

.....

"

"

"

"

"

"

Kulik A. F., Vasilyuk O. M., Roshka O. V.
Invertase and urease activity in soils of forest biogeocenoses of Samara-river valley

УДК 577.1:504.53

А. Ф. Кулик, О. М. Василюк, О. В. Рошка

Дніпропетровський національний університет

АКТИВНІСТЬ ІНВЕРТАЗИ ТА УРЕАЗИ У ҐРУНТАХ ЛІСОВИХ БІОГЕОЦЕНОЗІВ ПРИСАМАР'Я

Наведено результати дослідження активності інвертази та уреаз, які можна розглядати як показник біорізноманіття ґрунтів. Показано сезонну динаміку активності ґрунтів залежно від типу біогеоценозу.

Change of the invertase and urease activities in different natural and artificial soils was studied. The season dynamics of soil activity depends on the biogeocenosis type.

Вступ

Ґрунти – складна система з великою кількістю зв'язків між їх складовими [2; 12]. В основі цих зв'язків функціонують матеріально-енергетичні та інформаційні взаємодії, які забезпечують механізми виникнення та розвитку ґрунтів. Ці механізми базуються на ґрунтових мікроорганізмах, ферментах, які накопичені у ґрунтах і забезпечують синтетичні та деструктивні біохімічні процеси [4; 10; 15]. Джерелом ґрунтових ферментів є рослини, мікроорганізми та фауна ґрунту. Корені багатьох рослин і мікроорганізми продукують органічні речовини, у тому числі і ферменти [4–6; 17]. При виділенні ферментів у ґрунт частина їх інактивується, а інші поглинаються ґрунтовими частками і деякий час зберігають свою активність. Ступінь поглинання ферментів залежить від фізико-хімічних властивостей ґрунтів та умов ґрунтоутворення. Ензими перебувають у ґрунтах у комплексному стані за умов збереження структури, будови та специфічності [3].

.....

© А. Ф. Кулик, О. М. Василюк, О. В. Рошка, 2007

77

Вивчення активності ґрунтових ферментів відкриває широкий і всебічний спектр характеристик процесів, які формуються у ґрунтах. Біологічна активність інвертази та уреазы вивчалась раніше, але вкрай недостатньо [7; 8]. Дослідження ґрунтових інвертаз обумовлене тим, що ензим більш чітко, ніж група інших ферментів, віддзеркалює біологічну активність ґрунтів, що пов'язано з рівнем окультурення. Інвертазна активність корелює з кількістю гумусу та вуглеводів у ґрунті. Показники інвертазної активності слід використовувати для вирішення питання прикладного ґрунтознавства.

Із дією уреазы пов'язані процеси гідролізу та переведення у доступну форму азоту сечовини, яка утворюється внаслідок метаболізму азоторганічних сполук. Високу активність уреазы слід розглядати як важливий фактор азотного обміну ґрунтів.

Матеріал і методи досліджень

Об'єкти досліджень – стаціонарні моніторингові пробні площі № 201 (стєпова цілина), № 201А (лісосмуга), № 202 (насадження білої акації сухуватого типу), № 207 (ліпо-ясенєва пристінна діброва), № 224 (насадження дуба звичайного).

Пробна площа № 201 – модель зонального типу рослинності на вододілі двох річок – Самари та Сороковушки. Це мікроплато зі схилом 4–5° північно-східної 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) дорівнює 0,6. Ґрунтові води – з 40 м, ґрунт – чорнозем звичайний.

Пробна площа № 202 розташована за 3 км від с. Андріївка. Представлена тридцятирічним білоакацієвим насадженням. Рельєф – пологий схил вододілу південно-західної експозиції. Мікрорельєф – розвинені невеликі пониження 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 зустрічається 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°) і представлений ліпо-ясенєвою дібровою з добре розвиненим чагарниковим підліском. Порослевий тип поновлення. Середній вік дерев – 80–90 років. Зімкнутість крон – 0,7–0,8, середня висота деревостану – 20 м. Ґрунт – чорнозем лісовий, вилужений, середньолесивований, супіщаний із середнім вмістом гумусу на опіщаних лесах. Глибина залягання ґрунтових вод – 23–25 м.

Пробна площа № 224 – штучне дубове насадження на плакорі, створене на розораному вихідному різнотравно-бородачево-ковиловому степу плакору з невеликим схилом північної експозиції за 3 км від с. Всесвятське Новомосковського району Дніпропетровської області. Ґрунт – чорнозем звичайний лісополіпшений, слабовилужений середньогумусний, середньосуглинистий, на лесах. Зволоження атмосферне. Ґрунтові води – на глибині 40 м. Вік насадження – 39 років. У чагарниковому підліску – клен татарський *Acer tataricum* L., рідше бруслина європейська *Euonymus europaea* L. Тип насадження – рядковий, відстань у рядах – 0,75 м, між рядами – 1,5 м.

Проби ґрунтів на цих площах відбирали за сезонами: весною (I), влітку (II), восени (III), зимою (IV) не менше ніж у трикратній повторності. В умовах лабораторного дослідження вивчали активність ферментів.

Інвертаза, β-D-фруктофуранозид-фруктогідролаза (КФ 3.2.1.26) відноситься до класу гідролаз, групи глікогідролаз, які каталізують гідроліз ди-, три- та моноцукрів

за глюкозидними зв'язками їх молекул [3; 11]. β -D-фруктофуранозидаза гідролізує цукрозу на глюкозу та фруктозу. β -D-фруктофуранозидаза присутня в усіх ґрунтах, є одним із найважливіших ферментів, які характеризують біологічну активність ґрунту. Методи визначення активності основані на вимірюванні кількості гексоз у стадії редукції (інвертних цукрів – глюкози та фруктози), що утворюються при гідролізі цукрози. Суму гексоз виражають у глюкозному еквіваленті (мг глюкози на 1 г ґрунту). У реакції застосовують розчин Фелінга, який із метиленою синню утворює сполуку жовтого кольору. Суміш титрують фільтратом до зникнення забарвлення та визначають активність ензиму за методом Гундерової стосовно чорноземних ґрунтів [11; 13; 14; 16].

Уреаза, або карбамід-аміногідролаза (КФ 3.5.1.5) – фермент, який каталізує гідролітичне розщеплення сечовини на аміак і вуглекислий газ. Фермент характеризується високою специфічністю до субстрату: незначна зміна структури істотно впливає на активність ензиму. У реакції визначають вміст аміаку з використанням реактиву Несслера, у результаті чого утворюються забарвлена сполука йодистого меркурамонію жовтого кольору. Через 15 хвилин визначають оптичну густину за допомогою зеленого світлофільтра. Активність уреазу виражають у мкг аміаку, який утворився, на 1 г наважки за 1 хвилину [1; 11]. Отримані результати оброблені статистично [9]. Порівнювали отримані результати активності наведених ферментів у ґрунтах стосовно контролю 1 (степова цілина) і контролю 2 (липово-ясенєва пристінна діброва).

Результати та їх обговорення

У ґрунтах степової цілини (табл. 1) спостерігали достовірне підвищення активності ензиму відносно контролю № 2 навесні (на 36 %) та восени (на 161 %). У даному варіанті дослідження порівнювалися активність ферменту з біогеоценозів природного походження.

Таблиця 1

Активність інвертази у ґрунтах природних і штучних лісових біогеоценозів Присамар'я

Тип біогеоценозу	Ґрунти	Термін спостереження	$M \pm m$	M_1	M_2
Різотравно-кострицево-ковилловий степ. Контроль № 1	чорнозем звичайний	I	35,0±1,75	–	1,36
		II	10,9±0,51	–	1,11
		III	19,6±0,92	–	2,61
Лісосмуга	чорнозем звичайний лісополіпшений	I	81,60±4,02	2,33	3,16
		II	15,10±0,71	1,38	1,54
		III	9,80±0,43	0,50	1,31
Насадження білої акації сухуватого типу	чорнозем звичайний лісополіпшений	I	54,4±2,65	1,55	2,11
		II	16,3±0,75	1,49	1,66
		III	24,5±1,20	1,25	3,27
Липо-ясенєва пристінна діброва. Контроль № 2	чорнозем лісовий	I	25,8±1,23	0,74	–
		II	9,80±0,43	0,89	–
		III	7,50±0,35	0,38	–
Насадження дуба звичайного	чорнозем звичайний лісополіпшений	I	24,5±1,18	0,70	0,95
		II	12,2±0,61	1,12	1,24
		III	16,3±0,79	0,83	2,17

Примітки: M_1 – співвідношення дослід / контроль 1, M_2 – співвідношення дослід / контроль 2.

У лісосмузі в умовах чорнозему звичайного лісополіпшеного визначення динаміки активності інвертази забезпечило можливість спостерігати підвищення актив-

ності у травні та липні на 38–123 % за наявності тенденції зниження активності ензиму восени. Спостерігали достовірне підвищення активності інвертази впродовж періоду дослідження (травень, липень, вересень) на 31–216 % відповідно.

У насадженнях білої акації сухуватого типу на чорноземах звичайних лісополіпшених відбулось достовірне підвищення активності ензиму впродовж теплого періоду сезону на 25–55 % відносно контролю № 1. Порівняно з контролем № 2, як і в попередньому досліді, спостерігали активацію ензиму на 66–227 %.

У чорноземі лісовому липо-ясеневій пристінній діброві спостерігали протилежні зміни в динаміці активності інвертази порівняно з ґрунтами майданчиків із штучним насадженням деревних рослин. Упродовж усього терміну спостереження активність інвертази була достовірно нижчою (на 11–65 % відносно контролю № 1). У даному випадку порівнювали активність ферменту в умовах росту та розвитку деревних культур різного природного походження. Спостерігаються відмінності активності ензиму у чорноземі звичайному степової цілини та чорноземі лісовому липо-ясеневій пристінній діброві.

У чорноземах звичайних лісополіпшених у насадженнях дуба звичайного активність ензиму була достовірно нижчою, або наближалась до контролю № 1, що відрізняло цей варіант від попередніх. У липні та вересні активність підвищилася на 24–117 %, тоді як у травні не відрізнялася від контролю № 2 (див. табл. 1).

Активність уреазы (табл. 2) у чорноземі звичайному степової цілини була вищою на 153 % у травні; у подальшому активність уреазы зменшувалася відносно контролю № 2. У чорноземі звичайному лісополіпшеному в лісосмузі активність уреазы навесні та влітку значно підвищувалася (в 5–8 разів) з тенденцією зниження до контрольних показників відносно контролю № 1.

Таблиця 2

Активність уреазы у ґрунтах природних і штучних лісових біогеоценозів Присамар'я

Тип біогеоценозу	Ґрунти	Термін спостереження	$M \pm m$	M_1	M_2
Різотравно-кострицево-ковилловий степ. Контроль № 1	чорнозем звичайний	I	0,99±0,03	–	2,53
		II	1,98±0,07	–	0,25
		III	9,94±0,041	–	0,84
Лісосмуга	чорнозем звичайний лісополіпшений	I	7,95±0,37	8,03	2,00
		II	9,94±0,45	5,02	1,25
		III	7,95±0,35	0,80	0,67
Насадження білої акації сухуватого типу	чорнозем звичайний лісополіпшений	I	2,98±0,14	3,00	0,75
		II	3,96±0,17	2,00	0,50
		III	7,75±0,35	0,78	0,65
Липо-ясенєва пристінна діброва. Контроль № 2	чорнозем лісовий	I	3,96±0,15	4,00	–
		II	7,95±0,31	4,01	–
		III	11,9±0,57	1,20	–
Насадження дуба звичайного	чорнозем звичайний лісополіпшений	I	1,19±0,03	1,20	0,30
		II	3,88±0,18	1,96	0,49
		III	2,49±0,12	0,25	0,21

Примітки: M_1 – співвідношення дослід / контроль 1, M_2 – співвідношення дослід / контроль 2.

Активність ензиму від контролю № 2 достовірно не відрізнялась. Активність уреазы у чорноземі звичайному насаджень білої акації навесні та влітку перевищувала контроль у 2–3 рази, тоді як відносно контролю № 2 активність уреазы достовірно зменшувалася. У травні та липні активність ензиму перевищувала контроль у 4 рази, а восени – на 20 % відносно контролю № 1. У даному випадку порівнювали зміну

активності уреазы на дослідних ділянках різних біогеоценозів природного походження. Активність уреазы у чорноземі звичайному лісополіпшеному в насадженнях дуба звичайного у травні та липні підвищувалась на 20–96 %, тоді як восени становила 25 % відносно контролю № 1. Активність ферменту відносно контролю № 2 знижувалась упродовж усього періоду спостереження.

Висновки

Активність інвертази та уреазы залежить від типу біогеоценозу та змінюється за сезонами року. У ґрунтах біогеоценозів як природного, так і штучного походження активність інвертази була високою навесні та восени і становила 111–327 % залежно від типу біогеоценозу, тоді як улітку активність ферменту природно зменшувалась удвічі, або наближалась до контрольних показників. Активність уреазы у ґрунтах різного походження була підвищена у 2–8 разів залежно від терміну спостереження, типу біогеоценозу та пов'язана із субстратним забезпеченням.

Бібліографічні посилання

1. **Аринушкина Е. В.** Руководство по химическому анализу почв. – М.: МГУ, 1970. – 487 с.
2. **Бабьева И. П.** Биология почв / И. П. Бабьева, Г. М. Зенова. – М., МГУ, 1993. – 248 с.
3. **Боєчко Ф. Ф., Боєчко Л. О.** Основні біохімічні поняття, визначення і терміни. – К.: Вища школа, 1993. – 528 с.
4. **Долгова Л. Г.** Ферментативна активність та мікробіологічні процеси в едафотобах техногенних регіонів // Екологія та ноосферологія. – 1999. – Т. 8, № 4. – С. 18–23.
5. **Ефремов А. Л.** Микробиота и биогенность почв пойменных лугов // Почвоведение. – 2000. – № 5. – С. 251–255.
6. **Кузнецов К. Л.** Ферменты в почве. – М.: Просвещение, 1993. – С. 215–235.
7. **Кулик А. Ф.** Динамика биологической активности почв лесных экосистем Присамарья // Биомониторинг лесных экосистем лесной зоны. – Д.: ДГУ, 1992. – С. 103–108.
8. **Кулик А. Ф.** Микробоценоз и устойчивость лесных биогеоценозов // Екологія та ноосферологія. – 1999. – № 3–4. – С. 145–147.
9. **Лакин Г. Ф.** Биометрия. – М.: Высшая школа, 1990. – 293 с.
10. **Ларионова А. А.** Дыхание почвы. – Пущино, 1993. – 145 с.
11. **Методы биохимического исследования растений** / А. И. Ермаков, В. В. Арасимович, М. И. Симрнова-Иконникова, И. К. Мурри. – М.: Изд-во с-хоз. литер., 1952. – 520 с.
12. **Орлов Д. С.** Химия почв. – М.: МГУ, 1992. – 400 с.
13. **Плешков Б. П.** Практикум по биохимии растений. – М.: Колос, 1985. – 255 с.
14. **Починок Х. Н.** Методы биохимического анализа растений. – К.: Наукова думка, 1976. – 334 с.
15. **Смагин А. В.** Газовая функция почв // Почвоведение. – 2000. – № 10. – С. 805–808.
16. **Хазиев Ф. Х.** Ферментативная активность почв. – М.: Наука, 1990. – 147 с.
17. **Яковлев А. С.** Биологическая диагностика и мониторинг состояния почв // Почвоведение. – 2000. – № 1. – С. 51–52.

Надійшла до редколегії 11.01.2007