

УДК 631.474+631.452

Т. В. Легостаєва

Дніпропетровський національний університет ім. Олесь Гончара

**ВПЛИВ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ НА АКТИВНІСТЬ
ОКСИДОРЕДУКТАЗНИХ ФЕРМЕНТІВ ҐРУНТУ
(модельний експеримент)**

З'ясовано диференційовану дію промислових забруднювачів на біохімічну активність ґрунтів в умовах модельного дослідження. Вивчено вплив забруднення ґрунту важкими металами (цинк, мідь, свинець, марганець) на дегідрогеназну активність. Установлено інгібувальну дію металів на активність ферменту. Найтоксичнішими для активності дегідрогенази є цинк і мідь, найменш токсичним – марганець.

T. V. Legostayeva

Oles' Gonchar Dnipropetrovsk National University

**INFLUENCE OF HEAVY METALS ON THE ACTIVITY
OF OXIDOREDUCTASES IN SOIL
(model experiment)**

The differentiated action of industrial pollutants on biochemical activity of soils under condition of model experiment was determined. The influence of heavy metals (zinc, copper, lead, manganese) on dehydrogenase activity was explored. The metals' inhibition activity on the enzymatic activity was found. Zinc and copper are most toxic for dehydrogenase activity and manganese is the less toxic metal.

Вступ

Для характеристики біологічної активності ґрунтів широко використовуються біохімічні показники, серед яких найінформативніші – дані про активність ґрунтових ферментів [4; 6]. Рядом дослідників [3; 5; 7; 9] показано, що активність ферментів відображає ступінь забруднення ґрунтів техногенними поллютантами.

Модельні експерименти мають ряд переваг порівняно з польовими дослідженнями: можливість підтримувати постійну вологість і температуру ґрунту; спроможність забезпечити перемішування ґрунту до повної однорідності в усіх вегетаційних посудинах, що дозволяє уникнути розбіжностей у властивостях ґрунту; можливість дослідження різних забруднювальних речовин роздільно та із заздалегідь заданими концентраціями [8].

При виборі різних біологічних індикаторів забруднення ґрунтів аерогенними промисловими викидами необхідно враховувати, що до їх складу входять різноманітні речовини та практично в усіх випадках доводиться говорити лише про вміст у повітряних емісіях підприємств будь-якої сполуки. Тому ми виконали модельні дослідження щодо з'ясування дії окремих компонентів викидів – металів (цинк, мідь, свинець, марганець) на активність ґрунтової поліфенолоксидази.

Матеріал і методи досліджень

Для з'ясування диференційованої дії промислових забруднювачів на біохімічну активність ґрунтів ми поставили модельні експерименти, в яких використовували чорнозем звичайний важкосуглинковий, що не зазнає дії техногенних поллютантів (на відстані ≈ 80 км від джерел забруднення). Для досліду обраний саме чорнозем звичайний важкосуглинковий, оскільки, за результатами наших досліджень, він має здатність акумулювати найбільшу кількість важких металів порівняно з іншими ґрунтами. Підготовку ґрунтів для аналізу проводили методом, описаним Є. В. Аринушкою [1]. Дегідрогеназну активність ґрунту досліджували методом, запропонованим А. Ш. Галстяном [2]. Ґрунт піддавали забрудненню металами у вигляді розчинів їх сульфатів, концентрації яких утричі перевищували фоновий вміст їх у ґрунтах м. Дніпропетровськ і складала: сульфату цинку – 395,6, сульфату міді – 269,6, сульфату свинцю – 62,1, сульфату марганцю – 9073,6 мг/кг ґрунту.

Результати та їх обговорення

Згідно з нашими даними, дуже чутливою до дії металів виявилася ґрунтова дегідрогеназа. В усіх варіантах досліду (табл. 1–4) активність ферменту значно знижується вже на 1-у добу експозиції (при внесенні у ґрунт сульфату цинку – на 81,1 %, сульфату міді – на 78,8 %, сульфату свинцю – на 75,9 %, сульфату марганцю – на 73,1 % відносно контролю) і продовжує знижуватися до кінця експерименту. На 30-у добу експозиції дегідрогеназна активність складає 6,9, 6,9, 13,8, та 18,6 % (при внесенні у ґрунт сульфатів цинку, міді, свинцю та марганцю відповідно) від такої у ґрунті контрольного варіанта досліду. Проте найтоксичніші для активності дегідрогенази цинк і мідь (див. табл. 1, 2).

Таблиця 1

Вплив іонів цинку на активність дегідрогенази (мг формазану/10 г ґрунту, 24 г, $f = 4$)

Час експозиції, доба	Контроль	Дослід	$t/t_{0,05}$	Зниження активності ферменту відносно контролю, %
1	$2,12 \pm 0,015$	$0,40 \pm 0,037$	15,47	81,13
5	$2,07 \pm 0,013$	$0,31 \pm 0,029$	19,78	85,02
10	$2,00 \pm 0,010$	$0,22 \pm 0,018$	30,49	89,00
15	$1,93 \pm 0,012$	$0,16 \pm 0,017$	30,31	91,71
20	$1,60 \pm 0,014$	$0,12 \pm 0,010$	31,32	92,50
25	$1,58 \pm 0,013$	$0,11 \pm 0,010$	33,05	93,04
30	$1,45 \pm 0,015$	$0,10 \pm 0,009$	28,57	93,10

Таблиця 2

Вплив іонів міді на активність дегідрогенази (мг формазану/10 г ґрунту, 24 г, $f = 4$)

Час експозиції, доба	Контроль	Дослід	$t/t_{0,05}$	Зниження активності ферменту відносно контролю, %
1	$2,12 \pm 0,015$	$0,45 \pm 0,042$	13,35	78,77
5	$2,07 \pm 0,013$	$0,40 \pm 0,039$	14,65	80,68
10	$2,00 \pm 0,010$	$0,33 \pm 0,032$	17,67	83,50
15	$1,93 \pm 0,012$	$0,24 \pm 0,022$	24,32	87,56
20	$1,60 \pm 0,014$	$0,17 \pm 0,015$	21,59	89,38
25	$1,58 \pm 0,013$	$0,13 \pm 0,015$	22,04	91,77
30	$1,45 \pm 0,015$	$0,10 \pm 0,009$	28,57	93,10

При внесенні у ґрунт сульфату цинку спостерігається зниження дегідрогеназної активності на 81,1–93,1 % відносно її активності у ґрунті контрольного варіанта досліду. Згідно з даними, наведеними у таблиці 1, фермент знижує активність уже на першу

добу експерименту. Надалі, протягом усього часу експозиції, активність дегідрогенази інтенсивно знижується, і на 30-у добу спостерігається її найменша активність (0,10 мг формазану/10 г ґрунту) порівняно з показниками активності ферменту за дії інших металів-забруднювачів – свинцю (табл. 3), марганцю (табл. 4), використаних у модельному експерименті.

Таблиця 3

Вплив іонів свинцю на активність дегідрогенази (мг формазану/10 г ґрунту, 24 г, $f=4$)

Час експозиції, доба	Контроль	Дослід	$t/t_{0,05}$	Зниження активності ферменту відносно контролю, %
1	2,12 ± 0,015	0,51 ± 0,049	11,36	75,94
5	2,07 ± 0,013	0,49 ± 0,045	12,09	76,33
10	2,00 ± 0,010	0,41 ± 0,039	14,30	79,50
15	1,93 ± 0,012	0,38 ± 0,030	17,42	80,31
20	1,60 ± 0,014	0,28 ± 0,026	15,83	82,50
25	1,58 ± 0,013	0,22 ± 0,018	22,24	86,08
30	1,45 ± 0,015	0,20 ± 0,016	20,44	86,21

Таблиця 4

Вплив іонів марганцю на активність дегідрогенази (мг формазану/10 г ґрунту, 24 г, $f=4$)

Час експозиції, доба	Контроль	Дослід	$t/t_{0,05}$	Зниження активності ферменту відносно контролю, %
1	2,12 ± 0,015	0,57 ± 0,049	10,93	73,11
5	2,07 ± 0,013	0,53 ± 0,045	11,79	74,40
10	2,00 ± 0,010	0,45 ± 0,042	12,97	77,50
15	1,93 ± 0,012	0,42 ± 0,039	13,25	78,24
20	1,60 ± 0,014	0,38 ± 0,031	12,91	78,75
25	1,58 ± 0,013	0,31 ± 0,029	14,28	80,38
30	1,45 ± 0,015	0,27 ± 0,024	15,16	81,38

Така ж тенденція спостерігається і при додаванні до ґрунту сульфату міді. При цьому дегідрогеназна активність пригнічується на 78,8–93,1 % відносно такої у ґрунті контрольної ділянки і складає 0,10 мг формазану/10 г ґрунту.

Сульфат свинцю виявив менш негативний вплив на дегідрогеназну активність порівняно із цинком та міддю. Активність ферменту пригнічується на 75,9–86,2 % відносно ґрунту контрольного варіанта (див. табл. 3).

Найменший вплив на активність дегідрогенази здійснює сульфат марганцю. Зниження активності ферменту (у межах 73,1–81,4 % відносно його активності у ґрунті контрольного варіанта) відбувається плавно протягом усього часу експозиції і менш інтенсивно, порівняно з дією інших металів, використаних у експерименті (див. табл. 4).

Висновки

Оскільки промислові викиди будь-якого виробництва у природних умовах містять не один, а декілька техногенних забруднювачів, біохімічні показники відбивають їх сумарну дію. Тому виявити вплив поллютантів на ферментативну активність ґрунту можна лише шляхом проведення відповідних модельних дослідів. Отримані результати показують, що забруднення ґрунту сполуками металів – одна із причин зміни біохімічних процесів, які відбуваються у ґрунтах. Це знаходить відображення у зниженні активності ферментів.

Результати модельного експерименту свідчать про інгібувальну дію металів на активність дегідрогенази, причому зі збільшенням часу дії металу-забруднювача актив-

ність ферменту знижується до 30-ї доби досліду. Характер токсичної дії досліджених металів на дегідрогеназну активність ґрунту неоднаковий: на активність ферменту найбільшу інгібувальну дію чинять цинк і мідь, найменшу – марганець.

Бібліографічні посилання

1. **Аринушкина Е. В.** Руководство по химическому анализу почв. – 2-е изд. – М. : Изд-во МГУ, 1970. – С. 313–320.
2. **Галстян А. Ш.** Ферментативная диагностика почв / А. Ш. Галстян, К. В. Григорян // Тр. НИИ почвовед. и агрохимии Арм. ССР. – 1978. – Т. 13. – С. 132–140.
3. **Григорян К. В.** Оценка степени загрязненности почвы по активности инвертазы / К. В. Григорян, А. Ш. Галстян // Методы и проблемы экотоксикологического моделирования и прогнозирования. – Пушкино, 1979. – С. 164–165.
4. **Даденко Е. В.** Изменение ферментативной активности чернозема при хранении образцов / Е. В. Даденко, К. Ш. Казеев // Экология и биология почв. Матер. Междунар. научн. конф. – Ростов-на-Дону : Изд-во ЦВВР, 2004. – С. 89–94.
5. **Девятова Т. А.** Ферментативная активность как диагностический показатель экологического состояния почв / Т. А. Девятова, Т. Н. Крамарева // Экология и биология почв. Матер. Междунар. научн. конф. – Ростов-на-Дону : Изд-во ЦВВР, 2004. – С. 95–99.
6. **Девятова Т. А.** Ферментативная активность черноземов ЦЧЗ / Т. А. Девятова, А. П. Щербаква, Т. Н. Крамарева // Экология и биология почв. Матер. Междунар. научн. конф. – Ростов-на-Дону : Изд-во ЦВВР, 2004. – С. 99–102.
7. **Долгова Л. Г.** Биологическая активность почвы в сфере действия выбросов промышленных предприятий // Тез. докл. VI Делегат. съезда Всесоюз. о-ва почвоведов. – Тбилиси, 1981. – Т. 2. – С. 35–36.
8. **Колесников С. И.** Влияние загрязнения тяжелыми металлами на эколого-биологические свойства чернозема обыкновенного / С. И. Колесников, К. Ш. Казеев, В. Ф. Вальков // Экология. – 2000. – № 3. – С. 193–201.
9. **Павлюкова Н. Ф.** Функциональные особенности микробоценоза почв, содержащих вещества техногенного происхождения / Н. Ф. Павлюкова, В. Н. Кучма, В. Н. Гришко // Биология почв антропогенных ландшафтов. Тез. I Всесоюзн. научн. конф. – Д. : ДГУ, 1995. – С. 42.

Надійшла до редколегії 17.03.2009