

Розділ 2

ЗЕМЛЕРОБСТВО

УДК 504.453:630*232(477.87)

ВПЛИВ ЕРОЗІЇ НА ГІРСЬКІ ЛІСОВІ ҐРУНТИ В ЗОНІ ЗМІШАНИХ ЯЛИНОВИХ ЛІСІВ УКРАЇНСЬКИХ КАРПАТ ТА ПРОТИЕРОЗІЙНІ ЗАХОДИ НА ЛІСОСІКАХ

Ю. Корінець, к. б. н.

ORCID ID: 0000-0001-8920-3186

В. Снітинський, д. б. н.

ORCID ID: 0000-0001-9633-1004

П. Хірівський, к. б. н.

ORCID ID: 0000-0001-7246-9260

Н. Панас, к. б. н.

ORCID ID: 0000-0003-3737-6338

С. Сапелюк, аспірант

ORCID ID: 0009-0009-0793-8441

Львівський національний університет природокористування

<https://doi.org/10.31734/agronomy2025.29.057>

Корінець Ю., Снітинський В., Хірівський П., Панас Н., Сапелюк С. Вплив ерозії на гірські лісові ґрунти в зоні змішаних ялинових лісів Українських Карпат та протиерозійні заходи на лісосіках

Охарактеризовано ерозійні процеси, які виникають у гірських лісових ґрунтах у межах зони змішаних ялинових лісів, а також проаналізовано їхню залежність від комплексу природних і антропогенних чинників. Встановлено типи й особливості прояву ерозії, зумовлені проведенням лісозаготівельних робіт та специфічними властивостями бурих лісових ґрунтів Карпатського регіону. Визначено масштаби та обсяги ґрунтових втрат, спричинених ерозійними процесами. Подано дані щодо різноманітного впливу крутизни схилів на інтенсивність ерозії, а також оцінено величину виносу дрібнозему внутрішньогрунтовим стоком. Виявлено, що досліджувані ділянки істотно відрізняються за ступенем ґрунтових втрат, спричинених як механічним руйнуванням, так і подальшою водною ерозією. Типовим для вирубаних площ є посилення ерозійної активності у напрямку від верхніх до нижніх частин схилів. Переміщення ґрунту та формування наносів у межах лісосік переважно відбуваються під впливом механічних сил, пов'язаних із початковим транспортуванням деревини. Порівняно з контрольними ділянками, на зрубках спостерігається значне ущільнення поверхневого горизонту ґрунту та зменшення його пористості. Фізичні властивості ґрунту змінюються у прямій залежності від рівня порушення верхнього шару. Механічні дії під час валки дерев і транспортування суттєво погіршують водно-фізичні характеристики ґрунтів, що призводить до інтенсифікації поверхневого стоку й розвитку водної ерозії. Погіршення фізико-хімічного стану ґрунтів на еродованих ділянках вирубок негативно впливає на їхні лісорослині властивості. Це суттєво ускладнює процес штучного відновлення лісу, а також знижує темпи росту та якісні показники нового покоління деревостанів. Запропоновано систему протиерозійних заходів, що мають бути впроваджені на територіях вирубок з метою зменшення негативного впливу ерозії.

Ключові слова: гірські лісові ґрунти, ерозія, рубки лісу, лісосіка.

Korinets Yu., Snitynskyi V., Khirivskyi P., Panas N., Sapelyuk S. Impact of erosion on mountain forest soils in the zone of mixed spruce forests of the Ukrainian Carpathians and anti-erosion measures on logging sites

The study offers a thorough characterization of the erosion processes occurring in mountain forest soils within the mixed spruce forest zone, examining their dependence on various natural and anthropogenic factors. It identifies the types and specific characteristics of erosion resulting from logging activities and assesses the properties of brown forest soils in the Carpathian region. The extent and volume of soil loss due to these erosion processes have been quantified. The paper provides insights into the varying influence of slope steepness on erosion intensity and estimates the quantity of fine soil particles transported by subsurface runoff. It was found that the studied areas exhibit significant differences in the degree of soil loss, which results from both mechanical disruption and subsequent water erosion. A notable feature of logged areas is

the intensification of erosion from the upper to the lower parts of the slope. Soil displacement and sediment deposition at logging sites predominantly occur under the influence of mechanical forces related to initial timber transportation. In comparison to control plots, marked compaction of the topsoil and a reduction in its porosity were observed in clear-cut areas. The physical properties of the soil are directly correlated with the level of disturbance to the upper soil layer. Mechanical impacts during tree felling and transportation significantly impair the hydrophysical characteristics of soils on slopes, leading to increased surface runoff and enhanced water erosion. The decline in the physical and chemical condition of soils on eroded logging sites adversely affects their capacity for forest growth. This poses substantial challenges for artificial reforestation and diminishes the growth rates and quality of subsequent forest generations. To mitigate the adverse effects of erosion, a system of anti-erosion measures has been proposed for implementation in logged areas.

Keywords: mountain forest soils, erosion, forest cutting, logging.

Постановка проблеми. Метою проведених досліджень було встановити абсолютну величину виносу дрібнозему на сильнокам'янистих ґрунтах за різних умов рельєфу, способів трелювання деревини та сезонів лісозаготівель. Ці дані стали основою для розробки інноваційних методів лісозаготівлі, новітньої техніки та технологій, адаптованих до умов гірських територій. Завдяки їм з'явиться можливість значно скоротити інтенсивність ерозійних процесів, зберегти екологічний баланс лісових екосистем і підвищити родючість ґрунтів. Запровадження цих рішень сприятиме сталому розвитку лісового господарства, зменшенню негативного впливу на довкілля та покращенню продуктивності лісових ресурсів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Інтенсивний вплив людини на ґрунт не міг залишитися без наслідків. Дедалі частіше спостерігається погіршення фізичних і воднофізичних властивостей ґрунтів, зменшення вмісту гумусу, зміна катіонного складу ґрунтового вбирного комплексу. Це призводить до порушення екологічної рівноваги в ґрунтовому покриві, внаслідок чого посилюються ерозійні процеси, а родючість ґрунту знижується до критичного рівня.

Зі збільшенням антропогенного навантаження на навколишнє середовище порушується природна рівновага, що негативно позначається на флорі та фауні, особливо на видах, тісно пов'язаних із лісовими екосистемами. Інтенсивні вирубки лісів, масштабні ерозійні процеси та деградація ґрунтів набули глобального характеру, спричиняючи втрату біорізноманіття, зменшення популяцій рідкісних видів і зміну природних ландшафтів. Це призводить до порушення екосистемних зв'язків, зміни кліматичних умов і загострення екологічних проблем, які потребують термінового впровадження ефективних заходів з охорони та відновлення лісових ресурсів.

Ліси, що зростають на гірських схилах, відіграють важливу роль не лише як джерело цінної деревини, а й як ключовий природний

чинник захисту довкілля. Вони виконують комплексні екосистемні функції, зокрема протиерозійну, водорегулювальну, водоохоронну та ґрунтозахисну. Завдяки своїй кореневій системі гірські насадження ефективно закріплюють ґрунт, запобігаючи його змиву та розмиву, а також утворенню зсувів і обвалів. Вони знижують ризик виникнення селевих потоків і паводків, захищають річки та долини від руйнівної дії водних стихій. Крім того, такі ліси сприяють збереженню стабільного рівня ґрунтових і мінеральних вод, підтримуючи водний баланс регіону та забезпечуючи чистоту джерел. Їхня роль у збереженні біорізноманіття та підтриманні кліматичної рівноваги також надзвичайно важлива [2].

Для ефективного вирішення проблеми ерозії ґрунтів перед лісівниками постають масштабні та відповідальні завдання. На основі глибокого аналізу причин і механізмів ерозійних процесів необхідно розробити комплексні системи лісогосподарських заходів, спрямованих на запобігання деградації ґрунтів і мінімізацію негативного впливу ерозії. Це передбачає створення спеціальних лісозахисних насаджень, упровадження природоохоронних методів лісокористування, регулювання водного режиму ґрунтів та застосування технологій, адаптованих до особливостей гірських екосистем [3; 4].

Важливу роль у цьому процесі відіграватиме використання сучасної техніки та екологічно безпечних технологій лісозаготівлі, які враховують природні особливості гірських лісів. Інноваційні підходи до ведення лісового господарства, поєднання традиційних методів із сучасними науковими розробками сприятимуть збереженню родючості ґрунтів, зниженню ризику зсувів і паводків, а також забезпечать сталий розвиток лісових екосистем. Реалізація таких заходів дозволить гармонізувати лісокористування з природними процесами, сприяючи довготривалому збереженню біорізноманіття та екологічної рівноваги в гірських регіонах [5; 6].

Постановка завдання. Наше завдання – вивчити динаміку формування та інтенсивності поверхневого стоку на лісозрубках з урахуванням різних природних і антропогенних чинників. У дослідженні аналізували вплив таких характеристик схилів, як крутизна, експозиція, геологічна будова, а також стан ґрунтового покриття – рівень його ущільнення та вологість. Важливу роль відігравало оцінювання трав'яного укриття, його здатності утримувати вологу й запобігати розвитку ерозійних процесів.

Крім того, в межах експериментальних робіт вивчали вплив кліматичних умов, зокрема інтенсивності й частоти опадів, температурного режиму та сезонних змін, що визначають характер поверхневого стоку. Результати досліджень мають важливе значення для розробки ефективних природоохоронних заходів, спрямованих на зменшення ерозії, стабілізацію ґрунтового покриття та покращання водного балансу в лісових екосистемах. Вони також слугують науковою основою для впровадження раціональних методів лісозаготівлі, що мінімізують негативний вплив на довкілля та сприяють збереженню природного ландшафту.

Виклад основного матеріалу. Змішані ялинові насадження за участю бука, ялиці, явора формують два геоботанічні райони, що відповідають висотній зональності рослинного покриття Карпат: район ялицево-буково-ялинових Ворохтянсько-Путильських насаджень та район буково-ялицево-ялинових Верхньотисенських лісів.

Район змішаних ялинових насаджень вирізняється досить однорідними едафічними умовами. Найбільш поширеними тут є типові бурі лісові ґрунти з однорідною будовою ґрунтового профілю.

На особливу увагу в зоні змішаних ялинових лісів заслуговують сильнокам'янисті ґрунти, сформовані на кам'янистих розсипищах із досить обмеженим вмістом активного дрібнозему. На двох лісосіках механічний склад дрібнозему – суглинковий, а на одній – супіщаний у двох верхніх горизонтах, і лише в перехідному горизонті – легкосуглинковий.

Скелетність ґрунтових горизонтів є досить мінливим показником і коливається в межах від 20 до 40 %, що є типовим для бурих лісових ґрунтів Карпат.

Загальні фізичні властивості верхніх горизонтів визначали на двох лісосіках. Порівняно з

контрольними ділянками на вирубках зафіксовано істотне ущільнення верхнього горизонту ґрунту та зниження його пористості; найбільш значне погіршення властивостей верхнього шару виявлено на лісокультурній площі, де пористість знизилась на 24 %.

Типові бурі лісові ґрунти на пробних площах характерні значним вмістом перегною та загального азоту; на деяких ділянках вони також досить багаті на обмінний калій. У всіх досліджених місцях відзначається дуже низький вміст рухомого фосфору.

За рівнем рН досліджувані ґрунти належать до кислих і слабокислих.

У межах досліджуваного району природного поширення чистих і змішаних ялинових лісів спостерігається вплив низки чинників, які зумовлюють розвиток ерозійних процесів. Східні Карпати, де домінують ялинові ліси, відзначаються крутішими схилами, що часто мають значну протяжність – від вершини хребта до підніжжя.

Дослідження ерозійних процесів у районах чистих і змішаних ялинових насаджень проводили на шести вирубках різного віку. Встановлено, що досліджувані ділянки неоднорідні за масштабами втрат ґрунту, спричинених механічним зносом і подальшою водною ерозією. Здебільшого фіксували незначні втрати дрібнозему. Однак одна з лісосік виявилася найбільш ураженою ерозійними процесами: середні вагові показники змиву та зносу становили 471 т/га, а максимальні втрати в нижній частині схилу досягли надзвичайного рівня – 1072 т/га. Отже, у нижній частині схилу протягом короткого періоду було знесено й змито близько 10 см верхнього горизонту. Це свідчить про повне руйнування верхнього акумулятивного горизонту, а в окремих місцях – часткове руйнування перехідного шару.

Розподіл ерозії на площах вирубок у типовому випадку демонструє тенденцію до посилення процесу з верхньої до нижньої частини схилу.

Площинний змив і механічний знос на лісосіках – складне явище, яке охоплює: відокремлення ґрунтових частинок від субстрату, винесення дрібнозему за межі лісосіки або переміщення ґрунтової маси з підвищених ділянок у понижені. Такі переміщення спричинені зсувами деревних стовбурів та поверхневим стоком. У період вирубування поєднання механічного зносу та змиву формує складний ерозійний процес.

Після завершення заготівлі втрати ґрунту зумовлені вже виключно водною ерозією.

Матеріали дослідних ділянок Яворницького лісництва показують вплив низки чинників на ступінь розвитку ерозійних процесів після суцільної рубки лісу. Окрім сприятливих строків лісорозробок, позитивну роль у зменшенні ерозії могли відігравати невеликі площі згаданих лісосік Яворницького лісництва, а також помірна крутизна схилів (18–26°). Винятком є лісосіка № 9, де крутизна в нижній частині сягала 36°, однак втрати ґрунту залишались помірними.

Іншу комбінацію чинників виявлено на лісосіці № 8, де спостерігали значну крутизну в середній і нижній частинах схилу. Результати спостережень та аналіз технологічної схеми показали, що первинне транспортування лісоматеріалів здійснювалось самоспуском у поєднанні з кінним підтрелюванням на пологіших ділянках вирубки. Лісозаготівлі проводили як у літній, так і в зимовий періоди.

У таких природних і техніко-експлуатаційних умовах середній рівень змиву й механічного зносу ґрунту на всій лісосіці становив 286 т/га, а в середній її частині досягав 351 т/га. Такий рівень ерозії був спричинений: крутизою схилу (до 45°), застосуванням самоспуску лісоматеріалів, а також проведенням лісосічних робіт у весняний період, коли ґрунт перебував у перезволоженому стані.

Для запобігання гірській ерозії та для ефективної боротьби з нею рекомендується впровадження таких заходів:

- Застосування методів головних рубок і лісозаготівельних технологій, які забезпечують збереження водорегулювальних, ґрунтозахисних та інших екологічних функцій лісу, а також сприяють успішному поновленню деревостанів цінними породами.
- У різновікових змішаних насадженнях доцільно переважно використовувати довгострокові групово-вибіркові, улоговинні та добровільно-вибіркові способи рубок.
- В одновікових чистих ялинниках допускається проведення дрібнолісосічних суцільних рубок, причому лісосіки мають розміщуватись відповідно до форм рельєфу: їхня орієнтація має бути діагональною до основного схилу, а на локальних схилах – наближеною до поперечної.
- Для запобігання ерозійним процесам слід припиняти заготівлю деревини та транспортування у періоди весняного водонасичення ґрунту, особливо під час сильних дощів і танення снігу.

- Обсяг рубок має бути обмеженим і не перевищувати встановлену розрахункову річну лісосіку.

- Необхідно обов'язково впроваджувати прості протиерозійні заходи одразу після завершення вирубки. Зокрема: своєчасно очищати лісосіки, укладаючи дрібні рештки в поперечні, невисокі вали (до 0,6 м), розташовані в шаховому порядку, щільно притиснуті до ґрунту та закріплені кілками; укріплювати великі волоки поперечними плетеними конструкціями або кілками з інтервалом 20–50 м, устеляючи дно волоків хмизом; на малих волоках висівати трави (наприклад, люпин) і влаштовувати водовідвідні канали з інтервалом 5–20 м залежно від крутості схилу.

Паралельно з протиерозійними заходами необхідно дбати про збереження підросту та покращання його якості.

Боротися з ерозією в гірських регіонах треба комплексно та в тісній координації між різними установами. Першочерговими завданнями є раціональна організація використання гірських територій, розробка довгострокових планів комплексного природокористування, яке охоплює не лише лісове господарство, а й мисливство, водні ресурси, сільське господарство, а також рекреаційні, оздоровчі та інші функції лісу.

Висновки. У межах досліджуваного району, де природно поширені як чисті, так і змішані ялинові ліси, спостерігається дія комплексу чинників, що суттєво впливають на активізацію ерозійних процесів. Аналіз ділянок засвідчує їх неоднорідність за обсягами ґрунтових втрат, які виникають як унаслідок механічного зносу, так і під впливом подальшої водної ерозії.

Ерозійні процеси на територіях вирубок мають просторову специфіку: як правило, інтенсивність ерозії зростає у напрямку від верхньої частини схилу до його підніжжя. Такий розподіл можна пояснити природним переміщенням ґрунтової маси під дією сили тяжіння та техногенних механічних впливів, зокрема під час початкових етапів заготівлі деревини.

Порівняння показників ґрунту на вирубках із контрольними, незайманими ділянками свідчить про істотне ущільнення верхнього горизонту ґрунту та зниження його пористості. Ці зміни фізичних властивостей перебувають у тісному зв'язку з інтенсивністю механічного навантаження на поверхневий шар. Процеси валки дерев і транспортування лісоматеріалів значно погіршу-

ють водно-фізичні характеристики ґрунтів на схилах, що, у свою чергу, стимулює утворення поверхневого стоку та прискорює розвиток водної ерозії.

Унаслідок ерозійних змін спостерігається також деградація фізико-хімічних властивостей ґрунтів, що негативно позначається на їхній лісорослинній продуктивності. Це ускладнює вживання заходів зі штучного лісовідновлення, а також негативно впливає на ріст, якість і бонітет майбутніх лісонасаджень.

Бібліографічний список

1. Андрущенко Г. О. Ґрунти західних областей УРСР. Львів; Дубляни: Вільна Україна, 1970. Ч. I. II. 295 с.
2. Голубець М. А., Марискевич О. Г., Крок О. Б. Екологічний потенціал наземних екосистем. Львів: Поллі, 2003. 180 с.
3. Горшенін М. М., Пешко В. С. Ерозія гірських лісових ґрунтів та боротьба з нею. Львів: Видавництво Львівського університету, 1972. 148 с.
4. Корінець Ю. Я., Хірівський П. Р., Зеліско О. В., Рижук Р. І. Вплив ерозії на гірські лісові ґрунти Українських Карпат та протиерозійні заходи на лісосіках. *Сучасні ековиклики. Стратегії екологічної безпеки довкілля*: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої 25-річчю кафедри екології Львівського НУП, 22–23 травня 2024 р. [Електронний ресурс]. Львів-Дубляни: ЛНУП, 2024. С. 55–58.
5. Ковальчук І. П., Сорока Л. М. Вплив вирубок на ерозійні процеси у гірських лісах Карпатського регіону. *Вісник лісівництва*. 2020. № 4. С. 89–95.
6. Олійник В. С. Особливості формування ерозійно-селевих процесів у гірсько-лісових умовах Карпат. *Лісівництво і агролісомеліорація*. 2000. Вип. 98. Харків: Оригінал, 2000. С. 110–115.
7. Олійник В. С. Водорегулювальні особливості бурих лісових ґрунтів під насадженнями і на зрубках Карпат. *Науковий вісник Національного лісотехнічного університету України: збірник науково-технічних праць*. 2011. Вип. 21.14. С. 54–60.

Стаття надійшла 14.01.2025