного хозяина – плюща [26, 37].

Ещё одним видом с крайне широкой специализацией оказался *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Penz. & Sacc., также поражавший вечнозелёные растения. Его развитие приводило к появлению на листьях сначала бурых, затем сереющих пятен различного размера, часто с выраженной зональностью и обильными спороношениями возбудителя на поверхности. В СБСК он был найден на 25 видах декоративных древесных и древовидных растений.

Colletotrichum gloeosporioides, *Neofusicoccum parvum* и *Phyllosticta capitalensis* хорошо известны как патогены цитрусовых культур (*Citrus*) по всему миру [37]. Широкое присутствие и ведущая роль вида *Colletotrichum gloeosporioides* как патогена во влажных субтропиках Черноморского побережья России и Абхазии – давно установленный факт [2], недавно подтверждённый также методами изучения генома грибов [48]. Исходя из этого, можно предположить, что занос этих видов на Черноморское побережье произошёл ещё более столетия назад с посадочным материалом цитрусовых, а в СБСК местные условия просто благоприятствуют их развитию: сад находится в низине у Чёрного моря, вблизи устья реки Битха, где температура превышает обычную для Сочи на два градуса, но выпадает несколько меньше осадков; здесь часты туманы и выпадение росы, и обычно не наблюдается сильных ветров [14, 19]. Такие условия способствуют развитию тепло- и влаголюбивых тропических фитопатогенов, как перечисленные выше.

Очевидно также, что круг растений-хозяев у этих грибов-полифагов чрезвычайно велик, и их обнаружение на новых растениях – вопрос времени и случая. Не исключено, что в составе всех перечисленных выше видов грибов на самом деле имеются криптовиды, формы и расы, специализированные к паразитированию на растениях определённых родов или даже видов растений и отличающиеся различным уровнем вредоносности. Однако следует отметить и то, что степень развития вызванных этими видами некрозов в СБСК почти всегда была низкой:

лишь на отдельных листьях образовывались небольшие по площади бурые или коричневые пятна, но массового отмирания или опадения листьев не происходило; по всей видимости, это связано с активно проводимыми в СБСК фитосанитарными мероприятиями.

Остальные виды-полифаги в СБСК относятся к условно-патогенным видам, которые обычно не поражают здоровые растения, а выступают в роли вторичных или сопутствующих патогенов, развиваясь совместно с другими возбудителями болезней или заселяя некротизированные ткани после них и вызывая разрастание уже имеющихся пятен. В СБСК к таким видам принадлежали представители рода *Alternaria*: *A. alternata* (Fr.) Keissl., *A. infectoria* E.G. Simmons и *A. tenuissima* (Kunze) Wiltshire и рода *Cladosporium*: *C. cladosporioides* (Fresen.) G.A. de Vries, *Cladosporium herbarum* (Pers) Link, *C. macrocarpum* Preuss и *C. sphaerospermum* Penz., а также *Epicoccum nigrum* Link и *Foliophoma fallens* (Sacc.) Crous, отмеченные на листьях олеандров (*Nerium oleander* L.) и виды *Ramularia* cf. *endophylla* Verkley & U. Braun и *R.* cf. *vizellae* Crous, которые были найдены в СБСК единично, но известны как полифаги, заселяющие растения многих семейств [37, 54]. Именно эти условно-патогенные микромицеты-полифаги и оказались единственными фитопатогенными микромицетами, способными заселять листья как вечнозелёных, так и листопадных растений.

Прочие возбудители некрозов листьев и хвои были узкоспециализированными видами, приуроченными к растениям одного рода или семейства. По общему числу среди них преобладали возбудители **пятнистостей** листьев, среди которых самой многочисленной группой оказались представители семейства *Mycosphaerellaceae*, представленные в СБСК 49 видами из 15 родов. Представители этого семейства в основном являются узкоспециализированными патогенами растений одного рода и вызывают классические пятнистости листовых пластинок или хвои. Часто развитие микосферелловых грибов может сначала протекать вовсе без появления на листьях явных некротических пятен, при этом почти никогда не поражаются черешки, молодые побеги, цветы и плоды, однако может наблюдаться преждевременное опадение листьев и снижение декоративности растений. Несмотря на долгую историю их изучения в России и мире [30–32, 53], эта группа фитопатогенных грибов до сих пор остаётся недостаточно изученной, особенно в субтропиках Черноморского побережья России. Это объясняет тот факт, что 15 из 49 найденных в СБСК видов данного семейства были обнаружены в России впервые.

Наиболее вредоносным среди них оказался возбудитель коричневой пятнистости хвой сосен – *Lecanosticta acicola*, присутствие которого в СБСК было ранее подтверждено методами молекулярной биологии [40]. Этот центральноамериканский патоген (карантинный вид) широко распространился в Европе в последние десятилетия, вызывая массовое отмирание и опадение хвой у ряда видов сосен [44]. Очевидно, он присутствует в СБСК на протяжении многих лет, и ранее приводился для СБСК под названием «*Cylindrosporium acicola* Bres.» [19]. Тем не менее, нужно подчеркнуть, что из двух десятков культивируемых в СБСК видов сосен коричневой пятнистостью хвой поражались только два вида: сосна горная (*Pinus mugo* Turra) и сосна Тунберга (*Pinus thunbergii* Parl.), тогда как остальные сосны не болели. Это согласуется с имеющимися сведениями о восприимчивости видов сосен к *L. acicola*: упомянутые виды входят в число высоковосприимчивых [40, 44]. Развитие коричневой пятнистости хвой наблюдалось ежегодно, и степень развития болезни в отдельные годы достигала к октябрю 50 % на сосне горной и 90 % на сосне Тунберга, которая теряла к осени большую часть хвой. Тем не менее, гибели поражённых деревьев в СБСК не наблюдалось.

Остальные представители *Mycosphaerellaceae* поражали различные лиственные деревья и кустарники – как вечнозелёные, так и листопадные, однако существенного ущерба не причиняли по причине низкой степени распространения и развития (кроме нескольких видов). Из впервые отмеченных в России видов следует упомянуть: *Passalora lantanae* (Chupp) U. Braun & Crous на *Lantana* × *hybrida* hort. – угловатая бурая пятнистость; *Plurivorosphaerella nawae* (Hiura & Ikata) O. Hassan & T. Chang (syn. *Mycosphaerella nawae* Hiura & Ikata) на *Diospyros kaki* L. fil. – округлая серая пятнистость с массовым опадением листьев; *Septoria cisti* Bernaux на *Cistus albidus* L. – бурая точечная пятнистость; *Septoria cytisi* Desm. var. *petteriae* D.F. Farr на *Petteria ramentacea* (Sieber) C. Presl – коричневая пятнистость; *Septoria hibisci* Sacc. на *Hibiscus syriacus* L. – серая пятнистость; *Trochophora fasciculata* (Berk. & M.A. Curtis) Goos на *Daphniphyllum macropodum* Miq. и *D. pentandrum* Hayata – чёрная пятнистость.

Примечательным оказалось обнаружение целого ряда тропических и субтропических видов рода *Pseudocercospora*, тоже ранее в России не отмеченных [37], и происходящих в основном из Восточной Азии [32]: *P. aleuritidis* (I. Miyake) Deighton на тунгах *Vernicia cordata* (Thunb.) Airy Shaw и *V. fordii* (Hemsl.) Airy Shaw.; *P. buddlejae* (W. Yamam.) Goh & W.H. Hsieh на *Buddleja curviflora* Hook. & Arn. и *B. davidii* Franch.; *P. clerodendri* (Miyake) Deighton на *Clerodendrum bungei* Steud. и *C. trichotomum* Thunb.; *P. escalloniae* (Marchion.) U. Braun & C.F. Hill на *Escallonia*

rubra (Ruiz & Pav.) Pers.; *P. exochordae* (Chupp & J.A. Stev.) Deighton на *Exochorda racemosa* (Fortune ex Lindl.) Rehder; *P. nandinae* (Nagat.) X.J. Liu & Y.L. Guo на *Nandina domestica* Thunb; *P. cf. paulowniae* Goh & W.H. Hsieh на *Paulownia tomentosa* (Thunb.) Steud. Подтверждены находки и других ранее приводимых для СБСК субтропических видов *Pseudocercospora*: *P. myrticola* (Speg.) Deighton на *Myrtus communis* L., *P. neriella* (Sacc.) Deighton на *Nerium oleander* L., и *P. schini* (Syd. & P. Syd.) U. Braun & Crous на *Schinus polygama* (Cav.) Cabrera и *S. terebinthifolia* Raddi, ранее ошибочно указанный как *Cercospora rhoina* Cooke & Ellis на видах *Schinus* [19]. Следует отметить также обнаружение ранее неизвестного для СБСК, но весьма вредоносного вида *Pseudocercospora cf. lilacis* (Desm.) Deighton, который вызывал массовое поражение листьев сирени обыкновенной (*Syringa vulgaris* L.) с последующей их деформацией и опадением.

Подтвердились также более ранние находки малоизвестных видов *Cercospora hydrangeae* Ellis & Everh. на *Hydrangea macrophylla* (Thunb.) Ser. и *H. paniculata* Siebold, *Passalora bolleana* (Thüm.) U. Braun на *Ficus carica* L. и *Ramularia lethalis* Ellis & Everh. на *Acer palmatum* Murray [19]. Было отмечено ежегодное развитие таких вредоносных видов, как *Chuppomyces handelii* (Bubák) U. Braun, C. Nakash., Videira & Crous (syn. *Cercospora handelii* Bubák), который вызывал массовое поражение и опадение листьев *Rhododendron ponticum* L., и *Neophloeospora maculans* (Bérenger) Videira & Crous (syn. *Cylindrosporium maculans* (Bérenger) Jacz.), вызывавшего пятнистость, деформацию и раннее опадение листьев *Morus alba* L.

По мнению ряда исследователей, к микосферелловым грибам относятся также некоторые микромицеты, описанные как виды *Asteromella* и *Phyllosticta* s. lat. [26]. Почти все из впервые найденных в СБСК представителей этих родов оказались весьма вредоносными: *Asteromella mali* (Briard) Boerema (syn. *Phyllosticta mali* Briard), вызывавший преждевременное опадение листьев *Malus domestica* (Suckow) Borkh.; *A. sequoiicola* (Melnik) Vanev & Aa (syn. *Phyllosticta sequoiae* Zhilina, *Ph. sequoiicola* Melnik), поражавший хвою *Sequoia sempervirens* (D. Don) Endl.; *A. staphyleicola* (Oudem.) Petr. (syn. *Phyllosticta staphyleicola* Oudem.), найденная на *Staphylea pinnata* L. и *S. colchica* Steven; *A. tobira* (Gucevič) Aa & Vanev (syn. *Phyllosticta tobira* Gucevič), поражавший почти все виды смолосемянников (*Pittosporum*).

Возбудители пятнистостей из других порядков аскомицетов были представлены меньшим числом видов, но также часто встречались в СБСК. Характерной «субтропической» чертой ботанического сада

оказалось обилие видов *Phyllosticta* – в узком понимании этого рода после таксономической ревизии [26], когда из него были исключены многочисленные виды, на самом деле относящиеся к порядкам Diaporthales, Mycosphaerellales и Pleosporales. Помимо наиболее часто встречающихся *Phyllosticta capitalensis* и *Ph. concentrica*, одним из наиболее вредоносных видов был *Phyllosticta paviae* Desm. – возбудитель охряной пятнистости конских каштанов (*Aesculus*).

Среди прочих особой вредоносностью отличались **дырчатые пятнистости**, при которых подвергшиеся заражению участки листьев довольно быстро отделяются некротической полосой от живых тканей и выпадают. В СБСК широко встречались два основных возбудителя дырчатой пятнистости, поражающие виды рода *Prunus*. Первый из них, возбудитель дырчатой пятнистости косточковых, или кластероспориоза – *Wilsonomyces carpophilus* (Lév.) Adask., J.M. Ogawa & E.E. Butler (syn. *Clasterosporium carpophilum* (Lév.) Aderh., *Stigmia carpophila* (Lév.) M.B. Ellis) – поражал все листопадные виды *Prunus*, среди которых сильнее всего в СБСК страдали черешня (*P. avium* L.), миндаль трёхлопастной (*P. triboba* Lindl.) и сакура (*P. × lannesiana* (Carrière) E.H. Wilson).

Дырчатую пятнистость лавровишен вызывал другой узкоспециализированный фитопатогенный гриб – *Xenomeris nicholsonii* (Cooke) Petr., поражавший только вечнозелёные лавровишни: *Prunus laurocerasus* L. и, в меньшей степени, *P. lusitanica* L. и *P. caroliniana* L. Характерной особенностью было образование на листьях больших округлых, обычно сливающихся некротических пятен, которые вскоре выпадали, образуя в листе множество крупных отверстий [1]. Размер выпадающих пятен варьировал от 2 до 20 мм в диаметре (чаще 5–12 мм), что намного больше, чем при поражении грибом *Wilsonomyces carpophilus* (2–5 мм). Дырчатая пятнистость лавровишен в СБСК отличалась высокой вредоносностью также по причине высокой степени развития болезни – вероятно, из-за высокой влажности воздуха и произрастания лавровишни обыкновенной в окрестных лесах, заросли которой служили источником инфекции. Молодые и отдельно растущие растения обычно поражались слабо (степень распространения не более 30 %, степень развития до 10 %), тогда как более взрослые лавровишни, особенно растущие в группах, страдали намного сильнее – при 100%-ном поражении растения теряли к осени до половины всей листовой поверхности из-за образования отверстий.

Из **прочих специфических пятнистостей** следует отметить *Rhytisma acerinum* (Pers.) Fr., вызывавшего чёрную пятнистость листьев клёнов *Acer platanooides* L. и *A. pictum* Thunb., и *Rhytisma liriodendri* Sacc. – возбудителя мелкой чёрной пятнистости листьев тюльпанного дерева *Liriodendron tulipifera* L.; вероятно, *Rh. liriodendri* упоминался

в публикациях для юга России как *Ectostroma liriodendri* (Schwein.) Fr. [7]. Светло-серые пятна на листьях вязов (*Ulmus minor* Mill.) вызывал гриб *Taphrina ulmi* (Fuckel) Johanson [11].

Близки по симптомам к пятнистостям и **заболевания листьев, которые вызывали представители базидиальных микромицетов**: *Graphiola phoenicis* (Moug. ex Fr.) Poit. – ложная головня листьев (граффюз) финика канарского (*Phoenix canariensis* Chabaud.), а также два впервые обнаруженных в СБСК вида: *Exobasidium japonicum* Shirai – пятнистость и деформация (кармашки) листьев рододендрона индийского (*Rhododendron indicum* (L.) Sweet), и *Pseudomicrostroma juglandis* (Bérenger) Kijporn. & Aime – беловатая пятнистость листьев ореха грецкого (*Juglans regia* L.). Однако степень их развития обычно была низкой, и причиняемый ущерб – очень невелик.

Высокая вредоносность в СБСК оказалась характерна для **возбудителей парши**, которую вызывали виды семейства Venturiaceae из порядка Venturiales (роды *Fusicladium* и *Venturia*). Все выявленные 7 видов этого семейства способны поражать не только листья, но и плоды своих древесных растений-хозяев. Среди них регулярной встречаемостью и высокой степенью развития болезни отличались широко известные возбудители парши субтропических плодовых культур: *Fusicladium eriobotryae* (Cavara) Sacc. – эриоботрии японской (*Eriobotrya japonica* (Thunb.) Lindl.), *F. levieri* Magnus – хурмы кавказской (*Diospyros lotus* L.) и *Venturia oleaginea* (Castagne) Rossman & Crous – маслины европейской *Olea europaea* L. [1, 7]. Весьма примечательно обнаружение таких ранее неизвестных для России видов, как *Venturia effusa* (G. Winter) Rossman & W.C. Allen – возбудитель парши пекана (*Carya illinoensis* (Wangnh.) K. Koch) и *V. phillyreae* (Nicolas & Aggéry) Rossman & Crous – парши филлиреи (*Phillyrea latifolia* L.). К этому же семейству относится *Piggotia coryli* (Roberge ex Desm.) B. Sutton – возбудитель охряно-коричневой пятнистости лещин (*Corylus avellana* L., *C. colurna* L. и *C. maxima* Mill.), весьма вредоносный в условиях СБСК и Сочи в целом из-за повсеместного распространения и высокой степени развития в дождливые годы [1].

Развитие **комплексных некрозов** листьев и молодых побегов (обычно относительно медленно развивающихся) и (иногда) плодов – у древесных и древовидных растений в СБСК вызывали представители трёх основных групп:

- 1) сем. Gnomoniaceae (пор. Diaporthales);
- 2) рода *Colletotrichum* (пор. Glomerellales, сем. Glomerellaceae);
- 3) сем. Sporocadaceae (пор. Amphisphaeriales).

Представители сем. Gnomoniaceae поражали в основном листопадные

растения, и среди них особой вредоносностью выделялись два вида рода *Apiognomonia*, повсеместно распространённых в Сочи в местах произрастания растений-хозяев [7, 25]. Первый из них – *Apiognomonia veneta* (Sacc. & Speg.) Höhn. (syn. *Gloeosporium platani* (Mont.) Oudem.) – возбудитель антракноза платанов, вызывающий внезапное преждевременное опадение листьев платана в конце весны и начале лета из-за поражения черешка листа и тёмную расплывчатую пятнистость листьев в конце лета и осенью; также он развивается в коре многолетних ветвей, вызывая образование раковых язв и разрастаний в основании побегов [7]. В годы с повышенным количеством осадков в весенний и раннелетний сезон, как в 2021 и 2023 г. [20], наблюдалось чрезвычайно активное развитие этого вида и массовое опадение листьев платанов уже в мае.

Второй агрессивный вид того же рода – *Apiognomonia errabunda* (Roberge ex Desm.) Höhn. – поражал в СБСК буки *Fagus orientalis* Lipsky и *F. sylvatica* L. и листопадные дубы: *Quercus castaneifolia* C.A. Mey., *Q. hartwissiana* Steven, *Q. mongolica* Fisch. ex Ledeb., *Q. petraea* (Matt.) Liebl. и *Q. pontica* K. Koch, вызывая образование многочисленных бурых пятен на листьях. Сильнее всего страдали молодые растения, у которых степень распространения болезни достигала 90 %, а степень развития доходила до 50 % в 2021 г. Ещё два вредоносных патогена из этого же семейства – *Ophiognomonia leptostyla* (Fr.) Sogonov и *O. intermedia* (Rehm) Sogonov – поражали листья птерокарий (*Pterocarya fraxinifolia* (Poir.) Spach и *P. pterocarpa* I. Pjinsk.) и берёз (*Betula pendula* Roth и *B. pubescens* Ehrh.), соответственно. Из числа прочих вредоносных Gnomoniaceae нужно отметить также первую находку в России североамериканского гриба *Plagiostoma fraxini* (Redlin & Stack) Sogonov на хионантусе притуплённом (*Chionanthus retusus* Lindl. & Paxton) и обнаружение малоизвестного местного вида *Tubakia dryina* (Sacc.) B. Sutton на подросте бука восточного (*Fagus orientalis* Lipsky).

Тем не менее, даже при значительной вредоносности, особенно заметному ущербу декоративности (по сравнению с другими видами), степень развития упомянутых выше грибов в условиях СБСК была относительно низкой (кроме видов *Apiognomonia*), и площадь некрозов не превышала 20–30 % от всей листовой поверхности растений. Можно предположить, что это связано с особенностями произрастания растений-хозяев данных патогенов: в коллекциях СБСК они представлены небольшим числом экземпляров и рассредоточены по разным участкам [17], что препятствует накоплению запаса инфекции. Тем не менее, сам факт столь высокой вредоносности данных микромицетов в условиях активного ухода и защитных мероприятий говорит об их потенциальной опасности для растений-хозяев.

Представители рода *Colletotrichum* оказались представлены в СБСК преимущественно патогенами травянистых растений [19], однако и на древесных и древовидных растениях отмечено 6 видов. Представители этого рода чаще всего вызывали обширные некрозы листьев с выраженной зональностью, поражая преимущественно вечнозелёные растения. Помимо упомянутого выше *C. gloeosporioides*, наиболее частым видом в СБСК был *C. trichellum* (Fr.) Duke, поражавший все виды плющей (*Hedera* sp.) и фатсхедеру Лизе (*Fatshedera lizei* (Cochet) Guillaumin). Из других видов были отмечены: *C. dematium* (Pers.) Grove на листьях бересклета Форчуна (*Euonymus fortunei* cv. Blondy), *C. cf. mahoniae* Fabric., отмеченный на многих видах *Mahonia*, описанный ранее из Абхазии [10] вид *C. cf. osmanthi* Dzhagalag. на *Osmanthus* × *fortunei* Carrière и *Colletotrichum* sp. на *Griselinia littoralis* Raoul, морфологически близкий к ранее описанному из России виду *Vermicularia griseliniae* Gutner [9].

Среди других возбудителей комплексных некрозов многочисленными и вредоносными оказались представители семейства Sporocadaceae, крайне разнообразные в тропических и субтропических странах [41–43], но слабо изученные в России [7, 9, 10]. На территории СБСК было выявлено 16 видов из рода *Pestalotiopsis*, и по одному виду из родов *Bartalina*, *Neopestalotiopsis*, *Sporocadus* и *Truncatella*. Отличительной чертой представителей этого семейства можно считать приуроченность к вечнозелёным растениям и способность поражать не только листья, но и молодые ветви, цветки и плоды, порой вызывая отмирание целых побегов по типу антракноза. Большинство видов этого семейства способны заселять растения из многих родов и семейств и долгое время существовать как эндофиты растений [42]. Кроме того, виды одного рода часто имеют крайне малые морфологические отличия, что очень затрудняет их определение по одним лишь морфологическим признакам [42, 43]. В связи с этим считаем полученные сведения о данной группе грибов предварительными и требующими уточнения.

Среди представителей Sporocadaceae наиболее многочисленным оказались виды *Pestalotiopsis*, из которых чаще всего в СБСК встречался *P. funerea*, вызывший отмирание хвои и побегов разных видов семейства Cupressaceae. Этот вид был отмечен на большом числе растений сем. Cupressaceae, однако чаще всего поражалась старая хвоя в весенний и осенний период, а степень развития болезни была очень низкой из-за регулярных фитосанитарных мероприятий.

Наиболее вредоносным видом Sporocadaceae в СБСК следует признать возбудителя антракноза аукуб, морфологически близкого к виду *Pestalotiopsis subcuticularis* (Guba) J.G. Wei & T. Xu, который известен

из Восточной Азии [37]. Не исключено, что именно этот вид был ранее описан из России как *Pestalotia aucubae* Gutner [9]. Данный патоген отмечен на *Aucuba albopunctifolia* F.T. Wang, *A. chinensis* Benth., *A. erio-botryifolia* F.T. Wang, *A. filicauda* Chun & F.C. How, *A. obcordata* (Rehder) S.H. Fu, а также на наиболее часто культивируемой в Сочи аукубе японской (*A. japonica* L.), у которых он вызывал почернение и отмирание листьев и молодых побегов, существенно снижая декоративность поражённых растений. Заболевание проявлялось преимущественно во второй половине лета и осенью, и одновременно с основным возбудителем часто развивались другие фитопатогенные микромицеты – *Alternaria alternata*, *Neofusicoccum parvum*, *Phyllosticta capitalensis* и *Ph. aucubicola*, заметно усугублявшие проявление болезни.

Вредоносными видами оказались также *Pestalotiopsis* cf. *hainanensis* A.R. Liu, T. Xu & L.D. Guo, вызывавший гибель побегов и листьев *Rhaphiolepis umbellata* (Thunb.) Makino, и *Pestalotiopsis* cf. *guelpinii* (Desm.) Steyaert, поражающий многие виды вечнозелёных и листопадных рододендронов (*Rhododendron*), вызывая преждевременное отмирание и опадение листвы и цветков. Примечательны также находки *Pestalotiopsis* cf. *microspora* (Speg.) G.C. Zhao & N. Li на листьях *Hedera colchica* (K. Koch) K. Koch, *P. cf. palmarum* (Cooke) Steyaert на листьях *Chamaerops humilis* L. (совместно с *Coniothyrium palmicola*), и таких ранее неизвестных для России видов, как *P. cf. cinnamomi* Y.X. Chen на *Cinnamomum camphora* (L.) J. Presl, *P. cf. cryptomeriae* (Cooke) B. Sutton на *Cryptomeria japonica* (L. fil.) D. Don, *P. cf. podocarpi* (Dennis) X.A. Sun & Q.X. Ge на *Podocarpus macrophyllus* (Thunb.) Sweet и *Pestalotiopsis* sp. на *Nandina domestica* Thunb., который весьма близок по морфологии к описанному из России виду *Pestalotia nandinae* Gutner [9].

Чрезвычайно вредоносностью отличались возбудители **ожогов и мумификации плодов**, представленные двумя видами *Monilinia* сем. Sclerotiniaceae: *M. fructicola* (G. Winter) Honey и *M. laxa* Honey. Представители этой группы отличаются способностью вызывать быстрые и обширные некрозы молодых побегов, цветков и листьев, а также мумификацию плодов. *Monilinia fructicola* является чужеродным видом, проникшим на территорию России в последнее десятилетие, и вызывает сильное поражение всех косточковых культур в условиях влажных субтропиков России [18].

Возбудители **шютте** оказались представлены в основном видами порядка Rhytismatales [13]. В СБСК были найдены *Lophodermium juniperinum* на *Juniperus communis* L. и *L. pinastri* – на ряде видов двухвойных сосен (*Pinus* L. subgen. *Pinus*). *L. pinastri* развивается обычно

как сапротроф, но может проявлять себя как патоген у ослабленных сосен, вызывая отмирание хвои возрастом более года. Однако наиболее распространёнными и вредоносными оказались два малоизвестных субтропических вида – *Cyclaneusma minus* (Butin) DiCosmo, Peredo & Minter и *Lophodermella conjuncta* (Darker) Darker (последний ранее не был известен в России), вызывавшие пожелтение и опадение хвои многих видов сосен. Массовое развитие этих патогенов наблюдалось в основном в зимний сезон и ранней весной. Отметим, что в СБСК не были обнаружены широко распространённые в ареале своих растений-хозяев возбудители шютте елей, пихт и лиственниц, несмотря на наличие растений-хозяев; по всей вероятности, их появлению препятствуют климатические особенности СБСК, немногочисленность экземпляров данных растений и фитосанитарные мероприятия.

В целом можно констатировать, что в условиях правильного ухода – обработке фунгицидами и своевременного удаления больных листьев, листового опада и погибших растений – степень распространения и степень развития основных возбудителей некрозов листьев и хвои остаётся низкой и не оказывает существенного влияния на фитосанитарное состояние растений. Однако при отсутствии должного ухода некрозы листьев и хвои могут существенно вредить декоративным растениям.

Присутствие в СБСК множества видов из преимущественно «субтропических» семейств Botryosphaeriaceae, Elsinoaceae, Glomerellaceae и Sporocadaceae, приуроченных к вечнозелёным древесным и древовидным растениям, связано не только с обилием субтропических растений, но с расположением самого СБСК и особенностями его местного климата, которые способствуют развитию перечисленных выше тепло- и влаголюбивых фитопатогенов.

С учётом полученных данных, наиболее уязвимыми для пятнистостей листьев в СБСК можно признать три основные группы растений:

1. Вечнозелёные растения с немногочисленными, но крупными и долгоживущими листьями. Даже частичное поражение листьев у таких растений заметно снижает их декоративность, а при высокой степени развития болезни приводит к снижению жизнеспособности.

К таким растениям относятся:

- агава американская (*Agave americana*) – из-за развития *Coniothyrium concentricum*;
- магнолия крупнолистная (*Magnolia grandiflora*) – из-за развития *Phyllosticta magnoliae*, *Ph. capitalensis* и *Neofusicoccum parvum*;
- олеандр обыкновенный (*Nerium oleander*) – из-за развития *Boeremia heteromorpha*;
- пальмы (Arecaceae), особенно невысокие – финик канарский

(*Phoenix canariensis*) – из-за развития *Neodeightonia phoenicum* A.J.L. Phillips & Crous и *Graphiola phoenicis* (Moug. ex Fr.) Poit., и хамеропс низкий *Chamaerops humilis* – из-за развития *Coniothyrium palmicola*;

– саговник отвернутый (*Cycas revoluta*) – из-за развития *Phragmotamarosporium hederiae* Wijayaw., R.K. Schumach. & K.D. Hyde;

– фатсия японская (*Fatsia japonica*) и фатсхедера Лизе (*Fatsihedera lizei*) – из-за развития *Boeremia hedericola* и *Colletotrichum trichellum*;

– юкка нитчатая (*Yucca filamentosa*) и славная (*Y. gloriosa*) – из-за развития *Phaeosphaeriopsis yuccae* Dayar., Bulgakov, E.B.G. Jones & K.D. Hyde.

2. Невысокие деревья, кустарники и полукустарники с компактной или распротёртой кроной, в особенности культурные формы. Основную угрозу для растений этой группы представляют вспышки узкоспециализированных патогенов, способных вызвать массовое отмирание листьев или хвои. Компактные кроны способствуют быстрой передаче инфекции от листа к листу, от побега к побегу, а плохое проветривание приводит к увеличению времени пребывания капельно-жидкой влаги на листьях (после дождя или выпадения росы).

К таким растениям относятся:

– бирючина обыкновенная (*Ligustrum vulgare* L.) – из-за пятнистости и массового опадения листьев, вызванных *Theadgonia ligustrina*;

– иглицы (*Ruscus* spp.) – из-за возбудителей пятнистостей *Coniothyrium ruscicola* (Durieu & Mont.) Woron. и *Phaeosphaeriopsis glaucopunctata* (Grev.) M.P.S. Câmara, M.E. Palm & A.W. Ramaley;

– лавровишня обыкновенная (*Prunus laurocerasus* L.) – из-за возбудителя дырчатой пятнистости *Xenomeris nicholsoni*;

– листопадные косточковые культуры (вид *Prunus*) – из-за возбудителей монилиального ожога *Monilinia fructicola* и *M. laxa*, коккомикоза *Blumeriella jaarii* и дырчатой пятнистости *Wilsonomyces carpophilus*;

– различные невысокие кипарисовые (*Cupressaceae*) с компактными кронами и их распротёртые формы (роды *Chamaecyparis*, *Juniperus*, *Microbiota*, *Thuja*) – из-за возбудителя отмирания хвои *Pestalotiopsis funerea*;

– рододендрон индийский (*Rhododendron indicum*) – из-за поражения цветков и листьев возбудителем пятнистости *Pestalotiopsis guepinii* (Desm.) Steyaert и возбудителем кармашков листьев *Exobasidium japonicum* Shirai;

– рододендрон понтийский (*Rhododendron ponticum*) – из-за массового опадения листьев вследствие поражения микромицетом *Chytromyces handelii* (Bubák) U. Braun, C. Nakash., Videira & Crous;

– розы (*Rosa* spp.) – из-за чёрной пятнистости и опадения листьев, вызванных *Diplocarpon rosae* и *Elsinoe rosarum*;

– самшиты (*Buxus* spp.) и саркококки (*Sarcococca hookeriana* Baill.)

- из-за возбудителей комплексных некрозов листьев и побегов *Calonectria pseudonaviculata* (Crous, J.Z. Groenew. & C.F. Hill) L. Lombard, M.J. Wingf. & Crous и *Pseudonectria buxi* (DC.) Seifert, Gräfenhan & Schroers;
- свидины (*Cornus* spp.) – из-за массового развития возбудителя пятнистости *Sphaerulina cornicola*;
- сирень обыкновенная (*Syringa* spp.) – из-за развития бурой пятнистости и опадения листьев, вызванных *Pseudocercospora lilacis* (Desm.) Deighton;
- сосна горная и сосна Тунберга – из-за развития коричневой пятнистости и массового опадения хвои, вызванного *Lecanosticta acicola*;
- цитрусовые (*Citrus* spp.) – из-за поражения антракнозом, вызванным *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Penz. & Sacc.;
- чубушники (*Philadelphus* spp.) – из-за бурой пятнистости, вызванной *Ascochyta philadelphi* Sacc. & Speg.

Отметим, что имеющие весьма компактную крону вечнозелёные бирючины (*Ligustrum ovalifolium* и *L. japonica*), дубы (*Quercus* spp.) и кизильники (*Cotoneaster* spp.) показали себя как весьма устойчивые растения, тогда как листопадные виды тех же родов достаточно сильно поражались фитопатогенными грибами, вызывающими некрозы листьев.

3. Древесные и полудревесные лианы, использующиеся как почвопокровные растения. Некрозы листьев у таких растений наблюдались обычно именно на стелющихся побегах – как в силу их близости к земле и листовому опадению как источнику инфекции, так и по причине повышенной влажности под покровом, который образуют лианы своими листьями на поверхности почвы. Впрочем, как показали многолетние наблюдения, поражение листьев стелющихся лиан обычно носило локальный характер, не принимая характер эпифитотии. Однако в ряде случаев степень развития болезни могла достигать 30–50 %, что приводило к заметному снижению декоративности.

К таким растениям отнесены:

- ампелопсис железистый (*Ampelopsis glandulosa* (Wall.) Momiy. var. *brevipedunculata* (Maxim.) Momiy.) – из-за пятнистости, вызванной *Phyllosticta ampellicida* (Engelm.) Aa;
- виноград девичий пятилисточковый (*Parthenocissus quinquefolia* (L.) Planch.) – из-за пятнистости, вызванной *Ragnhildiana ampelopsidis* (Peck) U. Braun, C. Nakash., Videira & Crous;
- виноград обыкновенный (*Vitis vinifera* L.) – из-за возбудителей серой гнили *Botrytis cinerea* Pers. и бурой пятнистости *Phyllosticta capitata-lensis* Henn.;
- плющи (*Hedera* spp.) – из-за поражения многочисленными возбудителями пятнистостей листьев: *Boeremia hedericola* (Durieu & Mont.) Aveskamp, Gruyter & Verkley, *Colletotrichum trichellum* (Fr.) Duke, *Phyl-*

losticta concentrica Sacc., *Septoria hedericola* (Fr.) Jørst., *Pestalotiopsis microspora* (Speg.) G.C. Zhao & N. Li;

– клематисы (*Clematis* spp.) – из-за пятнистости листьев, вызванной *Phyllosticta capitalensis* Henn.

Из крупных деревьев от возбудителей некрозов листьев страдали листопадные дубы (*Quercus* spp.) и платаны (*Platanus* spp.), сильно поражавшиеся возбудителями антракнозов *Apiognmonia errabunda* и *A. veneta*, соответственно.

Выводы. По итогам многолетних исследований на декоративных древесных (деревья, кустарники и полукустарники) и древовидных (кактусы, пальмы, бамбуки, розеточные суккуленты, саговники) растениях выявлены 180 видов и одна разновидность фитопатогенных грибов-возбудителей древесных и древовидных растений, среди которых преобладают микромицеты из отдела аскомицеты (Ascomycota) – 177 вида (98,3 %), а ведущую роль играют представители наиболее многочисленных порядков Mucosphaerellales (49 видов), Pleosporales (30 видов) и Amphisphaeriales (19 видов), Botryosphaeriales (14 видов) и Diaporthales (11 видов).

Из выявленных видов микромицетов 131 вид (73 %) обнаружены в СБСК впервые, в том числе 26 видов – впервые в Краснодарском крае и 28 видов – впервые в России.

Возбудители некрозов листьев отмечены на 292 видах и 22 гибридах древесных растений из 166 родов и 77 семейств отделов Magnoliopsida (247 видов, 20 гибридов) и Liliopsida (15 видов и 2 гибрида) отдела Покрытосеменные (Magnoliophyta), а также двух видах отделов Гинкговидные (Ginkgophyta) и Саговниковидные (Cycadophyta) – *Ginkgo biloba* L. и *Sycas revoluta* Thunb., соответственно.

Таким образом, различными некрозами листьев и хвои поражались 63 % всех семейств, 43 % всех родов и 22 % всех имеющихся в коллекциях СБСК видов древесных и древовидных растений, при этом наибольшее число микромицетов выявлено на аборигенных для Западного Кавказа растениях и давно и широко культивируемых интродуцентах.

Наибольший ущерб декоративным растениям причиняли узкоспециализированные фитопатогенные микромицеты, поражающие растения лишь определённого рода и/или семейства (90 % выявленных видов), а также несколько видов с широкой специализацией, способные поражать растения многих семейств. Среди последних наиболее вредоносными были *Botrytis cinerea*, *Boeremia exigua*, *Colletotrichum gloeosporioides*, *Neofusicoccum parvum* и *Phyllosticta capitalensis*. Постоянное присутствие и развитие этих микромицетов, по всей видимости, обусловлено особенностями местного климата: отсутствием сильных ветров и повышенной влажностью и температурой воздуха.

Выявлены отличительные особенности видового состава фитопатогенных микромицетов и вызываемых ими заболеваний у листопадных и вечнозелёных древесных и древовидных растений, соответственно. Вечнозелёные растения оказались больше подвержены комплексным некрозам (часто затрагивающим не только листья, но и молодые побеги, цветки и плоды), вызванным в основном микромицетами из порядков *Amphisphaeriales* (сем. *Sporocadaceae*, род *Pestalotiopsis*), *Botryosphaeriales* (сем. *Botryosphaeriaceae*, роды *Diplodia* и *Neofusicoccum*), *Glomerellales* (сем. *Glomerellaceae*, род *Colletotrichum*), *Hypocreales* (сем. *Nectriaceae*, роды *Calonectria* и *Pseudonectria*), *Phyllachorales* (сем. *Phyllachoraceae*, род *Phyllachora*) и *Pleosporales* (роды *Coniothyrium*, *Boeremia* и *Phaeosphaeriopsis*), а хвойные – ещё и шютте, вызванного представителями *Rhytismatales* (роды *Cyclaneusma*, *Lohodermium* и *Lophodermella*). Листопадные растения в основном страдали от антракнозов (возбудители – представители порядка *Diaporthales*, сем. *Gnomoniaceae*, роды *Apiognomonina* и *Ophiognomonina*), ожогов (сем. *Sclerotiniaceae*, роды *Botrytis* и *Monilinia*) и различных пятнистостей, часто связанных с преждевременным опадением листьев и вызванных в основном микромицетами порядков *Mycosphaerellales* (сем. *Mycosphaerellaceae*, роды *Asteromella*, *Chuppomyces*, *Lecanosticta*, *Neophloeospora*, *Pseudocercospora* и *Sphaerulina*), *Helotiales* (сем. *Drepanopezizaceae*, роды *Diplocarpon*, *Blumeriella* и *Theadgonia*) и *Pleosporales* (сем. *Didymellaceae*, роды *Ascochyta* и *Boeremia*)

На основании степени (частоты) встречаемости, степени (интенсивности) развития и регулярности проявления патологий, с учётом декоративности и ухудшения жизненного состояния поражённых растений установлены группы декоративных древесных и древесных растений, наиболее уязвимые для возбудителей некрозов листьев и хвои:

- 1) вечнозелёные растения с немногочисленными крупными и долго живущими листьями;
- 2) кустарники и полукустарники с компактной или распростёртой кроной;
- 3) древесные и полудревесные лианы, используемые как почвопокровные растения.

Публикация подготовлена в рамках реализации
государственного задания ФИЦ СЦ РАН FGRW-2022-0006,
№ госрегистрации 122042600092-8

Список литературы/References

1. Айба Л.Я., Карпун Н.Н., Булгаков Т.С. и др. Атлас вредителей и болезней субтропических культур и фундука на Черноморском побережье Кавказа. Сухум-Сочи, 2023,

- 300 с. [Aiba L.Ya., Karpun N.N., Bulgakov T.S., et al. Atlas of pests and diseases of subtropical crops and hazelnuts on the Black Sea coast of the Caucasus. Sukhum-Sochi, 2023, 300 p. (In Rus)]. ISBN: 978-5-904533-50-2.
2. Айба Л.Я., Карпун Н.Н., Игнатова Е.А. и др. Атлас вредителей и болезней цитрусовых культур на Черноморском побережье Кавказа. Сочи-Сухум: НИИСХ АНА, 2018, 205 с. [Aiba L.Ya., Karpun N.N., Ignatova E.A. et al. Atlas of pests and diseases of citrus crops in the humid subtropics of the Black Sea coast of the Caucasus. Sochi-Sukhum: NIISH ANA, 2018, 205 p. (In Rus)].
3. Благовещенская Е.Ю. Фитопатогенные микромицеты: учебный определитель. М.: URSS, 2015, 232 с. [Blagoveshchenskaya E.Yu. Phytopathogenic micromycetes: educational guide. Moscow: URSS, 2015, 232 p. (In Rus)]. ISBN: 978-5-9710-1653-3.
4. Булгаков Т.С. Наиболее значимые грибные патогены древесных и древовидных растений в парке «Ривьера» (Сочи), Субтропическое и декоративное садоводство. 2020; 75 : 82-96. [Bulgakov T.S. The most important fungal pathogens of woody and tree-like plants in the Riviera Park (Sochi), Subtropical and ornamental horticulture. 2020; 75 : 82-96. (In Rus)]. DOI: 10.31360/2225-3068-2020-75-82-96.
5. Булгаков Т.С. Предварительные итоги изучения филлотрофных грибов, поражающих древесные и древовидные растения в дендропарке «Южные культуры»: Устойчивое развитие особо охраняемых природных территорий: сборник статей VI Всерос. науч.-практ. конф., Сочи, 2-4 октября 2019 г. Сочи, 2019 : 101-110. [Bulgakov T.S. Preliminary results of the study of phyllo-trophic fungi that infect woody and tree-like plants in the arboretum "Southern Cultures": Sustainable development of specially protected natural areas: VI All-Russian scientific-practical conf. Sochi, October 2-4, 2019. Sochi, 2019; 101-110. (In Rus)]. ISBN: 978-5-904079-75-8.
6. Васильевский Н.И., Каракулин В.П. Паразитные несовершенные грибы. Т. 2. М.-Л.: Изд-во АН СССР. Т. 1, 1937, 517 с.; Т. 2, 1950, 679 с. [Vasilievsky N.I., Karakulin V.P. Parasitic imperfect fungi. Vol. 2. Moscow-Leningrad: Publishing House of the USSR Academy of Sciences. V. 1, 1937, 517 p.; V. 2, 1950, 679 p. (In Rus)].
7. Гаршина Т.Д. Болезни деревьев и кустарников Северного Кавказа. Сочи: НИИгорлесэкол, 2003. 130 с. [Garshina T.D. Diseases of trees and shrubs in the North Caucasus. Sochi: NIIGorlesekol, 2003, 130 p. (In Rus)].
8. Горленко С.В., Блинцов А.И., Панько Н.А. Устойчивость древесных интродуцентов к биотическим факторам. Минск: Наука и техника, 1988, 189 с. [Gorlenko S.V., Blintsov A.I., Panko N.A. Resistance of tree introduced plants to biotic factors. Minsk: Science and Technology, 1988, 189 p. (In Rus)]. ISBN: 5-343-00273-0.
9. Гутнер Л.С. Грибы-паразиты оранжерейных растений городов Ленинграда и Детского Села, Тр. Ботан. ин-та АН СССР. 1993; 2(1) : 285-323. [Gutner L.S. Fungi-parasites of greenhouse plants in the cities of Leningrad and Detskoye Selo, Proceedings of Botanical Institute of the USSR Academy of Sciences. 1933; 2(1) : 285-323. (In Rus)].
10. Джалагония К.Т. Паразитные грибы главнейших субтропических декоративных растений Абхазии. Тбилиси: Метсниереба, 1965, 78 с. [Dzhalagonia K.T. Parasitic fungi of the main Abkhazian subtropical ornamental plants. Tbilisi: Metsniereba, 1965, 78 p. (In Rus)].
11. Каратыгин И.В. Определитель грибов России. Порядки Тафрининовые, Протомициевые, Экзобазидиальные, Микростромациевые. СПб: Наука, 2002. 135 с. [Karatygin I.V. Key-book to fungi of Russia. The orders Taphrinales, Protomycetales, Exobasidiales, Microstromatales. St.-Petersburg: Nauka, 2002, 135 p. (In Rus)]. ISBN: 5-02-026184-X.
12. Карпун Н.Н. Болезни листьев растений-интродуцентов Субтропического ботани-

- ческого сада Кубани, Сохранение биоразнообразия растений в природе и при интродукции: сб. матер. междунар. науч. конф., г. Сухум, 15-20 окт. 2006 г. Сухум, 2006 : 230-232. [Karpun N.N. Diseases of leaves of introduced plants of the Subtropical Botanical Garden of Kuban, Conservation of plant biodiversity in nature and during introduction: mater. int. sci. conf., Sukhum, October 15-20, 2006. Sukhum, 2006 : 230-232. (In Rus)].
13. Карпун Н.Н., Булгаков Т.С., Журавлёва Е.Н. Атлас вредителей и болезней декоративных насаждений на юге России. Хвойные породы. Сочи, 2021, 215 с. [Karpun N.N., Bulgakov T.S., Zhuravleva E.N. Atlas of pests and diseases of ornamental plantings in the south of Russia. Coniferous species. Sochi, 2021, 215 p. (In Rus)]. ISBN: 978-5-904533-43-4.
14. Карпун Ю.Н. Зелёные сокровища «Белых ночей». СПб.: Изд-во СПбГУ, 2003, 144 с. [Karpun Yu.N. Green treasures of White Nights. SPb.: St. Petersburg State University Publishing House, 2003, 144 p. (In Rus)]. ISBN: 5-7732-0031-X.
15. Карпун Ю.Н. Краткая история становления Субтропического ботанического сада Кубани, Hortus botanicus. 2017; 12 : 619-635. [Karpun Yu.N. Brief history of the development of the Subtropical Botanical Garden of Kuban, Hortus botanicus. 2017; 12 : 619-635. (In Rus)]. DOI: 10.15393/j4.art.2017.4643.
16. Карпун Ю.Н., Коркешко А.А., Коробов В.И. и др. Декоративные древесные и травянистые многолетние растения Сочи. Рекомендации по породному составу. Сочи: ВНИИЦиСК, 2011, 150 с. [Karpun Yu.N., Korkeshko A.A., Korobov V.I., et al. Ornamental woody and herbaceous perennial plants of Sochi. Recommendations on breed composition. Sochi: VNIITSISK, 2011, 150 p. (In Rus)]. ISBN: 978-5-904533-12-0.
17. Карпун Ю.Н., Кувайцев М.В. Субтропический ботанический сад Кубани. Каталог. Сочи: СБСК, 2017, 68 с. [Karpun Yu.N., Kuvaytsev M.V. Subtropical botanical garden of Kuban. Catalog. Sochi: SBSC, 2017, 68 p. (In Rus)].
18. Михайлова Е.В., Карпун Н.Н., Пантия Г.Г. Идентификация видов рода *Monilinia* с помощью ПЦР-анализа, Плодоводство и ягодоводство России. 2020; 60 : 186-191. [Mikhailova Y.V., Karpun N.N., Pantiya G.G. Identification of species of the genus *Monilinia* by PCR-analysis. Pomiculture and small fruits culture in Russia. 2020; 60(1): 186-191. (In Rus)]. DOI: 10.31676/2073-4948-2020-60-186-191.
19. Николаев П.М., Власов Д.Ю., Карпун Ю.Н. Микобиота интродуцированных растений Сочинского ботанического сада «Белые Ночи» (Северный Кавказ). Актуальные проблемы микологии: сб. статей: Труды Биол. НИИ СПбГУ. 2001; 47 : 27-56. [Nikolaev P.M., Vlasov D.Yu., Karpun Yu.N. Mycobiota of introduced plants of the Sochi Botanical Garden White Nights (North Caucasus), Current problems of mycology: proceedings of Biol.: Research Institute of St. Petersburg State University. 2001; 47 : 27-56. (In Rus)].
20. Погода и климат, 2023, URL: <http://www.pogodaiklimat.ru>. Ссылка активна на 01.09.2023 г. [Weather and climate, 2023, URL: <http://www.pogodaiklimat.ru>. Link active as of 01.09.2023].
21. Рындин А.В., Карпун Н.Н., Игнатова Е.А., Журавлёва Е.Н. Фитосанитарное состояние насаждений г. Сочи: причины, прогноз и пути решения, Субтропическое и декоративное садоводство. 2015; 52 : 9-20. [Ryndin A.V., Karpun N.N., Ignatova E.A., Zhuravleva E.N. Phytosanitary state of Sochi plantations: causes, forecast and solutions, Subtropical and ornamental horticulture. 2015; 52 : 9-20. (In Rus)].
22. Серебряков И.Г. Экологическая морфология растений. Жизненные формы покрытосеменных и хвойных. М.: Высшая школа, 1962, 378 с. [Serebryakov I.G. Ecological morphology of plants. Life forms of angiosperms and conifers. M.: Higher School, 1962, 378 p. (In Rus)].
23. Симонян С.А. Микофлора ботанических садов и дендропарков Армянской ССР.

- Ереван: Изд-во АН АрмССР, 1981, 233 с. [Simonyan S.A. Mycoflora of Botanical gardens and arboretums of the Armenian S.S.R. Publ. Yerevan, Acad. Sci. of Armenian SSR, 1981, 233 p. (In Rus)].
24. Хохряков М.К., Доброзракова Т.Л., Степанов К.М., Летова М.Ф. Определитель болезней растений. Изд. 3-е, исправ. СПб.-М.-Краснодар: Лань, 2003, 592 с. [Khokhryakov M.K., Dobrozrakova T.L., Stepanov K.M., Letova M.F. Key to plant diseases. Ed. 3rd, corrected St. Petersburg-Moscow-Krasnodar, Lan, 2003, 592 p. (In Rus)]. ISBN: 5-8114-0479-4.
25. Ширяева Н.В. Аннотированный иллюстрированный справочник вредных членистоногих и патогенной микофлоры коллекционных растений сочинских парков «Дендрарий» и «Южные культуры». Сочи: Сочинский национальный парк, 2017, 260 с. [Shiryayeva N.V. An annotated illustrated guide to harmful arthropods and pathogenic mycoflora of collection plants in the Sochi parks Arboretum and Southern Cultures. Sochi: Sochi National Park, 2017, 260 p. (In Rus)].
26. Aa van der H.A., Vanev S. A revision of the species described in *Phyllosticta*. Utrecht: Centraalbureau voor Schimmelcultures, 2002, 510 p.
27. Bebbler D.P. Range-expanding pests and pathogens in a warming world, Annual review of phytopathology. 2015; 53 : 335-356. DOI: 10.1146/annurev-phyto-080614-120207.
28. Butin H. Krankheiten der Wald- und Parkbaume: Diagnose, Biologie, Bekämpfung. Stuttgart-New York, Thieme, 1989, 216 p. ISBN: 978-3-8186-0728-9.
29. Chen Q., Jiang J.R., Zhang G.Z., Cai L., Crous P.W. Resolving the *Phoma* enigma, Studies in Mycology. 2015; 82 : 137-217. DOI: 10.1016/j.simyco.2015.10.003.
30. Chupp C. Monograph of the fungus genus *Cercospora*. New York, Cornell University Press, 1954, 667 p.
31. Crous P.W., Braun U. *Mycosphaerella* and its anamorphs: 1. Names published in *Cercospora* and *Passalora*. Utrecht, Centraalbureau voor Schimmelcultures, 2003, 571 p. ISBN: 9789070351496.
32. Crous P.W., Braun U., Hunter G.C. et al. Phylogenetic lineages in *Pseudocercospora*, Studies in Mycology; 2013; 75 : 37-114. DOI: 10.3114/sim0005.
33. Crous P.W., Wingfield M.J., Schumacher R.K. et al. new and interesting fungi. 3, FUSE. 2020; 6 : 157-231. DOI: 10.3114/fuse.2020.06.09.
34. Dissanayake A.J., Phillips A.J.L., Li X.H., Hyde K.D. Botryosphaeriaceae: Current status of genera and species, Mycosphere. 2016. 7(7) : 1001-1073. DOI: 10.5943/mycosphere/si/1b/13.
35. Ellis M.B., Ellis J.P. Microfungi on land plants. An Identification Handbook. Slough: The Richmond Publishing Co. Ltd., 1997, 818 p. ISBN: 978-0-8554-6245-1.
36. Fan X.L., Barreto R.W., Groenewald J.Z., Bezerra J.D.P. et al. Phylogeny and taxonomy of the scab and spot anthracnose fungus *Elsinoe* (Myriangiales, Dothideomycetes), Studies in Mycology. 2017; 87 : 1-41. DOI: 10.1016/j.simyco.2017.02.001.
37. Farr D.F., Rossman A.Y. Fungal Databases, U.S. National Fungus Collections, ARS, USDA, 2023, URL: <https://nt.ars-grin.gov/fungaldatabases/>. The link is active on 01.05.2023.
38. Hyde K.D., Chaiwan N., Norphanphoun C. et al. Mycosphere notes 169–224, Mycosphere. 2018; 9(2) : 271-430. DOI: 10.5943/mycosphere/9/2/8.
39. Jayawardena R.S., Hyde K.D., Jeewon R. et al. One stop shop II: taxonomic update with molecular phylogeny for important phytopathogenic genera: 26-50, Fungal Diversity. 2019; 94 : 41-129. DOI: 10.1007/s13225-019-00418-5.
40. Laas M., Adamson K., Barnes I. et al. Diversity, migration routes and worldwide population genetic structure of *Lecanosticta acicola*, the causal agent of brown spot needle

- blight, *Molecular Plant Pathology*. 2022; 23(11) : 1620-1639. DOI: 10.1111/mpp.13257.
41. Liu F., Bonthond G., Groenewald J.Z., Cai L., Crous P.W. Sporocadaceae, a family of coelomycetous fungi with appendage-bearing conidia, *Studies in Mycology*. 2019; 92 : 287-415. DOI: 10.1016/j.simyco.2018.11.001.
42. Maharachchikumbura S.S., Guo L.D., Chukeatirote E., Bahkali A.H., Hyde K. D. *Pestalotiopsis* – morphology, phylogeny, biochemistry and diversity, *Fungal Diversity*. 2011; 50 : 167-187. DOI: 10.1007/s13225-011-0125-x.
43. Maharachchikumbura S.S., Hyde K.D., Groenewald J.Z., Xu J., Crous P.W. *Pestalotiopsis* revisited, *Studies in Mycology*. 2014; 79(1) : 121-186. DOI: 10.1016/j.simyco.2014.09.005.
44. Mullett M.S., Adamson K., Bragança H. et al. New country and regional records of the pine needle blight pathogens *Lecanosticta acicola*, *Dothistroma septosporum* and *Dothistroma pini*, *Forest Pathology*. 2018; art. e12440. DOI: 10.1111/efp.12440.
45. MycoBank: Fungal databases, Nomenclature and Species Banks, 2023. URL: <http://www.mycobank.org/>. The link is active on 01.09.2023.
46. Nag Raj T.R. Coelomycetous anamorphs with appendage-bearing conidia. Waterloo: Mycologue Publications, 1993, 1101 p. ISBN: 0969223722.
47. Nakashima C., Motohashi K., Chen C.-Y., Groenewald J.Z., Crous P.W. Species diversity of *Pseudocercospora* from Far East Asia, *Mycological Progress*. 2016; 15 : 1093-1117. DOI: 10.1007/s11557-016-1231-7.
48. Padaruth O.D., Pem D., Harishchandra D.L., Jeewon R., Bulgakov T.S., Jayawardena R.S. The first confirmed host record of *Colletotrichum gloeosporioides* on *Citrus reticulata* subsp. *unshiu* in the humid subtropics of Russia, *Plant Pathology & Quarantine*. 2021; 11(1) : 34-48. DOI: 10.5943/ppq/11/1/5.
49. Phillips A.J.L., Alves A., Slippers B., Wingfield M.J., Groenewald J.Z., Crous P.W. The Botryosphaeriaceae: genera and species known from culture, *Studies in Mycology*. 2013; 76 : 51-167. DOI: 10.3114/sim0021.
50. POWO: Plants of the World Online, URL: <http://www.plantsoftheworldonline.org>. The link is active on 01.09.2023 г.
51. Schubert K., Ritschel A., Braun U. A monograph of *Fusicladium* s. lat. (Hyphomycetes), *Schlechtendalia*. 2003; 9: 1-132.
52. Sutton B.C. The Coelomycetes. Fungi imperfecti with pycnidia, acervuli and stromata. Kew: CMI, 1980, 696 p. ISBN: 978-0851-9844-69
53. Tubby K., Adamcikova K., Adamson K. et al. The increasing threat to European forests from the invasive foliar pine pathogen, *Lecanosticta acicola*, *Forest Ecology and Management*. 2023; 536 : 1-27. DOI: 10.1016/j.foreco.2023.120847.
54. Videira S.I.R., Groenewald J.Z., Nakashima C., Braun U., Barreto R.W., de Wit P.J., Crous P.W. Mycosphaerellaceae – chaos or clarity? *Studies in Mycology*. 2017; 87 : 257-421. DOI: 10.1016/j.simyco.2017.09.003.
55. Zlatkovic M., Wingfield M.J., Jami F., Slippers B. Genetic uniformity characterizes the invasive spread of *Neofusicoccum parvum* and *Diplodia sapinea* in the Western Balkans, *Forest pathology*. 2019; 49(1) : e12491. DOI: 10.1111/efp.12491.

**MICROMYCETES CAUSING LEAVES
AND NEEDLES NECROSES IN DECORATIVE WOODY
AND TREE-LIKE PLANTS IN KUBAN SUBTROPICAL
BOTANICAL GARDEN (SOCHI)**

Bulgakov T.S.

*Federal Research Centre
the Subtropical Scientific Centre of the Russian Academy of Sciences,
Sochi, Russia, e-mail: ascomycologist@yandex.ru*

Based on the long-term research results, 180 species and one variety of phytopathogenic microfungi have been recorded on ornamental woody (trees, shrubs and subshrubs) and tree-like (cacti, palms, bamboos, rosette succulents, cycads) plants in Kuban Subtropical Botanical Garden. The most numerous groups were ascomycetes (Ascomycota) – 177 species (98.3 %), and the most important role was played by species of the most numerous orders Mycosphaerellales (49 species), Pleosporales (30 species), Amphisphaeriales (19 species), Botryosphaeriales (14 species), and Diaporthales (11 species). Totally, 131 species (73 %) were found for the first time, including 26 species recorded for the first time in Krasnodar region and 28 species found for the first time in Russia. The identified micromycetes were recorded on 292 species and 22 hybrids of woody plants of 166 genera and 77 families of Magnoliopsida (247 species and 20 hybrids) and Liliopsida (15 species and 2 hybrids) from the division Magnoliophyta, as well as two species of the divisions Ginkgophyta and Cycadophyta – *Ginkgo biloba* L. and *Cycas revoluta* Thunb., respectively. The most harmful to host plants were highly specialized phytopathogens that infect plants only of a certain genus and/or family (90 % of recorded species). A differential peculiarity of evergreen plants and their pathogens was the predominance of complex necrosis caused mainly by subtropical and tropical fungi of the orders Amphisphaeriales (*Pestalotiopsis*), Botryosphaeriales (*Diplodia* and *Neofusicoccum*), Glomerellales (*Colletotrichum*), Hypocreales (*Calonectria* and *Pseudonectria*), Phyllachorales (*Phyllachora*), Pleosporales (*Coniothyrium*, *Boeremia*, and *Phaeosphaeriopsis*), and Rhytismatales (*Cyclaneusma*, *Lophodermium*, and *Lophodermella*), while deciduous woody plants mainly suffered from anthracnoses (caused mainly by *Apiognomonina* and *Ophiognomonina* species), blossom blights (caused by *Botrytis* and *Monilinia* species) and various leaf spots (often associated with premature leaf drop), caused by fungal species of the orders Mycosphaerellales (many genera), Helotiales (*Diplocarpon*, *Blumeriella*, and *Theclonia*) and Pleosporales (*Ascochyta* and *Boeremia*). The most vulnerable groups (to fungal pathogens causing leaves and needles necroses) of ornamental woody and tree-like plants have been identified: 1) evergreen plants with a few large and long-living leaves; 2) shrubs and subshrubs with a compact or spreading crown; 3) woody and semi-woody vines used as ground cover plants.

Key words: plant diseases, plant pathogenic fungi, ornamental plants, introduced plants, subtropics, Krasnodar region, Russia.