

ЕКОЛОГІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ НЕОБХІДНОСТІ РЕЦИКЛІНГУ ВІДПРАЦЬОВАНИХ БАТАРЕЙОК

Микола Клименко, доктор сільськогосподарських наук, професор, завідувач кафедри екології, технології захисту навколишнього середовища та лісового господарства

Алла Прищепа, кандидат сільськогосподарських наук, професор, директор Навчально-наукового інституту агроекології та землеустрою

Ольга Бедункова, доктор сільськогосподарських наук, професор Національний університет водного господарства та природокористування (м. Рівне)

У складі твердих побутових відходів (ТПВ) щороку збільшується кількість відпрацьованих побутових батарейок (ВПБ) [1, 2]. Період розкриття ВПБ в умовах звалища оцінюють в 6-7 тижнів [3]. Далі вміст ВПБ надходить в ґрунт та підземні води, не піддається біохімічному розкладу і провокує загальний екотоксичний ефект.

За деякими даними, в загальній масі ТПВ внесок ВПБ становить за кадмієм 52%, за ртуттю 88% [4]. При цьому в жодному з нормативних положень ВПБ прямо не позначені як потенційно небезпечні відходи.

Наведені факти, а також відсутність належної системи рециклінгу роблять актуальною експериментальну оцінку впливу відпрацьованих хімічних джерел струму на навколишнє середовище.

Метою наших досліджень було встановити характер токсичного впливу ВПБ на біологічні об'єкти різних таксономічних груп для з'ясування екологічної небезпеки найбільш популярних типів побутових хімічних джерел струму.



Завдання досліджень полягало у проведенні ряду модельних дослідів методами біотестування [5] та діагностиці хронічної й гострої токсичності ґрунтового та водного середовищ під впливом ВПБ у стадії розгерметизації.

Під час дослідження використовували такі побутові хімічні джерела струму: немарковані відпрацьовані батарейки типів: D (XL) – циліндр (велика); AA (M) – циліндр (середня); AAA (S) – циліндр (маленька).

Відносно низька вартість таких батарейок зумовлює масовий характер їх використання в побуті, а відсутність інформації про те, який саме елемент вони містять, ускладнює подальше поводження з ними, зокрема процес їх утилізації. Отже, небезпека для навколишнього середовища від немаркованих ВПБ є досить істотною.

З огляду на завдання досліджень, було здійснено попередню розгерметизацію корпусів ВПБ.

Хронічну токсичну дію пошкоджених ВПБ, які можуть потрапити в ґрунт, діагностували за допомогою тест-реакції на проростання цибулі звичайної (*Allium cepa*), яку широко застосовують під час біомоніторингу навколишнього середовища, в досліді тривалістю 30 діб.

При проведенні модельних дослідів дотримувались принципу єдиної відмінності. Варіанти дослідів закладали в трьох ящиках однакового об'єму (3 дм³), які заповнювали одним типом ґрунту. Попередньо в ящиках було розміщено по 1 відпрацьованих побутових батарейок різних типів: варіант 1 – батарейки типу D, варіант 2 – батарейки типу AA, варіант 3 – батарейки типу AAA. Як контроль було використано той же об'єм ґрунту, який не містив відпрацьованих побутових батарейок. У кожному з ящиків було висаджено по 3 цибулини *A. cepa* однакового розміру. Полив здійснювали регулярно відстояною водопровідною водою, однаковою об'ємом для кожного з варіантів. Протягом експерименту температура в приміщенні становила 21-23 °C.

Тест-об'єктом для діагностики хронічної токсичності води, що містить пошкоджені ВПБ, був макрофіт елодея канадська (*Elodea canadensis*), який є досить чутливим до токсичних речовин, при цьому чутливими виявляються як морфометричні, так і цитологічні показники цього тест-об'єкта. У хронічному досліді оцінювали морфометричні показники лабораторної культури *E. canadensis*: загальний приріст основного пагона і збільшення маси рослини, а також цитологічні показники: кількість живих клітин, клітин у початковій стадії некрозу і мертвих клітин (некроз) на 1000 клітин зони наростання пагона. У ємностях з відстояною водопровідною водою об'ємом 3 дм³ було розміщено по 3 пагони однакової довжини. Тривалість експерименту становила 30 діб, протягом яких був дотриманий принцип єдиної відмінності.

На основі одержаних даних розраховували індекс пригнічення/стимуляції досліджуваних тест-реакцій у відсотковому вираженні відносно контролю (Т, %).

Критерієм хронічної токсичності вважали статистично значуще відхилення в досліді від контролю за надійної ймовірності показників $P < 0,05$ (за критерієм Стьюдента).

Результати проведених оцінок і розрахунків наведено в таблиці.

Таблиця. Облік і оцінка результатів біотестування хронічно токсичності ВПБ

Тест реакція	Результати біотестування								
	D			AA			AAA		
	I _о	T, %	t _{факт}	I _о	T, %	t _{факт}	I _о	T, %	t _{факт}
Приріст листків <i>A. сера</i> , см	13±2	56,6	6,77	18±3,5	40	2,86	21±2,5	17,5	1,92
Приріст пагонів <i>E. canadensis</i> , см	4±1,2	31,58	4,35	1±0,07	23,68	3,33	1±0,03	18,42	2,13
Зміна ваги <i>E. canadensis</i> , г	0,5±0,05	27,5	3,94	0,5±0,1	25,0	4,25	0,1±0,1	15,0	2,72
Клітини, шт./1000 шт. <i>E. canadensis</i> :									
живі	702±18	28,1	13,01	742±25	23,96	8,38	925±15	5,22	2,69
початковий некроз	211±10	0,19	14,4	220±22	20,34	8,16	61±14	4,5	16,4
некроз	86±8	8,41	10	37±6	3,5	5,7	12,7±2	1,04	6,5

Аналіз отриманих даних дає можливість помітити, що середній приріст листків *A. сера* порівняно з контролем, був меншим на 40% у варіанті з батарейками типу AA і на 56,6% – у варіанті з ВПБ типу D.

Батарейки типу AAA зменшили тест-реакцію на 17,5% відносно контролю.

Різниця між результатами біотестування в досліді і контролі виявилась статистично достовірною ($t_{\text{факт}} > t_{\text{теор}}$) у варіантах з відпрацьованими побутовими батарейками типу D і типу AA. Таким чином, є підстави стверджувати, що ґрунт, який містить відпрацьовані батарейки зазначених типів, здійснює хронічну токсичну дію на рослинні організми.

Облік змін морфометричних параметрів тест-об'єкта *E. canadensis* у варіанті з відпрацьованими батарейками типу AAA виявив середній приріст пагону на 1 см за незначної втрати середньої ваги – 0,1 г, що відносно контролю становило 17,5 і 18,42% відповідно.

У варіанті AA було зазначено зменшення середньої довжини пагона на 1 см, середня втрата ваги становила 0,5 г, що відносно контролю відповідно становило 40 і 23,68%.

У варіанті з батарейками типу D пагони в середньому втратили 4 см первинної довжини і 0,5 г ваги. Відносно контролю це становило 31,58 і 27,5% відповідно. Розрахунки критерію достовірності зміни морфометричних параметрів свідчать про хронічну токсичну дію водного середовища, яке містить відпрацьовані розгерметизовані батарейки типів D і AA, а також про відсутність токсичної дії ВПБ типу AAA за 30 діб їх перебування їх у воді.

Цитологічні характеристики зони наростання пагонів *E. canadensis* дали можливість діагностувати хронічну токсичність водного середовища, яке містить всі досліджувані типи відпрацьованих побутових батарейок, що підтверджує перевищення фактичного критерію достовірності різниці варіантів експерименту над теоретичним.

Для оцінки гострої токсичності води, що містить різні типи ВПБ, як тест-реакції була використана смертність гідробіонтів фільтраторів - гіллястовусих ракоподібних *Daphnia magna*.

Дотримуючись принципу єдиної відмінності, в ємностях, що містять 3 дм³ води, розміщували по 10 особин *D. magna*. Спостереження проводили протягом 4-х діб, у таких часових інтервалах: 1, 6, 24, 48 і 96 годин (рис).

Аналіз результатів експерименту, наведених на рисунку, дає можливість зазначити факт гострої токсичності водного середовища в усіх варіантах експерименту. Так, за 96 годин перебування тест-об'єкта у воді з ВПБ типу D, спостерігалось 100% його смертності; з батарейками типу AA і AAA – 75%.

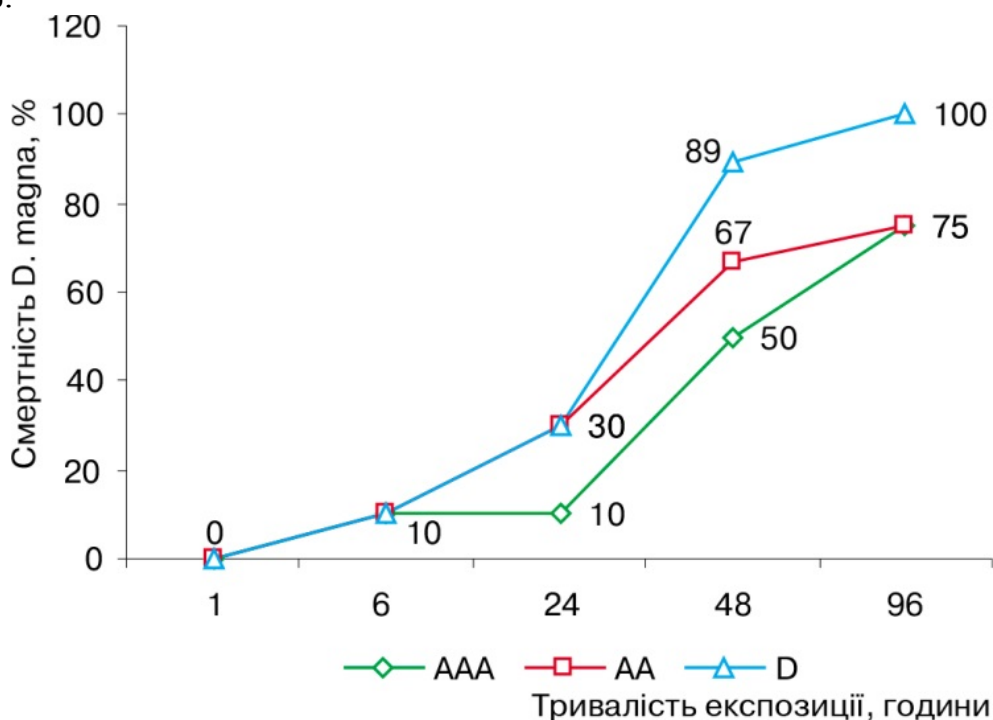


Рис. Смертність *D. magna* у варіантах експерименту відносно контролю

Загалом, проведений експериментальний аналіз токсичності немаркованих ВПБ методами біотестування дав змогу отримати оцінку їх небезпеки для навколишнього середовища (у кількості 1 шт. на об'єм середовища 3 дм³).

Тест-реакції організмів різних таксономічних груп свідчили про хронічну токсичність ґрунту, гостру і хронічну токсичність води за наявності розгерметизованих батарейок типів D і AA.

Для відпрацьованих побутових батарейок типу AAA не встановлено хронічної токсичності ґрунту, при тому, що більшість тест-реакцій гідробіонтів виявили факт хронічної та гострої токсичності води.

Таким чином, результати експерименту можна вважати ще одним обґрунтуванням необхідності вдосконалення системи поводження з відпрацьованими джерелами струму і вирішення проблеми їх рециклінгу, що є основою для мінімізації впливу відпрацьованих побутових батарейок на навколишнє середовище.

Література

1. Управління та поводження з відходами: підруч. / [Шаніна Т. П., Губанова О. Р., Клименко М. О., Сафранов Т. А., Коріневська В. Ю., Бедункова О. О., Волков А. І.]; за ред. проф. Т. А. Сафранова, проф. М. О. Клименка. - Одеса : Вид во ОДЕУ, 2012. - 270 с.
2. Захист від забруднення ландшафтів побутовими та промисловими

відходами на основі використання природних сорбентів : монографія / [В. А. Сташук, З. Р. Маланчук, А. М. Рокочинський, М. О. Клименко, П. Д. Колодич, Л. І. Каменчук, Р. В. Жомирук, С. Ю. Громаченко, О. О. Бедункова]; за ред. проф. В. А. Сташука, З. Р. Маланчука та проф. А. М. Рокочинського. - Херсон : Грінь Д. С., 2014. - 420 с.

3. Горбунова В. В. Минимизация воздействия отработанных химических источников тока на окружающую среду : автореф. дисс. канд. техн. наук: спец. 03.02.08 «Экология» / В. В. Горбунова - М., 2010. - 24 с.

4. Амосова А. А. Экспериментальная оценка экологической опасности портативных батарей для гидробионтов и проблема утилизации [Текст] / А. А. Амосова, Н. Г. Гладышев, И. М. Ахсанов : матер. докладов на XVIII Всероссийском конгрессе «Экология и здоровье человека», 8-10 октября 2013 г. - 1725-1727.

5. Біотестування у природоохоронній практиці : [збірн.] / Технічний комітет зі стандартизації ТК 82 «Охорона навколишнього природного середовища та раціональне використання ресурсів України». Видання офіційне. - К., 1997. - 240 с.