УДК 632.4

А.А. Шишкина, Н.Н. Карпун

ВИДОВОЙ СОСТАВ ПАТОГЕННЫХ МИКРОМИЦЕТОВ НА ЛЕСОСЕМЕННЫХ ПЛАНТАЦИЯХ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ В МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Введение. Сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.) – одна из главных лесообразующих пород России. Ее ареал охватывает значительную часть территории страны. Ежегодно сосновые леса подвергаются воздействию лесных пожаров, шквалистых ветров, вредных организмов, техногенного загрязнения и других неблагоприятных факторов, что влечет их гибель на больших площадях [Обзор …, 2023]. Обширные вырубки остаются после проведения интенсивных промышленных рубок леса. Для восстановления ценных хвойных древостоев необходимо выращивание качественного посадочного материала [Лесной план …, 2019].

В целях получения семян с улучшенными наследственными свойствами и сохранения генетического фонда высокопродуктивных насаждений была создана постоянная лесосеменная база объектов единого генетико-селекционного комплекса. Одним из его важнейших элементов являются лесосеменные плантации (ЛСП), созданные вегетативным потомством плюсовых деревьев, прошедших генетическую оценку (элитные деревья). Это особая форма насаждений, используемая для получения устойчивых урожаев семян с высокими наследственными и посевными качествами[1].

Однако как в России, так и в некоторых зарубежных странах нередко отмечаются случаи сильного ухудшения состояния молодых посадок сосны и снижения урожайности семян на ЛСП вследствие массового распространения патогенных микромицетов [Жуков и др., 2013; Ильичев, Шуваев, 2016; Drenkhan et al., 2016].

На территории Московской области ЛСП сосны обыкновенной расположены в Орехово-Зуевском лесничестве (восточная часть области) [Лес-

[1] Правила создания и выделения объектов лесного семеноводства (лесосеменных плантаций, постоянных лесосеменных участков и подобных объектов) [Приказ Минприроды России от 20.10.2015 № 438]. URL: https://docs.cntd.ru/document/420314538#6500IL (дата доступа: 23.12.2023).

ной план …, 2019]. С 2017 г. на этих участках нами стало наблюдаться заметное ослабление деревьев, отмирание побегов и опадение шишек. Характер поражения и наличие массовых спороношений на пораженных органах свидетельствовали о наличии грибной инфекции.

Цель настоящего исследования заключалась в установлении видового состава патогенных микромицетов на территории лесосеменных плантаций сосны обыкновенной Орехово-Зуевского лесничества Московской области и определении их роли в изучаемых насаждениях.

Материалы и методика исследования. Исследования проведены в период с 2017 по 2023 гг. на территории Куровского участкового лесничества Орехово-Зуевского лесничества Московской области. Объектами изучения стали насаждения сосны обыкновенной на территории действующей ЛСП, а также на прилегающих к ней участках списанных ЛСП и естественных насаждений (рис. 1).

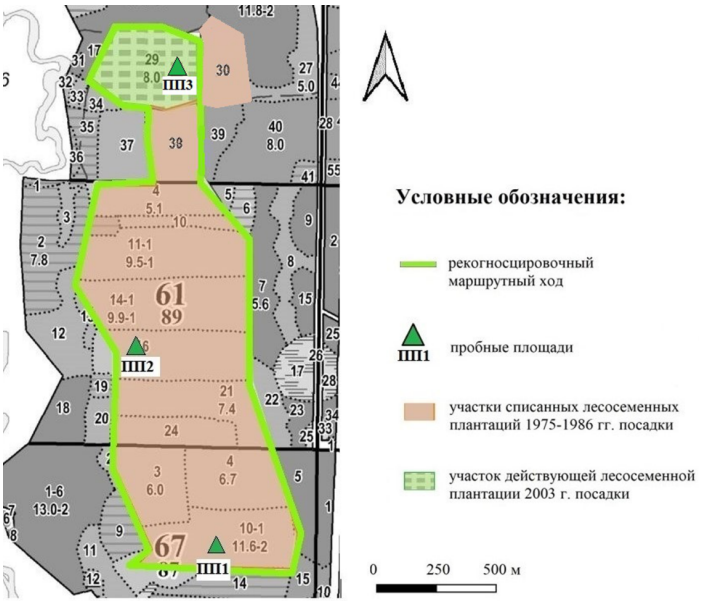


Рис. 1. Расположение лесосеменных плантаций в Куровском участковом лесничестве Орехово-Зуевского лесничества Московской области, 2023 г.

Fig. 1. Location of the forest seed plantations in the Kurovsky district forestry of the Orekhovo-Zuevsky forestry, Moscow region, 2023

Действующая ЛСП № 48 площадью 8,0 га была заложена в 2003 г. (рис. 1, 2a). Посадка рядовая с расстоянием 10 м между рядами и 5 м между деревьями в ряду. Текущая густота произрастания деревьев составляет 145 шт./га. В отличие от обычных лесных культур, на ЛСП применяется более редкая схема посадки деревьев с целью создания условий лучшей освещенности крон. Это способствует росту боковых ветвей и позволяет собирать больший урожай семян в течение длительного периода времени. Средняя высота деревьев – 8 м. Кроны хорошо развиты, их протяженность составляет 90–100%, за исключением пораженных грибными болезнями экземпляров, у которых в результате отмирания нижних ветвей протяженность кроны в среднем 75–80%. Расстояние до первой живой ветви – не более 0,5 м у деревьев без признаков болезни и до 1,5 м у больных экземпляров. Кроны в рядах частично сомкнуты, в междурядьях смыкания крон не отмечено. Диаметр проекции крон вдоль ряда в среднем составляет 4-6 м, поперек ряда – 6-8 м. Почвы дерново-неглубокоподзолистые, супесчаные, развитые на водно-ледниковых песках [Риджал, 2006]. Тип условий местопроизрастания В2 согласно типологии П.С. Погребняка [1955].

(a) (b)

Рис. 2. Общий вид обследованных лесосеменных плантаций:
(a) действующей лесосеменной плантации № 48 (2003 г. посадки); (b) списанной лесосеменной плантации (1975 г. посадки). Фото А.А. Шишкиной

Fig. 2. General view of studied forest seed plantations: operating forest seed plantation No. 48, planted in 2003; (b) former forest seed plantation, planted in 1975. Photo by A.A. Shishkina

Примыкающие с юга лесосеменные плантации 1975-1986 гг. посадки (рис. 1, 2b) были списаны по причине достижения деревьями высоты более 10 м, после чего они стали непригодными для заготовки лесосеменного

сырья. Общая площадь списанных плантаций составляет 74,7 га. Это молодняки II класса возраста или средневозрастные сосновые насаждения с участием в составе березы, средняя полнота – 0,6-0,7, 1-2 класс бонитета. Тип условий местопроизрастания В2. Посадка рядовая с расстоянием 10 м между рядами и 5-6 м между деревьями в ряду. Кроны в рядах сомкнуты, в междурядьях сомкнуты частично.

Естественные насаждения, примыкающие к ЛСП, представлены приспевающими и спелыми сосняками с участием в составе ели и березы, низкой полноты (0,3-0,5), 1-2 класса бонитета. Тип условий местопроизрастания В2-В3. На отдельных участках отмечено произрастание соснового подроста под основным пологом. Наиболее часто наблюдался групповой характер его распространения по площади, реже – равномерный.

Обследование и наблюдения проводили на рекогносцировочных маршрутных ходах с закладкой временных пробных площадей по непровешенной ходовой линии с перечетом не менее 100 деревьев. Санитарное состояние растений оценивалось по модифицированной классической 6-балльной шкале категорий состояния деревьев хвойных пород [Воронцов и др., 1991]. Состояние насаждений оценивалось по средневзвешенному значению категории состояния и определялось по критериям, приведенным в Правилах санитарной безопасности в лесах[2].

Дополнительно оценено поражение грибными болезнями соснового подроста. При обследовании подрост подразделяли на три группы по высоте: мелкий (до 1 м), средний (1-1,5 м) и крупный (выше 1,5 м) [Воронцов и др., 1991].

При выявлении признаков поражения грибными болезнями и отмирания ветвей на обследованных объектах отбирали образцы усыхающих и усохших ветвей, шишек и хвои из крон и опада для проведения фитопатологического анализа в лаборатории отдела защиты леса и экспедиционных работ ФБУ «Рослесозащита». При изучении микроструктур грибов использовали стереоскопический микроскоп МСП-1, бинокулярный микроскоп Micros MC 300 Austria, микрометр окулярный винтовой МОВ-1-15$^{\times}$. Идентификация видов обнаруженных микромицетов проводилась с использованием отечественных и зарубежных определителей [Брежнев и др., 1962; Мельник, 1997; Карпун и др., 2021; Визначник …, 1969, 1971; Minter, 1981; Sinclair, Lyon, 2005].

[2] Правила санитарной безопасности в лесах [Постановление Правительства Российской Федерации от 09.12.2020 № 2047]. Режим доступа: https://docs.cntd.ru/document/573053313. Дата доступа: 23.12.2023.

Оценка встречаемости микромицетов осуществлялась по собранным для анализа образцам по разработанной нами шкале:

- массовая встречаемость – спороношения отмечены на преобладающем количестве пораженных частей растений в образцах, расположены сплошь на пораженном субстрате;
- обычная встречаемость – спороношения отмечены на многих пораженных частях растений в образцах, расположены локально на пораженном субстрате;
- редкая встречаемость – спороношения отмечены на нескольких пораженных частях растений в образцах, расположены локально на пораженном субстрате;
- единичная встречаемость – спороношения отмечены на единичных пораженных частях растений в образцах, расположены локально на пораженном субстрате.

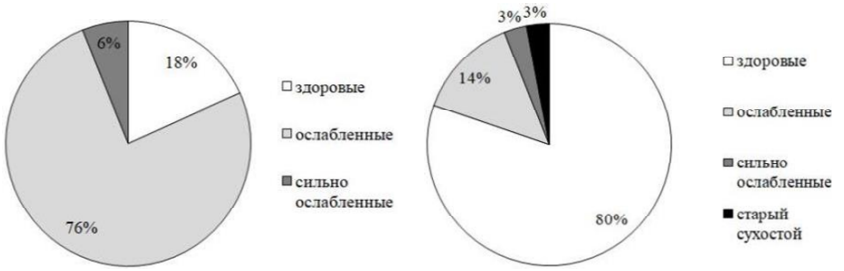
Молекулярно-генетический анализ отобранных образцов был проведен на базе лаборатории отдела мониторинга состояния лесных генетических ресурсов ФБУ «Рослесозащита» по общепринятой методике [Падутов и др., 2007] с применением генетического анализатора Applied Biosystems 3500.

Латинские наименования видов микромицетов указаны в соответствии с базой данных Index Fungorum [Index Fungorum, 2023].

Фотографии сделаны фотокамерами Canon EOS 1200D, Nikon Coolpix P330.

Результаты исследования. Средневзвешенная категория состояния насаждений действующей ЛСП составила 1,88, что позволило отнести насаждения к ослабленным (рис. 3а). Ухудшение санитарного состояния деревьев на ЛСП вызвано грибными болезнями и действием снеговала и снеголома. В результате поражения грибными болезнями происходит усыхание ветвей и хвои в нижней, реже – в средней части кроны. Встречаемость деревьев с усыханием побегов и хвои составляет 79%, степень поражения кроны варьирует от 1 до 30%, в среднем этот показатель составляет 8%. Полностью погибшие экземпляры не отмечены. В результате снеговала и снеголома у 10% сосен оказались искривлены или сломаны вершины и крупные скелетные ветви.

На списанных ЛСП средневзвешенная категория состояния составляет 1,33, санитарное состояние древостоев сосны оценено как здоровое (рис. 3b). Основная причина отпада – ветровал, бурелом, снеговал и снеголом прошлого и текущего года. Усыхание и деформация ветвей в результате поражения грибными болезнями отмечаются редко, однако сильная степень поражения с усыханием вершин и боковых побегов наблюдается у молодых сосен в подросте.



(a) (b)

Рис. 3. Распределение деревьев по категориям санитарного состояния, %:
(a) действующая лесосеменная плантация; (b) списанные лесосеменные плантации

Fig. 3. Distribution of trees by categories of sanitary condition, %:
(a) operating forest seed plantation; (b) former forest seed plantations

На пораженных побегах, хвое и шишках сосны обыкновенной на обследованных ЛСП выявлено 19 видов дендротрофных микромицетов (табл. 1), из них 12 видов характеризуются высокой паразитической активностью, а остальные встречаются только на мертвом субстрате.

Таблица 1

Видовой состав микромицетов, выявленных на пораженных побегах и хвое сосны обыкновенной на обследованных лесосеменных плантациях Орехово-Зуевского лесничества. Московская обл., 2017–2023 гг.

Species list of dendrotrophic fungi, detected on affected shoots and needles on Scots pine on studied seed plantations of Orekhovo-Zuevsky forestry, Moscow region, 2017–2023

№ п/п	Название вида	Субстрат	Вызываемая болезнь	Встречаемость
1	*Alternaria* sp. Nees	Живые (в области некроза) и усохшие побеги	Черная плесень	Единичная
2	*Coleosporium* sp. Lév	Живая хвоя прошлых лет	Ржавчина хвои	Редкая
3	*Cladosporium* sp. Link	Усохшие побеги, усохшая хвоя прошлых лет	Темно-оливковая плесень	Единичная
4	*Cyclaneusma minus* (Butin) DiCosmo, Peredo & Minter (= *Naemocyclus minor* Butin)	Усохшая хвоя прошлых лет	Пожелтение хвои	Редкая
5	*Cytospora pinastri* Fr.	Усохшие побеги, усохшая хвоя прошлого года	Побурение хвои, некроз побегов	Единичная
6	**Diaporthe eres* Nitschke (= *Sclerophoma pithya* (Sacc.))	Живые (в области некроза) и усохшие побеги, усохшая хвоя прошлых лет	Склерофомоз	Обычная

Окончание табл. 1

№ п/п	Название вида	Субстрат	Вызываемая болезнь	Встречаемость
7	*Dothistroma septosporum* (Dorogin) M. Morelet	Живая хвоя прошлых лет, усохшая хвоя в опаде	Красная пятнистость (дотистромоз) хвои	Обычная
8	**Gremmeniella abietina* (Lagerb.) M. Morelet (= *Scleroderris lagerbergii* Gremmen., *Brunchorstia pinea* (P. Karst.) Höhn., *Brunchorstia destruens* Erikss.)	Усохшие побеги, усохшая хвоя (от основания) прошлого года	Побеговый рак (= склеродерриоз)	Обычная
9	*Lasiodiplodia theobromae* (Pat.) Griffon & Maubl.	Усохшие побеги, усохшая хвоя прошлого года	Гниль семян, сеянцев	Единичная
10	*Leptostroma* Fr.	Усохшая хвоя прошлого года	Шютте	Обычная
11	*Lophodermium conigenum* (Brunaud) Hilitzer	Усохшая хвоя прошлого года	Шютте	Редкая
12	*Lophodermium pinastri* (Schrad.) Chevall.	Усохшая хвоя прошлых лет, усохшая хвоя в опаде	Шютте	Обычная
13	*Phacidium lacerum* Fr.	Усохшая хвоя прошлых лет	Шютте	Единичная
14	**Sarea resinae* (Fr.) Kuntze (*Zythia resinae* (Fr.) P. Karst.)	Живые побеги и шишки (в области некроза и засмоления)	Некроз побегов, отмирание шишек	Единичная
15	*Sphaeropsis sapinea* (Fr.) Dyko & B. Sutton	Живые (в области некроза) и усохшие побеги, усохшая хвоя текущего и прошлых лет, живые (в области некроза) и опавшие шишки прошлого года	Диплодиоз (= сферопсисовый некроз), отмирание шишек	Массовая
16	**Sydowia polyspora* (Bref. & Tavel) E. Müll. (= *Sclerophoma pithyophila* (Corda) Höhn)	Живые (в области некроза и засмоления) и усохшие побеги, усохшая хвоя текущего года и прошлых лет	Склерофомоз	Массовая
17	**Thyronectria cucurbitula* (Tode) Jaklitsch & Voglmayr (=*Zythiostroma pinastri* (P. Karst.) Höhn., *Zythia pinastri* P. Karst.)	Усохшие побеги и почки, усыхающая (от основания) хвоя прошлого года	Тиронектриевый (= зитиевый) некроз побегов, побурение хвои, отмирание почек	Обычная
18	*Trichothecium roseum* (Pers.) Link	Опавшие шишки прошлого года	Розовая плесень семян, гибель семян, загнивание всходов	Редкая
19	*Truncatella hartigii* (Tubeuf) Steyaert	Усохшая хвоя прошлого года	Побурение хвои, некроз	Редкая

Примечание: * – отмечена только конидиальная стадия гриба.

Наибольшее распространение в обследованных насаждениях имеют возбудители некроза побегов – *G. abietina*, *S. sapinea*, *S. polyspora*, *D. eres* и *T. cucurbitula*, а также отмирания хвои – *D. septosporum* и *C. minus.*

Gremmeniella abietina (побеговый рак, или склеродерриоз) у деревьев на ЛСП приводит к отмиранию ветвей в нижней и средней части кроны. Заметное ослабление было отмечено только у единичных растений. Однако в 2022–2023 гг. отмечена тенденция увеличения числа больных сосен и повышения степени поражения крон.

G. abietina массово встречается в примыкающих насаждениях на подросте сосны. У растений наблюдается сильное ослабление, усыхание вершин и ветвей, иногда – полная гибель.

Sphaeropsis sapinea (диплодиоз) впервые был обнаружен на изучаемых объектах в 2017 г. на участке 1975 г. посадки, где он вызвал отмирание ветвей и опадение шишек [Шишкина и др., 2020]. В дальнейшем в ходе наблюдений было установлено, что *S. sapinea* является массовым видом на сосне на примыкающих участках и поражает растения всех возрастов, а также в качестве сапротрофа обильно заселяет мертвую кору, хвою и шишки на опавших ветвях.

На действующей ЛСП гриб *S. sapinea* развивается на побегах, хвое и шишках (рис. 4a, b), однако не оказывает заметного влияния на санитарное состояние 20-летних сосен. Для целей заготовки семян значительный вред заключается в поражении и преждевременном опадении шишек, семена в таких шишках не вызревают.

(a) (b) (c)

Рис. 4. Диплодиоз сосны обыкновенной: (a) общий вид пораженных ветвей; (b) спороношение (пикниды) *Sphaeropsis sapinea* на семенных чешуйках шишек; (c) погибший подрост. Фото А.А. Шишкиной

Fig. 4. Diplodia shoot blight of Scots pine: (a) general view of the affected branches; (b) sporulation (pycnidia) of *Sphaeropsis sapinea* on seed scales of cones; (c) dead undergrowth. Photo by A.A. Shishkina

На примыкающих к ЛСП участках у молодых сосен в подросте разного возраста и групп по высоте отмечается более заметное ослабление вследствие поражения диплодиозом. Заболевание приводит к искривлению и отмиранию центральных и боковых побегов (часто погибают едва тронувшиеся в рост побеги), многовершинности растений, в единичных случаях – к их полной гибели (рис. 4c). Гриб *S. sapinea* отмечен также на отдельных экземплярах можжевельника обыкновенного (*Juniperus communis* L.) в подлеске. Болезнь вызывает отмирание его побегов и хвои.

Thyronectria cucurbitula (тиронектриевый некроз) отмечен на соснах ЛСП, а также на среднем и крупном подросте на примыкающих участках. Заболевание приводит к усыханию побегов с симптомами, схожими с побеговым раком (рис. 5). *T. cucurbitula* является малоизученным видом, сведения о нем в Московской области до настоящих исследований отсутствовали.

(a) (b)

Рис. 5. Тиронектриевый некроз сосны обыкновенной: (a) усохший побег; (b) спороношение (конидиомы) *Thyronectria cucurbitula* на отмерших почках. Фото А.А. Шишкиной

Fig. 5. Thyronectria shoot blight of Scots pine: (a) dead shoot; (b) sporulation (conidiomata) of *Thyronectria cucurbitula* on dead buds. Photo by A.A. Shishkina

Sydowia polyspora и *Diaporthe eres* (склерофомоз) – часто встречающиеся виды, вызывающие усыхание побегов и хвои сосны на ЛСП и подросте разного возраста на примыкающих участках. Наличие *S. polyspora* было подтверждено методами ДНК-анализа при изучении засмоленных ран на ветвях сосен.

Dothistroma septosporum (дотистромоз) отмечен на ЛСП на тех же растениях, которые поражены побеговым раком. Также болезнь выявлена в

примыкающих насаждениях на молодых соснах первого класса возраста, относящихся преимущественно к подросту средней группы по высоте. Наиболее сильное развитие болезни наблюдается на освещенных частях крон. Поражается хвоя на приростах прошлых лет, она отличается от здоровой пестрой окраской (рис. 6). Идентификация вида *D. septosporum* подтверждена методом молекулярно-генетической диагностики.

Cyclaneusma minus (пожелтение хвои сосны) отмечена на ЛСП на отмирающей хвое на нижних ветвях (рис. 7). Пожелтение хвои приводит к ее преждевременному усыханию и опадению.

(a) (b)

Рис. 6. Дотистромоз сосны обыкновенной: (a) общий вид пораженного подроста; (b) пораженная хвоя. Фото А.А. Шишкиной

Fig. 6. Dothistroma needle blight of Scots pine: (a) general view of the affected undergrowth; (b) affected needles. Photo by A.A. Shishkina

(a) (b)

Рис. 7. Пожелтение хвои сосны обыкновенной: (a) пораженная хвоя; (b) плодовые тела (апотеции) *Cyclaneusma minus* на хвое. Фото А.А. Шишкиной

Fig. 7. Cyclaneusma needle blight of Scots pine: (a) affected needles; (b) fruiting bodies (apothecia) of *Cyclaneusma minus* on needles. Photo by A.A. Shishkina

Другие выявленные виды грибов (возбудители шютте и болезней других типов) отмечены в редких случаях на нижних ветвях или только на мертвом субстрате (на сломанных под тяжестью снега ветвях, оставшихся в кроне и опаде) и не имеют большого значения в насаждениях ЛСП.

Среди выявленных видов дендротрофных микромицетов к новым для ЛСП и малоизученным для Московской области можно отнести: *G. abietina*, *S. sapinea*, *D. septosporum*, *T. cucurbitula*, *S. polyspora*, *D. eres* и *C. minus*. Ранее сообщалось об отдельных находках в Московской области *G. abietina*, *S. sapinea*, *D. septosporum*, *S. polyspora* и *C. minus*, преимущественно в зеленых насаждениях и питомниках [Шероколава и др., 2008; Соколова, Колганихина, 2009; Жуков и др., 2013]. В некоторых случаях вызываемые этими микромицетами болезни приводят к сильному ослаблению, реже – к гибели сосны [Жуков и др., 2013; Давиденко, 2014; Карпун и др., 2021; Bihon et al., 2010; Drenkhan et al., 2016].

О находках *T. cucurbitula* ранее в регионе не сообщалось. Этот вид обычно встречается в опаде [Мельник, 1997; Федосова, Тобиас, 2012], однако известно о его способности при определенных условиях и наличии механических повреждений на хвое и побегах поражать живые ткани растений [Шевченко, 1978; Thyronectria…, 2023].

Установлено, что выявленные виды часто развиваются совместно на одном субстрате, заселяя один и тот же побег: *G. abietina* и *T. cucurbitula*, *G. abietina* и *S. polyspora*, *G. abietina* и *S. sapinea*, *G. abietina* и *D. septosporum*, *S. polyspora* и *S. sapinea*. Комплексы фитопатогенных грибов обычно отличаются большей вредоносностью по сравнению с моноинфекциями, вызываемыми патогенными грибами по отдельности [Давиденко, 2014; Drenkhan et al., 2016]. Проведенные нами обследования ЛСП за период с 2017 по 2023 гг. подтверждают этот вывод.

Распространению дендротрофных микромицетов в изученных насаждениях способствовал ряд неблагоприятных факторов, в т.ч. повреждение осадками и насекомыми-вредителями. Известно, что механические повреждения в результате снеголома, града и др. могут способствовать внедрению спор патогенных грибов и заражению деревьев [Sinclair, Lyon, 2005]. Отмеченные нами на ЛСП сломанные под тяжестью снега вершины и ветви деревьев заселяются микромицетами, которые при благоприятных погодных условиях или ослаблении растений способны переходить с отмерших на живые ветви и вызывать их усыхание. Интенсивному поражению диплодиозом взрослых сосен на списанных ЛСП в 2017 г. могло способствовать объедание крон шелкопрядом-монашенкой (*Lymantria monacha* L.),

наблюдавшееся в предыдущие годы. Повреждение хвои вредителями способствует ее заражению патогенными грибами, так как споры проникают внутрь хвои через погрызы, наносимые гусеницами [Арапова, 1992].

Отмирание боковых ветвей в результате поражения патогенными микромицетами способно не только ослабить растения, но и сократить ростовые процессы в средней части кроны деревьев сосны, где формируется женское цветение и закладываются шишки [Риджал, 2006]. Вследствие этого поражение крон грибами *G. abietina*, *S. sapinea*, *D. septosporum* и др. приводит к снижению урожая семян.

Опасность может представлять способность патогенных микромицетов развиваться в растении-хозяине без проявления симптомов, т. е. выступать в роли эндофитов. Так, применение молекулярно-генетических методов позволило установить, что гриб *S. sapinea* может в латентной форме развиваться в шишках и семенах растений и быть перенесен на новые участки в ходе хозяйственной деятельности человека, как произошло на плантациях сосны в Южной Африке [Bihon et al., 2010]. Вопрос о возможности распространения инфекции с семенами требует дополнительного изучения.

Заключение. Проведенные в период с 2017 по 2023 гг. исследования на территории лесосеменных плантаций сосны обыкновенной в Орехово-Зуевском лесничестве Московской области показали, что основными факторами ослабления растений являются грибные болезни и повреждение снегом, ставшее причиной образования снеговала и снеголома.

По результатам анализа усыхающих и усохших побегов, хвои и шишек выявлено 19 видов дендротрофных микромицетов с разной степенью паразитической активности. Среди них наибольшее влияние на состояние растений оказывают возбудители некроза побегов: *Gremmeniella abietina* (побеговый рак), *Sphaeropsis sapinea* (диплодиоз), *Sydowia polyspora* и *Diaporthe eres* (склерофомоз), *Thyronectria cucurbitula* (тиронектриевый некроз), а также отмирания хвои – *Dothistroma septosporum* (дотистромоз) и *Cyclaneusma minus* (пожелтение хвои сосны).

Обнаруженные виды часто развиваются в насаждениях в комплексе: *G. abietina* и *T. cucurbitula*, *G. abietina* и *S. polyspora*, *G. abietina* и *S. sapinea*, *G. abietina* и *D. septosporum*, *S. polyspora* и *S. sapinea*.

Выявленные микромицеты приводят к отмиранию ветвей в нижней и средней части кроны, гибели шишек и снижению выхода семян. Уровень поражения сосен на ЛСП в настоящий период невысокий, однако распространение возбудителей заболеваний в примыкающих насаждениях способствует высокой вероятности их дальнейшего развития на ЛСП.

На основании полученных данных были разработаны рекомендации по проведению мероприятий по предотвращению распространения выявленных болезней, представляющих угрозу для санитарного состояния и урожая семян.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Библиографический список

Арапова Н.Н. Структура и экологические особенности комплекса филлотрофных микромицетов в сосняках Казахстана: автореф. дисс. ... канд. биол. наук. М., 1992. 19 с.

Брежнев И.Е., *Ибрагимов Г.Р.*, *Потлайчук В.И.* Определитель грибов на плодах и семенах древесных и кустарниковых пород. М.: Сельхозиздат, 1962. 415 с.

Воронцов А.И., *Мозолевская Е.Г.*, *Соколова Э.С.* Технология защиты леса. М.: Экология, 1991. 304 с.

Давиденко Е.В. К вопросу об изучении патогенных грибов сосновых насаждений юга Украины // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2014. Вып. 207. С. 164–170.

Жуков А.М., *Гниненко Ю.И.*, *Жуков П.Д.* Опасные малоизученные болезни хвойных пород в лесах России. Пушкино: ВНИИЛМ, 2013. 128 с.

Ильичев Ю.Н., *Шуваев Д.Н.* Состояние клоновых объектов кедра сибирского *Pinus sibirica* Du Tour Республики Алтай: сохранность и перспективы селекции // Сибирский лесной журнал. 2016. № 5. С. 33–44.

Карпун Н.Н., *Булгаков Т.С.*, *Журавлева Е.Н.* Атлас вредителей и болезней декоративных насаждений на юге России. Хвойные породы. Сочи: ФИЦ СНЦ РАН, 2021. 216 с.

Лесной план Московской области на 2019-2028 годы: [Постановление Губернатора Московской области от 21.03.2019 № 116-ПГ]. URL: https://klh.mosreg.ru/download/document/13763148. Дата доступа: 23.12.2023.

Мельник В.А. Класс Coelomycetes // Определитель грибов России. Вып. 1. Редкие и малоизвестные роды. СПб.: Санкт-Петербургская типография № 1 РАН, 1997. 280 с.

Обзор санитарного и лесопатологического состояния лесов Российской Федерации за 2022 год. Пушкино, 2023. 323 с.

Падутов В.Е., *Баранов О.Ю.*, *Воропаев Е.В.* Методы молекулярно-генетического анализа. Минск: Юнипол, 2007.176 с.

Погребняк П.С. Основы лесной типологии. Киев: Изд-во АН УССР, 1955. 456 с.

Риджал И.Б. Влияние осадков сточных вод на продуктивность лесосеменных плантаций сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) в зоне хвойно-широколиственных лесов: автореф. дисс. … канд. с.- х. наук. М., 2006. 20 с.

Соколова Э.С., *Колганихина Г.Б.* Грибные болезни древесных интродуцентов в насаждениях Москвы и Подмосковья // Лесной вестник. 2009. № 5. С. 145–153.

Федосова А.Г., *Тобиас А.В.* Микобиота хвои на некоторых островах Керетского архипелага (Белое море) // Вестник СПбГУ. Сер. 3. 2012. Вып. 4. С. 68–74.

Шевченко С.В. Лесная фитопатология. Львов: Вища школа, изд-во при Львов. ун-те, 1978. 320 с.

Шероколава Н.А., *Скрипка О.В.*, *Александров И.Н.*, *Дудченко И.П.*, *Сурина Т.А.*, *Никифоров С.В.* Патогенная микрофлора древесных культур в европейской части России // Современная микология в России. Т. 2: матер. II Съезда микологов России. М.: Национальная академия микологии, 2008. С. 215.

Шишкина А.А., *Шишкина А.А.*, *Некляев С.Э.* Массовое усыхание побегов в молодых культурах сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) в Московской области // Лесохозяйственная информация. 2020. № 2. С. 66–88.

Визначник грибів України. Том II. Аскоміцети / под ред. Д.К. Зерова. Київ: Наукова думка, 1969. 520 с.

Визначник грибів України. Том III. Незавершені грибі / под ред. Д.К. Зерова. Київ: Наукова думка, 1971. 696 с.

Bihon W., *Slippers B.*, *Burgess T.*, *Wingfield M.J.*, *Wingfield B.D.* Sources of *Diplodia pinea* endophytic infections in *Pinus patula* and *P. radiata* seedlings in South Africa // Forest Pathology. 2010. № 41(5). P. 370–375.

Drenkhan R., *Tomešová-Haataja V.*, *Fraser S.*, *Bradshaw R.E.*, *Vahalík P.*, *Mullett M.S.*, *Martín-García J.*, *Bulman L.S.*, *Wingfield M.J.*, *Kirisits T.*, *Cech T.L.*, *Schmitz S.*, *Baden R.*, *Tubby K.*, *Brown A.*, *Georgieva M.*, *Woods A.*, *Ahumada R.*, *Jankovský L.*, *Thomsen I.M.*, *Adamson K.*, *Marçais B.*, *Vuorinen M.*, *Tsopelas P.*, *Koltay A.*, *Halasz A.*, *La Porta N.*, *Anselmi N.*, *Kiesnere R.*, *Markovskaja S.*, *Kačergius A.*, *Papazova-Anakieva I.*, *Risteski M.*, *Sotirovski K.*, *Lazarević J.*, *Solheim H.*, *Boroń P.*, *Bragança H.*, *Chira D.*, *Musolin D.L.*, *Selikhovkin A.V.*, *Bulgakov T.S.*, *Keča N.*, *Karadžić D.*, *Galovic V.*, *Pap P.*, *Markovic M.*, *Poljakovic-Pajnik L.*, *Vasic V.*, *Ondrušková E.*, *Piškur B.*, *Sadiković D.*, *Diez J.J.*, *Solla A.*, *Millberg H.*, *Stenlid J.*, *Angst A.*, *Queloz V.*, *Lehtijärvi A.*, *Doğmuş-Lehtijärvi H.T.*, *Oskay F.*, *Davydenko K.*, *Meshkova V.*, *Craig D.*, *Woodward S.*, *Barnes I.* Global geographic distribution and host range of Dothistroma species: a comprehensive review // Forest Pathology. 2016. No. 46(5). P. 1–35.

Index Fungorum Partnership: база данных. 2023. URL: https://indexfungorum.org/Index.htm (дата доступа: 24.12.2023).

Minter D.W. Lophodermium on pines // Mycological Papers. 1981. № 147. P. 1–54.

Sinclair W.A., *Lyon H.H.* Diseases of trees and shrubs. Comstock publishing associates, a division of Cornell University press, 2005. 660 p.

Thyronectria cucurbitula (Tode) Jaklitsch & Voglmayr // Global Biodiversity Information Facility. 2023. URL: https://www.gbif.org/species/7597285 (дата доступа: 23.12.2023).

References

Arapova N.N. Struktura i ekologicheskie osobennosti kompleksa fillotrofnyh mikromicetov v sosnyakah Kazahstana: avtoref. diss. ... kand. biol. nauk. M., 1992. 19 p. (In Russ.)

Bihon W., *Slippers B.*, *Burgess T.*, *Wingfield M.J.*, *Wingfield B.D.* Sources of *Diplodia pinea* endophytic infections in *Pinus patula* and *P. radiata* seedlings in South Africa. *Forest Pathology*, 2010, no. 41(5), pp. 370–375.

Brezhnev I.E, *Ibragimov G.R.*, *Potlajchuk V.I.* Opredelitel' gribov na plodah i semenah drevesnyh i kustarnikovyh porod. M.: Sel'hozizdat, 1962. 415 p. (In Russ.)

Davidenko E.V. K voprosu ob izuchenii patogennyh gribov sosnovyh nasazhdenij yuga Ukrainy. *Izvestiya Sankt-Peterburgskoj lesotekhnicheskoj akademii*, 2014, iss. 207, pp. 164–170. (In Russ.)

Drenkhan R., *Tomešová-Haataja V.*, *Fraser S.*, *Bradshaw R.E.*, *Vahalík P.*, *Mullett M.S.*, *Martín-García J.*, *Bulman L.S.*, *Wingfield M.J.*, *Kirisits T.*, *Cech T.L.*, *Schmitz S.*, *Baden R.*, *Tubby K.*, *Brown A.*, *Georgieva M.*, *Woods A.*, *Ahumada R.*, *Jankovský L.*, *Thomsen I.M.*, *Adamson K.*, *Marçais B.*, *Vuorinen M.*, *Tsopelas P.*, *Koltay A.*, *Halasz A.*, *La Porta N.*, *Anselmi N.*, *Kiesnere R.*, *Markovskaja S.*, *Kačergius A.*, *Papazova-Anakieva I.*, *Risteski M.*, *Sotirovski K.*, *Lazarević J.*, *Solheim H.*, *Boroń P.*, *Bragança H.*, *Chira D.*, *Musolin D.L.*, *Selikhovkin A.V.*, *Bulgakov T.S.*, *Keča N.*, *Karadžić D.*, *Galovic V.*, *Pap P.*, *Markovic M.*, *Poljakovic-Pajnik L.*, *Vasic V.*, *Ondrušková E.*, *Piškur B.*, *Sadiković D.*, *Diez J.J.*, *Solla A.*, *Millberg H.*, *Stenlid J.*, *Angst A.*, *Queloz V.*, *Lehtijärvi A.*, *Doğmuş-Lehtijärvi H.T.*, *Oskay F.*, *Davydenko K.*, *Meshkova V.*, *Craig D.*, *Woodward S.*, *Barnes I.* Global geographic distribution and host range of Dothistroma species: a comprehensive review. *Forest Pathology*, 2016, no. 46(5), pp. 1–35.

Fedosova A.G., *Tobias A.V.* Mikobiota hvoi na nekotoryh ostrovah Keretskogo arhipelaga (Beloe more). *Vestnik SPbGU*, ser. 3, 2012, iss. 4, pp. 68–74. (In Russ.)

Il'ichev Yu.N., *Shuvaev D.N.* Sostoyanie klonovyh ob"ektov kedra sibirskogo *Pinus sibirica* Du Tour Respubliki Altaj: sohrannost' i perspektivy selekcii. *Sibirskij lesnoj zhurnal*, 2016, no. 5, pp. 33–44. (In Russ.)

Index Fungorum Partnership: baza dannyh. 2023. URL: https://indexfungorum.org/Index.htm (accessed December 24, 2023).

Karpun N.N., *Bulgakov T.S.*, *Zhuravleva E.N.* Atlas vreditelej i boleznej dekorativnyh nasazhdenij na yuge Rossii. Hvojnye porody. Sochi: FIC SNC RAN, 2021. 216 p. (In Russ.)

Lesnoj plan Moskovskoj oblasti na 2019–2028 gody: [Postanovlenie Gubernatora Moskovskoj oblasti ot 21.03.2019 No. 116-PG]. URL: https://klh.mosreg.ru/download/document/13763148 (accessed December 23, 2023). (In Russ.)

Mel'nik V.A. Klass Coelomycetes. *Opredelitel' gribov Rossii*. *Iss. 1. Redkie i maloizvestnye rody*. SPb.: Sankt-Peterburgskaya tipografiya no. 1 RAN, 1997. 280 p. (In Russ.)

Minter D.W. Lophodermium on pines. *Mycological Papers*, 1981, no. 147, pp. 1–54.

Obzor sanitarnogo i lesopatologicheskogo sostoyaniya lesov Rossijskoj Federacii za 2022 god. Pushkino, 2023. 323 p. (In Russ.)

Padutov V.E., *Baranov O.Yu.*, *Voropaev E.V.* Metody molekulyarno-geneticheskogo analiza. Minsk: Yunipol, 2007. 176 p. (In Russ.)

Pogrebnyak P.S. Osnovy lesnoj tipologii. Kiev: Izd-vo AN USSR, 1955. 456 p. (In Russ.)

Ridzhal I.B. Vliyanie osadkov stochnyh vod na produktivnost' lesosemennyh plantacij sosny obyknovennoj (*Pinus sylvestris* L.) v zone hvojno-shirokolistvennyh lesov: avtoref. diss. … kand. s.- h. nauk. M., 2006. 20 p. (In Russ.)

Sherokolava N.A., *Skripka O.V.*, *Aleksandrov I.N.*, *Dudchenko I.P.*, *Surina T.A.*, *Nikiforov S.V.* Patogennaya mikroflora drevesnyh kul'tur v Evropejskoj chasti Rossii. *Sovremennaya mikologiya v Rossii*. T. 2: mater. II S"ezda mikologov Rossii. M.: Nacional'naya akademiya mikologii, 2008, p. 215. (In Russ.)

Shevchenko S.V. Lesnaya fitopatologiya. L'vov: Vishcha shkola, izd-vo pri L'vov. un-te, 1978. 320 p. (In Russ.)

Shishkina A.A., *Shishkina A.A.*, *Neklyaev S.E.* Massovoe usyhanie pobegov v molodyh kul'turah sosny obyknovennoj (*Pinus sylvestris* L.) v Moskovskoj oblasti. *Lesohozyajstvennaya informaciya*, 2020, no. 2, pp. 66–88. (In Russ.)

Sinclair W.A., *Lyon H.H.* Diseases of trees and shrubs. Comstock publishing associates, a division of Cornell University press, 2005. 660 p.

Sokolova E.S., *Kolganihina G.B.* Gribnye bolezni drevesnyh introducentov v nasazhdeniyah Moskvy i Podmoskov'ya. *Lesnoj vestnik*, 2009, no. 5, pp. 145–153. (In Russ.)

Thyronectria cucurbitula (Tode) Jaklitsch & Voglmayr. *Global Biodiversity Information Facility*. 2023. URL: https://www.gbif.org/species/7597285 (accessed December 23, 2023).

Viznachnik gribiv Ukraini. Vol. II. Askomiceti / pod red. D.K. Zerova. Kiiv: Naukova dumka, 1969. 520 p. (In Ukr.)

Viznachnik gribiv Ukraini. Vol. III. Nezaversheni gribi / pod red. D.K. Zerova. Kiiv: Naukova dumka, 1971. 696 p. (In Ukr.)

Voroncov A.I., *Mozolevskaya E.G.*, *Sokolova E.S.* Tekhnologiya zashchity lesa. M.: Ekologiya, 1991. 304 p. (In Russ.)

Zhukov A.M., *Gninenko Yu.I.*, *Zhukov P.D.* Opasnye maloizuchennye bolezni hvojnyh porod v lesah Rossii. Pushkino: VNIILM, 2013. 128 p. (In Russ.)

Материал поступил в редакцию 21.03.2024

Шишкина А.А., Карпун Н.Н. Видовой состав патогенных микромицетов на лесосеменных плантациях сосны обыкновенной в Московской области // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2024. Вып. 251. С. 78–96. DOI: 10.21266/2079-4304.2024.251.78-96

Лесосеменные плантации сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) в Орехово-Зуевском лесничестве Московской области являются одними из важнейших объектов для получения семян этой породы с улучшенными наследственными свойствами и сохранения генетического фонда высокопродуктивных насаждений в России. Впервые для этого объекта изучено санитарное состояние выращиваемых растений и установлен видовой состав патогенных микромицетов, развивающихся на усыхающих побегах, хвое, ветвях и шишках. Данные получены за период наблюдений с 2017 по 2023 гг. По результатам проведенных исследований выявлено 19 видов микромицетов, из них наиболее широкое распространение имеют возбудители некроза побегов и отмирания хвои *Gremmeniella abietina* (побеговый рак), *Sphaeropsis sapinea* (диплодиоз), *Sclerophoma pithya* (склерофомоз) и *Thyronectria cucurbitula* (тиронектриевый некроз), а также возбудители отмирания хвои – *Dothistroma septosporum* (дотистромоз, или красная пятнистость хвои) и *Cyclaneusma minus* (пожелтение хвои). Обнаруженные виды являются новыми для обследованных лесосеменных плантаций и малоизученными в Московской области. О находках *T. cucurbitula* ранее в регионе не сообщалось. В результате комплексного поражения этими видами отмечается ухудшение санитарного состояния, отмирание ветвей в нижней и средней части кроны, гибель шишек и снижение выхода семян. Выявлено сильное поражение подроста сосны в примыкающих естественных насаждениях и на списанных лесосеменных плантациях. На молодых растениях отмечено развитие побегового рака, а также диплодиоза, тиронектриевого некроза и дотистромоза, приводящее к отмиранию вершин, побегов, и реже целых растений. Наряду с сосной среди пораженных *S. sapinea* растений в примыкающих участках отмечен можжевельник обыкновенный (*Juniperus communis* L.), произрастающий в подлеске. Распространение возбудителей этих заболеваний в смежных насаждениях способствует высокой вероятности их дальнейшего развития на соснах лесосеменной плантации.

Ключевые слова: малоизученные микромицеты, грибные болезни сосны, *Pinus sylvestris*, *Gremmeniella abietina*, *Dothistroma septosporum*, *Sphaeropsis sapinea*, *Thyronectria cucurbitula*, *Cyclaneusma minus*.

Shishkina A.A., Karpun N.N. Species list of pathogenic micromycetes on seed plantations of Scots pine in the Moscow region. *Izvestia Sankt-Peterburgskoj Lesotehniceskoj Akademii*, 2024, iss. 251, pp. 78–96 (in Russian with English summary). DOI: 10.21266/2079-4304.2024.251.78-96

Forest seed plantations of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) in the Orekhovo-Zuevsky forestry of the Moscow region are one of the most important objects for obtaining seeds of this species with improved hereditary properties and preserving the genetic fund of highly productive plantings in Russia. For the first time for this object, the sanitary

condition of cultivated plants was studied and the species list of pathogenic micromycetes developing on dying shoots, needles, branches and cones was established. Data were obtained for the observation period from 2017 to 2023. According to the results of the study, 19 species of micromycetes were identified, the most widespread are the causative agents of shoot blight and needle cast: *Gremmeniella abietina* (Scleroderris canker), *Sphaeropsis sapinea* (Diplodia shoot blight), *Sclerophoma pithya* (Sclerophoma shoot blight) and *Thyronectria cucurbitula* (Thyronectria shoot blight), as well as the causative agents of needle cast – *Dothistroma septosporum* (Dothistroma needle blight or red band needle cast) and *Cyclaneusma minus* (Cyclaneusma needle cast). The identified species are new for the surveyed forest seed plantations and insufficiently studied in the Moscow region. *T. cucurbitula* have not previously been reported in the region. As a result of complex development of these species, there is a decline in sanitary condition, shoot blight in the lower and the middle parts of the crown, the loss of cones and a decrease in seed yield. Severe damage to pine undergrowth was revealed in adjacent natural plantations and on annulled forest seed plantations. On young plants, the development of shoot canker, as well as Diplodia shoot blight, Thyronectria shoot blight and Dothistroma needle blight, leading to the death of tops, shoots, and, less often, entire plants, was noted. Along with pine, among the plants affected by *S. sapinea* in the adjacent areas common juniper (*Juniperus communis* L.) in undergrowth was noted. The occurrence of pathogens of these diseases in adjacent plantings contributes to a high risk of their further spread on pines of the forest seed plantation.

K e y w o r d s : insufficiently studied micromycetes, pine fungal diseases, *Pinus sylvestris*, *Gremmeniella abietina*, *Dothistroma septosporum*, *Sphaeropsis sapinea*, *Thyronectria cucurbitula*, *Cyclaneusma minus*.

ШИШКИНА Анна Александровна – соискатель кафедры защиты леса, древесиноведения и охотоведения Санкт-Петербургского государственного лесотехнического университета имени С.М. Кирова; инженер отдела защиты леса и экспедиционных работ ФБУ «Российский центр защиты леса». ORCID: 0009-0008-7470-5472.

194021, Институтский пер., д. 5, Санкт-Петербург, Россия; 141207, ул. Надсоновская, д. 13, г. Пушкино, Московская обл., Россия. E-mail: asarum89@yandex.ru

SHISHKINA Anna A. – Applicant of the Department of Forest Protection, Timber Science and Game Science St.Petersburg State Forest Technical University; engineer of the Forest Protection and Expeditionary Work Department of the Russian Forest Protection Center. ORCID: 0009-0008-7470-5472.

194021. Institute per. 5. St. Petersburg. Russia; 141207. Nadsonovskaya str. 13. Pushkino. Moscow region. Russia. E-mail: asarum89@yandex.ru

КАРПУН Наталья Николаевна – профессор кафедры защиты леса, древесиноведения и охотоведения Санкт-Петербургского государственного лесотехнического университета имени С.М. Кирова, доктор биологических наук, доцент; главный научный сотрудник отдела защиты растений Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Федеральный исследовательский центр «Субтропический научный центр Российской академии наук». SPIN-код: 7293-8389. ORCID: 0000-0002-7696-3618. Web of Science: U-1502-2019. Scopus: 56955491500.

194021, Институтский пер., д. 5, Санкт-Петербург, Россия; 354002, ул. Яна Фабрициуса, д. 2/28, г. Сочи, Россия. E-mail: nkolem@mail.ru

KARPUN Natalia N. – DSc (Biological), Professor of the Department of Forest Protection, Timber Science and Hunting, St.Petersburg State Forest Technical University, Associate Professor; chief Researcher, Plant Protection Department, Federal Research Centre «Subtropical Scientific Centre of the Russian Academy of Sciences». SPIN-code: 7293-8389. ORCID: 0000-0002-7696-3618. Web of Science: U-1502-2019. Scopus: 56955491500.

194021. Institute per. 5. St. Petersburg. Russia; 354002. Yana Fabritsiusa str. 2/28. Sochi. Russia. E-mail: nkolem@mail.ru