

УДК 630\*160.475.2

## ВЛИЯНИЕ ПОЖАРОВ НА ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЕ ЛЕСОВОЗОБНОВЛЕНИЕ В ЛИСТВЕННИЧНЫХ ЦЕНОЗАХ ВОСТОЧНОГО САЯНА

Т.А. Матвеева

ГОУ ВПО «Сибирский государственный технологический университет»  
660049 Красноярск, пр. Мира, 82

Анализируются особенности огневого воздействия на предварительное лесовозобновление в лиственничных ценозах Восточного Саяна. Установлена зависимость величины отпада молодых особей лиственницы от их морфометрических показателей, а также силы и формы пожара. Показано, что сохранности подроста способствует его групповое размещение на площади, при котором подавляется развитие травостоя и формируется опад, характеризующийся низкой воспламеняемостью и горимостью.

**Ключевые слова:** Восточный Саян, лиственничные ценозы, лесные пожары, послепожарный отпад подроста

Features of fire influences on preliminary forest regeneration in larch cenosis East Sayan are analyzed. Dependence of size attrition young individuals of a larch from them morphometric parameters, and also force and the form of a fire is established. It is shown, that safety understory trees is promoted by its group accommodation on the area at which development of a herbage is suppressed and is formed attrition, described low catching fire and combustion.

**Key words:** Eastern Sayan, larch coenoses, forest fires, a pyric attrition of a undergrowth

### ВВЕДЕНИЕ

В лесах бореальной зоны планеты пожары являются важным природным и антропогенным экологическим фактором, разносторонне трансформирующим лесные экосистемы и определяющим условия формирования растительности и среды ее обитания. Анализ отечественной и зарубежной литературы (Курбатский, 1962; Pyne, Andrews, Laven, 1996; Ваганов, Фуряев, Сухинин, 1998; Главацкий, 1998; Абаймов, Матвеев, 2002; Goldammer, 2003; Матвеева, 2005 и др.) свидетельствует о масштабности влияния пирогенного фактора в хронологическом и временном аспектах.

Вместе с тем, последствия огневого воздействия на природные комплексы не поддаются однозначной оценке, так как пожары действуют в различных лесорастительных условиях и, в зависимости от интенсивности горения, влияние огня на компоненты лесного биогеоценоза может в значительной мере отличаться. Наиболее тяжелые экологические потери вызывают пожары в горных лесах, где деструкция насаждений влечет нежелательную смену пород, эрозию почв, нарушение режима питания рек и другие негативные явления. В результате экзогенной трансформации фитоценозов снижаются их защитные функции, и утрачивается средообразующая роль. Все возрастающая антропогенная нагрузка на природные комплексы создает напряженную экологическую ситуацию, в связи с чем изучение особенностей пожаров и их последствий в горных ландшафтах является актуальной задачей.

### МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В настоящей работе представлены результаты исследований частного вопроса этой сложной и многоплановой проблемы – воздействие огня раз-

ной интенсивности на состояние естественного возобновления лиственницы сибирской (*Larix sibirica* Ledeb.) в лиственничниках разнотравной группы типов леса. Работы проводили в Манско-Канском лесорастительном округе Восточно-Саянской провинции. Объектами изучения служили участки леса, пройденные пожарами разной силы, а также беспожарные насаждения, где закладывали контрольные пробные площади.

Лесоводственное и геоботаническое описание фитоценозов, все учетные работы осуществляли согласно общепринятым методикам (Сукачев, Зонн, 1961; Анучин, 1982). Сплошной учет подроста по четырем высотным группам (до 10 см, 11-50 см, 51-150 см и более 150 см) выполняли на 25 учетных площадках размером 2\*2 м, размещаемых на пробной площади равномерно. При перечеке молодых растений, состояние которых оценивалось как здоровое, устанавливали их высоту. Толщину коры у шейки корня, являющуюся одним из признаков огнестойкости древесных пород, измеряли микрометром у 10-15 моделей из каждой высотной группы, за исключением первой, где данный параметр, вследствие малых размеров особей, не влияет на выживание лиственницы при огневом воздействии. Силу пожара на пройденных огнем территориях устанавливали по средней высоте нагара на стволах: при образовании нагара до 1 м пожар считается слабым, 1-2 м – средним, более 2 м – сильным (Курбатский, 1962; Шешуков, 1988).

Допожарная характеристика насаждений на четырех типичных контрольных участках представлена в таблице 1.

Предварительное возобновление лиственницы на обследованных участках неодинаково и оценивается по высотным группам в лучшем случае как удовлетворительное (Крылов, 1960). Большая

**Таблица 1 - Состояние древостоев и естественного возобновления лиственницы на контрольных участках**

Номер участка	Состав древостоя	Полнота, класс бонитета	Высота, м диаметр, см	Возраст, лет	Густота подроста по группам высот, тыс.шт./га толщина коры у шейки корня, мм				
					I	II	III	IV	всего
1	10 Л ед. Б	0,57	23,5	158	0,2	1,4	1,3	0,6	3,5
		III	28,4		-	0,5	2,0	4,2	
2	10 Л	0,53	24,6	172	0,4	0,9	1,1	0,8	3,2
		III	29,7		-	0,5	2,2	4,5	
3	10 Л ед. С	0,63	21,8	133	0,7	1,8	0,7	0,5	3,7
		III	26,5		-	0,6	1,9	3,9	
4	8 Л 2 С	0,56	24,3	164,	0,8	0,8	1,4	1,1	4,2
		III	29,4	145	-	0,5	1,9	4,3	

плотность (густота) подроста приходится на II и III высотные группы. Размещение лиственницы в основном куртинное, в окнах полога, где наиболее благоприятен световой режим и в меньшей степени проявляется корневая конкуренция за ресурсы среды со стороны материнского древостоя.

Однако, появление и начальный рост новой генерации лесобразующей породы в травяных типах леса связаны не только с блокирующим действием древесного полога, но и с конкурентным давлением хорошо развитого травяно-кустарничкового яруса. Травы, задерняя почву, не только физически препятствуют укоренению всходов в минеральном субстрате, но и, имея мощную корневую систему, лишают последних питательных веществ и влаги в конкурентной борьбе за выживание. Кроме того, высокотравные виды затеняют самосев светлюбивых пород, чем существенно снижают реализацию потенциальных возможностей его роста. Таким образом, групповое заселение площади подростом мы связываем с образованием по каким-либо эндо- или экзогенным причинам открытых микроэкоптов, где временно отсутствуют эффекты конкуренции.

Завершая краткую характеристику контрольных

фитоценозов, следует указать, что подлесок редкий, местами групповой, из *Rosa acicularis* Lindl., и *Spiraea media* Franz Schmidt. Травяной покров обильный, в нем доминируют *Carex macgourra* Meinsh., *Calamagrostis arundinacea* Roth, *Iris ruthenica* Ker-Gawl., *Viola uniflora* L., *Festuca ovina* L., *Pulsatilla patens* (L) Mill. и др. Кустарнички (*Vaccinium vitis-idaea* L., *V. myrtillus* L. и зеленые мхи (*Pleurozium schreberi* (Brid.) Mitt., *Hylocomium splendens* (Hedw.) B.S.G.) представлены незначительно и размещаются в затененных местах, под кронами деревьев, где менее развит травостой.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Обследование горельников показало зависимость сохранности подроста от его морфометрических показателей (в нашем случае это высота ствола и толщина коры у шейки корня) и силы огневого воздействия (табл. 2). Учетные работы проводили через 2 - 3 недели после пожара и на 3 - 4 годы, когда в основном заканчивается отмирание поврежденных огнем молодых особей древесных пород (Матвеев, Матвеев, Матвеева, 2003).

**Таблица 2 - Послепожарный отпад подроста по группам высот, в зависимости от силы пожара**

Номер участка	Сила и давность пожара	Численность подроста (% от общего количества) живого / погибшего			
		I	II	III	IV
1 а	Слабый,	=	=	<u>57</u>	<u>88</u>
	1 год	100	100	43	12
1 б	Слабый,	=	=	<u>39</u>	<u>72</u>
	3 года	100	100	61	28
2 а	Средний,	=	=	<u>47</u>	<u>62</u>
	1 год	100	100	53	38
2 б	Средний,	=	=	<u>35</u>	<u>49</u>
	3 года	100	100	65	51
3 а	Сильный,	=	=	=	<u>44</u>
	1 год	100	100	100	56
3 б	Сильный,	=	=	=	<u>22</u>
	3 года	100	100	100	78
4 а	Слабый,	=	=	<u>64</u>	<u>83</u>
	1 год	100	100	36	17
4 б	Слабый,	=	=	<u>35</u>	<u>67</u>
	4 года	100	100	65	33

Для объективной оценки пирогенного влияния на естественное лесовозобновление приведем описание действовавших пожаров. На участках 1а и 4а загорания случились в начале пожароопасного сезона, когда комплексный показатель составлял 587 и 674 ед. соответственно. Пожары низовые, беглые, слабые. Основным объектом горения при таких по-

жарах является травяная ветошь – сухая прошлогодняя трава, поскольку другие виды отмершей органики имеют в этот период высокую (выше критической) влажность. Но в связи с неровным характером поверхности, высыхание самой ветоши в разных местах участка, после схода снежного покрова или выпадения обильных осадков, происходит неодина-

ково. В депрессивных формах рельефа микроклиматические условия способствуют замедлению процесса десорбции влаги. Поэтому «пожарное созревание» горючих материалов во времени и пространстве неравномерное, что сказывается на характере распространения огня по площади.

На участке 2а пожар действовал в более засушливый период, при комплексном показателе 1235 ед., когда высыхают и загораются небольшие фрагменты органического опада (тонкие ветки, сучья, куски коры и древесины и т.п.) и расположенный под опадом верхний слой подстилки. Пожар низовой, средний по силе, устойчивый и вследствие этого термическое воздействие на растительное сообщество возрастает.

На участке 3а произошел сильный пожар, уничтоживший не только напочвенные горючие материалы, но и фитодетрит. Высокой интенсивности горения способствовала длительная засуха – показатель влажности достиг величины 4628 ед.; это определило максимальный уровень трансформации как растительного ценоза, так и верхнего горизонта почвы.

Независимо от силы пожара, молодые особи высотой до 10 см, попавшие в зону горения, полностью уничтожаются. Подрост второй высотной группы тоже гибнет от слабых низовых пожаров – у растений сгорает хвоя и тонкие ветки. Однако обгоревшие стволы более крупных экземпляров этой группы еще можно идентифицировать в течение сезона, когда случился пожар.

Устойчивые низовые пожары, при которых выгорает вся напочвенная фитомасса и интенсивность горения многократно возрастает, увеличивают продолжительность контактирования пламени с растительными организмами. В этом случае лиственница высотой до 50 см, как правило, сгорает (участок 3а) и определение численности погибшего подростка на гари осложняется. Следует отметить, что толщина коры у основания стволика в рассмотренных обстоятельствах не является фактором, определяющим огнестойкость подростка.

Анализируя материалы таблицы 2, можно утверждать, что после сильных низовых пожаров сохраняется только подрост высотой более 1,5 м, но и его численность невелика. В первые дни отмирают особи, получившие ожоги кроны, как вследствие непосредственного контакта с пламенем, так и в результате фильтрации через нее высокотемпературных газовых потоков, образовавшихся при сгорании большого количества напочвенной органики. Физиологические исследования подтверждают факт чувствительности фотосинтеза к тепловым аномалиям: даже при отсутствии визуальных признаков повреждения ассимиляционного аппарата, фотосинтез реагирует на повышенные температуры – их значения 50 - 60°С являются летальными (Гирс, 1982).

Погибшая хвоя сразу меняет цвет – она становится бурой и через две недели осыпается. Однако, если подрост получил лишь повреждение кроны, то по нашим наблюдениям, а также литературным источникам (Щербаков, Забелин, Карпель, 1979; Гирс, 1982), лиственница, обладающая высокой репараци-

онной способностью, может восстановить хвою из спящих почек. С другой стороны, продолжительное пребывание лиственницы в состоянии с уменьшенной ассимилирующей поверхностью приводит растения в истощительную фазу стресса и в конечном итоге – к гибели (Судачкова, Милютин, Семенова, 2004).

В куртинах высокого подроста сильнее обгорают кроны периферийных экземпляров, в середине куртин огневые травмы зафиксированы только на нижних ветках. Такое положение объясняется меньшей интенсивностью горения живой и мертвой напочвенной фитомассы на участках с групповым размещением древесных растений. Здесь слабее развит травяной покров, опад которого является пре-красным материалом, увеличивающим при сгорании высоту пламени. Лиственница же формирует опад и подстилку, характеризующиеся чрезвычайно низкой воспламеняемостью и горимостью (Шешуков, 1988; Цветков, 2005). Кроме того, зеленая хвоя этой породы содержит небольшое количество эфирных масел (в 3 – 4 раза меньше, чем хвоя сосны) (Филиппов, 1968) и имеет более высокую влажность по сравнению с хвоей вечнозеленых пород (Курбатский, 1970).

Последующая динамика отпада определяется степенью повреждения нижней части ствола растений. При этом существенную значимость приобретает не только интенсивность, но и длительность термического воздействия – фактора, влияние которого усиливается при устойчивом пожаре. На различие механизма повреждения клеточных функций в зависимости от соотношения времени и силы нагрева указывает В.Я. Александров (Александров, 1965): репарация нарушенных физиологических функций клеток происходит быстрее после относительно сильного, но недолгого нагрева, чем после меньшего, но более длительного.

Круговой ожог живых тканей у корневой шейки, вследствие продолжительного горения подстилки, приводит к летальному исходу. У особей с частичным прогоранием коры и отмиранием луба наступают различные последствия для жизнедеятельности молодого дерева.

Подрост, получивший в результате пожара обратимые нарушения обмена веществ, вырабатывает защитные приспособительные реакции и впоследствии может полностью восстановиться (Александров, 1965; Гирс, 1982). Как показали наши наблюдения, в первые послепожарные годы его рост существенно ослабляется. Прирост апикальных и латеральных побегов у поврежденных огнем особей снижается в 3 – 7 раз по сравнению с контролем. Замедление ростовых процессов в данных обстоятельствах следует понимать как морфологическое выражение адаптации растительных организмов к стрессовой ситуации: для повышения устойчивости организма к внешнему воздействию снижается скорость его ростовых реакций. Растения, у которых при действии сублетальных температур на живые ткани наступили необратимые нарушения метаболизма, начинают отмирать и этот процесс растягивается на несколько лет.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проиллюстрированные фактическим материалом особенности влияния пожаров на предварительное возобновление лиственницы в разнотравной группе типов леса позволяют сделать следующие выводы. Отпад подроста зависит как от его морфометрических показателей, так и от силы пожара. Лиственница высотой до 0,5 м гибнет даже при слабом горении; не повреждены лишь растения, обойденные огнем. Подрост высотой до 1,5 м может пережить пожар средней силы, но только в куртинах, где сила огня и время его действия по указанным выше причинам уменьшаются. Более устойчив к тепловому воздействию подрост четвертой высотной группы, но и его сохранность после устойчивых пожаров не превышает 22 %.

Результаты выполненных исследований будут полезны при проведении профилактических палов в лиственничных ценозах с травяным напочвенным покровом. Последующие наблюдения за появлением и ростом пирогенной генерации лесообразующей породы позволят разработать рекомендации по осуществлению лесовозобновительных выжиганий с целью инициирования процесса зарождения нового поколения лиственницы, способного в перспективе заменить материнский древостой и выполнять эдификаторную роль в фитоценозе.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Абаимов, А.П. Мерзлотное лесоводство / А.П. Абаимов, П.М. Матвеев. – Красноярск: СибГТУ, 2002. – 88 с.
- Александров, В.Я. Цитофизиологический анализ теплоустойчивости растительных клеток и некоторые задачи цитоэкологии / В.Я. Александров // – Бот. журн. - 1965. – Т. 41. - № 7.
- Анучин, Н.П. Лесная таксация / Н.П. Анучин. – М.: Лесн. пром-сть, 1982. – 552 с.
- Ваганов, Е.А. Пожары сибирской тайги / Е.А. Ваганов, В.В. Фуряев, А.И. Сухинин // Природа. – 1998. - №7. – С. 51-62.
- Гирс, Г.И. Физиология ослабленного дерева / Г.И. Гирс. – Новосибирск: Наука, 1982. – 252 с.
- Главацкий, Г.Д. Горимость лесов Красноярского края / Г.Д. Главацкий // Профилактика и тушение лесных пожаров: сб. ст. – Красноярск, 1998. – С. 38-45.
- Крылов, Г.В. Леса Сибири и Дальнего Востока / Г.В.-Крылов. – М.-Л.: Гослесбумиздат, 1960. – 156 с.
- Курбатский, Н.П. Исследование количества и свойств лесных горючих материалов / Н.П. Курбатский // Вопросы лесной пирологии: сб. ст. – Красноярск, 1970. – С. 5-58.
- Курбатский, Н.П. Техника и тактика тушения лесных пожаров / Н.П. Курбатский. – М.: Гослесбумиздат, 1962. – 154 с.
- Матвеев, А.М. Возникновение и развитие лесных пожаров / А.М. Матвеев, П.М. Матвеев, Т.А. Матвеева. – Дивногорск: ИПКЛХ С и ДВ, 2003. – 112 с.
- Матвеева, Т.А. Пожарная опасность в светлохвойных лесах Восточного Саяна / Т.А. Матвеева // Лесные и степные пожары: возникновение, распространение, тушение и экологические последствия. – Томск, 2005. – С. 78-79.
- Судачкова, Н.Е. Интразональная вариабельность метаболизма и морфогенеза хвойных по Енисейскому меридиану как аналог реакции леса на глобальные изменения климата / Н.Е. Судачкова, И.Л. Милюткина, Г.П. Семенова // Структурно-функциональная организация и динамика лесов: сб.ст. – Красноярск: ИЛ СО РАН, 2004. – С. 208-210.
- Сукачев, В.Н. Методические указания к изучению типов леса / В.Н. Сукачев, С.В. Зонн. – М.: АН СССР, 1961. – 144 с.
- Филиппов, А.В. Пирологическая характеристика хвой лиственницы сибирской / А.В. Филиппов // Лиственница. – Красноярск, 1968. – Т.3. – С. 101-104.
- Цветков, П.А. Пирогенные свойства лиственницы Гмелина в северной тайге Средней Сибири: автореф. дисс... д-ра. биол. наук / П.А. Цветков. – Красноярск, 2005. – 40 с.
- Шешуков, М.А. Биоэкологические и зонально-географические основы охраны лесов от пожаров на Дальнем Востоке: автореф. дисс... д-ра. с.-х. наук / М.А. Шешуков. – Красноярск, 1988.
- Щербаков, И.П. Лесные пожары в Якутии и их влияние на природу леса / И.П. Щербаков, О.Ф. Забелин, Б.А. Карпель. – Новосибирск: Наука, 1979. – 226 с.
- Goldammer, J.G. The wildland fire season 2002 in the Russian Federation / J.G. Goldammer // International Forest Fire News No. 28, 2003. – P. 2-14.
- Pyne, S.J. Introduction to wildland fire / S.J. Pyne, P.L. Andrews, R.D. Laven. – N.-Y. – Chichester – Brisbane – Toronto – Singapore, 1996. – 769 pp.

Поступила в редакцию 4 декабря 2007 г.  
Принята к печати 16 мая 2008 г.