

УДК 597.551.2:632.95

**ЕФЕКТИВНІСТЬ ХЛОРЕЛИ ЩОДО ЗМЕНШЕННЯ
ПРОЯВІВ ОКИСНОГО СТРЕСУ У *DANIO RERIO* ЗА
ВПЛИВУ ПЕСТИЦИДІВ**

¹Ковальська Г. Б., ²Касянчук Н. М., ¹Гриньків С. М.,
¹Жук А. Д., ¹Горин О. І., ¹Боднар О. І.

¹Тернопільський національний педагогічний університет
імені Володимира Гнатюка

²Національний технічний університет України «Київський
політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

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

Зважаючи на постійне збільшення обсягів використання пестицидів та їх фонового вмісту у поверхневих водах, як компонента стоків із сільськогосподарських угідь, важливим є питання їх біоремедіації з використанням доступних та екологічно безпечних засобів. До найбільш перспективних на часі відносять мікроводорості, які можуть знижувати рівень забруднення водного та ґрунтового середовища шляхом адсорбції, накопичення та метаболізму пестицидів до безпечних рівнів або перетворення їх у менш шкідливі або й нешкідливі сполуки і речовини [1, 6]. Так, на прикладі одноклітинних зелених водоростей *Chlamydomonas mexicana*, *Micractinium reisseri*, *Scenedesmus obliquus* та *Chlorella vulgaris* показано, що за 14 діб залишкові концентрації атразину в середовищі у середньому знизилися від 18% до 40% за вмісту пестициду у середовищі 10 мг/дм³ 25, 50 і 100 мг/дм³ [2].

З огляду на зазначене, метою нашої роботи було дослідити ефективність хлорели як потенційного біоремедіатора для зменшення токсичного впливу широко використовуваних пестицидів за умов їх індивідуальної та комплексної дії. Для дослідження ми використали раундап та хлорпірифос відповідно до їх обсягів використання. Як зручну біологічну модель для токсикологічних досліджень нами була обрана коропова рибка даніо *Danio rerio*. Стан організму оцінювали за показниками окисного стресу:

рівень тіолів, загальна антиоксидантна активність та утворення активних форм кисню.

З'ясовано, що експозиція даніо у присутності екологічно реальних концентрацій раундапу та хлорпірифосу викликала загальне виснаження пулу клітинних тіолів за показниками глутатіонтрансферазної активності та, особливо, загального вмісту глутатіону. Зміни показників за умов комбінованого впливу були більш істотними, порівняно з їх індивідуальною дією. Рівень загальної антиоксидантної активності у більшості досліджуваних випадків також зменшувався, узгоджено із збільшенням рівня активних форм кисню у тканині печінки даніо ($r = 0,65$, $p < 0,05$).

За результатами інтегрального аналізу показники окисного стресу, а саме загальна антиоксидантна активність, глутатіон, глутатіонтрансфераза та активні форми кисню у печінці даніо виділяються як чутливі до впливу екологічно реальних концентрацій органофосфатних пестицидів. Причому, тварини реагують на дію пестицидів не активацією систем антиоксидантного захисту, а їх пригніченням, паралельно із збільшенням рівня активних форм кисню у клітині. Це, в свою чергу, може викликати окисне ушкодження біополімерів, у тому числі і ДНК та ініціювати глибинні порушення на рівні спадкового апарату [5]. Наші результати знаходять підтвердження і в літературі. Зокрема, у зябрах риби *Oreochromis mossambicus* за дії 30 мг/л профенофосу протягом 28 діб зменшувалася активність каталази, глутатіон-редуктази та вміст глутатіону, а також зростали СОД, GST та рівень пероксидації ліпідів [3]. Подібні результати були отримані й за дії карбамазепіну в мозку *Oncorhynchus mykiss*, гексахлорбензолу в мозку коропа та тебуконазолу в печінці коропа, за виключенням тотального пригнічення СОД в концентраційно- та часозалежному аспекті [4, 5].

Порівняння впливу органофосфатних пестицидів за умов їх індивідуальної та комбінованої дії не виявило істотних ознак адитивного ефекту, за винятком пригнічення GST, яка, одночасно із залученням до антиоксидантного захисту, включається у біотрансформацію ксенобіотиків, зокрема каталізує реакцію

кон'югації електрофільних субстанцій з глутатионом. За індивідуальної дії раундапу (гліфосату), який метаболізує до гліюксилату, що має електрофільні властивості, ми спостерігали активацію біотрансформаційних процесів за збільшенням GST та частковим вилученням глутатиону з пулу клітинних тіолів. Разом з тим, присутність хлорпірифосу, як індивідуально, так і особливо в суміші порушує детоксикаційні механізми знешкодження електрофільних субстанцій [5].

Отже, дія екологічно реальних концентрацій органофосфатних пестицидів раундапу та хлорпірифосу, як по окремо, так і в суміші, викликала у смугастого даніо пригнічення систем антиоксидантного захисту, узгоджену зі збільшенням рівня активних форм кисню.

Водночас, внесення суспензії зеленої одноклітинної водорості *Chlorella vulgaris* у кількості близько 100 тис. кл/дм³ у середовище не продемонструвало істотного коригуючого впливу на токсичність пестицидів для *Danio rerio*, що не виключає позитивного впливу водоростей на функціонування екосистеми загалом, та потребує подальших комплексних досліджень. Таким чином, потрапляння у поверхневі води стоків з сільськогосподарських угідь, що містять навіть фонові концентрації органофосфатних пестицидів, може становити небезпеку для нецільових організмів, а використання водоростей у процесах детоксикації потребує більш детального гідробіологічного аналізу.

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., et al. 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., et al. 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 575.224.4

**ВИВЧЕННЯ ДІЇ КОМПОНЕНТІВ ФРУКТОВОГО СОКУ НА
ЗМІНУ ЧИСЕЛЬНОСТІ *DROSOPHILA MELANOGASTER***

Козбур А.Р., Крижановська М.А., Дзюрбас Л. С.

Тернопільський національний педагогічний університет
імені Володимира Гнатюка

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

Соки є важливим продуктом харчування, що забезпечують організм людини необхідними речовинами, без яких є неможливим нормальне функціонування великої системи хімічних процесів нашого тіла та забезпечення його життєдіяльності.

Фруктові соки характеризується високими споживчими властивостями, які визначаються його хімічним складом, хімічними та фізичними властивостями, засвоюваністю, органолептичними показниками. Біологічна цінність фруктових соків полягає в тому, що вони сприяють більш повному