

Е.Ю. ШАХМАТОВА, Л.Л. УБУГУНОВ, Д.П. СЫМПИЛОВА

Институт общей и экспериментальной биологии СО РАН, 670047, Улан-Удэ, ул. Сахьяновой, 6, Россия, ekashakhmat@mail.ru, l-ulze@mail.ru, darimas@p@mail.ru

ПОСЛЕПОЖАРНЫЕ ТРАНСФОРМАЦИИ В СОСНОВЫХ ЛЕСАХ СЕЛЕНГИНСКОГО СРЕДНЕГОРЬЯ (ЗАПАДНОЕ ЗАБАЙКАЛЬЕ)

Приведен анализ данных о трансформации основных компонентов экосистем остепненных сосновых лесов Селенгинского среднегорья в Западном Забайкалье под влиянием пожаров. Установлено, что преобладающие в регионе низовые пожары средней интенсивности преобразуют живой напочвенный покров, изменяют состав и свойства лесной подстилки, морфологические, физико-химические и гидротермические свойства почв. В ходе послепожарной динамики выявлено незначительное преобразование видового разнообразия, проективного покрытия и фитомассы травянистой растительности и более заметное — параметров мохово-лишайникового покрова, подстилки и почв. На свежей гари наблюдались полная гибель мхов и лишайников, малая мощность и низкие запасы подстилки, состоящей преимущественно из фракций свежего опада хвои и веток. В верхних пирогенных горизонтах почвы сразу после пожара уменьшалась влажность и возрастала температура. Установлено очень темное окрашивание продуктами горения органического вещества, подщелачивание, увеличение содержания катионов кальция и углерода в гумусово-аккумулятивных и оксалаторастворимого железа — в иллювиальных горизонтах профиля почв. Спустя пять лет после прохождения низового пожара отмечены положительные изменения, которые связаны с увеличением мощности подстилки и формированием мохово-лишайникового покрова, а также установлено постепенное изменение химических свойств, снижение температурных показателей и некоторая стабилизация параметров полевой влажности в верхней части профиля почв. Сделан вывод, что данные трансформации свойств подстилки, мохово-лишайникового покрова и почв негативно влияют на послепожарное восстановление лесной растительности и возобновление сосны на гаях, образованных низовыми пожарами средней интенсивности.

Ключевые слова: сухие сосновые леса, низовые пожары, почвы, растительность, постпирогенные изменения, лесовозобновление.

E.Yu. SHAKHMATOVA, L.L. UBUGUNOV, D.P. SYMPILOVA

Institute of General and Experimental Biology, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences, 670047, Ulan-Ude, ul. Sakhyanovoi, 6, Russia, ekashakhmat@mail.ru, l-ulze@mail.ru, darimas@p@mail.ru

POST-FIRE TRANSFORMATIONS IN PINE FORESTS OF THE SELENGA MIDDLE MOUNTAINS (WESTERN TRANSBAIKALIA)

This article presents an analysis of data on the transformation of the main components of ecosystems of steppized pine forests in the Selenga Middle Mountains (Western Transbaikalia) under the influence of fires. It was established that ground fires of medium intensity prevailing in the region transform living ground cover, change the composition and properties of forest litter and morphological, physicochemical and hydrothermal properties of soils. The post-fire dynamics revealed a slight transformation of species diversity, projective cover and phytomass of herbaceous vegetation, and a more noticeable change in the parameters of moss-lichen cover, litter and soils. A fresh burn showed total death of mosses and lichens, and a small thickness and low reserves of litter consisting largely of fractions of fresh litter of the needles and branches. In the upper pyrogenic soil horizons, moisture decreased and temperature increased immediately after the fire. Very dark coloring from the products of organic matter combustion, alkalization, increasing content of calcium cations and carbon in humus-incorporated horizons and oxalate-soluble iron content in illuvial soil profile horizons were revealed. Five or more years after the passage of the ground fire there occurred positive changes associated with an increase in the thickness of litter and the formation of lichen cover as well as a gradual change in the chemical properties, a decrease in temperature indicators and some stabilization of field moisture parameters in the upper part of the soil profile. It is concluded that these transformations of the properties of litter, moss-lichen cover and soils have a negative influence on post-fire restoration of forest vegetation and pine regeneration in burnt areas formed by ground fires of medium intensity.

Keywords: dry pine forests, ground fires, soils, vegetation, post-pyrogenic changes, reforestation.

ВВЕДЕНИЕ

Лесные пожары представляют собой активно действующий фактор трансформации и динамики природных комплексов [1, 2]. В ползасушливых районах они часто провоцируют развитие эрозии почв, процессов деградации и опустынивания территорий [3, 4].

Селенгинское среднегорье входит в бассейн оз. Байкал. На севере оно граничит с хребтами Хамар-Дабан и Улан-Бургасы, на востоке и юго-востоке — с Витимским плоскогорьем и Хэнтэй-Чикойским нагорьем, на юге — с Монголией, на юго-западе и западе — с северным склоном Джидинского хребта и юго-западным склоном Малого Хамар-Дабана [5]. Это плотно населенный и экономически развитый район, который активно используется в лесном и сельском хозяйстве. Обширные территории горно-лесостепных ландшафтов заняты сосновыми лесами на песчано-супесчаных экологически слабоустойчивых почвах. Сильное антропогенное воздействие на данные леса (пожары, вырубki, пастбищное использование) изменяет поверхностный сток, усиливая эрозионные процессы. В последние годы главный фактор нарушенности лесов территории — пожары. Активное влияние пирогенеза, обусловленное антропогенным воздействием и засушливостью климата, вызывает гибель светлохвойных лесов и усиливает общую тенденцию к локальному обезлесению [6–8].

Хорошо изучена роль пирогенного фактора в сосновых лесах Сибири, отмечены его положительное и негативное влияние, связь с особенностями климата, рельефом территории, интенсивностью и типом пожаров. Сравнительный совокупный анализ пирогенных изменений проведен главным образом в средне- и южнотаежных сосняках [9–13]. В уязвимых горно-лесостепных сосновых лесах Селенгинского среднегорья, где часто случаются низовые пожары, подобные комплексные исследования, учитывающие трансформации важнейших компонентов ландшафтов, не проводились. Имеются данные о почвах территории, их экологическом районировании и трансформации, а также восстановлении полноты пострадавших сосновых древостоев [6, 14–17]. Тем не менее пожары затрагивают все элементы ландшафтов и в целом определяют устойчивость лесов в данном регионе. В связи с этим цель данной работы представляет собой оценку постпирогенных изменений растительности, мохово-лишайникового покрова, подстилки, почв и их влияния на послепожарное восстановление сосновых лесов в Селенгинском среднегорье.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

Исследования проведены в 2008, 2009, 2010 и 2013 гг. в сосновых лесах северных отрогов хр. Цаган-Дабан в бассейне р. Воровки. Климат территории резко континентальный. Средние годовые температуры воздуха колеблются от $-4,2$ до -5 °С. Среднегодовое количество осадков составляет 250 мм в год. Весна и начало лета отличаются высокой сухостью воздуха и почвы, незначительными осадками и сильными ветрами. Относительная влажность воздуха в это время не превышает 30–40 %, а в отдельные дни — 10 % [18].

Для изучения послепожарных изменений были выбраны сравнительно однородные по экологическим параметрам (положение в рельефе, абсолютная высота, тип почвы, почвообразующие породы) участки соснового леса на свежей гари и на гарях с давностью пожаров 5 и 10 лет. На этих участках, приуроченных к нижним частям делювиальных шлейфов склонов теневых экспозиций на абсолютной высоте 600–750 м над ур. моря, были заложены пробные площади. Пробная площадь № 1 ($51^{\circ}37'51''$ с. ш., $107^{\circ}51'18''$ в. д.) характеризует сосняк мертвопокровный, пройденный пожаром в начале лета 2008 г. (свежая на момент исследования гарь). Пробная площадь № 2 ($51^{\circ}44'07''$ с. ш., $107^{\circ}48'26''$ в. д.) расположена в сосняке злаково-разнотравном, пройденном пожаром в 2003 г. (5-летняя гарь). Пробная площадь № 3 ($51^{\circ}41'15''$ с. ш., $107^{\circ}48'07''$ в. д.) заложена в сосняке рододендрово-разнотравно-лишайниковом, пройденном пожаром в 1998 г. (10-летняя гарь). На изученной территории не выявлены участки леса, которые ранее не испытали на себе воздействие пирогенного фактора. В связи с этим не удалось заложить пробную площадь, которую можно принять за контрольный вариант. Гари образованы низовыми пожарами средней интенсивности. Давность пожаров определяли по «Книгам учета лесных пожаров»¹.

На пробных площадях исследовали растительные сообщества, учитывали возобновление сосны, надземную фитомассу и проективное покрытие травостоя, мхов и лишайников, мощность и запасы подстилки ($n = 10$), ее фракционный состав ($n = 4$), закладывали почвенные разрезы ($n = 4$), изуча-

¹ Книги учета лесных пожаров представляют собой записи лесников Заудинского лесхоза Республики Бурятия за 1990–2008 гг.

ли морфологию почв и их свойства. В течение вегетационных периодов 2008, 2009 и 2013 гг. в почвах определяли влажность и температуру [19–22]. Латинские названия растений приводятся согласно [23]. Статистическая обработка данных выполнена с использованием пакета Microsoft Excel.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В горно-лесостепных ландшафтах Селенгинского среднегорья значительный фон растительного покрова представлен сухими сосновыми лесами. Особенности климата, рельефа и растительного покрова территории являются причинами высокой горимости сосняков.

На свежей гари древесный ярус представлен сосной обыкновенной (*Pinus sylvestris*) (10С). Возраст сосны составляет 60–100 лет, высота — 10–14 м, V класс бонитета, сомкнутость крон — 0,5. Подлесок и подрост сгорели. Травяно-кустарничковый ярус разреженный, мозаичный, высотой 5–80 см. Преобладающие виды: чина приземистая (*Lathyrus humilis*), астра альпийская (*Aster alpinus*), кошачья лапка двудомная (*Antennaria dioica*), дендрантема Завадского (*Dendranthema zawadskii*), кострец сибирский (*Bromopsis sibirica*). Их проективное покрытие составляет 2–3 %. Всего отмечен 21 вид растений. Последствия пожара — обугливание поверхности коры деревьев и валежника, опадание отмершей хвои, частичное прогорание подстилки и полное уничтожение мохово-лишайникового покрова. Наблюдается возобновление из почек рододендрона даурского (*Rhododendron dauricum*).

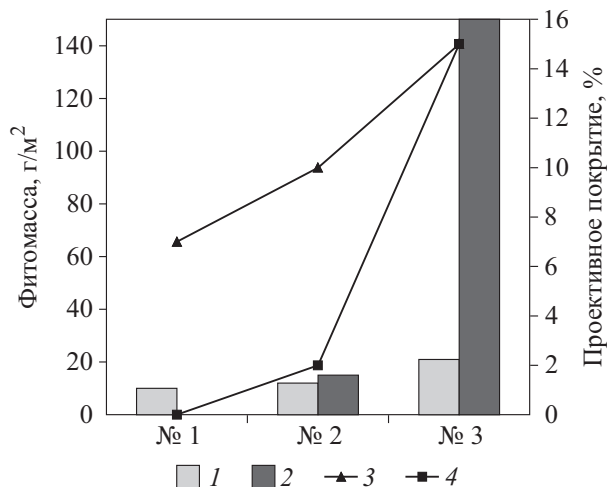
На 5-летней гари древесный ярус образован сосной обыкновенной (10С). Возраст сосны — 70–110 лет, высота — 8–15 м, V класс бонитета, сомкнутость крон — 0,4. После пожара часть деревьев усохла и выпала, незначительная часть вырублена, поэтому древостой изреженный (проективное покрытие — 40 %). В подлеске выявлены рододендрон даурский, таволга средняя (*Spiraea media*), малина сахалинская (*Rubus sachalinensis*) высотой 0,5–0,8 м, с проективным покрытием 1–2 %. Травяно-кустарничковый ярус высотой 5–40 см, разреженный, равномерный. Всего обнаружено 23 вида растений, среди которых преобладают: кошачья лапка двудомная, дендрантема Завадского, вейник наземный (*Calamagrostis epigeios*). Последствия пожара также проявляются в отсутствии подроста (выявлены погибшие всходы сосны) и наличии слабо выраженного мохово-лишайникового покрова (представлено два вида зеленых мхов).

На участке, заложенном на 10-летней гари, видны отдельные пни от старой рубки, много валежника 2-й и 3-й стадий разложения (труха). Древесный ярус образован сосной обыкновенной (10С). Возраст деревьев — 60–100 лет, высота — 10–14 м, V класс бонитета, сомкнутость крон — 0,6. Подрост сосны отсутствует (есть всходы в травяно-кустарничковом ярусе). В подлеске отмечен рододендрон даурский. Его высота в среднем составляет 1 м, проективное покрытие — 10 %. Травяно-кустарничковый ярус разреженный, равномерный, высотой до 15 см. Отмечено 29 видов растений, среди которых доминирует кошачья лапка двудомная. Мохово-лишайниковый покров выражен мозаично, куртинами (выявлено четыре вида мхов и семь — лишайников).

С увеличением давности пожара количество видов в растительных сообществах возрастало. В сосняке мертвопокровном незначительно уменьшается (на 3 %) проективное покрытие травянистого яруса. С одной стороны, это дает возможность для послепожарного возобновления сосны, что представляет собой основу пирогенной динамики сосновых лесов региона, с другой — снижение проективного покрытия травянистого яруса связано с уменьшением мощности подстилки и, соответственно, с ухудшением гидротермических условий. В сосняке рододендрово-лишайниковом выявлено заметное увеличение этого параметра. Фитомасса травостоя через 5 лет после пожара возрастала незначительно, а через 10 — увеличивалась более чем в 2 раза (рис. 1).

Рис. 1. Фитомасса и проективное покрытие травянистого и мохово-лишайникового ярусов на пробных площадях.

Фитомасса: 1 — травостой, 2 — мхи и лишайники. Проективное покрытие: 3 — травянистый ярус, 4 — мохово-лишайниковый ярус.



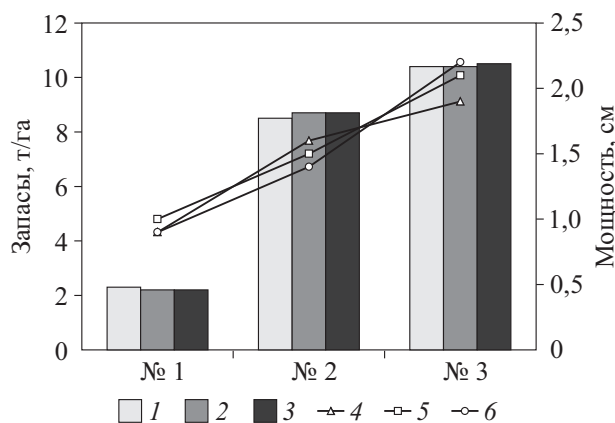


Рис. 2. Динамика запасов и мощности подстилок на пробных площадях.

Запасы подстилок: 1 — 2008 г., 2 — 2009 г., 3 — 2010 г.
 Мощность подстилок: 4 — 2008 г., 5 — 2009 г., 6 — 2010 г.

Вследствие низового пожара на свежей гари отмечена полная гибель мхов и лишайников, что связано с влиянием высоких температур при пожаре. На 5-летней гари установлено их появление, что в восстановительной стадии постпирогенной сукцессии напочвенного покрова играет положительную роль. Через 10 лет фитомасса мхов и лишайников стала значительно выше, их проективное покрытие возросло в 7,5 раза.

Пожары трансформировали лесную подстилку, вызвав ослабление ее защитных и регуляторных функций. На пробной площадке № 1 она характеризовалась незначительной мощностью и низкими запасами. Средние значения ее мощности сразу после пожара и в течение двух последующих лет не превышали 1 см, запасов — 2,5 т/га. На пробных площадях № 2 и № 3 выявлено закономерное повышение исследуемых параметров (рис. 2).

Фракционный состав подстилки в первый год после пожара отличался высоким содержанием свежего опада хвои и углей на фоне низких значений других фракций опада (рис. 3). С увеличением давности послепожарного периода состав подстилки изменялся: фракция хвои снижалась почти в 3 раза, доля углей — в 4–6 раз. Спустя 5 лет после пожара заметно увеличивались фракции шишек, веток и коры, что было связано с их отмиранием и опаданием с поврежденных деревьев. Увеличение фракции трухи происходило при поступлении опада, его накоплении и замедленном разложении в условиях резко континентального климата. Таким образом, влияние пожара отражается на изменении отдельных компонентов подстилки, ее мощности и запасов, а возраст послепожарного периода прослеживает скорость ее восстановления.

На гаях исследуемых сосняков в морфологическом строении почв наблюдалась дифференциация в их верхней части, связанная с давностью пожаров. В почве на свежей гари в результате трансформации подстилки и гумусового горизонта проявляются пирогенные признаки: уплотнение, малая мощность, очень темный оттенок горизонтов за счет включений углистой пыли и множества черных древесных углей. Ниже отмечается волнистая или кармановидная граница перехода в иллювиальный горизонт. Горизонт BF уплотнен в верхней части и имеет буровато-охристую окраску с пятнами, вкраплениями и потеками вещества темно-серого и бурого оттенков. Морфологическое строение почвенного профиля дерново-подбуров имеет следующий вид: Opir-AУpir-BF1-BF2-C.

В дерново-подбурях, где воздействие пожаров отсутствовало длительный период, подстилка вниз по профилю почвы сменяется темно-серым гумусо-аккумулятивным горизонтом АУ мощностью до 10 см. Далее располагаются переходный горизонт, вмещающий в себя часть АУ, и иллювиальный горизонт BF, имеющий буроватые или буровато-охристые тона окраски. Ниже, в минеральной части профиля почв, отмечается наличие железисто-марганцевых примазок. Морфологическое строение профиля почвы имеет вид: O-AУ-AУBF-BF1-BF2-C1-C2.

Пирогенное воздействие на верхние горизонты почв заметно отражалось на таких показателях, как реакция

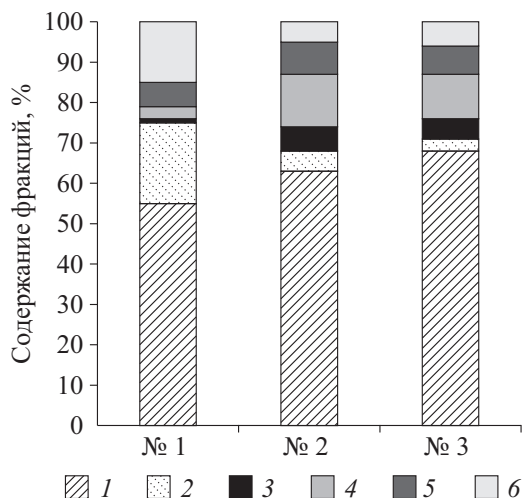


Рис. 3. Фракционный состав подстилок на пробных площадях.

1 — труха; 2 — угольки; 3 — шишки; 4 — сучья, ветки; 5 — кора; 6 — хвоя.

Таблица 1

Химические показатели почв на пробных площадях

Горизонт	Глубина, см	pH _{водн}	Обменные катионы, смоль (экв)/кг		Fe ³⁺ по Тамму	С	N	C:N
			Ca ²⁺	Mg ²⁺	%			
№ 1, свежая гарь								
O _{пр}	0–1	6,1 ± 0,05	19,1 ± 0,4	1,1 ± 0,2	–	–	–	–
AУ _{пр}	1–5	6,5 ± 0,04	10,8 ± 0,4	9,5 ± 0,4	0,64 ± 0,04	1,5 ± 0,03	0,07 ± 0,004	21
BF1	11–21	6,3 ± 0,04	6,7 ± 0,3	3,3 ± 0,3	0,72 ± 0,04	0,3 ± 0,05	0,02 ± 0,003	15
BF2	27–38	6,5 ± 0,03	7,5 ± 0,3	2,5 ± 0,2	0,64 ± 0,03	0,2 ± 0,03	0,01 ± 0,002	20
С	70–80	6,7 ± 0,03	8,3 ± 0,3	4,2 ± 0,2	0,50 ± 0,03	0,1 ± 0,02	–	–
№ 2, 5-летняя гарь								
O _{пр}	0–1	5,7 ± 0,05	16,1 ± 0,4	3,6 ± 0,3	–	–	–	–
AУ _{пр} BF1	1–8	6,3 ± 0,04	8,3 ± 0,4	6,7 ± 0,3	0,60 ± 0,03	1,0 ± 0,04	0,06 ± 0,003	17
BF1	19–29	6,3 ± 0,03	4,4 ± 0,3	4,3 ± 0,3	0,64 ± 0,04	0,2 ± 0,02	0,01 ± 0,003	20
BF2C	42–52	6,6 ± 0,04	4,2 ± 0,3	4,2 ± 0,3	0,52 ± 0,03	0,1 ± 0,03	–	–
С	71–81	6,9 ± 0,03	3,1 ± 0,2	3,1 ± 0,2	0,32 ± 0,03	0,1 ± 0,02	–	–
№ 3, 10-летняя гарь								
O	0–1/1,5	5,3 ± 0,04	13,5 ± 0,4	5,8 ± 0,3	–	–	–	–
AУBF1	1/1,5–4	6,1 ± 0,04	14,3 ± 0,4	3,6 ± 0,3	0,48 ± 0,03	1,4 ± 0,03	0,09 ± 0,004	16
BF1	9–19	6,3 ± 0,03	10,0 ± 0,4	3,9 ± 0,2	0,56 ± 0,04	0,3 ± 0,04	0,02 ± 0,003	15
BF2	24–35	6,4 ± 0,03	8,0 ± 0,3	6,0 ± 0,3	0,44 ± 0,03	0,1 ± 0,02	–	–
С1	35–47	6,6 ± 0,02	5,0 ± 0,3	5,0 ± 0,3	0,40 ± 0,03	0,1 ± 0,02	–	–
С2	51–61	6,9 ± 0,03	4,6 ± 0,3	2,3 ± 0,2	0,40 ± 0,03	0,1 ± 0,02	–	–

Примечание. Прочерк – значение показателя не определено.

среды, углерод, азот, обменные катионы. Для подстилки на пробной площади № 3 выявлены кислые значения pH, на пробной площади № 1 ее величина приближается к нейтральной (табл. 1). В гумусовых горизонтах почв также наблюдалось послепожарное уменьшение кислотности. Для свежей гари возросло содержание катионов кальция в подстилке, отношение C:N в гумусовом горизонте и содержание оксалата растворимого железа в иллювиальной части профиля почв. Сразу после пожара содержание углерода в почве превышало этот показатель для почв на 5- и 7-летней гарях. В результате частичного сгорания его органических соединений происходила потеря азота. С увеличением послепожарного периода значения pH, обменных катионов, аморфного железа и углерода для подстилок и почв уменьшались, а содержание азота и обогащенность углерода азотом в гумусовых горизонтах возрастали.

Лесные пожары заметно изменяют водный и температурный режимы почв. Воздействие пожаров на почвы сосновых лесов, произрастающих в гумидном климате, приводит к увеличению содержания в них жидкой фазы [24], в то время как для почв сухих сосновых лесов выявлена ее пирогенная потеря, связанная с повышенным нагревом обгоревшей поверхности почвы в дневное время [25].

Для почв на пробных площадях характерно низкое содержание влаги в корнеобитаемом слое, что связано с их физическими свойствами (легкий гранулометрический состав, слабая водоудерживающая способность).

В середине июля 2008 г. в мертвопокровном сосняке полевая влажность верхних горизонтов почвы была выше по сравнению с последующими годами (табл. 2). Это связано с уменьшением расхода воды растительностью нижних ярусов сразу после пожара и с трансформацией напочвенного покрова и подстилки, которые служат аккумуляторами влаги. Последнее подтверждается отсутствием мхов и лишайников, а также низкими запасами обугленной подстилки на свежей гари. В сосняках злаково-разнотравном и рододендроновом-лишайниковом в этот год во всех слоях показатели влажности почв были выше.

Во второй и пятый годы исследований влажность верхних горизонтов почвы на гари 2008 г. уменьшалась, наблюдалось их заметное иссушение. В 2009 г. это было связано с меньшим количеством осадков в сроки наблюдений и с высокими затратами влаги на физическое испарение после прошло-

Таблица 2

Средние показатели полевой влажности почв на пробных площадях, %

Номер пробной площади, возраст гари	Количество осадков в июле, мм	Глубина, см				
		0–5	5–10	10–15	15–20	20–25
II декада июля 2008 г.						
1, свежая	60,5	13,05	10,03	9,99	9,57	9,03
2, 5-летняя		15,57	9,93	10,37	9,58	8,91
3, 10-летняя		20,94	12,41	12,14	11,85	10,30
II декада июля 2009 г.						
1, свежая	56,5	10,05	9,73	9,03	8,62	8,59
2, 5-летняя		10,83	9,85	9,10	8,75	8,67
3, 10-летняя		11,13	10,25	9,05	8,97	8,69
II декада июля 2013 г.						
1, свежая	22,1	9,96	8,89	8,47	8,19	8,07
2, 5-летняя		11,93	11,15	8,92	8,13	8,01
3, 10-летняя		11,17	9,32	8,95	8,51	8,29

годнего пожара. Кроме того, сухое состояние почвы после пожаров может быть связано как с усилением гидрофобности под влиянием высоких температур [26], так и с увеличением послепожарного поверхностного стока на склонах [6]. Заметные различия влажности в почвах гарей наблюдались до глубины 10 см. Через 5 лет после пожара на пробной площади № 1 при возрастании мощности подстилки происходила стабилизация влажности в верхней части почвенного профиля.

В почве мертвопокровного сосняка также заметно изменялась температура. В июле 2008 г. она была выше по сравнению с температурой почвы в сосняке злаково-разнотравном и значительно выше этой характеристики в сосняке рододендрово-лишайниковом (табл. 3). Это связано с тем, что темная поверхность почвы, местами лишенная травянистой растительности, прогревается быстрее. Температура в почвах на всех пробных площадях в 2009 г. возросла. Данные различия в значениях температур были хорошо заметны на поверхности и в верхних слоях почвенного профиля. Максимальная разность температур на поверхности почв пробных площадей в 2009 г. превышала 6 °С. Спустя 5 лет после прохождения низового пожара выявлено снижение температуры в почве на гари, образованной в 2008 г.

Несмотря на то что в среднетаежных сосняках Сибири пожары положительно влияли на начальный этап лесообразования [1], в остепненных сосновых лесах Селенгинского среднегорья нами установлено их негативное воздействие на процессы лесовосстановления, обусловленное пирогенными трансформациями подстилки и гидротермических свойств почв. Это можно объяснить отрицательным

Таблица 3

Средние показатели температуры почв на пробных площадях, °С

Номер пробной площади, возраст гари	Температура воздуха (тах) в июле, °С	Глубина, см				
		0	5	10	15	20
II декада июля 2008 г.						
1, свежая	30,5	22,9	19,5	19,2	18,5	17,5
2, 5-летняя		19,5	18,9	18,0	16,9	16,0
3, 10-летняя		15,4	14,9	13,9	13,5	13,2
II декада июля 2009 г.						
1, свежая	32,5	24,2	20,2	19,7	18,9	17,9
2, 5-летняя		21,1	19,7	18,5	16,9	16,7
3, 10-летняя		17,9	15,7	14,5	14,2	14,2
II декада июля 2013 г.						
1, свежая	29,5	20,1	19,3	18,3	17,1	16,1
2, 5-летняя		16,3	15,5	14,9	14,2	14,0
3, 10-летняя		16,5	15,8	14,3	14,0	13,9

влиянием высоких температур, возникающих на темной деградированной поверхности почвы, на процессы естественного возобновления сосны на гарях, а также недостаточным количеством влаги в гумусовых горизонтах, что необходимо для успешного прорастания сосны обыкновенной [27].

В 2009 г. в сосняке рододендрово-лишайниковом (гарь образовалась в 1998 г.) было обнаружено 3125 экземпляров 1–2-летних проростков сосны в пересчете на 1 га площади. В сосняках мертвопокровном и злаково-разнотравном возобновления сосны в годы наблюдений не выявлено.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Сосновые леса Селенгинского среднегорья в Западном Забайкалье подвергаются активному влиянию пирогенного фактора, который, трансформируя живой напочвенный покров, подстилку и почвы, еще более усиливает остепнение территории.

Низовые пожары средней интенсивности в регионе приводят к повреждению и усыханию деревьев, разреженности древостоя, уничтожению подроста и его отсутствию на старых гарях, изменению видового разнообразия травяно-кустарничкового яруса, фитомассы травостоя и его проективного покрытия, сторанию мхов и лишайников и их длительному восстановлению в постпирогенный период.

Сразу после пожара установлено заметное изменение мощности, запасов и фракционного состава подстилки, следствием чего является частичная утрата ее функции как регулятора влажности. Под влиянием высоких температур происходило формирование маломощных темноокрашенных пирогенных горизонтов в верхней части профиля почв, где снижалась актуальная кислотность, увеличивалось содержание катионов кальция и углерода, уменьшалась влажность и возрастала температура. Спустя пять лет после низового пожара наблюдалось формирование мохово-лишайникового покрова, отмечено увеличение мощности подстилки, изменялись химические свойства, снижались температурные показатели и стабилизировались параметры полевой влажности почв.

Выявленные трансформации исследованных компонентов, вызванные пожарами средней интенсивности, оказывали лимитирующее воздействие на восстановление лесной растительности и возобновление сосны на гарях в связи с ухудшением условий для прорастания семян.

Работа выполнена при финансовой поддержке проекта «Эволюция, функционирование и эколого-биогеохимическая роль почв Байкальского региона в условиях аридизации и опустынивания, разработка методов управления их продукционными процессами» (АААА–А17–117011810038–7).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Цветков П.А. Влияние пожаров на начальный этап лесообразования в среднетаежных сосняках Сибири // Хвойные бореальной зоны. — 2013. — Т. 31, № 1–2. — С. 15–21.
2. Chandra K.K., Bhardwaj A.K. Incidence of forest fire in India and its effect on terrestrial ecosystem dynamics, nutrient and microbial status of soil // International Journ. of Agriculture and Forestry. — 2015. — Vol. 5. — P. 69–78.
3. Badiá D., Sánchez C., Aznar J.M., Martí C. Post-fire hillslope log debris dams for runoff and erosion mitigation in the semiarid Ebro Basin // Geoderma. — 2015. — Vol. 237–238. — P. 298–307.
4. Буряк Л.В., Кукавская Е.А., Каленская О.П., Малых О.Ф., Бакшеева Е.О. Последствия лесных пожаров в южных и центральных районах Забайкальского края // Сиб. лесн. журн. — 2016. — № 6. — С. 94–102.
5. Нагорья Прибайкалья и Забайкалья / Отв. ред. Н.А. Флоренсов. — М.: Наука, 1974. — 359 с.
6. Евдокименко М.Д. Пирогенная дигрессия светлохвойных лесов Забайкалья // География и природ. ресурсы. — 2008. — № 2. — С. 109–115.
7. Евдокименко М.Д. Факторы горимости байкальских лесов // География и природ. ресурсы. — 2011. — № 3. — С. 51–57.
8. Украинцев А.В., Плюснин А.М. Лесные пожары в Заиграевском районе Республики Бурятия в 2010–2012 годах: причины возгорания и ущерб // География и природ. ресурсы. — 2015. — № 2. — С. 60–65.
9. Цветков П.А. О последствиях лесных пожаров в Сибири // Хвойные бореальной зоны. — 2013. — Т. 31, № 5–6. — С. 10–14.
10. Макаров В.П., Малых О.Ф. Состояние степного соснового бора в Забайкальском крае после лесных пожаров // Успехи современного естествознания. — 2016. — № 3. — С. 90–93.
11. Краснощеков Ю.Н., Евдокименко М.Д., Черединова Ю.С. Лесоэкологические последствия в кедровниках Южного Прибайкалья // География и природ. ресурсы. — 2013. — № 1. — С. 33–42.
12. Платонова И.А., Иванова Г.А. Оценка естественного возобновления после низовых пожаров в сосняках Селенгинского среднегорья // Вестн. Краснояр. аграр. ун-та. — 2014. — № 8. — С. 168–175.

13. **Иванова Г.А., Жила С.В., Иванов В.А., Ковалева Н.М., Кукавская Е.А.** Постпирогенная трансформация основных компонентов сосняков Средней Сибири // Сиб. лесн. журн. — 2018. — № 3. — С. 30–41.
14. **Сымпилова Д.П., Гынинова А.Б.** Почвы подтаежных ландшафтов северных отрогов хребта Цаган-Дабан Селенгинского среднегорья // Почвоведение. — 2012. — № 3. — С. 270–276.
15. **Шахматова Е.Ю., Чевычелов А.П., Сымпилова Д.П., Гончиков Б.-М.Н.** Погребенные гумусовые горизонты пирогенно-трансформированных почв Западного Забайкалья // География и природ. ресурсы. — 2017. — № 2. — С. 81–87.
16. **Убугунов Л.Л., Убугунова В.И., Белозерцева И.А., Гынинова А.Б., Сороковой А.А., Убугунов В.Л.** Почвы бассейна оз. Байкал: итоги исследования за 1980–2017 гг. // География и природ. ресурсы. — 2018. — № 4. — С. 76–87.
17. **Убугунов Л.Л., Белозерцева И.А., Убугунова В.И., Сороковой А.А.** Экологическое районирование почв бассейна озера Байкал // Сиб. эколог. журн. — 2019. — № 6. — С. 640–653.
18. **Архив погоды в Улан-Удэ** [Электронный ресурс]. — [https://rp5.ru/Архив погоды в Улан-Удэ \(аэропорт\) \(дата обращения 19.04.2019\)](https://rp5.ru/Архив_погоды_в_Улан-Удэ_(аэропорт)_%28%20дата_обращения_19.04.2019%29).
19. **Родин Л.Е., Ремезов Н.П., Базилевич Н.И.** Методические указания к изучению динамики и биологического круговорота в фитоценозах. — Л.: Наука, 1968. — 143 с.
20. **Методы изучения лесных сообществ.** / Ред. В.Т. Ярмишко, И.В. Лянгузова. — СПб.: Изд-во НИИ химии Санкт-Петерб. ун-та, 2002. — 240 с.
21. **Воробьёва Л.А.** Теория и практика химического анализа почв. — М.: ГЕОС, 2006. — 400 с.
22. **Теории и методы физики почв: коллективная монография** / Ред. Е.В. Шеин, Л.О. Карпачевский. — М.: Гриф и К, 2007. — 616 с.
23. **Определитель растений Бурятии** / Ред. О.А. Аненхонов. — Улан-Удэ: Изд-во ОАО «Республиканская типография», 2001. — 632 с.
24. **Chen Sh., Peng S., Chen B., Chen D., Cneng J.** Effect of fire disturbance on the soil physical and chemical properties and vegetation of *Pinus massoniana* forest in south subtropical area // Acta Ecologica Sinica. — 2010. — Vol. 30. — P. 184–189.
25. **Евдокименко М.Д.** Пирогенные нарушения лесорастительной среды в сосняках Забайкалья и их лесоводственные последствия // Лесоведение. — 2014. — № 1. — С. 3–12.
26. **De Vano L.F.** The role of fire and soil heating on water repellency in wildland environments: a review // Journ. of Hydrology. — 2000. — Vol. 231–232. — P. 195–206.
27. **Hille M., Den Ouden J.** Improved recruitments and early growth of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) seedlings after fire and soil scarification // European Journ. of Forest Research. — 2004. — Vol. 123. — P. 213–218.

Поступила в редакцию 08.11.2019

После доработки 08.11.2019

Принята к публикации 25.09.2020