

УДК 634.0 114: 634.0.43

ВЛИЯНИЕ ПИРОГЕННОГО ФАКТОРА НА СЕРОГУМУСОВЫЕ ПОЧВЫ СОСНОВЫХ ЛЕСОВ В ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ЗОНЕ БАЙКАЛЬСКОЙ ПРИРОДНОЙ ТЕРРИТОРИИ

© 2014 г. Ю. Н. Краснощеков

Институт леса им. В. Н. Сукачева СО РАН

660036, Красноярск, Академгородок, 50/28

E-mail: kyn47@mail.ru

Поступила в редакцию 27.02.2014 г.

Дан анализ результатов экспериментальных исследований постпирогенной динамики серогумусовых почв сосновых лесов в Центральной экологической зоне Байкальской природной территории. Низовые пожары подстилично-гумусового вида трансформируют типодиагностические поверхностные органогенные горизонты почв, приводят к формированию новых органогенных пирогенных горизонтов (O_{pir}). Показано негативное воздействие низовых пожаров разной интенсивности на изменение запаса, качественного фракционного состава органогенных горизонтов почв и их химического состава.

Ключевые слова: Центральная экологическая зона Байкальской природной территории, сосновые леса, низовые пожары, морфология почв, запас и фракционный состав подстилки, органогенные пирогенные горизонты почв, зольные элементы, физико-химические свойства почв.

ВВЕДЕНИЕ

Центральная экологическая зона Байкальской природной территории примыкает непосредственно к Байкалу и имеет особый природоохранный и социально-экономический статус. Она является субъектом как международного (объект всемирного наследия ЮНЕСКО), так и российского (Закон о Байкале) законодательства об охране природы. Леса занимают около 80 % ее площади. Чистота и качество воды, поступающей в Байкал с горных хребтов, обрамляющих озеро, в значительной степени определяются современным состоянием лесных экосистем и их компонентов – растительности и почв.

Лесные почвы Центральной экологической зоны Байкальской природной территории формируются при регулярном воздействии пирогенного фактора. По тяжести и масштабности воздействия на почвы лесные пожары резко выделяются из всех антропогенных факторов.

При обычных погодных условиях в лесах бассейна оз. Байкал возникает 700–900 пожа-

ров за год. Во время пирогенной аномалии 2000 и 2003 гг. байкальские леса горели в 3–4 раза чаще, а выгоревшая площадь лесных массивов разных высотно-поясных комплексов (ВПК) превышала 400 тыс. га (Евдокименко, 2011).

Беспрецедентные последствия огненной стихии нельзя отнести только на счет природных причин. Лесопирогенные аномалии, подобные последней, случались и раньше, в середине 1950-х и во второй половине 1970-х гг. То, что произошло в последнее время, во многом обусловлено снижением уровня противопожарной охраны лесов.

В литературе неоднократно отмечено, что пожары и любой огонь следует включить в число важных факторов, влияющих на развитие и функционирование лесных экосистем (Сапожников, 1976; Фурьев, 1996 и др.). В бассейне оз. Байкал, куда относится и район наших исследований, наиболее полно изучены вопросы о влиянии пожаров на формирование древостоев и сукцессионные стадии формирования живого напочвенного покрова (Евдоки-

Таблица 1. Лесоводственно-таксационная характеристика древостоев на пробных площадях*

№ ПП	Интенсивность пожара	Состав насаждения	Возраст, лет	Класс бонитета	Средние		Полнота	Запас древесины, м ³ /га
					высота, м	диаметр, см		
<i>Юго-Западное Прибайкалье</i>								
1	Контроль	8С2Л+Б	95	Ш	23.1	25.4	0.88	345
2	Средняя	8С2ЛедБ	95	Ш	22.2	24.7	0.82	323
3	Высокая	9С1Л	95	Ш	21.6	23.8	0.73	284
<i>Восточное Прибайкалье</i>								
4	Контроль	9С1Л	80	1V	18.0	20.0	0.70	175
5	Высокая	9С1Л+Б	80	1V	18.0	21.0	0.60	150
6	Высокая, 2007	10С+Л, Б	42	1V	11.0	11.5	0.80	105

* По данным М. Д. Евдокименко (2011).

менко, 1986; Доржсурэн, Краснощеков, 2007; Краснощеков, Евдокименко, Чередникова, 2013 и др.), тогда как вопрос о влиянии огня на почву изучен недостаточно.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объекты для изучения последствий воздействия низовых пожаров подстилично-гумусового вида на серогумусовые почвы подобраны в высотном поясе таежных сосновых лесов, в сосняках рододендроновых бруснично-разнотравных в пределах Центральной экологической зоны Байкальской природной территории, наиболее сильно пострадавших от лесопирогенной аномалии 2003 г.

Первая серия пробных площадей (ПП 1–3) заложена в Юго-Западном Прибайкалье на восточном макросклоне Приморского хребта в насаждениях Голоустненского лесничества Иркутской области (табл. 1).



Рис. 1. Сосняк, пройденный пожаром пять лет назад (пожар высокой интенсивности 2003 г., Голоустненское лесничество).

Пробные площади расположены в средней части восток-северо-восточного склона крутизной 15°, абс. отм. 730 м над ур. м. Они отличаются по степени интенсивности пожара, прошедшего в 2003 г. Общая площадь пожара составила 20 га. Горевший древостой отделяет от не затронутого пожаром минерализованная полоса (рис. 1).

Вторая серия пробных площадей (ПП 4–6) заложена в Восточном Прибайкалье на северо-западном макросклоне хр. Улан-Бургасы в пределах Кикинского лесничества Республики Бурятия в интервале высот 800–850 м над ур. м. ПП 4 и 5 расположены в нижней части склона северо-восточной экспозиции крутизной 10–12°. ПП 6 – свежая гарь 2007 г., заложена в нижней части склона второстепенного хребта юго-восточной экспозиции крутизной 25–30° (рис. 2).

При закладке ПП и их лесоводственно-геоботанической характеристике руководствовались методическими указаниями из книги



Рис. 2. Свежее пожарище в сосняке (пожар высокой интенсивности 2007 г., Кикинское лесничество).

(Программа..., 1974). Давность и силу пожара устанавливали по высоте нагара (обугливания) на стволах деревьев, степени повреждения крон, полноте сгорания горючих материалов и др. (Курбатский, 1952). Учет мощности, запаса, фракционного состава подстилки и определение ее зольного химического состава проведены по Л. Е. Родину с соавт. (1968). Гранулометрический состав, физико-химические и химические свойства почв определены общепринятыми методами (Аринушкина, 1970; Вадюнина, Корчагина, 1973). Название почв и индексация почвенных горизонтов даны согласно работе «Классификация и диагностика почв России» (2004).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В пределах Центральной экологической зоны серогумусовые типичные и глинисто-иллювирированные почвы образуют основной фон в структуре почвенного покрова горнотаежного светлохвойного ВПК типов леса под сосняками, реже лиственничниками рододендроновыми бруснично-разнотравными и бруснично-разнотравными, на высотах 600–900 м над ур. м. В пределах ВПК они формируются в автоморфных условиях на выложенных водоразделах, пологих и покатых склонах. Почвообразующими породами являются элювиальные, элювиально-делювиальные и делювиальные продукты выветривания осадочно-метаморфических и интрузивных пород докембрийского возраста. Широко распространены также осадочно-метаморфические породы верхнего протерозоя, представленные песчано-глинистыми, известняково-глинистыми, углисто-глинистыми и филлитовидными сланцами (Байкал. Атлас, 1993).

Морфологический профиль серогумусовых типичных почв состоит из лесной подстилки (1–3 см) и гумусово-аккумулятивного горизонта АУ – темно- и серовато-бурого цвета, мощностью 6–20 см. Он имеет хорошо выраженную зернистую, ореховато-комковатую или мелкокомковатую структуру. Горизонт Сf мощностью 8–25 см имеет признаки аккумуляции гумусово-железистых соединений за счет осаждения железистых пленок на поверхности минеральных зерен и агрегатов. В

нижней части профиля почв много включений щебня и обломков горных пород разного минералогического и петрографического состава. Ниже приводим морфологическое описание разреза 1-07, заложенного на ПП 4 (Восточное Прибайкалье):

О	0–2 см	Лесная подстилка из хвойно-травяного опада, мелких сучьев, шишек, влажная
АУ	2–9 см	Темно-бурый, среднесуглинистый, мелкокомковатый, пронизан корнями, редко включения дресвы, влажный. Переход ясный
Сf	9–30 см	Желтовато-коричневый, легкосуглинистый, корни редко, много дресвы и обломков гранита, на поверхности которых имеются желтовато-охристые пленки, влажный. Переход постепенный
С	30–50 см	Желтовато-серый, легкосуглинистый, много щебня и крупных обломков гранита, влажный

Серогумусовые глинисто-иллювирированные почвы по морфологическому строению характеризуются наличием лесной подстилки (1–2 см), состоящей из растительного опада, а также серогумусового горизонта АУ темно-бурого цвета, зернисто-комковатой структуры, мощностью 6–10 см; ниже выделяется маломощный (2–4 см) элювирированный горизонт АУel – серовато-бурый с седоватостью, при подсыхании становящийся светлее. Глинисто-иллювирированный горизонт Сt буровато-коричневый, обычно уплотнен, постепенно переходит в материнскую породу. Морфологическое строение профиля почвы разреза 14-03, заложенного на ПП 1 (Юго-Западное Прибайкалье), следующее:

О	0–2 см	Лесная подстилка из хвои, мелких сучьев, шишек, листового и травяного опада, влажная
АУ	2–15 см	Темно-бурый, почти черный, глинистый, влажный, зернисто-комковатый, много корней. Переход постепенный
АУel	15–19 см	Серовато-бурый, при подсыхании более светлых тонов, глинистый, влажный, пронизан корнями, уплотнен, редкие включения дресвы. Переход постепенный
Сt	19–26 см	Буровато-коричневый, глинистый, влажный, корней мало, уплотнен, много дресвы и щебня сланцев. Переход постепенный
СtC	26–38 см	Буровато-темно-серый, тяжелосуглинистый, влажный, редко тон-

		кие корни, много щебня и крупных обломков сланцев (до 40 %). Переход постепенный
C	38–55 см	Грязно-темно-серый, среднесуглинистый, влажный, много щебня и крупных обломков сланцев (до 80 %)

Морфологическая дифференциация профиля почв по элювиально-иллювиальному типу в почвах тяжелого гранулометрического состава, по-видимому, связана с развитием процесса сезонного оглеения (во время весеннего оттаивания почв), стимулирующего развитие подзолистого процесса.

Послепожарное формирование почв непосредственно связано с пирогенной трансформацией органогенных горизонтов, поэтому их изменчивость служит индикатором воздействия пожара на почву. Формируется новый типодиагностический органогенный пирогенный горизонт (O_{pir}), который по химическим и физико-химическим свойствам очень сильно отличается от природных неизмененных аналогов.

В пределах Юго-Западного и Восточного Прибайкалья участки соснового леса, подвергшиеся пожарам средней и высокой интенсивности, обычно имеют мощность органогенного пирогенного горизонта 1–2 см.

Однако часто в средних и нижних частях склонов на пожарищах формируются почвы со сложным полициклическим профилем, с погребенными (реликтовыми) горизонтами. Представление о морфологическом строении этих почв можно получить из описания разреза 14-04 (ПП 3, Юго-Западное Прибайкалье):

OL	0–1 см	Лесная подстилка из свежего опада хвой, мелких сучьев, коры, сырая
O_{pir}	1–3 см	Черный, основная масса горизонта состоит из древесных углей, фрагментов обугленной хвой и мелких сучьев, сырой
AУ	3–10 см	Темно-бурый, глинистый, влажный, непрочный-комковатый, уплотнен, пронизан корнями, много древесных углей. Переход ясный
C	10–27 см	Серовато-коричневый, глинистый, влажный, много корней, встречаются мелкие обломки сланцев. Переход ясный
$[O_{\text{pir}}]$	27–29 см	Бурый, почти черный, основная масса горизонта состоит из древесных углей, перемешанных с мелкоземом, глинистый, влажный. Переход ясный
C	29–50 см	Грязно-темно-серый, тяжелосуглинистый с большим количеством

щебня и крупных обломков сланцев (до 80 %)

В данном почвенном профиле основная масса горизонта [O_{pir}] мощностью 2 см состоит из древесных углей, перемешанных с мелкоземом. Этот горизонт является следствием пожара высокой интенсивности, прошедшего в 1989 г. Сохранился в результате погребения его под наносом мелкозема, смытого с верхней части склона.

Нарушение пожаром защитного растительного слоя на крутых склонах (25–30° и более) часто приводит к полному сносу мелкозема, в результате чего на поверхности местами обнажены плиты и крупные обломки горных пород. На крутых склонах мелкозем сохраняется лишь фрагментарно, в основном в западинах и на склонах крутизной менее 10°, а также под кронами отдельных сосен, обладающих мощной поверхностной корневой системой. Аккумуляцией мелкозема служат также приствольные зоны, расположенные по склону выше стволов деревьев и имеющие протяженность 1–2 м. Здесь же наблюдается и формирование органогенного пирогенного горизонта, причем более половины его запасов сосредоточено именно на этой площади. Однако очень часто в условиях горного рельефа на крутых скло-



Рис. 3. Образование каменных россыпей после низового пожара (пожар 1989 г., Голоуственское лесничество).

нах после лесного пожара высокой интенсивности смывается весь почвенный мелкозем и образуются каменистые россыпи (курумники), долгое время не зарастающие лесом (рис. 3).

В Юго-Западном Прибайкалье изученные серогумусовые почвы по гранулометрическому составу глинистые, а в Восточном – среднесуглинистые (табл. 2).

Во всех изученных почвах присутствует скелетная фракция, содержание которой в нижних горизонтах достигает 70–80 %. В составе мелкозема преобладает в основном крупнопылева-

тая фракция. В физической глине более половины составляют илистые частицы.

Характерной особенностью серогумусовых почв региона является слабая дифференциация профиля по распределению физической глины. В то же время распределение илистой фракции по профилю носит аккумулятивный характер с максимумом в гумусово-аккумулятивном горизонте. По всему профилю почв отмечено малое содержание песчаной фракции.

На участках пожарищ высокой интенсивности (ПП 3) в отличие от слабоизмененных

Таблица 2. Некоторые физико-химические и химические свойства серогумусовых почв

Горизонт	Глубина, см	Гранулометрический состав, мм; %		pH _{вод}	Обменные катионы			Валовые, %	
		< 0.001	< 0.01		Ca ⁺²	Mg ⁺²	H ⁺	гумус	азот
					мг/экв на 100 г почвы				
<i>Юго-Западное Прибайкалье</i>									
Разрез 14-03 (ПП 1)									
O	0–2	–	–	5.3	6.2	2.9	6.7	90.6*	0.90
AY	2–5	25.2	52.9	6.0	14.6	4.1	2.3	8.2	0.47
AYel	15–19	24.7	53.0	5.9	7.6	2.9	0.7	5.0	0.15
Ct	19–26	23.0	55.6	5.9	5.9	1.6	0.7	2.6	0.08
CtC	27–37	17.1	46.7	5.8	3.9	1.6	0.4	1.2	0.02
C	40–50	16.3	37.7	5.3	3.6	2.1	0.3	0.4	0.01
Разрез 14-05 (ПП 2)									
OL/O _{pir}	0–2	–	–	5.8	7.9	3.5	4.5	72.0*	0.86
AY	2–10	28.7	53.2	6.5	8.9	4.4	0.4	6.4	0.41
AYel	10–13	24.3	53.8	6.2	6.4	3.6	0.4	3.2	0.13
Ct	13–20	19.3	55.9	6.2	4.4	2.4	0.8	2.9	0.12
CtC	30–40	16.3	51.2	5.9	3.0	2.0	0.6	0.8	0.02
C	40–50	15.2	38.6	5.9	3.0	1.3	0.3	0.3	0.01
Разрез 14-04 (ПП 3)									
OL	0–1	–	–	5.6	6.5	3.9	5.7	90.7*	0.84
O _{pir}	1–3	–	–	6.4	8.5	3.2	0.4	67.2*	1.07
AY	3–10	26.8	61.7	6.2	7.7	2.7	1.0	5.0	0.38
C	10–27	20.2	55.5	6.3	6.6	4.9	1.2	4.8	0.17
[O _{pir}]	27–29	23.6	58.1	6.0	9.2	4.5	0.6	5.1	0.23
C	30–40	15.2	42.9	5.3	4.5	2.7	1.7	2.3	0.06
<i>Восточное Прибайкалье</i>									
Разрез 1-07 (ПП 4)									
O	0–2	–	–	5.3	45.0	14.8	5.8	76.1*	0.50
AY	2–9	12.1	31.4	6.0	12.7	4.4	2.0	5.6	0.21
Cf	10–20	10.2	28.0	5.5	5.8	1.6	0.5	2.1	0.05
C	30–40	9.1	24.4	6.0	2.2	0.8	0.3	0.3	0.02
Разрез 2-07 (ПП 5)									
OL/O _{pir}	0–2	–	–	6.8	43.0	18.4	1.7	57.1*	1.06
AY	2–8	16.8	36.6	6.5	10.3	3.6	2.2	8.7	0.29
Cf	8–18	15.8	31.2	5.3	6.8	2.3	0.8	0.9	0.14
C	30–40	14.2	34.7	5.8	6.0	1.4	0.1	0.6	0.04
Разрез 3-07 (ПП 6)									
O _{pir}	0–1	–	–	7.4	52.0	11.8	–	32.2*	1.51
AY	1–9	17.8	38.3	6.6	12.7	3.9	–	6.6	0.35
Cf	10–20	16.2	37.0	6.5	7.0	2.6	–	1.0	0.08
C1	20–30	14.4	31.2	7.0	7.5	2.0	–	0.6	0.02
C2	50–60	8.9	14.0	7.0	2.4	1.1	–	0.1	0.01

Примечание. * Потеря при прокаливании; прочерк – значение не определялось.

почв почвенный профиль не дифференцирован по гранулометрическому составу. Современный почвообразовательный процесс протекает на глинистом наносе, обогащенном илом и тонкопылеватыми фракциями.

Почвы характеризуются высоким содержанием гумуса в аккумулятивном горизонте. С глубиной содержание его резко снижается, составляя в горизонте С 0.1–2.3 %. Количество общего азота меняется в соответствии с изменением в профиле почв органического вещества. Наибольшее его количество характерно для органогенных горизонтов.

Одним из основных источников поступления органического вещества и зольных элементов в почвы является лесная подстилка. Известна широкая изменчивость запасов подстилки и их химического состава, обусловленная типологическим разнообразием насаждений, структурой древостоев, различиями физико-географических условий среды (Зонн, 1964; Карпачевский, 1981 и др.). Под влиянием лесных пожаров, особенно низовых, происходит частичное или полное сгорание подстилки, что в дальнейшем влияет на свойства почв, прежде всего их верхних горизонтов.

В сосняке рододендроновом бруснично-разнотравном (Юго-Западное Прибайкалье) мощность подстилки составляет 2 см, запас – 20.4 т/га. На гари средней интенсивности мощность поверхностного органогенного пирогенного горизонта (OL/O_{пир}) также 2 см, а

его запас – 15.6 т/га. По сравнению с лесом на гари во фракционном составе наблюдается относительное уменьшение фракции хвои (4.5 % в лесу, 3.7 % на гари), травы (2.2 % в лесу, 1.2 % на гари) и трухи (74.3 % в лесу, 54.8 % на гари), но в то же время увеличение грубой фракции (19 % в лесу, 33 % на гари). Фракция древесных углей составляет 7.3 % (рис. 4).

Пятилетний период, прошедший после пожара высокой интенсивности, значительно изменил состав и структуру поверхностных органогенных и органогенных пирогенных горизонтов. За этот период на поверхности сформировался горизонт OL мощностью 1 см с запасом 3.3 т/га. Во фракционном составе преобладает грубая фракция (сучья, кора, шишки) – 69.6 %. На долю хвои и травы приходится 28.6 и 1.8 % соответственно.

Органогенный пирогенный горизонт O_{пир} имеет мощность 2 см, запас – 11.2 т/га. Во фракционном составе этого горизонта на долю древесного угля приходится 38.8 %. Остальная часть (61.2 %), представляющая собой смесь тонкодисперсных древесных углей, перемешанных с мелкоземом, – это труха.

Полученные данные в Восточном Прибайкалье в сосняках рододендроновых бруснично-разнотравных и на гарях разного возраста свидетельствуют, что под пологом сосняков мощность подстилки изменяется незначительно и в среднем составляет 2 см, а ее запас – 10.5 т/га, тогда как на свежей гари – 1 см и

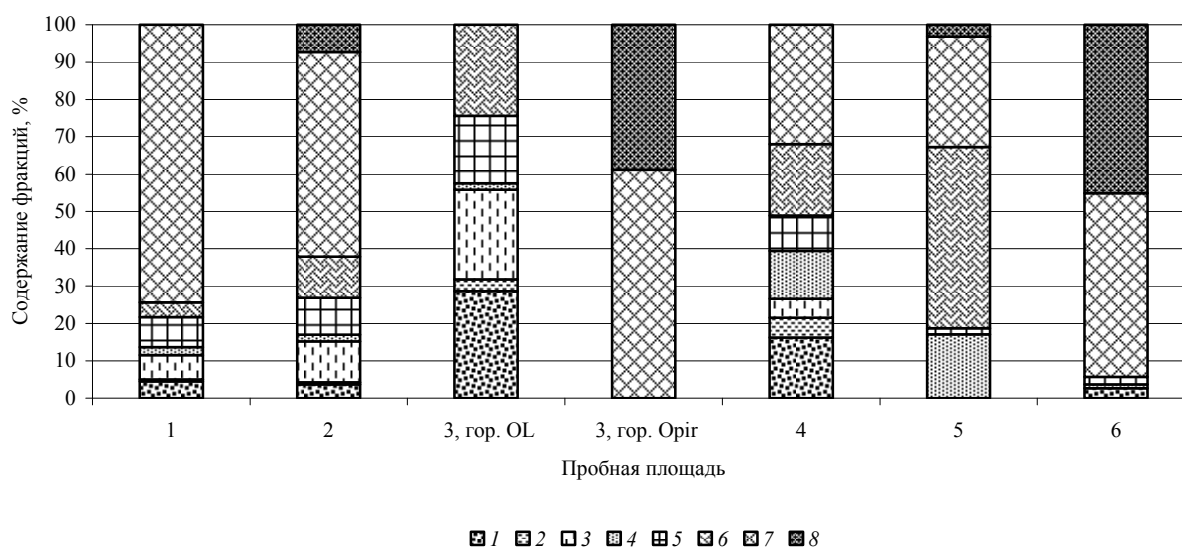


Рис. 4. Фракционный состав подстилок: 1 – хвоя; 2 – листья; 3 – шишки; 4 – сучья; 5 – кора; 6 – трава; 7 – труха; 8 – уголь.

8.1 т/га соответственно. На гари 2003 г. мощность подстилки возрастает до 2 см, а ее запас – до 8.9 т/га.

Определение фракционного состава показало, что под пологом сосняка на разложившиеся растительные остатки приходится 32 % подстилки, на грубые фракции (сучья, шишки, хвоя, кора) – 43,5 %. Фракция листьев и травы составляет около 20 % (см. рис. 4). Как показали исследования, на свежей гари (ПП 6) во фракционном составе вновь образованного поверхностного специфического органогенного пирогенного горизонта доминирует фракция древесных углей. Для фракционного состава горизонта O_{pir} характерна и большая доля (до 49 %) обугленной трухи, представляющей собой смесь тонкодисперсных древесных углей, перемешанных с мелкоземом и растительными остатками.

На гари 2003 г. по сравнению со свежей соотношение фракций в подстилках иное. Здесь абсолютно господствует фракция травы (49 %), а за ней следует грубая фракция (19 %). Наблюдается резкое (до 3 %) сокращение фракции древесных углей.

Известно, что подстилки представляют собой саморегулирующуюся систему, где состав и структура химических элементов отражают характер биологического круговорота веществ между почвой и растительностью.

Установлено, что в сосняках рододендроновых бруснично-разнотравных зольность подстилок изменяется от 9.34 до 13.71 % (табл. 3).

На участке, пройденном пожаром средней интенсивности в 2003 г., зольность подстилок 24.86 %, на участке с высокой интенсивностью пожара зольность вновь сформированного горизонта OL 9.52 %, а сохранившегося поверхностного органогенного пирогенного горизонта O_{pir} – 34.38 %.

В Восточном Прибайкалье на участке леса, пройденного пожаром высокой интенсивности в 2003 г., зольность поверхностного органогенного пирогенного горизонта OL/O_{pir} 28.44 %, на участке свежей гари – 55.00 %.

В целом подстилки в исследуемых сосновых насаждениях и на гарях отличаются низким содержанием зольных элементов. Однако наблюдаются различия в содержании элементов в зависимости от интенсивности пожаров и постпирогенной направленности сукцессионных процессов живого напочвенного покрова.

В Юго-Западном Прибайкалье в поверхностном органогенном пирогенном горизонте, образовавшемся после воздействия огня высокой интенсивности (ПП 3, гор. O_{pir}), наблюдается более высокая концентрация химических элементов по сравнению с контролем: Si – в 2.8, Fe – в 2.5, Al – в 3.5, Ca – в 1.5, Mg – в 1.8, Mn – в 1.6, P – в 2.0 и K – в 3.5 раза. Вновь сформированный поверхностный органогенный горизонт OL (ПП 3, гор. OL) по концентрации зольных химических элементов мало отличается от контрольного участка (см. табл. 3).

В Восточном Прибайкалье на свежей гари сосняка отмечено увеличение в горизонте O_{pir} Si – в 1.9, Fe – в 2.7, Al – в 3.5, Ca – в 2.5, Mg – в 2.1, Mn – в 1.2, P – в 2.1, K – в 3.7, P – в 2.1 раза по сравнению с их концентрацией в подстилке сосняка до пожара.

Несколько другая закономерность в аккумуляции химических элементов отмечена в органогенном пирогенном горизонте (OL/O_{pir}) соснового леса через 3 года после пожара высокой интенсивности. Так, в Восточном Прибайкалье происходит накопление по сравнению с контролем Si – в 1.3, Fe – в 1.5, Al – в 2.0, Ca – в 1.3, Mg – в 1.4, P – в 1.4, K – в 1.6 раза. В Юго-Западном Прибайкалье на 5-й год после пожара средней интенсивности в

Таблица 3. Содержание зольных элементов в лесных подстилках (% на сухое вещество)

№ ПП	Зольность, %	Si	Fe	Al	Ca	Mg	Mn	P	K
<i>Юго-Западное Прибайкалье</i>									
1	9.34	0.56	0.43	0.29	1.82	0.22	0.05	0.04	0.02
2	24.86	0.96	0.32	0.23	1.56	0.38	0.05	0.10	0.18
3, гор. O_{pir}	34.38	1.57	1.08	1.01	2.72	0.40	0.08	0.08	0.07
3, гор. OL	9.52	0.46	0.38	0.29	1.90	0.18	0.05	0.03	0.08
<i>Восточное Прибайкалье</i>									
4	13.71	0.97	0.36	0.27	1.29	0.30	0.06	0.07	0.07
5	28.44	1.25	0.55	0.54	1.54	0.41	0.06	0.10	0.11
6	55.00	1.83	0.98	0.95	3.22	0.64	0.07	0.15	0.26

горизонте OL/O_{rig} по сравнению с контролем увеличилась концентрация Si – в 1.7, Mg – в 1.7, P – в 2.5 и K – в 9.0, а концентрация Fe, Al и Ca значительно снизилась.

Такое изменение в соотношении накопления зольных элементов в органогенных пирогенных горизонтах гарей на 3–5-й год после пожара связано прежде всего с их выщелачиванием поверхностным жидким стоком, а также с хорошо развитым травяно-кустарничковым ярусом, влияющим на запас, фракционный и химический состав вновь образующейся подстилки.

Пирогенная трансформация подстилок сопровождается сдвигом кислотности в сторону нейтрализации кислых растворов. В нашем случае, если под пологом сосновых насаждений в подстилках реакция среды кислая (рН_{вод} 5.4–5.3), на пожарищах поверхностные горизонты OL/O_{rig} даже через 5 лет после пожара слабокислые (рН_{вод} 6.0–5.8). На свежей гари в поверхностном горизонте O_{rig} реакция среды стала слабощелочной (рН 7.4). Разница в кислотности отмечается только в органогенном слое, нижние горизонты имеют реакцию, близкую соответствующим горизонтам лесной

почвы (см. табл. 2). Подобная закономерность отмечена и другими исследователями (Фирсова, 1960; Попова, 1975 и др.).

В качестве положительного влияния пожара на почвы большинство исследователей отмечают увеличение кальция в почвенном поглощающем комплексе в поверхностных горизонтах (Попова, 1975 и др.).

Наблюдается изменение в соотношении обменных катионов в почвенном поглощающем комплексе (см. табл. 2). Так, до пожара обменный кальций в лесной подстилке составлял 39–69 %, магний – 18–22, водород – 9–43 %. Через 5 лет после пожара средней интенсивности в поверхностном горизонте OL/O_{rig} их доли составили 50–69, 24–29 и 2–26 % соответственно. На пожарище высокой интенсивности в органогенном пирогенном горизонте O_{rig} в составе обменных катионов доля кальция была 70, магния – 27, а водорода – 3 %. В то же время в составе обменных катионов во вновь образованном на поверхности горизонте OL доля кальция 41, магния – 24, водорода – 35 %. На свежей гари в Восточном Прибайкалье доля кальция в сумме обменных катионов была равна 82, а магния – 18 %. Поверхностные органогенные пирогенные горизонты почв пожарищ характеризуются повышенным содержанием обменных катионов Ca²⁺ и Mg²⁺.

Термическое воздействие на органогенные горизонты почвы приводит к изменениям в их содержании аммонийного и нитратного азота (Арефьева, Колесников, 1963 и др.). Сопоставление подвижных минеральных форм азота (N–NH₄ и N–NO₃) показало, что на свежей гари сосняка в Восточном Прибайкалье в горизонте O_{rig} наблюдается максимальное их количество. Однако на 3-й год отмечено значительное снижение (рис. 5).

Такая тенденция изменения подвижных минеральных форм азота в органогенном пирогенном горизонте почв свойственна гарям разного возраста, даже пройденным огнем одной интенсивности. Однако на разновозрастных гарях, пройденных огнем разной интенсивности, через 5 лет после пожара во вновь образовавшемся маломощном поверхностном органогенном горизонте различия в содержании подвижных форм азота незначительны.

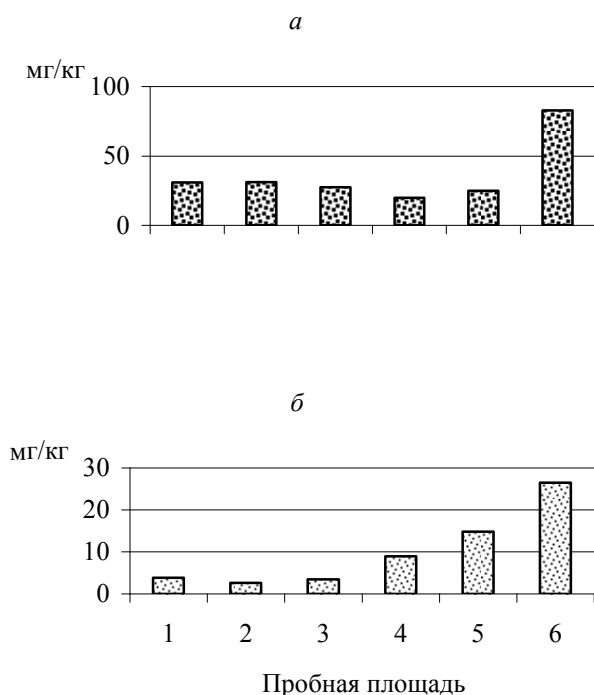


Рис. 5. Содержание подвижных форм N–NH₄ (а) и N–NO₃ (б) в органогенных и органогенных пирогенных горизонтах серогумусовых почв.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Низовые пожары подстилично-гумусового вида в Центральной экологической зоне Байкальской природной территории в зависимости от интенсивности огня в разной степени трансформируют почвенный покров. В горных условиях при пожарах высокой интенсивности наблюдаются процессы денудации на склонах (сноса и переотложения мелкозем), приводящие к формированию либо простых примитивных профилей с маломощными горизонтами, либо к формированию сложных полициклических профилей, часто с погребенными (реликтовыми) горизонтами.

Низовые пожары резко изменяют морфологический облик верхней части почвенного профиля. В результате изменяется характер типодиагностических поверхностных горизонтов почв. Формируется новый маломощный органогенный пирогенный горизонт (O_{pir}), который по химическим, физико-химическим свойствам и биологическому круговороту зольных элементов отличается от природных аналогов. Под влиянием огня возникают изменения в пространственной организации достаточно лабильных их свойств (рН, состав обменных катионов, валовых и подвижных форм азота и др.). Повышенная концентрация зольных элементов наблюдается в органогенных пирогенных горизонтах, трансформированных пожарами высокой интенсивности. Поведение и содержание химических элементов в лесных подстилках обусловлено помимо воздействия пожара и послепожарных сукцессий растительности и геохимической обстановкой региона – скоростью водной миграции и биологического поглощения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Арефьева З. Н., Колесников Б. П.* Динамика аммиачного азота в лесных почвах Зауралья при высоких и низких температурах // Почвоведение. 1963. № 3. С. 30–45.
- Аринушкина Е. В.* Руководство по химическому анализу почв. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1970. 486 с.
- Байкал. Атлас. М.: Федеральная служба геодезии и картографии, 1993. С. 22–23.
- Вадюнина А. Ф., Корчагина З. А.* Методы исследований физических свойств почв и грунтов. М.: Высш. школа, 1973. 399 с.
- Доржсүрэн Ч., Краснощеков Ю. Н.* Послепожарные сукцессии в псевдотаежных листовенных лесах Центрального Хангая в Монголии // Хвойные бореальной зоны. 2007. Т. 24, № 4–5. С. 391–397.
- Евдокименко М. Д.* Реакция сосны на огневые воздействия в условиях Забайкалья // Лесоведение. 1986. № 6. С. 46–53.
- Евдокименко М. Д.* Факторы горимости Байкальских лесов // География и природ. ресурсы. 2011. № 3. С. 51–57.
- Зонн С. В.* Почвы как компонент лесного биогеоценоза // Основы лесной биогеоценологии. М.: Наука, 1964. С. 372–457.
- Карпачевский Л. О.* Лес и лесные почвы. М.: Лесн. пром-сть, 1981. 263 с.
- Классификация и диагностика почв России. Смоленск: Ойкумена, 2004. 342 с.
- Краснощеков Ю. Н., Евдокименко М. Д., Чередникова Ю. С.* Влияние пожаров на экосистемы подтаежно-лесостепных сосновых лесов в Юго-Западном Прибайкалье // Сиб. экол. журн. 2013. № 5. С. 633–643.
- Курбатский Н. П.* Техника и тактика тушения лесных пожаров. М.: Гослесбумиздат, 1952. 155 с.
- Попова Э. П.* Влияние низовых пожаров на свойства лесных почв Приангарья // Охрана лесных ресурсов Сибири. Красноярск: Изд-во ИЛиД СО АН СССР, 1975. С. 166–178.
- Программа и методика биогеоценологических исследований. М.: Наука, 1974. 403 с.
- Родин Л. Е., Ремезов Н. П., Базилевич Н. И.* Методические указания к изучению динамики и биологического круговорота в фитоценозах. Л.: Наука. Ленингр. отд-ние, 1968. 143 с.
- Сапожников А. П.* Роль огня в формировании лесных почв // Экология. 1976. № 1. С. 43–46.
- Фирсова В. П.* Об изменении физико-химических свойств некоторых почв Урала под влиянием лесных пожаров // Изв. вузов. Лесн. журн. 1960. № 1. С. 13–20.
- Фуряев В. В.* Роль пожаров в процессе лесообразования. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1996. 253 с.

Pyrogenic Impact on Gray Humus Soils of Pine Forests in the Central Ecological Zone of the Baikal Lake Natural Territory

Yu. N. Krasnoshchekov

*V. N. Sukachev Institute of Forest,
Russian Academy of Sciences, Siberian Branch
Academgorodok, 50/28, Krasnoyarsk, 660036 Russian Federation
E-mail: kyn47@mail.ru*

The data of experimental research on the dynamics of post pyrogenic gray humus soils of pine forests in the central ecological zone of the Baikal natural territory are analysed. Ground litter-humus fires transforms type diagnostic surface organic soil horizons, lead to the formation of new organogenic pyrogenic horizons (O_{pir}). Negative impact of surface fires of varying intensity on stock change, quality of fractional composition of soil organic horizons, and their chemical composition is shown.

Keywords: *central ecological zone of the Baikal natural territory, pine forests, ground fires, soil morphology, stock and fractional composition of litter, organogenic pyrogenic soil horizons, ash elements, physical and chemical properties of soils.*