

УДК 43:630.114:595.2

ВОЗДЕЙСТВИЕ ВЫСОКИХ ТЕМПЕРАТУР НА МИКРОАРТРОПОД ПОЧВ ПРИ ПОЖАРАХ В ЛИСТВЕННИЧНИКАХ НИЖНЕГО ПРИАНГАРЬЯ

Е.Н. Краснощекова, И.В. Косов, Г.А. Иванова

Институт леса им. В.Н.Сукачева СО РАН
660036 Красноярск, Академгородок, 50; e-mail: evgeniya_krasnos@mail.ru

В работе рассмотрено воздействие теплового потока на почвенных беспозвоночных при пожарах в смешанных лиственничниках мелкотравно-зеленомошных Нижнего Приангарья. Установлено, что длительность воздействия высоких температур является фактором, определяющим послепожарную численность и разнообразие микроартропод.

Ключевые слова: лесные пожары, смешанные лиственничники, микроартроподы

The influence of heat transfer under surface fire on soil invertebrates in the mix larch stands in Angara region has been considered. It has been found that duration of high temperatures is main factor determining postfire density and diversity of microarthropods.

Key words: forest fires, larch stands, microarthropods

ВВЕДЕНИЕ

Пожары как один из факторов нарушения среды в лесных экосистемах приводят к изменению свойств напочвенного покрова, почвы, упрощению сообществ (Бузыкин, Попова, 1978; Фуряев, 1977; Иванова, 2006). Почвенные микроартроподы являются одной из наиболее многочисленных и разнообразных групп, участвующих в процессе почвообразования и регулирования процессов круговорота веществ (Гиляров, Стриганова, 1978; Криволицкий, 1994; Добровольский, 1996). Под влиянием пожаров комплекс микроартропод претерпевает ряд существенных изменений, проявляющихся в снижении численности и видового разнообразия (Горбачев и др., 1982; Безкоровая и др, 2005; Гонгальский, 2006; Мордкович и др, 2006).

Степень воздействия пожара на почвенное население зависит от множества факторов, таких как дожарные характеристики напочвенного покрова, наличие горючих материалов на поверхности почвы, свойства почвы, интенсивности пожара, его скорость и др. Среди экологических последствий пожаров, большое значение имеет тепловое воздействие на почву. Из-за неравномерности распределения лесных горючих материалов, различий в микро- и нанорельефе, характере растительности термическое воздействие на почву различно. В местах большого скопления горючих материалов почва может прогреваться до температуры, летальной для почвенных обитателей. Там же, где огонь прошел бегом, температура почвы либо не изменяется совсем, либо повышается незначительно или на короткое время (Попова, 1975; Humphreys, 1981; Горбачев и др., 1982; Oliveira, Viegas, Raimundo, 1997).

В современной литературе достаточно полно представлен механизм переноса тепла в почве при

пожарах (Davis, Byram, Krumm, 1959; Конев, 1977; Белов, 1982; De Ronde, 1990; Giovannini, Lucchesi, Giachetti, 1990; Valetta et al., 2004;), а также приведены последствия воздействия высоких температур на растения, и их отдельные части (Nage, 1965a, 1965b; Валендик, Сухинин, Косов, 2006). Трансформация сообществ почвенных животных под воздействием высоких температур изучена в меньшей степени. В связи с этим задачей наших исследований являлось изучение воздействия теплового потока на почвенную фауну.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

Исследования проводились в смешанных лиственничниках мелкотравно-зеленомошной левобережной части р.Ангара в Нижнем Приангарье (58°32'с.ш. 98°57'в.д.), где были заложены участки площадью 100х100м. Лесорастительная характеристика приведена на основе данных, предоставленных П.А. Цветковым и В.Д. Перевозниковой, а описание почв - П.А. Тарасовым.

Насаждения на экспериментальных участках относятся к лиственничникам мелкотравно-зеленомошной группы со II ярусом из пихты, ели и кедра. Состав древостоя имеет сложную структуру. Сомкнутость крон I яруса 0.3 - 0.5, II - 0.7 - 0.9. Верхний ярус полидоминантный, но с явным доминированием *Larix sibirica* Ledeb. и *Pinus sylvestris* L., средний возраст составляет 140 лет, средняя высота - 27 м. В составе второго яруса преобладают *Abies sibirica* Ledeb., *Picea obovata* Ledeb., *Pinus sibirica* (Du) Tour., возраст - 40-60 лет, средняя высота - 16 м. Подлесок как ярус не выражен, единично представлены *Salix caprea* L., *Rosa acicularis* Lindl., *Spiraea media* Franz Schmidt, *Lonicera tatarica* L., *Sorbus sibirica* Hedl., *Juniperus communis* Burgsd. Общее проективное покрытие травяно-кустарничкового яруса составляет от 10 до 50%, с доминированием *Linnaea borealis* L., *Pyrola rotundi-*

*Работа выполнена при поддержке грантов РФФИ № 07-04-00562, МНТЦ №3695

folia L., *Viola uniflora* L., *Anemone altaica* Fischer ex C. A. Meyer, *Lathyrus humilis* (Ser) Spreng., *Rubus saxatilis* L., *Carex macroura* Meinsh., *Vaccinium vitis-idea* L. Общее проективное покрытие мхов - от 40 до 80 % с преобладанием *Pleurozium schreberi* (Brid.) Mitt, *Hylocomium splendens* (Hedw.) Schimp. B.S.G. Высота мха варьировала от 6–15 см. Лишайниковый покров не развит.

Согласно классификации и диагностики почв России (2004), почва на экспериментальных участках характеризуется как бурозем темный, остаточнокarbonатный, выщелоченный, маломощный слабогумусированный, глинистый на элювиально-делювиальной красноцветной мергелистой глине (Классификация и диагностика почв России, 2004, стр.110-112). Такие почвы, ранее называемые дерново-карбонатными, широко распространены в Сибири. Они формируются на продуктах выветривания красноцветных карбонатных и карбонатно-силикатных пород кембрия и ордовика и встречаются как в горных, так и негорных районах, на водоразделах и склонах разных экспозиций. Строение почвенного профиля следующее: O (A0) 0-3 см – лесная подстилка, AU - 3-18 см – темногомусовый горизонт (в него объединены A1 и A1B), BMca 18-40 см – метаморфический карбонатный (B_{Ca}), Cca - 40 см и глубже – материнская карбонатная порода (C_{Ca}). В верхних почвенных горизонтах обнаружены многочисленные включения углей. Вследствие тяжелого гранулометрического состава исследуемые почвы по своим теплофизическим характеристикам относятся к «холодным».

В 2006-2007 гг. в лиственничниках была проведена серия экспериментов, представляющих собой контролируемые выжигания с целью оценки воздействия пожаров на компоненты лесной экосистемы. Во время экспериментальных пожаров нами были получены данные по температуре горения на поверхности почвы и в самой почве.

Измерение температурного режима проводилось в моховом слое, в подстилке и в минеральном слое почвы на глубине 5 и 10 см с помощью хромель-алюмелевых термопар заводского производства диаметром 0,3 мм, удлиненных до 4,5 метров. Для регистрации температуры использовались цифровые мультиметры М-838 (рис. 1) с разрешающей способностью 1°C и пределом измерений до 1370 °С. Термопары вкапывались в месте измерения на разные глубины по вертикали на одной линии. Соединительные провода заглублялись в почву и выводились за границы участка, где и соединялись с мультиметрами. Измерения проводились с момента повышения температуры, при подходе кромки пожара к установленным термопарам и до охлаждения почв.

В соответствии с поставленной задачей в местах измерения температуры были взяты образцы грунта для изучения почв фауны (микроартропод) до и на следующий день после пожара. Отбор и обработка почвенных проб проводилась по общепринятым методикам (Дунгер, 1987). Пробы почвы на мелких беспозвоночных отбирались металлическим буром диаметром 5 см в подстилке и в 0-5 см слое почвы.

Выгонка микроартропод осуществлялась на эклекторах Тулгрена.

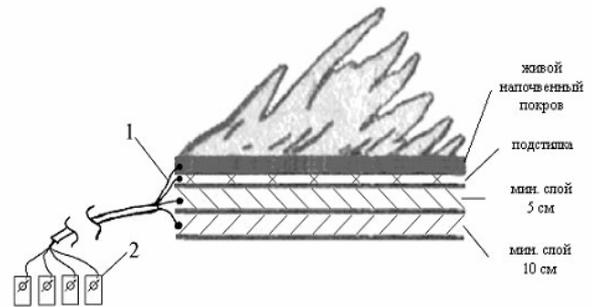


Рисунок 1 – Схема измерения температуры в напочвенном покрове и почве при горении: 1 - термопары, 2 - мультиметры

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

За время проведения контролируемых выжиганий было проведено 9 экспериментов по оценке воздействия температуры на почвенную фауну (табл. 1). В зависимости от характеристик живого напочвенного покрова, влагосодержания у напочвенных горючих материалов сила пожара была различна.

Согласно классификации Н.П. Курбатского (1970), при наших экспериментах № 1 и № 2 сила пожара оценивалась как средняя, в остальных как слабая. Максимальная глубина прогорания живого напочвенного покрова и подстилки составляла 6см, в среднем же во всех экспериментах она варьировала от 1,5 до 3 см. Температура на поверхности покрова повышалась до 911°C.

Исследование количественного и качественного состава почвенных микроартропод было проведено до и после контролируемых выжиганий. На экспериментальных участках численность микроартропод варьирует от 33 до 90 тыс. экз/м². Микроартропоидный комплекс представлен клещами и коллемболами, их процентное соотношение составляет в среднем 50:50. При этом в отдельных пробах численность коллембол может достигать 90% от общей численности. В подстилке обитает до 70% всех микроартропод. В составе панцирных клещей обнаружено 23 вида из 21 рода и 14 семейств (табл. 2). Массовыми видами среди орибатид являются: *N. sellnicki*, *O. nova*, *A. tragardhi*, *T. velatus*, *S. laevigatus*, *S. latipes*, *L. similes*, *O. pallida*, *A. verrucosa*, *E. torulosus*. На долю этих видов клещей приходится до 80%. Остальные виды встречаются единично. Среди коллембол основу фауны формируют семейства Onychiuridae и Isotomidae. Доля хищных клещей сем. Mesostigmata по отдельным пробам варьирует, и их численность колеблется от 500 до 4000 экз/м².

Анализ данных показал, что при различной силе пожара наблюдаются вариации в изменении количественного и качественного состава почвенных беспозвоночных (рис. 2, табл.2).

Вследствие уменьшения мощности подстилки после пожара в первую очередь угнетаются обитатели подстилочного яруса. И как отмечают, многие

авторы, такой характер изменений является закономерным для подобного рода воздействий (Горбачев и др., 1982; Ганин, 1997). В процессе нагрева

напочвенного покрова и подстилки температура может становиться одним из факторов падения численности почвенных животных.

Таблица 1 - Характеристика проведенных экспериментов

№ Эксп.	Характеристика напочвенного покрова	Глубина прогорания*, см	Сила пожара**	Максимальная температура (°C) и длительность воздействия*** (мин)		
				Моховой покров (до 3 см)	Подстилка	Минеральный слой 0-5см
1	Осочково-зеленомошный	6,0	Средняя	<u>520</u> 23	<u>86</u> 16	28
2	Осочково-зеленомошный	5,0	Средняя	<u>200</u> 32	<u>63</u> 8	29
3	Осочково-зеленомошный	1,8	Слабая	<u>911</u> 10	38	23
4	Разнотравно-зеленомошный	2,2	Слабая	<u>656</u> 23	38	21
5	Разнотравно-зеленомошный	1,4	Слабая	<u>111</u> 10	34	18
6	Разнотравно-зеленомошный	2,8	Слабая	<u>250</u> 8	45	21
7	Разнотравно-зеленомошный	1,3	Слабая	<u>148</u> 14	28	21
8	Разнотравно-зеленомошный	3,6	Слабая	<u>335</u> 107	74	21
9	Разнотравно-зеленомошный	3,7	Слабая	45	35	21

Примечания: * Глубина прогорания живого напочвенного покрова и подстилки, см; ** Сила пожара по Н.П. Курбатскому (1970); ***Максимальные температуры (числитель) и продолжительность воздействия температур более 50°C (знаменатель), мин.

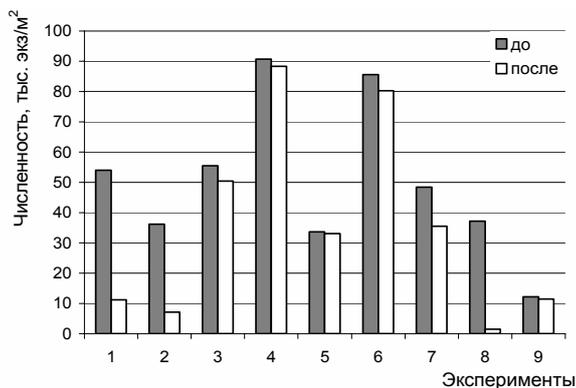


Рисунок 2 – Численность микроартропод до и после пожаров разной силы в лиственничнике мелкотравно-зеленомошном

Наши исследования показали, что непосредственное воздействие огня, повышение температуры на поверхности напочвенного покрова и на границе подстилки и минерального горизонта почвы выше 50°C и длительности ее в течение 16 мин в первом эксперименте (рис. 3 а), привели к гибели и снижению численности микроартропод в 10 раз (рис. 1). Подобные результаты получены и во втором эксперименте, где температура в верхней части мохового слоя (3 см) достигала 200 °C, а в подстилке 63 °C, при этом общее количество микроартропод снизилось в 5 раз.

Анализ структуры педокомплексов в обоих экспериментах показал, что если в допожарном составе панцирных клещей преобладали подстилочные виды и клещи эврибионты, то после пожара при общем снижении всех групп, доминантами остались подстилочно-почвенные эврибионты (*T. velatus*, *S. laevi-*

gatus, *S. latipes*). Количество обнаруженных видов после пожара сократилось в 3,5 раза (табл.1). Среди коллембол исчезли представители сем. Tomoceridae, значительно снизилась численность сем. Isotomidae (в 17 раз), в послепожарном составе преобладали почвенные виды сем. Onychiuridae. Численность мезостигматовых клещей также снизилась более чем в 3 раза. В данном случае не наблюдалась полная стерилизация почв, несмотря на высокие температуры.

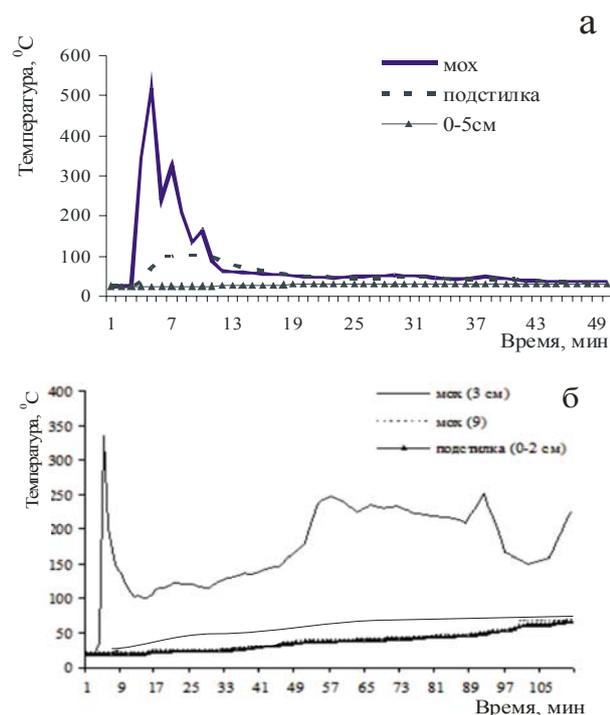


Рисунок 3 – Изменение температуры во время

горения (а – эксперимент 1, б – эксперимент 8) в лиственничнике мелкотравно-зеленомошном

Таблица 2 – Встречаемость видов папириных клещей до и после пожара в почве лиственничника мелкотравно-зеленомошных

Виды	№ эксперимента																		
	1		2		3		4		5		6		7		8		9		
	до	после	до	после	до	после	до	после	до	после	до	после	до	после	до	после	до	после	
<i>Camisia lapponica</i> (Tragardh)	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+
<i>Heminothrus longisetosus</i> (Willmann)	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+
<i>Nanhermannia sellnicki</i> (Forslund)	+	+	+	-	-	-	+	-	-	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+
<i>Gymnodamaeus sp.1</i>	+	-	+	-	+	+	+	-	+	+	+	-	+	-	+	-	+	-	+
<i>Gymnodamaeus sp.2</i>	+	-	+	-	-	-	+	-	+	+	+	-	+	-	+	-	+	-	+
<i>Epidamaeus sp.1</i>	+	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	+	-	+	-	+
<i>Epidamaeus sp.2</i>	+	-	+	-	-	-	+	-	+	+	+	-	+	-	+	-	+	-	+
<i>Eremaeus silvestris</i> (Forslund)	+	-	+	-	-	-	+	-	+	+	+	-	+	-	+	-	+	-	+
<i>Carabodes areolatus</i> (Berlese)	+	-	+	-	-	-	+	-	+	+	+	-	+	-	+	-	+	-	+
<i>Tectocephus velatus</i> (Michael)	+	+	+	-	+	+	+	-	+	+	+	-	+	-	+	-	+	-	+
<i>Oppiella nova</i> (Oudemans)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	+	-	+	-	+
<i>Autogneta fragardhi</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	+	-	+	-	+
<i>Libstadia similes</i> (Michael)	+	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	+	-	+	-	+
<i>Scheloriabates latipes</i> (C.L. Koch)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	+	-	+	-	+
<i>Scheloriabates laevigatus</i> (C.L. Koch)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	+	-	+	-	+
<i>Oribatula pallida</i> (Banks)	+	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	+	-	+	-	+
<i>Peloriabates vindobanensis</i> (Willmann)	+	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	+	-	+	-	+
<i>Ceratozetella thienemanni</i> (Willmann)	+	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	+	-	+	-	+
<i>Diapterobates reticulatus</i> (C.L. Koch)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	+	-	+	-	+
<i>Hamneria canadensis</i> (Hammer)	+	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	+	-	+	-	+
<i>Achipteria verrucosa</i> (Rjabinin)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	+	-	+	-	+
<i>Eupelops torulosus</i>	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	+	-	+	-	+
<i>Galanna rossica</i> (Sellnick)	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	+	-	+	-	+
<i>Ceratoppia bipilis</i>	+	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	+	-	+	-	+
Сем. Oribotritidae	+	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	+	-	+	-	+

Примечание: + – присутствие вида, - – отсутствие вида

В экспериментах от третьего до девятого (исключенные эксп. № 8) при слабой силе пожара максимальная температура в слое мха до 3 см достигала 250 °С, но при этом в более глубоких слоях значительного прогревания не наблюдалось, температура не превышала 34 °С. Мощный моховой покров обусловил слабую прогреваемость нижних слоев. Таким образом, численность почвообитающих животных почти не изменилась. Значительных качественных изменений в населении орибатид и коллембол также не наблюдалось. В ряде случаев из состава панцирных клещей выпали поверхностные и подстилочные виды (роды *Gymnodamaeus*, *N. sellnicki*, (табл. 1). В спектре жизненных форм коллембол значимых изменений также не наблюдалось, их численность варьировала в пределах ошибки.

При эксперименте № 8 происходило длительное тление мха и древесных остатков. Это привело к постепенному нарастанию температуры в верхней части подстилки до 74 °С (рис. 3 б). Высокая температура в подстилке держалась около часа, и как результат этого - почти полная гибель микроартропод (рис. 2). Из комплекса полностью исчезли панцирные клещи, единично встречались клещи сем. *Mesostigmata* и подстильно-почвенные виды коллембол (сем. *Isotomidae*). Сохранение этих групп, по видимому, носит случайный характер, т.е. на момент воздействия пожара они попали в условия, где температура не повысилась до летальной для них.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом в южнотаежных смешанных мелкотравно-зеленомошных лиственничниках пожары средней силы оказывают негативное воздействие на педобионтов, снижая их общую численность в 5-10 раз. В послепожарном комплексе сохраняются подстильно-почвенные и почвенные виды, менее подверженные термическому воздействию. Температурные максимумы, полученные в экспериментах при слабой силе пожара, оказались недостаточными, чтобы прогреть моховой слой, вследствие чего почвенная биота не пострадала. В то же время, при длительном тлении слоя мха и прогревании подстилки наблюдалось резкое снижение численности мелких беспозвоночных. Следовательно, важнейшим фактором для почвенных обитателей в данных биотопах является продолжительность теплового воздействия. Высокие температуры (выше 50 °С), сохраняющиеся в подстилке в течение часа, приводят к почти полному уничтожению почвенного населения (до 96 % от исходной численности).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Бузыкин, А.И. Влияние пожаров на лесные фитоценозы и свойства почв / А.И. Бузыкин, Э.П. Попова // Продуктивность сосновых лесов. - Москва, 1978. - С. 5 - 47.
- Валендик, Э.Н. Влияние низовых пожаров на устойчивость хвойных пород / Э.Н. Валендик, А.И. Сухинин, И.В. Косов. - Красноярск, 2006. - 96 с.
- Ганин, Г.Н. Почвенные животные уссурийского края / Г.Н. Ганин. - Владивосток; - Хабаровск: Дальнаука, 1997. - 160 с.
- Гиляров, М.С. Роль почвенных беспозвоночных в разложении растительных остатков и круговороте веществ / М.С. Гиляров, Н.Т. Стриганова // Зоология беспозвоночных. - М.: Наука, 1978. - С. 8 - 69.
- Гонгальский, К.Б. Лесные пожары как фактор формирования сообществ почвенных животных / К.Б. Гонгальский // Журнал общей биологии, 2006. - Т.67. - № 2. - С. 127-138.
- Добровольский, Г.В. Значение почвы в сохранении биоразнообразия / Г.В. Добровольский // Почвоведение. - 1996. - № 6. - С. 694 - 698.
- Дунгер, В. Учет микроартропод (микрофауна) / В. Дунгер // Количественные методы в почвенной зоологии. - М.: Наука, 1987. - С. 26-50.
- Иванова, Г.А. Зонально-экологические особенности лесных пожаров в сосняках средней Сибири: автореф. дис. докт. биол. наук: 06.03.03 / Г.А. Иванова. - Красноярск, 2006. - 41 с.
- Классификация и диагностика почв России [Текст] / Л.Л. Шишов, В.Д. Тонконогов, И.И. Лебедева, М.И. Герасимова. - Смоленск: Ойкумена, 2004. - 342 с.
- Конев, Э.В. Физические основы горения растительных материалов / Э.В. Конев. - Новосибирск: Наука, 1977. - 240 с.
- Кривоуцкий, Д.А. Почвенная фауна в экологическом контроле / Д.А. Кривоуцкий. - М.: Наука, 1994. - 272 с.
- Курбатский, Н.П. Исследование количества и свойств лесных горючих материалов / Н.П. Курбатский // Вопросы лесной пирологии: сб. ст.- Красноярск, 1970. - С.5-58.
- Лесная пирология / С.В. Белов. - Ленинград: Изд-во ЛТА. - 1982. - 68 с.
- Мордкович, В.Г. Почвенные членистоногие послепожарных сукцессий северной тайги Западной Сибири / В.Г. Мордкович [и др.] // Сибирский экологический журнал. - 2006. - № 4. - С. 429 - 437.
- Пирогенная трансформация почв сосняков средней тайги Красноярского края / И.Н. Безкороваина [и др.] // Сибирский экологический журнал. - 2005. - №1. - С. 143-152.
- Попова, Э.П. Влияние низовых пожаров на свойства лесных почв Приангарья / Э.П. Попова // Охрана лесных ресурсов Сибири. - Красноярск, 1975. - С.166-178.
- Почвенно-экологические исследования в лесных биогеоценозах / В.И. Горбачев [и др.]. - Новосибирск, 1982. -184 с.
- Фуряев, В.В. Лесные пожары как экологический фактор формирования тайги / В.В. Фуряев // Проблема лесоведения Сибири. - М.: Наука, 1977. - С. 136 - 146.
- Davis K. P. Forest fire: control and use. / Davis K. P., Byram G.M., Krumm W.R.// New York -Toronto - London: McGraw-Hill Book Co. Inc., 1959. - 584 p.
- De Ronde C. Impact of prescribed fire on soil properties - comparison with wildfire effects./ De Ronde C. // Fire in ecosystem dynamics: Mediterranean and northern perspectives. Proceedings of the Third International Symposium on fire ecology, May 1989. Netherlands, 1990. p. 95-102.
- Giovannini, G. Beneficial and detrimental effects of heating on soil quality / G. Giovannini, S. Lucchesi, M. Giachetti // Fire in ecosystem dynamics: Mediterranean and northern perspectives. Proceedings of the Third International Symposium on fire ecology, May 1989. Netherlands, 1990. p. 95-102.
- Hare, R.C. Bark surface and cambium temperatures in simulated forest fire./ R.C. Hare // J. Forestry.- 1965b.- 6. P. 437- 440.
- Hare, R.C. Contribution of bark to fire resistance of southern

- trees. / Hare R.C. // J. Forestry. 1965a. - 4. - P. 248-251.
- Humphreys, F.R. Effect of fire on soil chemical, structural and hydrological properties / Humphreys F. R., F.G. Craig // Fire and Australian biota. (A.M. Gill, R.H. Groves, I.R. Noble, eds.). - Canberra: Australian Academy of Science, 1981. - P. 177-202.
- Oliveira, L.A. Numerical predictions on the soil thermal effect under surface fire conditions / L.A. Oliveira, D.X. Viegas, A.M. Raimundo // Int. J. Wildland Fire. - 1997. - Vol. 1. - № 1. - P. 51 - 63.
- Vallette, J-C. Heat transfer in the soil during very low-intensity experimental fires: the role of duff and soil moisture content / J-C. Vallette [et al.] // Int. J. Wildland Fire. - 1994. - Vol.4. - № 4. - P. 201 - 207.

Поступила в редакцию 13 февраля 2008 г.
Принята к печати 27 августа 2008 г.