

**ЗМІНА БІОТИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ҐРУНТІВ УНАСЛІДОК
СИЛЬВАТИЗАЦІЇ КОЛИШНІХ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ УГІДЬ
(СКОЛІВСЬКІ БЕСКИДИ, УКРАЇНСЬКІ КАРПАТИ)**

О. Леневи́ч^{1,2}, І. Рибалка³

¹*Національний природний парк “Сколівські Бескиди”*

вул. Князя Святослава, 3, Сколе 82600, Україна

²*Інститут екології Карпат НАН України*

вул. Козельницька, 4, Львів 79026, Україна

³*Харківський національний університет*

міського господарства імені О. М. Бекетова

вул. Маршала Бажанова, 17, Харків 61002, Україна

e-mail: OksanaLenevych@gmail.com

У статті розглянуто постагрогенний вплив на біотичні властивості ґрунтів. Для кращого вивчення процесів спонтанної сильватизації в гірському регіоні Сколівських Бескид (ур. Погарці, с. Козьова, Стрийський р-н) обрано 4 ключові ділянки: ліс → пасовище → сіножать → рілля. За результатами проведених досліджень встановлено, що наявність лісової підстилки позитивно впливає на показники мікробіологічної активності. Її активність збігається з межами гумусового Н горизонту. З глибиною мікробіологічна активність зменшується в кілька разів, що обумовлено зміною фізичних, водно-фізичних і фізико-хімічних властивостей ґрунтів. На пасовищах, які зазнали найменшого агрогенного навантаження, зафіксовано зростання та зменшення біотичних властивостей ґрунтів. Передусім це зумовлено зміною середовища. Відсутність лісової підстилки як основного джерела поживних речовин призводить до зниження мікробної біомаси на 30%. Проте зміна рН середовища від сильнокислого до середньокислого збільшує активність каталази у 1,5 рази. Активність цього ферменту на колишніх пасовищах була найвищою та оцінена як «середня». Також зафіксовано збільшення активності уреаз. Однак найвищі її показники виявлено у верхніх горизонтах колишніх і сучасних орних земель. Зростання ферменту уреаз обумовлено наявністю органічних добрив рослинного і тваринного походження. Незважаючи на те, що реакція ґрунтового розчину у верхніх горизонтах розорюваних ґрунтів слабокисла, активність ферменту каталази зменшується у 2–2,5 рази. Зменшення активності каталази зумовлено погіршенням водно-повітряних властивостей ґрунтів через їхнє ущільнення. Зафіксовано також зменшення в кілька разів продукування С-СО₂. Оптимальними показниками характеризується ділянка сіножаті. Попри те, що вона в минулому зазнала значного агрогенного навантаження (рілля → пасовище → сіножать), показники біотичної активності були задовільними. Схожі показники можна виокремити і для ділянки, яку в минулому використовували як пасовище. Це свідчить про те, що природні екосистеми є самовідновними та регульованими. За результатами проведених досліджень біотичних властивостей ґрунтів на колишніх орних землях запропоновано використовувати такі індикатори стану ґрунтового середовища як активність ферменту уреаз, мікробної біомаси та дихання ґрунту. Активність ферменту каталази є додатковим показником для оцінювання стану деградації постагрогенних земель.

Ключові слова: сильватизація, біотична активність ґрунтів, ґрунтовий профіль, орні землі, пасовище, Сколівські Бескиди

Гірські регіони України тривалий час зазнають значного антропогенного впливу, зокрема, зміни цільового призначення земель [6, 21]. Значному та докорінному впливу ліси гірських територій піддавалися в минулому столітті. Попри те, що особливістю гірського регіону є значна розчленованість рельєфу, це не стало перешкодою для збільшення площ сільськогосподарського призначення за рахунок лісових земель. Збільшення площі земель сільськогосподарського призначення зумовило зменшення лісистості майже наполовину. Суттєво змінився породний склад лісів, зокрема, площа ялицево-смереково-букових у поєднанні з ялицево-буково-смерековими зменшилася з 58 221 до 1 391 га, або з 39,6 до 1,0 %; чисто букових і грабово-букових з 22 617 до 7 363 га, або 15,4 до 5,0 %, натомість площа чисто смерекових збільшилась і становила 30 610 га (20,8 %). Більше 25 % (37 388 га) лісових земель трансформувались у сільськогосподарські угіддя [2]. Такий спосіб землекористування значною мірою був спричинений земельними реформами, а саме колективізацією.

«Розкорчовування суцільних масивів ялицево-букових і буково-ялицевих лісів та перетворення їх у лучні і рільні землі спричинило стихійну та безсистемну трансформацію наземного покриву, що призвело до інтенсивної водної ерозії ґрунтів та, як наслідок, трансформацію колишніх лісових земель в один із найбільш zdegradovanih, низькопродуктивних та убогих в економічному відношенні регіонів Карпат» [1].

Останніми роками (починаючи з 1990-х років [22]) на місці лісових угідь, на яких тривалий час практикували підсічно-вогневу та толоко-царинну системи землеробства [7] з метою збільшення земель сільськогосподарського призначення, спостерігається заліснення території [14, 15, 22, 26]. Зняття агрогенного навантаження призводить до зміни фізичних [3, 11], водно-фізичних [3, 23, 27], фізико-хімічних [9, 19] та біотичних [18] властивостей ґрунтів. Аналіз літературних джерел засвідчує, що відновлення колишніх орних земель відбувається неоднаково [1, 17]. На перший погляд, заростання колишніх орних земель відбувається досить швидко й інтенсивно, проте сам процес відновлення є тривалим, що засвідчує добре відома в лісівництві схема зміни порід: спочатку суцільні зарості утворює сіра вільха (верба, осика, береза), і лише пізніше під її зрідженням наметом проявляється бук, ялиця, смерека, явір та ін. [1]. Часовий проміжок відновлення природних екосистем значною мірою залежить від масштабів антропогенного впливу, а саме від деградації ґрунтового покриву. У літературі знаходимо не так багато прикладів, зокрема, за показниками мікробіологічної активності, як відбуваються зміни у ґрунтовому покриві [4, 5, 16]. З огляду на вищесказане, виникла потреба обстежити і вивчити колишні сільськогосподарські землі з метою кращого розуміння процесів спонтанної сільватизації.

Матеріали та методи

Наші дослідження було проведено в липні 2021–2022 рр. в урочищі Погарці населеного пункту с. Козьови (Козівська ТГ, Стрийський р-н, Львівська обл.). Для кращого пізнання процесів спонтанної сільватизації нами було закладено 4 ключові ділянки: ліс → пасовище → сіножать → рілля (рис. 1–2).

Дослідна ділянка № 1 «Смерековий ліс». Рослинний покрив формує ялина (*Picea abies* (L.)) віком понад 100 років, зімкнутість 0,3, d 50 см. Підріст представлений лісотворною породою віком 6–10 років. Підлісок формує ліщина звичайна (*Corylus avellana* (L.)) (розміщення нерівномірне). Чагарничкове вкриття трапляється фрагментарно (до 20 %). Трав'яний покрив представлений ожиною (*Rubus*). Під час обстеження ділянки виявлено повалені дерева з різними стадіями розкладу (I–IV стадія). Характер рельєфу слабохвилястий, Пд експозиція, крутизна схилу до 5°. Висота близько 700 м н. р. м. Ґрунт

бурий гірсько-лісовий. Антропогенного впливу немає. Ґрунтовий розріз представлено на рис. 3.

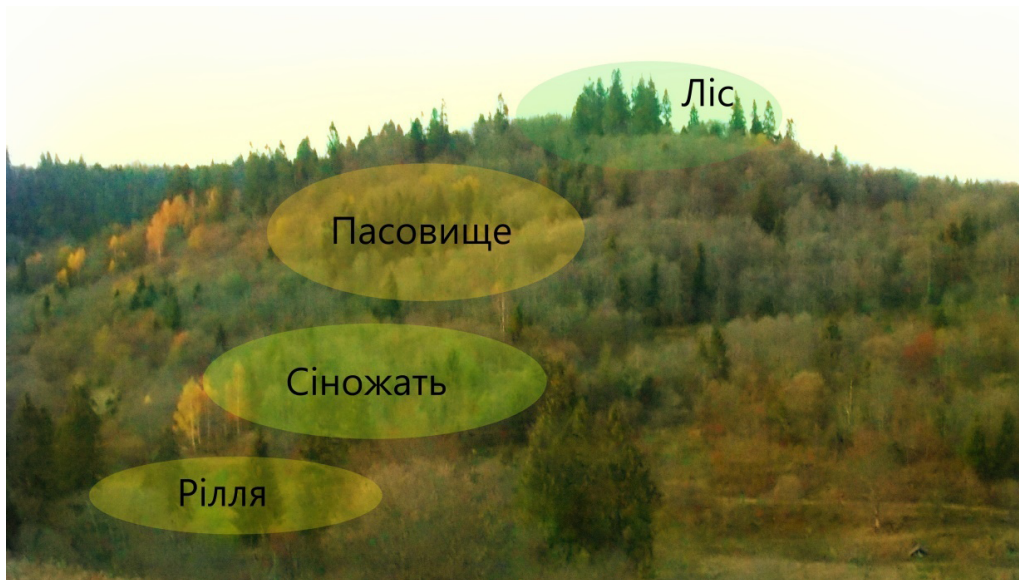


Рис. 1. Територія дослідження спонтанної сільватизації в урочищі Погарці с. Козьова Стрийського р-ну (2021–2022 рр.)

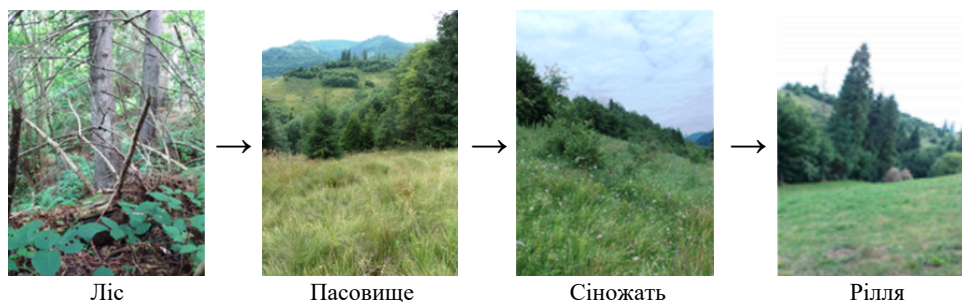


Рис. 2. Вибрані для дослідження ділянки

Дослідна ділянка № 2 «Пасовище». У межах дослідної ділянки ростуть деревостани ялини різного віку (5–40 років). Рослинний покрив формують однорічні та багаторічні рослини. Фіксуються ділянки з моховим вкриттям. Характер рельєфу горбистий (середня частина схилу), Пд експозиція, крутизна схилу до 30–45 °. Висота над рівнем моря 690. Ґрунт за основними характеристиками відповідає бурому гірсько-лісовому. Антропогенний вплив: у минулому (до 2005 р.) дослідну ділянку використовували як пасовище. Ґрунтовий розріз представлено на рис. 4.

Дослідна ділянка № 3 «Сіножать». Представлена рідколіссям і чагарниками, що сформувалися переважно у процесі заростання сіножатей-пасовищ сірою вільхою (*Alnus incana* (L.) Moench.), шипшиною собачою (*Rosa canina* L.), березою (*Betula*) віком близько 10 років. Трав'яний покрив розвинутий добре. Представлений однорічними та багаторічними рослинами: конюшина (*Trifolium*), ромашка (*Matricaria* L.) та ін. Характер рельєфу горбистий (нижня частина схилу), Пд експозиція, крутизна схилу до 15 °. Висота

680 м н. р. м. Ґрунт за основними характеристиками відповідає дерново-буроземному типу. Антропогенний вплив: у минулому розорювали та використовували як колгоспне поле. В основному засівали зерновими культурами, однорічними і багаторічними травами, льоном, саджали картоплю і кормові коренеплоди. Згодом використовували під пасовище. На теперішній час ділянку частково використовують. Ґрунтовий розріз представлено на рис. 5.



Рис. 3. Розріз № 1 «Ліс»

<p>H_0 0–6 см</p> <p>H 6–20</p> <p>H_p 20–30</p> <p>R_h 30–65</p> <p>p 65–85</p>	<p>Лісова підстилка сформована переважно хвою смереки, а шишки та гілки становлять незначну частину від запасу підстилки. Під час обстеження добре діагностуються три підгоризнти L, F та H. Підгоризонт L представлений свіжим або слабозкладеним опадом, підгоризонт F ферментативний, у ньому переважають рослинні залишки, в яких збереглася вихідна форма, та H – шар гуміфікації темно-бурого забарвлення, в якому не збереглася вихідна форма рослин.</p> <p>Ґрунт темно-бурий, свіжий, дрібногоріхуватий – зернистий, важкосуглинковий, нещільний, наявні дрібні та великі корені дерев і рослин (d 1 – 3 см), каміння. Перехід до наступного горизонту виділяється за забарвленням і щільністю.</p> <p>Світло-бурий зі сіруватим відтінком, свіжий, структура зернисто-грудкувата, легкосуглинковий, слабоуцільнений, наявні дрібні та великі корені дерев і рослин, кількість яких по профілю поступово зменшується. Виявлено затіки гумусу. Перехід поступовий за щільністю і забарвленням.</p> <p>Світло-бурий, свіжий, структура горіхувата, легкосуглинковий, щільний, наявні сизі й іржаві плями, фіксуються плитоподібні уламки пісковика, перехід поступовий.</p> <p>Світло-бурий дрібнозем, свіжий, легкосуглинковий, сильно щільний, фіксуються плитоподібні уламки пісковика.</p>
---	---



Рис. 4. Розріз № 2 «Пасовище»

<p>H_0 0–4 см</p> <p>H 4–9</p> <p>H_p 9–17</p> <p>R_h 17–37</p> <p>p 37–47</p>	<p>Дернина темно-бурого забарвлення, щільно переплетена корінням багаторічних і однорічних рослин.</p> <p>Темно-сірий із помітно вираженим бурим відтінком, піщанисто-легкосуглинковий, структура горіхувато-призматична, слабоуцільнений, ґрунт свіжий, перехід поступовий за забарвленням і щільністю.</p> <p>Сірий з помітно вираженим буруватим відтінком, піщанисто-легкосуглинковий, горіхувато-призматична, слабоуцільнений, наявні дрібні та великі корені рослин, кількість яких по профілю поступово зменшується, наявні камені (d 3–5 см), ґрунт свіжий, перехід за щільністю, забарвленням та великими каменями.</p> <p>Жовтувато-бурий зі сіруватим відтінком, призматично-горіхувата, легкосуглинковий, уцільнений, наявні камені (d 5–9 см) та великі уламки пісковиків, ґрунт свіжий, перехід за щільністю і забарвленням.</p> <p>Жовто-бурий зі сіруватим відтінком, структура горіхувата, легкосуглинковий, щільний, наявні камені (d 5–9 см) та великі уламки пісковиків, ґрунт свіжий.</p>
---	--



Рис. 5. Розріз № 3 «Сіножать»

H ₀ 0–5 см	Дернина сірого забарвлення, щільно переплетена корінням багаторічних і однорічних рослин.
H ₁ 5–15	Темно-сірого забарвлення, структура горіхувато-грудкувата, ґрунт легкосуглинковий, слабо ущільнений, наявні іржаві плями, свіжий, перехід за щільністю і забарвленням.
H ₂ 15–24	Сірого забарвлення, легкосуглинковий, горіхувато-грудкувата, ґрунт свіжий, перехід за забарвленням і щільністю.
H (ор) 24–28	Темно-сірого забарвлення, легкосуглинковий, горіхувато-призматична, свіжий ґрунт, перехід за забарвленням і щільністю.
ph 28–60	Сірувато-палевого забарвлення, легкосуглинковий, горіхувато-призматична, свіжий ґрунт, перехід поступовий за забарвленням і щільністю.
P 60–93	Ґрунт палевого забарвлення, легкосуглинковий, структура горіхувата, свіжий.

Дослідна ділянка № 4 «Рілля». Рослинний покрив розвинутий слабо. Характер рельєфу горбистий (нижня частина схилу), Пд експозиція, крутизна схилу до 15 °. Висота 650 м н. р. м. Ґрунт за основними характеристиками відповідає дерново-буроземному типу. Антропогенний вплив: з 2016 р. розорювали під посіви зернових, зерново-бобових і технічних культур. Останніх два роки не розорювали. Ґрунтовий розріз представлено на рис. 6.



Рис. 6. Розріз № 4 «Рілля»

H ор. 0–20 см	Гумусово-аккумулятивний орний горизонт, світло-жовтий зі сірим відтінком, середньосуглинковий, грудкувато-зерниста структура, сухий, наявні дрібні корінці рослин, червоточини, перехід поступовий за забарвленням і щільністю.
H (ор) 20–37	Слабогумусова ґрунтоутвірна порода, світло-жовтого забарвлення, ґрунт легкосуглинковий, горіхувато-призматична, багато уламків слабкозвітрілого алевроліту.

Мікробіологічну активність проводили за такими показниками: активність ферменту каталази визначали газометрично з 3 % розчином перекису водню в см³ O₂ на 1 г ґрунту за 1 хв; активність уреазы – колориметрично з 3 % розчином сечовини і кількісним визначенням аміаку з реактивом Неслера в мг NH₃ на 1 г ґрунту за 24 год; чисельність і біомасу мікроорганізмів та інтенсивність продукування C–CO₂ визначали за загальноприйнятими методиками. Дослідження на вибраних ділянках проводили у 3–5-кратній повторності.

Результати і їхнє обговорення

Проведені дослідження в умовно-корінних і післялісових екосистемах (пасовище, сіножать, рілля) виявили, що найвищі показники функціонування ґрунтового

мікробоценозу представлені в межах лісових біогеоценозів. Високі показники біомаси мікроорганізмів у бурих гірсько-лісових ґрунтах виявлено у Н та Н_p горизонтах (1525,33 та 1384,37 мкг/г відповідно) (див. таблицю). У горизонтах, що залягають нижче, цей показник знизився майже наполовину, що обумовлено зменшенням поживних речовин у ґрунті [18, 28]. Показники продукування вуглекислого газу також є найбільшими у верхньому горизонті бурих гірсько-лісових ґрунтів. Проте вже на глибині 20–30 см (горизонт Н_p) вони зменшилися більш ніж наполовину. Надалі вниз по профілю показники поступово знижуються [28]. Відносно невисокі показники активності уреаз та каталази виявлено в ялиновому лісі. Тут активність ферменту уреаз становила 7,22 мг NH₄/г, а активність каталази 2,30 см³ O₂/г за хв, що також поступово зменшувалася до материнської породи.

За результатами виконаних досліджень встановлено, що в літній період року ферментативна активність бурого гірсько-лісового ґрунту за шкалою оцінки біогеоценозів Українських Карпат оцінена як «середня». У науковій літературі є дані, що ферментативна активність уреаз та каталази у смереково-ялицево-букових лісах є приблизно на 30–40 % більшою, ніж у смерекових [4]. Такі показники обумовлені меншою кислотністю ґрунтового профілю [5] та пришвидшеними процесами мінералізації органічної речовини через кількісний і видовий склад організмів деструкторів [8].

Незважаючи на те, що у ґрунтовому профілі під пасовищем чітко виділяються горизонти (Н, Н_p, Ph, P), потужність Н горизонту є удвічі меншою, ніж під лісовими біогеоценозами. Зменшення потужності горизонту Н зумовлене відсутністю щорічного надходження до ґрунту і поповнення його запасами поживних речовин через опад і відпад відмерлої фітомаси [1]. Про це також свідчить зменшення показників чисельності й біомаси мікроорганізмів (приблизно на 40 %) і ґрунтове «дихання» (38 %) порівняно з лісовими ділянками. У нижніх горизонтах показники мікробіологічної активності були схожими на показники, що зафіксовані в Р горизонті під лісом. Зменшення кислотності ґрунту у бік до нейтральної сприяє збільшенню активності каталази приблизно у 1,5 рази. Приблизно настільки ж фіксується збільшення активності уреаз. Однак найвищі її показники виявлено у верхніх горизонтах колишніх і сучасних орних земель [16, 24]. Тут активність ферменту уреаз збільшилася майже на 60 % порівняно з лісовою ділянкою. Зростання ферменту уреаз обумовлено наявністю однорічних і багаторічних рослин [4], зокрема, конюшини.

Не виключено, що збільшення показників уреаз обумовлено внесенням органічних добрив [4, 5, 16, 20] рослинного і тваринного походження (надходження до ґрунту органічної речовини у вигляді екскрементів) [4, 8]. Особливо це добре відображено на ділянці сіножаті, що в минулому зазнала значного агрогенного навантаження: рілля → пасовище → сіножать. Найвищі його показники виявлено у горизонті Н_p, який у минулому, після вирощування зернових культур, льону, картоплі, кормових коренеплодів, однорічних і багаторічних трав на сіно, інтенсивно використовували як пасовище. Високі показники активності ферменту уреаз фіксують навіть на глибині 28–60 см. Виявлено також збільшення біомаси мікроорганізмів. Зокрема, у верхньому гумусовому горизонті її показники становили: для горизонту Н₁ – 650,13 мкг/г, а для горизонту Н₂ вони трохи зменшились (на 14 %), а в горизонті Н (ор) знову збільшились до 831,68 мкг/г. Однак слід зазначити, що хоч показники чисельності й біомаси мікроорганізмів на ділянці «Сіножать» фіксували досить високими, проте вони все ж були у 2,3 рази меншими, ніж під лісом. Схожі результати досліджень виявлено і за показниками продукування вуглекислого газу. Попри те, що реакція ґрунтового розчину у верхніх розорюваних горизонтах (у минулому) ґрунтів є слабокисла, активність ферменту каталази зменшується. Ще більше її

зниження зафіксовано на ріллі. Тут активність каталази зменшилась у 2,7 разу порівняно з пасовищем. На нашу думку, зниження ферменту каталази обумовлено переуцільненням верхніх горизонтів під ріллею, оскільки під час оранки відбувається перекидання нижніх горизонтів доверху і навпаки, активізацією ерозійних процесів [12] тощо. Продукування вуглекислого газу на орних землях було незначним і становило 0,05 мг·100г·год⁻¹. Показники чисельності й біомаси мікроорганізмів на цій ділянці також були найменшими з-поміж усіх 4 дослідних ділянок. Схожі результати досліджень знаходимо у праці О. Г. Марискевич та І. М. Шпаківської, де автори зазначають [4, 5], що погіршення водно-повітряних властивостей (передусім аерації ґрунту) і макро- та мікроагрегатного стану (через руйнування структури водостійких агрегатів) ґрунтів унаслідок щорічного переорювання призводить до зменшення показників активності як окисно-відновних (каталази та дегідрогенази), так і гідролітичних ферментів (уреази та протеази) [4, 5].

Показники мікробіологічної активності колишніх сільськогосподарських земель (урочище Погарці, с. Козьова, Стрийський р-н) (2021–2022 рр.), *n*=3–5

№ п/п	Генетичні горизонти мкг/г		Біомаса мікроорганізмів	Продукування вуглекислого газу	Уреаза	Каталаза
			C-CO ₂ , мг 100 г/год	мг NH ₄ /г	см ³ O ₂ /г за хв	
Ліс						
1	Н	М	1525,33	0,53	7,22	2,30
	(6–20)	min-max	1386,67-1681,33	0,49-0,57	6,55-7,43	2,1-2,4
2	Нр	М	1384,37	0,25	5,12	0,97
	(20–30)	min-max	1158,27-1586,67	0,21-0,29	4,61-6,28	0,9-1,2
3	Ph	М	707,20	0,15	4,26	0,85
	(30–65)	min-max	400,0-992,00	0,11-0,19	3,43-4,88	0,8-0,9
4	Р	М	327,91	0,07	3,46	0,8
	(65–85)	min-max	142,80-476,0	0,04-0,08	2,77-4,04	0,7-0,8
Пасовище						
5	Н	М	880,0	0,33	11,05	3,53
	(4–9)	min-max	544,0-1056,0	0,27-0,39	8,66-15,17	2,8-3,8
6	Нр	М	507,73	0,28	7,14	1,45
	(9–17)	min-max	269,73-745,73	0,24-0,32	5,67-7,73	1,4-1,5
7	Ph	М	414,31	0,26	8,02	1,1
	(17–37)	min-max	220,27-613,60	0,24-0,28	7,66-8,52	0,8-1,2
8	Р	М	303,87	0,11	5,66	1,03
	(37–55)	min-max	282,67-325,07	0,09-0,14	5,40-6,46	0,8-1,2
Сіножать						
9	Н ₁	М	650,13	0,29	17,17	3,05
	(3–12)	min-max	409,87-848,0	0,27-0,36	17,00-17,26	2,80-3,30
10	Н ₂	М	562,22	0,27	20,24	2,00
	(12–21)	min-max	230,0-797,33	0,22-0,29	19,84-20,56	1,8-2,2
11	Н (op)	М	831,68	0,22	14,05	1,23
	(21–25)	min-max	406,80-1145,07	0,17-0,23	13,30-14,45	1,0-1,4
12	ph	М	392,85	0,22	14,18	1,10
	(25–60)	min-max	201,07-850,67	0,19-0,22	13,49-14,61	0,9-1,3
13	Р	М	378,67	0,16	5,78	1,08
	(60–93)	min-max	272,0-448,0	0,13-0,18	5,29-6,10	0,9-1,2
Рілля						
14	Н op	М	593,33	0,05	17,64	1,33
	(0–20)	min-max	432,73-753,93	0,04-0,07	15,71-20,61	1,3-1,5
15	Н (op)	М	368,67	0,03	12,92	0,90
	(20–37)	min-max	224,67-512,67	0,02-0,04	12,81-12,98	0,8-0,9

За результатами проведених досліджень і огляду наукової літератури встановлено певні зміни на модельних ділянках. За показниками мікробіологічної активності в межах пасовища на теперішній час не виявлено значних змін, однак ми припускаємо, що ця ділянка в минулому могла зазнавати значного навантаження через тривале випасання її коровами. Загальновідомо [16, 25], що інтенсивне випасання впродовж тривалого часу на одній і тій самій території супроводжується деградацією ґрунтового покриву, зокрема, його верхніх горизонтів, зниженням господарської цінності лук, аж до перетворення їх на категорію пустищ. Проте, як засвідчують лабораторні дослідження, зняття агрогенного навантаження (починаючи з 2005 р.) дало змогу відновитись верхньому горизонту. У межах пасовища зафіксовано зростання ферментативної активності й незначне зменшення чисельності й біомаси мікроорганізмів порівняно з лісовими біогеоценозами, що обумовлено зміною загальних властивостей ґрунтів. Заліснення ділянки відбувається через головні лісотвірні породи даного регіону (смереку), що свідчить про те, що ця дослідна ділянка не зазнала значного агрогенного впливу в минулому.

Польові дослідження виявили, що розорювання (перекидання нижніх горизонтів доверху і навпаки) виступає дуже сильним антропогенним фактором, який призводить до практично повного знищення природної рослинності на окультуреній ділянці та до кардинальної зміни основних властивостей ґрунтового покриву, особливо його верхніх горизонтів. Усе це призводить до глибокої трансформації екосистем, проте не є перешкодою для відновлення їх після зменшення чи відсутності агрогенного навантаження. Так, зокрема, в межах ґрунтового профілю під сіножаттю можна простежити динаміку зміни біотичної активності ґрунтів під впливом різних типів землекористування: оранка → пасовище → сіножать. За лабораторними дослідженнями встановлено, що ферментативна активність уреазі є досить високою навіть на глибині 28–60 см. Збільшення цих показників на дослідній ділянці обумовлено зростанням однорічних і багаторічних рослин, зокрема, конюшини. Відновлення цієї ділянки відбуваються за трохи складнішою і тривалішою в часовому проміжку схемою. Спочатку відновлення лісової рослинності відбувається через чагарникову рослинність, зокрема, березу, сіру вільху, і вже трохи пізніше – через головні лісотвірні породи. Це свідчить про те, що природні екосистеми є самовідновними та регульованими [1].

Тривале розорювання ділянки під вирощування технічних і зернових культур характеризується низькою мікробіологічною активністю ґрунту, що обумовлено значно гіршими водно-повітряними властивостями й енергетичними параметрами ґрунту [4, 10, 12]. У межах цієї ділянки задовільними є лише показники ферменту уреазі – її відносно висока активність можлива тільки за умови систематичного внесення у ґрунт органічних добрив рослинного і тваринного походження. У разі зняття на тривалий час агрогенного навантаження (обробітку поля – оранки чи викошування, внесення добрив тощо) рілля поступово заростатиме [13]. Період відновлення значною мірою залежатиме від деградації ґрунтового покриву. Чим сильніше зміниться середовище, тим тривалішим буде процес відновлення.

***Подяки.** Своїм приємним обов'язком вважаємо висловити щирі подяки в аналізі отриманих результатів докторові географічних наук, професору Зіновію Павловичу Паньківу Львівського національного університету імені Івана Франка та директорові Інституту екології Карпат НАН України, доктору біологічних наук, старшому науковому співробітникові Данилику Івану Миколайовичу за надану можливість провести лабораторні дослідження, а також старшому викладачеві Харківського національного*

університету міського господарства імені О. М. Бекетова Вергелесу Юрієві Ігоровичу за переклад тексту.

Висновки

1. За результатами проведених досліджень з'ясовано, що внаслідок зняття агрогенного навантаження в урочищі Погарці, с. Козьова Стрийського р-ну (Сколівські Бескиди) відбувається інтенсивне заліснення колишніх орних земель і пасовищ. Ділянка, яку в минулому використовували як пасовище, поступово відновлюється через головні лісотвірні породи даного регіону – смереку, котра свідчить про те, що ця дослідна ділянка не зазнала значного агрогенного впливу в минулому. Польові та лабораторні дослідження виявили, що розорювання виступає дуже сильним антропогенним фактором, який призводить до практично повного знищення природної рослинності на окультуреній (обробленій) ділянці та до кардинальної зміни властивостей ґрунтового покриву, особливо його верхніх горизонтів. Усе це призводить до глибокої трансформації екосистем, проте не є перешкодою для відновлення після зменшення (відсутності) агрогенного навантаження. На ділянці, що в минулому зазнавала значного агрогенного навантаження оранка → пасовище → сіножать, процеси відновлення лісової рослинності відбуваються спочатку через чагарникову рослинність, сформовану переважно сірою вільхою, трохи рідше осикою та березою, і вже аж потім через головні лісотвірні породи. Це свідчить про те, що природні екосистеми є самовідновними та регульованими. У разі зняття на тривалий час агрогенного навантаження (обробітку поля – оранки чи викошування, внесення добрив тощо) рілля поступово заростатиме чагарниковою рослинністю.
2. Найбільш помітні зміни за показниками мікробіологічної активності ґрунтів виявлено у верхньому горизонті, що обумовлено значною кількістю органічної речовини. З глибиною ґрунтового профілю ці показники зменшуються.
3. Індикаторами стану колишніх орних земель за біотичними властивостями ґрунтів можна виділити: активність ферменту уреазі, біомасу мікроорганізмів, ґрунтове «дихання». Активність ферменту каталази є додатковим показником для оцінки стану деградації постагрогенних земель.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

4. Антропогенні зміни біогеоценологічного покриву в Карпатському регіоні. К.: Наук. думка, 1994. 166 с.
5. Голубець М. А., Гнатів П. С., Крок Б. О. Зміни просторової будови рослинного покриву // Концептуальні засади сталого розвитку гірського регіону. Львів: Поллі, 2007. С. 85.
6. Леневиц О. І. Зміна фізичних та водно-фізичних властивостей ґрунтів внаслідок сільватизації колишніх орних земель (Сколівські Бескиди, Українські Карпати) // Наукові основи збереження біотичної різноманітності: матеріали IV (XV) Міжнар. наук. конф. молодих учених (Львів, 28 жовтня 2021 р.). Львів, 2021. С. 78–81.
7. Марискевич О. Г., Шпаківська І. М., Пука Є. О. Особливості динаміки фізико-хімічних і біотичних параметрів ґрунтів // Концептуальні засади сталого розвитку гірського регіону. Львів: Поллі, 2007. С. 106–115.
8. П'ятниця М. Л. Ферментативна активність ґрунтів лісових і післялісових екосистем Сколівських Бескидів (Українські Карпати) // Наукові основи збереження біотичної різноманітності. 2014. Т. 5 (12), № 1. С. 221–228.

9. *Паньків З.* Еволюція землекористування в Україні: монографія. Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2012. 188 с.
10. *Примак І. Д., Примак О. І.* Історія розвитку і становлення примітивних систем землеробства в Україні // *Наук. вісн. Ужгород. ун-ту.* 2008. Сер. біол. Вип. 24. С. 221–226.
11. *Чорнобай Ю. М.* Трансформація рослинного фітодетриту в природних екосистемах // Львів: Вид-во ДПМ НАН України, 2000. 352 с.
12. *Шпаківська І. М., Сторожук І. М.* Зміна властивостей ґрунтів у процесі спонтанної сільватизації колишніх орних земель на території Верхньодністровських Бескидів (Українські Карпати) // *Вісн. Львів. ун-ту.* 2017. Сер. геогр. Вип. 51. С. 382–389.
13. *Fu Q., Liu C., Ding N. et al.* Soil microbial communities and enzyme activities in a reclaimed coastal soil chronosequence under rice–barley cropping // *J. Soil Sediments.* 2012. Vol. 12. P. 1134–1144.
14. *Glab T.* Effect of soil compaction and N fertilization on soil pore characteristics and physical quality of sandy loam soil under red clover/grass sward // *Soil Till. Res.* 2014. Vol. 144. P. 8–19.
15. *Hou S., Xin M., Wang L. et al.* The effects of erosion on the microbial populations and enzyme activity in black soil of northeastern China // *Acta Ecol. Sin.* 2014. Vol. 34 (6). P. 295–301.
16. *Jiang J.-P., Xiong Y.-C., Jiang H.-M. et al.* Soil Microbial Activity During Secondary Vegetation Succession in Semiarid Abandoned Lands of Loess Plateau // *Pedosphere.* 2009. Vol. 19 (6). P. 735–747.
17. *Kobler A., Cunder T., Pirnat J.* Modelling spontaneous afforestation in Postojna area, Slovenia // *J. Nat. Conserv.* 2005. 13 (2). P. 127–135.
18. *Kobler A., Kusar G., Hocevar M.* Detection and prediction of spontaneous afforestation using multispectral satellite data and GIS methods // *Zbornik gozdarstva in lesarstva (Slovenia).* 2004. P. 277–308.
19. *Maryshevych O., Shpakivska I.* Wpływ użytkowania pasterskiego na właściwości gleb w Beskidach Skolskich (Українська część Karpat Wschodnich) // *Roczniki Bieszczadzkie* (19). 2011. S. 349–357.
20. *Nóbrega R. L. B., Guzha A. C., Torres G. N. et al.* Effects of conversion of native cerrado vegetation to pasture on soil hydro-physical properties, evapotranspiration on and streamflow on the Amazonian agricultural frontier // *PLoS ONE.* 2017. 12 (6). Електронний ресурс. Режим доступу: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0179414>
21. *Nunan N., Wu K., Young I. M. et al.* In Situ Spatial Patterns of Soil Bacterial Populations, Mapped at Multiple Scales, in an Arable Soil // *Microbiol. Ecol.* 2002. Vol. 44. P. 295–305.
22. *Ozalp M., Erdogan Yuksel E., Yuksek T.* Soil property change after conversion from forest to pasture in mount Sacinka, Artvin, Turkey // *Land Degrad. Dev.* 2016. Vol. 27 (4). P. 1007–1017.
23. *Rieznik S., Havva D., Butenko A. et al.* Biological activity of chernozems typical of different farming practices // *J. Agric. Sci.* 2021. Vol. 32 (2). Електронний ресурс. Режим доступу: <https://dspace.emu.ee/handle/10492/7166>
24. *Rudel K., Perez-Lugo M.* When fields revert to forest: Development and spontaneous reforestation in post-war Puerto Rico // *Prof. Geogr.* 2000. Vol. 52. N. 3. P. 386–397.
25. *Ruskule A., Nikodemus O., Kasparinskis R.* Perception of spontaneous afforestation of abandoned farmland by locals and experts in Latvia. Електронний ресурс. Режим доступу: <https://iale2013.eu>
26. *Saha R., Tomar J. M. S.* Evaluation and selection of multipurpose tree for improving soil hydro-physical behaviour under hilly eco-system of north east India // *Agrof. Syst.* 2007. (69) P. 239–247.

27. Saviozzi A., Levi-Minzi R., Cardelli R. et al. A comparison of soil quality in adjacent cultivated, forest and native grassland soils // *Plant Soil*. 2001. Vol. 233. P. 251–259.
28. Su Y-Z., Zhao H.-L., Zhang T. H. et al. Soil properties following cultivation and non-grazing of a semi-arid sandy grassland in northern China // *Soil Tillage Res.* 2004. Vol. 75 (1). P. 27–36.
29. Torchelsen F., Cadenazzi M., Overbeck G. Do subtropical grasslands recover spontaneously after afforestation? // *J. Plant Ecol.* 2019. Vol. 12 (2). P. 228–234.
30. Yáñez-Díaz M., Cantú-Silva I., González-Rodríguez H. et al. Effects of land use change and seasonal variation in the hydrophysical properties in Vertisols in northeastern Mexico // *Soil Use Manag.* 2022. Vol. 38 (4). Електронний ресурс. Режим доступу: <https://bsssjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/sum.12500>
31. Zhangliu D., Yiding W., Jian H. et al. Consecutive Biochar Application Alters Soil Enzyme Activities in the Winter Wheat–Growing Season // *Soil Sci.* 2014. Vol. 179 (2). P. 75–83.

Стаття надійшла до редакції 30.10.22

доопрацьована 15.11.22

прийнята до друку 17.11.22

CHANGES IN BIOTIC PROPERTIES OF SOILS DUE TO REFORESTATION OF THE FORMER AGRICULTURAL LANDS (SKOLIVSKI BESKYDY, THE UKRAINIAN CARPATHIANS)

O. Lenevych^{1,2}, I. Rybalka³

¹*National Nature Park “Skolivski Beskydy”*

3, Knyaz Svyatoslav St., Skole 82600, Ukraine

²*Institute of Ecology of the Carpathians, NAS of Ukraine*

4, Kozelnytska St., Lviv 79026, Ukraine.

³*O. M. Beketov National Univeristy of Urban Economy in Kharkiv*

17, Marshal Bazhanov St., Kharkiv 61002, Ukraine

e-mail: OksanaLenevych@gmail.com

The article deals with an impact of the former agriculture land abandonment on biotic properties of soils. In order to better comprehend the processes of spontaneous reforestation (sylvatisation) in a mountain region (the Poharts boundary, Koziouva village, Stryi district, Lviv region) the (Skolivski Beskydy physiographic region, the Ukrainian Carpathians) four study plots were selected representing the successional sequence: forest → pasture → hay meadow → arable lands. The study revealed that indicators of microbiological activity is positively affected by the forest floor presence. A zone of the highest soil biotic activity coincides with the limits of the humus horizon H. Getting deeper into soil profile microbiological activity falls manifold due to changes in physical, hydrophysical and physical-chemical soil properties. In the pasture lands that were least affected by the past agricultural activities, we found both increase and decrease in soil biotic properties. This is foremost caused by the environmental changes. Absence of the forest floor, as a major nutrient source, leads to the 30% decrease in the biomass microorganisms while soil pH shift from a largely to moderately acidic reaction causes 1,5-times higher catalase activity. The latter was the highest in the former pasture lands among all study plots and was assessed as “moderate”. Increase in the urease activity was documented, as well. However its highest values were measured in upper soil horizons of both past and present arable lands. Such

an increase of the urease activity is caused by application of organic fertilizers. Despite slightly acidic reaction of the soil water extract from upper horizons of ploughed-up soils the catalase activity here decreases up to 2–2.5 times. This is caused by deterioration of hydric and aeration properties of soils due to their compaction. We noted manifold decrease in the C-CO₂ production, as well. The most optimal soil parameters were characteristic for the hay meadow plot despite being significantly affected by anthropogenic activities while the succession of ‘arable lands → pasture → hay meadow’ took a path. Similar moderate soil biotic activity was distinguished for the former pasture land plots. This indicates on the self-restoration and self-regulation capacities of natural ecosystems in the region. We concluded that major indicators of soil biotic activity in the past arable lands are the urease activity, microbial biomass, and soil respiration. The catalase activity makes an additional value for soil degradation assessment of the post-agricultural land uses.

Keywords: reforestation, soil biotic activity, soil profile, arable lands, pastures, Sko-livski Beskydy