

(Grasso, 1951) было схоже с текущим развитием наблюдаемого нами усыхания *C. sempervirens* в Крыму и Абхазии. Поэтому уже сейчас необходимо принятие хозяйственных решений, основанных на глубоких научных исследованиях с привлечением широкого круга специалистов для снижения потенциального экологического ущерба.

В качестве причин появления новых эпифитотий следует признать интенсивное перемещение посадочного материала между странами и континентами, а также изменение климата, ведущее к снижению устойчивости древесных растений и расширению возможного ареала успешного развития ряда возбудителей инфекционных болезней. При этом, если мы можем лишь незначительно повлиять на климат, то ограничение (вплоть до запрета) торговли сеянцами и саженцами сможет предотвратить возможно еще более катастрофические последствия появления новых болезней для лесов России.

УДК 632.4

ARMILLARIA MELLEA S. L. В ГОРНЫХ ЛЕСАХ КРЫМСКОГО ПРИРОДНОГО ЗАПОВЕДНИКА

*Павлов И.Н.¹, Литовка Ю.А.^{1,2}, Пименов А.В.¹, Руденко М.И.³,
Левченко К.В.³*

¹Институт леса им. В.Н. Сукачева ФИЦ КНЦ СО РАН, e-mail: forester24@mail.ru

²Сибирский государственный университет науки и технологий им. М.Ф. Решетнева

³Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН,
ФГБУ «Комплекс «Крым»

Опенок осенний (*Armillaria mellea sensu lato*), являясь факультативным паразитом, представляет особую опасность для спелых и перестойных лесов, испытывающих определенный уровень стресса (дефицит влаги в почве; порывы ветра, ведущие к повреждению корней; высокая интенсивность инсоляции и др.). По мере накопления древесного отпада и увеличения масштабов его колонизации опенком, возрастает агрессивность гриба по отношению к живым древесным растениям, в том числе и без признаков ослабления. Также исключительной особенностью *A. mellea* является длительное произрастание на отмерших частях живого дерева без нарушения процессов его жизнедеятельности, часто с формированием сердцевидной гнили.

Проникновение мицелия в камбиальную зону и быстрое окольцовывание еще живого дерева происходит обычно лишь по прошествии определенного времени при наличии и сочетании ряда параметров. Деревья с поврежденной грибом корневой системой без внешних признаков угнетения часто легко вываливаются в результате сильных порывов ветра. Иногда, в случае массового распространения возбудителей корневых гнилей, происходит обширный ветровал.

Среди причин произошедшего в 2007 г. вывала букового древостоя в горных лесах Крымского природного заповедника не следует исключать роль корневых патогенов. Ветровал произошел 23-24 марта 2007 г. в Альминском лесничестве Крымского природного заповедника на площади более 90 га. В большей мере вывалу оказались подвержены высокополнотные (0,7-0,8) и высокобонитетные (2) 100-130-летние смешанные насаждения *Fagus orientalis* Lipsky и *Carpinus betulus* L. высотой 23-28 м на ветроударном склоне 10° северной экспозиции (высота над уровнем моря 780 м).

Несмотря на прошедший длительный период времени, при детальном обследовании лесов Крымского природного заповедника в 2017 г., особенно в его низкогорной части, установлено значительное распространение возбудителей корневых гнилей, развившихся еще в предшествующий ветровалу период.

Среди культур дереворазрушающих грибов, выделенных из пораженной древесины корней бука, преобладали грибы комплекса *A. mellea* s.l. Об интенсивном развитии патологического процесса свидетельствует не только высокая встречаемость типичных симптомов поражения древесины и ризоморфообразования, но и формирование плодовых тел на корнях живых деревьев, отмеченное в некоторые благоприятные года. Также установлено участие опенка в усыхании низкобонитетных (5) 60-летних насаждений *F. orientalis* и *C. betulus* вегетативного происхождения и дальнейшей биоинтерконверсии древесины на нижнем плато г. Чатыр-Даг (высота над уровнем моря 1050 м).

Из всех взятых образцов древесины в чистую культуру были изолированы штаммы базидиомицетов со схожими макро- и микроморфологическими особенностями, относящиеся к грибам из комплекса *A. mellea* s.l. На питательных средах *in vitro* все изоляты характеризуются как медленно растущие (радиальная скорость роста 0,1–0,5 мм/сут) и формируют характерные для опенка приземистые кожисто-бархатистые колонии с хорошо развитыми, сильно ветвящимися ризоморфами. Подавляющее большинство культур на синтетической среде образуют схожие микроструктуры: мицелий септированный; генеративные гифы светло-коричневого цвета, полупрозрачные; ветвление под острым углом, простое, от умеренного до среднего. Ширина гиф в среднем варьирует в пределах 2,0–3,5 мкм, при старении культуры в мицелии формируются шаровидные вздутия диаметром от 4 до 7,5 мкм; отдельные гифы приобретают шероховатую поверхность, внутри гиф появляются пустоты. Анастомозы умеренные, пряжки отсутствуют; на отдельных гифах образуются внешние образования округлой формы диаметром 3–5 мкм.

Фитопатогенность выделенных штаммов *A. mellea* s.l. *in vitro* оценивали на проростках *Abies sibirica* L. в стерильном песке, под слоем которого разместили предварительно колонизированную грибом и стерильную (контроль) древесину пихты сибирской. Растения инкубировали в климатической камере при температуре 18–24°C и 12-ти часовом фотопериоде в течение 3-х месяцев. Выбор *A. sibirica* в качестве тест-объекта обусловлен достаточно низкой устойчивостью растения к грибам комплекса *A. mellea* s.l. в естественных условиях произрастания (*in situ*).

Гибель сеянцев пихты в опытных вариантах существенно варьировала и находилась в пределах 29–91% от общего количества растений, однако под влиянием 53% изученных штаммов гибель *A. sibirica* превысила 50%. Подавляющее большинство изолятов опенка (90%) в зоне контакта с корнями растений формировали хорошо развитый воздушный мицелий либо плотную мицелиальную пленку площадью более 35–40% визуализируемой зоны наблюдения.

Ризоморфообразование в течение исследуемого периода было умеренным – хорошо развитые разветвленные ризоморфы отмечены у 30% исследуемых культур. Гибель сеянцев пихты от грибов *A. mellea* s.l. подтверждена реинкубацией исходных штаммов из корневой системы погибших растений в среднем в 78% случаев.

В целом, установлена высокая изменчивость выделенных штаммов по патогенности к сеянцам *A. sibirica*, определяемая внутривидовым и межвидовым разнообразием внутри комплекса *A. mellea* s.l., а также обеспеченностью растений в достаточном количестве макро- и микроэлементами, влагой, светом. Отмечаемое в некоторых случаях стимулирование роста надземной вегетативной части в условиях

дефицита питательных веществ объясняется активным использованием сеянцами продуктов жизнедеятельности гриба.

УДК 911.5/9

БОЛЬШИЕ ЦИКЛЫ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ЛЕСА В БИОСФЕРЕ

Ретеюм А.Ю.

МГУ имени М.В. Ломоносова, e-mail: aretejum@yandex.ru

Биосферная роль леса в значительной мере определяется долговременными колебаниями продуктивности, происхождение которых до сих пор остается неясным. Это препятствует диагностике и прогнозированию состояния окружающей среды. Для решения проблемы предлагается использовать сведения о системе солнечных циклов, обнаруженной автором. Существует восьмеричная иерархия основных периодов: 22-летний, 179-летний (≈ 22 года $\times 8$), 1430-летний (≈ 179 лет $\times 8$) и т.д. Каждый из них состоит из двух и четырех частей. Половины периодов сильно отличаются друг от друга по активности Солнца, причем, как правило, нечетные циклы, начиная с 11-летнего, превосходят циклы четные по числу солнечных пятен и величине полного солнечного излучения. Соответственно меняется скорость вращения планеты, контролирующая климат через циркуляцию атмосферы.

Анализ влияния глобальных факторов на лес возможен на базе длительных дендрохронологий. Для данной цели хорошо подходит 7400-летний ряд, полученный по 945 соснам (*Pinus sylvestris* L.) группой скандинавских исследователей (Gruddetal, 2002; Grudd, 2008; Melvinetal, 2013; <https://www.ncdc.noaa.gov/paleo-search/study/17262>).

Одно из преимуществ предлагаемого подхода заключается в том, что точно известны сроки периодов. Конец и начало трех, по крайней мере, больших циклов (179-летнего, 1430-летнего и 11440-летнего) приходится на 1990 г.

Обработка информации по шведской Лапландии с помощью метода наложенных эпох позволила получить следующие результаты.

Установлен факт 179-летней вариации прироста деревьев, особенно ярко проявляющейся в годы нечетных циклов (1811-1989, 1453-1631, 1096-1274 и др.). Толщина колец увеличивается от начала к 80-м годам цикла и после 90-х годов она вновь уменьшается. Середина цикла отмечена внезапным резким ухудшением роста в течение нескольких лет, что отражает переход через временную границу 89-летних подциклов (циклов Ганского-Глейссберга). Аналогичная двухчастная структура с промежуточным этапом найдена у нечетных 358-летнего, 715-летнего и 1430-летнего циклов. Достаточно часто идентифицируется около 40-летний цикл Брикнера-Воейкова.

Полученные материалы создают предпосылки для сверхдолгосрочного прогнозирования, вернее оценки риска ухудшения условий жизни леса на рассматриваемой территории Европы в перспективе. Примерно в 75% случаев через 30-40 лет после начала четных циклов в прошлом происходило падение прироста. Судя по этой закономерности, в ближайшие 10-20 лет в Скандинавии с большей вероятностью нужно ожидать процесс снижения продуктивности лесов.

Ответ на вопрос о правомерности распространения сделанных выводов на пространство большей или меньшей части Европы требует дополнительного изучения феноменов синхронности и асинхронности. По предварительной информации, речь должна идти об отражении обстановки только в северных и средних широтах.