

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Институт почвоведения и агрохимии СО РАН  
Национальный исследовательский Томский государственный университет  
Новосибирский государственный аграрный университет  
Общество почвоведов имени В.В. Докучаева

# ***ПОЧВЫ В БИОСФЕРЕ***

**Сборник материалов Всероссийской научной конференции  
с международным участием, посвященной 50-летию  
Института почвоведения и агрохимии СО РАН**

**10–14 сентября 2018 г., г. Новосибирск**

## **ЧАСТЬ I**

Томск  
Издательский Дом Томского государственного университета  
2018

## ВЛИЯНИЕ ПОЖАРОВ НА ИЗМЕНЕНИЕ БИОГЕОХИМИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ВИДОВ РАСТЕНИЙ БОЛОТ

Л.П. Гашкова

Сибирский научно-исследовательский институт сельского хозяйства и торфа – филиал Сибирского федерального научного центра агробиотехнологий РАН, Национальный исследовательский Томский государственный университет, Томск, gashkova-lp@rambler.ru

**Аннотация.** В результате воздействия пожаров на болота в растениях увеличивается содержание Zn, Cu и Cd. Коэффициенты биологического поглощения Cu и Cd возрастают на постпирогенных участках. Биогеохимическая активность видов удваивается после пожара в результате повышения содержания доступных для растений элементов.

**Ключевые слова:** болото, пожар, тяжёлые металлы, коэффициенты биологического поглощения, Zn, Cu, Pb, Cd.

Пожары на болотах приводят к резкому изменению геохимической структуры ландшафта. После пожара в торфе резко повышается содержание различных элементов, в том числе и тяжёлых металлов [1, 2]. На верховых болотах, в условиях дефицита микроэлементов, особенно ярко проявляется постпирогенное ускорение биогеохимических циклов в результате перехода микроэлементов из органической в неорганическую, доступную для растений форму [3]. На загрязнённых территориях высвобождение при сгорании торфа токсичных элементов может приводить к превышению предельно допустимых нормы представляет собой серьёзную угрозу для здоровья человека [4, 5]. Некоторые элементы (например, Zn и Cd) большей частью вовлекаются в атмосферный перенос, остальные (в том числе Pb и Cu) накапливаются на месте пожара [6].

Целью данного исследования было сравнить биогеохимическую активность видов растений с болот, пострадавших от пожара с фоновыми значениями данного коэффициента.

Объектами исследования послужили 5 участков болот, пострадавших от пожара (19 проб растений, 5 проб торфа), которые сравнивались с фоновыми значениями (75 проб растений, 8 проб торфа).

Проведённые исследования включали в себя геоботаническое описание участков, определение мощности торфяной залежи, отбор проб растений и торфа для определения содержания тяжёлых металлов. Образцы растений для анализа отбирались путём формирования средней пробы с 10 и более особей из побегов текущего года, отдельно для каждого вида. Отбор проб торфа производился непосредственно рядом с отбираемыми растениями, при помощи породотборочного бура ТБГ-1 с глубины 0–25 см, в пределах которой сосредоточена наибольшая концентрация всасывающих корешков [7]. Отбор проб проводился по стандартной методике [8]. Отбирались растения следующих видов: *Pinus sibirica*, *Pinus sylvestris*, *Ledum palustre*, *Chamaedaphne calyculata*, *Rubus chamaemorus*, *Betula pubescens*, *Carex rostrata*, *Vaccinium uliginosum* и *Sphagnum fuscum*.

Концентрация Zn, Pb, Cd и Cu в растениях и торфе определялась при помощи метода инверсионной вольтамперометрии. Анализ проводился по методике МУ 31-04/04 (ФР.1.31.2004.00986) в лабораторно-аналитическом центре СибНИИСХиТ. Статистический анализ полученных данных и графическое отражение результатов проведено с использованием Statsoft Statistica for Windows 6.0. и Excel 7.0. Сравнение и значимость отличий между выборками устанавливались при помощи непараметрического критерия Манна-Уитни и Краскела-Уоллиса.

Для установления степени изменения соотношения элементов на постпирогенных участках применялись геохимические коэффициенты: коэффициент биологического поглощения (КБП), отражающий отношение концентрации элемента в золе растения к его концентрации

в почве [9]; биогеохимическая активность видов (БХА), составляющая сумму КБП исследуемых элементов [10].

Сравнение полученных нами результатов по содержанию Zn, Cu, Pb и Cd в растениях для 5 участков болот, пострадавших от пожара, с данными для ненарушенных участков [11], показало, что содержание всех данных элементов возрастает на нарушенных участках, но в разной степени. Концентрация Cd на фоновых участках оказалась на границе уровня определения применяемым методом. На участках болот, подвергшихся пожарам, концентрация данного элемента резко возрастает (примерно в 34 раза). Содержание Cd в растениях с нарушенных участков при этом не превышает нормальной концентрации Cd в растениях [12, 13].

Содержание Cu в растениях увеличивается примерно на порядок на постпирогенных участках. Концентрация Zn, увеличивается менее резко, примерно на треть. Различия в содержании Pb оказались минимальными, и не достигли порога статистической значимости (рис. 1).

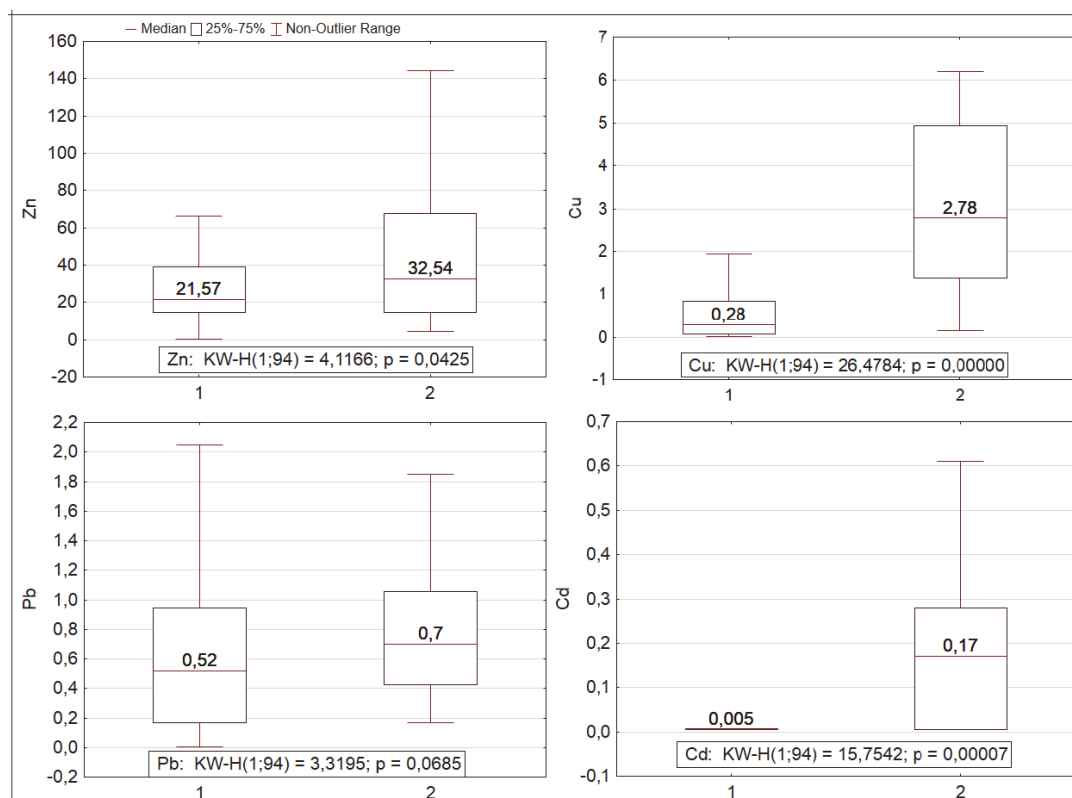


Рис. 1. Изменение содержания элементов в растениях в зависимости от степени антропогенной нагрузки (1 – ненарушенные болота; 2 – болота после пожара)

На постпирогенных участках болот обнаружилось значимое увеличение коэффициентов биологического поглощения для Cu и Cd ( $Z = -2,81$  и  $-2,65$  соответственно; при  $p < 0,005$ ). Повышение значений этих коэффициентов свидетельствует о возрастании концентрации подвижных форм элементов в торфяной залежи, появившихся в результате сгорания растительности и верхнего слоя торфа.

Рассчитанная нами биогеохимическая активность видов для элементов Zn, Cu, Pb и Cd на фоновых участках составляет чуть более 50, увеличиваясь на участках болот после пожара почти в 2 раза (рис. 2).

Таким образом, на участках болот после пожара возрастает содержание Zn, Cu и Cd в растениях. Повышение содержания данных элементов в растениях может являться индикатором произошедшего на болоте торфяного пожара. В растениях на постпирогенных болотах увеличиваются коэффициенты биологического поглощения Cu и Cd, что вызвано повышением концентрации в торфе доступных для растений элементов. Биогеохимическая активность видов на постпирогенных болотах удваивается что может быть результатом ускорения биогеохимических циклов.

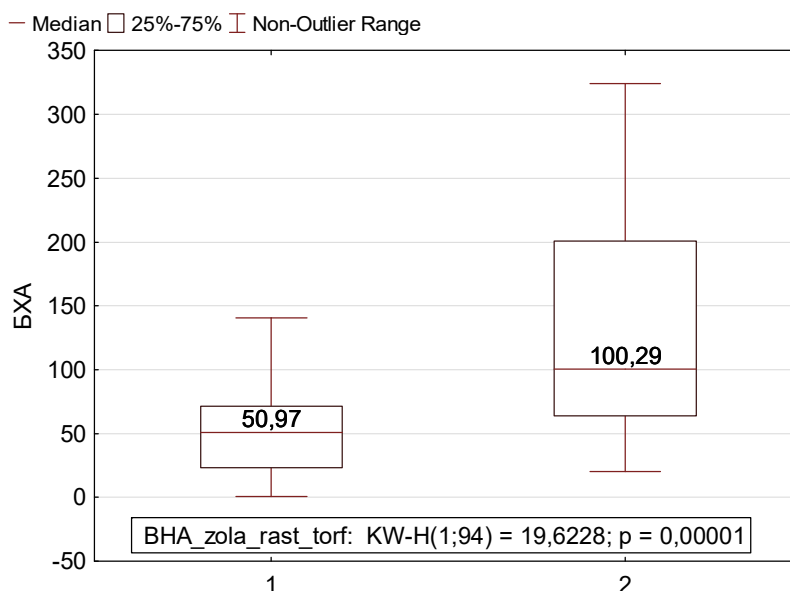


Рис. 2. Изменение БХА в зависимости от степени антропогенной нагрузки (1 – ненарушенные болота; 2 – болота после пожара)

*Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 16-45-700418-р\_а.*

### Литература

1. Трофимов В.Т., Харьковина М.А., Григорьева И.Ю. Экологическая геодинамика. М.: КДУ, 2008. 473 с.
2. Ахметьева Н.П., Михайлова А.В., Кубасов А.Е., Дворкин В.И. Новые возможности анализа торфа при изучении торфяных пожаров // Инновационные аспекты добычи, переработки и применения торфа: материалы международной конференции. Томск: Изд-во ТПУ, 2011. С. 153–157.
3. Guoping W., Xiaofei Y., Kunshan B., Wei X., Chuanyu G., Qianxin L., Xianguo L. Effect of fire on phosphorus forms in Sphagnum moss and peat soils of ombrotrophic bogs // Chemosphere Available. 2015. Vol. 119. P. 1329–1334. doi: 10.1016/j.chemosphere. 2014.01.084.
4. Мелентьев Г.Б., Короткий В.М., Малинина Е.Н., Самонов А.Е. Торф – национальное достояние России: перспективы многоцелевого использования и экологическая безопасность // Экология промышленного производства. 2011. № 1. С. 69–80.
5. Bethaa R., Pradanib M., Lestari P., Joshic U.M., Reidd J.S., Balasubramaniana R. Chemical speciation of trace metals emitted from Indonesian peatfires for health risk assessment // Atmospheric Research. 2013. Vol. 122, March. P. 571–578 doi:10.1016/j.atmosres. 2012.05.024
6. Журкова И.С., Щербов Б.Л. Миграция химических элементов при лесном низовом пожаре (Алтайский край) // Известия Иркутского государственного университета. Серия: Науки о Земле. 2016. Т. 16. С. 30–41.
7. Солоневич Н.Г. К методике определения биологической продуктивности болотных растительных сообществ // Ботан. журн. 1971. Т. 56. С. 497–511.
8. Методические указания по определению тяжелых металлов в почвах сельхозугодий и продукции растениеводства. М.: ЦИНАО, 1992. 60 с.
9. Айвазян А.Д. Геохимические особенности флоры ландшафтов юго-западного Алтая. М.: Изд-во МГУ, 1974. 155 с.
10. Перельман А.И., Касимов Н.С. Геохимия ландшафта. М.: МГУ, 1999, 610 с.
11. Гашкова Л.П. Особенности накопления тяжелых металлов болотными растениями юго-востока Западной Сибири // Вестник Рязанского государственного университета имени С.А. Есенина. 2016. № 4 (53). С. 146–158.
12. Бахнов В.К. Биогеохимические аспекты болотообразовательного процесса. Новосибирск: Наука, 1986. 193 с.

13. Ильин В.Б., СысоА.И. Микроэлементы и тяжелые металлы в почвах и растениях Новосибирской области. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2001. 229 с.

#### **INFLUENCE OF FIRES ON CHANGE OF BIOGEOCHEMICAL ACTIVITY OF BOGS PLANTS**

L.P. Gashkova

Siberian Research Institute of Agricultural and Peat – branch of Siberian Federal Scientific Centre of Agro-Biotechnologies, National Research Tomsk state university, Tomsk, gashkova-lp@rambler.ru

**Summary.** *Because of the impact of fires on bogs in bog plants, the content of Zn, Cu and Cd increases. The coefficients of biological absorption of Cu and Cd increase on post-pyrogenic sites. Biogeochemical activity of species is doubled after a fire because of increasing the content of elements accessible to plants, Zn, Cu, Pb, Cd.*

**Keywords:** *bog, fire, heavy metals, biological absorption coefficients.*