



ОХРАНА И ЗАЩИТА ЛЕСА

УДК 630*453:630*844.2

ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПОРАЖАЮЩЕГО БИОТИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ В ХВОЙНЫХ ЛЕСАХ ЮГА ВОСТОЧНОЙ СИБИРИ

И. Н. ПАВЛОВ, А. Г. МИРОНОВ (СибГТУ)

Глобальные изменения среды обитания древесных растений из-за колебаний климата, интенсивного антропогенного воздействия, роста межрегионального перемещения болезней и вредителей в последние годы способствуют ухудшению санитарного состояния лесов [1, 8, 11]. Отмечается быстрое усыхание как отдельных вполне здоровых деревьев и разновозрастных куртин, так и древостоев в целом. При этом часто первопричина не может быть установлена. Появляются новые по симптомам поражения (ранее не отмеченные в регионе) заболевания деревьев. Если раньше некоторые болезни представляли особую опасность для искусственно созданных или ослабленных насаждений, то в последние десятилетия зафиксированы случаи их патогенного воздействия на, казалось бы, абсолютно здоровые древостои. К числу таких заболеваний можно отнести и армилляриоз — заболевание, вызываемое грибами комплекса *Armillaria mellea sensu lato*.

В комплекс входит несколько видов, отличающихся по морфологии, экологии и патогенности. К. Корхонен в 1978 г. в результате скрещивания гаплоидных чистых культур (mating tests), основанного на методе сексуальной несовместимости разных видов, в структуре комплекса *A. mellea* s. l. на территории Западной Европы (с учетом морфологических и анатомических различий базидиом) выделил пять интрафертильных групп А (*A. borealis* Marxm. & Korhonen), В (*A. cepistipes* Velen.), С (*A. ostoyae* (Romagn.) Herink), D (*A. mellea* (Vahl: Fr.) Kymm.), Е (*A. gallica* Marxm. & Romagn.).

Исторически армилляриоз рассматривался как заболевание ослабленных деревьев, и только в последние 35 лет некоторые виды опенки получили признание как первичные патогены в естественных лесах [10, 13]. В то же время в России и Белоруссии до сих пор преобладает мнение об опенке как о вторичном патогене, способном заражать лесные культуры и деревья, произрастающие в стрессовых условиях [3, 4, 7, 9].

В работе [13] показана высокая патогенность *A. mellea* и *A. ostoyae* (другие виды данного рода — слабые патогены), а также зависимость поражения от благоприятного для опенки гидротермического режима. Физиологический стресс хозяина нарушает баланс устойчивости в пользу патогена.

В разных регионах отмечается различная вредоносность этих двух видов опенки. Так, в США *A. mellea* проявляет сильную патогенность, вызывая деградацию дубовых лесов и гибель хвойных в Калифорнии, в горных же лесах Миссури он оказался вирулентным только по отношению к ослабленным соснам [10]. В целом наибольший вред *A. ostoyae* как первичный патоген причиняет в освоенных лесах умеренного климата Центральной Европы и западной части Северной Америки (наиболее чувствительны 15—30-летние культуры хвойных) [12]. Отмечаемое глобальное изменение климата не может не сказаться на взаимоотношениях опенки и древесных растений.

Сведения о высокой патогенности опенки в таежной зоне России отсутствуют. В хвойных насаждениях Урала и Сибири опенок — типичный представитель спелых и перестойных насаждений, вызывающий незначительный отпад ели, пихты, кедра и лиственницы [2]. При лесопатологическом обследовании высокогорных темнохвойных лесов грибы комплекса *A. mellea* занимают одно из последних мест, рассматриваясь главным образом как сапротрофы. Их присутствие ассоциируется с сухостоем, пнями березы и ольхи кустарниковой и очень редко — с основаниями стволов усыхающих пихт и елей [5].

Не исключая наличия предрасположенности к заболеванию у ослабленных деревьев, следует учитывать и глобальные изменения в состоянии окружающей среды (климат, антропогенное воздействие). Кроме того, позднее начало активной лесозаготовительной деятельности на территории Сибири, различия в климате, возможно, объясняют и некоторое отставание во времени проявления эпифитотии от Европы и Северной Америки.

В нижнем течении р. Караульная (южная тайга) на прилегающих сопках в последнее десятилетие наблюдается интенсивная куртинная гибель сосны обыкновенной, ели сибирской, пихты сибирской. Усыханию подвержены деревья всех классов Крафта (господствующие и подчиненные). Погибают экземпляры, не испытывающие каких-либо признаков угнетения, с хорошо развитой кроной. Продолжительность жизни хвои, ее размеры, прирост побегов не отличаются от средних значений по древостою. При этом гибель наступает очень быстро. В ряде случаев она отмечена после образования текущего прироста с несформировавшейся хвоей. По набору диагностических признаков к основной причине гибели отнесены виды, входящие в комплекс *A. mellea* s. l.

Проведенный нами анализ многочисленных ключей к определению видов *Armillaria*, разработанных для европейских стран, позволил выявить безусловные отличительные морфологические признаки базидиом, которые можно использовать и на территории Сибири. В таблице показаны результаты анализа встречаемости видов *Armillaria* на изученной территории образования эпифитотии. Наиболее агрессивный патоген *A. ostoyae* доминирует на сосне обыкновенной (в том числе на живых деревьях с внедрением под кору).

Сухостой, образовавшийся за достаточно короткий период (5—8 лет) по круговым пробным площадям, составляет от 5 до 33%. По степени очагового поражения сосновые древостои на исследуемых полигонах имеют 3—4-й баллы по 6-балльной шкале [8]. Из хвойных пород наименее подвержена патогенному действию опенки пихта сибирская.

Несмотря на одновозрастность древостоев сосны, в распределении как живых, так и усохших деревьев имеют место две вершины (рис. 1, а). Наличие сухостоя диаметром 16—46 см свидетельствует об интенсивном патогенном характере отпада. Успешная аппроксимация оказалась возможной только с использованием многокомпонентной сме-

Приуроченность видов *Armillaria* к древесным растениям-хозяевам

Вид растения-хозяина	Балл санитарного состояния	Встречаемость, %	Вид <i>Armillaria</i>
Сосна обыкновенная	1	3	<i>A. ostoyae</i>
	2	10	То же
	3	4	—
	5	14	—
	6	3	—
	Ель сибирская	1	1
1	2	<i>A. borealis</i>	
2	4	То же	
5	6	—	
6	2	<i>A. ostoyae</i>	
6	3	<i>A. cepistipes</i>	
Пихта сибирская	2	3	<i>A. borealis</i>
	2	7	То же
Береза повислая	2	5	<i>A. cepistipes</i>
	3	3	<i>A. borealis</i>
Тополь дрожащий	3	4	То же
	6	1	<i>A. ostoyae</i>
	5	9	<i>A. borealis</i>
	5	1	<i>A. ostoyae</i>
	5	3	<i>A. cepistipes</i>
	6	8	То же
6	4	<i>A. borealis</i>	

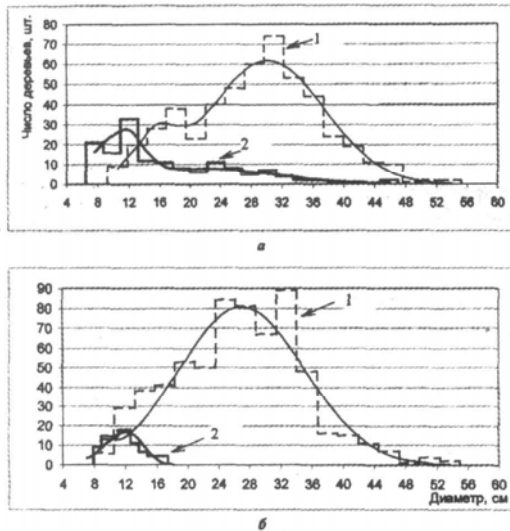


Рис. 1. Распределение деревьев сосны по диаметру в пораженных древостоях (а) и на контроле (б): 1 — растущая часть; 2 — сухой

си нормальных распределений. Первая составляющая в распределении живых деревьев по диаметру ($D_{\text{живых}} = 15,4$ см) образована в результате отсутствия своевременного отпада отстающих в росте деревьев (по генотипу или произрастающие на маломощных почвах). Среди них и образуется первая составляющая сухостоя со средним значением диаметра 11 см. Отпад происходит естественно (действие патогенов вторично) из-за угнетения со стороны соседних деревьев. В дальнейшем именно на их основе усиливаются вирулентность и агрессивность оленка. В итоге вторая составляющая отпада ($D_{\text{отпада}} = 21$ см) образована действием оленка как первичного патогена, что способствует рассечению общего распределения живых деревьев на две составляющие. Наличие сухостоя диаметром 16—46 см свидетельствует об интенсивном патогенном характере отпада.

В качестве контроля было выбрано сходное по таксационно-лесоводственным показателям насаждение без признаков заболевания, примыкающее к древостою с признаками армилляриоза (рис. 1, б). Естественный отпад — в пределах нормы, характерной для здорового древостоя.

В очагах развития армилляриоза установлена значительная гибель подроста: при наличии мицелия на корнях, редко — базидиом. Несмотря на то, что световой режим на месте выпавших деревьев оптимален для роста естественного возобновления, смертность последнего существенно превышает контроль. С удалением от центра количество жизнеспособного подроста увеличивается, что подтверждает патогенное действие оленка.

В развитии любого патогена, в том числе и оленка, необходимым условием вспышки болезни (особенно на первом ее этапе) является образование благоприятных условий для него при одновременном воздействии стрессовых факторов на хозяина. Внешне большинство деревьев не имеет каких-либо симптомов угнетения. И если бы не очаговое усыхание, то рассматриваемые древостои можно было бы отнести к здоровым.

Для исследуемого района характерны маломощные почвы с высокоплодородным гумусовым горизонтом. Вероятно, для данных условий климатическими могут быть древостои с преобладанием пихты сибирской. Практически все почвы исследуемых насаждений относятся к подтипу дерново-карбонатных типичных, для которых характерны малая мощность профиля, красно-бурая или коричневая окраска, многочисленные включения карбонатных пород (известкового щебня), вскипание от 10 %-ного раствора HCl в верхнем гумусовом горизонте, суглинистый гранулометрический состав с небольшим содержанием песчаной фракции. pH водной вытяжки всех исследуемых почвенных горизонтов колеблется в интервале от 6,4 до 7,2, т. е. близка к нейтральной реакции.

Наряду с проведением почвенных разрезов для анализа глубины корнеобитаемого слоя изготовлен металлический щуп (по аналогии с мечом Колесова). В нескольких ради-

альных направлениях на круговых пробных площадях произведено более 600 измерений. При анализе появления очагов усыхания сосны на различных элементах рельефа в сочетании с исследованием глубины корнеобитаемого слоя установлена устойчивая закономерность. На вершинах сопки с очень мелким быстро пересыхающим корнеобитаемым слоем (что крайне неблагоприятно для развития оленка), а также на глубоких почвах (высокая устойчивость хозяина) гибель деревьев практически отсутствует. Наиболее неблагоприятные для сосны условия складываются на неглубоких почвах (корнеобитаемый слой — до 30 см), подстилаемых твердыми горными породами, которые недоступны для корневой системы (рис. 2). В данном случае сосна образует корневую систему с редуцированным стержневым корнем (установлено при многочисленной корчевке пней при строительстве дороги). В молодом возрасте насаждение развивается как высокопродуктивное. Далее, при превышении эдафического потенциала, наступают стрессовые условия, снижающие устойчивость к *A. mellea* s. l. Дополнительным необходимым условием развития болезни является умеренная влажность почвы. Очаги усыхания отсутствуют в местах, где осадки быстро стекают вниз по склону.

Анализ радиального прироста в очагах корневых патогенов выявил существенные различия в динамике. Четко выделяется период с 1920 по 1940 г., когда древостой сосны вступил после смыкания крон в фазу жесткой конкуренции и активной дифференциации. В связи с его разновозрастностью и достаточно равномерным размещением отдельных экземпляров на площади результаты конкуренции неблагоприятно сказываются на всем древостою в целом. Происходит «эффект группового угнетения» [6]. Это сопровождается снижением прироста у всех экземпляров, взятых в качестве моделей (впоследствии все они погибли). Возможно, в тот период и произошло заражение армилляриозом. Развитие инфекции началось на пнях вырубленного древостоя. У деревьев, выбранных в качестве контрольных в том же насаждении (без каких-либо признаков ослабления), отсутствует данный период депрессии. Это подтверждает высокую опасность длительного нахождения древостоя в условиях избыточной загущенности без активной дифференциации и своевременного отпада (часто имеет место на плодородных, но маломощных почвах при одновременном появлении возобновления).

Безусловно, первичными факторами снижения устойчивости являются смена коренных типов леса и антропогенное воздействие. Так, исследуемые разновозрастные насаждения сформировались после рубок главного пользования и последовавших за этим пожаров на маломощных почвах, подстилаемых твердыми горными породами (как следствие, образуется корневая система с редуцированным стержневым корнем), и находятся в зоне хронического атмосферного загрязнения и интенсивного рекреационного влияния.

Глобальное изменение климата, в свою очередь, создавая более благоприятные условия для развития болезней и вредителей, способствует росту биотического воздействия на растения. На рис. 3 отражено возрастание температуры приземного слоя воздуха, наиболее существенно проявившееся в последние два десятилетия. Теплее стало в зимний период, что также создает лучшие условия для зимовки вредителей и болезней. Повышение температуры в мае обеспечивает более раннее начало роста оленка и увеличение продолжительности вегетационного периода.

Указанные факторы являются определяющими для запуска многоэтапного механизма разрушения древостоя, где основная роль принадлежит оленку.

На первом этапе в сосновых древостоях с высокой равномерной полнотой (0,8—1,2) и без ярко выраженных кур-

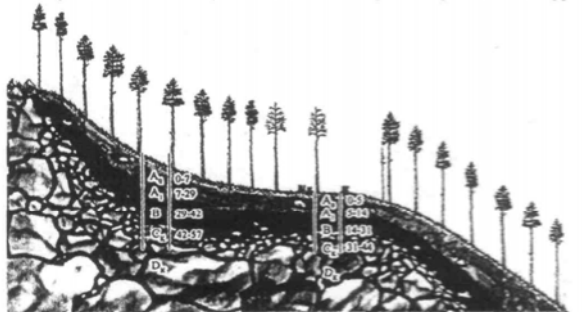


Рис. 2. Эдафические закономерности образования очагов усыхания

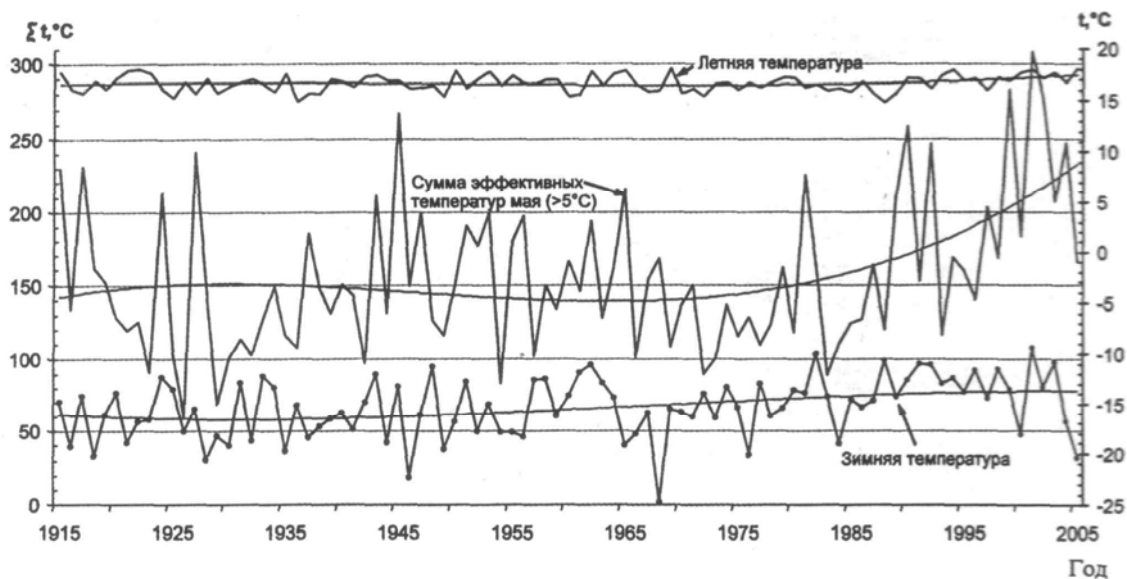


Рис. 3. Изменение температуры приземного слоя воздуха на исследуемой территории

тин усохших деревьев отпаду подвергаются сосна IV—V классов Крафта, а также спелые и перестойные деревья осины и березы. Происходит накопление инфекции. Наличие плодовых тел опенка осеннего на некоторых экземплярах сухостоя, живых и усохающих деревьев и макроскопические особенности гнили свидетельствуют о развитии очага инфекции.

На втором этапе наблюдается гибель деревьев, образующих основной полог насаждения и ослабленных в результате напряженной внутриценотической конкуренции (эффект группового угнетения), воздействия смоляного рака (серянки), других болезней и вредителей нелетального характера. В дальнейшем они становятся центром образования очагов усыхания. В результате отпада отстающих в росте и значительно ослабленных воздействием смоляного рака серянки деревьев в разреженных участках насаждений остаются стоящие единично или в биогруппах экземпляры сосны I—II классов Крафта без каких-либо внешних признаков заболелания.

На третьем этапе лучшая прогреваемость почвы в разреженных насаждениях, интенсивное развитие живого напочвенного покрова, ослабление древостоя рекреационным и техногенным воздействием способствуют усилению вирулентности и агрессивности опенка. Условия, благоприятствующие заражению и массовому воспроизводству патогена, увеличивают вероятность образования более вирулентных рас. В создавшихся «окнах» более вирулентный (чем первоначально) патоген, распространяясь от погибших деревьев через сросшиеся корни по многим направлениям,

воздействует на деревья I—II классов Крафта. Существенно ослабленные деревья не могут сопротивляться стволовым вредителям (малому и большому сосновым лубоедам) в период их массового размножения и погибают. При отсутствии воздействия лубоедов последствия армилляриоза не были бы столь значительны и скоротечны.

Список литературы

1. Алексеев В. А., Астапенко В. В., Басова Ю. Г. и др. Состояние пихтовых лесов Кузнецкого Алатау // Лесное хозяйство. 1999. № 4. С. 51—52.
2. Жуков А. М. Грибные болезни лесов Верхнего Приобья. Новосибирск, 1978. 242 с.
3. Звягинцев В. Б. Распространенность, вредоносность грибов комплекса *Armillaria* в лесах Беларуси и обоснование лесозащитных мероприятий // Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Минская обл., п. Прилуки, 2003. 19 с.
4. Иванов А. И. Агариковые грибы-ксилотрофы Пензенской области // Микология и фитопатология. 1981. Т. 15. № 3. С. 192—197.
5. Петров А. Н. Макромицеты пихтовых лесов Хамар-Дабана / Лесопатологические исследования в Прибайкалье. Иркутск, 1989. 148 с.
6. Погребняк П. С. Общее лесоводство. М., 1968. 440 с.
7. Соколов Д. В. Корневая гниль от опенка и борьба с ней. М., 1964. 183 с.
8. Стороженко В. Г. Гнилевые фауны лесов Русской равнины. М., 2001. 157 с.
9. Федоров Н. И. Корневые гнили хвойных пород. М., 1984. 160 с.
10. Baumgartner K., Rizzo D. M. Distribution of *Armillaria* Species in California // Mycologia. 2001. Vol. 93. № 5. P. 821—830.
11. Hogg E. H., Brandt J. P., Kochtubajda V. Growth and Dieback of Aspen Forests in Northwestern Alberta, Canada, in Relation to Climate and Insects // Can. J. Forest Res. 2000. 32, № 5. P. 823—832.
12. Korhonen K. Fungi Belonging to the Genera *Heterobasidion* and *Armillaria* in Eurasia / Грибные сообщества лесных экосистем: материалы координационных исследований / Под ред. В. Г. Стороженко, В. И. Крутова, М.-Петрозаводск, 2004. Т. 2. С. 89—113.
13. Shaw III G. G., Kile G. A. *Armillaria* Root Disease. Agriculture Handbook № 691. Washington D. C., 1991. 231 p.

УДК 630*453:595.7

ВЛИЯНИЕ ОСАДКОВ И ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА ВЕГЕТАЦИОННОГО ПЕРИОДА НА ВРЕДНОСНОСТЬ ЛИСТОГРЫЗУЩИХ НАСЕКОМЫХ В НАГОРНЫХ ДУБРАВАХ ПОВОЛЖЬЯ

А. А. БЕЛОВ, А. Н. БЕЛОВ (Центрлеспроект)

Осадки и температура воздуха — экологические факторы, определяющие жизнедеятельность насекомых. Гидротермические характеристики среды обитания оказывают не только прямое влияние на физиологическое состояние, скорость роста и развитие особей, интенсивность питания и размножения, но и косвенное — за счет изменения условий существования их естественных врагов (паразитических и хищных организмов, возбудителей заболеваний) и воздействия на осмотические свойства и биохимический состав листьев кормовых пород, а также на качество микростанций, используемых в ходе циркадного ритма активности.

Нагорные дубравы Приволжской возвышенности отличаются частыми и интенсивными вспышками размножения листогрызущих насекомых. Этому способствуют не вполне благоприятные климатические и почвенные условия для дуба на границе его ареала, значительная глубина залегания грунтовых вод, многократное порослевое возобновление древостоев, интенсивное побочное пользование лесом, большая рекреационная нагрузка. Типичными являются комплексные очаги с повышенной плотностью популяций насекомых одновременно нескольких видов. Наиболее часто в их формировании участвуют зеленая дубовая, боярышниковая и другие виды листовёрток, пяденицы, непарный и кольчатый шелкопряды и др. [4].