

DOI: <https://doi.org/10.26565/1992-4259-2022-27-05>

УДК (UDC): 502.2:614.84:502.17(043.3)

Ю. В. БУЦ, д-р техн. наук, проф.,
завідувач кафедри технологій та безпеки життєдіяльності
e-mail: butsyura@ukr.net ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0003-0450-2617>
Харківський національний економічний університет імені Семена Кузнеця
проспект Науки, 9А, Харків, 61000, Україна

О. В. КРАЙНЮК, канд. техн. наук, доц.,
доцент кафедри метрології та безпеки життєдіяльності
e-mail: alenuvarova@ukr.net ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0001-9524-040X>
Харківський національний автомобільно-дорожній університет
вул. Ярослава Мудрого, 25, Харків, 61000, Україна

П. І. ЛОЦМАН, канд. геогр. наук, доц.,
доцент кафедри суспільно-економічних дисциплін і географії
e-mail: lotsman.pavel.i@gmail.com ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-9894-5728>
Харківський національний педагогічний університет імені Г.С. Сковороди
вул. Валентинівська, 2, Харків, 61168, Україна

Ю. М. СЕНЧИХІН, канд. техн. наук, проф.,
професор кафедри пожежної тактики та аварійно-рятувальних робіт
e-mail: syn_112@ukr.net ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-5983-2747>
Національний університет цивільного захисту України
вул. Чернишевська, 94, Харків, 61023 У.раїна

ПОСТПІРОГЕННА ТРАНСФОРМАЦІЯ БІОГЕОХІМІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ СІРИХ ЛІСОВИХ ҐРУНТІВ ПРИ ТЕХНОГЕННМУ НАВАНТАЖЕННІ

Мета. Виявлення постпірогенної трансформації біогеохімічних властивостей ґрунтів у соснових лісах Харківської області при техногенному навантаженні.

Методи. Визначення рН водної витяжки потенціометричним методом, вміст гумусу і валового азоту за методом Тюріна, гранулометричного складу за Качинському, рухомі форми фосфору і калію по Мачигіну. Вміст рухомих форм важких металів визначено атомно-абсорбційним методом.

Результати. Спостерігається певна залежність постпірогенної трансформації від давності впливу пожежі на ґрунт. Відносно недавні наслідки пожежі середньої інтенсивності на ґрунт відзначено чіткою реакцією комплексу їх властивостей. Фізико-хімічні властивості ґрунтів у після пожежний період погіршуються, через суттєве зниження кількості поживних елементів у ґрунті: згорає гумус, зменшується вміст нітратного азоту. Кислотно-лужна реакція за показником рН у ґрунтах, які зазнали впливу пожеж зміщується до нейтральної, що слід пояснити насиченням поглинаючого комплексу ґрунтів лужноземельними елементами. Лісові низові пожежі суттєво трансформують морфологічний вигляд верхньої частини ґрунтового профілю. Під впливом пожеж відбуваються зміни рН, вмісту обмінних катіонів, валових і рухомих форм азоту та ін. Поводження і вміст важких металів у лісовій підстилці обумовлена, окрім впливу пожежі і геохімічним станом регіону, швидкістю водної міграції і біологічного поглинання, рельєфом місцевості. Концентрація важких металів у поверхневих горизонтах ґрунтів борових лісів зростає в кілька разів і перевищує фонові концентрації внаслідок мінералізації лісової підстилки і трав'янистої рослинності від згорання та подальшої міграції хімічних елементів.

Висновки. У підсумку змінюються поверхневі горизонти ґрунтів, зокрема, формується новий пірогенний горизонт, котрий певним чином відрізняється від природних аналогів. Пожежі, з одного боку, покращують умови проникнення насіння у ґрунт, але погіршують умови проростання, зростання та розвитку хвойних деревних порід. Концентрація важких металів у поверхневих горизонтах ґрунтів борових лісів являє екологічну небезпеку. Подальші дослідження трансформації властивостей ґрунтів під впливом пірогенних чинників має суттєве теоретичне та практичне значення у розробці наукових підходів до відновлення екосистем у після пожежний етап розвитку.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: екосистема, ґрунт, біогеохімічні властивості, фізико-хімічні властивості, важкі метали



Як цитувати: Буц Ю. В., Крайнюк О. В., Лоцман П. І., Сенчихін Ю. М. Постпірогенна трансформація біогеохімічних властивостей сірих лісових ґрунтів при техногенному навантаженні. . *Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна, серія «Екологія»*. 2022. Вип. 28. С. 63 – 71. DOI: <https://doi.org/10.26565/1992-4259-2022-27-05>

In cites: Buts, Y. V., Krainiuk, O. V., Lotsman, P. I., & Senchykhin, I. M. (2022). Post-pyrogenic transformation of biogeochemical properties of gray forest soils under technological load. *Visnyk of V. N. Karazin Kharkiv National University, Series «Ecology»*, (27), 63 - 71. <https://doi.org/10.26565/1992-4259-2022-27-05> (in Ukrainian)

Вступ

Вплив пожеж на ґрунти надзвичайно різноманітний, досліджений багатьма науковцями, проте до цих пір неоднозначний. Наразі переважна більшість експериментальних постпірогенних досліджень приділяється рослинності, як найважливішому і найбільш потерпілому від вогню динамічному складнику та індикатору екосистем. Проте різноманітний прямий і непрямий вплив пожеж на ґрунтове середовище може бути надзвичайно сильним через постпірогенні зміни в складі і структурі та трансформації біогеохімічних властивостей [1-3, 5, 7-12].

Метою дослідження є виявлення постпірогенної трансформації біогеохімічних властивостей ґрунтів у соснових лісах Харківської області при техногенному навантаженні.

Еволюція ґрунтів в післяпожежну фазу пов'язана насамперед з пірогенною трансформацією органогенних горизонтів, тому вони служать індикатором впливу пожежі на ґрунт. При горінні органічних речовин у верхніх горизонтах виділяється значна кількість зольних елементів, що відповідно змінює реакцію середовища, вміст гумусу, азоту, суму обмінних катіонів.

Отже, суттєва роль при дослідженні постпірогенної трансформації екосистем повинна приділятися ґрунтам, як літогенній основі будь-якого природного комплексу.

У Харківському регіоні одним з об'єктів лісового господарства, де найбільш суттєві ушкодження лісових масивів, що пов'язані з випадками пожеж при техногенному навантаженні є ділянки «ДП Жовтневого лісгоспу», що знаходиться поблизу міста Харкова. Протягом останніх років площа пожеж на території даного лісгоспу зросла до 30 га на рік. Саме тому об'єктом дослідження визначено вигорілу частину лісового масиву в межах цього лісгоспу [2].

Лісовий масив свіжого згарища являє собою вирівняну ділянку слабо нахиленого схилу борової тераси з сірими лісовими опідзоленими ґрунтами під сосновим бором з домінуванням сосни звичайної (*Pinussylvestris L.*) та злаково-різнотравною асоціацією з переважанням у травостойі чистотілу звичайного (*Chelidoniummajus L.*), молочаю Вальдштейна (*EuphorbiavirgataWaldst.*), підмаренника справжнього (*Galiumverum L.*) та латуку татарського (*Lactucatararica L.*). На ділянці чітко зафіксовані і візуально прослідковуються ознаки пожежі 4-5 річної давнини: сосни обгорілі до висоти 1-2,5 м, лісова підстилка пошкоджена, в деяких місцях сліди осередків пожежі без трав'янистої рослинності. Загальна площа пожежі приблизно 0,5 га. Пожежу віднесено до першого ступеня, оскільки деревостан пошкоджений незначно. Суттєвіших ушкоджень зазнав підріст та чагарниково-трав'янистий покрив [2].

В межах цього ж лісового масиву виявлено площу зі слідами «старої» пожежі, що сталася близько десяти років тому. Наразі про пожежу нагадують лиш обгорілі в окремих випадках, до висоти 2-3 м стовбури сосен. Територія екосистеми є слабо нахиленою ділянкою з сірими лісовими опідзоленими ґрунтами під сосновим бором з сосни звичайної (*Pinussylvestris L.*) та з переважанням злакової рослинності (*Gramineae*) та молочаю Вальдштейна (*EuphorbiavirgataWaldst.*) і чистотілу звичайного (*Chelidoniummajus L.*).

Характерною подібністю екосистем є наявність суцільної лісової підстилки товщиною до 10-12 см, що складається з сухих соснових гілок, сухої хвої, шишок та відмерлих залишків трав'янистої злакової рослинності.

Об'єкти і методи досліджень

На кожній з ділянок відібрано в середньому по 5 зразків ґрунту, проаналізовані середні значення. Для всіх зразків проведено визначення рН водної витяжки потенціометричним методом, вміст гумусу і валового

азоту за методом Тюріна, гранулометричного складу за Качинським, рухомі форми фосфору і калію по Мачигіну. Концентрації вмісту рухомих форм важких металів (ВМ) визначалися атомно-абсорбційним методом [6].

Результати дослідження та обговорення

Кислотність ґрунтів. При дослідженні кислотності сірих лісових опідзолених ґрунтів виявлена певна закономірність: в підстилці на старому згарищі виявлено кислі значення рН, на свіжому – величина рН, ближче до нейтральної. В цілому спостерігається післяпожежна трансформація сірих лісових опідзолених ґрунтів в органо-генних горизонтах, яка полягає в тенденції переважання в лужному напрямі. Результати дослідження кислотно-лужних умов у вивчених ґрунтах виявили підвищення показника рН у ґрунтах, що піддалися впливу пожежі (табл.1).

Тобто відмічено зростання рН середовища ґрунтів після пожежі і через 4-5 років з моменту пожежі все ще перевищують фонові показники.

Для ґрунтів через 10 років з моменту пожежі реакція середовища все ще не досягла фонових значень.

Отже, в результаті пожежі величина рН у верхньому шарі сірих лісових опідзолених ґрунтів (0-10 см) змістилася у бік нейтральної до 4,8 проти 4,3 у контролі. В інших горизонтах на більшій глибині значення цього показника наближаються до фонових.

Таблиця 1

рН ґрунтового середовища

Table 1

The pH of the soil environment

Тривалість	рН
4-5 років після пожежі	4,8
10-12 років після пожежі	4,6
Фонові значення	4,3

Тенденція до зростання значень рН у ґрунтах після пожеж пояснюється тим, що зольні водорозчинні сполуки, проникаючи у ґрунт, насичують поглинаючий комплекс лужноземельними елементами і викликають зміщення реакції середовища до нейтрального діапазону. Значну роль у встановленні значень рН відіграє вік згарища. У ґрунтах старих згарищ значення рН наближаються до фонових.

Фізико-хімічні властивості ґрунтів. Загальновідомо, що сприятливі умови для зростання лісу складаються при насиченості ґрунтів основами на 50–80%, вміст легко-розчинних сполук калію та фосфору більш ніж 5 мг на 100 г ґрунту. Добре зростання сосни відзначено при ємності поглинання 7–12 мг-екв. При цьому зріст переважної кількості видів деревних порід пригнічується на сильно кислих або лужних ґрунтах [4].

У ґрунті на свіжому згарищі відбувається збільшення вмісту катіонів кальцію в органо-генних горизонтах, при цьому вміст катіонів магнію несуттєво зменшується (табл. 2).

Для ґрунтів характерним є невисокий вміст гумусу у верхньому акумулятивному горизонті. З глибиною вміст його суттєво знижується, що власне характерно для сірих лісових опідзолених ґрунтів. Найбільші значення загального азоту притаманне для органо-генних горизонтів. Ґрунт у після-пожежний період збіднюється, вміст гумусу знижується. З кожним роком плавно кількість гумусу збільшується. На низову пожежу гумусові горизонти ґрунтів відповідають втратою азоту у результаті часткового згоряння органічних сполук.

Таблиця 2

Фізико-хімічні властивості ґрунтів

Table 2

Physical and chemical properties of soils

Показник		Значення
4-5 років після пожежі		
Обмінні катіони, мг.-екв./100г ґрунту	Ca ²⁺	7,2
	Mg ²⁺	4,1
Гумус		0,9
Азот		0,4
10 років після пожежі		
Обмінні катіони, мг.-екв./100г ґрунту	Ca ²⁺	9,2
	Mg ²⁺	4,4
Гумус		1,1
Азот		0,2
Фонові значення		
Обмінні катіони, мг.-екв./100г ґрунту	Ca ²⁺	10,2
	Mg ²⁺	5,6
Гумус		1,8
Азот		0,2

У зразках ґрунту вміст гумусу на згарищах обох ділянок протягом тривалого часу нижчий, ніж у фоновому зразку.

Таким чином, зі збільшенням віку згарищ вміст обмінних катіонів Ca²⁺ і гумусу збільшується. Значення рН, вміст обмінних катіонів Mg²⁺ навпаки – зменшуються. Це пов'язано з тим, що реакція ґрунтів на пірогенний вплив поступово згасає.

Морфологічний аналіз ґрунтів Загальновідомо, що одним з головних джерел надходження органічної речовини і зольних елементів у ґрунти є лісова підстилка. Під час низових лісових пожеж відбувається часткове або повне згорання підстилки, що в подальшому впливає на властивості ґрунтів, насамперед їх верхніх горизонтів.

Через 4-5 років після лісової пожежі слабкої інтенсивності змінився склад і структура поверхневих органогенних горизонтів. За цей час на поверхні сформувався шар лісової підстилки 3–4 см, згорілий сповна під час пожежі. Проте на ділянках, не пройдених вогнем, цей шар, що складається зі свіжого опадів хвої, дрібних сучків, кори, досягає 10–12 см. У фракційному складі переважає груба фракція (сучки, кора, шишки) – 77,1%. На частку хвої і трави доводиться 17,5 і 5,3% відповідно. Органогенний пірогенний горизонт має товщу 3,6 см.

Аналіз ділянки після давньої пожежі

10-ти річної давнини свідчить про збільшення шару лісової підстилки до 5,2–5,5 см. Фракційний склад має таку структуру: фракція (сучки, кора, шишки) – 70%. На частку хвої і трави приходиться 28,1 і 1,9% відповідно (рис. 1).

Гранулометричний склад ґрунтів представлений переважно піщаними фракціями. Частка піску по горизонтах знаходиться в діапазоні від 71 до 97,2%.

Температура приземному повітрі на згарищах різнотравних соснових борів досягає понад 40°C, що призводить до загибелі молодих сходів. Вологість і температура ґрунту знаходяться у зворотному зв'язку. Як і вологість, температура суттєво залежить від експозиції схилів. Зі збільшенням крутизни схилу в одних і тих же типах сосняків вологість ґрунтів знижується.

Отже, екологічні чинники ґрунтоутворення, що проявляються після пожеж, забезпечують здатність природного відновлення хвойних порід, за винятком окремих періодів з високою температурою на поверхні ґрунту.

Вивчаючи імовірні зміни визначальних властивостей ґрунтів на ділянках ґрунтів, пройдених вогнем, у сосняках підтверджено зміну хімічних властивостей ґрунтів після пожежі, названу Є. Ю. Шахматовою [7] терміном «пірогенність ґрунтів», що озна

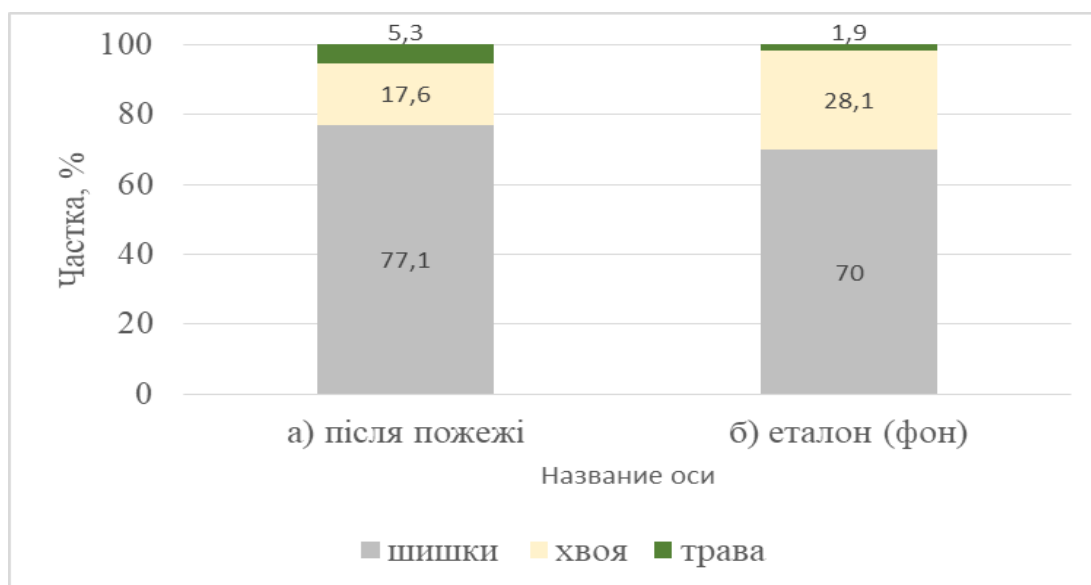
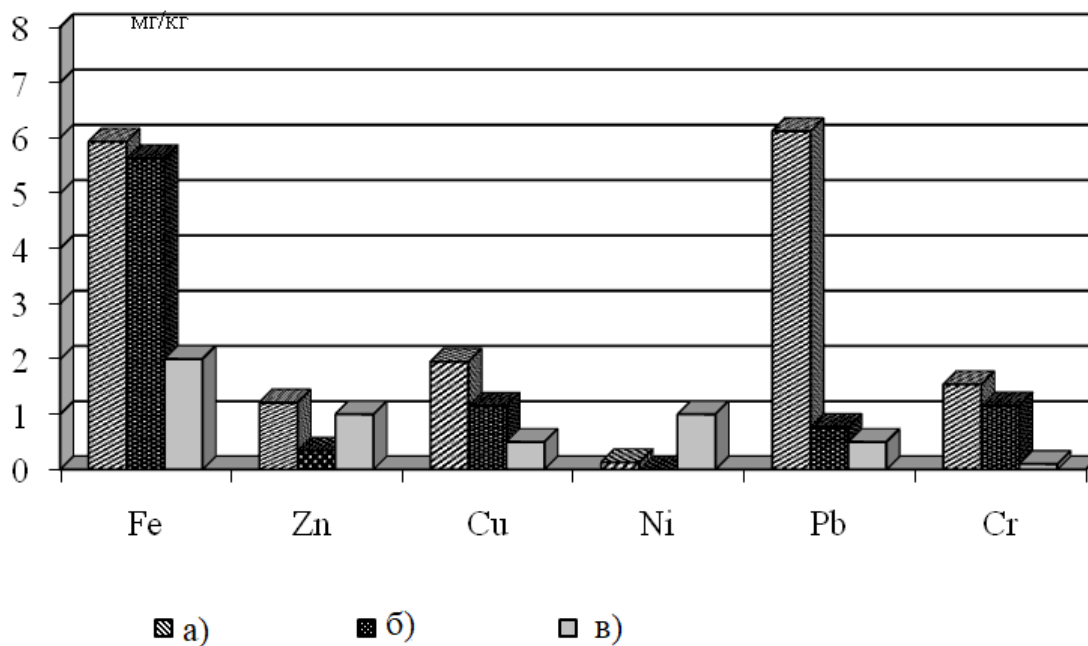


Рис. 1 – Фракційний склад лісової підстилки соснового бору, %
Fig. 1 – Fractional composition of pine forest litter, %



а) ділянка після недавньої пожежі (4-5 років); б) ділянка після давньої пожежі (близько 10 років);
в) фонові значення

Рис. 2 – Вміст рухомих форм важких металів та їх фонові значення у сірих лісових опідзолених ґрунтах [15]

a) site after a recent fire (4-5 years); b) site after a long-standing fire (about 10 years);
c) background concentration

Fig. 2 – Content of mobile forms of heavy metals and their background values in gray forest podsolized soils [15]

чає відповідну реакцію на пожежу у вигляді трансформації комплексу властивостей ґрунтів.

Згідно з отриманими даними, у ґрунтах, що зазнали впливу пожежі відносно нещодавно, концентрації рухомих форм всіх проаналізованих важких металів (ВМ) мають підвищені значення, порівняно з ґрунтами незайманим вогнем та ґрунтами ураженими пожежею більш ніж 10 років тому. Наприклад, вміст Pb після пожежі у верхньому ґрунтовому горизонті 0-15 см підвищився майже у 8 разів, Ni в понад 6 разів, Zn майже в 3 рази. Менше зростають концентрації Cu, Cr і Fe (від 1,7 до 1,1).

Показовими для постпірогенних геохімічних трансформацій у досліджених ґрунтах є результати атомно-абсорбційного аналізу (рис.2).

Оскільки дослідження передбачали проведення порівняльного аналізу вмісту ВМ у фонових екосистемах та їх техногенних модифікаціях застосовано коефіцієнт концентрації, який розраховують як відношення концентрації хімічного елемента у забрудненому ґрунті до його вмісту у аналогічному ґрунті фонових територій (K_c) [4].

Зазначений коефіцієнт відображає ступінь концентрації хімічного елемента у

дослідженому об'єкті до його фонового вмісту у компонентах екогеосистем.

За коефіцієнтом концентрації рухомі форм ВМ у досліджених ґрунтах згарища після свіжої пожежі і ґрунтах згарища після давньої пожежі перевищують фонові значення у всіх проаналізованих зразках. Найвищі показники K_c відзначено для Cr, Ni та Pb.

Збільшення концентрації ВМ у ґрунтах досліджених екосистем, на наш погляд, можуть бути спричинені техногенними викидами підприємств міста Харкова та автотранспорту. Щодо надмірних концентрацій ВМ у ґрунтах, що зазнали впливу низової пожежі відносно недавно (4-5 років), даний факт потрібно пов'язати з мінералізацією лісової підстилки та трав'янистої рослинності від згорання, з подальшою міграцією хімічних елементів у поверхневі горизонти ґрунту.

В цілому, з урахуванням токсичності ВМ та близькості досліджених ділянок соснових лісів до населених пунктів, можемо констатувати екологічну небезпеку для вивчених екосистем, у тому числі для людини. Окрім того, внаслідок латеральної міграції можливе потрапляння поллютантів до поверхневих водних об'єктів, у тому числі до джерел забору води (колодязі, криниці тощо).

Висновки

Розкрито постпірогенну трансформацію фізико-хімічних показників ґрунтів, що слід назвати не лише їх відповідною реакцією на пірогенний вплив, а певним показником, який відображає стан ґрунтів як від нещодавнього впливу після пожеж, з урахуванням їх сили і інтенсивності, так і через тривалий проміжок часу. Загалом, спостерігається певна залежність постпірогенної трансформації від давності впливу пожежі на ґрунт. Відносно недавні наслідки пожежі середньої інтенсивності на ґрунт відзначено чіткою реакцією комплексу їх властивостей. Для ґрунту на 5-річному згарищі характерна менша реакція досліджених показників. При відсутності пожежі, через 10 років у ґрунтах прояви пірогенного чинника практично відсутні.

Фізико-хімічні властивості ґрунтів у після пожежний період погіршуються, через те, що суттєво знижується кількостей

поживних елементів у ґрунті: згорає гумус, зменшується вміст нітратного азоту. Отже, пожежі, з одного боку, покращують умови проникнення насіння у ґрунт, але погіршують умови проростання, зростання та розвитку хвойних деревних порід. Вміст гумусу у поверхневому горизонті (0-15 см) сірих лісових опідзолених ґрунтів після пройденної низової пожежі знижується за рахунок згорання органічних речовин у поверхневому ґрунтовому прошарку.

Кислотно-лужна реакція за показником рН у ґрунтах, які зазнали впливу пожеж зміщується до нейтральної, що слід пояснити насиченням поглинаючого комплексу ґрунтів лужноземельними елементами.

Лісові низові пожежі суттєво трансформують морфологічний вигляд верхньої частини ґрунтового профілю. У підсумку змінюються поверхневі горизонти ґрунтів, зокрема, сформовується новий пірогенний

горизонт, котрий за фізико-хімічними властивостями та вмістом зольних елементів певним чином відрізняється від природних аналогів. Під впливом пожеж відбуваються зміни таких показників, як: рН, вміст обмінних катіонів, валових і рухомих форм азоту та ін. Також, слід враховувати, що поведження і вміст ВМ у лісовій підстилці обумовлені окрім впливу пожежі і геохімічним станом регіону – швидкістю водної міграції і біологічного поглинання, рельєфом місцевості.

Концентрація ВМ у поверхневих горизонтах ґрунтів борових лісів зростає в кілька разів і перевищує фонові концентрації внаслідок мінералізації лісової підстилки і трав'янистої рослинності від згорання та подальшої міграції хімічних елементів, що являє екологічну небезпеку.

Подальші дослідження трансформації властивостей ґрунтів під впливом пірогенних чинників має суттєве теоретичне та практичне значення у розробці наукових підходів до відновлення екосистем у після пожежний етап розвитку.

Конфлікт інтересів

Автори заявляють, що конфлікту інтересів щодо публікації цього рукопису немає. Крім того, автори повністю дотримувались етичних норм, включаючи плагіат, фальсифікацію даних та подвійну публікацію.

Список використаної літератури

1. Буц Ю.В. Пірогенна релаксія геосистем. *Людина та довкілля. Проблеми неоекології*. 2012, № 1-2. С. 71–76.
2. Буц Ю.В. Наслідки впливу пірогенного чинника на біогеохімічні властивості екогеосистем в умовах техногенного навантаження. *Науковий вісник будівництва*. 2018. Т. 93. №3. С. 109–116. DOI: <https://doi.org/10.29295/2311-7257-2018-93-3-115-122>
3. Буц Ю.В., Крайнюк О.В., Некос А.Н., Барбашин В. В. Пірогенний вплив на хвойні деревостани в умовах техногенно-екологічного навантаження. *Вісник ХНУ імені В. Н. Каразіна. Серія «Екологія»*, 2020, вип. 22. С. 65–74. DOI: <https://doi.org/10.26565/1992-4259-2020-22-06>
4. Гуцуляк В.М. Геохімія ландшафту. Чернівці: ЧДУ, 1994. 82с.
5. Краснощеков Ю. Н. Влияние пирогенного фактора на серогумусовые почвы сосновых лесов в Центральной экологической зоне Байкальской природной территории. *Сибирский лесной журнал*, 2014, № 2. С. 43–52.
6. Методические указания по определению тяжелых металлов в почвах сельхозугодий и продукции растениеводства. М: ЦИНАО, 1989. 62 с.
7. Шахматова Е.Ю. Пирогенность – ответная реакция почв сухих сосновых лесов на воздействие пожаров. *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований*, 2015, №5. С. 260–264.
8. Asotskyi V., Buts Y., Krainyuk O., Ponomarenko R. Post-pyrogenic changes in the properties of grey forest podzolic soils of ecogeosystems of pine forests under conditions of anthropogenic loading. *Journ.Geol.Geograph.Geocology*, 2018. Vol.27. № 2. P.175–183. DOI: <https://doi.org/10.15421/111843>
9. Buts Y., Asotskyi V., Krainyuk O., Ponomarenko R. Influence of technogenic loading of pyrogenic origin on the geochemical migration of heavy metals. *Journ.Geol.Geograph.Geocology*, 2018. Vol. 27. № 1. P.43–50. DOI: <https://doi.org/10.15421/111829>
10. Buts Y. Features of geochemical migration of chemical elements after technogenic loading of pyrogenic nature. *Journal of Engineering Sciences*. 2018. Vol. 5. № 2. P. H1–H4. [https://doi.org/10.21272/jes.2018.5\(2\).h1](https://doi.org/10.21272/jes.2018.5(2).h1)
11. Buts Y., Asotskyi V., Krainyuk O., Ponomarenko R., Kovalev P. Dynamics of migration property of some heavy metals in soils in Kharkiv region under the influence of the pyrogenic factor. *Journ. Geol. Geograph. Geocology*, 2019. Vol. 28. № 3. P. 409–416. DOI: <https://doi.org/10.15421/111938>
12. Doerr S., Cerda A. Fire effect on soil system functioning: new in sight sand future challenges. *International Journal of Wild land Fire*, 2005. Vol. 14, № 4. P. 339–342. DOI: <https://doi.org/10.1071/WF05094>

Стаття надійшла до редакції 26.10.2022

Стаття рекомендована до друку 25.11.2022

Y. V. BUTS, DSc (Technical), Prof.,
Head of the Department of Technology and Vital Activity
e-mail: butsyura@ukr.net ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0003-0450-2617>
Simon Kuznets Kharkiv National University of Economics
9a, Science Ave., Kharkiv, 61166, Ukraine

O. V. KRAINIUK, PhD (Technical),
Associate Professor of the Department of Metrology and Life Safety
e-mail: alenuvarova@ukr.net ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0001-9524-040X>
Kharkov National Automobile and Highway University
25, Yaroslava Mudrogo Str., Kharkiv, 61000, Ukraine

P. I. LOTSMAN, PhD (Geograph),
Associate Professor of the Department of Socio-Economic Disciplines and Geography
e-mail: lotsman.pavel.i@gmail.com ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-9894-5728>
H.S. Skovoroda Kharkiv National Pedagogical University,
2, Valentynivska, Str., Kharkiv, 61168, Ukraine

Y. M. SENCHYKHIN, PhD (Technical), Prof.,
Professor of the Department of Fire Tactics and Emergency Rescue Works
e-mail: syn_112@ukr.net ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-5983-2747>
National University of Civil Defence of Ukraine
94, Chernyshevska, Str., Kharkiv, 61023, Ukraine

POST-PYROGENIC TRANSFORMATION OF BIOGEOCHEMICAL PROPERTIES OF GRAY FOREST SOILS UNDER TECHNOLOGICAL LOAD

Purpose. Detection of post-pyrogenic transformation of biogeochemical properties of soils in pine forests of the Kharkiv region under technogenic loading.

Methods. Determination of the pH of the water extract by the potentiometric method, the content of humus and gross nitrogen according to the Tyurin method, the granulometric composition according to Kachynskyi, the mobile forms of phosphorus and potassium according to Machigin. The content of mobile forms of heavy metals was determined by the atomic absorption method.

Results. There is a certain dependence of the post-pyrogenic transformation on the age of fire impact on the soil. Relatively recent consequences of a fire of medium intensity on the soil were marked by a clear reaction of the complex of their properties. Physical-chemical properties of soils in the post-fire period deteriorate due to a significant decrease in the amount of nutrients in the soil: humus burns, nitrate nitrogen content decreases. The acid-alkaline reaction according to the pH index in the soils affected by fires shifts to neutral, which should be explained by the saturation of the absorbing complex of soils with alkaline earth elements. Forest lowland fires significantly transform the morphological appearance of the upper part of the soil profile. Under the influence of fires, there are changes in pH, the content of exchangeable cations, gross and mobile forms of nitrogen, etc. The behavior and content of heavy metals in the forest floor is determined, in addition to the effect of fire and the geochemical state of the region, the speed of water migration and biological absorption, and the topography of the area. The concentration of heavy metals in the surface horizons of the soils of pine forests increases several times and exceeds the background concentrations as a result of the mineralization of the forest floor and grassy vegetation from combustion and subsequent migration of chemical elements.

Conclusions. As a result, the surface horizons of soils change, in particular, a new pyrogenic horizon is formed, which differs in a certain way from natural analogues. Fires, on the one hand, improve the conditions for seed penetration into the soil, but worsen the conditions for the germination, growth and development of coniferous tree species. The concentration of heavy metals in the surface horizons of pine forest soils is an ecological hazard. Further research on the transformation of soil properties under the influence of pyrogenic factors is of significant theoretical and practical importance in the development of scientific approaches to the restoration of ecosystems in the post-fire stage of development.

KEY WORDS: ecosystem, soil, biogeochemical properties, physicochemical properties, heavy metals

References

1. Buts, Y. (2012). Pyrogenic relaxation of geosystems. *Man and environment. Issues of neoecology*, (1-2), 71–76 (in Ukraine)

2. Buts, Y. (2018). Consequences of the effect of the pyrogenic factor on the biogeochemical properties of ecogeosystems under technogenic load conditions. *Scientific bulletin of construction*, 93(3),109–116. <https://doi.org/10.29295/2311-7257-2018-93-3-115-122> (in Ukraine)
3. Buts, Y. (2020). The influence of anthropogenic factors on the occurrence of emergency situations of a pyrogenic nature in ecosystems. *Scientific bulletin of construction*, 102(4), 223–231 (in Ukraine)
4. Buts, Yu.V., Krainiuk, O.V., Nekos, A.N., & Barbashin, V.V. (2020). Pyrogenic influence on conifer stands in conditions of technogenic and ecological stress. *Visnyk of V. N. Karazin Kharkiv National University*, series “Ecology”, 22. 65–74. <https://doi.org/10.26565/1992-4259-2020-22-06> (in Ukraine)
5. Hutsulyak, V.M. (1994). Geochemistry of the landscape. (in Ukraine)
6. Krasnoshchekov, Yu.N. (2014). The effect of the pyrogenic factor on the serohumus soils of pine forests in the Central Ecological Zone of the Baikal Natural Territory. *Siberian Forest Journal*, 2. 43–52 (in Russian)
7. Methodical instructions for the determination of heavy metals in agricultural soils and plant production (1989). 62 (in Russian)
8. Shakhmatova, E.Yu. (2015). Pyrogenicity is the response of soils of dry pine forests to the impact of fires. *International Journal of Applied and Fundamental Research*, 5, 260–264 (in Russian)
9. Asotskyi, V., Buts, Y., Kraynyuk, O., Ponomarenko, R. (2018). Post-pyrogenic changes in the properties of grey forest podzolic soils of ecogeosystems of pine forests under conditions of anthropogenic loading. *Journ. Geol. Geograph. Geoecology*, 27(2), 175-183 <https://doi.org/10.15421/111843>
10. Buts, Y., Asotskyi, V., Kraynyuk, O., & Ponomarenko, R. (2018). Influence of technogenic loading of pyrogenic origin on the geochemical migration of heavy metals. *Journ. Geol. Geograph. Geoecology*, 27(1). 43–50. <https://doi.org/10.15421/111829>
11. Buts, Y. Features of geochemical migration of chemical elements after technogenic loading of pyrogenic nature (2018). *Journal of Engineering Sciences*, 5(2), H1–H4 . [https://doi.org/10.21272/jes.2018.5\(2\).h1](https://doi.org/10.21272/jes.2018.5(2).h1)
12. Buts, Y., Asotskyi, V., Kraynyuk, O., Ponomarenko, R., & Kovalev, P. (2019). Dynamics of migration property of some heavy metals in soils in Kharkiv region under the influence of the pyrogenic factor *Journ. Geol. Geograph. Geoecology*, 28(3), 409–416. <https://doi.org/10.15421/111938>
13. Doerr, S., & Cerda, A. (2005). Fire effect son soil system functioning: new in sight sand future challenges. *International Journal of Wild land Fire*, 14(4), 339–342. <https://doi.org/10.1071/WF05094>

The article was received by the editors 26.10.2022

The article is recommended for printing 25.11.2022