

Козак О. М., Дідух Я. П.

ДЕНДРОІНДИКАЦІЯ ЕРОЗІЙНИХ ПРОЦЕСІВ ТА ОЦІНКА ВТРАТИ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ЗАПАСІВ У БУКОВИХ ЛІСАХ В БАСЕЙНІ Р. ЛАТОРИЦЯ

У статті представлено результати досліджень щодо оцінки ерозійних процесів у басейні р. Латориця за допомогою дендроіндикації. Для цього використано дві пробні ділянки у буковому лісі. Встановлено, що при крутизні схилу 25° змивається 0,24 см ґрунту в рік, а при 40° – 0,32 см. Встановлено залежність між ерозією ґрунту та віком дерев. Розраховано енергетичні втрати екосистем внаслідок ерозії.

Ключові слова: дендроіндикація, ерозійні процеси, енергетичні запаси, екосистема

Вступ

Хоча ерозія ґрунту є природним процесом, однак під впливом господарської діяльності людини цей процес посилюється і має великі негативні наслідки, що створює загрози довкіллю [14; 16; 17]. Особливо інтенсивно ерозійні процеси відбуваються в гірських регіонах, де основана причина ерозії ґрунту – вирубування лісів. Частка змитих ґрунтів тут може перевищувати 50 % [3]. Тому проблема оцінки ерозійних процесів і пов'язаних з ними явищ є надзвичайно актуальною. Поряд із методами, які використовують ґрунтознавці для оцінки ерозійних процесів, в останні роки науковці активно застосовують методику дендроіндикації, що не потребує багато затрат часу і засобів. Хоча ця методика має обмежене застосування для оцінки ерозії лише в лісових екосистемах, однак її переваги полягають в ефективності й простоті. Суть методики полягає в тому, що в період проростання дерева коренева шийка розміщена на рівні поверхні ґрунту, а в результаті ерозії відбувається оголення коренів і коренева шийка виявляється вище поверхні ґрунту. Відстань між кореневою шийкою і поверхнею ґрунту на момент спостереження відповідає величині денудації за відповідний вік дерева. Теоретичні основи дендроіндикації ерозійних процесів викладені у працях В. В. Корженевського, А. А. Клюкіна (2000), В. В. Корженевського (2011), а практичні аспекти використання методу – J. M. Bodoque, A. Díez-Herrero, J. F. Martín-Duque et al. (2005), V. Winchester, H. Gärtner, M. Bezzi (2007). Особливо актуальними проблеми оцінки ерозійних процесів є в Карпатському регіоні, де в останні роки посилюються ерозійні процеси у зв'язку з масовим вирубуванням лісів.

Об'єкти та методи досліджень

Для оцінки ерозійних процесів на лісових схилах Карпат в околицях с. Поляна Закарпатської області закладено дві пробні ділянки в буковому лісі: перша – розміщена біля санаторію «Сонячне Закарпаття» на східному схилі гори «Михайлівка» (350 м над р. м., крутизна 25°); друга – недалеко від урочища «Красне» на східному схилі гори «Ведмежа» (300 м над р. м.; крутизна 40°). Річна сума опадів тут становить 998 мм [11]. На кожній ділянці зроблено відповідні виміри 50 дерев *Fagus sylvatica* за такими показниками: діаметр стовбура дерева, крутизна схилу, висота від кореневої шийки до поверхні ґрунту на західній, східній, північній та південній сторонах від стовбура. Таким чином, на двох ділянках зроблено 400 замірів. Визначення середнього віку дерев встановлено за лісотаксаційними даними, отриманими в Свалівському лісовому господарстві. На основі співвідношення діаметра дерев та їхнього віку встановлено чіткий кореляційний зв'язок між цими показниками ($R > 0,9$). За допомогою цих даних розраховано коефіцієнт для визначення віку кожного дерева: мінімальний вік дерев на першій ділянці становив 50 років, максимальний – 143 роки; на другій ділянці – відповідно 60 і 176 років. Середній вік дерев на обох ділянках дорівнював 100 років. Наступні завдання полягали у розрахунку залежності між масою змитого ґрунту, крутизною і віком дерев.

Результати

На основі аналізу даних встановлено залежність між показниками річного змиву ґрунту і крутизною схилу (рис. 1). Результати показали, що на першій ділянці з середньою крутизною

25° змивається 0,24 см ґрунту на рік. На другій ділянці з середньою крутизною 40° в середньому змивається 0,32 см ґрунту на рік. Отже, за 100 років на першій ділянці змилося 24 см ґрунту, а на другій – 32 см. Однак варто взяти до уваги той факт, що змивається щорічно в основному верхній шар ґрунту (дерново-гумусовий), який повнюється завдяки опадам.

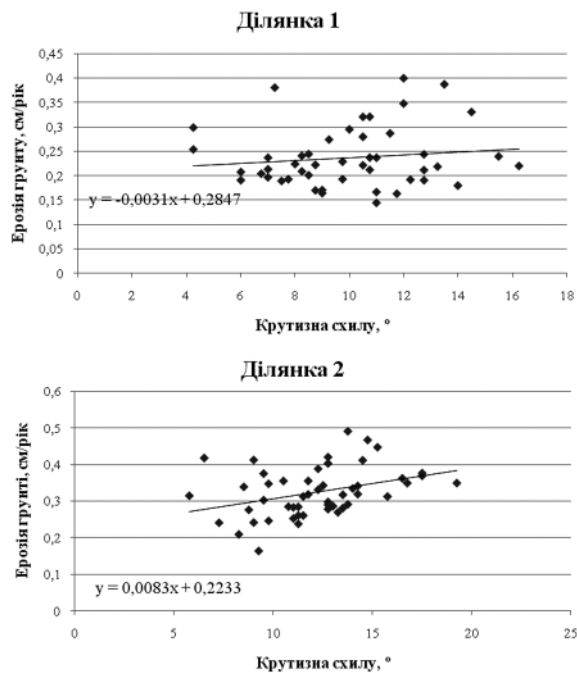


Рис. 1. Лінійна залежність між ерозійними процесами та крутизною схилів на двох пробних ділянках

Також проаналізовано ерозію ґрунту залежно від віку дерев. Для цього результати були розділені на дві групи: дерева до 100 років і дерева понад 100 років. Загальну залежність між показниками змиву та віком дерев подано на рис. 2. На першій ділянці при крутизні схилу 25° і віці дерев до 100 років у середньому змивається 0,27 см ґрунту на рік, а при віці дерев понад 100 років – 0,21 см. А на другій ділянці при крутизні 40° і віці дерев до 100 років у середньому змивається 0,35 см на рік, а понад 100 років – 0,29 см. Це свідчить про важливість ґрунтозахисної функції лісу і необхідності охорони старих лісових масивів на схилах гір. На обох досліджуваних масивах вік дерев був не менше 50 років, якщо ж вік дерев буде ще меншим, ерозія ґрунту на таких ділянках може стати катастрофічнішою.

Для ілюстрації впливу віку дерев на ерозію ґрунту можна навести дослідження, проведені в Іспанії в Іберійських горах протягом серпня 2001 р. [14]. У цьому дослідженні оцінювали ерозію на основі оголених коренів *Pinus sylvestris*. Загалом для дослідження виміряно показники

68 дерев. Результати цих досліджень показали, що на цій території середній змив становить 0,22 см у рік при середній крутизні 10° і середньому віку дерев 35 років. Такі інтенсивні процеси ерозії в Іберійських горах можна пояснити молодим віком дерев та особливостями структури крони сосни, що затримує незначну частину опадів. У цілому можна зробити висновок, що процеси ерозії знижуються залежно від щільності крони, що затримує опади. Найнижчою ерозія є в темнохвойних, вічнозелених, смерекових та ялинових лісах.

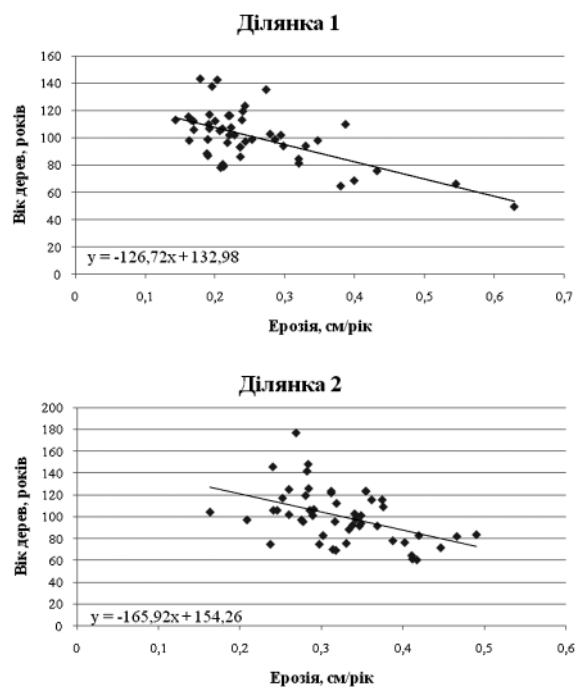


Рис. 2. Лінійна залежність між ерозійними процесами та віком дерев на двох пробних ділянках

Змив ґрунту, що відбувається під впливом ерозії, спричинює й інші негативні явища, зокрема, із втратою гумусу пов'язані зміни енергетичного балансу екосистем. Енергетичні показники екосистем є дуже важливим фактором і використовуються при певних умовах як індикатори стійкості й стану екосистеми [5; 15]. ґрунт має високу енергетичну ємність і завдяки цьому забезпечує стабілізацію екосистем. Енергія у ґрунті залежить від вмісту гумусу, діяльності мікроорганізмів та інших процесів, що визначають співвідношення гумінових та фульвокислот, які мають різну енергоємність. У верхніх шарах показники гумусу вищі, ніж у нижніх. Для буроземних ґрунтів під буковими лісами ці показники наведено в таблиці 1. Як видно з табл. 1, не тільки вміст гумусу є неоднорідним в різних шарах, а й співвідношення гумінових і фульвокислот є різним, від чого, своєю чергою, залежить вміст енергії в гумусі [10].

Таблиця 1. Характеристика буроземних ґрунтів [1, с. 10]

Генетичний горизонт ґрунту	Глибина, см	Вміст гумусу, %	Гумінові кислоти, %	Фульвокислоти, %	Вміст енергії в гумусі, кДж/кг
Лісова підстилка	0–6	5,74	23,7	36,3	15199,60
Гумусовий	7–28	2,38	26,8	45,0	14507,80
Перехідний	29–85	0,90	21,2	52,0	13781,20
Делювіальний	85–150	–	–	–	–

Таблиця 2. Енергетичні втрати ґрунту під буковими лісами

Кут нахилу	Змив ґрунту, т/га/рік	Змив гумусу, т/га/рік	Енергетичні втрати, кДж/га/рік	Поновлення енергії за рахунок опаду, кДж/га/рік	Поновлення енергії за рахунок опаду/енергетичні втрати за рахунок ерозії, %
20°	19,2	1,1	16,7×10 ⁶	144×10 ⁶	11,5
30°	28,8	1,6	24,3×10 ⁶	144×10 ⁶	16,8

У цілому запаси енергії знижуються з глибиною ґрунту. В дерново-гумусовому і гумусовому шарах до глибини 30 см енергія знижується в середньому на 20,4 кДж/кг, а на глибині до 80 см – до 14,5 кДж/кг. Враховуючи те, що при ерозії змиваються верхні шари ґрунту, для розрахунків використано саме ці показники.

Середня крутизна схилів у гірській частині басейну р. Латориця становить 20–30° [2, 4]. При крутизні 20° в середньому під буковими лісами змивається близько 0,18 см або 19,2 га ґрунту в рік, а при крутизні 30° – 0,26 см або 28,8 т/га ґрунту в рік, що містять відповідно 1,1 і 1,6 т гумусу. В перерахунку на показники енергії з гумусом виноситься 16,7×10⁶ кДж/га і 24,3×10⁶ кДж/га (табл. 2). Щорічний опад у букових лісах у середньому становить 8 т/га/рік [8, с. 13], що в енергетичних одиницях дорівнює 144×10⁶ кДж/га/рік.

Унаслідок ерозії енергетичний потенціал на схилах 20° знижується на 11,5 %, а на схилах 30° – на 16,8 % від енергетичних запасів щорічного опаду, що є досить високим показником. Він характеризує зміну енергетичного потенціалу ґрунтової складової в природних екосистемах, що забезпечує їх нормальне функціонування.

Представлені результати дослідження не дають змогу оцінити збитки від антропогенного фактора, де на місці вирубаних лісів ерозія відбувається інтенсивніше й енергетичні втрати можуть бути значно вищими. З одного боку, дефіцит органічної речовини, зниження її акумуляції, а з іншого, – посилення ерозії ґрунтової поверхні призводить до зниження енергетичних показників до такого критичного рівня, який викликає порушення виробленого для даних умов процесу гумусоутворення [12]. Для порівняння можна навести дані М. М. Горшеніна (1979), який досліджував вплив рубок на величину ерозії. Зокрема, автор вказує що змив ґрунту в Карпат-

ському регіоні внаслідок рубок у середньому становить 193,5 т/га при крутизні схилів 25°, що у вісім раз вище від наших показників. Навіть якщо враховувати, що щорічне накопичення енергії на вирубках становить приблизно 50×10⁶ кДж/га, то енергетичні втрати через змив ґрунту в результаті ерозії набагато вищі, ніж поповнення їх запасів. З іншого боку, такі показники свідчать, що букові деревостани мають велике протиерозійне значення на схилах, протидіють зниженню енергетичного потенціалу і сприяють стабілізації екосистем.

Висновки

Ерозія, що є природним процесом, під впливом господарської діяльності людини може мати катастрофічні наслідки. Для оцінки потужності ерозійних процесів доцільно використовувати метод дендроіндикації, що дає можливість оцінити потужність ерозії за певний час з досить великою точністю.

Потужність процесів ерозії залежить від крутизни схилів та від структури деревостану. У старих лісових масивах ерозія відбувається менш інтенсивно, ніж в молодих, натомість у букових лісах віком 100 років при крутизні схилів 20° становить 19,2 т/га ґрунту в рік, а на схилах 30° – 28,8 т/га, що в енергетичному еквіваленті становить 16,7×10⁶ кДж/га і 24,3×10⁶ кДж/га відповідно. Енергетичні втрати внаслідок процесів ерозії становлять більше десятої частини від річного опаду, а на місці проведення суцільних рубок вони значно перевищують поповнення енергії за рахунок приросту біомаси, що порушує процес гумусоутворення і має значні негативні наслідки. Для підтримки енергетичного балансу лісів і збереження цілісності ґрунтів необхідні розробка та впровадження ефективного природоохоронного менеджменту лісових територій.

Література

1. Атлас почв Украинской ССР / [Под ред Н. К. Крупского, Н. И. Полупана]. – К. : Урожай, 1979. – 160 с.
2. Габчак Н. Ф. Еколого-геоморфологічний аналіз Закарпатської області : автореф. дис. на здобуття ступеня канд. геогр. наук / Н. Ф. Габчак. – Львів, 2005. – 20 с.
3. Концептуальні засади сталого розвитку гірського регіону / М. А. Голубець, П. С. Гнатів, М. П. Козловський та ін. – Львів : Поллі, 2007. – 288 с.
4. Горшенин Н. М. Эрозия горных почв и борьба с ней / Н. М. Горшенин. – М. : Лесная промышленность, 1974. – 128 с.
5. Дідух Я. П. Порівняльна оцінка енергетичних запасів екосистем України / Я. П. Дідух // Укр. ботан. журн. – 2007. – Т. 64, № 2. – С. 177–194.
6. Корженевский В. В. Биоиндикация современных процессов рельефообразования / В. В. Корженевский, А. А. Клюкин. – Ялта: ЯИМ, 2000. – 128 с.
7. Корженевский В. В. Фитоиндикация рельефообразования и опыт ее применения / В. В. Корженевский // Бюллетень Никитского ботанического сада. – 2011. – Вып. 100. – С. 5–28.
8. Левченко В. В. Параметри лісової підстилки у свіжих дібровах північної частини Правобережного Лісостепу України / В. В. Левченко // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. – 2009. – Вип. 135. – С. 78–85.
9. Національний атлас України / [Під ред. Л. Г. Руденко]. – К. : ДНВП «Картографія», 2008. – 440 с. – Режим доступу: <http://wdc.org.ua/atlas/default.html>. – Назва з екрана.
10. Орлов О. Енергоємність гумусу як критерій гумусового стану ґрунтів / О. Орлов // Вісник Львів. ун-ту. Серія Біологічна. – 2002. – Вип. 31. – С. 111–115.
11. Природа Закарпатської обл. / [Під ред. К. І. Геренчук]. – Львів : Вища школа. Вид-во при Львів. універ., 1981. – 156 с.
12. Чорнобай Ю. М. Трансформація рослинного детриту в природних екосистемах / Ю. М. Чорнобай. – Львів : Вид-во ДПМ НАН України, 2000. – 352 с.
13. Швиденко А. Й. Лісознавство : підручник. / А. Й. Швиденко, Б. Ф. Остапенко. – Чернівці : Зелена Буковина, 2001. – 352 с.
14. Sheet erosion rates determined by using dendrogeomorphological analysis of exposed tree roots: two examples from Central Spain / J. M. Bodoque, A. Díez-Herrero, J. F. Martín-Duque et al. // Catena. – 2005. – Vol. 64. – P. 81–102.
15. Jorgensen S. E. Handbook of Ecological Indicators for Assessment of Ecosystem Health / S. E. Jorgensen, R. Constanza, F.-L. Xu. – USA : CRC Press, 2005. – 440 p.
16. Pimentel D. Ecology of Soil Erosion in Ecosystems / D. Pimentel, N. Kounang // Ecosystems. – 1998. – Vol. 1, №. 5. – P. 416–426.
17. Van der Knijff J. M. Soil Erosion Risk Assessment in Europe / J. M. Van der Knijff, R. J. A. Jones, L. Montanarella // European Soil Bureau, European Commission. – Joint Research Centre : Space Applications Institute, 2000. – 34 p.
18. Winchester V. Dendrogeomorphological applications / V. Winchester, H. Gärtner, M. Bezzi ; [Eds. J. Kalvoda, A. S. Goudie] // Geomorphological variations: on the occasion of the 150th Anniversary of Geography and Geoecology, Faculty of Science, at the Charles University in Prague. – 2007. – P. 182–203.

O. Kozak, Ya. Didukh

DENDROINDICATION OF EROSION PROCESSES AND ASSESSMENT OF ENERGY LOSSES IN BEECH FORESTS IN LATORICA RIVER BASIN

The article provides results of research concerning assessment of erosion processes in Latorica river basin using dendroindication. Two experimental plots in beech forest were used for this purpose. It was established that when inclination of slope is 25°, the 0,24cm soils per year are washed away, when inclination is 40° – 0,32 cm soils per year. The dependency between soil erosion and tree age was defined. The ecosystem energy losses due to erosion were calculated.

Keywords: dendroindication, erosion processes, energy stock, ecosystem.

Матеріал надійшов 12.09.2012