

DOI 10.24419/LHI.2304-3083.2020.2.06
УДК 632.4

Массовое усыхание побегов в молодых культурах сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) в Московской области

А.А. Шишкина

Российский центр защиты леса, инженер отдела защиты леса и экспедиционных работ, Пушкино, Московская обл., Российская Федерация, shishkinaanna@rcfh.ru

А.А. Шишкина

Российский центр защиты леса, инженер отдела защиты леса и экспедиционных работ, Пушкино, Московская обл., Российская Федерация, frbg@mail.ru

С.Э. Некляев

Мособллес, начальник отдела защиты лесов, г. Красногорск, Московская обл., Российская Федерация, svyatoslav.neklyayev@mosoblles.com

Приведены результаты изучения массового усыхания побегов сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) в лесных культурах I класса возраста, которое было зафиксировано в лесничествах Московской обл. в 2017 г. Подобных масштабных поражений молодняков сосны в регионе ранее не наблюдалось. По результатам фитопатологического исследования было установлено, что болезнь вызвана грибами *Sphaeropsis sapinea* (Fr.) Dyko & B. Sutton и *Sclerophoma pithya* (Sacc.) Died. Возникновению эпифитотии способствовал комплекс факторов: погодные условия последних лет, скопление большого числа восприимчивых растений – значительные площади монокультур сосны, созданных на горельниках 2010 г., а также запас инфекции на пораженных участках.

Ключевые слова: усыхание побегов сосны, диплодиоз, склерофомоз, *Sphaeropsis sapinea*, *Diplodia sapinea*, *Sclerophoma pithya*, *Pinus sylvestris*

Для ссылок: <http://dx.doi.org/10.24419/LHI.2304-3083.2020.2.06>

Шишкина, А.А. Массовое усыхание побегов в молодых культурах сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) в Московской области / А.А. Шишкина, А.А. Шишкина, С.Э. Некляев. – DOI 10.24419/LHI.2304-3083.2020.2.06. – Текст : электронный // Лесхоз. информ. : электронный сетевой журнал. – 2020. – № 2. – С. 66–88. URL: <http://lhi.vniilm.ru/>

Введение

В Московской обл. сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.) – одна из главных лесообразующих пород. В связи с этим большое значение имеет воспроизводство сосновых насаждений, в том числе путем создания лесных культур. Однако молодые посадки часто поражаются инфекционными заболеваниями разного происхождения, среди которых преобладают грибные болезни. Наиболее опасно их развитие в монокультурах, где нет примеси других пород, служащих препятствием для распространения инфекции. В чистых культурах при благоприятных условиях для развития патогенов нередко возникают эпифитотии грибных болезней с высоким уровнем причиняемого вреда.

В летний сезон 2017 г. в Московской обл. было зарегистрировано массовое усыхание боковых и центральных побегов текущего года в культурах сосны I класса возраста. Групповое расположение растений с признаками болезни, а также наличие обильных спороношений дендротрофных грибов на отмерших побегах указывают на инфекционный характер поражения. Массовое и активно распространяющееся усыхание побегов в культурах сосны свидетельствует о возникновении местной эпифитотии. Ранее подобное по масштабу поражение в регионе не отмечалось.

Цель исследований – изучить особенности развития заболевания молодых культур сосны в Московской обл. Актуальность проблемы заключается в том, что масштабы и активное распространение поражения представляют угрозу сосновым культурам.

В рамках поставленной цели решали задачи: изучить основные симптомы поражения сосны; определить площадь очагов болезни; оценить пораженность, санитарное состояние культур и степень вредоносности болезни; выявить виды дендротрофных грибов, участвующих в поражении побегов; проанализировать факторы, способствующие возникновению эпифитотии. Результаты исследований могут быть использованы для прогнозирования развития

инфекционного заболевания сосны и разработки комплекса научно обоснованных защитных мероприятий.

Объекты исследований

Исследования проведены в 2017–2018 гг. в культурах сосны обыкновенной I класса возраста, в которых было зафиксировано массовое усыхание побегов, а также в посевном отделении питомника и на лесосеменной плантации, где отмечено схожее поражение растений, но в меньшей степени. Эти объекты расположены на территории 8 лесничеств юго-восточной части Московской обл.

Обследованные лесные культуры сосны были созданы на участках с разными лесорастительными условиями. Закладку культур осуществляли рядовой посадкой 2-летних сеянцев, выращенных в питомниках Московской и Брянской областей. На большинстве участков посадку проводили в дно борозды. По возрасту культуры однородные (в основном 4- и 5-летние) и неоднородные, мозаичные, в которых неоднократно проводили дополнения (возраст растений на них варьирует от 4 до 18 лет). На некоторых участках обследованных культур присутствует возобновление сосны в возрасте 3–17 лет. Сомкнутость крон повышается с увеличением возраста растений.

Большая часть пораженных культур создана на обширных площадях, пройденных пожарами 2010 г. Культуры на гарях в первые годы меньше зарастают лиственными породами, в результате чего они менее устойчивы к инфекционным заболеваниям. Скопление огромного количества растений одного вида без примеси других пород обеспечивает благоприятные условия для развития эпифитотий.

Исследование 2-летних сеянцев сосны проведено в постоянном питомнике, расположенном в Куровском участковом лесничестве Орехово-Зуевского лесничества. В посевных отделениях питомника выращивают сосну, ель, дуб. С трех сторон к питомнику почти вплотную примыкают

насаждения, в составе которых преобладает сосна. Для выращиваемых семян и саженцев сосны такие насаждения служат постоянным источником инфекции.

Лесосеменная плантация Куровского участка лесничества представляет собой биологически устойчивое насаждение сосны обыкновенной III класса возраста. Посадка рядовая с расстоянием 10 м между рядами и 6 м между деревьями в ряду. Кроны в рядах сомкнуты. В 2013 г. на плантациях наблюдалось объединение крон шелкопрядом-монашенкой (*Lymantria monacha* L.), которое не вызвало заметного ослабления сосны, благодаря проведенным в 2014 г. биологическим мероприятиям по ликвидации очагов наземным способом – обработкой препаратом «Лепидобактоцид Ж».

Методы исследований

Методической основой стали общепринятые принципы лесопатологического обследования насаждений [1]. В 2017 г. сотрудники ФБУ «Рослесозащита» и ГКУ МО «Мособллес» начали выявлять участки с пораженными культурами сосны с помощью методов рекогносцировочных (визуальных) наблюдений за санитарным и лесопатологическим состоянием насаждений. Детальное фитопатологическое обследование проведено специалистами ФБУ «Рослесозащита» Е.А. Якушкиным и В.А. Рябиновым в сентябре 2017 г. и авторами статьи осенью 2018 г. на временных пробных площадях (ВПП) методом сплошного перечета растений. ВПП были заложены на участках, где наиболее ярко выражены процессы усыхания побегов текущего года в насаждениях разного происхождения, состава и возраста. Всего за 2-летний период исследований было учтено 2 472 дерева сосны на 21 ВПП. Оценка состояния растений осуществляли по модифицированной классической 6-балльной шкале категорий состояния деревьев хвойных пород [1].

Встречаемость больных деревьев рассчитывали как долю растений с признаками болезни от общего числа учтенных экземпляров. Оценка

КАТЕГОРИЯ СОСТОЯНИЯ РАСТЕНИЙ	ХАРАКТЕРИСТИКА РАСТЕНИЙ
1 – здоровые (без признаков болезни)	Хвоя зеленая, крона густая, прирост текущего года нормальный
2 – ослабленные	Хвоя желтоватая, крона слабоажурная, отмечается усыхание отдельных побегов текущего года, прирост уменьшен не более чем наполовину по сравнению с нормальным
3 – сильно ослабленные	Хвоя желтоватая, крона ажурная, отмечается усыхание побегов текущего года на 2/3 кроны, прирост уменьшен более чем наполовину по сравнению с нормальным
4 – усыхающие	Хвоя желтоватая или желто-бурая, крона сильно ажурная, отмечается усыхание побегов текущего года более чем на 2/3 кроны, прирост очень слабый или отсутствует
5 – свежий сухой	Крона полностью усохла, усохшие побеги и хвоя красно-бурые или соломенного цвета
6 – старый сухой	Крона полностью усохла, усохшие побеги и хвоя пепельно-серые, ломкие, частично сохранившиеся или полностью осыпавшиеся

степени поражения кроны (доля побегов, имеющих характерные симптомы заболевания) проводили по следующим градациям: единичная (поражено до 5% кроны), слабая (от 5 до 20%), средняя (от 21 до 30%) и сильная (более 30%). Отдельно фиксировали усыхание центрального побега и определяли долю деревьев с наличием этого признака.

С целью идентификации видового состава дендротрофных грибов было отобрано около 300 образцов усыхающих и усохших побегов на 45 участках пораженных культур. В лаборатории отдела защиты леса и экспедиционных работ ФБУ «Рослесозащита» был проведен фитопатологический анализ отобранных образцов с применением метода влажной камеры и последующим микроскопированием образовавшихся спороний. Пораженные фрагменты побегов выдерживали во влажных камерах в течение 3–4 сут. Встречаемость спороний грибов в каждом образце оценивали по следующим категориям:

- ✓ массовая: обильные споронии присутствуют на преобладающем количестве

побегов в образце, сплошь покрывают поверхность пораженных ветвей и хвои;

- ✓ обычная: спороношения присутствуют на многих побегах в образце, расположены локально, приурочены к некрозам;
- ✓ редкая: спороношения отмечены на побегах в образце несколько раз;
- ✓ единичная: спороношения отмечены один раз.

При изучении микроструктур выявленных грибов использовали бинокулярные микроскопы МБС-10 и Micros MC 300 Austria. Идентификацию видов возбудителей болезней осуществляли с использованием отечественной и зарубежной литературы [2–6].

Часть образцов пораженных побегов была передана специалистам отдела мониторинга состояния лесных генетических ресурсов ФБУ «Рослесозащита» для подтверждения идентифицированных видов патогенных грибов методами ДНК-анализа. Подготовка проб материала для генетического анализа заключалась в выделении суммарной ДНК стандартным СТАБ-методом и растворении полученного осадка ДНК после трехкратного промывания этанолом в деионизированной воде. Анализ выделенной ДНК осуществляли в 2 этапа. Первый этап анализа проводили методом полимеразной цепной реакции (ПЦР) с универсальными и видоспецифическими праймерами. Для определения рибосомального гена грибов ITS применяли универсальные праймеры ITS1 – TCCGTAGGTGAACCTGCGG и ITS4 – TCCTCCGCTTATTGAGC с электрофоретическим окончанием. Для определения *Sphaeropsis sapinea* использовали видоспецифические праймеры – DpF CTTATATATCAAACCTATGCTTTG-TA и BotR CTTATATATCAAACCTATGCTTTG-TA. Разделение фрагментов ДНК проводилось в горизонтальной электрофоретической камере на 2%-м агарозном геле. Визуализацию фрагментов ДНК выполняли с помощью окрашивания ПЦР-продукта с последующей регистрацией монохромной фотокамерой. Второй этап выполняли методом прямого сиквенсового определения нуклеотидных последовательностей на генетическом анализаторе Applied Biosystems 3500.

Для изучения факторов, влияющих на развитие болезни, был проведен анализ погодных условий вегетационного периода за последнее десятилетие с использованием базы данных метеорологических наблюдений интернет-ресурса [gr. 5.ru](http://5.ru) (Расписание Погоды) [7]. Выполнен расчет величины гидротермического коэффициента (ГТК) по формуле:

$$\text{ГТК} = R \times 10 / \Sigma t,$$

где:

R – сумма осадков, мм, за период с температурами выше +10°C;

Σt – сумма температур, °C, за то же время.

Результаты и обсуждение

Внешние признаки и особенности поражения сосны. Основные симптомы поражения культур сосны – усыхание и деформация боковых и вершинных побегов текущего года (рис. 1 А, Б). В июне, на первых этапах поражения, на побегах появляются бурые, с выступающими капельками смолы некротические участки вытянутой формы длиной от 1 см и более (рис. 2 А). В течение лета происходит усыхание части побега выше некроза, сопровождающееся побурением хвои (рис. 2 Б). По наблюдениям, проводимым в течение вегетационных периодов 2017 и 2018 г., установлено, что постепенное отмирание побегов может продолжаться до глубокой осени. Нередко отмечается усыхание молодых почек, едва тронувшихся в рост, а также побегов с недоразвитой хвоей (рис. 2 В). Окраска коры и хвои на свежих усохших побегах становится от соломенно-желтой до красно-бурой. Погибшие в прошлом году побеги очень ломкие, имеют пепельно-серую окраску, как и хвоя (рис. 2 Г).

Формирование спороношений дендротрофных грибов в виде полупогруженных в ткани растения темных округлых пикнид начинается в области некрозов и позднее охватывает всю усохшую часть побегов и хвою (рис. 3 А, Б). Спороношения развиваются с середины июня до

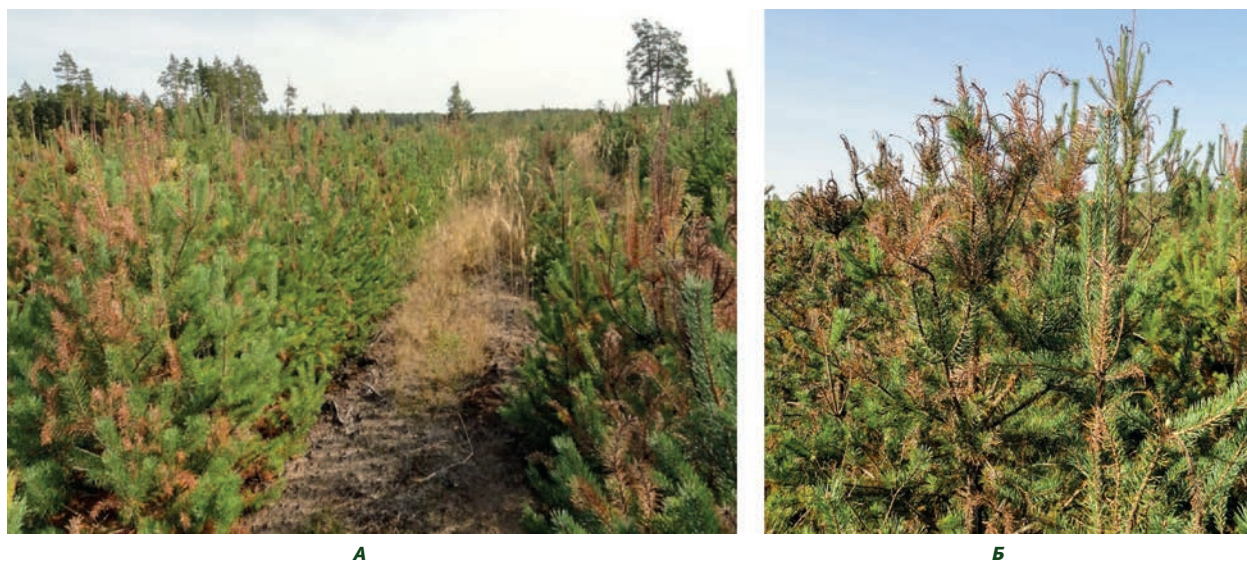


Рис. 1. СИМПТОМЫ БОЛЕЗНИ НА ПРИМЕРЕ СИЛЬНО ПОРАЖЕННЫХ КУЛЬТУР СОСНЫ (ФОТО В.А. РЯБИНКОВА):
А – ОБЩИЙ ВИД ПОРАЖЕННЫХ КУЛЬТУР: ОСЛАБЛЕННЫЕ И СИЛЬНО ОСЛАБЛЕННЫЕ ЭКЗЕМПЛЯРЫ;
Б – УСЫХАНИЕ И ДЕФОРМАЦИЯ БОКОВЫХ И ЦЕНТРАЛЬНЫХ ПОБЕГОВ ТЕКУЩЕГО ГОДА



Рис. 2. ПОРАЖЕННЫЕ ПОБЕГИ (ФОТО А.А. ШИШКИНОЙ):
А – СВЕЖИЙ НЕКРОЗ С ЗАСМОЛЕНИЕМ И ЛОКАЛЬНЫМ УСЫХАНИЕМ ПОБЕГА;
Б – УСЫХАНИЕ ПОБЕГА ВЫШЕ ОБЛАСТИ НЕКРОЗА – ЗАСМОЛЕННОГО УЧАСТКА НА ПОБЕГЕ;
В – УСЫХАНИЕ МОЛОДЫХ ВЫТЯГИВАЮЩИХСЯ ПОБЕГОВ С НЕДОРАЗВИТОЙ ХВОЕЙ;
Г – СТАРЫЙ, УСОХШИЙ В ПРОШЛОМ ГОДУ ПОБЕГ

ноября, наиболее массово образуются после интенсивных осадков. Поверхность прошлогодних усохших побегов и хвоя обычно сплошь покрыты обильными спороношениями грибов.

В области некрозов нередко происходит деформация побегов. Часто отмечаются экземпляры с раздвоенными стволиками или кустистой, многовершинной кроной. Это происходит в результате отмирания центральных побегов и замещающих их боковых побегов (рис. 4 А, Б). По образовавшимся искривлениям и «развилкам» стволиков установлено, что болезнь начала

развиваться на обследованных участках не позднее 2014 г. В некоторых случаях отмечено полное усыхание отдельных экземпляров в результате интенсивного поражения болезнью (рис. 4 В).

Площадь очагов инфекционного усыхания побегов. Основной всплеск заболевания отмечен в вегетационный период 2017 г. В течение следующего года болезнь продолжила свое развитие с прежней интенсивностью. К концу 2018 г. общая зафиксированная площадь пораженных культур сосны, по данным ФБУ «Рослесозащита», составила 1991,9 га (табл. 1, рис. 5).



Рис. 3. Сформировавшиеся пикниды в области некрозов (фото А.А. Шишкиной):
А – участок пораженного побега с пикнидами возбудителя;
Б – засмоленный участок пораженного побега с пикнидами возбудителя



Рис. 4. Пораженные в сильной степени растения (фото А.А. Шишкиной):
А – образование мутовчатой кроны;
Б – деформация ствола и образование развилок;
В – погибший экземпляр

Наибольшие площади очагов отмечены в Луховицком и Ногинском лесничествах. Мероприятия по борьбе с заболеванием не проводили.

Пораженность и санитарное состояние культур сосны в очагах инфекционного усыхания побегов. По результатам визуальных лесопатологических обследований и пересчетов на ВПП установлено, что преобладающая часть пораженных участков характеризуется высокой встречаемостью больных растений. Значение

этого показателя в среднем выше 90%, а на некоторых участках достигает 100% (табл. 3). Наибольшая доля пораженных деревьев отмечается в культурах, произрастающих на свежих песчаных и супесчаных почвах в типах лесорастительных условий А₂ и В₂, в типах леса сосняк сложный мелкотравный и сосняк брусничный. Наличие небольшой примеси лиственных пород (менее 30%) не оказывает влияния на пораженность растений. Встречаемость больных экземпляров

Таблица 1. Площадь очагов инфекционного усыхания побегов в лесных культурах сосны обыкновенной в лесничествах Московской обл. в 2018 г.

Лесничество	Площади очагов, га, по степени поражения кроны, %			
	слабая (от 10 до 20)	средняя (от 21 до 30)	сильная (> 30)	всего
Виноградовское	0,0	74,7	0,0	74,7
Егорьевское	0,0	364,1	0,0	364,1
Луховицкое	0,0	577,1	0,0	577,1
Ногинское	0,0	475,3	0,0	475,3
Орехово-Зуевское	53,3	247,3	22,2	322,8
Подольское	0,0	15,0	0,0	15,0
Ступинское	0,0	15,8	0,0	15,8
Шатурское	0,0	141,3	5,8	147,10
ИТОГО	53,3	1 910,6	28,0	1 991,9

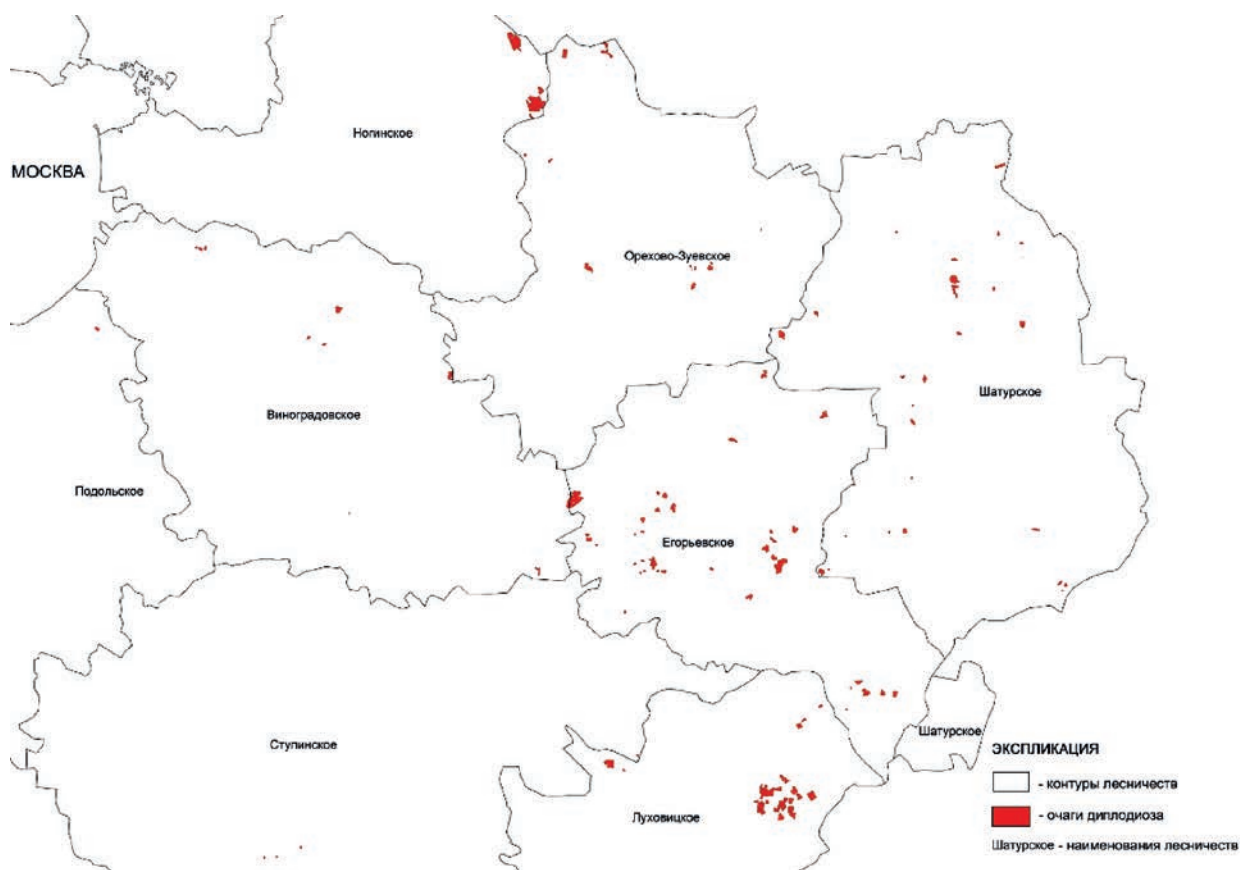


Рис. 5. КАРТА-СХЕМА РАСПОЛОЖЕНИЯ ОЧАГОВ ИНФЕКЦИОННОГО УСЫХАНИЯ ПОБЕГОВ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ В ЛЕСНИЧЕСТВАХ МОСКОВСКОЙ ОБЛ. В 2018 Г. (КАРТА-СХЕМА СОСТАВЛЕНА С.А. ГОЛЫНСКИМ)

на таких участках высокая – до 100%. Эти наблюдения согласуются с данными В.А. Ярмолевича и Н.О. Азовской, изучавших массовое инфекционное усыхание побегов в культурах сосны в Республике Беларусь [8].

На большей части выявленных очагов (95,9%) преобладает средняя степень поражения кроны (см. табл. 1). По результатам пересчетов на ВПП, средняя доля пораженных побегов в кронах растений составляла 18,7% в 2017 г. и 17,2% в 2018 г.

Закономерностей между величиной этого показателя и возрастом растений не выявлено. Деревья сосны старшего и младшего возрастов поражены болезнью примерно в равной степени (табл. 2).

На участках культур в разных лесорастительных условиях средняя степень поражения крон варьирует в небольших пределах – от 19 до 23%. Сильнее других поражены сосны в культурах Шатурского и Орехово-Зуевского лесничеств. По нашим наблюдениям, доля усыхающих побегов выше в культурах, произрастающих на пониженных участках рельефа. Особенно заметно это проявляется у невысоких растений в 4-летних культурах.

Доля растений с усыханием центрального побега на обследованных в 2017 г. участках

в среднем составляла более половины (58,3%). В 2018 г. продолжилось усыхание вновь образовавшихся центральных и замещающих их боковых побегов, но в меньшей степени. Следует отметить, что доля растений с пораженными центральными побегами варьирует в широких пределах (от 0 до 61,0%), причем не выявлено зависимостей между этой величиной и таксационными характеристиками насаждений на участках. Однако отмечено, что доля растений с пораженными вершинами заметно больше в младшей возрастной группе на участках с разновозрастными культурами.

Отмечено некоторое различие в санитарном состоянии культур на разных участках. В целом оно оценивается как ослабленное

ТАБЛИЦА 2. ПОРАЖЕННОСТЬ И САНИТАРНОЕ СОСТОЯНИЕ КУЛЬТУР СОСНЫ ПО ДАННЫМ ПЕРЕЧЕТОВ ДЕРЕВЬЕВ НА ВПП в 2017 и 2018 гг.

ХАРАКТЕРИСТИКА ОБСЛЕДОВАННЫХ УЧАСТКОВ	ВОЗРАСТ, ЛЕТ	КОЛИЧЕСТВО УЧЕТНЫХ РАСТЕНИЙ, ШТ.	ВСТРЕЧАЕМОСТЬ БОЛЬНЫХ РАСТЕНИЙ, %	СРЕДНЯЯ СТЕПЕНЬ ПОРАЖЕНИЯ КРОН, %	ДОЛЯ РАСТЕНИЙ С УСУХАНИЕМ ЦЕНТРАЛЬНОГО ПОБЕГА, %	СРЕДНЕВЗВЕШЕННАЯ КАТЕГОРИЯ СОСТОЯНИЯ
2017 г.						
Одновозрастные чистые культуры	4	63	82,0	14,8	52,4	1,44
Разновозрастные чистые культуры (многократно дополнялись, частично пройдены пожаром в 2010 г.)	4–14	119	99,0	23,1	69,8	1,88
	4–14	86	99,0	15,6	46,5	1,38
	4–14	117	99,0	31,5	81,0	2,26
	4–13	112	99,0	8,8	27,8	1,34
	4–13	194	99,0	12,0	47,4	1,59
	12–14	126	100,0	24,8	83,3	2,09
Средние показатели в 2017 г.	-	817	96,7±2,5	18,7±3,0	58,3±7,7	1,71±0,14
2018 г.						
Одновозрастные чистые культуры	4	341	94,4	11,0	6,0	1,55
	4	227	63,9	12,4	18,0	1,61
	4	118	78,0	6,0	1,0	1,20
	5	123	92,7	25,0	19,0	1,87
	5	125	100,0	30,8	39,0	2,45
Культуры с небольшой примесью березы (< 30 %)	4	144	100,0	30,3	27,0	2,03
	6	118	93,2	22,5	19,5	1,71
Разновозрастные чистые культуры сосны	5–14	113	100,0	16,0	36,0	1,78
	5–18	108	100,0	26,3	61,0	2,44
Самосев сосны	7	124	100,0	15,9	12,0	1,52
	около 20	114	99,1	5,3	0	1,10
Средние показатели в 2018 г.	-	1 655	92,8±3,5	17,2 ± 3,5	40,7 ± 6,9	1,72 ± 0,12

(средневзвешенная категория состояния в 2017 г. составляла 1,71, в 2018 г. – 1,72). На обследованных участках зависимостей между таксационными показателями обследованных культур и их состоянием не выявлено.

Анализ данных показал, что состояние культур явно ухудшается с увеличением степени поражения крон болезнью (рис. 6). При поражении трети кроны и более значительная доля деревьев относится к «ослабленным» и «сильно ослабленным», возрастает также доля усыхающих экземпляров. Эти данные согласуются с результатами исследований Н.О. Азовской, согласно которым пораженные деревья в течение одного года развития болезни переходят, как правило, в категорию ослабленных, иногда усыхающих [9]. Заметное угнетение и усыхание растений происходит при поражении более половины кроны. Доля текущего отпада деревьев к концу 2018 г. в среднем составляла 2,8%. Гибель растений в результате болезни на момент обследования наблюдалась в редких случаях.

В Куровском лесном питомнике в 2017 г. выявлено поражение единичных 2-летних сеянцев сосны по всей площади посевного отделения. У больных растений отмечено усыхание вершин и, в некоторых случаях, полная гибель сеянцев

(рис. 7 А, Б). Посадка зараженных растений создает угрозу распространения болезни на новые участки.

На Куровской лесосеменной плантации симптомы болезни обнаружены не только на побегах и хвое текущего года, но и на шишках (рис. 7 В, Г). Пораженные шишки красно-бурые, интенсивно засмолются, на семенных чешуйках в массе формируются спороношения в виде темных полупогруженных пикнид. Встречаемость больных сосен достигает 100%, однако степень поражения кроны незначительная – не более 5%. Ущерб от заболевания проявляется главным образом в том, что зараженные шишки не вызревают и преждевременно осыпаются.

Видовой состав дендротрофных грибов на пораженных побегах. В результате фитопатологического анализа на пораженных побегах выявлено 16 видов дендротрофных грибов, из которых 5 вызывают некроз побегов (табл. 3). Остальные грибы являются возбудителями болезней типа «шютте», побурения хвои или относятся к сапротрофам, которые поселяются в отмерших тканях и являются показателем неблагополучного состояния растений.

Из выявленных на пораженных побегах сосны патогенов преобладающим видом является

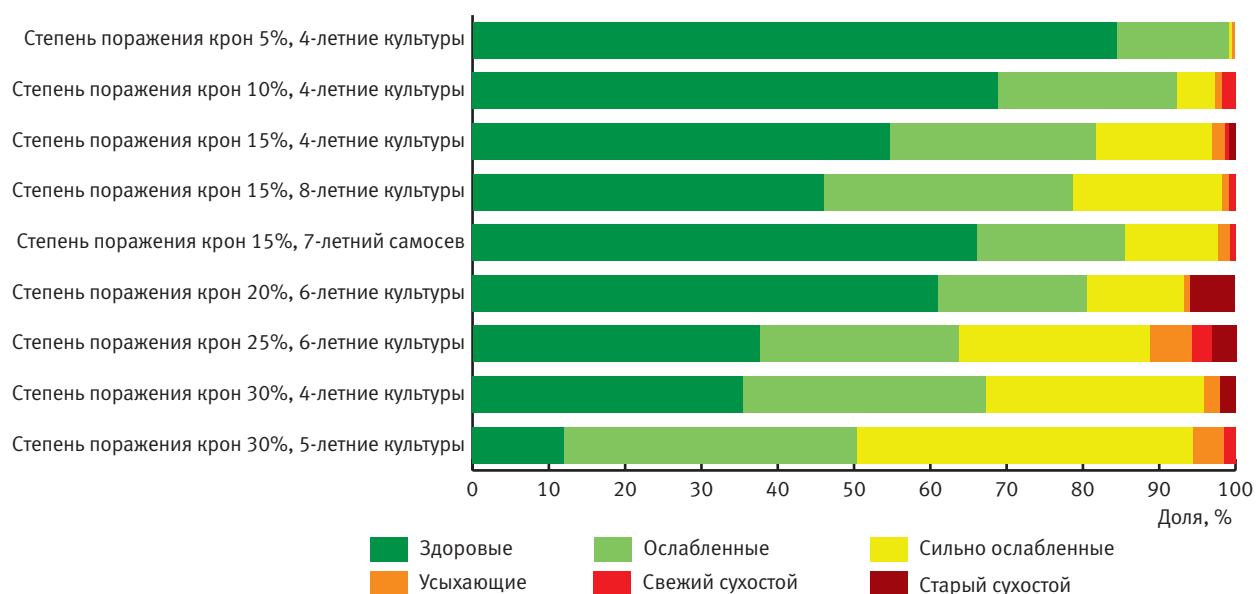


Рис. 6. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ДЕРЕВЬЕВ СОСНЫ ПО КАТЕГОРИЯМ СОСТОЯНИЯ НА УЧАСТКАХ С РАЗНОЙ СТЕПЕНЬЮ ПОРАЖЕНИЯ КРОН, РАЗНОГО ВОЗРАСТА И ПРОИСХОЖДЕНИЯ



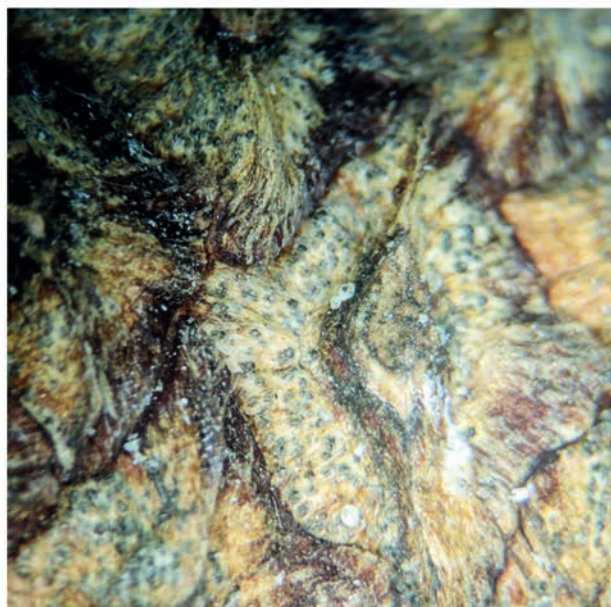
А



Б



В



Г

Рис. 7. Поражение сосны в Куровском лесном питомнике и на Куровской лесосеменной плантации (А, Б, В – фото О.А. Турбасова, Г – А.А. Шишкиной):

А – усыхающие сеянцы;

Б – погибший сеянец с деформацией стволика;

В – поражение молодых побегов;

Г – поражение шишек

несовершенный гриб *Sphaeropsis sapinea* (Fr.) Dyko & B. Sutton (= *Diplodia sapinea* (Fr.) Fuckel). Этот вид известен как возбудитель диплодииоза, или сферопсисового некроза, вызывающий усыхание стволов и ветвей, побурение хвои и отмирание почек хвойных пород.

Кроме *S. sapinea*, в области некрозов и на сохранившейся усохшей хвое в массе выявлены спороношения гриба *Sclerophoma pithya* (Sacc.) Died. (название вида по сумчатой стадии – *Phomopsis*

velata (Sacc.) Traverso) [10], возбудителя склерофомоза (усыхания и деформации побегов сосны).

Наряду с перечисленными патогенными видами выявлены грибы *Phoma* sp. Sacc., *Phomopsis occulta* Traverso, *Zythia resinae* (Fr.) P. Karst., способные вызывать некроз побегов; на хвое – *Cytospora pinastri* Fr., *Sclerophoma pithyophila* (Corda) Höhn. и *Truncatella hartigii* (Tubef) Steyaert – возбудители побурения хвои. Эти виды выявлены в образцах в редких и единичных случаях. Они не играют

ТАБЛИЦА 3. Результаты фитопатологического анализа (по лесничествам Московской области)

ВЫЯВЛЕННЫЙ ВИД ГРИБОВ	ЗАСЕЛЯЕМЫЙ СУБСТРАТ	ВСТРЕЧАЕМОСТЬ В ОБРАЗЦАХ	ВЫЗЫВАЕМЫЙ ТИП БОЛЕЗНИ СОСНЫ	ВСТРЕЧАЕМОСТЬ ВЫЯВЛЕННЫХ ГРИБОВ В ЛЕСНИЧЕСТВАХ							
				ВИНОГРАДОВ-СКОЕ	ЕГОРЬЕВСКОЕ	ЛУХОВИЦКОЕ	НОГИНСКОЕ	ОРЕХОВО-ЗУЕВСКОЕ	ПОДОЛЬСКОЕ	СТУПИНСКОЕ	ШАТУРСКОЕ
<i>Alternaria</i> sp.	Усохшие побеги, в области некрозов	Обычно	-	+	+	+	+	+		+	+
<i>Botrytis</i> sp.	Стволик усохшего двухлетнего сеянца, усохшие побеги	Единично	То же				+	+			
<i>Cytospora pinastri</i> (= <i>Valsa abietis</i>)	Усохшая хвоя	Редко	Побурение хвои				+				
<i>Discosia</i> sp.	Усохшие побеги	То же	-				+				
<i>Fusarium</i> sp.	Усохшие побеги, в области некрозов	«»	То же				+	+			+
<i>Lophodermium seditiosum</i>	Усохшая хвоя	«»	Шютте		+		+	+			+
<i>Lophodermium conigenum</i>	То же	«»	-		+			+			+
<i>Phoma</i> sp.	Усохшая хвоя и побеги	«»	Некроз побегов и побурение хвои			+	+			+	
<i>Phomopsis occulta</i>	Усохшие побеги	«»	Некроз побегов		+		+				+
<i>Zythia resiniae</i> (= <i>Sarea resiniae</i>)	Усохшие побеги, в области некрозов	Единично	То же					+			+
<i>Sclerophoma pithya</i> (= <i>Phomopsis velata</i>)	Усохшие и усыхающие побеги, усохшая хвоя	Массово	Некроз побегов и побурение хвои (склерофомоз)	+	+	+	+	+			+
<i>Sclerophoma pithyophila</i> (= <i>Sydowia polyspora</i>)	Усохшая хвоя, побеги	Редко	Некроз побегов, побурение хвои		+		+				
<i>Sphaeronaema piliferum</i>	Усохшие побеги	То же	-				+				+
<i>Sphaeropsis sapinea</i> (= <i>Diplodia sapinea</i>)	Усохшие и усыхающие побеги, усохшая хвоя, шишки	Массово	Некроз побегов, побурение хвои, усыхание почек, поражение шишек (диплодиоз)	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Truncatella hartigii</i>	Усохшая хвоя	Редко	Побурение хвои				+				
<i>Trichothecium roseum</i>	Шишки	Обычно	-					+			

Примечание: Не вызывает болезней (отмечен только на отмерших тканях)

большой роли в усыхании побегов исследуемых культур. Также в редких случаях обнаружены характерные апотеции грибов – возбудителей обыкновенного шютте: *Lophodermium seditiosum*

Minter, Staley & Millar и *L. conigenum* (Brunaud) Hilitzer, из них только первый вид обладает патогенными свойствами и приводит к поражению и опадению хвои сосны. Отмечаемые в образцах

грибы рода *Alternaria* Nees, приуроченные к некрозам, относятся к сапротрофам, поселяющимся на отмерших тканях.

В целом по результатам фитопатологического анализа можно сделать вывод о том, что главные возбудители инфекционного усыхания побегов в культурах сосны грибы *S. sapinea* и *S. pithya*. Таким образом, наблюдаемые очаги болезни являются комплексными очагами диплодиоза и склерофомоза.

Сведения о диплодиозе. *S. sapinea* широко распространен в умеренной и тропической зонах и встречается на сосне, пихте, лиственнице, ели, туе и других хвойных породах. Этот вид способен вызывать сильное поражение насаждений сосны, ослабленных в результате засухи, бедности почв, затенения, повреждений вредителями или градом [6, 11]. Следует отметить, что применение молекулярно-генетических методов позволило установить способность *S. sapinea* находиться в растении-хозяине без проявления симптомов болезни, т.е. выступать в роли эндофита [12]. Поражение и усыхание побегов происходит лишь при воздействии факторов, вызывающих угнетение растений. Инфекция в латентной форме, по предположению ученых, переносится на новые участки в ходе хозяйственной деятельности человека. Эта гипотеза подтверждается низким уровнем генетического разнообразия со слабой дифференциацией популяций гриба из сосновых культур Европы, Северной Америки, Южной Африки, Австралии и Новой Зеландии [13].

С конца XX в. во многих странах Европы отмечается повышение вредоносности диплодиоза в лесных культурах сосны разных видов [14, 15]. Отличающийся в последние годы высокой патогенностью *S. sapinea*, как показали генетические исследования, не является новым агрессивным штаммом [13, 16, 17]. Причиной резкого изменения поведения *S. sapinea* и распространения эпифитотии в Центральной Европе, по мнению ученых, могли стать продолжительные засушливые периоды в начале 2000-х гг. [15]. Потепление климата спровоцировало расширение ареала вида

на север Европы, где в последние годы он, кроме интродуцированных видов – сосен черной и горной, – начал активно поражать местный вид – сосну обыкновенную [17]. Эпифитотии диплодиоза наносят немалый ущерб лесному хозяйству в США и Канаде [18]. *S. sapinea* отмечен как возбудитель масштабного поражения культур сосны в Южной Африке и Новой Зеландии [11, 19].

На территории бывшего СССР диплодиоз отмечался в Грузии (1971), Украине (1980, 2003–2007) и Казахстане (1992) [2]. С 2009 г. серьезное распространение болезни наблюдалось в молодых культурах сосны обыкновенной в Беларуси, где, в связи с массовым поражением молодняков, гриб *S. sapinea* был признан основным возбудителем усыхания побегов сосны [8, 9].

О встречаемости возбудителя на территории России имеются разрозненные данные. Об отдельных находках *S. sapinea* сообщалось в разных регионах страны: на Кавказе (1929, 2001), Камчатке (1970-е), в лесных питомниках Тверской, Московской и Ульяновской областей (2003), на юге Красноярского края (2004), в Ярославской обл. (2011), Краснодарском крае (2012), Карелии (2013) [2, 14, 20–22]. В 2016–2018 гг. в ходе молекулярно-генетического анализа, проведенного специалистами отдела мониторинга состояния лесных генетических ресурсов ФБУ «Рослесозащита», *S. sapinea* был обнаружен в отдельных образцах из Республики Крым, Курганской обл. и Республики Алтай.

В Московской обл. *S. sapinea* не раз был зарегистрирован на интродуцентах и привезенном из-за рубежа посадочном материале: соснах кедровой сибирской, черной и горной [23]. На сосне обыкновенной этот патоген был отмечен как редкий вид в городских посадках Москвы в 2006 г. [24]. В 2008 и 2013 г. были выявлены отдельные случаи усыхания побегов сосны от диплодиоза в посадках частных владений ближнего Подмосковья¹ [25]. Таким образом, до настоящего времени массового распространения *S. sapinea* в регионе исследований не наблюдалось.

Впервые масштабное поражение диплодиозом культур сосны обыкновенной в Московской

¹ Сообщение на сайте ФБУ Рослесозащита за 2013 г.

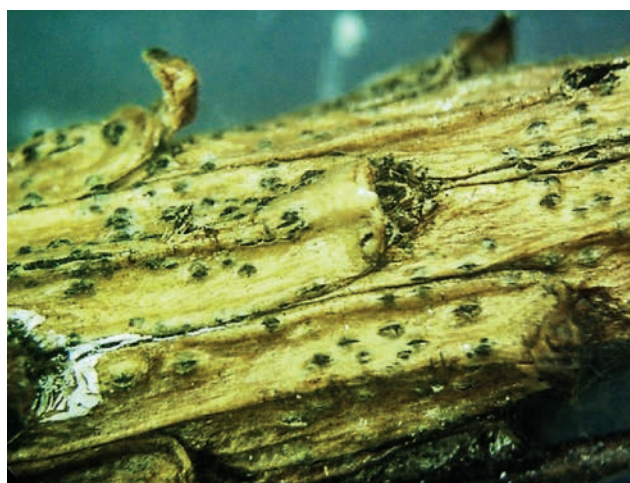
обл. зафиксировано летом 2017 г. В этом же году заболевание было обнаружено сотрудниками ФБУ «Рослесозащита» в других регионах европейской части России: Владимирской, Тверской, Нижегородской, Рязанской, Липецкой, Воронежской, Самарской и Саратовской областях, республиках Чувашия, Татарстан, Мордовия и Марий Эл. Общая площадь зафиксированных очагов болезни составила 4 066,4 га.

По нашим наблюдениям, в условиях Московской обл. первые спороношения гриба появляются в первой декаде июля, а при теплых погодных условиях – в середине июня. Они имеют вид полупогруженных в ткани растения округлых темно-коричневых пикнид (рис. 8 А). В конце июля – августе, когда большинство пораженных побегов усыхает, споруляция гриба становится массовой, особенно в периоды с высокой влажностью воздуха. На протяжении сентября–ноября пикниды продолжают формироваться по всей длине пораженной части побега и на хвое, причем по большей части наблюдаются выше места заражения. Конидии патогена продолговато-цилиндрические, иногда почти булавовидные, с округленными вершинами, несептированные, толстостенные, вначале бесцветные, затем желтоватые и коричневые (рис. 8 Б). Зрелые конидии темно-коричневые, нередко с одной перегородкой. Размер конидий 30–45×10–16 мкм [6].

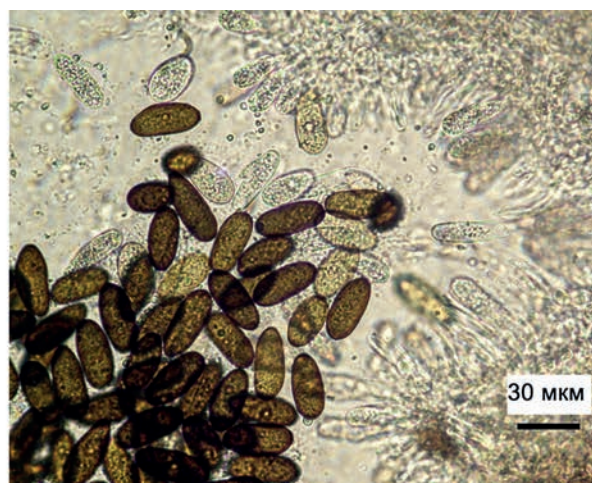
Данные литературных источников о вредоносности диплодииоза в насаждениях разного возраста довольно противоречивы. По некоторым источникам, наиболее часто *S. sapinea* поражает растения в возрасте до 10 лет. При этом в насаждениях старше 20 лет возбудитель встречается в единичных случаях на нижних побегах и шишках, не причиняя значительного вреда растениям [8, 9]. Существует и другое мнение, согласно которому деревья всех возрастов уязвимы к поражению диплодииозом, причем с увеличением возраста вредоносность болезни повышается [18].

Исследования белорусских ученых показали, что распространенность диплодииоза в определенной степени связана с таксационными показателями насаждений. Наибольшая встречаемость болезни обнаружена при полноте 0,6 в насаждениях I–II классов бонитета. Болезни подвержены чистые или с небольшой примесью других пород сосновые насаждения. Активному развитию гриба, созреванию и распространению конидий способствует повышенная влажность [8].

Сведения о склерофомозе. В качестве возбудителей склерофомоза в отечественной и зарубежной литературе, как правило, указываются два вида грибов – *Sclerophoma pithya* и *Sclerophoma pithyophila* (анаморфа сумчатого гриба *Sydowia polyspora* (Bref.&Tavel) E. Müll.).



А



Б

Рис. 8. Диагностические признаки диплодииоза сосны (фото А.А. Шишкиной):
А – СПОРОНОШЕНИЯ (ПИКНИДЫ) ВОЗБУДИТЕЛЯ НА ПОРАЖЕННОМ ПОБЕГЕ;
Б – КОНИДИИ SPHAEROPSIS SAPINEA

Sclerophoma pithya выявлен на сосне обыкновенной в Бузулукском бору (Оренбургская обл.) в 1982 г., где он вызвал массовое поражение культур 3–5-летнего возраста [26]. Следует отметить, что подобное поражение на этом объекте наблюдалось и ранее (в 1950-е гг.), однако исследований не проводили, и данные о болезни опубликованы не были. В 1984 г. гриб *Sclerophoma pithya* вызвал заметное поражение 5–7-летних культур сосны в Ленинградской обл. [27]. В Новгородской обл. возбудителем склерофомоза в 2-летних культурах сосны обыкновенной в 2003 г. был признан другой вид – *Sclerophoma pithyophila* [28].

В зарубежной литературе гриб *Sclerophoma pithya* как возбудитель болезни сосны не упоминается. В качестве возбудителя усыхания побегов и гибели сеянцев указывается вид *Sclerophoma pithyophila*. Гриб широко распространен в Европе, Китае, США и Канаде, Южной Африке и Австралии, где поражает не только сосну обыкновенную, но и другие хвойные породы. В Украине поражение культур сосны обыкновенной этим видом наблюдалось с 2004 г. [29], в Белоруссии он был определен в 2006 г. на 2-летних сеянцах в питомниках [30]. В литературе нередко отмечается, что *Sclerophoma pithyophila* встречается в очагах совместно с другими патогенными видами грибов.

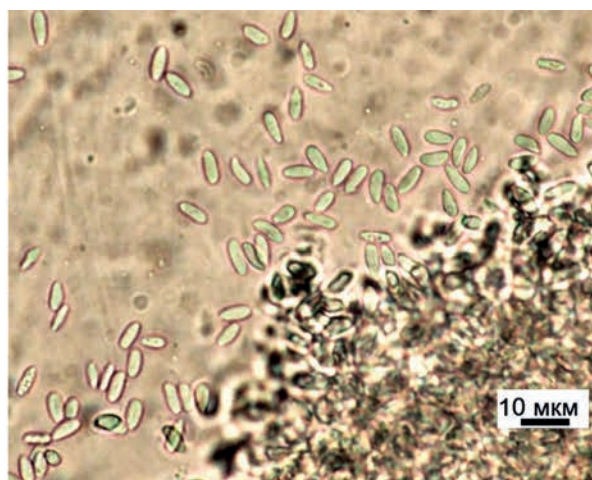
Э.С. Соколовой выделено несколько типов поражения сосны склерофомозом по характеру

проявления симптомов [26]. Основные признаки заболевания: наличие на пораженных побегах темно-бурых некротических участков вытянутой формы, яркая ржаво-рыжая окраска побегов, S-образное их искривление. В дальнейшем побеги или их вершины усыхают и чернеют. Поверхность побегов и пораженная хвоя сплошь покрываются спороношениями *S. pithya*, которые имеют вид черных овальных или округлых пикнид, выступающих продольными рядами из трещин коры (рис. 9 А). Конидии яйцевидные или яйцевидно-веретеновидные размером 6–7×2,0–2,5 мкм, позже веретеновидные, неравнобокие 9–12×3–4(5) мкм (рис. 9 Б) [5].

Склерофомоз поражает преимущественно культуры сосны в возрасте до 6 лет [26]. Это объясняется тем, что в молодых несомкнувшихся культурах складываются наиболее благоприятные условия для развития гриба – хорошая проветриваемость и освещенность крон, более сухой микроклимат. Активное движение воздуха в питомниках и несомкнувшихся культурах способствует быстрому распространению спор возбудителя болезни. Источником инфекции являются пораженные отмершие побеги, которые осенью опадают или остаются на мутовках до следующего года. Развитию склерофомоза благоприятствует засушливая погода с высокой



А



Б

Рис. 9. ДИАГНОСТИЧЕСКИЕ ПРИЗНАКИ СКЛЕРОФОМОЗА СОСНЫ (ФОТО А.А. ШИШКИНОЙ):
А – ПОРАЖЕННЫЙ ПОБЕГ С НЕКРОЗОМ И СПОРОНОШЕНИЯМИ (ПИКНИДАМИ) ВОЗБУДИТЕЛЯ;
Б – КОНИДИИ *SCLEROPHOMA PITHYA*

температурой воздуха, вызывающая ослабление деревьев в культурах [26–28].

Анализ условий, способствующих возникновению местной эпифитотии диплоидоза и склерофомоза. Для перехода от низкой встречаемости болезни до масштаба эпифитотии необходим целый ряд факторов, способствующих развитию и распространению возбудителей. Это, в первую очередь, большой запас инфекции, скопление восприимчивых растений, благоприятные для развития патогенных грибов погодные условия.

На обследованных участках лесных культур отмечена высокая встречаемость зараженных растений, при этом к концу вегетационного периода пораженные побеги сплошь покрываются спороношениями возбудителей диплоидоза и склерофомоза. Это свидетельствует о наличии большого запаса инфекции на исследуемых участках.

В последние годы складываются благоприятные погодные условия для развития патогенных грибов. Согласно литературным данным, массовое поражение сосны диплоидозом и склерофомозом носит периодический характер и чаще всего наблюдается при отклонении погодных

условий от средних многолетних значений [6, 26]. Анализ многолетней динамики среднегодовой температуры воздуха и количества осадков в Московской обл. свидетельствует о потеплении климата и повышении влагообеспеченности. Это может привести к росту уровня поражения древесных растений болезнями, в связи с увеличением продолжительности периода развития и распространения патогенных организмов.

Ухудшение состояния растений наблюдается при чередовании засушливых и влажных вегетационных периодов. В течение последних 10 лет средние показатели гидротермического коэффициента (ГТК) вегетационного периода Московской обл. варьировали в широких пределах (рис. 10). Это связано, в первую очередь, с динамикой выпавших осадков. Наиболее заметный дефицит влаги наблюдался в 2010, 2011 и 2014 г. Избыточное увлажнение отмечалось в 2013, 2016 и 2017 г. Такие существенные изменения условий увлажнения способствовали ослаблению растений в засушливые периоды и распространению патогенов в дождливые сезоны. Начало развития заболевания культур, наиболее вероятно, произошло в 2014–2015 гг., когда значение ГТК было ниже нормы – 1,4 для Московской обл. (см. рис. 10). Подтверждением этого предположения служат встречающиеся в культурах экземпляры сосны с характерными искривленными и раздвоенными стволиками, кустообразными кронами, которые указывают на то, что поражение болезнью началось примерно 4 года назад.

В связи с тем что массовое распространение диплоидоза в молодняках сосны произошло в 2017 г., нами были рассмотрены погодные условия вегетационного периода этого года и предшествующего ему 2016 г. Установлено, что в мае–июне 2017 г. ГТК значительно превышал среднее многолетнее значение (рис. 11). Это связано с относительно прохладной погодой, установившейся в конце мая – начале июня (рис. 12). Именно в этот период происходил рост молодых побегов сосны. Наиболее вероятно, активному распространению болезни способствовал длительный период с прохладной погодой и,

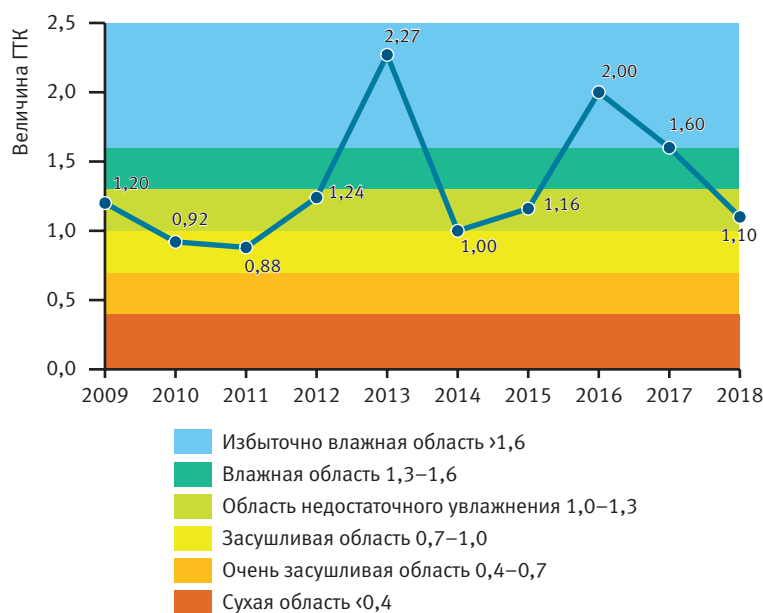


Рис. 10. Динамика среднегодового значения ГТК за последние 10 лет (по данным метеостанции «Павловский посад»)

следовательно, более продолжительный период роста побегов и их заражения.

Высокие значения ГТК отмечены в июле–августе 2016 г., предшествующего вспышке заболевания (см. рис. 11). Влажные условия в период формирования спороношений возбудителей диплоидоза и склерофомоза могли способствовать их более интенсивному распространению и увеличению запаса инфекции.

В 2018 г. вегетационный период характеризовался низким значением ГТК, в связи с недостаточным увлажнением, и был менее благоприятным для распространения инфекции

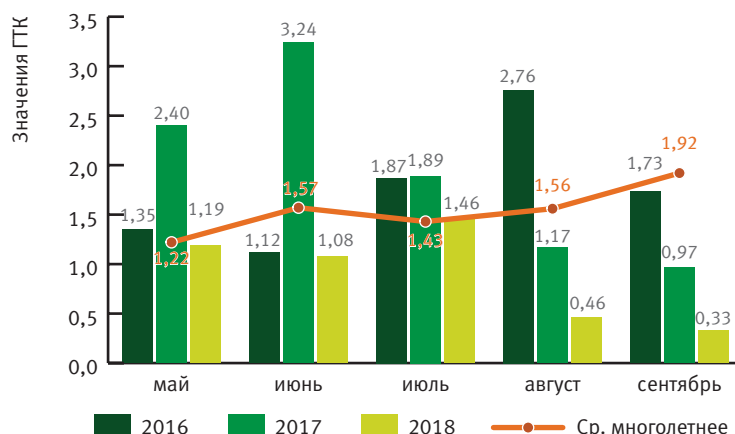


Рис. 11. Значения ГТК по месяцам вегетационного периода

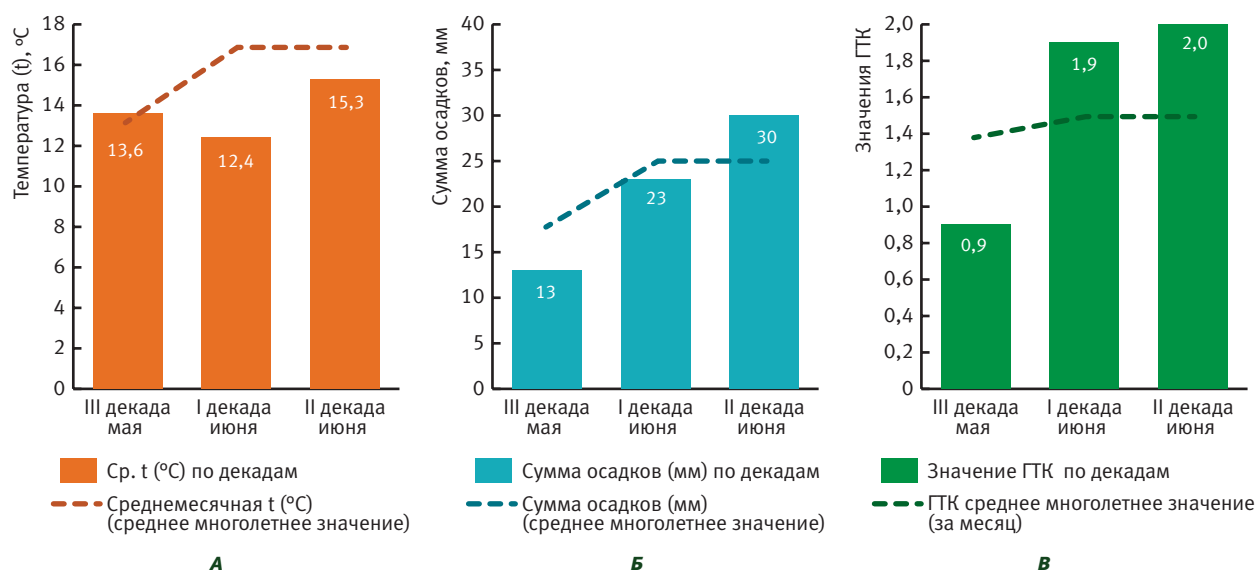


Рис. 12. Особенности погодных условий III декады мая – II декады июня 2017 г.:

А – СРЕДНЕСУТОЧНАЯ ТЕМПЕРАТУРА, °C;

Б – СУММА ОСАДКОВ, мм;

В – ГТК

(см. рис. 11). На некоторых участках отмечались случаи, когда симптомы болезни проявлялись только в октябре, после обильных дождей, прошедших на смену засушливой погоде.

Развитию болезни могут способствовать механические повреждения побегов различного происхождения, являющиеся «воротами» инфекции. Известны случаи, когда очаги диплоидоза возникали в лесных культурах после сильного повреждения градом или насекомыми [6, 11, 18]. При перерчетах на пробных площадях нами были отмечены единичные случаи

повреждения побегов сосновым бражником (*Hyloicus pinastri* L.), побеговьюном-смолевщиком (*Retinia resinella* L.), долгоносиками (семейство Curculionidae), в том числе смолевками (род *Pissodes*). Однако заметной связи между поражённостью побегов болезнью и повреждениями вредителями не обнаружено. Следовательно, роль насекомых в качестве переносчиков возбудителей заболевания не очевидна и требует проведения специального исследования.

При проведении учетов на ВПП в единичных случаях на погибших экземплярах сосны

были отмечены плодовые тела корневой губки (*Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref.). В примыкающих сосновых насаждениях также обнаружены куртины усыхания, вызванного этим патогеном, что создает дополнительную инфекционную нагрузку на изучаемые растения. Поражение культур сосны корневой гнилью способствует их ослаблению и усыханию, особенно при чередовании засушливых и влажных вегетационных периодов.

Выводы и рекомендации

1. В настоящее время в Московской обл. наблюдается местная эпифитотия инфекционного усыхания побегов сосны обыкновенной в лесных культурах I класса возраста. Общая зафиксированная площадь очагов в восьми лесничествах области к концу 2018 г. составила 1 991,9 га. Ранее о подобном по масштабу поражении культур сосны в регионе не сообщалось. Заболевание выявлено не только в лесных культурах, но и на других объектах воспроизводства лесов – в Куровском лесном питомнике, на Куровской лесосеменной плантации. Усыхание побегов отмечено также на самосеве сосны I класса возраста.

2. Состояние пораженных культур оценено как ослабленное. В 2018 г. интенсивность поражения сосны осталась приблизительно на том же уровне, что и в 2017 г. Гибель растений от заболевания единичная. Основной причиняемый вред – усыхание центральных и боковых побегов, деформация стволиков, формирование кустистых, многовершинных крон.

3. По результатам фитопатологического анализа образцов, отобранных в разных лесничествах, установлено, что главными патогенами, вызвавшими усыхание молодых побегов сосны, являются грибы *Sphaeropsis sapinea*, возбудитель диплодиоза, и *Sclerophoma pithya*, возбудитель склерофомоза.

4. Возникновению эпифитотии в 2017 г. способствовали погодные условия – повышенная влажность накануне эпифитотии, благоприятная для развития и массового формирования спороношений патогенных грибов, и пониженная температура в период активного роста молодых побегов, продлившая период их заражения. Распространению болезни содействовало скопление восприимчивых растений на обширных площадях.

5. Проведенные исследования свидетельствуют о наличии большого запаса инфекции в очагах диплодиоза и склерофомоза. Высокая встречаемость пораженных растений на обширных площадях, наличие обильных спороношений на усохших побегах и хвое позволяют предполагать, что в ближайшие годы, при благоприятных для развития патогенов погодных условиях, велика вероятность дальнейшего развития и распространения болезни.

6. Ввиду недостаточной изученности биоэкологических особенностей грибов *Sphaeropsis sapinea* и *Sclerophoma pithya*, большой практический интерес представляет их исследование в местных условиях. Необходимо выяснить роль каждого из видов в усыхании побегов сосны для прогнозирования развития болезни и разработки научно обоснованных защитных мероприятий.

Список использованных источников

1. Воронцов, А.И. Технология защиты леса / А.И. Воронцов, Е.Г. Мозолевская, Э.С. Соколова. – М. : Экология, 1991. – 304 с.
2. Жуков, А.М. Опасные малоизученные болезни хвойных пород в лесах России : изд. 2-е, испр. и доп. / А.М. Жуков, Ю.И. Гниненко, П.Д. Жуков. – Пушкино : ВНИИЛМ, 2013. – 128 с.
3. Мельник, В.А. Определитель грибов России. Класс Coelomycetes // В. А. Мельник. – Вып. 1. Редкие и малоизвестные роды. – СПб. : СПб типогр. № 1 РАН, 1997. – 280 с.
4. Соколова, Э.С. Инфекционные болезни деревьев и кустарников в насаждениях Москвы: монография / Э.С. Соколова, Е.Г. Мозолевская, Т.В. Галасьева. – М. : ГОУ ВПО МГУЛ, 2009. – 130 с.
5. Визначник грибів України. – Т. III. Незавершені гриби / под ред. Д.К. Зерова. – Київ : Наукова думка, 1971. – 696 с.
6. Sinclair, W.A. Diseases of trees and shrubs / W.A. Sinclair, H.H. Lyon, W. T. Johnson. – Ithaca and London : Comstock publishing associates, a division of Cornell University press, 1993. – 660 p.
7. Расписание погоды [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://rp5.ru> (10.02.2019).
8. Ярмолович, В.А. Инфекционное усыхание побегов *Pinus sylvestris* L. в насаждениях Беларуси / В.А. Ярмолович, Н.О. Азовская // Грибные сообщества лесных экосистем. – Т. 4. – Москва-Петрозаводск : Карельский научный центр РАН, 2014. – С. 133–143.
9. Азовская, Н.О. *Sphaeropsis sapinea* как основной возбудитель усыхания побегов *Pinus sylvestris* L. в Беларуси / Н.О. Азовская, В.А. Ярмолович, О.Ю. Баранов // Проблемы лесной фитопатологии и микологии : матер. IX Междунар. конф. – Минск, 2015. – С. 17–20.
10. Index Fungorum Partnership [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.indexfungorum.org/Names/Names.asp>. (14.05.2019).
11. Zwolinski, J.B. Economic impact of a post-hail outbreak of dieback induced by *Sphaeropsis sapinea* / J.B. Zwolinski, W.J. Swart and M.J. Wingfield // European Journal of Forest Pathology. – 1990. – № 20. – P. 405–411.
12. Bihon, W. Sources of *Diplodia pinea* endophytic infections in *Pinus patula* and *P. radiata* seedlings in South Africa / W. Bihon, B. Slippers, T. Burgess, M. J. Wingfield and B. D. Wingfield // Forest Pathology. – 2010. – № 41(5). – P. 370–375.
13. Burgess, T.I. Global distribution of *Diplodia pinea* genotypes revealed using simple sequence repeat (SSR) markers / T.I. Burgess, M.J. Wingfield, B.D. Wingfield // Australasian Plant Pathology. – 2004. – № 33. – P. 513–519.
14. *Diplodia sapinea* is colonizing the native Scots pine (*Pinus sylvestris*) in the northern Baltics. / K. Adamson, D. Klavina, R. Drenkhan, T. Gaitnieks, M. Hanso // European Journal of Plant Pathology. – 2015. – № 143(2). – P. 343–350.
15. Jankovský, L. Dieback of Austrian pine – the epidemic occurrence of *Sphaeropsis sapinea* in southern Moravia / L. Jankovský, D. Palovčíková // Journal of Forest Science. – 2003. – № 49 (8). – P. 389–394.
16. Молекулярно-генетические аспекты изучения возбудителя рака ветвей сосны *Sphaeropsis sapinea* (Fr.) Dyko & B. Sutton / О.Ю. Баранов, С.В. Пантелеев, В.А. Ярмолович, Н.О. Азовская, Т. Oszako // Современные методы создания и выращивания высокопродуктивных лесных насаждений : матер. Междунар. научно-практич. семинара, посвящ. 90-летию Жорновской экспериментальной лесной базы Института леса НАН Беларуси (17 октября 2014, г. Осиповичи). – Гомель : ООО «Типография «Белдрук», 2014. – С. 10–14.
17. *Diplodia* Tip Blight on Its Way to the North: Drivers of Disease Emergence in Northern Europe / L. Brodde, K. Adamson, J.J. Camarero, C. Castaño, R. Drenkhan, A. Lehtijärvi, N. Luchi, D. Migliorini, Á. Sánchez-Miranda, J. Stenlid, Ş. Özdağ, J. Oliva // Frontiers in Plant Science. – 2019. – Vol. 9. – Article 1818.
18. Peterson, G.W. *Diplodia* Blight of Pines / Forest Insect & Disease Leaflet 161. – U.S. Department of Agriculture, Forest Service. – Lincoln, 1981. – 6 p.

19. Chou, C. K. S. A shoot dieback in *Pinus radiata* caused by *Diplodia pinea*. I. Symptoms, disease development and isolation of pathogen / C. K.S. Chou // New Zealand Journal of Forestry Science. – 1976. – № 6. – P. 72–79.
20. Чернецкая, З.С. Материалы к изучению флоры грибов Северной Осетии / З.С. Чернецкая. – Ростов н/Д : Гостип. им. Калинина СКПТ, 1929. – С. 93.
21. Отчет по организации и ведению лесопатологического мониторинга филиала ФБУ «Рослесозащита» «Центра защиты леса Краснодарского края» в 2012 г. : пояснительная записка. – 2013. – С. 21.
22. Колганихина, Г.Б. Состояние и грибные болезни деревьев и кустарников в экспозициях Переславского дендросада / Г.Б. Колганихина, А.А. Шишкина, А.А. Шишкина // Лесной вестник. – 2011. – № 4(80). – С. 108–117.
23. Соколова, Э.С. Инфекционные болезни деревьев и кустарников в насаждениях Москвы : моногр. / Э.С. Соколова, Е.Г. Мозолевская, Т.В. Галасьева. – М. : МГУЛ, 2009. – 130 с.
24. Видовой состав и распространение дендротрофных грибов в разных категориях зеленых насаждений Москвы / Э.С. Соколова, Г.Б. Колганихина, Т.В. Галасьева, Л.П. Стрепенюк, М.А. Семенова // Лесной вестник. – 2006. – № 2(44). – С. 98–116.
25. Уманов, Р.А. Диплодиевый некроз сосны / Р.А. Уманов // Лесной вестник. – 2009. – № 5. – С. 164–165.
26. Соколова, Э.С. Экология склерофомоза в культурах сосны / Э.С. Соколова // Лесоведение. – 1984. – № 4. – С. 82–86.
27. Стенина, Н.П. Склерофомоз сосны / Н.П. Стенина, Т.А. Семакова // Защита растений в условиях реформирования агропромышленного комплекса: экономика, эффективность, экологичность : Всероссийский съезд по защите растений (Санкт-Петербург, декабрь 1995) : тез. докл. – СПб., 1995. – С. 90.
28. Лесовская, С.Г. *Sclerophoma* spp. на сосне в Новгородской области / С.Г. Лесовская, А.В. Константинов // Современная микология в России : матер. 2-го Съезда микологов России – Т. 2. – М., 2008. – С. 188.
29. Давиденко, Е. В. К вопросу об изучении патогенных грибов сосновых насаждений юга Украины / Е.В. Давиденко // Изв.СПбЛТА. – 2014. – Вып. 207. – С. 164–170.
30. Беломесяцева, Д.Б. Склерофомоз сосны в Беларуси / Д.Б. Беломесяцева, Н.Ф. Кириленкова // Труды БГТУ. Сер. I. Лесное хоз-во. – 2007. – Вып. XV. – С. 403–406.

References

1. Voroncov, A.I. Tekhnologiya zashchity lesa / A.I. Voroncov, E.G. Mozolevskaya, E.S. Sokolova. – М. : Ekologiya, 1991. – 304 s.
2. Zhukov, A.M. Opasnye maloizuchennyye bolezni hvoynyh porod v lesah Rossii : izd. 2-e, ispr. i dop. / A.M. Zhukov, Yu.I. Gninenko, P.D. Zhukov. – Pushkino : VNIILM, 2013. – 128 s.
3. Mel'nik, V.A. Opredelitel' gribov Rossii. Klass Coelomycetes // V.A. Mel'nik. – Vyp. 1. Redkie i maloizvestnye rody. – SPb. : SPb tipogr. № 1 RAN, 1997. – 280 s.
4. Sokolova, E.S. Infekcionnye bolezni derev'ev i kustarnikov v nasazhdeniyah Moskvy: monografiya / E.S. Sokolova, E.G. Mozolevskaya, T.V. Galas'eva. – М. : GOU VPO MGUL, 2009. – 130 s.
5. Viznachnik gribov Ukraini. – T. III. Nezaversheni gribi / pod red. D.K. Zerova. – Kiiv : Naukova dumka, 1971. – 696 s.
6. Sinclair, W.A. Diseases of trees and shrubs / W.A. Sinclair, H.H. Lyon, W.T. Johnson. – Ithaca and London : Comstock publishing associates, a division of Cornell University press, 1993. – 660 p.
7. Raspisanie pogody [Elektronnyy resurs]. – Rezhim dostupa: <https://rp5.ru> (10.02.2019).
8. Yarmolovich, V.A. Infekcionnoe usyhanie pobegov *Pinus sylvestris* L. v nasazhdeniyah Belarusi / V.A. Yarmolovich, N.O. Azovskaya // Gribnye soobshchestva lesnykh ekosistem. – Т. 4. – Moskva-Petrozavodsk : Karel'skij nauchnyj centr RAN, 2014. – С. 133–143.

9. Azovskaya, N.O. Sphaeropsis sapinea kak osnovnoj vzbuditel' usyhaniya pobegov Pinus sylvestris L. v Belarusi / N.O. Azovskaya, V. A. Yarmolovich, O. Yu. Baranov // Problemy lesnoj fitopatologii i mikologii : mater.IH Mezhdunar. konf. – Minsk, 2015. – S. 17–20.
10. Index Fungorum Partnership [Elektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: <http://www.indexfungorum.org/Names/Names.asp>. (14.05.2019).
11. Zwolinski, J.B. Economic impact of a post-hail outbreak of dieback induced by Sphaeropsis sapinea / J.B. Zwolinski, W.J. Swart and M.J. Wingfield // European Journal of Forest Pathology. – 1990. – № 20. – P. 405–411.
12. Bihon, W. Sources of Diplodia pinea endophytic infections in Pinus patula and P. radiata seedlings in South Africa / W. Bihon, B. Slippers, T. Burgess, M.J. Wingfield and B.D. Wingfield // Forest Pathology. – 2010. – № 41(5). – P. 370–375.
13. Burgess, T.I. Global distribution of Diplodia pinea genotypes revealed using simple sequence repeat (SSR) markers / T.I. Burgess, M.J. Wingfield, B.D. Wingfield // Australasian Plant Pathology. – 2004. – № 33. – P. 513–519.
14. Diplodia sapinea is colonizing the native Scots pine (Pinus sylvestris) in the northern Baltics. / K. Adamson, D. Klavina, R. Drenkhan, T. Gaitnieks, M. Hanso // European Journal of Plant Pathology. – 2015. – № 143(2). – P. 343–350.
15. Jankovský, L. Dieback of Austrian pine – the epidemic occurrence of Sphaeropsis sapinea in southern Moravia / L. Jankovský, D. Palovčíková // Journal of Forest Science. – 2003. – № 49 (8). – P. 389–394.
16. Molekulyarno-geneticheskie aspekty izucheniya vzbuditelya raka vetvej sosny Sphaeropsis sapinea (Fr.) Dyko & B. Sutton / O.Yu. Baranov, S.V. Panteleev, V. A. Yarmolovich, N.O. Azovskaya, T. Oszako // Sovremennye metody sozdaniya i vyrashchivaniya vysokoproduktivnyh lesnyh nasazhdenij : mater. Mezhdunar. nauchno-praktich. seminara, posvyashch.o 90-letiyu Zhornovskoj eksperimental'noj lesnoj bazy Instituta lesa NAN Belarusi (17 oktyabrya 2014, g. Osipovich). – Gomel' : OOO «Tipografiya «Beldruk», 2014. – S. 10–14.
17. Diplodia Tip Blight on Its Way to the North: Drivers of Disease Emergence in Northern Europe / L. Brodde, K. Adamson, J.J. Camarero, C. Castaño, R. Drenkhan, A. Lehtijärvi, N. Luchi, D. Migliorini, Á. Sánchez-Miranda, J. Stenlid, Ş. Özdağ, J. Oliva // Frontiers in Plant Science. – 2019. – Vol. 9. – Article 1818.
18. Peterson, G.W. Diplodia Blight of Pines / Forest Insect & Disease Leaflet 161. – U.S. Department of Agriculture, Forest Service. – Lincoln, 1981. – 6 p.
19. Chou, C. K. S. A shoot dieback in Pinus radiata caused by Diplodia pinea. I. Symptoms, disease development and isolation of pathogen / C. K. S. Chou // New Zealand Journal of Forestry Science. – 1976. – № 6. – P. 72–79.
20. Cherneckaya, Z.S. Materialy k izucheniyu flory gribov Severnoj Osetii / Z.S. Cherneckaya. – Rostov n/D : Gostip. im. Kalinina SKPT, 1929. – C. 93.
21. Otchet po organizacii i vedeniyu lesopatologicheskogo monitoringa filiala FBU «Roslesozashchita» «Centra zashchity lesa Krasnodarskogo kraja» v 2012 g. : poyasnitel'naya zapiska. – 2013. – S. 21.
22. Kolganihina, G.B. Sostoyanie i gribnye bolezni derev'ev i kustarnikov v ekspozitsiyah Pereslavskogo dendrosada / G.B. Kolganihina, A.A. Shishkina, A. A. Shishkina // Lesnoj vestnik. – 2011. – № 4(80). – S. 108–117.
23. Sokolova, E.S. Infekcionnye bolezni derev'ev i kustarnikov v nasazhdeniyah Moskvy : monog. / E.S. Sokolova, E.G. Mozolevskaya, T.V. Galas'eva. – M. : MGUL, 2009. – 130 s.
24. Vidovoj sostav i rasprostranenie dendrotrofnyh gribov v raznyh kategoriayah zelenyh nasazhdenij Moskvy / E.S. Sokolova, G.B. Kolganihina, T.V. Galas'eva, L.P. Strepenyuk, M.A. Semenova // Lesnoj vestnik. – 2006. – № 2(44). – S. 98–116.
25. Umanov, R.A. Diplodievyy nekroz sosny / R.A. Umanov // Lesnoj vestnik. – 2009. – № 5. – S. 164–165.
26. Sokolova, E.S. Ekologiya sklerofomoza v kul'turakh sosny / E.S. Sokolova // Lesovedenie. – 1984. – № 4. – S. 82–86.
27. Stenina, N.P. Sklerofomoz sosny / N.P. Stenina, T.A. Semakova // Zashchita rastenij v usloviyah reformirovaniya agropromyshlennogo kompleksa: ekonomika, effektivnost', ekologichnost' : Vserossijskij s"ezd po zashchite rastenij (Sankt-Peterburg, dekabr' 1995) : tez. dokl. – SPb., 1995. – S. 90.

28. Lesovskaya, S.G. Sclerophoma spp. na sosne v Novgorodskoj oblasti / S.G. Lesovskaya, A.V. Konstantinov // *Sovremennaya mikologiya v Rossii : mater. 2-go S"ezda mikologov Rossii* – T. 2. – M., 2008. – S. 188.
29. Davidenko, E. V. K voprosu ob izuchenii patogennyh gribov sosnovyh nasazhdenij yuga Ukrainy / E.V. Davidenko // *Izv.SPbLTA*. – 2014. – Vyp. 207. – S. 164–170.
30. Belomesyaceva, D.B. Sklerofomoz sosny v Belarusi / D.B. Belomesyaceva, N.F. Kirilenkova // *Trudy BGTU. Ser. I. Lesnoe hoz-vo*. – 2007. – Vyp. XV. – S. 403–406.

A Large-Scale Shoot Blight in Young Plantations of Scots Pine (*Pinus sylvestris* L.) in Moscow Region

A. Shishkina

Russian Center of Forest Health, Engineer of the Forest Protection and Expedition Department, Pushkino, Moscow region, Russian Federation, shishkinaanna@rcfh.ru

A. Shishkina

Russian Center of Forest Health, Engineer of the Forest Protection and Expedition Department, Pushkino, Moscow region, Russian Federation, frbg@mail.ru

S. Neklyayev

State Institution of Moscow region «MOSOBLLS», Head of Forest Protection Department, Krasnogorsk, Moscow region, Russian Federation, svyatoslav.neklyayev@mosoblles.com

Keywords: shoot blight of Scots pine, *Diplodia* shoot blight, *Sclerophoma* shoot blight, *Sphaeropsis sapinea*, *Diplodia sapinea*, *Sclerophoma pithya*, *Pinus sylvestris*.

The article presents the results of the study of a large-scale shoot blight of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.), revealed in forest cultures of the 1st class of age in the Moscow region in 2017. The authors provide data on the total recorded area of affected plantations at the end of 2018 (1991,9 ha). Previously such cases of a wide scale affection of pine in the region had not been reported.

The main part of the article describes the disease symptoms and the results of the plant condition assessment in the affected young plantations. There is a high incidence of diseased plants (on the average above 90%). The condition of forest cultures is estimated as weakened, however, the death of plants as a result of the disease is noted in rare cases. The greatest harm consists in the loss of the main leader shoot, the deformation of stems, the formation of bushy crowns. According to the results of laboratory diagnostics with the mycological method of the wet chamber and subsequent microscopy of the formed sporulation, as well as by DNA analysis, the main causative agent of the disease is the fungus *Sphaeropsis sapinea* Dyko & B. Sutton. The pathogen develops in conjunction with the causative agent of shoot and needle blight, *Sclerophoma pithya* (Sacc.) Died., and a number of other species that are less widespread.

The article also provides an analysis of the conditions that contribute to the emergence of epidemic. The authors concluded that a number of factors (a large quantity of infection, accumulation of susceptible plants in large

areas and favorable weather conditions for pathogens) had contributed to the development of the disease.

At the end of the article the authors conclude that currently in the Moscow region there is a local epidemic of Sphaeropsis and Sclerophoma shoot blight of Scots pine in forest cultures of the 1st class of age. In conclusion, the authors note that to predict the development of the disease and plan scientifically-based protective measures, it is important to study the biological and ecological characteristics of the pathogenic fungi in the Moscow region.