

Б	PCl	O ₂	CO ₂	Ca(OH) ₂	Mg
В	CuCl ₂	Fe	KOH	H ₂	H ₃ PO ₄
Г	Ba(OH) ₂	HCl	CuO	H ₂ O	H ₂
Д	Zn	Ca(OH) ₂	C	H ₂ IO ₄	CuO

1. Вкажіть речовини: а) з ковалентним неполярним зв'язком; б) з ковалентним полярним зв'язком; в) з йонним зв'язком. 2. Складіть рівняння реакцій між речовинами, вказаними у вашому варіанті. 3. Визначте речовини-окисники і речовини-відновники серед запропонованих у вашому варіанті речовин. 4. Складіть рівняння окисно-відновних реакцій, використовуючи речовини, вказані у вашому варіанті. В чому сутність цих реакцій? Як можна визначити окисно-відновні реакції серед інших?

У процесі формуванням в учнів знань про окисно-відновні реакції та в результаті аналізу кількісних характеристик дослідження одержано результати, що свідчать про перспективність запропонованого нами підходу до вивчення окисно-відновних реакцій.

Список літератури

1. Зуєва М.В., Б.В. Іванова. Вдосконалення організації навчальної діяльності школярів на уроках хімії / М.В. Зуєва, Б.В. Іванова. К.: Освіта, 2009. 60 с.
2. Гладюк М.М . Дидактичні матеріали. Хімія 9 клас. Тернопіль: Підручники і посібники, 2019. 100 с.

УДК 597.551.2:632.95

ДОСЛІДЖЕННЯ ЦИТОТОКСИЧНОЇ ДІЇ ОРГАНОФОСФАТІВ НА *DANIO RERIO* (РОДИНА КОРОПОВІ)

Ковальська Г.Б., Колесницький Р.В., Горин О.І., Боднар О.І.

Тернопільський національний педагогічний університет
імені Володимира Гнатюка

E-mail: bodnar@chem-bio.com.ua

Орґанофосфатні пестициди належать до найбільш використовуваних агрохімічних сполук у всьому світі. Приблизно

9,5, 6,4 та 3,2 кг/га використовуються в азіатських країнах, США та європейських країнах відповідно, включно з 2,7 кг/га в Україні [1, 2]. Серед великої сукупності фосфорорганічних пестицидів найбільше застосовують хлорпірифос та малатіон.

Вважається, що основний спосіб дії органофосфатів на водних тварин ґрунтується на їх здатності ковалентно зв'язуватися із залишком серину в активному центрі ацетилхолінестерази з подальшим порушенням каталітичної активності ензиму та накопиченням ацетилхоліну в синапсах нейронів [3, 5]. Варто зазначити, що органофосфатні пестициди, включаючи малатіон та хлорпірифос, характеризуються відносно високою розчинністю у ліпідах, через що вони легко проникають у клітини та впливають на органели, що, у свою чергу, зумовлює помітні структурно-функціональні порушення у біоти. Хоча нейротоксична дія органофосфатів добре вивчена у багатьох організмів, інформація про їх вплив на інші життєво важливі системи організму досить обмежена. Наприклад, допускають, що органофосфати порушують мембранозалежні процеси [5, 6], провокують окисний стрес та відповідно окисне пошкодження ліпідів, протеїнів та ДНК у багатьох організмів, включно людини [2, 4]. Тому важливими є систематичні та комплексні дослідження, які дозволять глибше зрозуміти молекулярні механізми токсикологічних впливів органофосфатів на нецільові організми.

З огляду на зазначене, метою нашої роботи було визначити особливості впливу широко використовуваних фосфорорганічних пестицидів малатіону і хлорпірифосу на прояви цитотоксичності у коропової риби *Danio rerio*. Так, дорослі риби данію піддавалися впливу відповідно низької та високої концентрацій малатіону (5 мкг/дм³ та 50 мкг/ дм³) і хлорпірифосу (0,1 мкг/ дм³ та 3 мкг/ дм³) впродовж 14 днів. У клітинах печінки риб були досліджені зміни біохімічних маркерів, які відображають цитотоксичність обраних пестицидів, а саме: набряк мітохондрій, стабільність мембран лізосом та пошкодження клітин.

У результаті, за отриманими даними виявлено, що хлорпірифос та малатіон у досліджуваних концентраціях суттєво впливають на структурно-функціональні особливості мембран мітохондрій та лізосом: спостерігалось зменшення часу

утримання нейтрального червоного та збільшення набряку мітохондрій. Також було встановлено залежність збільшення активності лактатдегідрогенази у крові від концентрації пестицидів. Показано, що низькі концентрації пестицидів провають апоптоз і стимулюють продукування надлишку метилгліоксалу (побічного продукту гліколізу за його порушення) як реакційно здатного карбонілу. Окрім того, було з'ясовано, що органофосфати обумовлюють утворення реакційно здатних форм нітрогену (лише у тварин, які були піддані більш високій концентрації інсектицидів), індукцію окисного стресу (який оцінювали за високим рівнем АФК) та зміну загальної антиоксидантної здатності з ознаками більш глибоких пошкоджень за дії хлорпірифосу. Розрахунок індексу інтегративної відповіді біомаркерів підтверджує гіпотезу, що хлорпірифос значно токсичніший для даніо, ніж малатіон.

Отримані результати засвідчують, що біомаркери, використані у дослідженні з даніо, можуть стати трансферентною моделлю для оцінки мітохондріальної та лізосомної токсичності пестицидів з можливістю екстраполяції результатів на інші водні організми, а також ссавців та людину.

Подяка

Робота виконана за підтримки Національного фонду досліджень України (№ 2020.02/0270) та Міністерства освіти і науки (№ МВ-2).

Список літератури

1. Abdel-Razek M. A., Abozeid A. M., Eltholth M. M., Abouelenien F. A., El-Midany S. A., Moustafa N. Y., Mohamed R. A. Bioremediation of a pesticide and selected heavy metals in wastewater from various sources using a consortium of microalgae and cyanobacteria. *Slovenian Veterinary Research*. 2019. Vol. 56, Is. 22. P. 61–74.
2. Kabra N. A., Ji M.-K., Choi J., Kim R. J., Govindwar S. P., Jeon B. H. Toxicity of atrazine and its bioaccumulation and biodegradation in a green microalga, *Chlamydomonas mexicana*. *Environ. Sci. Pollut. Res.* 2014. Vol. 21. P. 12270–12278.

3. Kavitha P., Rao J. V. Sub-lethal effects of profenofos on tissue-specific antioxidative responses in a Euryhaline fish, *Oreochromis mossambicus*. *Ecotoxicol. Environ. Saf.* 2009. Vol. 72, Is. 6. P. 1727-1733.
4. Li Z. H., Zlabek V., Velisek J. R., Grabic R., Machova J., Randak T. Modulation of antioxidant defence system in brain of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) after chronic carbamazepine treatment. *Comp. Biochem. Physiol.* 2010. Vol. 151C, Is. 1. P. 137–141.
5. Lushchak V. I., Matviishyn T. M., Husak V. V. Pesticide toxicity: a mechanistic approach. *EXCLI J.* 2008. Vol. 17. P. 1101–1136.
6. Uqab B., Mudasir S., Nazir R. Review on bioremediation of pesticides. *J. Bioremed. Biodeg.* 2016. Vol. 7, № 3. P. 343–348.

УДК: 582.998:[57.085+581.132]

**СТАН ПІГМЕНТНОГО КОМПЛЕКСУ РОСЛИН *IN VITRO*
ДЕЯКИХ ВИДІВ РОДУ *CARLINA* L. ЯК КРИТЕРІЙ-
МАРКЕР ЇХ АДАПТИВНОГО ПОТЕНЦІАЛУ**

**Колісник Х.М., Грицак Л.Р., Дмитришин І.С., Чайка І.В.,
Дробик Н.М.**

Тернопільський національний педагогічний університет
імені Володимира Гнатюка

E-mail: kolisnyk@chem-bio.com.ua

Прогресуюче погіршення екологічної ситуації та антропогенний вплив на фітоценози призводять до порушення, а інколи, до повного знищення популяцій. До рослин, яким потрібна охорона на території України, належать види роду *Carlina* L. Вони занесені до Червоної книги України (2009) і мають статус вразливих, а саме: відкащик татарниколистий – *Carlina onopordifolia* Besser ex Szafer, Kulcz. et Pawł та відкащик осотоподібний – *Carlina cirsioides* Klokov, а також *Carlina acaulis* L., який є регіонально-рідкісним [7]. Одним із способів збереження ендемічних видів є введення їх в культуру *in vitro*. Проблеми застосування біотехнологічних методів пов'язані із