



Матеріали XXII Міжнародної науково-практичної конференції
«Екологія. Людина. Суспільство» (м. Київ, Україна, 2021 р.)

Handbook of the XXII International Science Conference
«Ecology. Human. Society» (2021 Kyiv, Ukraine)

ISSN (Online) 2710-3315

<https://doi.org/10.20535/EHS.2021.233416>

УДК 550.4

ЛІСОВІ ПОЖЕЖІ, ЯК ФАКТОР ЕКОЛОГІЧНОЇ НЕБЕЗПЕКИ (ГЕОХІМІЧНИЙ АСПЕКТ)

Н.О. Крюченко, Е.Я. Жовинський

*Інститут геохімії, мінералогії та рудоутворення імені М.П. Семененка НАН України,
пр. акад. Палладіна, 34 Київ, 03680, Україна
e-mail: office.igmr@gmail.com*

Актуальність теми. Пожежі – головний екологічний фактор, що впливає на цілий комплекс природних властивостей, що визначають стійкість екосистем і біоценозів. За 100 років середньорічна температура в Україні зросла на два градуси. Через зміни клімату природні зони зсуваються: збільшується площа степу, а лісів і лісостепу зменшуються. Підвищення температури по всій планеті призводить до різких змін погоди і екстремальних явищ. Через це природні системи стають уразливими. Найбільш пожежонебезпечні – хвойні молодняки і середньовікові насадження на Поліссі. Важливо розрізняти тип пожежі – верхова чи низова. При верховій пожежі гине вся рослинність і знешкоджується органіка ґрунту. Верхові пожежі є найбільш потужним фактором змін в рослинному покриві. В той час, низові пожежі призводять до вигорання лісної підстилки, зміні фізико-хімічних умов середовища, що також може спричинити зміни рослинного трав'яного покриву.

Крім вигорання лісу важливим фактором екологічного стану територій є геохімічна складова ґрунтів, що відповідає за відновлення екосистем. В цьому і полягає актуальність досліджень.

Об'єктом дослідження є дерново-підзолисті ґрунти соснового лісу Житомирського Полісся території згарища (квітень 2020р.) і фонові території.

Метою роботи є дослідження впливу низової пожежі на перерозподіл елементів у дерново-підзолистих ґрунтах соснового лісу Полісся.

Наукова новизна і суть дослідження. Переважна кількість робіт щодо лісових пожеж стосується проблем викидів в атмосферу продуктів згоряння, що викликає викиди вуглекислого газу в атмосферу і виникнення «парникового ефекту» у вигляді несприятливих змін клімату. У продуктах горіння присутні токсичності сполуки, такі, як: оксиди вуглецю, сірки, азоту, вуглеводні різних класів, альдегіди, бензол і його гомологи та інше, а також солі і оксиди важких металів, які мають шкідливий вплив на живі організми і екологію в цілому. В останні роки з'явилися роботи, що відображають геохімічний стан ґрунту при лісових пожежах, але їх вкрай мало для розуміння процесів міграції та концентрації елементів [1]. В цьому сенсі геохімічна складова ґрунтів на території Полісся не розглядалась, що і становить новизну дослідження.

Методи досліджень. Вимірювання вмісту хімічних елементів в зразках ґрунту виконано за допомогою методу мас-спектрометрії з індукційно зв'язаною плазмою на аналізаторі Element-2 (Німеччина) в Інституті геохімії, мінералогії та рудоутворення ім. М.П. Семененка НАН

України. Аналізувалися наступні елементи – Hg, As, Ba, Mg, Mn, Mo, Cd, Co, Cr, Cu, Pb, Zn, V, Ni.

Кількісне визначення виносу або накопичення у ґрунтах хімічних елементів (%) визначено наступним чином: $K_c = K_z \cdot 100 / K_f$, де K_z – вміст елементів у ґрунтах згарища, K_f – вміст елементів на фоновій ділянці.

Проведені термодинамічні розрахунки умов рівноваги природної системи "тверда фаза – розчин" у багатокомпонентних системах виконували за програмою PHREEQC (міграції елементів, що враховує всі вірогідні форми, і всі конкуруючі реакції, що відбуваються в системі) з використанням методів термодинамічного аналізу і математичного моделювання. Для вирішення його автором розраховані форми міграції компонентів — неорганічні форми (у відсотках від суми молярних концентрацій всіх форм). Утворення різних форм в значній мірі залежить від фізико-хімічних параметрів системи "ґрунт – розчин" і, перш за все, від рН ґрунту. Змодельоване значення рН ґрунтових розчинів, що змінюється від 4 до 8 та прорахований можливий вміст різних форм міграції (у відсотках від суми молярних концентрацій всіх можливих форм) компонентів при температурі 25 °С.

Природні умови території досліджень. Рельєф місцевості являє собою рівнину, клімат континентальний: взимку середня температура –7°С, влітку +19°С. Ґрунти – дерново-підзолисті, кількість гумусу – 1–3%, характеризуються кислою і сильно кислою реакцією (рН 4,0–5,5). Ємність поглинання цих ґрунтів 15–20 мг·екв/100 г ґрунту. У складі поглинених катіонів – Ca, Mg, H, Al. В результаті цього ґрунти характеризуються слабкою насиченістю основами – 50–70 %. Будова ґрунтового профілю наступна: A_0 – лісова підстилка (3–5 см), A_1 – гумусово-елювіальний горизонт, 1–2,5% гумусу (5–7 см), A_2 – підзолистий, горизонт білястого кольору (2 до 4 см), В – ілювіальний горизонт бурого кольору (5–10 см), поступово переходить в кору вивітрювання материнської породи – житомирські граніти і їх мігматити. На площі характерно близьке залягання кристалічних порід, що перекриваються водно-льодовиковими піщаними відкладами та неогеновими четвертинними утвореннями – глинами строкато-барвистими.

Результати та обговорення. Нами розглянуто перерозподіл хімічних елементів у дерново-підзолистих ґрунтах соснового лісу на території Житомирського Полісся. Пожежа відбулася у квітні 2020 року, проби відібрано через місяць – у травні 2020р. Нами було опробовано дві ділянки досліджень – фонові та згарище на території Житомирського Полісся. Фонові ділянки обиралися за ідентичністю за ділянкою згарища і розташовані за 3 км на південний захід від неї.

Ґрунтові зразки містять в собі як рослинні, так і мінеральні компоненти. Мінеральна частина при низовій пожежі (400–600 °С) не може зазнати будь-яких кардинальних змін, але рослинні компоненти перетворюються в золу і сажу, а це спричиняє підвищення значень рН ґрунтів.

Першим етапом робіт була оцінка геохімічної поведінки хімічних елементів внаслідок горіння лісової підстилки. Оскільки мова йде про різку зміну температури від 10–20 до 400–900 °С було розглянуто фактор – температура їх кипіння, а значить, і випаровування [2]. Температура кипіння елементів має суттєві відмінності (рис. 1).

Хімічні елементи, що знаходяться в ґрунтах є необхідними поживними речовинами для рослин. Мікроорганізми розкладають органічну речовину ґрунтів і з часом повільно виділяють багато важливих поживних речовин [3]. Під час пожежі ґрунти зазнають різні незворотні перетворення при згорянні. Порогові температури визначаються як температури, при яких відбувається випаровування хімічних елементів. Ці порогові значення можна розділити на три основні категорії: чутливі – від 200 до 375°С, помірно чутливі – 375–1100°С і відносно

нечутливі – вище 1100°C (виходячи з того, що температура горіння деревного палива 1100°C). Виходячи з цієї градації чутливим є Hg (356°C), As, Cd, Zn – помірно чутливі та інші елементи – нечутливі. Необхідно відзначити, що такі метали, як цинк і мідь, які розглядаються в комплексі при вивченні геохімії ґрунтів, поведуться по різному. Так, температура кипіння цинку 907°C, а міді – 2563°C. Висока порогова температура кипіння міді, а також інших нечутливих елементів передбачає їх накопичення в ґрунті, тоді як чутливі і помірно чутливі легко випаровуються з органічної речовини при пожежі.

Під час пожеж відбувається знищення органічної речовини надґрунтових горизонтів і верхньої частини гумусового горизонту, а також склад гумусу ґрунтів після пожеж характеризується зменшенням кількості гумінових кислот, що призводить до збільшення рН ґрунтів, що важливо для розуміння ступеню надходження елементів у рослини. На фоновій ділянці рН складало 4,2–5,5, тоді як після пожежі – 5,5–7,2. Це залежало від двох складових – щільності лісу, де було відібрано точкові проби та наявності глинистої складової. Як відомо, при надходженні елементів до рослин відбувається переважно в іонних формах. За допомогою термодинамічних розрахунків умов рівноваги природної системи "тверда фаза – розчин" нами було розраховано значення рН ґрунтів, за якими надходження металів до рослин буде найменшим. Наприклад, при значенні ґрунту рН 5,5 цинк мігрує у формі вільних іонів і є доступним для рослин (до пожежі), а вже при 6 (після пожежі) переважає карбонатна форма, що робить елемент недоступним. Це ж стосується і інших металів. При суттєвій зміні рН ґрунтів відбувається поступова зміна рослинності на місцевості, де була пожежа.

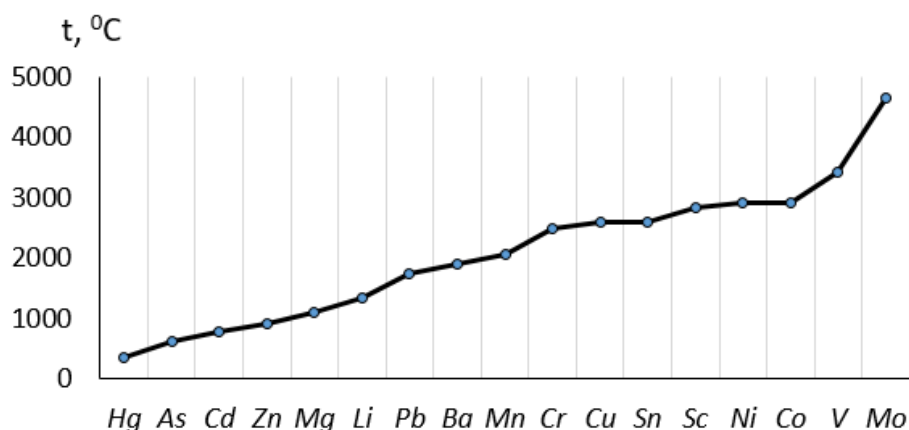


Рисунок 1. Графік температури кипіння хімічних елементів

З метою визначення ступеню накопичення чи розсіювання хімічних елементів після пожежі розраховано відсотковий їх вміст, по відношенню до ґрунтів фонові території та побудовано діаграму (рис 2).

Виокремилися групи елементів, що накопичилися у ґрунті після пожежі, та ті, що розсіялися. Після пожежі у ґрунті встановлено групу металів, вміст яких виявився на 20% більший, ніж на фоновій ділянці – Ba, Ni, Co, Cu, V, Cr, та біля 5% – Pb, Mo, Mg. Після пожежі у ґрунті збідніли – Cd, Hg (більше 20%) та Zn, Mo, As (5–10%).

Висновки. Встановлено, що в результаті низинної пожежі на території Житомирського Полісся підвищується зольність ґрунтів, що призводить до підвищення рН – рН ґрунтів фонові ділянки – 4,2–5,5, тоді як горілої – 5,5–7,2. Зі зміною фізико-хімічних показників

грунтового покриву пов'язано і різну поведінку окремих елементів. За результатами термодинамічного моделювання встановлено, що при значенні рН 5,5 ґрунту цинк мігрує у формі вільних іонів і є доступним для рослин (до пожежі), а вже при 6 (після пожежі) переважає карбонатна форма, що робить елемент менш доступним. Визначено ступінь накопичення чи розсіювання хімічних елементів після пожежі. Встановлено групу металів, вміст яких виявився на 20% більший, ніж на фоновій ділянці – Ва, Ni, Co, Cu, V, Cr, та біля 5% – Pb, Mo, Mg; ґрунти збідніли – Cd, Hg (більше 20%) та Zn, Mo, As (5–10%).

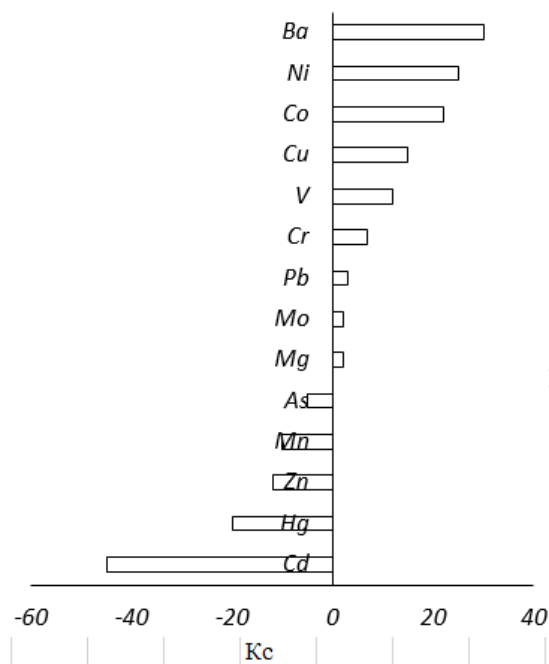


Рисунок 2. Діаграма ступеню накопичення чи збіднення (Кс) ґрунтів на хімічні елементи після пожежі

Зважаючи на те, що у ґрунтах лісових систем накопичуються радіоактивні та інші елементи, лісові пожежі можуть переводити депоновані в компонентах лісової екосистеми потенційно небезпечні хімічні елементи в активну летючу форму, змінювати фізико-хімічні умови ґрунтів та види рослинності, чим представляти геохімічну загрозу.

Література:

1. Ю.В. Буц, Ю.О. Масто, Аналіз виникнення надзвичайних ситуацій пов'язаних з пожежами в природних екосистемах та їх залежність від метеорологічних показників, *Людина і довкілля. Проблеми неоекології*, Вип. 2(15), с. 52–57, 2010.
2. В.В. Писаренко, Справочник лаборанта-химика. М.: Высшая школа, 192 с., 1970.
3. Б.Л. Щербов, Лесные пожары – важный фактор рассеяния и концентрирования химических элементов в ландшафтах Сибири, *Геология и минерально-сырьевые ресурсы Сибири*, №3, с. 37-40, 2014.