



**Бедункова О. О., д.б.н., професор; Ціпан Ю. Р., аспірант**  
(Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне, o.o.biedunkova@nuwm.edu.ua  
y.r.tsipan@nuwm.edu.ua)

## **ПЕРВИННІ ДАНІ ПРО ФЕРМЕНТАТИВНУ АКТИВНІСТЬ ҐРУНТУ ПІСЛЯ ЛІСОВОЇ ПОЖЕЖІ**

**Проаналізовано літературні джерела щодо порушення екосистемних послуг лісу внаслідок лісових пожеж. З'ясовано, що серед негативних чинників впливу полум'я відмічається порушення біологічної активності ґрунту, яка може бути відновлена протягом певного часу. Проведено визначення ферментативної активності дерново-середньопідзолистого поверхнево-оглеєного суглинкового ґрунту в перші місяці після вигорання ділянки лісу в межах с. Іванівка Рівненського району Рівненської області. Виявлено, що ступінь збагаченості ґрунту ферментами целюлаза ( $13,11 \pm 4,1\%$ ) та каталаза ( $0,92 \pm 0,18$  мгО<sub>2</sub>/г/хв) характеризується як «дуже бідний». Передбачено можливість подальших спостережень за адаптивною здатністю ґрунтової мікробіоти до екстремальних наслідків лісової пожежі.**

**Ключові слова:** лісова пожежа; екосистемні послуги; ґрунт; целюлоза; каталаза.

**Ліси виконують широкий набір** важливих екологічних, гідрологічних, кліматотворчих, ресурсних, соціальних та інших функцій, які в сучасній світовій літературі прийнято називати екосистемними послугами. Однак, позитивні лісові послуги, екологічні сукцесії та ресурси лісу можуть зазнавати суттєвих змін через пожежі. Внаслідок лісових пожеж температура ґрунту підвищується, його активний шар потовщується, зростає вивільнення ґрунтового вуглецю та азоту, відбувається заміна хвойних дерев на широколистяні, або ж чагарників на луки, змінюється інфільтраційна здатність ґрунту, збільшується поверхневий стік та виникає ерозія ґрунту. Відомо, що відновлення лісових екосистем після пожеж триває десятиліття, а подекуди і зовсім неможливе.

**Програмою «Оцінка екосистем на порозі тисячоліття»** (Millennium Ecosystem Assessment, MA) виділено чотири типи екосистемних послуг: послуги забезпечення (продукти харчування, питна

вода, деревина, пальне тощо); послуги регулювання, які підтримують фізичні та біологічні умови для благополуччя людини (обмеження рівнів паводків, очищення води, регуляція клімату); культурні послуги (освітні, естетичні, розважальні і т.д.); допоміжні послуги, які містять у собі всі природні процеси, що підтримують перші три типи прямих послуг (ґрунтоутворення, кругообіг поживних речовин, первинне надання ресурсів і т.д.) [1, С. 11].

Так, про зміни послуг забезпечення лісових екосистем свідчать дані, які описують вплив лісових пожеж на гідрологічні параметри (стік та інфільтрацію) ґрунту [2]. Автори дослідження встановили, що в лісах Індії за період 2005–2017 рр., величина стоку після пожежі збільшується в середньому на 30,83% порівняно зі станом до пожежі. А дослідження на території США виявило, що зменшення площ лісів у результаті пожеж призводить до зменшення поверхневого стоку, подекуди до 70% [3]. Очевидно, що взаємозв'язок між гідрологією та змінами площ лісових насаджень досить складний.

Деструктивна дія пожежі проявляється також пошкодженням лісової підстилки, ступінь знищення якої може сягати 60–75% [4]. Зазнають змін і угруповання макрогрибів, біорізноманіття яких понижується після лісових пожеж, однак загальна біомаса може лишатися практично незмінною через появу нових видів [5].

Порушуються послуги забезпечення лісів і через пошкодження деревних порід. Наприклад, після сильної низової пожежі, деревостан отримує опік, у результаті чого виникає сухобокість, яка викривлює правильність форми стовбура та зменшує вихід пиломатеріалів та шпону, або ж дерево відмирає чи уражується шкідниками [6]. Існують також дані, що вже на відстані 8 м від фронту лісової пожежі відбувається термічне ураження дерев, які не зазнають безпосереднього контакту з полум'ям. Термічне ураження тканин стовбура супроводжується піролізом матеріалів підкоркової зони, що призводить до всихання та падіння дерев [7].

Сучасні публікації, присвячені втратам регулюючих послуг лісів, найбільше уваги приділяють питанням балансу вуглецю ґрунтів лісових екосистем. Насамперед це пов'язано з тим, що пожежі можуть призводити до викидів великої кількості С та N, що сприяє потеплінню клімату за рахунок збільшення вмісту CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> та NO<sub>2</sub> в атмосфері. В процесі горіння, коли температура ґрунту нижче 150° С, втрати вуглецю майже непомітні, але за температури 450° С і вище з ґрунту виходять всі його запаси [8].

Взагалі, температура ґрунту тісно пов'язана з інтенсивністю пожежі: за помірного нагрівання температура мінеральних ґрунтів,



як правило, не перевищує  $100^{\circ}\text{C}$  на поверхні та  $50^{\circ}\text{C}$  на глибині 5 см. Однак, при сильному нагріванні ґрунту температура може сягати майже  $700^{\circ}\text{C}$  на поверхні, мати  $250^{\circ}\text{C}$  на глибині 10 см та перевищувати  $100^{\circ}\text{C}$  на глибині 22 см [9]. Для прикладу, нагрівання до  $450^{\circ}\text{C}$  призводить до втрат більше 95% ненагрітого вуглецю та більше 60% ненагрітого азоту [8]. Одночасно, втрати вуглецю можуть значно відрізнятись на ділянках ґрунту з різним ступенем зволоженості. Так, дослідження лісових екосистем Канади виявили, що горіння лісу на більш сухій ділянці річкової долини мало втрати вуглецю на рівні  $58\text{ мгС/га}^{-1}$ , а на більш зволених прируслових ділянках  $92\text{ мгС/га}^{-1}$  [10]. Цікаво, що у випадках швидкого проходження полум'я по зволоженій поверхні землі, включаючи торф, мохи та лишайники, можуть горіти лише дерева, а ґрунт нижче 2–3 см лишається непорушеним.

За будь-якої інтенсивності пожеж, їх наслідки позначаються і на допоміжних екосистемних послугах лісу. Зокрема, зазнає змін реакція середовища (рН) ґрунту. Ця ключова хімічна властивість ґрунту впливає на доступність поживних речовин крізь мікробну активність ґрунту, розклад органічної речовини та мінералів, заряд ґрунтових колоїдів, буферну здатність ґрунту та інші фактори. За відомими даними, незначні та помірні лісові пожежі, здебільшого підвищують рН ґрунту, порівняно з площами, що не зазнали впливу горіння лісу. Це відбувається через вилуговування до ґрунту із залишкової золи відносно розчинної сольової основи та споживання великої кількості іонів водню на обмінному комплексі, що і спричинює більш високі значення рН [11]. Після пожежі в ґрунті може зростати також і вміст  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ , і  $\text{Mg}^{2+}$ , що має залежність від інтенсивності та тривалості дії полум'я [12, 13].

Вивчення впливу опіків на грибові та бактеріальні угруповання ґрунтів у Орегоні впродовж чотирьох років після лісових пожеж виявило їх неперервну колонізацію та зростання біорізноманіття. При цьому, біорізноманіття не залежало від типу ґрунту, склад грибних та бактеріальних угруповань коливався залежно від тяжкості опіків, а інтенсивність росту їх колоній була найсуттєвішою в перші роки після пожежі та з часом зменшувалась. Це дало підстави авторам стверджувати, що мікробні угруповання володіють здатністю швидко адаптуватись до екстремальних порушень середовища існування [14].

Підтвердили ознаки адаптації до вогню ґрунтових мікробів і ряд інших досліджень. Результати [15] показали, що лісова пожежа чинила значний вплив на бактеріальне та грибкове багатство, їх різно-

маніття, склад та структуру із найбільшим впливом на поверхню мінерального ґрунту (0–5 см) впродовж першого періоду після пожежі та незначний вплив на горизонт 5–20 см у наступний період. При цьому, гриби виявились дещо більш чутливими до вогню та часу ніж бактерії.

Порушення культурних екосистемних послуг лісу проявляється передусім у економічних та людських втратах. Це проявляється в тому, що деякі види діяльності обмежуються димкою і туманом, а присутність у повітрі значної кількості токсичних для людини газів спричинює гострі респіраторні ураження та ін. небезпечні для здоров'я та життя наслідки.

Порушення кожної з описаних функцій лісу внаслідок пожеж призводить до екологічних втрат, які полягають у зменшенні площі лісів, зменшенні об'ємів чистого повітря, порушення водообміну території та механізмів запобігання ерозії ґрунту. Дослідження групи українських вчених свідчать, що внаслідок лісової пожежі, найбільшу небезпеку викликає вміст в ґрунті марганцю і цинку. В складі розрахованого ними інтегрального показника хімічного забруднення ґрунтів (IPCS) вміст марганцю складав 42%, а вміст цинку – 28%. Загальне значення інтегрального показника вмісту хімічних речовин у ґрунті (IPCS) до лісової пожежі відповідало 2 класу (добрий стан), а після пожежі – 4 класу (поганий стан). За оцінками цих же авторів, які були отримані на території Харківської області, до лісової пожежі ймовірність отримати додаткові захворювання внаслідок хімічного забруднення ґрунтів за значенням ризику для здоров'я населення відповідала 1 класу (незначний ризик), але після лісової пожежі значення ризику для здоров'я населення відповідало 3 класу (значний ризик) [16].

Попри детальне вивчення цих процесів, спостереження та дослідження механізму взаємозв'язків між лісовими пожежами, рослинністю, станом фауни, вуглецевим циклом та біологічною активністю ґрунту все ще лишаються недостатніми та позбавленими систематичності в окремих регіонах різних природно-кліматичних зон, а отже, і для різних типів ґрунтів.

**Метою наших досліджень** було з'ясування ступеня збагаченості ферментами дерново-середньопідзолистого поверхнево-оглеєного суглинкового ґрунту в перші місяці після вигорання ділянки лісу в межах с. Іванівка Рівненського району Рівненської області.

**Дослідження проводили** в червні 2021 р. на ділянці лісу з розрідженим деревостаном переважно соснових порід та листяного підліску природного походження, типом лісорослинних умов В<sub>2</sub> – свіжі



субори, географічне розташування якої описують координати  $50^{\circ}50'41.8''N$  та  $26^{\circ}56'24.7''E$ .

Для з'ясування целюлозолітичної активності ґрунту (активності целюлозорозкладаючих мікроорганізмів) готували тестові полотна з невідбіленої лляної тканини, розміром  $10 \times 30$  см. Кожне полотно нумерували та попередньо зважували на аналітичних вагах з точністю до 0,1 г. До кожного полотна акуратно пришивали поліетиленові накладки. На досліджуваній ділянці викопували лунки, з вертикально зачищеним боком на глибину близько 35–40 см, до якого прикладали тестові полотна в трикратній повторності. Лунка засипалась вибраним ґрунтом, термін експозиції тривав 30 днів. Ступінь розкладу тканини визначали як різницю ваги полотна до та після експозиції, виражену у відсотках [17].

Для визначення каталазної активності ґрунту готували наважку (1 г) повітряно-сухого ґрунту, яку розміщували в колбу з об'ємом 100 мл. На дно колби за допомогою пінцета ставили маленький стаканчик з 5 мл 5%-го розчину перекису водню. Колбу щільно закривали каучуковим корком зі скляною трубкою, яка приєднана до вимірювальної бюретки гумовим шлангом. Початок дослідження відмічали за секундоміром у той момент, коли стаканчик з перекисом падав при струшуванні вмісту колби. Кисень, що виділяється, витісняв з бюретки воду, рівень якої відмічали через 0,5; 1,0 та 1,5 хв. Активність каталази оцінювали в міліграмах  $O_2$ , що виділився за 1 хвилину на 1 г ґрунту. Визначення каталазної активності проводили в п'ятикратній повторності для кожної проби ґрунту [18].

За результатами вимірювань знаходили середньоарифметичне значення ( $M$ ) із вказанням середньоквадратичного відхилення ( $\pm m$ ), статистичну достовірність результатів оцінювали за критерієм Стьюдента (t-test, single sample) при  $p \leq 0,05$ , за допомогою програми Statistica 8.0 [19].

**Результати визначення** целюлозолітичної активності досліджуваного ґрунту (табл. 1) свідчать, що середня втрата ваги полотна за період експозиції у ґрунті становила  $13,11 \pm 4,1\%$ . Відповідно до оціночної шкали [17], така величина характеризує ступінь збагаченості ґрунту целюлозолітичними ферментами як «дуже бідний».

Таблиця 1

Каталазна активність дерново-підзолистого ґрунту після лісової пожежі

Повторність	Вага полотна, г		Втрата ваги полотна, %
	на початку експозиції	по завершенню експозиції	
1	6,09	5,02	17,57
2	5,9	5,34	9,49
3	6,28	5,51	12,26
M±m	6,09±0,19	5,29±0,25	13,11±4,1
p	0,0003	0,0007	0,03

Каталазна активність досліджуваного ґрунту становила  $0,92 \pm 0,18$  мгО<sub>2</sub>/г/хв (табл. 2), що також свідчило про його збіднений стан за каталазою, а саме, ступінь збагаченості ферментом характеризувався як «дуже бідний».

Таблиця 2

Каталазна активність дерново-підзолистого ґрунту після лісової пожежі

Повторність	Час, хв.		
	0,5	1,0	1,5
1	0,8	1,4	2,0
2	0,8	1,3	1,4
3	0,4	0,5	0,5
4	0,4	0,6	1,0
5	0,6	0,8	1,1
M±m	0,6±0,089	0,92±0,18	1,2±0,25
p	0,0025	0,007	0,008

Як відомо, оцінка ферментативної активності дає повне уявлення та розкриває механізми функціонування біологічної складової ґрунту, дає змогу оцінити та спрогнозувати загальний напрям ґрунтоутворення і стан екосистем в цілому.

Отримані нами дані є первинними та не можуть бути порівняні зі станом ферментативної активності ґрунту до лісової пожежі на даній ділянці. Однак, можуть слугувати відправною точкою для відстеження подальшого розвитку ферментативної активності і з'ясування швидкості та можливості відновлення мікробіологічної діяльності в ґрунті після лісової пожежі.

**Таким чином**, проведений огляд наукових джерел та їх теоретичний аналіз відображає важливість розуміння наслідків лісових



пожеж як для екосистемних послуг лісу в цілому, так і для стану ґрунту, зокрема його хімічних характеристик та ферментативної активності. Отримані первинні дані на ділянці лісу, яка зазнала нищівної дії полум'я, виявили «дуже бідний» ступінь збагаченості ґрунту ферментами целюлаза ( $13,11 \pm 4,1\%$ ) та каталаза ( $0,92 \pm 0,18$  мгO<sub>2</sub>/г/хв). Подальші дослідження ферментативної активності в межах даної ділянки дозволять отримати уявлення про адаптивну здатність мікробіоти дерново-середньопідзолистого поверхнево-оглеєного суглинкового ґрунту до екстремальних наслідків лісових пожеж.

1. Millennium Ecosystem Assessment. Ecosystems and Human Well-being: Synthesis. Island Press, Washington, DC, 2005. URL: <https://www.millenniumassessment.org/documents/document.356.aspx.pdf> (дата звернення: 12.06.2021).
2. Venkatesh K., Preethi K., Ramesh H. Evaluating the effects of forest fire on water balance using fire susceptibility maps. *Ecological Indicators*. 2020. Vol. 110. P. 105856.
3. Kurzweil J. R., Metlen K., Abdi R., Strahan R., Hogue T. S. Surface water runoff response to forest management: Low-intensity forest restoration does not increase surface water yields. *Forest Ecology and Management*. 2021. Vol. 496. P. 119387.
4. Зубов О. П., Давиденко В. П. Теорія і практика актуальних наукових досліджень. *Матеріали II Міжнародної науково-практичної конференції* (м. Одеса, 28–29 квітня 2018 року). Херсон : Видавництво «Молодий вчений», 2018. 184 с. С. 110–113.
5. Kouki J., Salo K. Forest disturbances affect functional groups of macrofungi in young successional forests – harvests and fire lead to different fungal assemblages. *Forest Ecology and Management*. 2020. Vol. 463. P. 118039.
6. Иванов В. А., Брезинская Л. В., Иванов А. В., Фридрих И. Е. Эколого-экономическая оценка потерь качества ствольной древесины в насаждении после воздействия лесных пожаров и насекомых. *Вестник КрасГАУ*. 2017. № 7. С. 140–149.
7. Барановский Н. В., Андреева К. Н. Математическое моделирование теплового воздействия от фронта лесного пожара на ствол хвойного дерева. *Cloud of Science*. 2015. Т. 2. № 4. С. 591–598.
8. Araya S. N., Fogel M. L., Berhe A. A. Thermal alteration of soil organic matter properties: A systematic study to infer response of Sierra Nevada climosequence soils to forest fires. *Soil*. 2017. Vol. 3. Issue 1. P. 31–44.
9. Neary D. G., Klopatek C. C., DeBano L. F., Ffolliott P. F. Fire effects on belowground sustainability: A review and synthesis. *Forest Ecology and Management*. 1999. Vol. 122 (1–2). P. 51–71.
10. Gerrand S., Aspinall J., Jensen T., Hopkinson C., Collingwood A., Chasmer L. Partitioning carbon losses from fire combustion in a montane Valley, Alberta Canada. *Forest Ecology and Management*. 2021. Vol. 496. P. 119435.
11. Fraser R. H., Li Z. Estimating fire-related parameters in boreal forest using SPOT VEGETATION. *Remote Sensing of Environment*. 2002. Vol. 82(1). P. 95–100.
12. Dzwonko Z., Loster S., Gawroński S. Impact of fire severity on soil properties and the development of

tree and shrub species in a Scots pine moist forest site in southern Poland. *Forest Ecology and Management*. 2015. Vol. 342. P. 56–63. **13.** Alcañiz M., Outeiro L., Francos M., Farguell J., Úbeda X. Long-term dynamics of soil chemical properties after a prescribed fire in a Mediterranean forest (Montgrí Massif, Catalonia, Spain). *Science of The Total Environment*. Vol. 572. P. 1329–1335. **14.** Smitha J. E., Kluberb L. A., et al. Does the presence of large down wood at the time of a forest fire impact soil recovery? *Forest Ecology and Management*. 2017. Vol. 391. P. 52–62. **15.** Qin Q., Liu Y. Changes in microbial communities at different soil depths through the first rainy season following severe wildfire in North China artificial *Pinus tabulaeformis* forest. *Journal of Environmental Management*. 2021. Vol. 280. P. 111865. **16.** Рибалова О. В., Бригада О. В., Коробкіна К. М., Крайнюков О. М., Мірошніченко І. М. Визначення небезпеки впливу лісових пожеж на якісний стан ґрунтів. *Науковий вісник будівництва*. Харків : ХНУБА, ПФ «Михайлов», 2019. Вип. 2(96). Том 2. С. 413–422. **17.** Хазиев Ф. Х. Методы почвенной энзимологии. М. : Из-во Наука, 1990. 189 с. **18.** Грицаєнко З. М., Грицаєнко А. О., Карпенко В. П. Методи біологічних та агрохімічних досліджень рослин і ґрунтів. К. : ЗАТ «Нічлава», 2003. 320 с. **19.** Бахрушин В. Є. Методи аналізу даних : навч. посіб. для студ. Запоріжжя : КПУ, 2011. 286 с.

## REFERENCES:

**1.** Millennium Ecosystem Assessment. Ecosystems and Human Well-being: Synthesis. Island Press, Washington, DC, 2005. URL: <https://www.millenniumassessment.org/documents/document.356.aspx.pdf> (дата звернення: 12.06.2021). **2.** Venkatesh K., Preethi K., Ramesh H. Evaluating the effects of forest fire on water balance using fire susceptibility maps. *Ecological Indicators*. 2020. Vol. 110. P. 105856. **3.** Kurzweil J. R., Metlen K., Abdi R., Strahan R., Hogue T. S. Surface water runoff response to forest management: Low-intensity forest restoration does not increase surface water yields. *Forest Ecology and Management*. 2021. Vol. 496. P. 119387. **4.** Zubov O. P., Davydenko V. P. Teoriia i praktyka aktualnykh naukovykh doslidzhen. *Materialy II Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii* (m. Odesa, 28–29 kvitnia 2018 roku). Kherson : Vydavnytstvo «Molodyi vchenyi», 2018. 184 s. S. 110–113. **5.** Kouki J., Salo K. Forest disturbances affect functional groups of macrofungi in young successional forests – harvests and fire lead to different fungal assemblages. *Forest Ecology and Management*. 2020. Vol. 463. P. 118039. **6.** Ivanov V. A., Brezinskaya L. V., Ivanov A. V., Fridrih I. E. Ekologo-ekonomicheskaya otsenka poter kachestva stvolovoy drevesinyi v nasajdenii posle vozdeystviya lesnyih pojarov i nasekomyih. *Vestnik KrasGAU*. 2017. № 7. S. 140–149. **7.** Baranovskiy N. V., Andreeva K. N. Matematicheskoe modelirovanie teplovogo vozdeystviya ot fronta lesnogo pojava na stvol hvoynogo dereva. *Cloud of Science*. 2015. T. 2. № 4. S. 591–598. **8.** Araya S. N., Fogel M. L., Berhe A. A. Thermal alteration of soil organic matter properties: A





systematic study to infer response of Sierra Nevada climosequence soils to forest fires. *Soil*. 2017. Vol. 3. Issue 1. P. 31–44. **9.** Neary D. G., Klopatek C. C., DeBano L. F., Ffolliott P. F. Fire effects on belowground sustainability: A review and synthesis. *Forest Ecology and Management*. 1999. Vol. 122 (1–2). P. 51–71. **10.** Gerrand S., Aspinall J., Jensen T., Hopkinson C., Collingwood A., Chasmer L. Partitioning carbon losses from fire combustion in a montane Valley, Alberta Canada. *Forest Ecology and Management*. 2021. Vol. 496. P. 119435. **11.** Fraser R. H., Li Z. Estimating fire-related parameters in boreal forest using SPOT VEGETATION. *Remote Sensing of Environment*. 2002. Vol. 82(1). P. 95–100. **12.** Dzwonko Z., Loster S., Gawroński S. Impact of fire severity on soil properties and the development of tree and shrub species in a Scots pine moist forest site in southern Poland. *Forest Ecology and Management*. 2015. Vol. 342. P. 56–63. **13.** Alcañiz M., Outeiro L., Francos M., Farguell J., Úbeda X. Long-term dynamics of soil chemical properties after a prescribed fire in a Mediterranean forest (Montgrí Massif, Catalonia, Spain). *Science of The Total Environment*. Vol. 572. P. 1329–1335. **14.** Smitha J. E., Kluber L. A., et al. Does the presence of large down wood at the time of a forest fire impact soil recovery? *Forest Ecology and Management*. 2017. Vol. 391. P. 52–62. **15.** Qin Q., Liu Y. Changes in microbial communities at different soil depths through the first rainy season following severe wildfire in North China artificial *Pinus tabulaeformis* forest. *Journal of Environmental Management*. 2021. Vol. 280. P. 111865. **16.** Rybalova O. V., Bryhada O. V., Korobkina K. M., Krainiukov O. M., Miroshnychenko I. M. Vyznachennia nebezpeky vplyvu lisovykh pozhezh na yakisnyi stan gruntiv. Naukovyi visnyk budivnytstva. Kharkiv : KhNUBA, PF «Mykhailov», 2019. Vyp. 2(96). Tom 2. S. 413–422. **17.** Haziev F. H. Metody pochvennoy enzimologii. M. : Iz-vo Nauka, 1990. 189 s. **18.** Hrytsaienko Z. M., Hrytsaienko A. O., Karpenko V. P. Metody biolohichnykh ta ahrokhimichnykh doslidzhen roslyn i gruntiv. K. : ZAT «Nichtlava», 2003. 320 s. **19.** Bakhrushyn V. Ye. Metody analizu danykh : navch. posib. dlia stud. Zaporizhzhia : KPU, 2011. 286 s.

---

**Biedunkova O. O., Doctor of Biological Sciences, Professor,**  
**Tsipan Yu. R., Post-graduate Student** (National University of Water and Environmental Engineering, Rivne)

### **PRIMARY DATA ON SOIL FERMENTATION ACTIVITY FOLLOWING FOREST FIRES**

**This article presents the results we have obtained from the analysis of literature sources that describe the disruption of ecosystem services of the forest as a result of forest fires. For example, changes in forest ecosystem services are evidenced by data**

that describe the influence of forest fires on hydrological parameters (run-off and infiltration) of mercury. The loss of forest regulatory services describes studies of the carbon balance in forest soils. Among supporting ecosystem services, the greatest changes occur in the response of the soil environment (pH). This affects the availability of nutrients through soil microbial activity, the decomposition of organic matter and minerals, the charge of soil colloids, soil buffer capacity and other factors. The effects of the flames also affect the disruption of soil biological activity, which can be restored in the future. We have conducted determination of fermentative activity of the ground-central soddy-middle podzolic surface-gleyed loamy soil in the first months after burning of the forest area within the limits of village Ivanivka Rivne district, Rivne region. For this purpose, the linen fabric for determination of enzymatic activity was laid, soil samples were taken and the catalytic activity was determined by gas-metric method. From the results of the measurements an arithmetic mean (M) with a standard deviation ( $\pm m$ ) was found, the statistical reliability of the results was evaluated by the Scientific criterion at  $p \leq 0.05$ . The results of the determination of celluloseolytic activity of the test soil show that the average weight loss of the canvas over the exposure period in the soil was  $13.11 \pm 4.1\%$ . The catalytic activity of the test soil was  $0.92 \pm 0.18 \text{ mO}_2/\text{g}/\text{min}$ . According to the rating scale, such values characterize the degree of soil enrichment with enzymes as «very poor». Our data are raw and cannot be compared to the state of fermentation activity in the soil before the forest fire in the study site. We envisage the possibility of further observation of adaptive capacity of soil microbiota in the extreme consequences of forest fires.

**Keywords:** forest fire; ecosystem services; soil; cellulose; catalase.

---

**Бедункова О. А., д.б.н., профессор, Ципан Ю. Р., аспирант**  
(Национальний університет водного господарства і  
природопользования, г. Ровно)

## **ПЕРВИЧНЫЕ ДАННЫЕ О ФЕРМЕНТАТИВНОЙ АКТИВНОСТИ ПОЧВЫ ПОСЛЕ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ**

**Проанализированы литературные источники о нарушении**



экосистемных услуг леса в результате лесных пожаров. Выяснено, что среди негативных факторов воздействия пламени отмечается нарушение биологической активности почвы, которая может быть восстановлена в течение последующего времени. Проведено определение ферментативной активности дерново-среднеподзолистого поверхностно-оглееного суглинистого грунта в первые месяцы после выгорания участка леса в пределах с. Ивановка Ровенского района Ровенской области. Выявлено, что степень обогащения почвы ферментами целлюлаза ( $13,11 \pm 4,1\%$ ) и каталаза ( $0,92 \pm 0,18 \text{ мгO}_2/\text{г/мин}$ ) характеризуется как «очень бедная». Предусмотрена возможность дальнейших наблюдений за адаптивной способностью почвенной микробиоты при экстремальных последствиях лесного пожара.

*Ключевые слова:* лесной пожар; экосистемные услуги; почва; целлюлаза; каталаза.

---