

ВЛИЯНИЕ НИЗОВОГО ПОЖАРА НА ПЕРЕРАСПРЕДЕЛЕНИЕ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ

И.С. Журкова

Институт геологии и минералогии им. В.С. Соболева СО РАН, 630090, Новосибирск, пр-т. Коптюга, 3, Россия

В ленточных борах Алтайского края изучено поведение рудных и других химических элементов при лесном пожаре. В список проб с фоновой и горелой площадей вошли почвы, лесная подстилка и листья березы. Определение степени выноса или накопления элементов в пожарище проведено простым отношением их содержаний в системе «фон/гарь». Результаты сравнения выявили две группы элементов, различающихся характером поведения при пожаре – мигранты и инертные.

почвенные материалы, пожары, лесные подстилки, миграция, тяжелые металлы

INFLUENCE OF GREeping FIRE ON REDISTRIBUTION OF CHEMICAL ELEMENTS

I.S. Zhurkova

Behavior of metallic and other chemical elements in forest fires studied in belt forests of Altai Krai. List of samples with background and burnt areas consisted of soil, litter and birch leaves. Determining the degree of removal or accumulation in the conflagration of the ratio of their contents carried in the "background / fumes." Results of the comparison revealed two groups of elements differing nature of the behavior in case of fire - migrants and inert.

soil materials, fires, forest litter, migration, heavy metals

Результатом ежегодных пожаров, которые охватывают от 550 до 650 млн га лесной площади Земли [2], является не только уничтожение лесных массивов, что негативно сказывается на экологической обстановке, но и вовлечение в воздушную эмиссию различных химических элементов и искусственных радионуклидов, а кроме того пассивное накопление других элементов. Поскольку пожары делятся на несколько видов (верховой, смешанный, низовой), то и сила и характер миграции (вынос/накопление) различны [6]. Данная работа посвящена изучению поведения химических элементов при низовом лесном пожаре, а также его влияния на растительный покров пост пирогенных площадей.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

Объектом исследования послужило пожарище в центре Алтайского края в сосновых посадках 1974 г., возникшее в 2011 г. Низовой пожар охватил 4 га из 5 га посадок, однако на краю леса огонь иногда переходил на крону сосен. В результате пожара частично выгорела лесная подстилка даже на ограниченных участках верхового пожара.

В задачу исследований входило решение двух вопросов. Так как пожар произошел близко к Семипалатинскому полигону, первый вопрос заключался в изучении возможности поступления искусственных радионуклидов в ландшафты юга Западной Сибири; второй – в изучении поведения различных элементов при низовых пожарах. Для решения этих проблем

был проведен отбор проб и пробоподготовка, затем все отобранные образцы проанализированы атомно-абсорбционным методом.

В фоновых сосновых посадках и на пожарище простым впрессовыванием в верхние 5 см почв стандартным стальным кольцом отобраны образцы на фоновой и выгоревшей площадях (по пять образцов). Послойно (через каждый сантиметр) опробована лесная подстилка мощностью 10 см для определения характера распределения в ней химических элементов. Кроме того, для изучения были отобраны листья молодых берез, выросших на пожарище и на фоновой площади. На фоновой площади изучались лесные подстилки, растения и верхний слой почвообразующих пород, представленных суглинками, на пожарище – продукты горения лесной подстилки или ее остатков и верхний слой почв. В полевых условиях пробы были высушены до воздушно-сухого состояния и упакованы в полиэтиленовые пакеты.

Список исследуемых элементов включает в себя Fe, K, Na, Al, Ca, Mg, Ni, Co, Cd, Hg, Mn, Sr, Pb, Zn, Cu, Ba. Концентрации элементов в компонентах биогеоценоза определены атомно-абсорбционным методом на приборе SoolarM6 (фирмы ThermoElectron, Англия), который снабжен зеемановским и дейтериевым корректором фона. Анализ выполнялся в аккредитованном аналитическом центре ИГМ СО РАН по аттестованным методикам. Точность анализа подтверждена анализом государственных стандартных образцов почв и растений (ЗУА-1, ЗУК-1, ТР-1, ЛБ-1).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Поскольку почвенные материалы, отобранные для сравнения геохимических показателей фоновых и горелых площадей, содержат как растительные, так и минеральные компоненты, их реакция на низовой пожар различна. Минеральная составляющая кардинально не изменяется, в то время как при сгорании растительной части образуется зола и сажа. Результатом высокотемпературного воздействия является изменение физико-химических показателей, таких как плотность, зольность и рН исследуемых образцов. Плотность определена исходя из объема кольца и веса пробы, полученного при гамма-спектрометрическом анализе, рН – по опубликованным методикам [4] зольность – весовым методом [1]. Плотность горелых почв выше, чем в образцах с фоновой площади (0,83 и 0,45 г/см³, соответственно), а рН в этом направлении изменяется от 5,8 до 5,5 г/см³ (так как зола имеет щелочную реакцию). Для горелых почв зольность составила 87 %, для фоновых 60 %.

С изменением физико-химических показателей почвенного покрова пожарища связано и различное поведение отдельных элементов. Аналитические результаты показывают, что Zn, Mn, Hg, Cd вовлекаются в атмосферную эмиссию, а Co, Pb, Ni, Sr, Ba, Mg, Fe, Na, K, Al накапливаются в пожарище (рис. 1). Так как растительные материалы активно поглощают цинк и марганец, их горение сопровождается выносом этих элементов в атмосферу. В свою очередь, ртуть и кадмий образуют летучие соединения, что соответствует их активному выделению при горении [3]. Накапливающиеся в пожарище элементы относятся преимущественно к рудным или породообразующим, поэтому логично полагать, что

обогащение ими почв пожараща связано с нахождением указанных элементов главным образом в минералах почвообразующих пород.

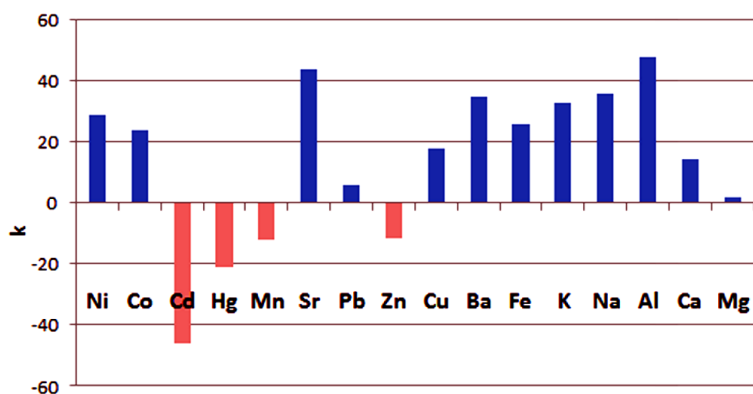


Рис. 1. Распределение элементов в пробах почв фоновых и горелых площадей (Fe, K, Na, Al в %, остальные элементы в мкг/г).

Кроме поведения элементов при пожаре, несомненный интерес представляет сравнение растений на фоновой и горелой площадях. Как уже отмечено, растения представлены молодыми березами. Различие отмечается сразу визуально: в сравнении с фоновыми образцами листья молодых берез имеют больший размер, насыщенный цвет и глянцевый блеск. Закономерности распределения элементов в почвах и листьях берез различных площадей совпадают (см. рис. 1, 2). Однако следует выделить два элемента, которые выпадают из общей зависимости. Содержание марганца в почвенном материале на горелых площадях выше, чем фоновое, а в листьях березы с горелых участков ниже. Содержание ртути в листьях березы с горелых площадей выше, а в горелом почвенном материале ниже фонового. Приведенные разногласия говорят о том, что эти данные по компонентам биогеоценоза следует проверять как натурными наблюдениями, так и экспериментально.

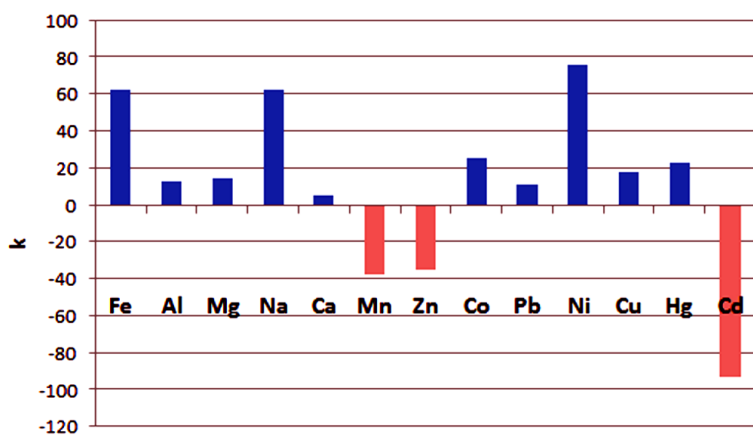


Рис. 2. Распределение элементов в пробах листьев берез фоновых и горелых площадей (Fe, K, Na, Al в %, остальные элементы в мкг/г).

Отдельное внимание следует уделить изучению разреза подстилки. В лесных сообществах подстилки играют весьма существенную роль. С одной стороны, они служат субстратом для прорастания семян лесных растений, источником и потенциальным резервом биогенных веществ и многих водорастворимых органических соединений, что обуславливает формирование специфической среды в ризосферной зоне подроста. С другой

стороны, подстилка является самым важным геохимическим барьером среди всех ярусов леса на пути миграции химических элементов. И с третьей стороны, подстилки, имея повсеместное распространение, горят при любом типе пожара и в той или иной степени участвуют в атмосферной миграции элементов или перераспределении их по выгоревшей площади [5].

Распределение химических элементов в разрезе лесной подстилки обработано и представлено на рис. 3. На графиках видно, что по распределению металлов в разрезе подстилки можно выделить две группы: 1) Fe, Al, Mg, K, Na, Ni, Co, Li, V, Sr, Ba, Mn, Cr, Cu; 2) Pb, Zn, Cd, Hg.

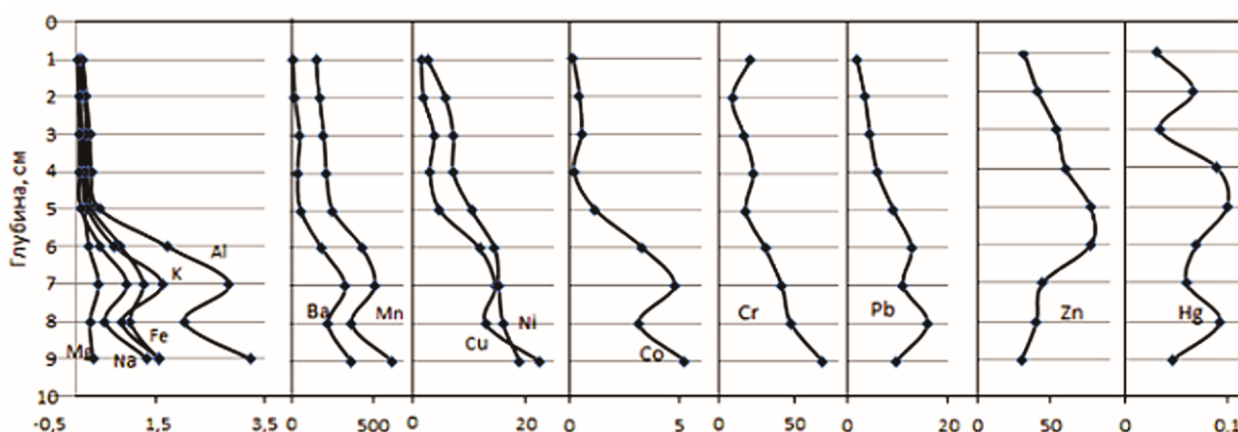


Рис. 3. Пример распределения элементов в вертикальном профиле лесной подстилки (Fe, K, Na, Al, Mg в %, остальные элементы в мкг/г).

В первой группе в интервале 0–4 см содержание металлов практически не меняется, с глубины 5 см увеличивается, в точке 7 см – резко; затем, с 7 до 8 см – уменьшается и с 8 до 10 см вновь увеличивается. Для Pb, Zn, Cd, Hg отмечается другая тенденция: от 0 до 5 см их концентрация увеличивается, в интервале 5 до 6 см начинается спад, в точке 7 см резко снижается, от 7 до 8 см повышается и от 8 до 10 см вновь падает. Следует отметить, что точка 7 см – это слой подстилки, в которой исчезает структура хвои, в точке 8 см наблюдается почва, далее – граница почвы и чернозема. С глубиной подстилки сорбционная емкость увеличивается, чем объясняется накопление металлов. Кроме того, на подвижность металлов влияют такие факторы как разложение органики, изменение pH, окислительно-восстановительного потенциала или состава почвы вследствие различных способов восстановления или природных процессов выветривания [6].

ВЫВОДЫ

Ежегодно пожары уничтожают миллионы гектаров леса. В результате высокотемпературных воздействий возникает активная миграция радионуклидов и тяжелых металлов в составе дымовых шлейфов. Результаты наших исследований показывают, что даже низовые лесные пожары способствуют выносу в атмосферу кадмия, ртути, искусственных радионуклидов и других токсичных элементов, совместное воздействие которых на живые организмы может иметь негативные последствия. Верховые и полавальные

пожары способны вовлекать в атмосферную эмиссию более широкий круг химических элементов. То, что, по прогнозам, XXI век ознаменуется увеличением количества крупных пожаров (особенно в Сибири), обязывает все экологические, научные, лесные и санитарно-гигиенические службы нашей страны объединить усилия в изучении, прогнозировании лесных пожаров и в борьбе с ними.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв. М.: МГУ, 1970. 487 с.
2. Будыко М.И., Галицын Г.С. Глобальные климатические катастрофы. М.: Гидрометеиздат, 1986. 158 с.
3. Кабата-Пендиас А., Пендиас Х. Микроэлементы в почвах и растениях. М.: Мир, 1989. 439 с.
4. Пустовалов Л.В. Методы определения рН и Eh в осадочных породах // Методы изучения осадочных пород. Т. 2. М.: Госгеолтехиздат, 1957. С. 116–127.
5. Щербов Б.Л. Роль лесной подстилки в миграции химических элементов и искусственных радионуклидов при лесных пожарах в Сибири // Сибирский экологический журнал, 2012. № 2. С. 253–265.
6. McLean J.E., Bledsoe B.E. Behavior of Metals in Soils : Ground Water Issue [Electronic resource] // Environmental Research Laboratory Ada, Oklahoma Superfund Technology Support Center for Ground Water, EPA/540/S-92/018, 1992. P. 1–20.
7. Schcerbov B.L. Lazareva E.V. Migration Factors of Radionuclides and Heavy Metals during Forest Fires in Siberia // Advances in Environmental Research, 2010. Vol. 4. P. 99–120.