

УДК 581.2:631.461

О. М. Артюшенко, В. О. Негуляев

Криворізький ботанічний сад НАН України

ОСОБЛИВОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ ФОСФО- ТА АМІДОГІДРОЛАЗ В ЕДАФОТОПАХ, ЗАБРУДНЕНИХ ЕМІСІЯМИ РУДОЗБАГАЧУВАЛЬНОЇ ФАБРИКИ

Досліджено вплив аеротехногенного типу забруднення ґрунту на активність деяких гідролітичних ферментів циклів азоту та фосфору. Показано, що біохімічна мобілізація фосфорорганічних і азотвмісних сполук ґрунту, забрудненого важкими металами, пригнічується в різній мірі. За чутливістю до аеротехногенного типу забруднення досліджені ферменти можна розташувати наступним чином: уреаза > лужна фосфатаза > аргіназа > АТФ-аза > кисла фосфатаза > амідаза.

Influence of aerotechnogenic contamination of soils on activity of some hydrolytic enzymes of nitrogen and phosphorus cycles is examined. Biochemical mobilization of organophosphorous and nitrogen-bearing compounds in soils polluted by heavy metals is depressed to a variable extent. In descending order of sensitivity to the pollution, the studied enzymes ranked as follows: urease > alkaline phosphatase > arginase > ATPase > acid phosphatase > amidase.

Вступ

Одна з актуальних проблем сьогодення – відновлення та охорона ґрунтів, що зазнають негативного впливу підприємств гірничо-переробного комплексу, зокрема забруднення важкими металами. Екологічні наслідки цього явища мають одразу два негативні аспекти. По-перше, потрапляючи по ланцюгах живлення з ґрунту в живі організми, важкі метали можуть викликати небезпечні захворювання. По-друге, накопичуючись у ґрунті, вони здатні змінювати його властивості. Високий рівень забруднення важкими металами призводить до змін фізико-хімічних властивостей ґрунту: *pH*, рівня окисно-відновного потенціалу, складу гумусу та інших [5; 9]. Однак у першу чергу змінюються біологічні властивості ґрунту: знижується чисельність мікроорганізмів, збіднюється їх видовий склад, уповільнюються біохімічні реакції. Результат дії вищезазначених чинників – часткова, а в ряді випадків і повна втрата ґрунтом родючості [4]. Тому необхідне подальше вивчення функціонування ґрунтових ферментів, які каталізують реакції біохімічної мобілізації фосфорорганічних і азотвмісних сполук у ґрунтах, порушених діяльністю виробництв із збагачення залізної руди.

Матеріал і методи досліджень

Об'єкт досліджень – зональний ґрунт (чорнозем звичайний малогумусний) та ґрунт промислового майданчика рудозбагачувальної фабрики (РЗФ) Північного гірничо-збагачувального комбінату Кривого Рогу. Зразки зонального та забрудненого ґрунту відбирались восени з шарів 0–10, 10–20 та 20–30 см. Визначення активності кислої (КФ 3.1.3.1) та лужної (КФ 3.1.3.2) фосфатази, АТФ-ази (КФ 3.6.1.3), амідази (КФ 3.5.1.4), аргінази (КФ 3.5.3.1) та уреази (КФ 3.5.1.5) проводили за загальноприйнятими методиками Ф. Х. Хазієва (1990) [7]. Статистичну обробку результатів проводили за Б. А. Доспеховим [3].

Результати та їх обговорення

Визначення активності фосфо- та амідогідролаз у чорноземі звичайному малогумусному свідчить, що для більшості ферментів спостерігається поступове зменшення їх активності в нижчих шарах ґрунту на 8–48 %, тоді як для уреази – на 87 %.

© О. М. Артюшенко, В. О. Негуляев, 2006

3

Попередніми дослідженнями В. М. Гришко, О. В. Данильчук і О. В. Сишикової [2] щодо накопичення різних за рухомістю форм важких металів у ґрунтах промислового майданчика РЗФ встановлено, що вміст рухомих форм заліза у верхньому шарі поблизу джерела емісій більше ніж у 2500 разів перевищував такий у зональному ґрунті, кадмію – удвічі, міді – на 25–30 %. Тобто відбувається аерогенний тип забруднення едафотопів найбільш мобільними формами важких металів.

Визначення активності фосфо- та азотомобілізуючих ферментів (табл.) свідчать, що поблизу джерела емісій у верхніх шарах ґрунту спостерігається зниження їх активності порівняно із зональним ґрунтом. Так, у шарах ґрунту 0–10 та 10–20 см активність кислої фосфатази зменшилась більше ніж на 20 %. Зазначене інгібування активності ферменту у поверхневих шарах ґрунту промайданчика можна пояснити не лише впливом сполук важких металів, а й несприятливим для функціонування кислої фосфатази рН ґрунтового розчину – 8,4 (тоді як оптимум становить 4–6).

Таблиця

Активність деяких фосфатаз і амідогідролаз у зональному та порушеному ґрунті

Глибина відбору проб, см	Активність фосфатаз, мг P_2O_5 /г ґрунту за 24 години						Активність амідогідролаз					
	кисла фосфатаза			лужна фосфатаза			амідаза, мг $N-NH_4^+$ /г ґрунту за 24 години			аргіназа, мг $N-CO(NH_2)_2$ /г ґрунту за 24 години		
	$M \pm m$	V, %	% до контролю	$M \pm m$	V, %	% до контролю	$M \pm m$	V, %	% до контролю	$M \pm m$	V, %	% до контролю
Чорнозем звичайний												
0–10	0,49 ± 0,013	4,8	–	0,66 ± 0,014	3,7	–	0,42 ± 0,002	11,2	–	0,68 ± 0,003	8,1	–
10–20	0,45 ± 0,012	4,4	–	0,41 ± 0,009	1,2	–	0,28 ± 0,001	11,3	–	0,55 ± 0,004	11,5	–
20–30	0,28 ± 0,003	2,1	–	0,38 ± 0,008	3,6	–	0,22 ± 0,002	21,5	–	0,55 ± 0,003	9,9	–
Промайданчик РЗФ												
0–10	0,38 ± 0,025*	11,2	78,0	0,30 ± 0,018*	10,5	45,5	0,38 ± 0,002*	12,4	90,5	0,38 ± 0,001*	8,3	55,7
10–20	0,35 ± 0,007*	3,3	77,7	0,30 ± 0,002*	1,2	73,2	0,26 ± 0,002*	18,2	92,9	0,45 ± 0,001*	7,1	80,9
20–30	0,18 ± 0,014*	13,7	64,2	0,37 ± 0,003	3,6	97,4	0,20 ± 0,002*	23,6	90,9	0,51 ± 0,002*	9,3	91,7

Примітки: * – різниця достовірна відносно контролю ($p < 0,05$).

На глибині 20–30 см активність ферменту на 45 % менша, ніж у зональному ґрунті. Дослідження активності АТФ-ази показало, що вже у верхньому шарі ґрунту спостерігається пригнічення (на 22 %) її функціонування. Більш суттєве зменшення активності ферменту відмічене в нижньому шарі ґрунту промайданчика. На нашу думку, крім зазначених вище чинників при поясненні отриманих даних треба враховувати той факт, що в містах та на промислових майданчиках підприємств формуються специфічні техногенні поверхневі ґрунтоподібні утворення з низькою родючістю та порушеною структурою ґрунтового профілю, значною кількістю будівельного сміття, неорганічних промислових відходів, інколи материнської породи [6], поверх якої був насипаний шар чорнозему.

Отримані дані добре узгоджуються з роботами [1; 8; 10], якими встановлено, що надходження комплексу важких металів у ґрунт зі зрошувальними водами спричиняє інгібуючу дію на активність ґрунтових фосфатаз. К. В. Григоряном та А. Ш. Галстяном [1] запропонована класифікація рівнів забруднення ґрунтів важки-

ми металами на основі змін активності кислої та лужної фосфатаз. Зменшення активності ґрунтових фосфатаз до 20 % свідчить про низький рівень забруднення ґрунтів, від 20 до 45 % – середній, більше ніж на 45 % – високий рівень забруднення ґрунтів. Згідно із запропонованою вище класифікацією досліджені нами ґрунти можна віднести до середньо- та сильно забруднених.

Значне пригнічення функціонування лужної фосфатази та аргінази (на 55 та 45 % відповідно) встановлене у верхньому шарі ґрунту (0–10 см), який у більшій мірі забруднений важкими металами. На глибині 10–20 см зменшення активності зазначених ферментів відбувалось у меншій мірі (на 27 і 29 % відповідно), а в шарі ґрунту 20–30 см значення статистично не відрізнялись від контролю (див. табл.). Наведений вище розподіл активності ферментів свідчить про аерогенний тип забруднення.

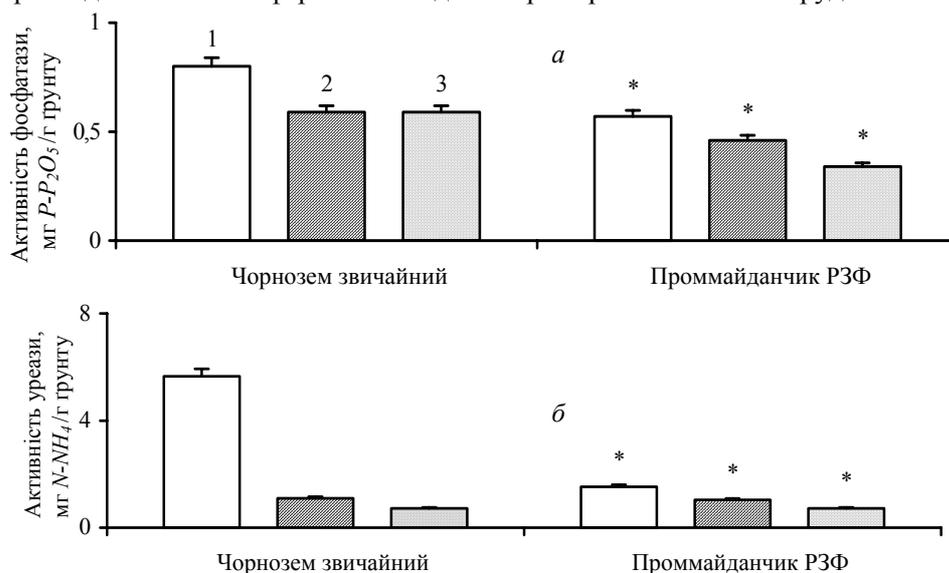


Рис. Активність АТФ-ази (а) та уреаз (б) у чорноземі звичайному та на проммайданчику РЗФ:

1 – шар ґрунту 0–10 см, 2 – 10–20 см, 3 – 20–30 см,

* – різниця статистично достовірна відносно контролю ($p < 0,05$).

Істотне (на 73 %) уповільнення процесів гідролітичного розщеплення азоторганічних сполук, що каталізуються уреазою, відмічене у поверхневому шарі ґрунту (рис. б), тоді як інтенсивність процесів дезамінування специфічних органічних сполук не зазнає суттєвих змін. Про це свідчить зменшення активності амідази лише на 8 %. Такий ефект, імовірно, є свідченням того, що забруднення важкими металами в значно меншій мірі впливає на функціонування ґрунтової амідази.

Висновок

У верхніх шарах ґрунту промислового майданчика, який зазнає негативного впливу аерогенних емісій важких металів, відбувається зниження активності ґрунтових ферментів. Порівняння активності ферментів циклу азоту та фосфору показує, що у поверхневому шарі ґрунту проммайданчика спостерігається більш істотне пригнічення активності амідогідролаз, тоді як у нижчих шарах – фосфогідролаз. За чутливістю до забруднення вивчені гідролази можна розташувати наступним чином: уреаза > лужна фосфатаза > аргіназа > АТФ-аза > кисла фосфатаза > амідаза. Встановлене уповільнення біохімічних процесів перетворення фосфо- й азотвмісних органічних сполук потребує пошуку найефективніших прийомів їх оптимізації.

Бібліографічні посилання

1. **Григорян К. В.** Диагностика загрязненных тяжелыми металлами орошаемых почв по активности фосфатазы / К. В. Григорян, А. Ш. Галстян // Почвоведение. – 1986. – № 8. – С. 63–67.
2. **Гришко В. М.** Вміст різних за рухомістю форм важких металів в едафотопах, що зазнають техногенного впливу / В. М. Гришко, О. В. Данильчук, О. В. Сищикова // Вісник Дніпропетровського університету. Біологія. Екологія. – Д.: Вид-во ДНУ, 2001. – Вип. 10, т. 1. – С. 181–185.
3. **Доспехов Б. А.** Методика полевого опыта. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
4. **Казеев К. Ш.** Биология почв юга России / К. Ш. Казеев, С. И. Колесников, В. Ф. Вальков. – Ростов-на-Дону: Изд-во ЦВВР, 2004. – 350 с.
5. **Колесников С. И.** Экологические последствия загрязнения почв тяжелыми металлами. – М., 2001. – 231 с.
6. **Мірзак О. В.** Екологічні особливості едафотопів урбанізованих територій степової України: Автореф. дис. ... канд. біол. наук: 03.00.16/ ДНУ. – Д., 2002. – 20 с.
7. **Хазиев Ф. Х.** Методы почвенной энзимологии. – М: Наука, 1990. – 189 с.
8. **Kampichler C.** Influence of heavy metals on the functional diversity of soil microbial communities / C. Kampichler, O. Horak // Biol. Fertil. Soils. – 1996. – Vol. 23. – P. 299–306.
9. **Kuperman R. G.** Soil heavy metal concentration. Microbial biomass and enzyme activities in a contaminated grassland ecosystem / R. G. Kuperman, M. M. Carreiro // Soil. Biol. Biochem. – 1997. – Vol. 29. – P. 179–190.
10. **Dungan R. S.** Enzymes in the environment. Activity, ecology, and applications / R. S. Dungan, W. T. Frankenberger. – New York: Marcel Dekker, Inc., 2002. – 324 p.

Надійшла до редколегії 06.02.06.