

УДК 630*443.3

И.Н. Павлов¹, О.А. Барабанова², А.А. Агеев¹¹Сибирский государственный технологический университет²Сибирский федеральный университет

Павлов Игорь Николаевич родился в 1964 г., окончил в 1986 г. Сибирский технологический институт, доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедрой лесных культур Сибирского государственного технологического университета. Имеет более 130 печатных работ в области лесовосстановления, экологии, дендрохронологии, патологии леса.
E-mail: forester24@mail.ru



Барабанова Ольга Александровна родилась в 1981 г., окончила в 2004 г. Сибирский государственный технологический университет, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры экологии и природопользования Сибирского федерального университета. Имеет около 20 печатных работ в области лесовосстановления, таксации леса, экологии.
E-mail: delfi20@yandex.ru



Агеев Александр Александрович родился в 1981 г., окончил в 2003 г. Сибирский государственный технологический университет, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры лесных культур СибГТУ. Имеет более 20 печатных работ в области дендрохронологии, лесовосстановления, экологии.
E-mail: volchok-sun@yandex.ru



СНИЖЕНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ ПИХТОВО-КЕДРОВЫХ ЛЕСОВ ВОСТОЧНОГО САЯНА К КОРНЕВЫМ ПАТОГЕНАМ*

Установлена активизация процессов куртинного усыхания коренных темнохвойных лесов в горах Восточного Саяна, вызванная комплексом корневых патогенов. Снижение биологической устойчивости древесных растений связано с ограничением роста корневых систем пихты и кедра на неглубоких почвах, подстилаемых твердыми горными породами.

Ключевые слова: корневые патогены, устойчивость, Восточный Саян.

С конца XX в. в горах Восточного Саяна наблюдается интенсификация процессов усыхания пихтОВО-кедрОВых лесов, значительно превышающая текущий естественный отпад. Гибель деревьев имеет ярко выраженный очаговый характер. Очаги усыхания образуются при различной экспозиции склона. Куртинное усыхание не установлено на вершинах сопков с очень мелким, быстро пересыхающим корнеобитаемым слоем (крайне неблагоприятные условия для развития корневых патогенов), а также на пониженных элементах рельефа с глубокими почвами. Площадь очагов изменяется от 1 до 30 га. Усыханию подвержены деревья всех классов Крафта. Возраст погибших деревьев пихты 70...160 лет. Возобновление темнохвойными породами в очагах удовлетворительное. Гибель подростa пихты единична. Очаговый характер поражения, развитие мицелия, характерные признаки деструкции ксилемы корней, основания ствола, истечение смолы позволили нам сделать предположение о воздействии корневых патогенов.

Исследования проведены на юго-западном склоне Восточного Саяна (Кизирское лесничество). Эта территория относится к Алтае-Саянской горной лесорастительной области, Северной Алтайско-Саянской лесорастительной провинции [2].

* Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, грант № 10-04-00663-а.

Таксационная характеристика очагов усыхания

Показатель	№ пробной площади									
	79/3	79/5	80/2	80/11	81/4	110/19	75/35	139/1	138/11	155/9
Абсолютная высота, м	952...970	911...978	998...1073	890...964	841...975	810...933	952...974	834...784	888...757	712...771
Экспозиция склона, уклон, град	Плато	СВ	Ю, 15	ЮЗ, 14	3, 14	СВ, 24	Ю, 16	Ю, 21	Ю, 19	3, 10
Площадь усыхания, га	14,60	5,60	16,20	31,80	25,50	16,10	0,77	0,59	20,20	11,10
Состав леса до усыхания	4П2Е2К2Б	4П1Е1К4Б	9П1К	10П+К	10П+К	10П+К	9П1К	10П, ед.К	9П1К	7П1К2Б
Возраст, лет:										
лихты	160	110	120	120	110	120	140	120	120	130
кедра	260	180	240	240	210	240	220	140	190	220
Класс бонитета	IV	IV	IV	IV	IV	IV	IV	IV	IV	III
Тип леса	Пвцтз	Пвкт	Пвкт	Пчцтз	Пчзм	осч	Посвз	Пвкт	Посзм	Посч
Почва	Горно-таежная средне-подзолистая легко-суглинистая свежая средне-мошная	Бурая оподзоленная зеленная легко-суглинистая влажная средне-мошная	Бурая оподзоленная зеленная легко-суглинистая сухая средне-мошная	Бурая оподзоленная легко-суглинистая сухая средне-мошная	Горно-таежная с Al, Fe легко-суглинистая сухая средне-мошная	Дерново-подзолистая супесчаная очень сухая мало-мошная	Горно-таежная слабо-подзолистая легко-суглинистая влажная средне-мошная	Бурая оподзоленная средняя суглинистая влажная средне-мошная	Горно-таежная подзолистая средне-суглинистая свежая средне-мошная	Дерново-подзолистая легко-суглинистая сухая средне-мошная
Корневые патогенны, найденные на ИП:										
<i>Heterobasidion parviporum</i>		+		+	+	+	+	+	+	+
<i>Armillaria mellea</i> s.l.	+	+		+	+	+	+	+	+	+
<i>Phellinus sulphurascens</i>	+			+	+		+	+		

В естественных условиях обильное образование плодовых тел корневой губки встречается крайне редко [3, 4], что во многом усложняет диагностику заболевания. Плодовые тела формируются при необходимых для этого увлажнении, затенении, температурном режиме. Неподходящими условиями являются как жаркий, непродолжительный и зачастую засушливый летний период на территории сосняков Сибири, так и избыток влаги при недостатке тепла в темнохвойных лесах. Для стимулирования роста плодовых тел корневой губки [1] на исследуемой территории в начале вегетационного периода в очагах куртинного усыхания была произведена раскопка корней сильно ослабленных и усыхающих деревьев пихты и кедра. Корни накрывались непрозрачным перфорированным полиэтиленом, ветвями, мхом, травой, древесным опадом. Таким образом была смоделирована естественная среда образования плодовых тел корневой губки, создающаяся, например, при вывале деревьев или в норах землеройных животных. При этом следует иметь в виду, что избыток влаги так же вреден для развития базидиом, как и ее недостаток.

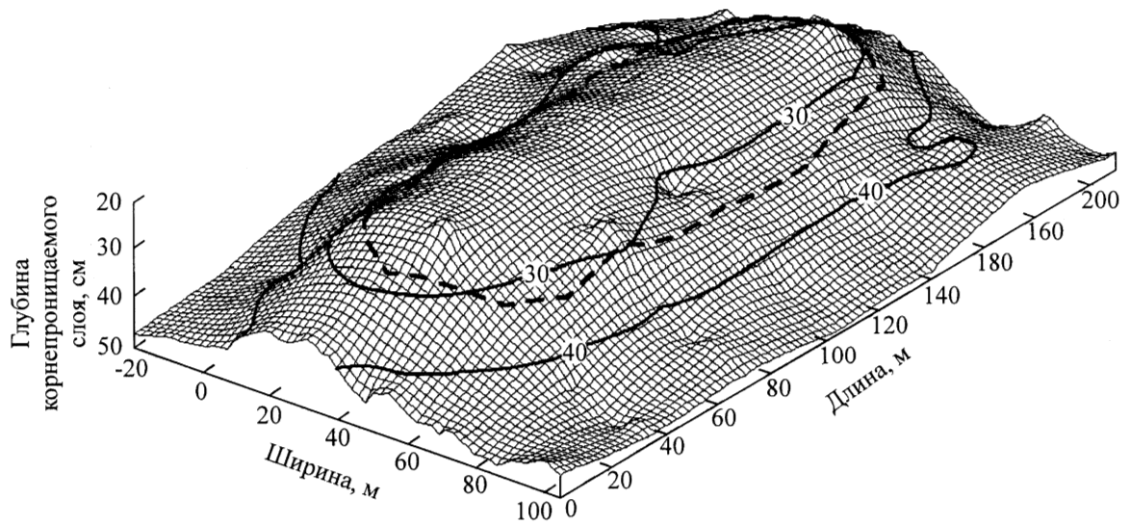
На изучаемой территории распространены маломощные и среднемощные почвы. Наряду с описанием почвенных разрезов, для определения глубины корнеобитаемого слоя был изготовлен металлический щуп (по аналогии с мечом Колесова). Измерения проводились от центра очагов усыхания в нескольких радиальных направлениях с шагом 1...2 м.

При обследовании очагов куртинного усыхания найдено большое количество плодовых тел корневой губки (*Heterobasidion parviporum* Niemelä & Korhonen), веера мицелия опенка (*Armillaria mellea* s.l.) под корой усыхающих деревьев и свежего сухостоя, а также плодовые тела малоизученного в России корневого патогена *Phellinus sulphurascens* Pilat. с характерными признаками деструкции ксилемы *Pinus sibirica* Du Tour и *Abies sibirica* Ledeb. Присутствие корневых патогенов на пробных площадях показано в таблице. Четкой границы поражения древостоя разными корневыми патогенами не установлено.

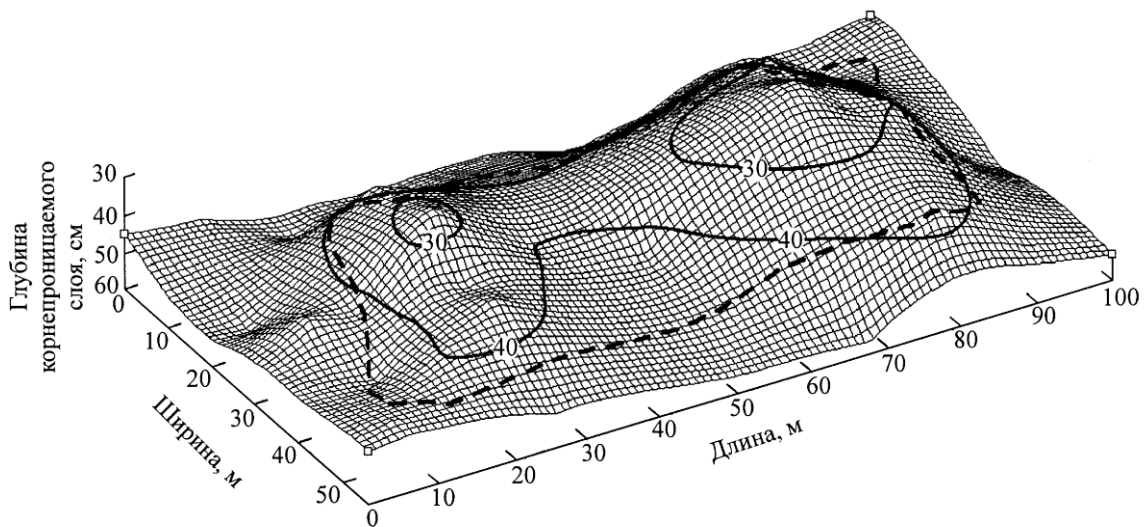
Анализ орографических закономерностей образования крупных очагов куртинного усыхания (инициированных корневыми патогенами) показал их отсутствие на вершинах сопков. Исключением является участок 79/2, представляющий собой плато протяженностью около 1000 м с понижением в центре. Высотным ограничением служит отметка 1 тыс. м над уровнем моря. Причина заключается в недостатке эффективной температуры для развития корневых патогенов. Только один кластер усыхания располагается на высоте 1000...1080 м, где недостаток тепла компенсируется южной экспозицией очага. Температура – исключительно важный фактор, определяющий не только распространение корневых патогенов, но и их агрессивность. Так, ризоморфы опенка растут в диапазоне температуры почвы 5...28 °С [5]. При средней температуре верхнего 15-сантиметрового слоя почвы 10 °С скорость распространения достигает 1,5 м в год. Даже незначительное повышение температуры приземного слоя воздуха в условиях недостатка тепла в горных условиях значительно влияет на патогенные свойства корневых патогенов.

В пониженных элементах рельефа (в том числе в поймах ручьев) среди возбудителей корневых гнилей доминирует *A. mellea* s.l., которая является причиной единичной и групповой гибели деревьев пихты, ели, кедра. Чаще всего очаги куртинного усыхания наблюдаются в средней части хорошо освещенных склонов ЮВ-Ю-ЮЗ экспозиции. Установлена устойчивая зависимость появления очагов усыхания на различных элементах рельефа Саян от глубины корнеобитаемого слоя. На вершинах сопков с очень мелким, быстро пересыхающим корнеобитаемым слоем (крайне

неблагоприятная среда для развития корневых патогенов), а также на глубоких почвах (высокая устойчивость хозяина) очаги куртинного усыхания не образуются. Наиболее неблагоприятные для пихты и кедра условия складываются на неглубоких почвах (корнеобитаемый слой 15...25 см), подстилаемых твердыми горными породами, не доступными для освоения корнями (см. рисунок). При этом снижение биологической устойчивости древесных растений из-за недостатка влаги и питательных веществ, хорошая прогреваемость почвы приводят к возрастанию вирулентности, агрессивности корневых патогенов и, как следствие, разрастанию очага усыхания за пределы неблагоприятных эдафических условий.



а



б

Выход материнской твердой горной породы, ведущей к снижению глубины корнеобитаемого слоя: а – очаг 75/35; б – очаг 139/1

Биологическая устойчивость пихтово-кедровых лесов снижается также при массовом размножении стволовых вредителей (*Monochamus urussovi* Fisch.; *Ips typographus* L.; *Pityogenes chalcographus* L.). Рост их численности вызывается агрессивной лесозаготовительной деятельностью в регионе.

Выводы

1. Причиной усыхания пихтово-кедровых лесов служит комплекс корневых патогенов (*Heterobasidion parviporum* Niemelä & Korhonen, *Armillaria mellea* s.l., *Phellinus sulphurascens* Pilat.).

2. Основными факторами активизации возбудителей корневых гнилей и последующего куртинного усыхания пихтово-кедровых лесов являются:

увеличение количества и частоты осадков, приземной температуры воздуха;

рубка деревьев, вызывающая распространение корневых патогенов;

рост ветровой нагрузки на леса (вследствие изменения климата и увеличения площадей вырубок), приводящий к развитию раневых гнилей;

рост численности популяций стволовых вредителей (*Monochamus urussovi* Fisch.; *Ips typographus* L.; *Pityogenes chalcographus* L.). Этому способствуют потепление климата, лесозаготовки, наличие деревьев, ранее погибших от возбудителей корневых гнилей. Значительно ослабленные корневыми патогенами деревья не могут обеспечить успешную защиту от насекомых и погибают в период их массового размножения;

техногенное загрязнение, ведущее к общему снижению устойчивости хвойных лесов.

3. Причиной очагового проявления заболевания является снижение биологической устойчивости древесных растений из-за ограничения роста корневых систем пихты и кедра на неглубоких почвах (корнеобитаемый слой 15...25 см), подстилаемых твердыми горными породами. Дисперсионный анализ показал значимое и достоверное влияние глубины корнеобитаемого слоя на образование очагов усыхания ($P < 0,01$).

4. В дальнейшем при проведении восстановительных мероприятий следует исключить посадку лесных культур на участках с такими почвами. Для этого необходимо заранее, например до проведения различных видов рубок, отметить места куртинного усыхания с помощью GPS. Очаги, в том числе и потенциальные, оставляются под естественное зарастание.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Закономерности образования очагов *Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref. s. str. в географических культурах сосны обыкновенной (Минусинская котловина) / И.Н. Павлов [и др.] // Хвойные бореальной зоны. 2008. Т. 25, № 1–2. С. 28–36.

2. Коротков И.А. Лесорастительное районирование России и республик бывшего СССР // Углерод в экосистемах лесов и болот России. Красноярск, 1994. С. 29–47.

3. Негруцкий С.Ф. Корневая губка. М.: Агропромиздат, 1986. 196 с.

4. Федоров Н.И. Корневые гнили хвойных пород. М.: Лесн. пром-сть, 1984. 160 с.

5. Rishbeth J. The growth rate of *Armillaria mellea* // Transactions of the British Mycological Societ. 1968. № 51. P. 67–70.

I.N. Pavlov¹, O.A. Barabanova², A.A. Ageev¹

¹Siberian State Technological University

²Siberian Federal University

Resistance Reduction of Fir-Cedar Forests of Eastern Sayan Mountains to Root Pathogens

The process activation of bed drying for primary dark coniferous forests in the Eastern Sayan Mountains caused by a complex of root pathogens is established. The reduction of biological resistance of woody plants is connected with growth limitation of fir and cedar root systems on shallow soils underlain by hard rocks.

Keywords: root pathogens, resistance, Eastern Sayan Mountains.
