

УДК 913.1

КУЗЬМИНА Д.М., аспирант 4 курс (Национальный исследовательский
Томский государственный университет)
Научный руководитель КУЛИЖСКИЙ С.П., д-р. биол. наук,
профессор (Томский государственный университет)
г. Томск

**ПОСТПИРОГЕННЫЙ ВЫНОС ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ
ИЗ МЕРЗЛЫХ БОЛОТ СЕВЕРНОЙ ТАЙГИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ**

Пожары способствуют выносу химических элементов из ландшафтов, особенно в бореальных и субарктических регионах, так как значительная часть экосистемного пула химических элементов в этих регионах сосредоточена в органогенных горизонтах почв (Flannigan et al., 2000; Kasischke et al., 2010; Ludwig et al., 2018). После выгорания органогенных горизонтов этот пул становится уязвимым к выщелачиванию из золы. В более южных регионах выщелачивающиеся элементы частично перехватываются корнями многолетних травянистых растений. В бореальных лесах и в тундрах этого практически не происходит, так как корни трав сосредоточены в органогенных горизонтах и тоже сгорают. Особенно важен постпирогенный вынос элементов для экосистем Западно-Сибирской равнины, так как большая часть этого региона заболочена, а значит торфяные и подстилочные горизонты являются важным депо лабильных форм элементов минерального питания растений в ландшафтах (Botch et al., 1995; Veilman и др., 2009).

Зола, образующаяся при пожаре, является высокореактивным материалом, который при поступлении в почву может сильно влиять на химические и физико-химические свойства почв (Wright and Bailey, 1982; White-Monsant et al., 2015). Масштаб воздействия зависит от мощности пожара, его продолжительности, температуры горения, а также типу сгораемого материала. Однако, подавляющее большинство экспериментальных и натуральных оценок влияния пожара на круговорот веществ касается лесных пожаров, а не болотных и тундровых. Известны многочисленные исследования воздействия тундровых пожаров на окружающую среду для других регионов (Ivanova et al., 2011; Prokushkin et al., 2018). Однако, длительно-временное, остаточное влияние болотных и тундровых пожаров для лесоболотных экосистем Западной Сибири остаются плохо изученными. Поэтому целью данной работы была выбрана оценка влияния выщелачивания пеплов на величину стока химических элементов с речными водами из затронутых ландшафтным пожаром заболоченных водосборов. В качестве объектов изучения выбраны плоскобугристые мерзлые болота, являющиеся гибридным болотно-тундровым ландшафтом. Для изучения ис-

пользовали сборы мхов и лишайников, являющихся доминантными растениями на этих болотах, а также пробы из верхних 10 см торфяной залежи, потенциально податливых сторанию. В качестве основного метода выбрано экспериментальное моделирование процессов выщелачивания.

Изучена пирогенная история ключевого участка с помощью радиоуглеродного датирования углистых прослоев торфяной залежи. Полученные данные о частоте пожаров на ключевом участке сопоставимы с данным для мерзлых болот более северных территорий (Sizov, 2021), а также с данными по болотам Восточной Сибири (Новенко, 2022).

В ходе исследований был изучен химический состав водных фильтратов, образующихся при кратковременном (1 неделя) взаимодействии золы с дистиллированной водой, а также озерной водой, содержащей растворенные органические вещества. Установлено, что в течении первых двух дней эксперимента произошел вынос макроэлементов (Na, Ca, Mg, P, K, Si) и микроэлементов (Mn, Fe, Co, Ni, Zn, Mo). Среди 3 исследованных субстратов зола мха выделяла в водный раствор наибольшее количество макро- и микроэлементов.

Для расчёта влияния пожаров на речной сток элементов с заболоченных водосборов приняли интервал повторяемости пожаров в 56 лет, а мощность сгораемого горизонта в 10 см. Показатели заболоченности были взяты средние для зоны прерывистой мерзлоты. Проведенные расчеты показали, что максимально возможное поступление элементов из золы в гидрологическую сеть пренебрежимо мало по сравнению с годовым речным выносом и запасами элементов в термокарстовых озерах, и составляет менее 1–2 % для большинства элементов. Таким образом, даже 5–10-кратное увеличение частоты пожаров в тундре не может существенно изменить поток элементов с мерзлых болот в дренирующую их гидросеть.

Список литературы:

1. Flannigan, Michael D., Brian J. Stocks, and B. Mike Wotton. Climate change and forest fires / *Science of the total environment* // 2000. 262.3, 221-229. DOI:10.1016/S0048-9697(00)00524-6
2. Kasischke, E.S., Verbyla, D.L., Rupp, T.S., McGuire, A.D., Murphy, K.A., Jandt, R., Barnes, J.L., Hoy, E.E., Duffy, P.A., Calef, M. and Turetsky, M.R. Alaska's changing fire regime—implications for the vulnerability of its boreal forests / *Canadian Journal of Forest Research* // 2010. 40(7), pp.1313-1324. DOI:10.1139/X10-098
3. Ludwig, S.M., Alexander, H.D., Kielland, K., Mann, P.J., Natali, S.M. and Ruess, R.W. Fire severity effects on soil carbon and nutrients and microbial processes in a Siberian larch forest / *Global change biology* // 2018. 24(12), pp.5841-5852. DOI:10.1111/gcb.14455

4. Botch, M.S., Kobak, K.I., Vinson, T.S. and Kolchugina, T.P. Carbon pools and accumulation in peatlands of the former Soviet Union / *Global Biogeochemical Cycles* // 1995. 9(1), pp.37-46. DOI:10.1029/94GB03156
5. Beilman, D.W., MacDonald, G.M., Smith, L.C. and Reimer, P.J. Carbon accumulation in peatlands of West Siberia over the last 2000 years / *Global biogeochemical cycles* // 2009. 23(1). DOI:10.1029/2007GB003112
6. Wright, H.A., Bailey, A.W. *Fire ecology: United states and southern Canada*. 1982. John Wiley & Sons.
7. White-Monsant, A.C., Clark, G.J., Chuen, M.N.K., Camac, J.S., Wang, X., Papst, W.A. and Tang, C. Experimental warming and fire alter fluxes of soil nutrients in sub-alpine open heathland / *Climate Research* // 2015. 64(2), pp.159-171. DOI:10.3354/cr01273
8. Ivanova, G.A., Conard, S.G., Kukavskaya, E.A. and McRae, D.J. Fire impact on carbon storage in light conifer forests of the Lower Angara region, Siberia / *Environmental Research Letters* // 2011. 6(4), p.045203. DOI:10.1088/1748-9326/6/4/045203
9. Prokushkin, A.S., Hagedorn, F., Pokrovsky, O.S., Viers, J., Kirilyanov, A.V., Masyagina, O.V., Prokushkina, M.P. and McDowell, W.H. Permafrost regime affects the nutritional status and productivity of larches in Central Siberia / *Forests* // 2018. 9(6), p.314. DOI:10.3390/f9060314
10. Sizov, O., Ezhova, E., Tsymbarovich, P., Soromotin, A., Prihod'ko, N., Petäjä, T., Zilitinkevich, S., Kulmala, M., Bäck, J. and Köster, K. Fire and vegetation dynamics in northwest Siberia during the last 60 years based on high-resolution remote sensing / *Biogeosciences* // 2021. 18(1), pp.207-228. DOI:10.5194/bg-18-207-2021
11. Novenko, E.Y., Kupryanov, D.A., Mazei, N.G., Prokushkin, A.S., Phelps, L.N., Buri, A. and Davis, B.A. Evidence that modern fires may be unprecedented during the last 3400 years in permafrost zone of Central Siberia, Russia / *Environmental Research Letters* // 2022. 17(2), p.025004. DOI:10.1088/1748-9326/ac4b53