

*В. В. Попович, А. І. Гапало**Львівський державний університет безпеки життєдіяльності*

ЗАСОЛЕНІСТЬ ПОСТПІРОГЕННИХ ҐРУНТІВ УКРАЇНСЬКОГО РОЗТОЧЧЯ

Вступ. Одним із найбільш небезпечних наслідків пожеж у природних екологічних системах є фізико-хімічні та структурні зміни ґрунтів внаслідок температурного (пірогенного) чинника. Зазначимо, що такого роду пожежі, окрім миттєвого знищення біогеоценозу, вторинно впливають на усі компоненти довкілля протягом багатьох років – відновлення екосистеми відбувається повільно, або не відбувається взагалі, змінюються русла річок, формуються нові екотопи, незворотно змінюються фізико-хімічні властивості ґрунтового покриву. Пірогенна деградація едафотопів сповільнює відновлення. В Україні та за кордоном цій проблематиці присвячено багато наукових праць. Всіх їх можна розділити за такими напрямками: пірогенна деградація торфовищ, фізико-хімічні властивості постпірогенних ґрунтів, пірогенна сукцесія. Постпірогенні ґрунти потребують детальних досліджень у залежності від конкретних природно-кліматичних умов, які, окрім температурного впливу, є визначальними у процесах екологічної ренатуралізації рослинного вкриття.

Мета та методи. Мета роботи – встановити взаємозв'язок між постпірогенним чинником та засоленістю ґрунтів з плином часу для Українського Розточчя. Для вимірювання температури полум'я використовувався автономний тепловізор «Fluke». Вологість ґрунтів визначалася за допомогою вологоміра «МГ-44». Кислотність ґрунтів визначалася за допомогою контактного приладу «КС-300В». Моделювання поширення кислотності вглиб генетичних горизонтів здійснено за допомогою демо-версії програми Surfer. Опрацювання статистичних величин здійснено за допомогою програми MS Excel. У роботі використано статистичні, хімічні, ґрунтознавчі, фітоценотичні методи досліджень.

Результати та обговорення. У зв'язку із високою засоленістю ділянок протікання лісових пожеж, визначався вміст у пробах хлоридів, сульфатів, фосфатів. Встановлено, що найвищий вміст хлоридів та сульфатів при таманній досліджуваній ділянці №4, а саме: у горизонті 0-5 см вміст хлоридів 432,1 мг/кг, 5-10 см вміст хлоридів 267,1 мг/кг, 10-20 см вміст хлоридів 142,7 мг/кг; у горизонті 0-5 см вміст сульфатів 235,7 мг/кг, 5-10 см вміст сульфатів 160,3 мг/кг, 10-20 см вміст сульфатів 131,7 мг/кг. Надзвичайно високий вміст солей на ділянці із модельним вогнищем свідчить про значне засолювання внаслідок протікання низової пожежі. На решті ділянок рівень концентрації хлоридів та сульфатів значно нижчий в залежності від давності протікання низових пожеж, що свідчить про природне відновлення едафотопів та вирівнювання показників засоленості до фонових значень.

Висновки. У результаті проведення дослідження засоленості постпірогенних ґрунтів Українського Розточчя встановлено, що відновлення едафічних показників ґрунту відбувається у залежності від давності протікання низових лісових пожеж. Для досліджень кислотності та засоленості ґрунтів прийняли діапазон виникнення низових лісових пожеж 4 роки. Виявлено, що на досліджуваних ділянках, які піддавалися впливу вогню давніше, показники кислотності та засоленості відповідають фоновим значенням та є значно нижчими за ці ж значення для модельного вогнища.

Ключові слова: лісова пожежа, пожежа в природних екосистемах, пожежна небезпека, пірогенні ґрунти, засоленість, пірогенна деградація.

V. V. Popovych, A. I. Hapalo (Lviv State University of Life Safety)

SALINATION OF POSTPIROGENIC SOILS OF UKRAINIAN ROZTOCHYA

Introduction. One of the most dangerous phenomena of fires in natural ecological systems is the physicochemical and structural changes of soils due to temperature (pyrogenic) factor. Such types of fire, except for the instantaneous destruction of the biocenosis, have a secondary impact on all components of the environment for many years - ecosystem restoration is slow or non-existent, riverbeds change, new ecotopes formed, physicochemical properties of soil change irreversibly. Pyrogenic degradation of edaphotopes leads to their slow recovery. Many scientific works are devoted to this issue in Ukraine and abroad. All of them can be classified into the following groups: pyrogenic degradation of

peatlands, physicochemical properties of post-pyrogenic soils, pyrogenic succession. Postpyrogenic soils require detailed research depending on specific natural and climatic conditions, which, in addition to temperature, are crucial in the processes of ecological renaturalization of vegetation.

Aim and methods. The work aims to establish the relationship between the post-pyrogenic factor and soil salinity overtime for the Ukrainian Roztochya. For measuring the flame temperature used fluke thermal imager. Soil moisture was determined using a moisture meter "MG-44". Soil acidity was determined using a contact device "KS-300V". Modelling the acidity distribution into the genetic horizons was performed using a demo version of Surfer software. Statistical values are processed using MS Excel. In the research used: statistical, chemical, pedologic, phytocenotic methods.

Results and discussion. Due to the high salinity of forest fires, we determined the content of chlorides, sulfates, phosphates in the samples. We found that the highest content of chlorides and sulfates is inherent in the investigated area №4, namely: in the horizon of 0-5 cm chloride content is 432.1 mg/kg, in 5-10 cm – chloride content is 267.1 mg/kg, in 10-20 cm – chlorides content is 142.7 mg/kg; in the horizon of 0-5 cm sulfate content is 235.7 mg/kg, in 5-10 cm – sulfate content is 160.3 mg/kg, in 10-20 cm – sulfate content is 131.7 mg/kg. The extremely salt content in the area with the model fire indicates significant salinization due to the ground fire. The level of chlorides and sulfates is much lower than in other areas, depending on the age of ground fires occurrence, which indicates the natural restoration of edaphotopes and alignment of salinity to background values.

Conclusions. As a result of a research of the salinity of post-pyrogenic soils of the Ukrainian Roztochya, we found that the restoration of edaphic indicators of the loam depends on the age of the ground fires occurrence. For researching of acidity and salinity of soils accepted the range of occurrence of grassland forest fires four years ago We found that in the investigated areas exposed to fire long ago, the indicators of acidity and salinity correspond to the background values and are much lower than the same values for the model fire area.

Keywords: forest fire, fire in natural ecosystems, fire danger, pyrogenic soils, salinity, pyrogenic degradation.

Вступ. Одним із найбільш небезпечних явищ пожеж у природних екологічних системах є фізико-хімічні та структурні зміни ґрунтів внаслідок температурного (пірогенного) чинника. Значимо, що такого роду пожежі, окрім миттєвого знищення біогеоценозу, вторинно впливають на усі компоненти довкілля протягом багатьох років – відновлення екосистеми відбувається повільно, або не відбувається взагалі, змінюються русла річок, формуються нові екотопи, незворотно змінюються фізико-хімічні властивості ґрунтового покриву. Пірогенна деградація едатоців призводить до їх повільного відновлення. В Україні та за кордоном цій проблематиці присвячено багато наукових праць. Всіх їх можна розділити за такими напрямками: пірогенна деградація торфовищ, фізико-хімічні властивості постпірогенних ґрунтів, пірогенна сукцесія. Серед проведених досліджень слід відмітити наукову працю [1], у якій наводяться дані щодо основних причин пірогенної деградації торфових ґрунтів Рівненської області. Наведено результати польових і лабораторних досліджень, морфологічних особливостей та фізико-хімічних властивостей пірогенних утворень. Охарактеризовано вплив торф'яних пожеж на хімічний склад поверхневих вод. Охарактеризовано особливості заростання пірогенних утворень тощо [1]. Встановлено, що пірогенні утворення після пожежі мають несприятливі фізико-хімічні властивості, зумовлені високою лужністю і карбонатністю поверхневих генетичних горизонтів, низьку щільність будови, а в разі слабого впливу відбувається збільшення частки мінеральної форми фосфору та зменшення частки органі-

мінеральних сполук. Доведено, що торф'яні пожежі вагомо впливають на хімічний склад об'єктів гідросфери поверхневих вод, призводять до появи у воді аномальних концентрацій нітратного азоту, високого рівня концентрацій хлорид- і сульфат-іонів, кальцію і магнію [1].

На основі лабораторних аналізів ґрунтів із ділянок лісу, які постраждали від пожежі, досліджено взаємний зв'язок між лісовими пожежами та ґрунтами. Наведено схему взаємного впливу пожеж і ґрунтів. Встановлено, що внаслідок пожежі вміст поживних речовин у ґрунті (гумусу та більшості мінеральних елементів) знижується, простежено лише зростання вмісту кальцію. Найпомітнішим є вплив пожежі на зниження вмісту магнію та фосфору, а також зольності підстилки. Таку ж залежність простежено і під час окремого огляду ділянок хвойного лісу. Це може свідчити про певне зменшення родючості ґрунтів внаслідок пожежі та початкових процесів ерозії [2].

За результатами досліджень О. С. Бонішко встановлено, що внаслідок спалювання рослинного матеріалу порушується рівновага в рідкій та твердій фазах ґрунту. Автор декларує, що в першу чергу ці зміни виражені в шарі 0-5 см через вигорання рослин та руйнування гумусу. Ґрунт ущільнюється, зменшується кількість обмінних катіонів кальцію та магнію з нагромадженням їх у нижніх горизонтах та збільшенні необмінного кальцію. В ґрунтовому розчині зростає частка іонів натрію, що призвела до зсуву кислотності в бік нейтралізації кислих розчинів, хоч мінералізація розчину в 1,5 раза зменшилась [3].

Автори [4] доводять, що фізико-хімічні властивості ґрунтів після пожеж погіршуються: вигорає гумус, зменшується вміст нітратного азоту. Лісові низові пожежі різко змінюють морфологічний стан верхньої частини ґрунтового профілю. Змінюється характер поверхневих горизонтів ґрунтів, нерідко формується пірогенний горизонт, який за фізико-хімічними властивостями і вмістом зольних елементів відрізняється від природних аналогів. Під впливом вогню виникають зміни таких властивостей, як: рН, вміст обмінних катіонів, валових і рухомих форм азоту та ін. Концентрація важких металів у поверхневих горизонтах підвищується в декілька разів і перевищує фонові значення внаслідок мінералізації лісової підстилки та трав'янистої рослинності від згорання і подальшої міграції хімічних елементів, що становить екологічну небезпеку. Зроблено висновок [4], що зміна хімічного складу ґрунтів може створювати умови для неможливості існування корінної екогеосистеми, її загибелі і розвитку через певний час іншої модифікованої екогеосистеми.

Вміст гумусу у поверхневому шарі (0-15 см) сірих лісових опідзолених ґрунтів після пройденої низової пожежі знижується через згорання органічних речовин у поверхневому ґрунтовому горизонті. Кислотно-лужна реакція за показником рН у ґрунтах, які зазнали впливу вогню, зміщується до нейтральної, що пояснюється насиченням поглинаючого комплексу ґрунтів лужно-земельними елементами [5].

Проведені дослідження [6] показали, що внаслідок впливу пожежі на поверхневий шар ґрунту змінюється вміст гумусу в бік зменшення з 3,4% у ґрунтах КД № 2 до 2,6% у ґрунтах КД №1. На думку автора, це відбувається через згорання органічних речовин у поверхневому ґрунтовому горизонті. у контрольному зразку верхнього прошарку середньодерново-підзолистого ґрунту (КД №2) величина рН становить 4,1. У такому ж ґрунті піддослідної ділянки (КД №1) після проходження пожежі реакція змінюється в бік лужної (рН = 4,8) [6].

У результаті проведених досліджень [7] встановлено, що значно змінився профіль ґрунту, особливо орний (0-30 см) і підорний (30-50 см) шари. На полі, що зазнало пірогенної деградації осушувальна мережа була повністю знищена.

Науковцями у роботі [8] наведено результати спостережень за розвитком рослинності у постпірогенний період на торфовищах. Встановлено, що у процесі пірогенної деградації відбувається практично повне знищення рослинного покриву на поверхні пірогенного утворення. Відразу після пожежі, внаслідок високої лужності середовища, рослинність на пірогенних утвореннях не формується. Наступного року з'являються

окремі види рослин-піонерів, які не утворюють суцільного покриву [8]. Спостерігалось, що через 2 роки після пожежі внаслідок зменшення рН та витіснення низькорослих трав високою рослинністю видова різноманітність рослин дещо змінюється, формуючи суцільний густий покрив [8]. Виявлено, що через 5-10 років на пірогенно-перегнійних утвореннях, багатих на перегній та мінеральні речовини, з близьким до поверхні дзеркалом ґрунтових вод рослинний покрив суцільний і досить розвинений, проте його видовий склад бідний і представлений низькоякісними болотними рослинними угрупованнями [8].

Зважаючи на результати вищенаведених та інших досліджень можемо констатувати, що постпірогенні ґрунти потребують детальних досліджень залежно від конкретних природно-кліматичних умов, які, окрім температурного впливу, є визначальними у процесах екологічної ренатуралізації рослинного покриву.

Мета роботи – встановити взаємозв'язок між постпірогенним чинником та засоленістю ґрунтів з плином часу для Українського Розточчя.

Методи, матеріали та прилади досліджень. Відбір проб ґрунтів для досліджень їхньої засоленості здійснювався із врахуванням давності (за роками) горіння лучної рослинності та лісової підстилки.

Проби відібрано із 4-х ділянок на глибині 5, 10 та 20 см. Ділянка 1 – молоді соснові насадження, пожежа, яка трапилася за 3,5 роки до початку експерименту, знищила всю лісову підстилку, підріст та спричинила термічну деструкцію ґрунту, нижнім частинам стовбурів і гілкам *Pinus sylvestris* L., яка набула розвитку внаслідок штучного зарощування (2014 рік). Ділянка 2 – домінує лучна рослинність, яка повністю вигоріла за 2 роки до початку проведення експерименту, пожежа спричинила термічну деструкцію ґрунту (2015 рік). Ділянка 3 – домінує лучна рослинність, яка повністю вигоріла за 1,5 року до початку проведення експерименту, пожежа спричинила термічну деструкцію ґрунту (2016 рік). Ділянка 4 – модельне вогнище внаслідок якого повністю вигоріла лучна рослинність, пожежа спричинила термічну деструкцію ґрунту (2017 рік).

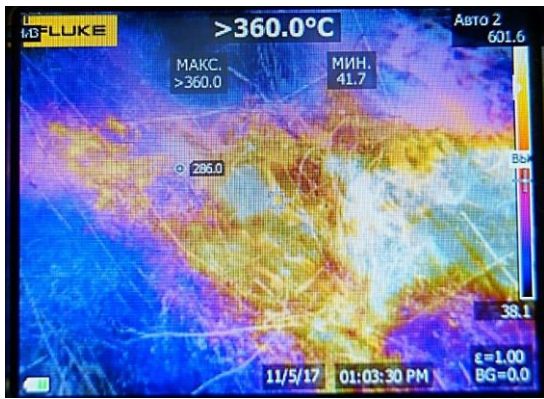


Рисунок 1 – Моніторинг температури полум'я модельного вогнища

Водневий показник (рН) – визначався потенціометрично (рН-метр «рН-150И»); сухий залишок – випарюванням 50 мл проби у фарфоровій чашці (КНД 211.1.4.042-95); хлориди – титруванням нітратом срібла (за Ю. Ю. Лур'є, 1989); сульфати – гравіметрично після осадження нітратом барію (КНД 211.1.4.026-95); фосфати – фотометрично з молібденовим реактивом (МВВ 081/12-0005-1). Дослідження відібраних проб здійснено у Науково-дослідній лабораторії екологічної безпеки життєдіяльності (Свідоцтво про відповідність системи керування вимірюваннями № РА127/17 від 14.11.2017 р., чинне до 13.11.2021 р., видане ДП "Львівстандартметрологія").

Для вимірювання температури полум'я використовувався автономний тепловізор «Fluke». Вологість ґрунтів визначалася за допомогою вологоміра «МГ-44». Кислотність ґрунтів визначалася за допомогою контактного приладу «КС-300В». Моделювання поширення кислотності вглиб генетичних горизонтів здійснено за допомогою демо-версії програми Surfer. Опрацювання статистичних величин здійснено за допомогою програми MS Excel.

У роботі використано статистичні, хімічні, ґрунтознавчі, фітоценотичні методи досліджень.

Результати та обговорення. Екологічний моніторинг постпірогенних ґрунтів Українського Розточчя включав вивчення кислотності ґрунтів залежно від давності низової пожежі (рис. 1). Встановлено, що ґрунти на досліджуваних ділянках №2, №3, №4 лужні. На ділянці №1 спостерігаються кислі ґрунти. Причому, найбільші показники лужності ґрунтів (рН=7,7-7,8) притаманні ділянці з модельним вогнищем. Кислі ґрунти притаманні найбільш давній ділянці, де протікали низові лісові пожежі (2014 рік). Підтверджується судження [9], що ґрунти давніх згарищ мають значення рН найбільш наближені до фонових.

Зазначимо, що динаміка зростання значень рН у ґрунтах після ландшафтних пожеж пояснюється тим, що зольні водорозчинні сполуки, проникаючи у ґрунт, насичують поглинаючий

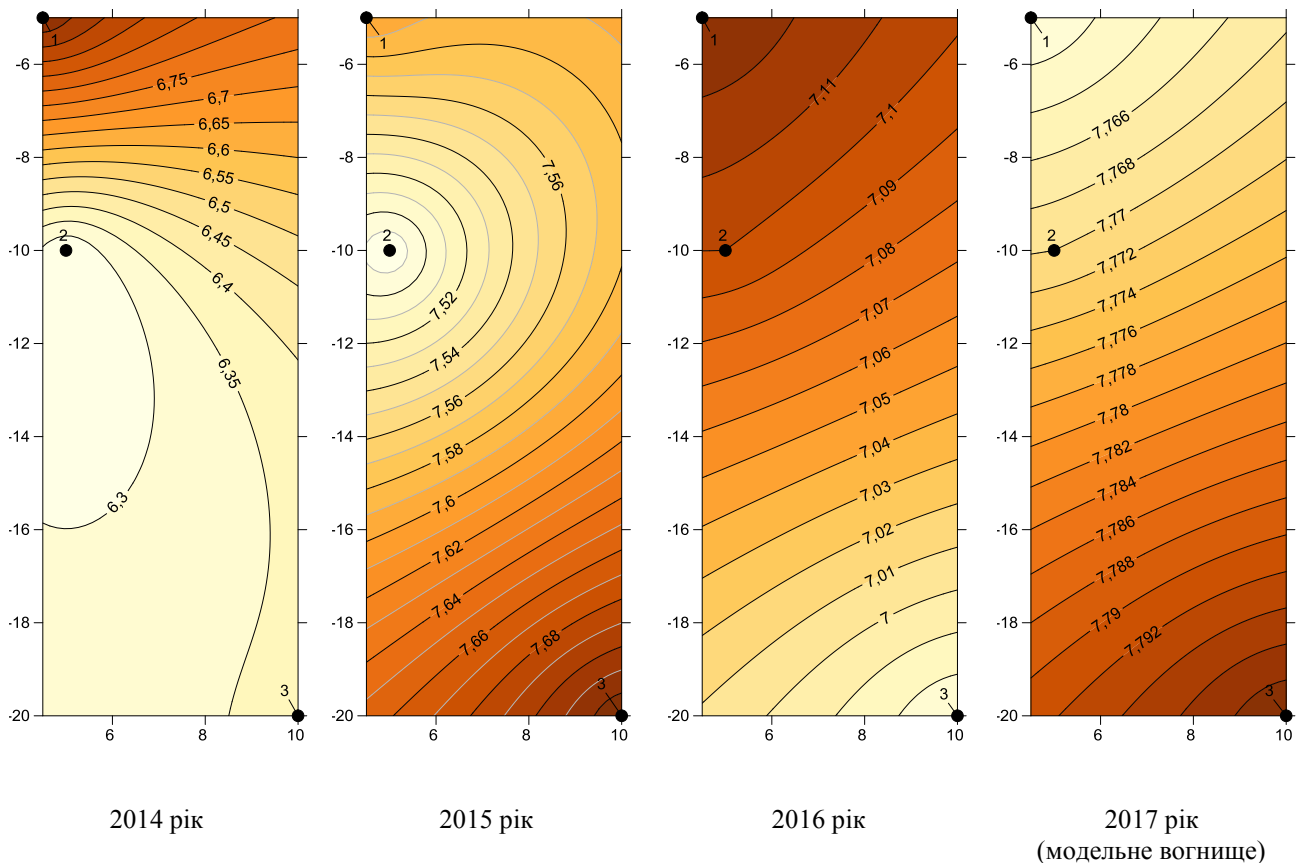


Рисунок 2 – Значення рН (водне) для досліджуваних генетичних горизонтів постпірогенних ґрунтів

комплекс лужноземельними елементами і викликають зміщення реакції середовища до нейтрального значення. Низка дослідників декларує, що пожежі сильної інтенсивності, завдяки суттєвому утворенню золи, більше нейтралізують кислоти, аніж слабкі пожежі. Вагомо впливає на показник рН давність протікання лісової (ландшафтної) пожежі [6, 9]. У ґрунтах елювіальних ландшафтів горіння підстилки пришвидшує вилугування продуктів розкладу [6, 10].

Встановлено, що найбільший вміст водорозчинних солей у горизонтах постпірогенних ґрунтів досліджуваної ділянки №4, а саме: у горизонті 0-5 см – 1964 мг/кг, 5-10 см – 1336 мг/кг, 10-20 см – 1097 мг/кг. Така засоленість відповідає ділянці, де було відтворене модельне вогнище із температурою полум'я +700°C-+750°C. Також високі показники засоленості були притаманні дослідній ділянці №2, низова пожежа на якій проходила за 2 роки до моменту проведення експерименту (рис. 3).

У зв'язку із високою засоленістю вищезгаданих ділянок, визначався вміст у пробах хлоридів, сульфатів, фосфатів. Встановлено, що найвищий вміст хлоридів та сульфатів притаманний досліджуваній ділянці №4, а саме: у горизонті 0-5 см вміст хлоридів 432,1 мг/кг, 5-10 см вміст хлоридів 267,1 мг/кг, 10-20 см вміст хлоридів 142,7 мг/кг; у горизонті 0-5 см вміст сульфатів 235,7 мг/кг, 5-10 см вміст сульфатів 160,3 мг/кг, 10-20 см вміст сульфатів 131,7 мг/кг. Надзвичайно високий вміст солей на ділянці із модельним вогнищем свідчить про значне засолювання внаслідок протікання низової пожежі. На решті ділянок рівень концентрації хлоридів та сульфатів значно нижчий залежно від давності низових пожеж, що свідчить про природне відновлення едафотопів та вирівнювання показників засоленості до фонових значень (рис. 4).

Слід зазначити, що у досліджуваних пробах стандартною методикою фосфати не виявлено.

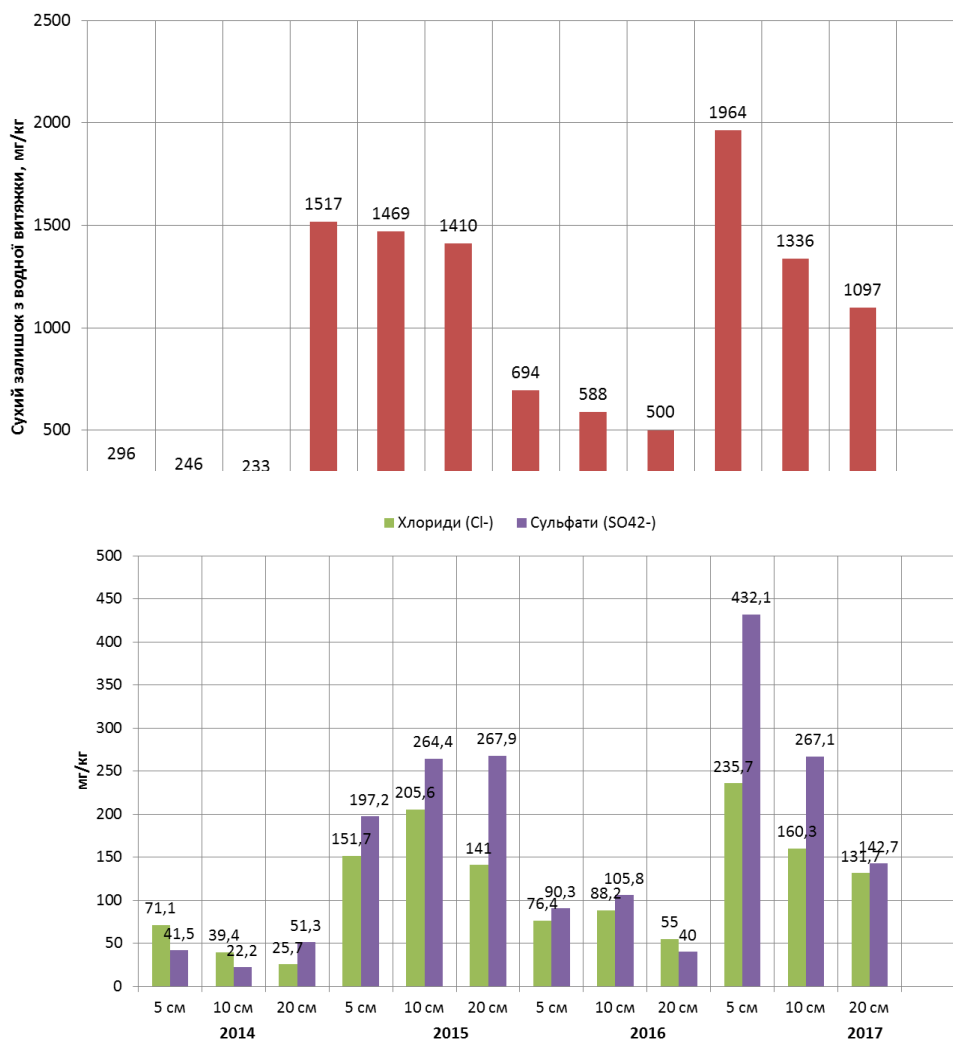


Рисунок 4 – Вміст хлоридів та сульфатів у горизонтах постпірогенних ґрунтів, мг/кг

Висновки. У результаті проведення дослідження засоленості постпірогенних ґрунтів Українського Розточчя встановлено, що відновлення едафічних показників ґрунту відбувається залежно від давності протікання низових лісових пожеж. Для досліджень кислотності та засоленості ґрунтів прийняли діапазон виникнення низових лісових пожеж 4 роки. Виявлено, що на досліджуваних ділянках, які піддавалися впливу вогню давніше, показники кислотності та засоленості відповідають фоновим значенням та є значно нижчими від тих же значень для модельного вогнища.

Література:

1. Блінкова О. І., Пашкевич Н. А., Козиняк Т. А. Екологічні особливості деградації лісових торфовищ під впливом пожеж. Науковий вісник НЛТУ України. 2012. №22 (10). 105-112.
2. Кузик А. Д. Про взаємний вплив лісових пожеж і ґрунтів. Науковий вісник НЛТУ України. 2009. №19 (4). 106-110.
3. Бонішко О. С. Депонування та розподіл катіонів у темно-сірих опідзолених ґрунтах Малехівського пасма в умовах їх постпірогенної деградації. Вісник ОНУ. Сер.: Географічні та геологічні науки. 2016. №21, 2. 149-158.
4. Asotskyi V., Buts Y., Krainyuk 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*. 2018. №27(2). 175-183.
5. Буц Ю. В. Наслідки впливу пірогенного чинника на біогеохімічні властивості екогеосистем в умовах техногенного навантаження. Науковий вісник будівництва. 2018. №93,3. 115-122.
6. Буц Ю. В. Наслідки впливу пірогенного чинника на властивості ґрунтового покриву борової тераси річки Уди. Науковий вісник Чернівецького університету. Географія. 2013. №655. 16-19.
7. Коваль С. І., Кот О. С. Пірогенні утворення на місці осушених згорівших торфових ґрунтів - їх властивості. Вісник інженерної академії України. 2012. №1. 229-232.
8. Гаськевич В., Нецик М. (2010). Особливості рослинності пірогенно деградованих торфових ґрунтів Малого Полісся. Вісник Львів. ун-ту. Серія геогр. 2010. №38. 69-76.
9. Фуряев В. В., Киреев Д. М. Изученики послепожарной динамики лесов на ландшафтной основе. Новосибирск: Наука. 1979. 160.
10. Сапожников А. Л. (1976). Роль огня в формировании лесных почв. *Экология*. 1976. №1. 42-46.

References:

1. Blinkova O.I., Pashkevich N.A., Kozyniatko T.A. Ecological features of degradation of forest peatlands under the influence of fires. *Scientific Bulletin of NLTU of Ukraine*. 2012. 22 (10). 105-112.
2. Kuzyk A.D. On the mutual influence of forest fires and soils. *Scientific Bulletin of NLTU of Ukraine*. 2009. 19 (4). 106-110.
3. Bonishko O.S. Deposition and distribution of cations in dark gray podzolic soils of the Malekhiv ridge under conditions of their postpyrogenic degradation. *ONU Bulletin. Ser. : Geographical and geological sciences*. 2016. №21,2. 149-158.
4. 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.Geoecology*. 2018. №27(2). 175-183.
5. Butz Yu. V. Consequences of pyrogenic factor influence on biogeochemical properties of ecogeosystems in the conditions of technogenic loading. *Scientific Bulletin of Construction*. 2018. №93,3. 115-122.
6. Butz Yu. V. Consequences of pyrogenic factor influence on soil properties of Uda river pine terrace. *Scientific Bulletin of Chernivtsi University. Geography*. 2013. №655. 16-19.
7. Koval S.I., Kot O.S. Pyrogenic formations on the site of drained burned peat soils - their properties. *Bulletin of the Engineering Academy of Ukraine*. 2012. №1. 229-232.
8. Gaskevich V., Netsyk M. Peculiarities of vegetation of pyrogenically degraded peat soils of Maly Polissya. *Visnyk of Lviv. un-tu. Geogr*. 2010. №38. 69-76.
9. Furyaev V.V., Kireev D.M. Students of post-fire dynamics of forests on a landscape basis. *Novosibirsk: Science*. 1979. 160.
10. Sapozhnikov A.L. The role of fire in the formation of forest soils. *Ecology*. 1976. №1. 42-46.

*Науково-методична стаття