

УДК 577.152.3:58.051

А. Ф. Кулік, О. М. Василюк

Дніпропетровський національний університет ім. Олесь Гончара

АКТИВНІСТЬ КАТАЛАЗИ У ҐРУНТАХ ЛІСОВИХ БІОГЕОЦЕНОЗІВ ПРИСАМАР'Я

Наведено результати досліджень активності каталази як ферменту антиоксидантного захисту рослин. Активність даного ензиму можна розглядати як показник різноманіття та рівня окультурення ґрунтів для вирішення питань прикладного ґрунтознавства. Відхилення активності пероксидази, каталази, поліфенолоксидази можна використовувати не тільки для характеристики метаболічного стану рослин, мікроорганізмів і ґрунтів, а і для оцінювання ступеня забруднення середовища. Показано сезонну динаміку активності каталази ґрунтів залежно від типу біогеоценозів.

А. Ф. Кулик, Е. М. Василюк

Днепрпетровский национальный университет им. Олесь Гончара

АКТИВНОСТЬ КАТАЛАЗЫ В ПОЧВАХ ЛЕСНЫХ БИОГЕОЦЕНОЗОВ ПРИСАМАРЬЯ

Представлены результаты исследований активности каталазы как фермента антиоксидантной защиты растений. Активность данного энзима можно рассматривать как показатель разнообразия и степени окультуренности почв для разрешения вопросов прикладного почвоведения. Отклонение в активности пероксидазы, каталазы, полифенолоксидазы можно рассматривать не только для характеристики уровня метаболизма растений, микроорганизмов, почв, но и для оценивания степени загрязнения окружающей среды. Показана сезонная динамика активности каталазы почв в зависимости от типа биогееценоза.

A. F. Kulik, O. M. Vasilyuk

Oles' Gonchar Dnepropetrovsk National University

CATALASE ACTIVITY IN THE SOIL OF THE WOOD BIOGEOCENOSES IN THE SAMARA-RIVER REGION

Research of catalase activity changes in connection with the free-radical oxidation is soil of natural and artificial ecosystems is conducted. The catalase is a plants' enzyme of antioxidative protection. The catalase activity is a marker of variety and improvement of soils. It is important for the problems solutions in applied soil science. The aberrations of catalase, peroxidase and polyphenol oxidase activities characterise not only the metabolizing of plants, microorganisms and soils, but the level of the environmental pollution. The general activity of enzymatic systems allows ascertaining their role in the forming of biota components' resistance to the exogenous influence. The seasonal dynamics of the soils' catalase activity subject to the type of a biogeocenosis is disclosed.

Вступ

Ґрунти, як провідна біокосна складова біогеоценозу, мають велике значення у формуванні стійких до антропогенних впливів екосистем [13; 16]. Вони розвивають матеріально-енергетичні та інформаційні взаємодії між усіма компонентами біосфери

за рахунок ґрунтових мікроорганізмів, ферментних систем (біотичні речовини фітоценозу, мікробіоценозу, зооценозу), процесів катаболізму та анаболізму [5; 6; 8–10; 12; 14]. При виділенні ферментів у ґрунт відбувається їх накопичення та зберігання залежно від фізико-хімічних властивостей ґрунтів і умов ґрунтоутворення. При збереженні структури, будови та специфічності едафотопу ензими перебувають у комплексному стані [1; 7].

Активність ґрунтових ферментів відіграє індикаторну роль у визначенні біохімічних процесів, їх взаємодії, широкого та всебічного спектра процесів, які формуються у ґрунтах. Великого значення набуває вивчення роботи каталази як ферменту антиоксидантного захисту в умовах вільнорадикального окислення [2; 4; 15], зміни кількості та якості субстратного забезпечення. Активне дослідження каталазної активності ґрунтів зумовлене тим, що активність даного ензиму можна розглядати як показник різноманіття ґрунтів, рівня окультурення для вирішення питання прикладного ґрунтознавства.

Вивчення чинників навколишнього середовища на процеси метаболізму в мікроорганізмах, рослинних і тваринних організмах, ґрунтах на прикладі ферментних систем дозволяє з'ясувати роль ензимів у формуванні стійкості компонентів біоти до екзогенного впливу. При цьому найбільшу зацікавленість викликають окисно-відновні ферменти каталаза (К), пероксидази (ПО) та поліфенолоксидаза (ПФО), які беруть участь у забезпеченні стійкості фіто-, зоо- та мікробіоценозу до несприятливих чинників середовища.

Активізація окисно-відновних ферментів – характерна реакція, яка проявляється на різних об'єктах [4; 5; 17] та за умов дії різних типів екзогенних чинників. Зміна активності ферментів антиоксидантного захисту відносно контролю – універсальний індикатор прихованого впливу екзогенних чинників на асиміляційні органи рослин, на розвиток мікробіоценозу. Відхилення в активностях ПО, К, ПФО можна використовувати не тільки для характеристики метаболічного статусу рослин, мікроорганізмів і ґрунтів, а і для оцінювання ступеня забруднення середовища. Зміна загальної активності окисно-відновних ферментів – сумарне виявлення різноспрямованих змін у питомій активності окремих ізоензимів певного ферменту [3]. Ми вивчали активність каталази як одного з найпоширеніших ензимів даного класу.

Каталаза – фермент класу оксидоредуктаз, який каталізує розщеплення пероксиду водню на воду та кисень. Біологічна роль ферменту полягає у захисті організму від шкідливого впливу перекисних сполук, що утворюються при внутрішньоклітинному окисненні. За хімічною природою каталаза складний білок-хромопротейд (у простетичній групі містить гемінове угруповання) з молекулярною масою 225–240 тис. Да. Міститься у живих організмах різного рівня складності [1].

Мета роботи – виявити вплив біогеоценотичного фону на активність каталази в окремих шарах ґрунтів за умов техногенного навантаження.

Матеріал і методи досліджень

Об'єкти досліджень – стаціонарні моніторингові пробні площі 201 (степова цілина), 201А (лісосмуга), 202 (насадження білої акації сухуватого типу), 207 (липоясенева пристінна діброва), 224 (насадження дуба звичайного) Присамарського міжнародного біосферного стаціонару ім. О. Л. Бельгарда (Новомосковський район Дніпропетровської області).

Пробна площа 201 – модель зонального типу рослинності на вододілі річок Самара та Сороковушка. Це мікроплато зі схилом 4–5° північно-західної експозиції

займає площу близько 120 га. Режим зволоження (гігротоп) відповідає за типологічною схемою О. Л. Бельгарда сухим місцеперебуванням СГ₀₋₁. Зволоження атмосферно-транзитне відточне. Локальний коефіцієнт зволоження (ЛКЗ) – 0,6. Грунтові води – з 40 м, ґрунт – чорнозем звичайний.

Пробна площа 202 представлена 30-річним білоакацієвим насадженням. Рельєф розлогий, схил вододолу південно-західної експозиції. Мікрорельєф – невеликі зниження в міжряддях. Умови зволоження – атмосферно-транзитно-приточно-відточні. Ґрунти – чорнозем звичайний лісополіпшений. Потужність покриву – 3 см. Вихідний тип посадки – рядовий, акація біла чергується з акацією жовтою. Зрідка трапляється ясен зелений. Відстань між рядами – 2 м, у рядах – 0,5 м. Висота акації білої – 10–12 м, зімкнутість деревостану – 0,6–0,7 %, покриття травостоєм – 60–75 %. Травостій розвинений.

Пробна площа 207 – пристінний лісовий біогеоценоз, розташований у нижній половині великого пристінного схилу р. Самара південно-східної експозиції (крутизна 8–9°) – липо-ясенева діброва з добре розвинутим чагарниковим підліском. Тип поновлення порослевий. Середній вік дерев – 80–90 років. Зімкнутість крон – 0,7–0,8, середня висота деревостану – 20 м. Ґрунт – чорнозем лісовий, вилужений, середньо-лесивований, супіщаний із середнім вмістом гумусу на опіскованих лесах. Глибина залягання ґрунтових вод складає 23–25 м.

Пробна площа 224 представлена штучним дубовим насадженням на плакорі, створеним на розораному вихідному різнотравно-бородачево-ковилловому степу плакору з невеликим схилом північної експозиції у 3 км від с. Всесвятське Новомосковського району Дніпропетровської області. Ґрунт – чорнозем звичайний лісополіпшений слабовилужований середньогумусний середньосуглинистий на лесах. Зволоження атмосферне. Ґрунтові води – на глибині 40 м. Вік насадження – 39 років. Чагарниковий підлісок: клен татарський (*Acer tataricum* L.), рідше бруслина європейська (*Euonymus europaea* L.). Тип насадження – рядковий із відстанню в рядах – 0,75 м, між рядами – 1,5 м.

Проби ґрунтів на цих площах відбирали за сезонами: весна (I), літо (II), осінь (III), зима (IV) у триразовій повторності.

Порівнювали отримані результати активності каталази у ґрунтах відносно контролю № 2 у кожному варіанті досліджу.

Активність каталази (мКат/л) визначали з урахуванням кількості пероксиду водню, який розкладається під дією ферменту на 1 г наважки за 30 хвилин [15]. Отримані результати відповідають 5 % рівню значущості [11].

Результати та їх обговорення

Визначали загальну та питому активність каталази ґрунтів і концентрацію білка водорозчинної фракції ґрунтів різного походження. Напрочуд тепла зима 2007 року дала можливість вести спостереження у грудні (IV). Результати дослідження активності каталази свідчать, що навесні у ґрунтах степової цілини (різнотравно-кострицево-ковилловий степ) спостерігали достовірне зниження активності ензиму відносно контролю 2 (липо-ясенева діброва пристіну) утриті, восени та узимку – в 3–4 рази. Загальна активність каталази в межах степової зони влітку та восени достовірно відрізнялась від весняних спостережень (на 10–23 %). Активність ферменту у ґрунті липо-ясеневої діброви (контроль 2) максимальна відносно всіх інших варіантів досліджу, що, можливо, пов'язано з наявністю великої кількості субстрату в едафотопі (різні вільнорадикальні сполуки від листяного опад, мікрофлори тощо).

У лісосмузі у чорноземі звичайному лісополіпшеному спостерігали зниження активності каталази від 2,6 раза у травні до 3,0 – у грудні відносно контролю 2 (липо-

ясенева діброва пристіну). Концентрація білка від контрольного варіанта достовірно не відрізнялася.

У насадженнях білої акації сухуватого типу на чорноземах звичайних лісополіпшених відбулось зниження активності ензиму оксидоредуктази від 4,7 раза навесні, до 2–3 разів улітку та восени та 5 разів узимку.

У насадженнях дуба звичайного в умовах чорнозему звичайного лісополіпшеного показник активності ензиму підвищувався відносно контролю 2 удвічі, що також пов'язано з наявністю процесів у багатому на субстрати едафотопі (табл. 1).

Таблиця 1

Вплив ґрунтів на загальну активність каталази

Тип біогеоценозу	Ґрунт	Сезон	Загальна активність каталази		
			$M \pm m$	% від активності навесні	T-тест
Різнотравно-кострицево-ковилловий степ (контроль 1)	чорнозем звичайний	I	1911,7 ± 91,3	100,0	–
		II	2096,7 ± 104,1	109,7	0,815
		III	1295,0 ± 65,0	67,7	0,404
		IV	1850,0 ± 95,8	96,8	0,938
Липо-ясенева пристінна діброва (контроль 2)	чорнозем лісовий	I	5673,3 ± 283,6	100,0	–
		II	2528,3 ± 126,2	44,6	0,034
		III	4748,3 ± 237,3	83,7	0,065
		IV	6783,3 ± 339,3	119,6	0,108
Лісосмуга	чорнозем звичайний	I	2158,3 ± 107,5	100,0	–
		II	2220,0 ± 112,0	102,9	0,971
		III	1986,7 ± 53,7	92,7	0,444
		IV	3638,3 ± 181,6	168,6	0,388
Насадження <i>Robinia pseudoacacia</i> L. сухуватого типу	чорнозем звичайний	I	11186,3 ± 559,5	100,0	–
		II	10686,3 ± 534,0	95,5	0,162
		III	10676,3 ± 530,1	95,5	0,130
		IV	10828,7 ± 541,3	96,8	0,228
Насадження <i>Quercus robur</i> L.	чорнозем звичайний	I	10958,7 ± 547,7	–	–

Примітки: M – середнє; m – вірогідний інтервал; T -тест – коефіцієнт Ст'юдента; сезони: I – весна, II – літо, III – осінь, IV – зима.

Концентрація білка водорозчинної фракції достовірно від контролю не відрізнялася в усіх варіантах досліду упродовж усіх сезонів року (табл. 2).

Для оцінки функціонування окисно-відновних ферментів велике значення надається урахуванню питомої активності ензиму. Питома активність каталази в зоні насадження білої акації сухуватого типу на чорноземах звичайних лісополіпшених (пробна площа 202) і в насадженнях дуба звичайного в умовах чорнозему звичайного лісополіпшеного (пробна площа 224) була ушестеро вищою відносно контролю 2 (липо-ясенева пристінна діброва) та утричі зниженою в умовах ділянок 201 (різнотравно-кострицево-ковилловий степ) та 201А (лісосмуга) (рис. 1).

Вивчення активності ґрунтових ферментів набуває великого прикладного значення, є індикатором вектора біохімічних процесів, що відбуваються в едафотопі. З'ясування цих процесів дає змогу прогнозувати напрямок розвитку біогеоценозу, активність оксидоредуктаз виявляє ступінь субстратного забезпечення даного ензиму ґрунтами різного походження.

Вплив ґрунтів на концентрацію білка

Тип біогеоценозу	Ґрунт	Сезон	Концентрація білка		
			$M \pm m$	% від активності навесні	T-тест
Різотравно-кострицево-ковиловий степ (контроль 1)	чорнозем звичайний	I	1,01 ± 0,01	100,0	–
		II	1,00 ± 0,02	98,3	0,088
		III	1,00 ± 0,02	99,2	0,313
		IV	0,99 ± 0,01	97,8	0,066
Липо-ясенева пристінна діброва (контроль 2)	чорнозем лісовий	I	0,97 ± 0,01	100,0	–
		II	0,97 ± 0,03	100,2	0,906
		III	0,98 ± 0,01	101,7	0,164
		IV	0,99 ± 0,01	102,0	0,152
Лісосмуга	чорнозем звичайний	I	0,97 ± 0,01	100,0	–
		II	0,96 ± 0,04	99,4	0,521
		III	0,99 ± 0,02	101,7	0,041
		IV	0,97 ± 0,05	100,1	1,000
Насадження <i>Robinia pseudoacacia</i> L. сухуватого типу	чорнозем звичайний	I	0,96 ± 0,08	100,0	–
		II	0,96 ± 0,02	100,5	0,169
		III	0,97 ± 0,02	101,3	0,097
		IV	0,96 ± 0,01	100,4	0,192
Насадження <i>Quercus robur</i> L.	чорнозем звичайний	I	0,96 ± 0,01	–	–

Примітка: див. табл. 1.

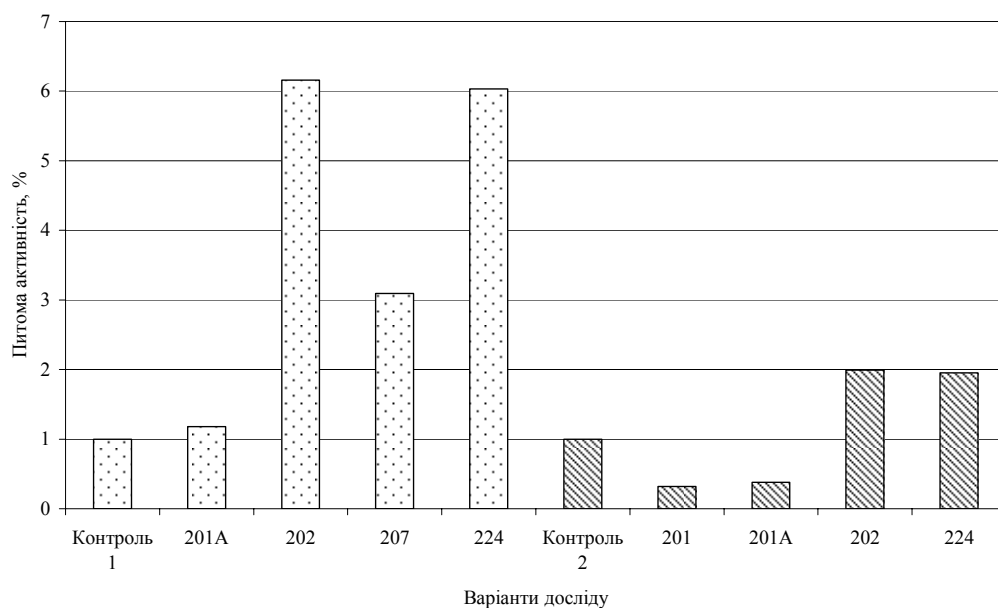


Рис. 1. Вплив ґрунтів на питому активність каталази

Моніторингові дослідження на Присамарському міжнародному біосферному стаціонарі ім. О. Л. Бельгарда сприяють оціненню стану ґрунтів за фізіолого-біохімічним, гранулометричним, воднофізичним, агротехнічним станом, лісорослинному ефекту у напрямку прогнозування використання певних видів рослин для виявлення найстійкіших форм.

Висновок

Активність каталази можна розглядати як показник різноманіття та рівня окультурення ґрунтів для вирішення питань прикладного ґрунтознавства. Відхилення в активності пероксидази, каталази, поліфенолоксидази можна використовувати не тільки для характеристики метаболічного статусу рослин, мікроорганізмів і ґрунтів, а і для оцінення ступеня забруднення середовища. Рівень зміни активності ферментних систем дозволяє з'ясувати роль ензимів у формуванні стійкості біоти до екзогенного впливу.

Бібліографічні посилання

1. **Боечко Ф. Ф.** Основні біохімічні поняття, визначення і терміни / Ф. Ф. Боечко, Л. О. Боечко. – К. : Вища школа, 1993. – 527 с.
2. **Василюк О. М.** Вплив біологічно активних речовин на активність каталази кукурудзи різних генотипів на фоні дії аденіту / О. М. Василюк, О. М. Вінниченко // Вісник Дніпропетр. ун-ту. Біологія. Екологія. – 2006. – № 3/1. – С. 26–30.
3. **Василюк О. М.** Загальні механізми адаптації рослин в умовах антропогенного навантаження / О. М. Василюк, Н. П. Коцюбинська, Т. Р. Левенець // Екологія кризових регіонів України. Тези доп. Міжнар. конф. – Д. : РВВ ДНУ, 2001. – С. 56.
4. **Вінниченко О. М.** Вплив біологічно активних речовин на активність каталази в культурфітоценозах різних генотипів кукурудзи на фоні дії гербіцидів / О. М. Вінниченко, О. М. Василюк // Вісник Дніпропетр. ун-ту. Біологія. Екологія. – 2006. – № 3. – С. 38–43.
5. **Долгова Л. Г.** Ферментативна активність та мікробіологічні процеси в едафотопях техногенних регіонів // Екологія та ноосферологія. – 1999. – № 4. – Т. 8. – С. 18–23.
6. **Ефремов А. Л.** Микробиота и биогенность почв пойменных лугов // Почвоведение. – 2000. – № 5. – С. 251–255.
7. **Кузнецов К. Л.** Ферменты в почве. – М. : Просвещение, 1993. – С. 215–235.
8. **Кулик А. Ф.** Динамика биологической активности почв лесных экосистем Присамарья // Биомониторинг лесных экосистем лесной зоны. – Д. : ДГУ, 1992. – С. 103–108.
9. **Кулик А. Ф.** Микробоценоз и устойчивость лесных биогеоценозов // Екологія та ноосферологія. – 1999. – № 3–4. – С. 145–147.
10. **Кулік А. Ф.** Активність інвертази та уреазы у ґрунтах лісових біогеоценозів Присамар'я / А. Ф. Кулік, О. М. Василюк, О. В. Рошка // Вісник Дніпропетр. ун-ту. Біологія. Екологія. – 2007. – № 3/1. – С. 77–81.
11. **Лакин Г. Ф.** Биометрия. – М. : Высшая школа, 1990. – 293 с.
12. **Ларионова А. А.** Дыхание почвы. – Пушкино, 1993. – 145 с.
13. **Орлов Д. С.** Химия почв. – М. : Изд-во МГУ, 1992. – 400 с.
14. **Смагин А. В.** Газовая функция почв // Почвоведение. – 2000. – № 10. – С. 805–808.
15. **Хазиев Ф. Х.** Ферментативная активность почв. – М. : Наука, 1990. – 147 с.
16. **Яковлев А. С.** Биологическая диагностика и мониторинг состояния почв // Почвоведение. – 2000. – № 1. – С. 51–52.
17. **Catalase and antioxidants in the connection of the free-radical oxidation / E. Vasiluk, V. Bilchuk, N. Kotzubinskaya, L. Shupranova // Abs. 23th FEBS Meeting. – Basel, Switzerland, 1995. – P. 203.**

Надійшла до редакції 11.11.2009