

## Пиротравмы растений в условиях хвойно-широколиственных лесов Среднего Приамурья и их индикаторное значение

Н. Р. СУХОМЛИНОВ, В. В. СУХОМЛИНОВА

Дальневосточная государственная социально-гуманитарная академия  
679000, Биробиджан, ул. Широкая, 70а  
E-mail: hingan@on-line.jar.ru

### АННОТАЦИЯ

Изучено травмирующее воздействие огня на растения при низовых пожарах различного вида. Дана классификация пиротравм стволов и крон древесных и травянистых растений, а также иных трансформаций, связанных с огневым воздействием. Типы пиротравм сопоставлены с характером пожара и степенью пирогенной трансформации биоценоза. Определена возможность их использования в качестве индикаторов интенсивности пирогенного пресса, а также состояния и тенденций изменения биоценоза под действием пирогенного фактора.

**Ключевые слова:** низовые пожары, обезлесивание, пиротравмы, пирогенный фактор, пирогенная деградация.

Пожары для современных экосистем превратились в фактор среды. В наибольшей степени это утверждение справедливо для регулярных низовых пожаров, повторяющихся с интервалами, меньшими, чем это необходимо для восстановления экосистемы. В Приамурье, находящемся в муссонном климате, регулярность низовых пожаров обеспечивается выраженными засушливыми сезонами (весна и осень) и сложившейся традицией применять огонь как орудие труда в природопользовании (палы различного назначения). Эта ситуация способствует обезлесиванию территории и превращает нарушения лесной среды в необратимые [1]. Частые низовые пожары на больших территориях способствуют повышению мозаичности биоценозов в пределах одной природной зоны. Это создает серьезные трудности в диагностике состояния биоценоза и прогнозе его разви-

тия. Самой большой проблемой в этом случае является определение характера огневого воздействия, трансформирующего биоценоз. Для оценки величины пирогенного фактора необходимо знать частоту, с которой экосистема подвергается пожарам, а также характер пожаров. Решить эту проблему с помощью информации, полученной при контролируемых выжиганиях, не всегда представляется возможным. Несмотря на всю привлекательность этого экспериментального исследования [2], моделировать сукцессионные процессы с их помощью можно только на небольшой территории с малым разнообразием вариантов, в то время как пирологический режим конкретных ПТК [3] формирует большое разнообразие ситуаций, которые нуждаются в мониторинге, анализе и прогнозе. Эту проблему можно решить с помощью создания системы индикаторов пирогенного воздействия, которая позволила бы с достаточной степенью точности проводить

Сухошлинов Николай Револьдович  
Сухошлинова Валентина Владимировна

визуальный анализ состояния биоценоза, находящегося в зоне пожаров различной частоты и силы. В качестве таких индикаторов мы рассматриваем пиротравмы растений в их сопоставлении с другой информацией.

#### РАЙОН РАБОТ, ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

Исследования проводились преимущественно в горной части Среднего Приамурья на хребтах Буреинском, Малый Хинган, Сутарский, Шуши-Поктой в пределах административных границ Еврейской автономной области и юго-западной части Хабаровского края, примыкающей к границе ЕАО. Преимущественные высоты в районе исследования находились в интервале от 200 до 600 м над ур. м., редко – до 800–1400. Зональный тип растительности – смешанные хвойно-широколиственные леса с эдификацией ели аянской (*Picea ajanensis* (Lindl. et Gord.) Fisch. ex Carr.) и пихты белокорой (*Abies nephrolepis* Maxim.). Характерная особенность этих лесов – их экотонный характер, который определяется взаимопроникновением южной тайги и полидоминантных кедрово-широколиственных лесов. При этом изначально высокий уровень мозаичности растительных группировок дополняется разнообразием, вызванным омолаживающим эффектом пожаров и рубок. Массовые выборочные рубки проводились здесь в 60–70 гг. XX в. [5]. Не пройдены рубками и пожарами только малодоступные для механических транспортных средств участки леса – чаще ельники, реже – кедрово-широколиственные леса. Разнообразие вариантов пирогенной трансформации хвойно-широколиственных лесов позволило провести исследования по следующей методике.

В районе работ в качестве модельных выделили наиболее типичные участки, которые охватывали территорию примерно в 2 000 га и представляли собой склон горы с прилегающими низинными участками и вершиной, гребень или его большую часть, распадок или ущелье, изолированный участок равнины, часть водосборного бассейна ручья или небольшой речки. Основанием для выбора модельного участка были пирогенная ситуация и разнообразие биоценозов, находящихся на разных стадиях пирогенной деградации. В зависимости от конкретной ситуа-

ции на модельном участке закладывалось несколько пробных площадей с целью анализа зависимости характера пиротравм от сукцессионного состояния биоценоза в условиях низовых пожаров различной регулярности.

За единицу пробной площади для описания лесного сообщества с сомкнутостью кроны более 20 % была принята величина в 400 м<sup>2</sup> [5, 6], для травяного – 0,5, 1 и 9 м<sup>2</sup>, для кочкового болота – описание конкретных кочек. Размер и форма площадки незначительно варьировались в зависимости от ситуации. Количество площадок на модельном участке зависело от его сложности и размеров и колебалось в среднем от 10 до 50. Чаще всего пробные площадки располагались в виде трансекты с интервалом от 10–20 до 100 м, но иногда ситуация требовала нелинейного расположения площадок. Все модельные участки делятся на две части: эталонные и оценочные. На первых пожарная ситуация и трансформация биоценозов оценивались в течение пяти-семи лет, на вторых накопленная информация применялась для оценки ситуации без многолетнего мониторинга. Луга и болота нами преимущественно рассматривались как конечная стадия пирогенной деградации лесных биоценозов, хотя в ряде случаев, например в поймах рек или при естественном сукцессионном переходе старицы или озера в болото, они не могли относиться к этой категории, но попадали в поле нашего зрения как удобная модель.

На пробных площадях фиксировалась следующая информация: видовой состав растительных сообществ по ярусам, сомкнутость верхнего полога, все видимые пиротравмы по приведенной ниже классификации, экспозиция и крутизна склона. Кроме того, в описание входил анализ пирогенной ситуации территории, на которой находилось данное растительное сообщество. Под этим понимается степень общей пирогенной трансформации биоценозов, а также наличие поблизости сильно трансформированных пожарами участков и зон преднамеренного выжигания – сенокосов, пастбищ и т. п., кочковых болот и вейниковых лугов, которые являются проводниками огня, осветленных белоберезовых лесов с выраженным злаковым покровом и т. п.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В результате исследования проведен сопряженный анализ характера пиротравм, режима огневого воздействия, состояния биоценоза и степени его пирогенной трансформации с целью выявления индикаторной функции пиротравм.

Все пиротравмы можно разделить на следующие категории.

1. Пиротравмы взрослых деревьев. Они, в свою очередь, делятся на пиротравмы кроны, ствола, корней.

1.1. Пиротравмы ствола. Обычно они формируются при огневом воздействии в процессе устойчивых или беглых низовых пожаров. В зависимости от частоты пожаров, характера горения, состояния конкретного дерева и растительного покрова в целом пиротравмы ствола можно разделить на следующие типы.

А. Поверхностное повреждение коры (“закопченные стволы”) без травмирования камбия, которое образуется в условиях регулярных беглых низовых пожаров в сильно осветленных сообществах при развитом травяном покрове, особенно если в нем преобладают злаки. Не глубокие, но, как правило, массовые пиротравмы формируются за счет кратковременного опаления при горении высокой травы, обычно злаков, в ветреную погоду. Пиротравмы такого типа наиболее характерны для осинников и молодых березняков, состоящих из березы плосколистной (*Betula platyphylla* Sukacz.). Береста молодой березы легко обгорает при кратковременном огневом воздействии, и такая травма хорошо видна на белом фоне. Ствол молодой осины (*Populus tremula* L.) тоже светлый, но в отличие от березы ее кора более плотная и гладкая, в ней меньше смолистых веществ, она в меньшей степени подвержена опалению воздействию, поэтому “эффект закопченности” выражен меньше. Теоретически подобному опалению подвержены березы желтая (*Betula costata* Trautv) и даурская (*Betula davurica* Pall), но первая обычно выпадает из состава осветленных сообществ со злаковым покровом, а вторая имеет черную кору, и, следовательно, такого рода травмы на ней не видны. Кроме того, “лохматость” стволов молодых деревьев этих видов усиливает ожоги, и огне-

вое воздействие чаще всего проявляется в следующем варианте.

Б. Повреждение коры, камбия и ближайшего слоя древесины без формирования дупла. При одномоментном огневом воздействии пиротравма либо залечивается деревом, либо дает начало процессу разрушения ствола за счет проникновения вторичных стволовых вредителей, грибковых и бактериальных инфекций. Эта пиротравма формируется чаще всего при устойчивом низовом пожаре в лесу, находящемся на ранних или средних стадиях пирогенной деградации. Огневое воздействие в этом случае либо единичное, либо многократное, но не частое, с длительными временными интервалами.

В. Повреждение коры и древесины с формированием дупла. С этой пиротравмы начинается гибель дерева, которая в зависимости от частоты пожаров может произойти за два–три года, а может быть растянута на более длительный срок. Развитие пиротравмы зависит от множества условий: изначального состояния и расположения дерева, интенсивности и частоты пожаров, наличия и обилия животных–разрушителей ствола, интенсивности повреждения ствола грибами и бактериями. В этом смысле наибольшее значение имеет степень увлажненности, позволяющая (или не позволяющая) развиваться грибковым инфекциям. Первоначально эта пиротравма может появиться в сообществах со слабо развитым травяным покровом, но хорошо сохранившейся подстилкой и обильным опадом. Такое состояние способствует развитию устойчивых низовых пожаров, в наибольшей степени повреждающих прикорневую часть ствола. Дальнейшая пирогенная деградация лесных сообществ приводит к замене подстилки на травяной покров с большим участием злаков. Регулярные низовые пожары из категории устойчивых переходят в категорию беглых. Травматическая опасность пожаров уменьшается, но их частота увеличивается. Каждый новый пожар становится “устойчивым” внутри дупла за счет медленного тления омертвевшей древесины. Совместное действие инфекций и пожаров полностью разрушает ствол изнутри.

Г. Излом ствола, приводящий к падению дерева. При этом гибель дерева не обязательна – какое-то время оно может вегетировать

в лежачем положении, а при отсутствии нового огневого воздействия пребывать в таком состоянии годами. Столь радикальная пиротравма является результатом либо длительного одноразового воздействия при сильном устойчивом низовом пожаре, либо дальнейшего развития пиротравмы типа В.

1.2. Пиротравмы кроны. Распространены в условиях, при которых развитие верхового пожара невозможно: сильно изреженный лес, пирогенные сообщества саваннового типа, нижний ярус которых образован в основном вейником Лангсдорфа (*Calamagrostis langsdorfii* (Link) Trin.). Изреженность древостоя способствует снижению уровня влажности, а вейник Лангсдорфа является одним из самых горючих материалов [7]. При сильном ветре в этих условиях развивается беглый низовой пожар с высоким пламенем. В силу этого ствол подвергается меньшему температурному воздействию, чем крона. Это формирует ожоги кроны следующих вариантов: по центру вдоль ствола, по краю кроны снизу, с одного из краев, по всему периметру кроны, кроме вершины. При одноразовом огневом воздействии эта пиротравма ослабляет дерево, но не приводит к его гибели. Однако описанные сообщества являются производными длительного пирогенного воздействия, причинами которых являются преднамеренные выжигания, поэтому пожары здесь носят характер регулярных, чаще всего ежегодных. Это означает, что пиротравмы кроны являются индикаторами завершающего этапа обезлесивания территории.

1.3. Пиротравмы корневой системы. Относятся к категории наименее распространенных и изученных. Нами описаны два варианта корневых пиротравм – под- и наземного генезиса.

Подземные пиротравмы корней происходят от торфяных пожаров или от краткосрочных почвенных, являющихся одним из проявлений устойчивых низовых [8]. Повреждение корней при подземных пожарах может быть частичным или полным. В последнем случае погибшие и подсушенные корни больших деревьев служат проводниками огня, что способствует выходу его на поверхность, полному выгоранию почвы и переходу пожара в категорию низовых.

При низовых устойчивых пожарах в широколиственных или хвойно-широколиствен-

ных лесах ранних стадий пирогенной деградации при пиротравме ствола по типу В огонь может повреждать и корни, расположенные в самых верхних горизонтах почвы. В дальнейшем развитие такой пиротравмы приводит к разрушению ствола.

2. Пиротравмы подростка. У большинства лиственных видов неоднократное, но нелетальное огневое воздействие на подрост, находящийся на ранней стадии развития (1–2 года), приводит к возникновению кустарниковой формы. Нами обнаружены кустарниковые формы следующих деревьев: дуб монгольский (*Quercus mongolica* Fisch. ex Ledeb.), маакия амурская (*Maackia amurensis* Rupr. et Maxim.), береза даурская, береза желтая, вяз мелколистный (*Ulmus pumila* L.). В зависимости от условий произрастания и пирогенного воздействия особь, существующая в кустарниковой форме, может иметь разные размеры, но в любом случае, даже при устранении пирогенного фактора, кустарниковая форма сказывается на всем дальнейшем онтогенезе дерева, в процессе которого формируется раскидистая крона с низким ветвлением.

Кустарниковые формы дуба монгольского, маакии амурской, вяза мелколистного и березы даурской обнаружены нами только в равнинных формах рельефа. Наиболее широко распространены кустарниковые формы дуба монгольского. В силу своих биологических особенностей он легко восстанавливается после опаления [9]. Устойчивая кустарниковая форма образуется при регулярном воздействии огня, что возможно в условиях применения сельскохозяйственных или иных палов, т. е. преднамеренных выжиганий травяной растительности сенокосов и пастбищ и примыкающих к ним лесов. Все остальные виды, несмотря на способность образовывать кустарниковую форму, не выдерживают частых огневых воздействий и погибают, пребывая в такой форме только небольшой промежуток времени. Дольше других держится маакия амурская, но, поскольку она в норме не образует моновидовых скоплений, ее кустарниковая форма также встречается редко [10].

3. Пиротравмы кустарников. При устойчивых низовых пожарах с высокой температурой горения стволы диаметром менее 16 см сгорают [11]. В этих условиях надземная часть куста, как правило, полностью уничтожает-

ся и восстанавливается затем от корня. Поэтому говорить о существовании пиротравмы как индикатора поражающего воздействия огня в этом случае не приходится. Однако при высоком уровне мозаичности пирогенно трансформированных биоценозов возможно опаление стволов крупных кустарников с формированием пиротравмы ствола по типу Б. Дальнейшее развитие кустарника при отсутствии пирогенного фактора возможно в обычном онтогенезе, но с компенсаторными проявлениями в виде новых корневых побегов и гигантских листьев. При дальнейшем регулярном воздействии пирогенного фактора кустарник вырастает значительно меньше обычных размеров как по высоте, так и по толщине стволов.

Все описанные выше пиротравмы 1, 2, 3-го типов характерны преимущественно для лиственных видов. Из хвойных пиротравмы нами обнаружены только у лиственницы (*Larix* sp.) (1 – Б и В) и гораздо реже у кедра корейского. Это может быть объяснено тем, что в лиственных и смешанных лесах низовые пожары реже переходят в верховые и пирогенный фактор может длительное время носить характер регулярных низовых пожаров, что и является причиной различных вариантов пиротравм. В лесах с выраженной эдификацией ели и пихты низовые пожары в обычных условиях маловероятны, а при засухах быстро переходят в верховые [12]. Кроме того, хвойные деревья гораздо менее устойчивы к пирогенному воздействию. Весьма вероятно, что большая их часть быстро исчезает из древостоя, получив даже незначительные единовременные пиротравмы, лишая наблюдателя возможности эти пиротравмы зафиксировать.

Лиственница в силу своей толерантности долгое время может претерпевать огневое воздействие, а при пирогенной деградации темнохвойного или темнохвойно-широколиственного леса – заполнять освободившиеся ниши и формировать собственные ценозы, характерные для разных стадий пирогенной деградации [13]. Однако при частых пожарах, особенно на стадии формирования пирогенного высокотравья, лиственницы быстро гибнут от пиротравм ствола, преимущественно типов Б и В.

У кедров пиротравмы Б и В встречаются только у взрослых и больших особей. Под-

рост кедра опаления не выдерживает и погибает. Взрослые, но еще тонкоствольные деревья при регулярных низовых пожарах быстро погибают от прогрессирующих пиротравм и меняющихся условий произрастания.

Виды хвойных кустарников пиротравм не получают, поскольку погибают при любых видах пожаров, поэтому само наличие этих кустарников в сообществах может служить индикатором отсутствия пожаров в течение длительного времени.

4. Пиротравмы травянистых растений. Говорить о пиротравмах травянистых растений как о визуальном индикаторе пирогенных условий деградации биоценоза сложно, поскольку при любой форме низовых пожаров трава сгорает, после чего травмированные особи или элиминируются, или восстанавливаются от корня. Однако при некоторых условиях эта категория пиротравм может иметь свое информативное значение.

Все пиротравмы травянистых растений можно разделить на две части.

4.1. Пиротравмы отдельных особей в виде обгорания части растения. Чаще всего появляются весной, когда беглый низовой пожар не развивает высокой температуры из-за отсутствия подстилки (горит только разреженная прошлогодняя сухая трава или опад) или из-за того, что подстилка влажная, почва под ней еще не оттаяла, но сухой прогретый солнцем опад горит и является проводником пожара. В этом случае проростки травы опалются, но не теряют способности к дальнейшему росту. Пиротравма заметно снижает рост особи и дальнейшую ее конкурентоспособность по сравнению с травами, проросшими после пожара. Визуально она проявляется в виде сначала отмерших верхушек побегов и листьев, а потом в виде неправильной формы побегов. Индикаторная функция таких пиротравм состоит в распознавании времени и силы пожара, а также в степени прогорания почвы и напочвенного слоя.

4.2. Пиротравмы одновидового сообщества компактной формы самоорганизации. Сюда относятся преимущественно злаки и осоки, образующие куст, осоки, образующие кочку. В какой-то степени в эту категорию можно отнести все растения, у которых жизненные стратегии проявляются в том, что они расселяются обилием мелких и легких семян,

а захватывают территории с помощью корневой системы. Однако это не та форма “коллективного поведения”, которая может идентифицироваться с помощью пиротравм, хотя пожары, несомненно, способствуют успешной реализации этой стратегии.

Осоковый и злаковый куст повышает жизнеспособность вида в экстремальных условиях засухливости или заболоченности. Пирогенный фактор создает или усиливает эту экстремальность. При частых регулярных пожарах доля семенного возобновления уменьшается, а доля корневищного – усиливается. Захват территории корневищными злаками, особенно вейником Лангсдорфа, и осоками увеличивает горимость биоценозов, что снижает комфортность жизни даже этих толерантных видов и усиливает конкурентоспособность видов, обладающих “коллективными формами самоорганизации”. Пирогенная трансформация биоценоза до стадии преобладания злаков и осок переводит все пожары преимущественно или исключительно в беглые низовые, которые отличаются высоким пламенем и низкой температурой прогорания приземных и почвенных слоев, особенно при ранневесенних палах [12]. Все это приводит к снижению обилия травостоя и формированию пустоши. В условиях Среднего Приамурья такие территории захватываются преимущественно полынью, вейником Ландсдорфа, другими злаками и осоками. При сопряженном действии пожаров и вытаптывания кустистость является основной формой становления растительных сообществ. В свою очередь, она разделяет эти сообщества на части, где каждый куст не связан с другим подобным в единое целое корневищной стратегией выживания. Это определяет характер прохождения огня и пиротравм. Последние приобретают облик пиротравмы куста, а не особи – беглый огонь с высокой скоростью распространения затрагивает только побеги и листья, расположенные по краю куста, но не травмирует или почти не травмирует внутреннее. В зависимости от направления огня куст травмируется по периметру или только с края. Ранневесенние палы при не оттаявшей почве усиливают неоднородность обгорания [14]. Палы при устоявшейся теплой погоде, когда верхний слой почвы оттаял, а травяной покров высох, способствуют увеличе-

нию пиротравмы куста по всему периметру, что снижает его биопродуктивность и защищенность от дальнейшего воздействия огня.

Осоковые и осоково-злаковые кочки являются особой формой самоорганизации вида в условиях переувлажнения и, как следствие, снижения температуры.

Пиротравмы кочек можно разделить на следующие варианты.

А. Полное обгорание со всех сторон и существенное уменьшение в размерах. Происходит во всех случаях отсутствия к моменту пожара воды в межкочковых пространствах. Это возможно, например, при длительной засухе, в том числе в морозный период (бесснежная зима – весна), или в начальной стадии вторичного заболачивания леса в результате пирогенной деградации. Во всех случаях частые палы приводят к уменьшению размеров кочек, снижению биоразнообразия (возврат к доминированию осоки) и усилению заболачивания.

Б. Обгорание только верхней части кочки. Происходит это, когда болота поджигаются сразу после схода снега. Поскольку в данном регионе зимы малоснежные, засуха может наступить даже в феврале. В этом случае высыхают верхушки кочек, когда межкочковое пространство покрыто льдом. На прогретых верхушках под прошлогодней травой прорастают сначала осоки, а потом злаки. Опаление верхней части кочки приводит к пиротравмам прежде всего ростков осоки, а позже – и злаков. Кочка уменьшается в размерах, приобретает “плосковершинную” форму, снижает свою биопродуктивность и возможность прорастания широколиственных трав, бобовых и древесных растений. При такой трансформации возможно прохождение вторичного пожара через короткий промежуток времени (около месяца), когда межкочковое пространство прогреется и станет возможен устойчивый низовой пожар, который приведет к появлению пиротравм типа А и В.

В. Сильное обгорание кочки с одной стороны. Это происходит при высыхании всего горючего материала и отсутствия воды в межкочковом пространстве. Однобокость обгорания кочки связана либо с накоплением в этом месте большого количества органики, что способствует формированию устойчивого низового пожара в безветрие, либо с развигением беглого пожара в сильный ветер.

**Соответствие вида пиротравмы характеру огневого воздействия  
и степени пирогенной трансформации биоценоза**

Тип пиротравмы	Характер огневого воздействия	Виды, в наибольшей степени подверженные данной пиротравме
1.1	Обычно: Нб, Ну, Нбр, Нур. Редко: В.	Часто: вязы японский ( <i>Ulmus japonica</i> (Rehd) Sarg.) и мелколистный, березы маньчжурская, плосколистная, дуб монгольский, липы, ивы, тополя, осины Редко: береза желтая, бархат амурский, орех маньчжурский ( <i>Juglans mandshurica</i> Maxim.), клен зеленокорый ( <i>Acer tegmentosum</i> Maxim.), кедр корейский ( <i>Pinus koraiensis</i> Siebold et Zucc.)
1.1. А	Нбр	Береза плосколистная, тополь дрожащий
1.1. Б	Ну, Нур.	Вяз японский ( <i>Ulmus japonica</i> (Rehd.) Sarg.), вяз мелколистный, березы желтая, даурская, плосколистная, дуб монгольский, бархат амурский, липы, ивы, тополя, осины
1.1. В	Нур, Нбр	Вязы японский и мелколистный, березы даурская и плосколистная, дуб монгольский, бархат амурский, орех маньчжурский, липы, ивы, тополя, осины, лиственницы
1.1. Г	Нур, Нбр	Вязы японский и мелколистный, березы даурская и плосколистная, дуб монгольский, ивы
1.2	Нбр	Березы даурская и мелколистная, дуб монгольский, тополь дрожащий
1.3	Ну, П	Вяз японский, дуб монгольский, лиственницы
2	Нур, Нбр	Дуб монгольский, маакия амурская, береза даурская, клен приречный ( <i>Acer ginnala</i> Maxim.), вяз мелколистный
3	Нб	Калина Саржента ( <i>Viburnum sargentii</i> ), бересклет Маака и малоцветковый ( <i>Euonymus pauciflora</i> Maxim.), лещина маньчжурская ( <i>Corylus mandshurica</i> Maxim.) и разнолистная ( <i>Corylus heterophylla</i> Fisch. ex Trautv.)
4.1	Нбр	Злаки, осоки
4.2	Нб, Ну, Нбр	Кустистые злаки, осоковые кочки
4.2 А	Нб, Нбр,	Осоковые кочки
4.2 В	Ну Нур	
5.1	Нур, Нбр	Барбарис амурский, бересклет Маака, клен приречный и мелколистный ( <i>Acer mono</i> Maxim.)
5.2	Ну, Нб	Клен зеленокорый и приречный, липы, березы желтая и плосколистная, тополь дрожащий, актинидия коломикта ( <i>Actinidia kolomikta</i> Maxim.), лимонник китайский ( <i>Schisandra chinensis</i> (Turcz.) Baill), калина Саржента
5.3	Нур, Нбр	Тополь дрожащий, березы плосколистная и даурская, дуб монгольский, ивы
5.4	Нур, Нбр	Барбарис амурский, клен приречный, таволга средняя ( <i>Spiraea media</i> Franz Schmidt.)
5.5	Нур, Нбр	Береза даурская, бархат амурский, тополь дрожащий

П р и м е ч а н и е. 1. Характер огневого воздействия: В – верховой пожар, Н – низовой пожар, Ну – низовой устойчивый, Нб – низовой беглый, Нур – низовой устойчивый регулярный, Нбр – низовой беглый регулярный (под регулярными пожарами понимается частота огневого воздействия в пределах данной сукцессионной стадии, т. е. с интервалом от 15 лет до 1 года).

2. Степени пирогенной деградации лесных биоценозов: незначительная – все виды и структуры биоценоза сохранены, частичная – выпало несколько второстепенных видов, подверглась разрушению одна из структур, существенная – происходит выпадение эдификаторов, исчезают или сильно трансформируются основные структуры, радикальная – необратимая замена одного биоценоза на другой, в нашем случае – обезлесивание.

5. Признаки пирогенного воздействия, не являющиеся пиротравмами, но связанные с воздействием огня. Сюда можно отнести следующие варианты.

5.1. Измельчение размеров листовой пластинки. Происходит это в том случае, если лесной вид, адаптированный к условиям достаточного увлажнения, попадает в ситуацию сильного и регулярного пирогенного воздействия. Иссушающее воздействие огня застав-

ляет особь адаптироваться к ксерофильным условиям. Уменьшение листовой пластинки всей особи в 2–3 раза нами зафиксировано у барбариса амурского (*Berberis amurensis* Rupr.) и бересклета Маака (*Euonymus maackii* Rupr.).

5.2. Появление гигантизма листа или побега. Формируется как компенсаторная функция при разовой пиротравме побега или части веток у подроста лиственных видов, кустарников и лиан, восстанавливающихся от

корня в год воздействия устойчивого или беглого низового пожара. При этом листовая пластинка увеличивается в размерах в 3–4 раза и часто приобретает признаки, не свойственные этому виду.

5.3. Тонкий ствол при нормальном росте растения. Особенно ярко это последствие пирогенного воздействия проявляется у осины, березы плосколистной, березы даурской, дуба монгольского, что связано с регулярными частыми (не реже одного раза в три года) низовыми пожарами при сильной трансформации коренных биоценозов и формированием под пологом обильного травяного покрова с преобладанием злаков. В этих условиях подстилка отсутствует, а опад быстро высыхает, сохраняя почти весь бесснежный период высокий уровень горимости. Сгорание опада в течение многих лет уменьшает количество детрита, поступающего в почву, что приводит к дефициту азота. За счет быстрого роста дерево выводит крону из зоны огня, но из-за дефицита основных элементов, прежде всего азота, не может сформировать полноценные ствол и крону. В результате, несмотря на достаточное количество света, дерево в условиях пирогенного воздействия выглядит как затененное.

5.4. Уменьшение размеров растения. По мере пирогенной трансформации биоценоза, сопровождаемой осветлением и уменьшением влаги, удерживаемой биоценозом, некоторые растения могут приобретать ксерофильный облик. Это проявляется в карликовости всего растения и листьев, утолщении листовой пластинки.

5.5. Изменение коры, в основном в сторону утолщения. Например, у взрослой березы даурской в нижней и средней части ствола обнаружена толстая пробковая кора, которая имеет облик, характерный для данного вида, только в верхней части ствола. В то же время у бархата амурского (*Phellodendron amurense* Rupr), который дольше других неморальных видов удерживается в пирогенно трансформированных сообществах, в условиях частых огневых воздействий кора утончается и уплотняется, теряя свои первоначальные пробковые свойства и облик.

Индикаторная функция всех описанных здесь пиротравм обобщена в сводной таблице.

Анализ характера и количества пиротравм в сочетании с видовым составом и структурой фитоценоза может дать четкое представление о направлении и скорости изменения биоценоза. Выявлены следующие варианты индикаторного сочетания пиротравм и основных растительных видов биоценозов.

1. Пиротравмы стволов вяза японского, ясеня маньчжурского, дуба монгольского, всех видов лип, тополя душистого, березы желтой, бархата амурского, ореха маньчжурского, клена зеленокорого, кедра корейского типов А и Б индицируют ранние стадии пирогенной трансформации широколиственных или хвойно-широколиственных биоценозов в условиях регулярных низовых устойчивых пожаров. Появление пиротравм ствола с повреждением древесины и образованием дупла свидетельствует о длительности регулярного пирогенного воздействия и переходе хвойно-широколиственного леса на ранние сукцессионные стадии.

2. Пиротравмы стволов типов Б и В у березы плосколистной, дуба монгольского, тополя дрожащего при условии, что они находятся в составе одного биоценоза, являются индикаторами начала сложного процесса существенной пирогенной деградации широколиственного или хвойно-широколиственного леса. Увеличение в этих биоценозах количества пиротравм стволов типа В и появление пиротравм типа Г означает усиление пирогенной деградации и начало процесса интенсивного обезлесивания.

3. Пиротравма в виде закопченности на молодых стволах березы плосколистной и тополя дрожащего является индикатором сильной, возможно радикальной, трансформации биоценоза, началом активного обезлесивания и смены низовых устойчивых пожаров на низовые беглые.

4. Наличие пиротравм у подроста и кустарников лиственных видов говорит о частоте возникновения пожаров, а у подроста кедра (что бывает крайне редко) – высоте и силе пламени.

5. Гигантские листья на побегах от корня при пиротравмах молодых стволов типа Г индицируют сильный беглый пожар с высоким пламенем, который сильно повреждает



наземные части растения, но не повреждает корни и прикорневую часть.

6. Видимые опаления лесной травы являются индикатором ранневесенних низовых беглых пожаров, носящих часто фрагментарный характер.

7. Частичные пиротравмы болотных кочек могут индцировать позднеосенние, зимние или ранневесенние беглые пожары. Полное обгорание кочки указывает на поздневесенние, раннеосенние или, при сильной засухе, летние низовые устойчивые пожары.

8. Пиротравмы крон индцируют активный процесс обезлесивания, ускоряющийся за счет осветления лесного биоценоза и формирования высокого травяного яруса с доминированием злаков, что способствует возникновению частых беглых пожаров с высоким пламенем.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Абаимов А. П., Прокушкин С. Г., Зырянова О. А. Эколого-фитоценотическая оценка воздействия пожаров на леса криолитозоны Средней Сибири // Сиб. экол. журн. 1996. № 1. С. 51–60.
2. Брюханов А. В., Верховец С. В. Оценка эмиссий углерода при пожарах на вырубках в хвойных лесах Центральной и Южной Сибири // Там же. 2005. № 1. С. 109–112.
3. Валендик Э. Н., Косов И. В. Влияние теплового излучения лесного пожара на окружающую среду // Там же. 2008. № 4. С. 517–523.
4. Вальтер Г. Общая геоботаника: пер. с нем. / перевод и предисловие А. Г. Еленевского М.: Мир, 1982. 264 с.
5. Встовский Л. А. Экономико-географические проблемы развития лесной промышленности Приамурья // Вопросы географии Дальнего Востока. Вып. 6. Хабаровск, 1963. С. 3–52.
6. Добрынин А. П. Дубовые леса российского Дальнего Востока: биология, география, происхождение / гл. ред. В. А. Недолужко. Владивосток: Дальнаука, 2000. 260 с.
7. Куренцова Г. Э. Очерк растительности Еврейской автономной области. Владивосток: Дальневосточное кн. изд-во, 1967. 61 с.
8. Перевозникова В. Д., Иванова Г. А., Иванов В. А., Ковалева Н. М., Конрад С. Г. Видовой состав и структура живого напочвенного покрова в сосняках после контролируемых выжиганий // Сиб. экол. журн. 2005. № 1. С. 135–141.
9. Софронов М. А., Вакуров А. Д. Огонь в лесу. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1981. С. 127.
10. Стариков Г. Ф., Степанов А. А. Вопросы географии Дальнего Востока. Вып. 6. Хабаровск, 1963. С. 72–158.
11. Сухомлинов Н. Р. Послепожарное восстановление травянистой растительности на сенокосах и пастбищах // Современные проблемы регионального развития (Биробиджан, 6–9 окт. 2008 г.): материалы. Биробиджан: ИКАРП ДВО РАН, 2008. С. 44–45.
12. Тарасова В. Н. Методы полевых и лабораторных исследований растений и растительных сообществ: сб. ст. / ПетрГУ: под ред. Е. Ф. Марковской. Петрозаводск, 2001. С. 231–243.
13. Усенко Н. В. Деревья, кустарники и лианы Дальнего Востока. Хабаровск, 1984. 270 с.
14. Фуряев В. В., Заболоцкий В. И., Голдамер И. Г. Динамика пирологических режимов ландшафтных урочищ южной тайги Средней Сибири в XVIII–XX столетиях // Сиб. экол. журн. 2006. № 2. С. 141–150.

## Pyrogenic Traumas of Plants Under the Conditions of Coniferous-Deciduous Forests in the Middle Priamurie and Their Indicator Significance

N. R. SUKHOMLINOV, V. V. SUKHOMLINOVA

*Fas-East State Social Humanitarial Academy  
679000, Birobidzhan, Shirokaya str., 70a  
E-mail: hingan@on-line.jar.ru*

Traumatic effect on plants under ground fire of different kinds is investigated. The classification of traumas of herbs, tree trunks and crowns, as well as other transformations caused by fire is given. Types of pyrogenic traumas are compared with the character of fire events and the degree of pyrogenic transformation of biocenosis. The possibility to use them as indicators of the pyrogenic intensity, the state and trends of biocenosis transformations is determined.

**Key words:** ground fires, disafforestation, pyrotraumas, pyrogenic factor, pyrogenic degradation.