

УДК 632.4+630.2

ЭПИФИТОТИЯ ДИПЛОДИОЗА В МОЛОДНЯКАХ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ В МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Анна А. Шишкина^{1, 2}, Н. Н. Карпун¹

¹ Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет им. С. М. Кирова
194021, Санкт-Петербург, Институтский пер., 5

² ФБУ «Рослесозащита»
141207, Московская обл., Пушкино, ул. Надсоновская, 13

E-mail: asarum89@yandex.ru, nkolem@mail.ru

Поступила в редакцию 03.09.2024 г.

Изложены результаты 7-летнего изучения эпифитотии диплодиоза, выявленной в 2017 г. в молодых лесных насаждениях сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) в Московской области на площади более 2 тыс. га. Ранее подобное по масштабу распространение диплодиоза с высокой степенью поражения растений в этих лесных насаждениях не регистрировалось. Впервые для региона описаны симптомы болезни и сроки их развития на сосне в лесных насаждениях разного возраста и происхождения. Получены данные о комплексном развитии возбудителя диплодиоза (*Sphaeropsis sapinea* (Fr.) Dyko & B. Sutton) и других патогенных грибов, вызывающих некрозно-раковые болезни сосны – склерофомоз (*Sclerophoma* spp.) и сосновый вертун (*Melampsora populnea* (Pers.) P. Karst.). Установлено, что наиболее высокий уровень заболевания характерен для лесных культур 3–6 лет. С увеличением возраста сосны начинается постепенное затухание очагов. Наиболее высокая доля больных растений и степень поражения крон отмечались в разновозрастных, чистых по составу лесных культурах при типе условий местопроизрастания В2, а также при повышенной антропогенной нагрузке. Густота посадки лесных культур не влияла на уровень развития болезни. Вред, причиняемый диплодиозом, заключается как в ослаблении растений (вплоть до полной гибели в единичных случаях) в результате отмирания побегов непосредственно в период вспышки болезни, так и в последующем искривлении стволов, многовершинности (кустистости) крон, образовании язв, что снижает устойчивость молодых деревьев к снеговой и ветровой нагрузке и ухудшает товарные качества формирующихся древостоев. По результатам измерения приростов вершинных побегов выявлено угнетение роста растений вследствие поражения диплодиозом. Полученные данные могут быть использованы при проведении мониторинга болезней в молодняках сосны и разработке системы защитных мероприятий.

Ключевые слова: *Sphaeropsis sapinea*, *Pinus sylvestris*, лесные культуры, болезни молодняков, усыхание побегов сосны, некроз, искривление побегов, деформация, многовершинность (кустистость) деревьев, снижение прироста.

DOI: 10.15372/SJFS20250106

ВВЕДЕНИЕ

Сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.) занимает обширный ареал на территории России и является одной из главных лесообразующих пород (Синадский, 1983). Этому виду часто отдается предпочтение при создании лесных культур на гарях вырубках как наиболее приспособленному к различным неблагоприятным услови-

ям роста и имеющему большое хозяйственное значение. Однако инфекционные болезни часто становятся причиной ухудшения санитарного состояния и гибели сосны в питомниках и молодых лесных культурах (Ведерников, Яковлев, 1972; Жуков и др., 2013).

В разные годы в молодняках сосны естественного и искусственного происхождения отмечались случаи массового распространения бо-

лезней хвои (обыкновенного, снежного, серого шютте, ржавчины хвои) и некрозно-раковых заболеваний (ржавчины побегов, или соснового вертуна, побегового рака, ценангиевого некроза) с сильной степенью поражения растений (Ванин, 1931; Трошанин, 1952; Ведерников, Яковлев, 1972; Синадский, 1983; Крутов, 1989). В периоды эпифитотий патогенные микромицеты – возбудители этих заболеваний – были хорошо изучены и подробно описаны, что в дальнейшем способствовало ограничению их распространения. Однако в настоящее время на территории России все чаще отмечаются усыхание насаждений и вспышки заболеваний, вызванных новыми и малоизученными видами грибов (Булгаков, 2007; Соколова, Фомина, 2007; Жуков и др., 2013; Мусолин и др., 2016; Ильичев, Шуваев, 2016). Встречаемость многих из них до недавнего времени была ограниченной, вследствие чего они не рассматривались в качестве серьезной угрозы для сосны, произрастающей в лесных насаждениях. Одним из таких патогенных грибов является *Sphaeropsis sapinea* (Fr.) Dyko & B. Sutton (= *Diplodia pinea* (Desm.) J. Kickx f.) – возбудитель сферопсисового некроза, или диплодииа. Заболевание широко распространено во всем мире, поражает различные хвойные породы, но наиболее значительный вред причиняет сосне в культурах и естественных насаждениях (Sinclair, Lyon, 2005; Brodde et al., 2019). Распространение крупных очагов диплодииа с массовым поражением сосновых древостоев отмечалось по всей Европе (Jankovský, Palovčíková, 2003; Oliva et al., 2013; Adamson et al., 2015; Brodde et al., 2019), в Азии и США (Sinclair, Lyon, 2005), Южной Африке (Zwolinski et al., 1990; Bihon et al., 2010) и Новой Зеландии (Chou, 2009), а также в сопредельных с Россией странах – Украине (Голубцова, 2008) и Беларуси (Ярмолевич, Азовская, 2014).

В Европейской части России сообщалось о случаях выявления гриба *S. sapinea* на сосне на объектах озеленения, в лесных питомниках и молодняках на Кавказе (Ванин, 1931), в Краснодарском крае, Тверской, Московской, Самарской и Ульяновской областях (Шероколава и др., 2008; Жуков и др., 2013), Республике Карелия (Adamson et al., 2015) а также в Красноярском крае (Жуков и др., 2013).

В Московской области первые случаи поражения диплодиезом стали обнаруживаться с 2002 г. на сосне обыкновенной в питомниках и на интродуцированных видах: сосне горной (*Pinus mugo* Turra), с. сибирской (*P. sibirica*

Du Tour) и с. черной (*P. nigra* J. F. Arnold) в декоративных городских и частных посадках (Соколова и др., 2006; Соколова, Колганихина, 2009; Уманов, 2009; Жуков и др., 2013). При этом гриб *S. sapinea* обычно рассматривался как редкий вид (Соколова и др., 2006). Однако в 2017 г. в регионе впервые была зарегистрирована эпифитотия диплодииа в молодых лесных культурах сосны обыкновенной (Шишкина Анна А. и др., 2020). Вспышка диплодииа охватила не только Московскую область, но и ряд других регионов: Владимирскую, Тверскую, Нижегородскую, Рязанскую, Самарскую, Саратовскую, Воронежскую, Липецкую и Тюменскую области, Республики Татарстан, Марий Эл, Мордовия и Чувашия (Обзор..., 2023). До 2017 г. при обследованиях молодых лесных культур сосны ни нами, ни другими специалистами подобные случаи массового поражения побегов грибом *S. sapinea* не выявлялись.

Сведения о распространении диплодииа в лесных насаждениях крайне важны, поскольку велика вероятность более частых и вредоносных вспышек болезни в будущем (Desprez-Loustau et al., 2007; Brodde et al., 2019). Повышение температуры и учащение засушливых условий, связанные с изменением климата, делают сосну более восприимчивой к диплодиозу (Brodde et al., 2019). В связи с тем, что гриб *S. sapinea* недостаточно изучен в условиях разных регионов России, в том числе и в Московской области, но известен как опасный патоген сосны (Zwolinski et al., 1990; Jankovský, Palovčíková, 2003; Sinclair, Lyon, 2005; Chou, 2009; Bihon et al., 2010; Oliva et al., 2013; Adamson et al., 2015; Brodde et al., 2019), необходимы дальнейшие исследования болезни для разработки системы эффективных защитных мероприятий.

Целью настоящего исследования стало изучение развития эпифитотии диплодииа в условиях Московской области в лесных культурах и естественных молодняках разного возраста, а также оценка последствий болезни.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проведены в 2017–2023 гг. в лесных насаждениях Московской области в рамках работ по проведению государственного лесопатологического мониторинга ФБУ «Рослесозащита». Объектами изучения были участки, занятые сосновыми молодняками искусственного и естественного происхождения

разного возраста, а также взрослые насаждения с подпологовым самосевом и подростом сосны, произрастающими в Егорьевском, Луховицком, Ногинском, Орехово-Зуевском, Шатурском и других районах области.

Большая часть обследованных молодых культур сосны представлена обширными массивами, созданными на гарях 2010 г. в восточной и юго-восточной частях Московской области. В основном это одновозрастные насаждения, но также встречаются разновозрастные культуры из-за неоднократного дополнения или присутствия естественного возобновления. Густота посадки культур варьирует от 3500 до 6600 шт./га, при этом сомкнутость в рядах повышается с увеличением возраста растений. Преобладающие типы условий местопроизрастания – В2 и В3 по типологии П. С. Погребняка (1955). На многих участках отмечено постепенное зарастание междурядий естественным возобновлением березы (*Betula* L.) и осины (*Populus tremula* L.).

Самосев и подрост сосны произрастают под пологом взрослых сосняков, а также на открытых участках, занятых молодыми лесными культурами, или на гарях, оставленных под естественное лесовозобновление. Наиболее часто отмечается групповой характер их распространения, реже – равномерный. Преобладающие лесорастительные условия – В2 и В3.

Надзор за появлением и распространением диплодииоза осуществлялся путем рекогносцировочного и детального обследований (Воронцов и др., 1991). Рекогносцировочные (визуальные) обследования проводились на четырех маршрутных ходах со средней протяженностью каждого около 5–6 км, проложенных в массивах молодняков сосны. Данные о динамике состояния насаждений и степени развития болезни в период эпифитотии и своевременного выявления очагов диплодииоза получали ежегодно один раз за сезон (май–июнь) на каждом маршрутном ходе. Всего было обследовано 73 участка (лесо-таксационных выдела) молодых культур сосны общей площадью 825.9 га (площадь участков с молодыми культурами сосны, пересекаемых маршрутным ходом). Для каждого участка глазомерно оценена встречаемость растений с симптомами диплодииоза, средняя степень поражения кроны и доля растений с поражением центрального побега.

Детальные учеты осуществлялись в очагах диплодииоза на временных пробных площадях с пересчетом не менее 100 деревьев по непрошедшей ходовой линии. На некоторых участках

проводились повторные пересчеты с периодичностью в 1–3 года для получения данных о динамике состояния сосны. С 2017 по 2023 г. в общей сложности было оценено состояние 6802 экз. сосны на 62 временных пробных площадях. Общая площадь участков, на которых были заложены пробные площади, составила 879.2 га. Для каждого учтенного на пробных площадях растения определялись категория санитарного состояния (Воронцов и др., 1991), степень поражения кроны диплодииозом (%), наличие усыхания центрального побега, деформации ствола, кустистости кроны (замена отмершего центрального побега многочисленными боковыми побегами), ран, смолотечения, поражения другими болезнями и повреждений вредителями.

Встречаемость пораженных растений определялась как доля (%) растений с признаками болезни к общему числу учтенных растений. Степень поражения растений оценивалась по доработанной нами шкале (Методические указания..., 1986):

- единичная – поражены единичные боковые побеги, центральный побег не поражен, крона развита нормально;
- слабая – поражено не более 10 % боковых побегов, центральный побег не поражен, крона развита нормально;
- средняя – поражено от 10 до 25 % боковых побегов, центральный побег поражен, крона незначительно деформирована из-за гибели центрального побега;
- сильная – поражено от 25 % и более боковых побегов, центральный побег поражен, крона значительно деформирована из-за неоднократной гибели центрального побега в течение ряда лет, имеет кустообразную форму.

За очаг диплодииоза принимали участок, на котором встречаемость растений, пораженных болезнью в слабой, средней или сильной степени, составляла не менее 10 %. Степень развития очага определялась по встречаемости пораженных диплодииозом растений: слабая – 11–20 %, средняя – 21–30 %, сильная – более 30 %. Для выявления зависимости между уровнем болезни и погодными условиями рассчитывались значения гидротермического коэффициента увлажнения (ГТК) Г. Т. Селянинова (1928) как отношение количества осадков (мм) за период времени с температурами воздуха выше 10 °С к сумме активных (выше 10 °С) температур за тот же период.

Для оценки вредоносности диплодииоза измеряли прирост по высоте за 2017 г. (год выявления эпифитотии) и 3 последующих года (Во-

ронцов и др., 1991), при гибели центрального побега – замещающий его боковой побег, лидирующий среди остальных и сформировавший вторичную вершину. Для этого отбирали пораженные в разной степени и здоровые (в качестве контроля) деревья. Приросты были измерены у 225 растений на 10 участках с молодыми культурами сосны.

Для определения видового состава дендротрофных микромицетов при каждом учете на маршрутных ходах и временных пробных площадях отбирали образцы усыхающих и усохших побегов (около 20 побегов в одном образце) для их дальнейшего лабораторного исследования. В ходе проведения микроскопического анализа использовали стереоскопический микроскоп МСП-1, бинокулярный микроскоп Micros MC 300 Austria, микрометр окулярный винтовой МОВ-1-15×. Обнаруженные в образцах грибы определяли с использованием отечественной и зарубежной литературы (Визначник..., 1971; Журавлев и др., 1979; Sinclair, Lyon, 2005; Жуков и др., 2013; Карпун и др., 2021). Для подтверждения идентифицированных видов микромицетов проведен молекулярно-генетический анализ части образцов на базе отдела мониторинга состояния лесных генетических ресурсов ФБУ «Рослесозащита» по общепринятой методике (Падутов и др., 2007). Для определения *S. sapinea* ис-

пользовали видоспецифические праймеры – DpF СТТАТАТАТСАААСТАТГСТТТТГ-ТА и BotR СТТАТАТАТСАААСТАТГСТТТТГ-ТА. Латинские наименования видов грибов указаны в соответствии с базой данных Index Fungorum (2024).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Распространение очагов диплодииа в 2017–2023 гг. В год возникновения эпифитотии диплодииа в Московской области общая площадь выявленных очагов составила 1738.2 га. В течение последующих лет она увеличивалась за счет обнаружения новых очагов и достигла к концу 2020 г. значения 2033.5 га (рис. 1). С 2021 г. началось ее постепенное сокращение в результате частичного затухания очагов болезни, к концу 2023 г. она составила 1351.2 га (Обзор..., 2024).

За весь период наблюдений самые обширные площади очагов выявлены в Орехово-Зуевском, Луховицком, Ногинском и Егорьевском лесничествах (восток и юго-восток Московской области). Это может быть объяснено тем, что в этой части области сконцентрирована основная часть массивов лесных культур, созданных на горяч 2010 г.

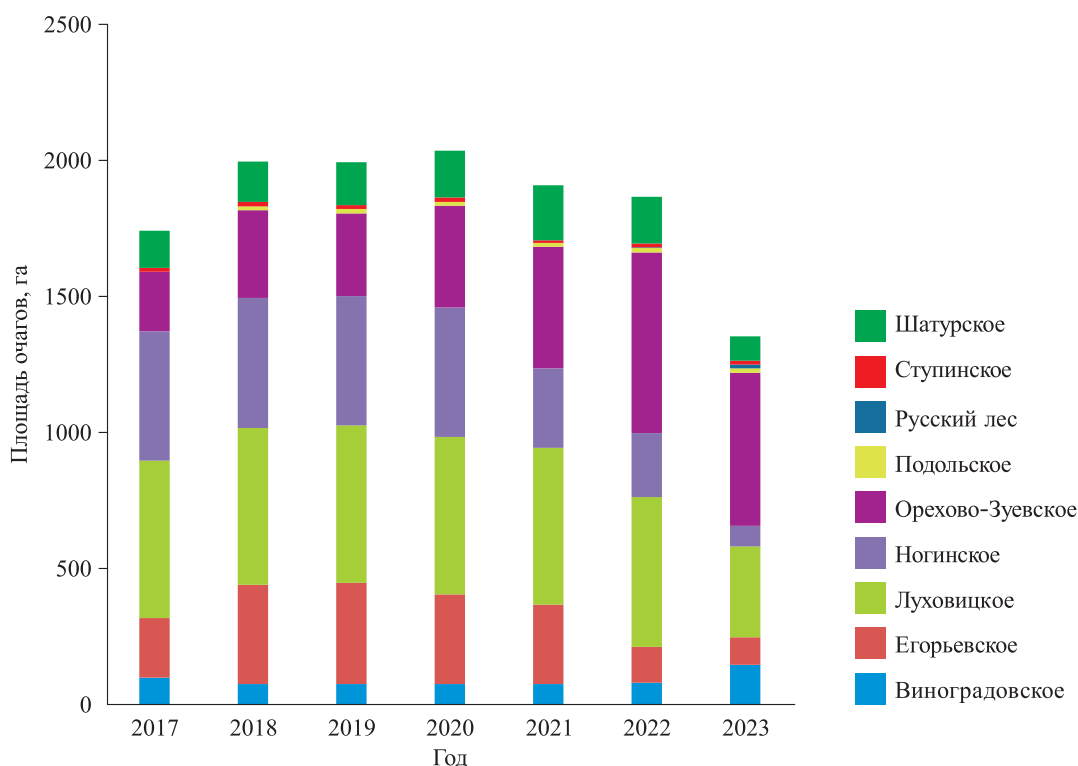


Рис. 1. Площади очагов диплодииа за годы эпифитотии по лесничествам Московской области (Обзор ..., 2024).

Симптомы диплодииоза и сроки их появления в условиях Московской области. В молодых культурах сосны возрастом от 4 до 20 лет основными симптомами болезни являются усыхание и деформация боковых и вершинных побегов текущего года по всей кроне (рис. 2).

По нашим наблюдениям, первые признаки поражения побегов появляются в конце мая – начале июня. На еще зеленых тканях молодых побегов появляются красновато-бурые пятна –

некрозы с выступающими капельками смолы вытянутой формы длиной от 1 до 6 см и более (рис. 3, а).

Пораженные побеги выше области некроза теряют тургор и увядают. В дальнейшем в течение лета происходит усыхание части побега выше некроза. Хвоя также отмирает, повисает вниз, постепенно опадает или частично сохраняется. Усохшие в текущем году побеги и хвоя приобретают соломенно-желтый или красновато-



Рис. 2. Общий вид лесных культур сосны, пораженных диплодииозом в сильной степени (фото Анны А. Шишкиной).



Рис. 3. Поражение диплодииозом молодых неодревесневших побегов: красно-бурый некроз (а) и повисшие в виде крючков увядшие побеги (б) (фото Анны А. Шишкиной).

то-бурый цвет. Постепенное отмирание побегов может продолжаться до глубокой осени. Погибшие в прошлые годы побеги и хвоя становятся пепельно-серыми и очень ломкими.

В области некрозов нередко происходит деформация побегов, при этом они свисают вниз, загибаясь в виде крючков (рис. 3, б). Наиболее развитые побеги из вершинной мутовки часто усыхают без деформации.

Спороношения гриба *S. sapinea* (пикниды) при благоприятных погодных условиях образуются уже в конце мая и продолжают развиваться в течение всего вегетационного периода до поздней осени. Пикниды начинают формироваться в области некрозов (рис. 4, а), а позднее

покрывают всю усохшую часть побегов и хвою (рис. 4, б).

Пикниды *S. sapinea* полупогружены в субстрат и выступают из разрывов эпидермиса коры или хвои в виде темно-бурых, почти черных, округлых или продолговатых бугорков диаметром 0.2–0.25 мм (рис. 4, в). Они могут располагаться рядами, реже группами или одиночно. Поверхность усохших в прошлом году побегов и хвои обычно сплошь покрыта обильными спороношениями. Формирующиеся в пикнидах споры (конидии) продолговато-овальные, вначале бесцветные, затем прозрачные желтовато-коричневые, с каплей и зернистым содержимым, без перегородок. Зрелые конидии становятся



Рис. 4. Спороношения гриба *Sphaeropsis sapinea*: в области некроза на молодом неодревесневшем побеге в начале лета (а), сплошные на полностью отмершем побеге поздней осенью (б), пикниды (в) и споры (конидии) (г) (фото Анны А. Шишкиной).

непрозрачными, темно-коричневыми, обычно без перегородок, редко – с одной перегородкой (рис. 4, з). Размер конидий одинаков на побегах и хвое лесных культур, естественного возобновления и опада и составляет $26\text{--}40 \times 12\text{--}16$ мкм.

Симптомом диплодиоза на сосне возрастом до 3 лет (в лесных питомниках, культурах и самосеве) является ее суховершинность. Пораженный центральный побег (вершинка растения) часто отмирает и изгибается вниз крючком. В области некроза или по всей усохшей вершинке обильно формируются спороношения *S. sapinea*. Отмирание верхушечного побега, составляющего большую часть кроны двухлетних сеянцев, часто становится причиной их сильно ослабления и гибели.

Характер поражения естественного возобновления сосны различается на открытых участках и под пологом взрослых насаждений. На открытых участках у молодых деревьев часто наблюдается сильная степень поражения кроны, сопровождающаяся деформацией побегов и стволов. Симптомы схожи с поражением лесных культур. При развитии диплодиоза на сосновом подросте под пологом взрослых насаждений поражаются только единичные побеги, заметной деформации растений не происходит. Это связано с тем, что возбудитель диплодиоза предпочитает развитые побеги с хорошо сформированной корой, характерные для деревьев, произрастающих на открытых участках. Диплодиоз на естественном возобновлении сосны отмечается в лесных насаждениях, примыкающих к очагам заболевания.

У деревьев старше 20 лет в результате развития диплодиоза отмирают единичные побеги текущего года преимущественно в нижней части кроны. Заметного ослабления, искривления ветвей и стволов не наблюдается.

Гриб *S. sapinea* поражает шишки второго года и вызывает их преждевременное опадение. Больные шишки засмольются, а на пораженных чешуйках формируются обильные спороношения. Семена в таких шишках не вызревают.

Обильные спороношения гриба *S. sapinea* часто обнаруживаются во взрослых насаждениях на лесном опаде на различных субстратах: хвое, коре ветвей и стволов упавших деревьев, шишках.

Полное усыхание растений в лесных культурах и естественных молодняках отмечается в единичных случаях в результате интенсивного поражения болезнью всех побегов. Как правило, даже при сильной степени развития дипло-

диоза растения способны в течение нескольких лет восстановить крону за счет формирования боковых побегов, если не будет их повторного поражения.

Полученные сведения о развитии симптомов диплодиоза – новые для Московской области, поскольку ранее болезнь встречалась в регионе значительно реже, а ее массовое распространение в лесных культурах отмечено впервые.

Развитие очагов диплодиоза в комплексе с другими некрозно-раковыми болезнями. Интерес представляет исследование комплексных очагов диплодиоза с другими некрозно-раковыми болезнями, поскольку ранее этот вопрос в молодняках сосны Московской области не изучался, о чем свидетельствует отсутствие литературных данных (рис. 5).

Обследование молодняков сосны показало, что одновременно с диплодиозом на одних и тех же участках и растениях может развиваться склерофомоз – заболевание, схожее по симптомам, но отличающееся по микроскопическим признакам. В качестве возбудителей склерофомоза указываются два вида грибов – *Sclerophoma pithya* (Sacc.) Died. (анаморфа сумчатого гриба *Diaporthe eres* Nitschke) и *S. pithyophila* (Corda) Höhn. (анаморфа сумчатого гриба *Sydowia polyspora* (Bref. & Tavel) E. Müll.) (Соколова, 1984; Стенина, Семакова, 1995; Sinclair, Lyon, 2005). По нашим наблюдениям, в Московской области возбудители диплодиоза и склерофомоза не только часто формируют комплексные очаги, но и могут развиваться совместно на одном растении и на одном побеге. В начале эпифитотии *S. sapinea* и *Sclerophoma* spp. при-

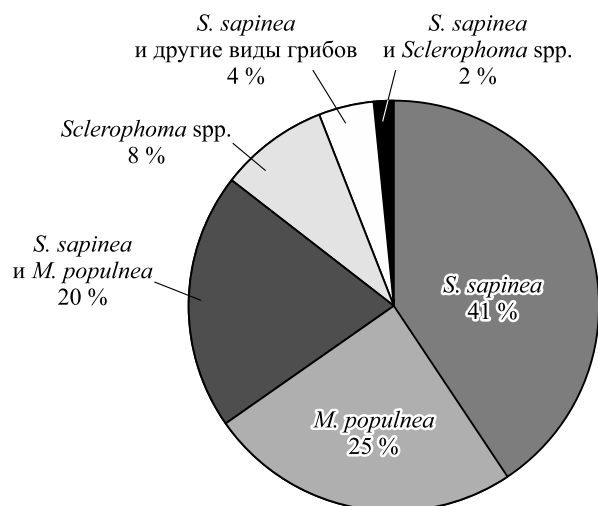


Рис. 5. Встречаемость *Sphaeropsis sapinea* и других видов грибов на пораженных побегах сосны обыкновенной, Московская область, 2021–2023 гг.

нимали участие в поражении побегов приблизительно в равной мере (Шишкина Анна А., Шишкина Анастасия А., 2018), однако в 2021–2023 гг. встречаемость *Sclerophoma* spp. заметно снизилась.

В 2021 г., спустя 4 года после начала развития эпифитотии, в очагах диплодииоза было отмечено распространение соснового вертуна. Болезнь вызывает разнохозяйный ржавчинный гриб *Melampsora populnea* (Pers.) P. Karst. (= *M. pinitorqua* Rostr.), поражающий сосну обыкновенную. Развитие соснового вертуна связано с зарастанием междурядий культур осинной, которая является промежуточным хозяином *M. populnea*. При поражении культур сосновым вертуном у больных деревьев деформируются побеги, ветви и ствол, отмирает верхушечный побег и развивается многовершинность (Трошанин, 1952; Крутов, 1989; Гниненко, 2007). Заболевание отличается от диплодииоза по характерным спороношениям (эциям), которые развиваются на зеленых растущих побегах в конце весны – начале лета и имеют вид золотистых валиков длиной около 1 см, вытянутых вдоль побега. За период наблюдений с 2021 по 2023 г. нами установлено, что возбудители диплодииоза и соснового вертуна способны поражать одно и то же растение и совместно заселять один и тот же побег (рис. 5).

Наиболее высокий уровень поражения сосны отмечается в тех случаях, когда в очагах диплодииоза развиваются склерофомоз и сосновый вертун.

Взаимосвязь степени поражения лесных культур диплодииозом с их возрастом и другими таксационными характеристиками. Наблюдения на маршрутных ходах и временных пробных площадях показали, что наибольшая встречаемость диплодииоза и степень поражения крон характерны для лесных культур возрастом от 3 до 6 лет (рис. 6).

На ряде участков встречаемость больных растений достигала 90–100 % со степенью поражения крон более 30 % и долей усохших центральных побегов 90–100 %. В возрасте 7–11 лет уровень болезни по-прежнему остается высоким, но, как правило, начинается затухание очага – снижается встречаемость пораженных деревьев и степень поражения крон. В молодняках старше 20 лет болезнь отмечается на отдельных деревьях и поражает единичные побеги в кронах. Наши наблюдения согласуются с результатами аналогичных исследований в лесных культурах Республики Беларусь (Азовская и др., 2015). Тенденция последних лет к затуханию очагов связана с тем, что преобладающая часть искусственных молодняков сосны Московской области, созданных на гарях 2010 г., преодолела

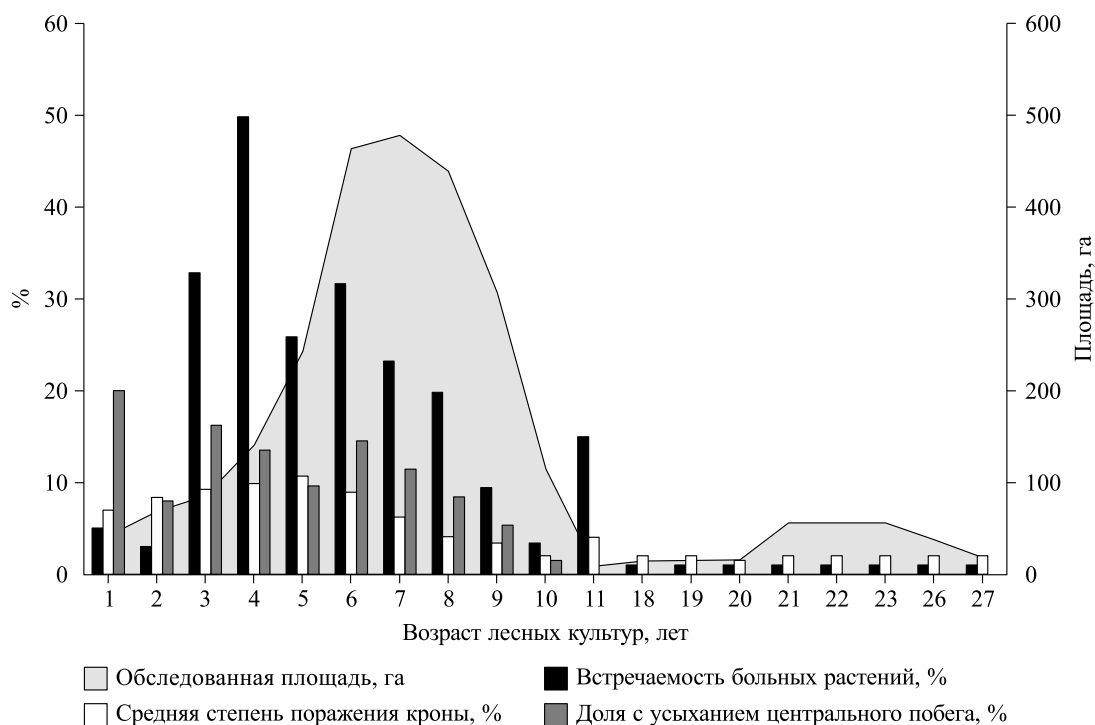


Рис. 6. Пораженность диплодииозом лесных культур разного возраста в Московской обл. (2017–2023 гг.).

к 2023 г. возрастной этап, при котором растения наиболее сильно поражаются диплодиозом.

Установлено, что в условиях Московской области более сильное развитие болезни наблюдалось в разновозрастных, чистых по составу лесных культурах (встречаемость болезни на таких участках в среднем составляла более 70 %, степень поражения кроны – 13 %).

В смешанных культурах сосны с наличием примеси березы и осины отмечалось заметное снижение доли пораженных растений (среднее значение – 40.0 %) и степени поражения кроны (8.7 %). На участках с типом условий местопроизрастания В2 уровень болезни несколько выше (средняя встречаемость 52.2 %, степень поражения кроны 11.9 %), чем при типе условий местопроизрастания В3 (49.7 и 8.2 % соответственно), что может быть связано с менее благоприятными условиями произрастания для сосны и делает ее более восприимчивой к диплодиозу. Не выявлено связи между густотой посадки культур и степенью развития болезни. Установлено, что с ухудшением условий для произрастания сосны (бедные и песчаные почвы, сильное антропогенное воздействие) увеличивается количество растений с деформацией стволов.

В отдельных массивах молодых культур встречаемость болезни и степень поражения растений по-прежнему остается довольно высокой, даже после достижения ими возраста 10 лет. В среднем на таких участках встречаемость диплодиоза составляла 75 % (а на отдельных – до 100 %) и степень поражения кроны – 18.8 %. Особенность таких участков – сильное техногенное воздействие (близость к крупным городам и автомагистралям с интенсивным дви-

жением) и высокая антропогенная нагрузка. Такие условия способствуют ослаблению сосны и снижению ее устойчивости к диплодиозу.

Степень поражения и состояние растений в очагах диплодиоза. В период эпифитотии диплодиоза в Московской области преобладали очаги со средней степенью развития (рис. 7).

При этом прослеживается тенденция к постепенному увеличению доли очагов со слабой степенью (старые затухающие очаги в насаждениях 2014–2015 гг. посадки) и с высокой степенью развития (вновь выявленные очаги в насаждениях, созданных в 2017–2020 гг.).

Вновь возникшие очаги диплодиоза сильной степени развития в лесных культурах сосны, созданных уже после начала эпифитотии, позволяют предположить, что развитие болезни в ближайшие годы не прекратится полностью. Диплодиоз будет сохраняться в насаждениях на фоновом уровне, не причиняя заметного вреда растениям, и формировать новые очаги при благоприятных условиях. Затухающие очаги являются источником инфекции для создаваемых поблизости лесных культур.

Периодические наблюдения на одних и тех же участках сосновых молодняков позволили получить представление о динамике состояния насаждений в очагах диплодиоза по мере увеличения возраста деревьев и в зависимости от погодных условий (см. таблицу, рис. 8).

Наибольшая степень поражения сосны наблюдалась в 2017 и 2018 гг. В последующие годы встречаемость пораженных в текущем году растений и степень поражения крон начали снижаться, однако увеличилась доля искривленных растений, что ухудшает категорию санитарного

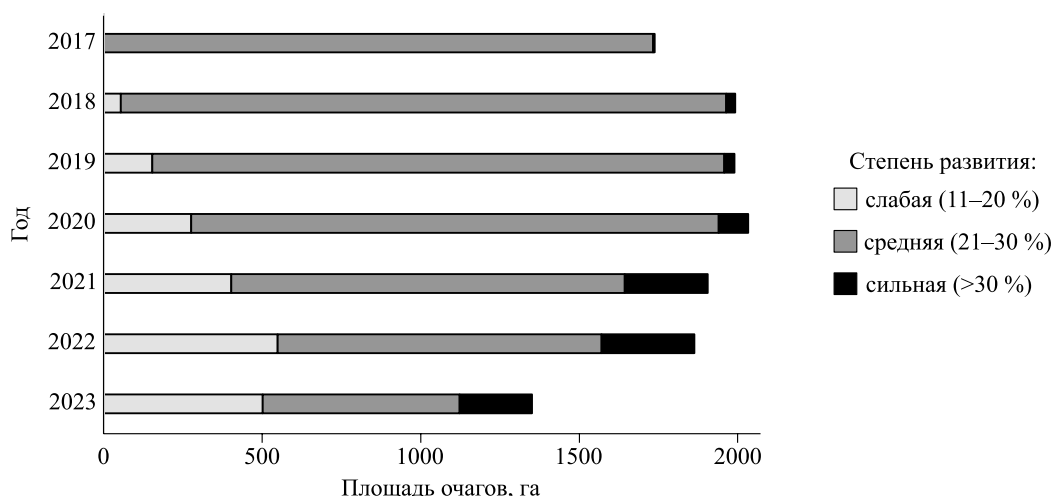


Рис. 7. Распределение очагов диплодиоза по их степени развития (Московская область, 2017–2023 гг.).

Степень поражения и состояние растений в очагах диплодииа в период наблюдений с 2017 по 2023 г.

Год	Встречаемость больных растений	Средняя степень поражения крон	Доля растений			Средне- взвешенная категория состояния
			с усыханием центрального побега	с искривлением ствола*	с деформацией вершины*	
			%			

Очаг в Майском участковом лесничестве Шатурского лесничества (разновозрастные лесные культуры, годы посадки и дополнений: 2006, 2007, 2011, 2013)						
2017	100.0	24.1	71.4	—	—	2.04
2018	100.0	26.3	61.0	—	—	2.61
2020	92.0	13.2	13.0	19.0	51.0	2.08
2022	48.0	9.5	8.0	73.0	10.0	2.21

Очаг в Электрогорском участковом лесничестве Ногинского лесничества (одновозрастные лесные культуры, год посадки: 2014)						
2018	85.0	12.4	17.8	—	—	2.05
2020	54.0	2.5	5.0	62.0	13.0	1.55
2021	12.0	9.6	5.0	36.0	4.0	1.36
2023	9.0	4.6	1.0	36.0	1.0	1.38

* Деформация стволов и вершин стала проявляться как симптом и учитываться с 2020 г.

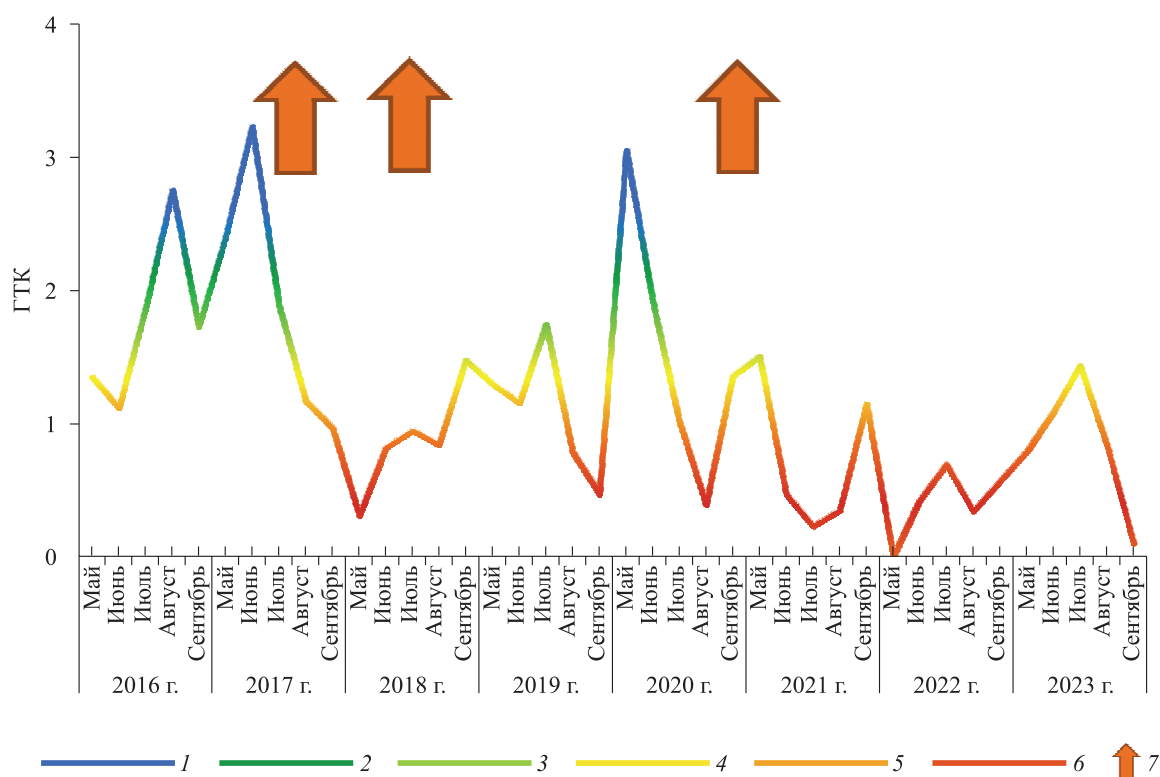


Рис. 8. Среднегодовое значение ГТК за 2016 – 2023 гг. по данным метеостанций «Павловский Посад», «Электроугли» (Расписание погоды, 2019, 2024).

Область увлажнения: 1 – избыточно влажная (ГТК более 1.6); 2 – влажная (1.3–1.6); 3 – недостаточное увлажнения (1.0–1.3); 4 – засушливая (0.7–1.0); 5 – очень засушливая (0.4–0.7); 6 – сухая (менее 0.4); 7 – годы, когда наблюдались пики увеличения степени поражения крон.

состояния насаждений. В период эпифитотии отмечались всплески заболевания, когда происходило резкое увеличение степени поражения крон (2018, 2021 гг.) (см. таблицу).

Обычно этому предшествовали избыточно влажные погодные условия в вегетационный период предыдущего года, что, по-видимому, способствовало активному формированию спо-

роношений и увеличению запаса инфекции в насаждениях (рис. 8).

Более подробный анализ погодных условий в период возникновения эпифитотии приведен в нашей статье (Шишкина Анна А. и др., 2020). Однако в целом наблюдается тенденция постепенного затухания очагов по мере взросления деревьев.

Оценка последствий заболевания. Помимо ухудшения санитарного состояния растений непосредственно в период вспышки, связанного с отмиранием побегов текущего года в кроне (Шишкина Анна А. и др., 2020), одним из наиболее серьезных последствий болезни является массовое усыхание центрального побега или всей вершинной мутовки. По данным учетов в 2023 г., на участках, где в начале эпифитотии наблюдалась сильная степень поражения сосны диплодиозом, практически у каждого растения отмечено искривление ствола (рис. 9, а) или

формирование раздвоенных, лирообразных или кустистых (многоствольных) крон (рис. 9, б, в).

С 2023 г. на деревьях, пораженных несколькими годами ранее и успевших восстановить крону, начал проявляться новый признак, который на более молодых растениях не встречался. В местах сильного поражения и отмирания вершинных мутовок прошлых лет, сопровождающихся искривлением стволов, происходит растрескивание коры с обильным смолотечением (рис. 9, г–ж). На стволах формируются язвы размером от 1 до 5 см в диаметре (иногда крупнее), часто с оголением древесины (рис. 9, е). В области таких ран нередко отмечается слом стволов под тяжестью снега или в результате ветровой нагрузки (рис. 9, ж). Высока вероятность дальнейшего разрастания ран и заражения растений возбудителями гнилевых болезней.

В насаждениях, где степень поражения растений изначально была невысокой, при затухании

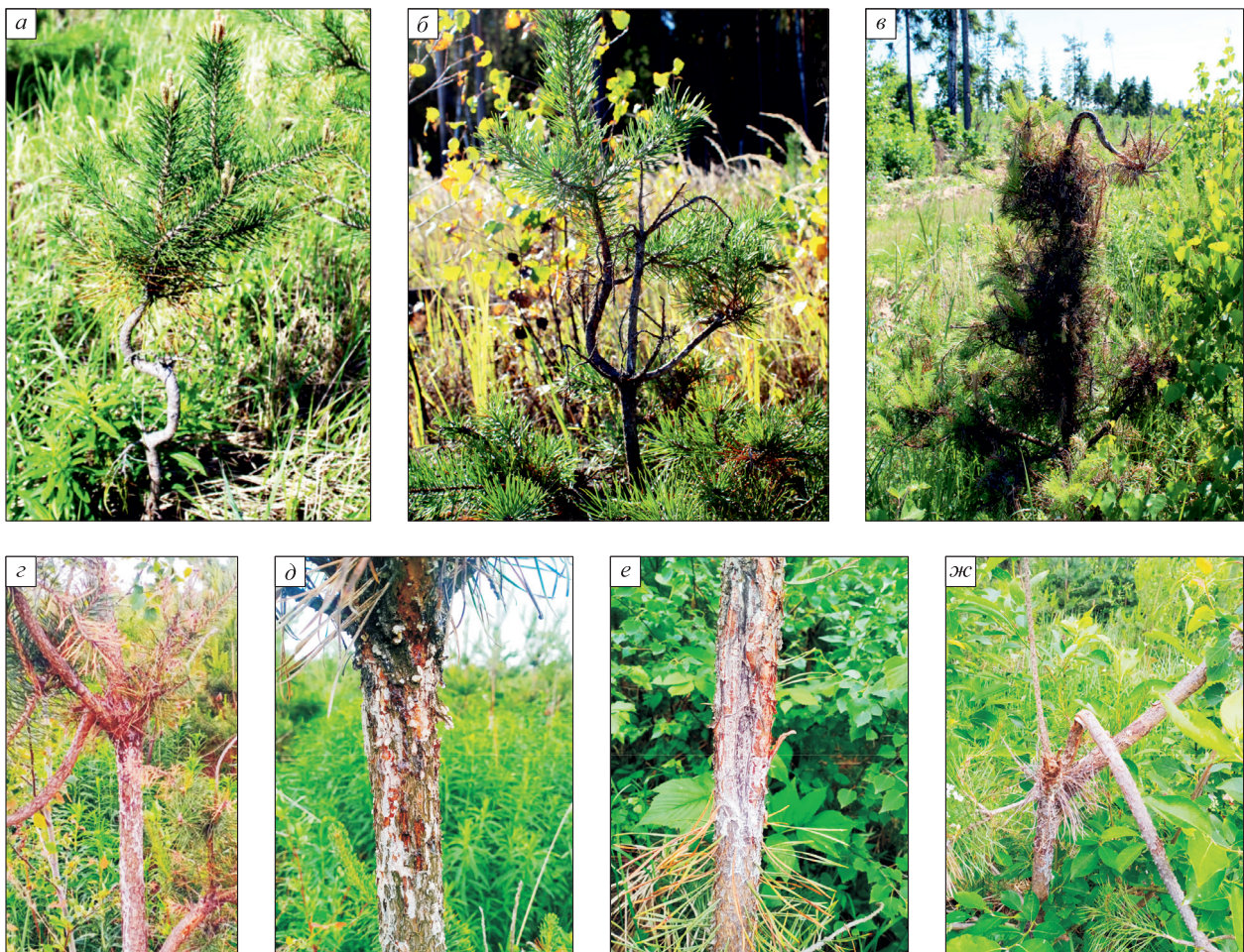


Рис. 9. Последствия поражения сосны диплодиозом в сильной степени.

а – искривление ствола; б, в – кустистость и сильная деформация из-за утраты центрального побега; г, д – растрескивание коры и смолотечение в области поражения прошлых лет; е – открытая рана на стволе; ж – слом ствола в области раны (фото Анны А. Шишкиной).

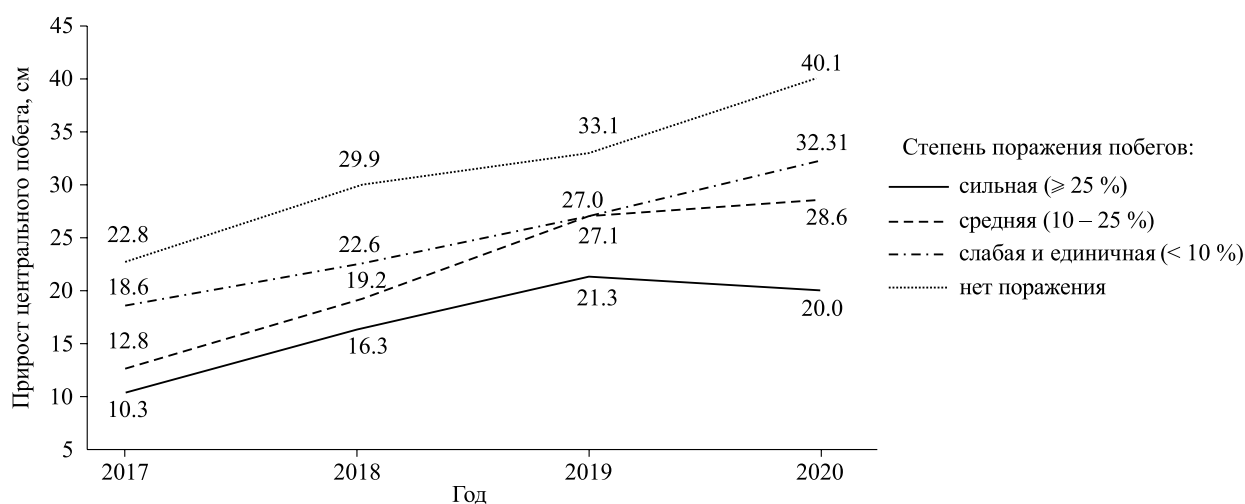


Рис. 10. Приросты вершинного побега у растений с разной степенью поражения диплодией.

вспышки болезни наблюдается восстановление растений без заметного искривления основного ствола и без появления засмоления и ран.

В ходе проведения исследований в очагах диплодииа отмечены повреждения молодых сосен насекомыми-вредителями: побеговым-смолевщиком (син. смоляная хвоевертка (*Retinia resinella* (Linnaeus))), сосновым бражником (*Hyloicus pinastri* (Linnaeus))), рыжим сосновым пилильщиком (*Neodiprion sertifer* Geoffroy), долгоносиками (семейство Curculionidae), в том числе смолевками (*Pissodes* Germar), и сосновым подкорным клопом (*Aradus cinnamomeus* (Panzer))).

Несмотря на то, что вредители выявлялись в редких случаях или только на отдельных побегах в кроне и не оказывали влияния на состояние сосны, они могут быть потенциально опасными в случае увеличения их численности.

По результатам проведенных измерений вершинных приростов установлено, что по сравнению со здоровыми деревьями прирост снижается при слабой и единичной степени поражения диплодией на 26 %, средней – на 31 %, сильной – на 46 % (рис. 10).

По результатам 6-летнего изучения динамики очагов диплодииа в Московской области составлены и апробированы рекомендации производству, включающие методику проведения учетов в очагах диплодииа, подробное описание симптомов болезни, сроков их появления, приуроченности к определенному возрасту насаждений и другим таксационным характеристикам для планирования и проведения наблюдений в рамках государственного лесопатологического мониторинга.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Впервые в 2017 г. в Московской области выявлена эпифитотия диплодииа. Максимальный уровень развития болезни зарегистрирован в 2017, 2018 и 2021 гг., чему предшествовали годы с избыточно влажными погодными условиями в вегетационный период. Максимальная площадь очагов диплодииа (2033.5 га) отмечена в 2020 г. В 2022–2023 гг. происходило постепенное затухание эпифитотии. На основании проведенных наблюдений установлено следующее:

1) в условиях Московской области спорношения гриба *S. sapinea* (пикниды) при благоприятных погодных условиях образуются уже в конце мая и продолжают развиваться в течение всего вегетационного периода до поздней осени;

2) наиболее сильная степень развития болезни отмечалась в разновозрастных, чистых по составу лесных культурах, произрастающих в типах условий местопроизрастания В2 и при повышенной антропогенной нагрузке. Густота посадки не оказывала существенного влияния на степень распространения болезни. С ухудшением условий для произрастания сосны, увеличивается количество растений с деформацией стволов. Установлены различия в поражении растений разного возраста: до 3 лет наблюдается суховершинность, от 4 до 20 лет – усыхание и деформация вершинных и боковых побегов текущего года по всей кроне, искривление ствола, кустистость кроны, после 20 лет болезнь поражает единичные побеги, преимущественно в нижней части кроны, не вызывая искривления ветвей и стволов;

3) *S. sapinea* способен формировать комплексные очаги с возбудителями склерофомоза

(*Sclerophoma* spp.), соснового вертуна (*M. populnea*) и развиваться совместно на одном и том же растении и побеге. В комплексных очагах диплодиоза, склерофомоза и соснового вертуна значительно повышается уровень поражения сосны. Характер совместного развития указанных возбудителей некрозно-раковых болезней сосны описан для региона впервые;

4) возраст лесных культур сосны, при котором наблюдалось массовое развитие заболевания с высокой степенью поражения растений, составлял от 3 до 6 лет. В насаждениях 7–11 лет уровень болезни по-прежнему оставался высоким, но начиналось затухание очагов;

5) на большинстве участков в первые годы эпифитотии (2017–2018) наблюдалось массовое поражение растений с высокой степенью поражения крон. К 2023 г. на этих участках отмечена единичная встречаемость больных сосен и затухание очагов диплодиоза. Однако во вновь создаваемых лесных культурах велика вероятность возникновения новых очагов заболевания;

6) поражение диплодиозом молодых культур сосны приводит к снижению прироста по высоте. Повышение степени поражения сосны способствует более значительному снижению прироста. Вред, причиняемый диплодиозом, заключается не только в непосредственном ослаблении растений в результате отмирания побегов, но и в деформации побегов, ветвей и стволов молодых сосен. После затухания очагов, даже при постепенном восстановлении кроны, формирующиеся древостои характеризуются высокой долей деформации стволов, многовершинностью (кустистостью крон), наличием язв на стволах. Все это снижает товарные качества будущих древостоев и делает их подверженными ветровалу и бурелому.

Новые данные о симптомах диплодиоза в сосновых насаждениях разного возраста и происхождения, а также сроках их появления в условиях Московской области, могут быть использованы для планирования и проведения мониторинга болезней в молодняках сосны и при разработке системы защитных мероприятий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Азовская Н. О., Ярмолевич В. А., Баранов О. Ю. *Sphaeropsis sapinea* как основной возбудитель усыхания побегов *Pinus sylvestris* L. в Беларуси // Проблемы лесной фитопатологии и микологии: Материалы IX Международной конференции. Минск, 2015. С. 17–20.
- Булгаков Т. С. Дотистромоз – новое опасное заболевание сосны крымской на юге России // Акт. пробл. лесн. компл. 2007. № 17. С. 109–113.
- Ванин С. И. Курс лесной фитопатологии. Л.: Гослесбумиздат, 1931. 326 с.
- Ведерников Н. М., Яковлев В. Г. Защита хвойных сеянцев от болезней. М.: Лесн. пром-сть. 1972. 90 с.
- Визначник грибів України. Т. III. Незавершені гриби / под ред. Д. К. Зерова. Київ: Наук. думка, 1971. 696 с.
- Воронцов А. И., Мозолевская Е. Г., Соколова Э. С. Технология защиты леса. М.: Экология, 1991. 304 с.
- Гниненко Ю. И. Сосновый вертун в России // Акт. пробл. лесн. компл. 2007. № 17. Р. 124–127.
- Голубцова Ю. И. Фитотрофные микромицеты основных лесобразующих пород Новгород-Северского Полесья // Современная микология в России: Материалы 2-го съезда микологов России. М.: Нац. акад. микол., 2008. Т. 2. С. 59.
- Жуков А. М., Гниненко Ю. И., Жуков П. Д. Опасные малоизученные болезни хвойных пород в лесах России. Изд. 2-е, испр. и доп. Пушкино: ВНИИЛМ, 2013. 128 с.
- Журавлев И. И., Селиванова Т. Н., Черемисинов Н. А. Определитель грибных болезней деревьев и кустарников. М.: Лесн. пром-сть, 1979. 248 с.
- Ильичев Ю. Н., Шуваев Д. Н. Состояние клоновых объектов кедров сибирского *Pinus sibirica* Du Roi Республики Алтай: сохранность и перспективы селекции // Сиб. лесн. журн. 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 СНИЦ РАН, 2021. 216 с.
- Крутов В. И. Грибные болезни хвойных пород в искусственных ценозах таежной зоны Европейского Севера СССР. Петрозаводск: Карел. филиал АН СССР, 1989. 208 с.
- Методические указания по экспедиционному лесопатологическому обследованию лесов СССР. Брянск: Брянск. спец. лесоустр. эксп., 1986. 154 с.
- Мусолин Д. Л., Селиховкин А. В., Булгаков Т. С. Дотистромоз хвойных в России и сопредельных странах // Леса России: политика, промышленность, наука, образование: Материалы научно-технической конференции. СПб., 2016. Т. 2. С. 46–49.
- Обзор санитарного и лесопатологического состояния лесов Российской Федерации за 2022 год. Пушкино: ВНИИЛМ, 2023. 323 с.
- Обзор санитарного и лесопатологического состояния лесов Московской области за 2023 год. Пушкино: ВНИИЛМ, 2024. 210 с.
- Падутов В. Е., Баранов О. Ю., Воронаев Е. В. Методы молекулярно-генетического анализа. Минск: Юнипол, 2007. 176 с.
- Погребняк П. С. Основы лесной типологии. Киев: АН УССР, 1955. 456 с.
- Расписание погоды, 2019. https://rp5.ru/Архив_погоды_в_Павловском_Посаде
- Расписание погоды, 2024. https://rp5.ru/Архив_погоды_в_Электрoуглях
- Селянинов Г. Т. О сельскохозяйственной оценке климата // Тр. по с.-х. метеорол. 1928. Вып. 20. С. 165–177.
- Синадский Ю. В. Сосна. Ее вредители и болезни. М.: Наука, 1983. 344 с.
- Соколова Э. С. Экология склерофомоза в культурах сосны // Лесоведение. 1984. № 4. С. 82–86.

- Соколова Э. С., Колганихина Г. Б., Галасьева Т. В., Стрелениук Л. П., Семенова Н. А. Видовой состав и распространение дендротрофных грибов в разных категориях зеленых насаждений Москвы // Лесн. вестн. 2006. № 2 (44). С. 98–116.
- Соколова Э. С., Фомина Л. А. Дотистромоз – малоизвестная болезнь хвои сосны крымской в Ростовской области // Лесн. хоз-во. 2007. № 3. С. 45–46.
- Соколова Э. С., Колганихина Г. Б. Грибные болезни древесных интродуцентов в насаждениях Москвы и Подмосковья // Лесн. вестн. 2009. № 5. С. 145–153.
- Стенина Н. П., Семакова Т. А. Склерофомоз сосны // Защита растений в условиях реформирования агропромышленного комплекса: Тезисы докл. Всерос. съезда по защите раст. СПб., 1995. С. 90.
- Трошанин П. Г. Сосновый вертун и борьба с ним. М.; Л.: Гослесбумиздат, 1952. 45 с.
- Уманов Р. А. Диплодиевый некроз сосны // Лесн. вестн. 2009. № 5. С. 164–165.
- Шероколава Н. А., Скрипка О. В., Александров И. Н. Патогенная микрофлора древесных культур в Европейской части России // Современная микология в России: Материалы 2-го Съезда микологов России. М.: Нац. акад. микол., 2008. Т. 2. С. 215.
- Шишкина Анна А., Шишкина Анастасия А. Совместное поражение микромицетами *Sphaeropsis sapinea* (Fr.) Dyko & B. Sutton и *Phomopsis velata* (Sacc.) Traverso побегов сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) в молодых культурах Центральной России // Проблемы лесной фитопатологии и микологии: Материалы X Международной конференции. Петрозаводск, 2018. С. 228–231.
- Шишкина Анна А., Шишкина Анастасия А., Некляев С. Э. Массовое усыхание побегов в молодых культурах сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) в Московской области // Лесохоз. информ. 2020. № 2. С. 66–88.
- Ярмолович В. А., Азовская Н. О. Инфекционное усыхание побегов *Pinus sylvestris* L. в насаждениях Беларуси // Грибные сообщества лесных экосистем. М.; Петрозаводск: Карел. науч. центр РАН, 2014. Т. 4. С. 133–143.
- Adamson K., Klavina D., Drenkhan R., Gaitnieks T., Hanso M. *Diplodia sapinea* is colonizing the native Scots pine (*Pinus sylvestris*) in the northern Baltics // Europ. J. Plant Pathol. 2015. V. 143. Iss. 2. P. 343–350.
- 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 // For. Pathol. 2010. V. 41. Iss. 5. P. 370–375.
- Brodde L., Adamson K., Camarero J. J., Castaño C., Drenkhan R., Lehtijärvi A., Luchi N., Migliorini D., Moreno A. S.-M., Stenlid J., Özdağ Ş., Oliva J. *Diplodia* tip blight on its way to the north: Drivers of disease emergence in northern Europe // Front. Plant Sci. 2019. V. 9. Article number 1818. 12 p.
- Chou C. K. S. *Diplodia* leader dieback, *Diplodia* crown wilt, and *Diplodia* whorl canker // For. Pathol. New Zeal. 2009. N. 7. 7 p.
- Desprez-Loustau M.-L., Robin C., Reynaud G., Déqué M., Badeau V., Piou D., Husson C., Marçais B. Simulating the effects of a climate-change scenario on the geographical range and activity of forest-pathogenic fungi // Can. J. Plant Pathol. 2007. V. 29. Iss. 2. P. 101–120.
- Index Fungorum, 2024. <https://indexfungorum.org/Index.htm>
- Jankovský L., Palovčíková D. Dieback of Austrian pine – the epidemic occurrence of *Sphaeropsis sapinea* in southern Moravia // J. For. Sci. 2003. V. 49. Iss. 8. P. 389–394.
- Oliva J., Boberg J., Stenlid J. First report of *Sphaeropsis sapinea* on Scots pine (*Pinus sylvestris*) and Austrian pine (*P. nigra*) in Sweden // New Disease Rep. 2013. V. 27. Iss. 1. P. 23.
- Sinclair W. A., Lyon H. H. Diseases of trees and shrubs. Ithaca, London: Comstock Publ. Ass., a division of Cornell Univ. Press, 2005. 660 p.
- Zwolinski J. B., Swart W. J., Wingfield M. J. Economic impact of a post-hail outbreak of dieback induced by *Sphaeropsis sapinea* // Europ. J. For. Pathol. 1990. V. 20. Iss. 6–7. P. 405–411.

DIPLODIA SHOOT BLIGHT OUTBREAK IN YOUNG SCOTS PINE STANDS IN MOSCOW OBLAST

Anna A. Shishkina^{1, 2}, N. N. Karpun¹

¹ Saint Petersburg State Forest Engineering University
Institutskiy per., 5, St. Petersburg, 194021 Russian Federation

² Russian Forest Protection Center
Nadsonovskaya str., 13, Pushkino, Moscow Oblast, 141207 Russian Federation

E-mail: asarum89@yandex.ru, nkolem@mail.ru

The article presents the results of a 7-year study of the outbreak of Diplodia shoot blight, discovered in 2017 in young forest stands of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) in the Moscow Oblast. The area covered by the disease at the peak of the epidemic was more than 2 thousand hectares. Previously, such a huge spread of Diplodia shoot blight with a high degree of damaged trees in forest stands of the Moscow Oblast had not been recorded. For the first time in the region, the symptoms of the disease and the periods of their development on pine in forest stands of different ages and origins have been described. New for the Moscow Oblast data on the complex development of the causative agent of Diplodia shoot blight (*Sphaeropsis sapinea* (Fr.) Dyko & B. Sutton) and other pathogenic fungi that cause necrosis and cancer diseases of pine: *Sclerophoma* shoot blight (*Sclerophoma* spp.) and Pine twisting rust (*Melampsora populnea* (Pers.) P. Karst.) has been obtained. It was found that the highest level of the disease is usually observed in plantings aged from 3 to 6 years, afterwards a gradual weakening of the disease begins. The highest occurrence of disease and degree of crown damage were observed in forest plantations of different ages, pure in composition, in B2 type of growing conditions, as well as with a high level of anthropogenic impact. The density of forest plantations did not affect the degree of the disease development. The damage caused by Diplodia shoot blight included both the weakening of plants (up to complete death in isolated cases) as a result of the death of shoots immediately during the outbreak of the disease, and the subsequent deformation of trunks, formation of multi-topped (bushiness) crowns and the cankers, which reduced the resistance of young trees to snow and wind injury and can deteriorate the commercial qualities of the developing forest stands. Based on the results of measuring the growth of apical shoots, inhibition of plant growth due to damage by Diplodia shoot blight was revealed. The results of the study can be used for monitoring diseases in young pine stands and in projecting of a system of plant protection measures.

Keywords: *Sphaeropsis sapinea*, *Pinus sylvestris*, forest crops, diseases of young forest stands, shoot blight of Scots pine, necrosis, twist of shoots, deformation, multi-topped (bushy) plants, decreased increment.

How to cite: Shishkina Anna A., Karpun N. N. Diplodia shoot blight outbreak in young Scots pine stands in Moscow Oblast // *Sibirskij Lesnoj Zhurnal* (Sib. J. For. Sci.). 2025. N. 1. P. 54–68 (in Russian with English abstract and references).