

УДК 599:574.4+577.15
© 2015

О.М. ВАСИЛЮК,
науковий співробітник

О.Є. ПАХОМОВ,
доктор біологічних наук

Дніпропетровський національний
університет імені Олеся Гончара,
Україна
E-mail: Vasilyuk.elena@mail.ru

ВПЛИВ ІОНІВ СВИНЦЮ
НА АКТИВНІСТЬ
АСПАРТАТАМІНОТРАНСФЕРАЗИ
В ЛИСТКАХ
GLECHOMA HEDERACEA
В УМОВАХ
РИЙНОЇ ФУНКЦІЇ MAMMALIA

Визначено загальну активність ферменту аспартамінонотрансферази (клас трансфераз) та вміст альбумінів в листках *Glechoma hederacea* L., що домінує на дослідній території. Оцінено середовищевірну роль рийної активності крота (*Talpa europaea* L.) в умовах забруднення на Pb. Виявлено достовірне підвищення активності АСТ на 96 та 12 % у варіантах досліді з Pb 5 ГДК та Pb 10 ГДК, вмісту альбумінової фракції на 141 % у досліді з Pb 1 ГДК та на 10 % у досліді Pb 5 ГДК, що довело нівелюючу дію тварин (порий) на екзогенне забруднення Pb.

Ключові слова: аспартамінонотрансфераза, гранично допустима концентрація, альбуміни, рийна активність крота.

Біотичні та антропогенні чинники впливають на різні складові біосистем [3]. Досліджували вплив важких металів (ВМ) на ґрунти, нижчі рослини, всмоктування, транспорт, акумуляцію та накопичення ВМ вищими рослинами, тваринною клітиною й організмом людини. Так, наявність значних схилів зменшила родючість ґрунту для лісових насаджень, змінювалися морфометричні та біохімічні показники (на прикладі ферментів нітратного метаболізму, аланін- та аспартамінонотрансферази) в листках *Salix alba* L. в умовах підвищеної мінералізації [3], змінився антиоксидантний захист у *Jatropha curcas* L. в умовах сольового стресу, внесення іонів Ca⁺² не покращало ріст, але впливало на поглинання поживних речовин, занурених у NaCl рослин *Vigna unguiculata*.

Вплив Cr, Cd, Pb на Середземноморські ґрунти виявив свою екотоксичність, в умовах урбанізованих територій відбулась оральна біодоступність Cd, Pb та Zn атмосферних емісій Cd та Pb. Під дією Pb збільшилось його накопичення у тканинах таких птахів,

як *Cardinalis cardinalis*, *Turdus migratorius*, а середня активність ферменту дельта-аміноленулинової дегідратази кислоти (ALAD) знизилася на 58–82 %. З'ясована диференційна токсичність Cd, Pb та Cu у *Dragonfly Larvae*. Досліджено взаємодію між Fe²⁺, S²⁻, Zn²⁺, толерантність до них та анатомічну будову коренів мангрових рослин. На зразках води, риби, донних відкладень була виявлена акумуляція As (як основної складової пестицидів у концентрації 30 мкг*г/л, що вище можливого токсичного ефекту), Pb та Cu у результаті антропогенної діяльності у дельті річки Колорадо. В умовах різних абіотичних стресів (високі рН, засолення, склад ВМ у значних концентраціях) була визначена структурова та хімічна адаптація кліткової стінки різних видів кореневих тканин у *Zea mays*, з'ясована стратегія дефіциту Zn, чутливість паростків *Cucumis sativus* L. до Pb, фітотоксичність та іоноспецифічність As, Cd, Co, Cu, Hg, Mn, Ni, Pb та Zn. Нині актуальним є пошук точних і простих методів оцінки екологічного стану довкілля, пошук

та застосування інструменту, що відновлює та зберігає природне біорізноманіття. Одним із таких механізмів є зооценоз, як потужний та досить поширений чинник екосистемних послуг [1, 2, 5]. На видовому та популяційному рівнях він забезпечує сталість біосистем та їх високу продуктивність. Індикація екосистемних послуг зоокомпонентом відбувається із використанням біохімічних індикаторів – ферментів азотного метаболізму (Vasilyuk, 2013), що не використовувалось іншими дослідниками. **Метою нашої роботи** стало дослідження процесів метаболізму для підтримки стану гомеостазу в умовах природного існування.

Матеріали і методи дослідження. Роботу проводили в умовах Присамарського міжнародного біосферного стаціонару. Як контроль обрано територію, незабруднену Рд (липово-ясенєва діброва із зірчником ланцетолистим – *Stellaria holostea* L. та в умовах забруднення ґрунтів солями *Pb* (*Pb* вносили у ґрунт у вигляді *Pb* (NO_3)₂ у спектрі концентрацій 1,6; 8,0; 16,0 г/м², що еквівалентно включенню *Pb* в 1, 5, 10 дозах ГДК). Для запобігання забруднення шарів ґрунту *Pb* були використані ізольовані ґрунтові блоки на глибину 20 см. При внесенні

враховували кількість ГДК для *Pb* (32 мг/кг ґрунту). Визначали загальну активність аспартамінотрансферази (АСТ, К.Ф. 2.6.1.1) і концентрацію водорозчинної фракції білка як індикаторів екологічного стану довкілля. АСТ і аланінамінотрансфераза (АЛТ, К.Ф. 2.6.1.2) є частиною ферментативної системи, що використовує первинний продукт фотосинтезу С₄ групи рослин – аспарат, який синтезується у мезофілі листка. За допомогою АСТ і присутності коферменту піридоксальфосфату (ПФ, похідного вітаміну В₆) відбувається декарбоксилювання аспартату. Утворюється щавлевооцтова кислота, яка за участю малатдегідрогенази перетворюється на малат. Малат вступає в реакцію за участю маликензиму з утворенням пірвіноградної кислоти (ПВК) та вуглекислого газу. Піруват, після амінування за участі АЛТ та присутності ПФ, повертається до мезофілу листка і дезамінується за участю цього ж ферменту. У роботі достовірною вважали різницю між вибірками за $P < 0,05$ [4]. Біохімічні показники визначали через місяць у листках *Glechoma hederacea* L., що домінувала на даній території. Дослід виконували за схемою:

1) монодія: контроль (ділянка без забруднення *Pb* та рийної активності *Mammalia*),

1. Вплив *Pb* на загальну активність аспартамінотрансферази та концентрацію водорозчинної фракції білків у листках *G. hederacea* L. на фоні рийної активності *Mammalia*

Варіант досліджу	$\bar{x} \pm S_x$	Співвідношення дослід/контроль, %
АСТ		
Контроль	0,88 ± 0,222	100,00
<i>Pb</i> 1 ГДК	0,57 ± 0,088*	64,86
<i>Pb</i> 5 ГДК	0,38 ± 0,102*	43,24
<i>Pb</i> 10 ГДК	0,49 ± 0,204*	55,41
Водорозчинна фракція білку		
Контроль	1,82 ± 0,285	100,00
<i>Pb</i> 1 ГДК	1,28 ± 0,380*	70,45
<i>Pb</i> 5 ГДК	1,47 ± 0,583	80,52
<i>Pb</i> 10 ГДК	1,20 ± 0,238*	66,12

*Тут і далі: x – середнє значення; S_x – стандартне відхилення; * – достовірність відмінності між дослідним варіантом та контролем, P < 0,05; для кожного варіанта n=3.*

2. Вплив Pb на загальну активність аспаратамінотрансферази в листках *G. hederacea* L. на фоні рийної активності *Mammalia*

Варіант досліджу	$\bar{x} \pm S_x$	Відношення дослід/контроль, %
Контроль	0,92 ± 0,036	41,03
Контроль (рийна активність)	0,38 ± 0,021*	
Контроль (Pb 1 ГДК)	0,57 ± 0,037	77,08
Рийна активність + Pb 1 ГДК	0,44 ± 0,021*	
Контроль (Pb 5 ГДК)	0,38 ± 0,041	196,88
Рийна активність + Pb 5 ГДК	0,75 ± 0,062*	
Контроль (Pb 10 ГДК)	0,52 ± 0,021	112,50
Рийна активність + Pb 10 ГДК	0,59 ± 0,018*	

дослід (Pb 1 ГДК), дослід (Pb 5 ГДК), дослід (Pb 10 ГДК);

2) комбінована дія: контроль (ділянка без забруднення Pb та рийної активності *Mammalia*), контроль (рийна активність), контроль (Pb 1 ГДК), дослід (рийна активність + Pb 1 ГДК), контроль (Pb 5 ГДК), дослід (рийна активність + Pb 5 ГДК), контроль (Pb 10 ГДК), дослід (рийна активність + Pb 10 ГДК).

Результати досліджень та їх обговорення. Визначено достовірне ($t_{0,05} = 1,74; 2,75; 1,75$) зниження активності АСТ на 35–57 % у спектрі концентрації Pb (1, 5, 10 ГДК) відносно контролю (ділянка без забруднення на свинець). Коливання величини даного показника корелювало ($r =$

0,74) з вектором достовірного ($t_{0,05} = 1,54; 2,25$) зниження концентрації водорозчинної фракції білка (на 20–34 %), що, безумовно, змінювало напрямок та нормальний перебіг нітратного обміну (табл. 1).

В умовах комбінованої дії двох екзогенних екологічних чинників біотичного (порий) та антропогенного (свинець) з'ясовано достовірне ($t_{0,05} = 2,71; 1,34$) підвищення активності АСТ на 96 % та 12 % у варіантах досліджу (порий + Pb 5 ГДК та порий + Pb 10 ГДК) відносно відповідного контролю (контроль (Pb 5) та контроль (Pb 10)), що довело нівелюючу дію тварин (порий) на екзогенне забруднення Pb середньої та максимальної концентрацій. Спостерігали достовірне ($t_{0,05} = 1,73$) зниження активності

3. Вплив Pb на концентрацію водорозчинної фракції білків у листках *G. hederacea* L. на фоні рийної активності *Mammalia*

Варіанти досліджу	$\bar{x} \pm S_x$	Відношення дослід/контроль, %
Контроль	1,82 ± 0,115	92,69
Контроль (рийна активність)	1,69 ± 0,084	
Контроль (Pb 1 ГДК)	1,19 ± 0,046	241,69
Рийна активність + Pb 1 ГДК	2,89 ± 0,137*	
Контроль (Pb 5 ГДК)	1,34 ± 0,013	110,68
Рийна активність + Pb 5 ГДК	1,48 ± 0,021*	
Контроль (Pb 10 ГДК)	1,18 ± 0,045	102,89
Рийна активність + Pb 10 ГДК	1,21 ± 0,075	

АСТ (на 23 %) при мінімальній концентрації *Pb* (1 ГДК) відносно контролю (контроль (*Pb* 1 ГДК)) на фоні рийної активності ссавців. Крім того, порий, як монодія, сприяв зниженню ($t_{0,05} = 7,23$) активності АСТ на 59 % відносно контролю (ділянка без забруднення *Pb* та рийної активності *Mammalia*), що довело негативний вплив порию на ріст та розвиток рослин в умовах незначного терміну спостереження (один місяць), при не нівелюючій дії тварин (порий) на екзогенне забруднення *Pb*. Тобто, рийна активність сприяла зменшенню екзогенного навантаження абіотичної природи (табл. 2).

Спостерігали достовірне ($t_{0,05} = 3,68$) підвищення (на 141 %) вмісту альбуміно-

вої фракції у досліді з мінімальною (1 ГДК) концентрацією *Pb* та на 10 % ($t_{0,05} = 1,73$) у варіанті досліді зі середньою концентрацією металу (5 ГДК), недостовірне (на 2 %) у варіанті досліді 10 ГДК відносно контролів (контроль (*Pb* 1), контроль (*Pb* 5), контроль (*Pb* 10) відповідно). Крім того, порий, як монодія, сприяв несуттєвому ($t_{0,05} = 0,12$) відносно контролю (ділянка без забруднення *Pb* та рийної активності *Mammalia*) зниженню вмісту альбумінової фракції, що корелює із процесом підвищеного нітратного метаболізму, як механізмів ефективної економії ресурсів організму для підтримки стану гомеостазу в умовах неприродного існування (табл. 3).

Висновки

Отже, Pb токсично впливав на ріст та розвиток рослин, на процеси нітратного метаболізму та накопичення білків-альбумінів у листках G. hederacea L. Величина негативної дії суттєво залежить від концентрації екзогенного чинника. Рослинний організм здатний до залучення механізмів ефективної економії ресурсів процесів метаболізму для підтримки стану гомеостазу в умовах не-

природного існування. Доведено нівелюючу дію та середовищевірну роль представників Mammalia в умовах антропогенного навантаження на біоту. Процеси метаболізму та адаптації рослин підтримують стан гомеостазу за умов дії чинника гранично або нижче граничнодопустимого рівня, коли рослинний організм здатний до відновлення, а процеси метаболізму взаємно-обернені.

Бібліографія

1. Булахов В.Л. Біологічне різноманіття України. Дніпропетровська область. Ссавці (*Mammalia*) / В.Л. Булахов, О.С. Пахомов. – Дніпропетровськ: Вид-во Дніпропетр. ун-ту. 2006. – 356 с.
2. Василюк О.М. Вплив іонів нікелю на функціональну активність трансаміназ в листках *Glechoma hederacea* L. в умовах рийної активності *Mammalia* / О.М. Василюк, О.С. Пахомов // Матеріали VIII Междунар. научно-практ. конф. “Achievement of High School–2012”. – БялГРАД-БГ, Софія, Болгарія, 2012. – Т. 21. – С. 43–49.
3. Дзюбак О.І. 2009. Вплив хлоридного засолення на морфометричні та біохімічні

- показники рослин в динаміці росту та розвитку / О.І. Дзюбак, О.М. Василюк // Матеріали I Міжнар. наук. конф. студентів, аспірантів та молодих учених “Фундаментальні та прикладні дослідження в біології”. – Донецьк: “Вебер”, 2009. – Т. 2. – С. 231–232.
4. Доспехов В.А. Методика полевого опыта / В.А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
5. Пахомов О.С. Вплив антропогенних факторів на активність трансфераз на фоні середовищевірної функції ссавців / О.С. Пахомов, О.М. Василюк // Вісник Дніпропетр. університету. – 2012. – Вип. 20, т. 2, № 7/1. – С. 64–70. – (Серія: Біологія. Екологія).

Рецензент – доктор біологічних наук,
професор О.В. Жуков