

ФЕРМЕНТАТИВНА АКТИВНІСТЬ ҐРУНТІВ ЛІСОВИХ І ПІСЛЯЛІСОВИХ ЕКОСИСТЕМ СКОЛІВСЬКИХ БЕСКИДІВ (УКРАЇНСЬКІ КАРПАТИ)

МАРІАМ ЛЮБОМИРІВНА П'ЯТНИЦЯ

П'ятниця М. Л. Ферментативна активність ґрунтів лісових і післялісових екосистем Сколівських Бескидів (Українські Карпати) // Наукові основи збереження біотичної різноманітності. – 2014. – Том 5(12), № 1. – С. 221-228. – ISSN 2220-3087.

Ферментативна активність бурих ґрунтів залежить від умов зовнішнього середовища, тому вивчення їхньої ферментативної активності дає достовірну оцінку їх біологічного стану. Просторова мінливість показників ферментативної активності зумовлена характером використання вторинних лучних екосистем, який прямо чи опосередковано впливає на основні фізичні та фізико-хімічні властивості ґрунтів і на рослинний покрив. Найбільша різниця між лісовими та вторинними екосистемами, особливо пасовищними, виявлена в активності фермента уреазі, а найменша – в активності АТФ-ази та протеази.

Ключові слова: ферментативна активність, післялісові луки, Сколівські Бескиди, Українські Карпати

Загальною особливістю сільськогосподарського освоєння гірських територій є переважання екстенсивних форм ведення господарства. Це призводить до залучення у сільськогосподарське виробництво значної кількості природних, у тому числі, земельних ресурсів, що, за їх обмеженості в горах зумовлює високий рівень антропогенного навантаження.

Сільськогосподарське освоєння гірських територій в Українських Карпатах охоплює практично всі висотні пояси, воно має свої специфічні способи й прийоми (Тиводар, 1994). Дослідження антропогенного використання післялісових екосистем як сіножатей та пасовищ засвідчило зміни біохімічних властивостей ґрунтового покриву, зокрема ферментативної активності ґрунтів.

Важлива роль ферментів в едафотопі полягає у здійсненні функціональних зв'язків між різними компонентами екосистеми (Щербакова, 1983). За безпосередньою участю ферментів органічна речовина ґрунту розкладається на різноманітні проміжні та кінцеві продукти мінералізації. При цьому для мікроорганізмів і вищих рослин утворюються доступні поживні речовини, а також вивільняється енергія, що забезпечує трофічні та енергетичні зв'язки між компонентами екосистеми. Роль ґрунтових ферментів особливо велика у лісових екосистемах, які є відносно замкненими біотичними системами, де колообіг речовин значною мірою залежить від рівня біохімічних реакцій (Попова, 1983).

На сьогодні дослідженнями багатьох учених доведено, що рівень ферментативної активності слід розглядати як процес життєдіяльності ґрунтової біоти, кореневих виділень вищих рослин та екзоферментів, що надходять у ґрунт під час розкладу мертвих клітин (Козлов, 1960; Купревич, Щербакова, 1966; Ross, 1973 та ін.).

Матеріали та методика досліджень

Дослідження впливу господарського використання на основні фізичні, хімічні та біотичні показники ґрунтів проводили на території Підгородцівського лісництва НПП “Сколівські Бескиди” (Сколівський район Львівської області). Для порівняння було вибрано післялісові луки, пасовища, сіножать на колишній ріллі та лісові екосистеми в межах трансекти “Підгородці”.

Територія та об'єкти досліджень:

Пробна площа 1ПГ. Лісова екосистема бучини волосистоосокової (*Fagetum caricosum (pilosae)*), розташована на трансаккумулятивній частині схилу східної експозиції крутизною 10° на висоті 570 м н.р.м. Ґрунт – бурозем лісовий кислий середньосуглинковий на продуктах вивітрювання елювіально-делювіальних відкладів карпатського флішу.

Пробна площа 2ПГ. Лісова екосистема буково-ялицевого смеречника мертвопокривного (*Piceetum (abietis) nudum*), розташована на схилі південно-західної експозиції крутизною 5° на висоті 550 м н.р.м. Ґрунт – бурозем лісовий середньосуглинковий на продуктах вивітрювання елювіально-делювіальних відкладів карпатського флішу.

Пробна площа 13ПГ. Лісова екосистема бучини ожикової (*Fagetum luzulozum*), розташована на схилі південної експозиції крутизною 7-10° на висоті 660 м н.р.м. Ґрунт – бурозем лісовий середньосуглинковий на продуктах вивітрювання елювіально-делювіальних відкладів карпатського флішу.

Пробна площа 6ПГ. Агроценоз картоплі, розташований на схилі південної експозиції крутизною 5° на висоті 670 м н.р.м. Ґрунт – дерново-буроземний окультурений середньосуглинковий.

Пробна площа 7ПГ. Вторинна екосистема луки без сучасного сільсько-господарського використання з домінуванням біловуса стиснутого (*Nardus stricta* L.) і вересу звичайного (*Calluna vulgaris* (L.) Hill) + підріст берези (*Betula pendula* Roth), розташована на схилі північно-східної експозиції крутизною 7° на висоті 661 м н.р.м. Ґрунт – дерново-буроземний на продуктах вивітрювання елювіально-делювіальних відкладів карпатського флішу.

Пробна площа 3ПГ. Вторинна екосистема післялісової луки (використовується як пасовище) з домінуванням пахучої трави звичайної (*Anthoxanthum odoratum* L.), костриці червоної (*Festuca rubra* L.) та конюшини сумнівної (*Trifolium dubium* Sibth.), розташована на схилі південно-східної експозиції крутизною 5° на висоті 490 м н.р.м. Ґрунт – дерново-буроземний сильно змитий на продуктах вивітрювання елювіально-делювіальних відкладів карпатського флішу.

Пробна площа 5ПГ. Вторинна екосистема післялісової луки (використовують як пасовище) з домінуванням пахучої трави (*Anthoxanthum odoratum*), розташована на схилі південної експозиції крутизною 5° на висоті 600 м н.р.м. Ґрунт – дерново-буроземний середньосуглинковий слабощебенюватий на продуктах вивітрювання елювіально-делювіальних відкладів карпатського флішу.

Пробна площа 9ПГ. Вторинна екосистема післялісової луки (використовують як пасовище) з домінуванням пахучої трави звичайної (*Anthoxanthum odoratum*) та конюшини сумнівної (*Trifolium dubium*), розташована на схилі північно-східної експозиції крутизною 5° на висоті 595 м н.р.м. Ґрунт – дерново-буроземний оглеєний на продуктах вивітрювання елювіально-делювіальних відкладів карпатського флішу.

Пробна площа 10ПГ. Вторинна екосистема післялісової луки (використовують як пасовище) з домінуванням костриці (*Festuca rubra*) та пахучої трави (*Anthoxanthum odoratum*), розташована на схилі північно-східної експозиції крутизною 5° на висоті 550 м н.р.м. Ґрунт – дерново-буроземний на продуктах вивітрювання елювіально-делювіальних відкладів карпатського флішу.

Пробна площа 11ПГ. Вторинна екосистема післялісової луки (використовують як пасовище) з домінуванням костриці (*Festuca rubra*) та пахучої трави (*Anthoxanthum odoratum*), розташована на схилі північно-східної експозиції на виположеній ділянці крутизною 0° на висоті 500 м н.р.м. Ґрунт – дерново-буроземний на продуктах вивітрювання елювіально-делювіальних відкладів карпатського флішу.

Пробна площа 12ПГ. Вторинна екосистема післялісової луки (використовують як пасовище) з домінуванням мітлиці тонкої (*Agrostis tenuis* Sibth.) та тонконігу однорічного (*Poa annua* L.), розташована на схилі північно-східної експозиції крутизною 5° на висоті 480 м н.р.м. Ґрунт – дерново-буроземний на продуктах вивітрювання елювіально-делювіальних відкладів карпатського флішу.

Пробна площа 4ПГ. Вторинна екосистема сіяної луки (використовують як сіножать) з домінуванням конюшини (*Trifolium dubium*) та грястиці (*Dactylis glomerata* L.), розташована на схилі південно-східної експозиції крутизною 3° на висоті 490 м н.р.м. Ґрунт – дерново-буроземний середньосуглинковий, слабощепенуватий на продуктах вивітрювання елювіально-делювіальних відкладів карпатського флішу.

Методика досліджень:

Зразки ґрунту відбирали з окремих генетичних горизонтів ґрунтового розрізу. Частину ґрунтового зразка просіювали через сито з діаметром отворів 3 мм для відокремлення щепеню, коренів рослин, нерозкладених решток, після чого його зберігали в поліетиленових пакетах за температури 4 °С не більше 10 днів з моменту відбору (Anderson, Domsh, 1974).

Активність уреазы визначали колориметрично з 3% розчином сечовини і кількісним визначенням аміаку з реактивом Неслера в мг NH₃ на 1 г ґрунту за 24 год (Хазиев, 1976); інвертази – колориметрично з 3% розчином сахарози й вимірюванням кількості глюкози після інкубації за реакцією утворення забарвлених сполук із реактивом Фелінга в мг глюкози на 1 г ґрунту за 24 год (Практикум по агрохімії, 1989); каталази – газометрично з 3% розчином перекису водню в см³ O₂ на 1 г ґрунту за 1 хв; дегідрогенази – колориметрично з 1% розчином 2,3,5-трифенілтетразолійхлориду в мг трифенілтетразолійформазану на 1 г ґрунту за 24 год.; протеази – колориметрично з 1% розчи-

ном желатину й визначенням кількості амінокислот за реакцією з нінгідрином у мг гліцину на 1 г ґрунту за 24 год.; аденозинтрифосфатази – колориметрично з 0,02 М розчином аденозинтрифосфатнатрію та 0,2 н ЕДТА і кількісним визначенням фосфорної кислоти, екстрагованої при додаванні суміші Труога в мг Р на 1 г ґрунту за 1 год.

Результати досліджень та їх обговорення

Дослідженням основних фізико-хімічних властивостей ґрунтів встановлено, що перш за все зазнає помітних змін кислотно-основний режим ґрунтів післялісових лук, а саме, спостерігається тенденція до підлуження ґрунтового розчину (табл. 1). Уміст гумусу істотно зменшується в ґрунтах тих вторинних екосистем, які використовують як пасовища. Найнижче значення вмісту гумусу – 2,71% – на пасовищі із сильною інтенсивністю випасу. Зменшення вмісту гумусу можна вважати наслідком інтенсивного впливу тварин на ґрунт, у тому числі прямого – ущільнення ґрунту під дією копит, яке спричиняє цілу низку змін фізичних властивостей і, відповідно, зміну умов проживання ґрунтових мікроорганізмів. Низький вміст гумусу у фоновій екосистемі бучини волосистоосокової (2,82%) є досить характерним для цього типу лісу в цих умовах росту.

Таблиця 1.

Фізико-хімічні властивості в гумусо-аккумулятивному горизонті бурих ґрунтів різних типів екосистем Сколівських Бескидів (середні значення)

№ розрізу	pHвод	гумус, %
Лісові екосистеми		
Fagetum caricosum		
1ПГ	4,18	2,82
Fagetum luzulozum		
13ПГ	3,51	4,74
Piceetum (abietis) nudum		
2ПГ	3,49	7,44
Післялісові луки без сучасного с/г використання		
6ПГ	4,34	6,04
7ПГ	4,60	5,25
Пасовища із середньою інтенсивністю випасу		
3ПГ	5,44	2,71
5ПГ	4,73	3,79
9ПГ	5,14	3,90
10ПГ	5,08	3,47
11ПГ	5,39	3,59
Пасовище із сильною інтенсивністю випасу		
12ПГ	5,87	2,71
Сіяна сіножать		
4ПГ	5,70	2,89

Відомо, що ферментативна активність ґрунту пов'язана з життєдіяльністю мікроорганізмів, водоростей, найпростіших, а також із біохімічною активністю коріння рослин. Ферментативний комплекс, що характеризує ґрунт, на думку В. Ф. Купрєвіча і Т. А. Щєрбакової (Купрєвич, Щєрбакова, 1966), не можна зводити лише до сумарної активності його живого населення.

Потенційну активність ферментів досліджували в гумусо-аккумулятивному горизонті бурих ґрунтів, адже саме в ньому зосереджені найбільші запаси органічної речовини, мікробної біомаси й мають місце найвищі середньорічні температури ґрунту. У природних умовах ферментативні системи здійснюють каталітичні реакції за низьких температур, нестачі доступного субстрату, тому величини ферментативної активності, отримані в лабораторних умовах, дають уявлення про максимально можливі величини інтенсивності біохімічних процесів (Хазиев, 1976).

Велика активність уреазі, порівняно із фоновими лісовими екосистемами (табл. 2), характерна для ґрунтів під пасовищами як із середньою, так і з сильною інтенсивністю випасу, та ґрунтів післялісових лук у межах трансекти "Підгородці". Висока активність уреазі в ґрунтах пасовищ пояснюється регулярним надходженням на їх поверхню з екскрементами тварин великої кількості сечовини, яку, власне, активно розкладають уробактерії. На післялісових луках без сучасного сільськогосподарського використання велика активність уреазі свідчить про активний розвиток амоніфікаційних бактерій, актиноміцетів і мікроскопічних грибів. Значну активність уреазі в ґрунтах післялісових лук можна пояснити великим умістом гумусу, оскільки вміст органічної речовини регулює рівень активності гідролітичних та окисно-відновних ферментів (Абрамян, 1992).

Таку ж закономірність спостерігали у зміні активності каталази, яка збільшується в ґрунтах пасовищ із сильною інтенсивністю випасу, що мають оптимальну для каталази (слабокисло) реакцію середовища. Причини великої активності каталази у ґрунті сіяної сіножаті, очевидно, аналогічні тим, що призвели до збільшення активності уреазі на цій площі.

Незважаючи на загалом дуже малу активність АТФ-ази, що пов'язано з несприятливим рН ґрунтового розчину, спостерігали деяку відмінність активності цього ферменту у ґрунтах різних екосистем. Найбільша активність АТФ-ази характерна для ґрунтів лісових екосистем і післялісових лук. Малою є активність цього ферменту у ґрунтах пасовищ із сильною інтенсивністю випасу та сіяної сіножаті.

Велика активність ферменту інвертази властива ґрунтам післялісових лук, що можна пояснити близьким до оптимального рН середовища. Показники інвертазної активності, на думку Т. А. Щєрбакової, чітко характеризують ступінь біогенності лісових ґрунтів і напруженість процесів трансформації вуглеводів, особливо в періоди, коли за достатнього забезпечення ґрунтів необхідним для ферменту субстратом, температура та вологість не лімітують його роботу (Щєрбакова, 1983).

Велика активність протеази характерна для ґрунтів післялісових лук і па-

совищ із сильною інтенсивністю випасу, а найменшу активність цього ферменту спостерігали у ґрунті сіяної сіножаті та лісових екосистем. Рівень активності протеази у ґрунтах регульований вмістом органічного азоту (Абрамян, 1992), а її велика активність свідчить про швидку мінералізацію азотомісних органічних сполук, особливо на початкових стадіях розкладу органіки (Попова, 1983).

Таблиця 2.

Ферментативна активність у гумусо-аккумулятивному горизонті бурих ґрунтів різних типів екосистем Сколівських Бескидів (середні значення)

№ роз-різу	Активність уреаз, мг NH ₄ ⁺ /1г	Активність каталази, O ₂ на см ³ *г ⁻¹ за 1хв.	Активність АТФази, мг Р/1г за 1год.	Активність інвертази, мг глюкози на 1г	Активність протеази, мг гліцину/1г ⁻¹ за 24год.	Активність дегідрогенази, мг ТФФ/10г за 24год.
Лісові екосистеми						
Fagetum caricosum						
1Пг	11,3	2,3	0,30	27,7	0,46	3,6
Fagetum luzulozum						
13Пг	5,9	2,0	0,40	25,9	0,57	3,0
Piceetum (abietis) nudum						
2Пг	7,4	3,6	0,44	15,2	0,37	5,0
Лучні екосистеми						
Післялісові луки без сучасного с/г використання						
6Пг	19,9	4,6	0,38	102,1	0,65	3,7
7Пг	19,3	4,8	0,32	120,7	0,75	6,4
Пасовища із середньою інтенсивністю випасу						
3Пг	12,0	5,6	0,20	47,2	0,45	11,7
5Пг	11,8	3,8	0,24	82,5	0,46	2,5
9Пг	15,6	6,3	0,27	53,0	0,46	27,1
10Пг	17,3	5,7	0,24	53,6	0,68	15,5
11Пг	17,8	5,5	0,24	49,9	0,59	11,2
Пасовище із сильною інтенсивністю випасу						
12Пг	20,9	6,0	0,25	41,7	0,78	18,0
Сіяна сіножать						
4Пг	13,2	5,0	0,19	33,0	0,34	11,3

Найбільша активність дегідрогенази характерна для ґрунтів пасовищ із різною інтенсивністю випасу, що пояснюємо близьким до оптимального для цього ферменту значенням рН. Значення рН у ґрунтах цих площ коливається, переважно, від 4,7 до 5,4. Найменшу активність цього ферменту спостерігали

у ґрунтах лісових екосистем, що також пояснюємо підкисленням ґрунтового розчину ($\text{pH} = 3,5-4,2$).

Висновки

Господарське використання післялісових лучних екосистем і зумовлений ним антропогенний вплив на ґрунти вторинних лучних екосистем призводить до змін їхніх основних біотичних властивостей. Зміна основних показників фізичних властивостей, таких як щільність будови, а також фізико-хімічних, таких як pH , чинить прямий вплив на зміну ферментативної активності ґрунтів, через зміну умов життєдіяльності ґрунтової мікрофлори. Характер і ступінь вираження цих змін залежать від виду та інтенсивності господарського використання вторинних лучних екосистем. Активність усіх шести досліджених ферментів змінюється в ґрунтах вторинних екосистем, порівняно із ґрунтами фонових лісових екосистем. Це ще раз підтверджує велику чутливість ґрунту як компонента екосистеми до будь-якого антропогенного впливу.

-
- АБРАМЯН С. А. Изменение ферментативной активности почвы под влиянием естественных и антропогенных факторов // Почвоведение. – 1992. – № 7. – С. 70-82.
- КОЗЛОВ К. А. Биологическая активность некоторых почв Иркутской области. – Изв. СО АН СССР, 1960, № 4. – С. 108-114.
- КУПРЕВИЧ В. Ф., ЩЕРБАКОВА Т. А. Почвенная энзимология. – Минск: Наука и техника, 1966. – 275 с.
- ПОПОВА Э. П. Азот в лесных почвах. – Новосибирск: Наука. Сиб. отделение, 1983. – 136 с.
- ПРАКТИКУМ ПО АГРОХИМИИ / Под ред. В. Г. Минеева. – М.: Изд-во МГУ, 1989. – С. 88-89.
- ТИВОДАР М. П. Традиційне скотарство Українських Карпат другої половини ХІХ – першої половини ХХ ст.: Історико-етнологічне дослідження. – Ужгород: Карпати, 1994. – 560 с.
- ХАЗИЕВ Ф. Х. Ферментативная активность почв. – М.: Наука, 1976. – 180 с.
- ЩЕРБАКОВА Т. А. Ферментативная активность почв и трансформация органического вещества (в естественных и искусственных фитоценозах). – М.: Наука и техника, 1983. – 222 с.
- ANDERSON J. P. E., DOMSCH K. H. Measurement of bacterial and fungal contribution to respiration of selected agricultural and forest soils // Canadian Journal of Microbiology, 1974. – Vol. 21, № 3. – P. 393-395.
- ROSS D. J. Some enzyme and respiratory activities of tropical soils from New Hebrides // Soil Biology & Biochemistry, 1973. – 5. – P. 559-567.

ФЕРМЕНТАТИВНА АКТИВНІСТЬ ПОЧВ ЛЕСНИХ І ПОСЛЕЛЕСНИХ ЕКОСИСТЕМ СКОЛЕВСЬКИХ БЕСКИД (УКРАЇНСЬКІ КАРПАТИ)

М. Л. Пятницья

Ферментативная активність бурих ґрунтів залежить від умов зовнішнього середовища, тому вивчення ферментативної активності ґрунтів дає достовірну оцінку їх біологічного стану. Просторові зміни показників ферментативної активності обумовлені харак-

тером использования вторичных луговых экосистем, который прямо и косвенно влияет на основные физические и физико-химические свойства почв и на растительный покров. Наиболее значительная разница между лесными и вторичными экосистемами, особенно пастбищными, обнаружена в активности фермента уреазы, а наименее значительная – в активности АТФ-азы и протеазы.

Ключевые слова: ферментативная активность, послелесные луга, Сколевские Бескиды, Украинские Карпаты

ENZYMATIC ACTIVITY OF SOIL FOREST AND POST FOREST ECOSYSTEMS IN THE SKOLE BESKIDS (THE UKRAINIAN CARPATHIANS)

M. L. PYATNYTSYA

Enzymatic activity of brown soil depends on the environmental conditions, so the study of the enzymatic activity of soil allows accurate evaluation of their biological condition. Spatial variability indices of enzyme activity caused by the nature of the use of secondary grassland ecosystems that directly or indirectly affect the basic physical and chemical properties of soils and vegetation. In the study of the basic physical and chemical properties of soils is found that acid-base mode undergoes with significant changes primarily. Humus content is significantly reduced in soils of post forest ecosystems that are used for grazing. Reduction of humus can be seen as a heavy impact animals on soil, including direct impact – soil compaction under hooves, which causes a number of changes in the physical properties and in the living conditions of soil microorganisms.

The activity of the enzymes was studied in the humus-accumulative horizon of the brown acid soil. The high activity of the enzyme urease is in soil of grazing areas, both with an average intensity and with a strong intensity of grazing. It is due to regular ingoing a large quantities of urea from animal's excrements on soil's surface, which actually is decomposed by many soil bacteria actively. The same is observed in the change of enzyme catalase, which is growing in soils under the strong intensity of grazing because of an optimal for this enzyme (slightly acid) reaction of the medium. The activity of the other soil enzymes also increased in the areas with values of pH and soil organic carbon close to the optimal for those enzymes.

The biggest difference between forests ecosystems and grasslands, especially those used for grazing, was found in the activity of the enzyme urease, and the lowest – in the activity of ATP-ase and protease.

Key words: enzyme activity, post forest grasslands, the Skole Beskids, the Ukrainian Carpathians

Надійшла 03.09.2014

Прийнята до друку 02.12.2014

П'ЯТНИЦЯ М. Л. Інститут екології Карпат НАН України, вул. Козельницька, 4, м. Львів, 79026, Україна; e-mail: mariamp@ukr.net

PYATNYTSYA M. L. Institute of Ecology of the Carpathians NAS of Ukraine, 4 Kozelnytska St, Lviv, 79026, Ukraine; e-mail: mariamp@ukr.net