

Н.В. Гончар

Дніпропетровський державний аграрний університет

Показано изменение уровня фосфатазной активности в метровой толще искусственных эдафотопов за определенное историческое время. Установлено, что на формирование энзиматического потенциала влияют биотические и абиотические факторы. Культурфитоценозы способствуют повышению степени обогащенности эдафотопов фосфатазной активностью.

Техногенный ландшафт, рекультивация, эдафотоп, фосфатазная активность, культурфитоценоз

ВСТУП

Інтенсивне втручання гірничодобувної промисловості у функціонування природно створених біогеоценозів призводить до корінних змін довкілля. Ґрунти, які є компонентами цих збалансованих природних екосистем і знаходяться в динамічній рівновазі з усіма іншими компонентами біосфери, при відкритому (кар'єрному) способі видобутку корисних копалин повністю руйнуються.

Наразі гірські розробки ведуться в південно-східних і південних районах Степу (Донецька, Луганська, Дніпропетровська, Запорізька області), частково в лісостеповій зоні (Львівська, Рівненська, Сумська області) і в Поліссі (Чернігівська і Житомирська області). Тому пошук методів оптимізації антропогенно трансформованих територій є одним із важливих напрямів наукових досліджень сучасності.

Для подальшого раціонального використання порушених земель необхідно знати рівень їх родючості, яка обумовлена сукупністю багатьох факторів, передусім біохімічними процесами, які каталізуються ферментами. Використання показників ензиматичної активності надає можливості оперативної та об'єктивної визначати зміни в техногенних екосистемах на різних етапах їхнього розвитку [5].

На наш погляд, дотепер дуже мало уваги приділяється питанням, пов'язаним із ферментативною активністю едафотопів техногенних ландшафтів. Хоча саме результати таких досліджень спроможні вказати шляхи і способи рекультивациі конкретної кар'єрної території, а головне – вказати на найбільш придатний видовий склад майбутнього культурфитоценозу і напрям подальшого використання відновленої ділянки.

Метою нашої роботи було визначення рівня фосфатазної активності, яка відображає потенційну здатність субстратів до фосформобілізаційного процесу і характеризує інтенсивність і направленість цього процесу в едафотопі техногенних ландшафтів.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Об'єктами нашого дослідження були едафотопи Запорізької біоекологічної станції моніторингу техногенних ландшафтів степового Придніпров'я, яка розташована на околиці м. Орджонікідзе Дніпропетровської області. До їх складу входили леси, лесоподібні суглинки, червоно-бура і сіро-зелена глини. У схему дослідів були також введені прототипи не порушених чорноземних ґрунтів, тобто едафотопи із лесоподібних суглинків, які покривалися родючим шаром маси чорнозему південного різної потужності.

Для досягнення об'єктивного показника різниці між рівнем ензиматичної активності досліджуваних едафотопів та природних біогеоценозів створювали контрольні варіанти, які розміщували поряд з кар'єрами на староорних землях.

Зразки ґрунтів і гірських порід відбирали під культурфитоценозами, що склалися з *Medicago sativa* L., *Onobrychis arenaria* (Kit.) DC, *Bromopsis inermis* (Leyss.) Holub, *Agropyron cristatum* (L.) Gaertn., і на парових ділянках на початку червня (період масового цвітіння трав) із глибин 0–20, 20–40, 40–60 та 60–100 см. З метою підвищення достовірності отриманих даних проводили змішування ґрунтових зразків однакових шарів із п'яти розрізів відповідного едафотопу.

Досліджувані породи на експериментальних ділянках мали незначні запаси валових і рухомих форм фосфору, калію і особливо азоту. В орному шарі 0–40 см уміст легкогідролізованого азоту становив 0,76–2,82, рухомого фосфору – 0,60–2,67, обмінного калію – 23,8–63,7 мг на 100 г наважки. Кількість гумусу коливалася в межах 0,52–1,96 %.

Визначення фосфатазної активності ґрунтових зразків проводили згідно загальновідомої методики А.Ш. Галстяна в модифікації Ф.Х. Хазієва [9]. Результати експериментів оброблені за

методом математичної статистики [3], а також за допомогою комп'ютерної програми Microsoft Office Excel.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Встановлено, що орний шар (0–40 см) зонального непорушеного чорнозему південного (табл. 1) за ступенем збагачуваності фосфатазою, згідно відомої шкали Д.Г. Звягінцева [4], характеризується як багатий (10–15 мг P_2O_5 на 10 г наважки за 1 годину). У третинних глинистих відкладеннях, відібраних на різній глибині безпосередньо з борту кар'єру, фосфатазної активності не виявлено. У лесоподібному суглинку вона представляє величину, що знаходиться в межах помилки досліду, і тому відмічається як сліди (табл. 1).

Після тривалого (35-річного) перебування на денній поверхні майже всі досліджувані нами едафотопи, як на парових ділянках, так і під фітопокривом, у верхньому 40-сантиметровому шарі згідно зі шкалою Д.Г. Звягінцева [4] мають середній ступінь (1,56–4,87 мг P_2O_5 на 10 г наважки за 1 годину) збагачуваності фосфатазою, а насипний шар родючої маси чорнозему південного у товщі 0–20 см під фітопокривом характеризується багатим ступенем (6,03 мг P_2O_5 на 10 г наважки за 1 годину) збагачуваності активністю цього ферменту (табл. 2).

При порівнянні рівня фосфатазної активності верхніх 20-сантиметрових горизонтів едафотопів між собою стає зрозумілим, що показники цього параметру знижуються у такій послідовності: насипний шар родючої маси чорнозему південного → лесоподібний суглинок → червоно-бура глина → сіро-зелена глина (рис. 1).

Таблиця 1 – Фосфатазна активність ґрунту і гірських порід у природному заляганні, мг P_2O_5 на 10 г наважки за 1 годину

Об'єкт дослідження	Глибина відбору зразків, см	Фосфатаза, мг P_2O_5
Непорушений чорнозем південний (парова ділянка)	0–20	15,2±0,1 д. баг.
	20–40	9,8±0,6 баг.
	40–60	2,8±0,05 ср. зб.
	60–100	1,4±0,02 б.
Лесоподібний суглинок (борт кар'єру)	450	0,2 д.б.
Червоно-бура глина (борт кар'єру)	1200	не в.
Сіро-зелена глина (борт кар'єру)	3300	не в.

Примітка. Тут і в табл. 2: не в. – не виявлено, д. б. – дуже бідний, б. – бідний, ср. зб. – середньо збагачений, баг. – багатий, д. баг. – дуже багатий – ступені збагачуваності ґрунту і гірських порід фосфатазою

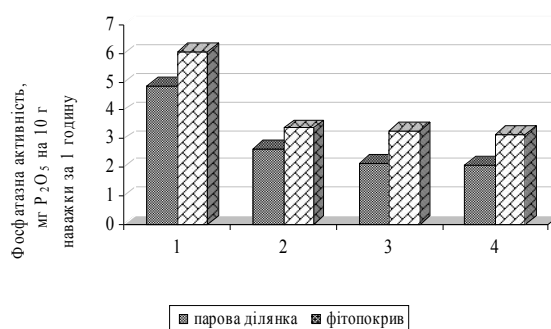


Рисунок 1 – Фосфатазна активність едафотопів техногенних ландшафтів у шарі ґрунту 0–20 см: 1 – насипний шар родючої маси чорнозему південного; 2 – лесоподібний суглинок; 3 – червоно-бура глина; 4 – сіро-зелена глина

Як бачимо, найнижчим рівнем фосфатазної активності характеризуються червоно-бура та сіро-зелена глини. При цьому показники активності фосфатази в товщі даних порід є меншими приблизно на 50 % у порівнянні з показниками насипного шару родючої маси чорнозему південного. Низький рівень фосфатазної активності третинних глинистих відкладень відзначали також інші науковці.

В дослідях І.Х. Узбека, І.В. Ярошевич та ін. [1], проведених на відпрацьованих гірських породах Нікопольського марганцеворудного басейну, виявилось, що в шарі 0–20 см повнопрофільного чорнозему південного рівень фосфатазної активності досягав 18,3 мг P₂O₅ на 10 г наважки за 1 годину. В такій же товщі ґрунтової маси активність фосфатази зменшилася до 5,2 мг, а в лесоподібних суглинках – до 1,7 мг. Тільки червоно-бура (1,4 мг) і сіро-зелена (1,0 мг) глини мали бідний ступінь забезпеченості цим ферментом.

Аналіз даних щодо зміни фосфатазної активності в метровій товщі досліджуваних едафотопів показав, що рівень активності цього ферменту в ґрунтовому профілі донизу знижується. Так, якщо в горизонті 0–20 см насипного шару родючої маси чорнозему південного активність фосфатази була 4,87 мг P₂O₅ на 10 г наважки за 1 годину, то в шарі 40–60 см зменшилася на 63 % у порівнянні з верхньою товщею; в лесоподібному суглинку – на 67 %, а в сіро-зеленій глині – на 82 % (табл. 2). У більш глибоких шарах едафотопів спостерігається незначна фосфатазна активність. Розподіл активності цього ферменту в ґрунтовому профілі відпрацьованих гірських порід позитивно корелює з вмістом у них гумусу (в середньому $r = 0,96–0,99$), що не суперечить даним інших досліджень [2, 6, 7]. Адже відомо, що субстратами ґрунтових фосфатаз є специфічні гумусові речовини, які включають фосфор гумусових кислот, а також неспецифічні індивідуальні сполуки, які представлені нуклеїновими кислотами, фосфоліпідами, фосфопротеїнами і метаболічними фосфатами [10].

Таблиця 2 – Фосфатазна активність едафотопів після довготривалого перебування на денній поверхні, мг P₂O₅ на 10 г наважки за 1 годину

Глибина відбору зразків, см	Парова ділянка (без рослин і добрив)	Фітопокрив
<i>Насипний шар родючої маси чорнозему південного</i>		
0–20	4,87±0,12 ср. зб.	6,03±0,12 баг.
20–40	3,39±0,08 ср. зб.	4,73±0,05 ср. зб.
40–60	1,79±0,20 ср. зб.	2,85±0,10 ср. зб.
60–100	0,98±0,15 б.	1,17±0,05 б.
<i>Лесоподібний суглинок</i>		
0–20	2,67±0,13 ср. зб.	3,38±0,09 ср. зб.
20–40	1,19±0,08 б.	2,57±0,07 ср. зб.
40–60	0,89±0,05 б.	1,37±0,04 б.
60–100	0,20±0,02 д. б.	0,57±0,07 д. б.
<i>Червоно-бура глина</i>		
0–20	2,13±0,08 ср. зб.	3,30±0,05 ср. зб.
20–40	1,56±0,11 ср. зб.	2,58±0,05 ср. зб.
40–60	0,87±0,04 б.	1,13±0,03 б.
60–100	0,11±0,02 д. б.	0,27±0,03 д. б.
<i>Сіро-зелена глина</i>		
0–20	2,06±0,19 ср. зб.	3,15±0,11 ср. зб.
20–40	0,95±0,12 б.	2,13±0,05 ср. зб.
40–60	0,38±0,02 д. б.	0,84±0,08 б.
60–100	0,11±0,02 д. б.	0,36±0,09 д. б.

Примітка: умовні позначення як у табл. 1

Під рослинним покривом активність ґрунтових ферментів завжди вища в порівнянні з породами, що знаходяться в паровому стані. Це стосується і фосфатази, яка в шарі 0–40 см всіх едафотопів за 35 років фітомеліорації досягла середнього ступеню збагачуваності ферментом (табл. 2). На підвищення рівня ферментативної активності з моменту заселення едафотопів бобовими рослинами звертав увагу І.Х. Узбек [8], який вважає, що висока фосфатазна активність обумовлена функціонуванням кореневої системи багаторічних бобових трав і життєдіяльністю ґрунтових мікроорганізмів, які поселяються на їх поверхні.

Таким чином, культурфітоценози із бобових і злакових рослин сприяють значному зростанню фосфатазної активності, що є одним із показників інтенсивності проходження процесів перетворення речовин і енергії в едафотобах техногенних ландшафтів. Але для більш точної еколого-біологічної оцінки цих порід, виявлення особливостей ґрунтоутворного процесу необхідно дослідити активність інших гідролітичних та окисно-відновних ферментів.

ВИСНОВКИ

1. У пухких, розсипчастих гірських породах, щойно винесених з борту кар'єру, фосфатазна активність не виявлена. Після тривалого (35-річного) перебування на денній поверхні верхній 40-сантиметровий шар едафотопів характеризується середнім і багатим ступенем (1,56–6,03 мг P₂O₅ на 10 г наважки за 1 годину) збагачуваності фосфатазною активністю.

2. Культурфітоценози із *Medicago sativa* L., *Onobrychis arenaria* (Kit.) DC, *Bromopsis inermis* (Leys.) Holub, *Agropyron cristatum* (L.) Gaertn. сприяють значному зростанню фосфатазної активності, що обумовлено функціонуванням кореневих систем рослин і життєдіяльністю ґрунтових мікроорганізмів, які поселяються на їх поверхні.

ЛІТЕРАТУРА:

1. *Активность некоторых гидролитических ферментов во вскрышных грунтах Никопольского марганцеворудного бассейна / И.Х. Узбек, И.В. Ярошевич, Л.М. Барская [и др.] // Проблемы рекультивации нарушенных земель: V Уральское совещ., 14–18 ноября 1988 г.: тезисы докл. – Свердловск, 1988. – С. 34–35.*

2. *Бекназаров Б. Изучение фосфатазной и пирофосфатазной активности некоторых типов почв Узбекистана / Б. Бекназаров // Международный с/х журнал. – 2002. – № 5. – С. 55–56.*

3. *Зайцев Г.Н. Математика в экспериментальной ботанике / Г.Н. Зайцев. – М.: Наука, 1990. – 266 с.*

4. *Звягинцев Д.Г. Биологическая оценка почв и шкалы для оценки некоторых ее показателей / Д.Г. Звягинцев // Почвоведение. – 1978. – № 6. – С. 48–54.*

5. *Келеберда Т.Н. Ферментативная активность как биоиндикатор изменения плодородия техногенных грунтов путем фитомелиорации / Т.Н. Келеберда // V делегат. съезд Всесоюз. общества почвоведов, 11–15 июля 1977 г.: тезисы докл. – Минск, 1977. – Вып. 2. – С. 271–272.*

6. *Нимаева С.Ш. Биологическая активность бурых горно-лесных почв Прибайкалья / С.Ш. Нимаева // Почвоведение. – 1990. – № 4. – С. 66–72.*

7. *Сорокин Н.Д. Биологическая активность лесных криогенных почв Центральной Эвенкии / Н.Д. Сорокин, С.Ю. Евграфова // Почвоведение. – 1999. – № 5. – С. 634–638.*

8. *Узбек И.Х. Еколого-біологічна оцінка едафотопів техногенних ландшафтів степової зони України : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра біол. наук : спец. 03.00.16 „Екологія” / И.Х. Узбек. – Дніпропетровськ, 2001. – 36 с.*

9. *Хазиев Ф.Х. Методы почвенной энзимологии / Ф.Х. Хазиев. – М.: Наука, 1990. – 189 с.*

10. *Хазиев Ф.Х. Ферментативная активность почв агроценозов и перспективы ее изучения / Ф.Х. Хазиев, А.Е. Гулько // Почвоведение. – 1991. – № 8. – С. 88–103.*

EDAPHOTOPES PHOSPHATASE ACTIVITY OF TECHNOGENIC LANDSCAPE

N.V. Gonchar

It is investigated the phosphatase activity which reflects the substrates potential capacity to fosformobilization process and characterizes the intensity and direction of the process in artificial edaphotopes of Nikopol manganese and ore basin.

Physical, chemical and ecological features of waste rocks which influence on biochemical processes passing in their thickness are defined.

The change of phosphatase activity level in meter thickness of artificial edaphotopes for certain historical time is shown. The phosphatase activity was not found in rocks selected at different depth directly from board open pit. After a long stay on the surface the edaphotopes in 0–40 cm layer have an average and rich level of phosphatase enrichment. Phosphatase activity with the depth decreases to the level of waste rocks.

It is determined that the biotic and abiotic factors influence on the level of edaphotopes phosphatase activity of technogenic landscape. The agricultural plant communities *Medicago sativa* L., *Onobrychis arenaria* (Kit.) DC, *Bromopsis inermis* (Leys.) Holub, *Agropyron cristatum* (L.) Gaertn. promotea significant increase of phosphatase activity due to the operation of plant root system and activity of soil microorganisms that colonize the surface.

The features of accumulation of enzymatic activity at formation of young soils in conditions of technogenic landscapes of Steppe of Prydniprovyia are revealed. The orientation of biochemical processes in thickness of artificial edaphotopes descends the same as in zonal chernozem: reactions of hydrolysis of complex organic compounds dominate, and process of synthesis of humus substances is carried out slowly.

It is discovered that the edaphotopes according to the decrease degree in the phosphatase activity are as follows: the layer of southern fertile black soil → wooden loam → red-brown clay → gray-green clay.

The opportunity of use of the edaphotopes enrichment level with the enzymes as diagnostic test for the objective control over a state of arable thickness of the recultivated lands has received the further development.

The research results will create a basis for regulatory control on reclamation process to create the lands for different purpose.

УДК 631.465:631.484

Гончар Н.В. Фосфатазна активність едафотопів техногенних ландшафтів / Н.В. Гончар // Питання біоіндикації та екології. – Запоріжжя: ЗНУ, 2013. – Вип. 18, № 2. – С. 259–267.

Показано зміну рівня фосфатазної активності в метровій товщі штучних едафотопів за певний історичний час. Встановлено, що на формування ензимного потенціалу впливають біотичні й абіотичні фактори. Культурфітоценози сприяють підвищенню ступеню збагачуваності едафотопів фосфатазною активністю.

Бібл. 10. Табл. 2. Рис. 1.