

Учитель робить висновок, що у ході реакції маса реагентів дорівнює масі продуктів реакції, зупиняється про закон збереження маси речовин (закон Ломоносова-Лавуазьє).

Робота з підручником за планом: сучасне формулювання закону, застосування закону.

IV Формування вмінь. Учні розв'язують задачі, рівняння реакцій за дидактичними матеріалами, які запропонував учитель.

V Творче завдання: як на вашу думку, чи зберігає своє значення закон збереження енергії в організмі людини? Відповідь обґрунтувати.

Отже, використання інтерактивних методів, прийомів сприяє розвитку творчого потенціалу учнів (забезпечує високий рівень творчого мислення учнів, самоствердження, саморозкриття природних інтелектуальних та творчих задатків).

#### ЛІТЕРАТУРА:

1. Бабанский Ю. Проблемы совершенствования методов обучения на уроке // Народное образование. – 1979.- № 6.- с. 105-111.
2. Жорник О. Використання дидактичних ігор у навчанні // Рідна школа.–2000.- № 4.–с.63-64
3. Селевко Г. Современные образовательные технологии: Учебное пособие. – М.: Народное образование, 1998.- 256с.
4. Курганов Є. Дитина і дорослий у навчальному діалозі // Завуч. - 1999.- № 9.

УДК 574.64 : 597.554.3 : 632.154

Яковенко Б.В., Мехед О.Б.

Чернігівський державний педагогічний  
університет ім.Т.Г.Шевченка

## БІОХІМІЧНІ ЗМІНИ В ОРГАНІЗМІ КОРОПА ЛУСКАТОГО ПІД ВПЛИВОМ ГЕРБИЦИДНОГО ЗАБРУДНЕННЯ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

Частина пестицидів з оброблених сільськогосподарських земель втрачаються з ґрунтом, водою та повітрям. Ці втрати представляють потенційний ризик для навколишнього середовища та здоров'я людини [1]. Величина цього ризику, а також концентрації хімічних речовин, при яких він має місце, є дуже важливими питаннями, на які необхідно відповісти для ефективного розв'язання проблеми забруднення навколишнього середовища та його впливу на окремі організми і екосистеми в цілому.

Комплексна взаємодія природних явищ, хімічних процесів та людських дій призводить до появи достатньо високих концентрацій пестицидів у поверхневих водах, що викликає занепокоєння як можлива небезпека для людини та через шкідливу дію на водні організми. Тому в наш час важливу роль відіграє вивчення біохімічних показників життєдіяльності гідробіонтів, і зокрема риб, у відповідь на отруєння. Знання характеру змін в органах і тканинах в результаті отруєння може бути використане для пояснення механізмів адаптації риб до токсикантів, виявлення причин загибелі гідробіонтів у природних водоймах та обґрунтування методів контролю забруднення навколишнього середовища.

Метою даної роботи було вивчення активності ізоцитратдегідрогенази (ІЦДГ) - ферменту циклу трикарбонових кислот (ЦТК) та лактатдегідрогенази (ЛДГ) – заключного ферменту гліколізу у білих м'язах, печінці та мозку коропа лускатого у присутності токсикантів: 2,4-дихлорфеноксиоцтової кислоти (2,4-Д), її аміної солі (2,4-Д-NH<sub>4</sub>) та бутилового ефіру (2,4-Д ефір).

Дослідження проводили на двоохрічках коропа лускатого (*Syrpinus carpio* L.). Риб тримали при стандартному газовому та гідрохімічному режимі. Досліди по вивченню впливу токсикантів проводили у 200-літрових акваріумах з відстояною водопровідною водою, в яких риб утримували з розрахунку 1 екземпляр на 40 л води. Концентрацію токсикантів, що відповідає 2 ГДК для рибогосподарських водойм, створювали шляхом внесення необхідної кількості гербициду. Період аклімації становив 14 діб. Величина рН води складала 7,3-7,8. Температура витримувалась близькою до природної. Досліджували активність лактатдегідрогенази у цитоплазматичній фракції по загальноприйнятій методиці [5], ізоцитратдегідрогенази в мітохондріальній фракції [6]. Кількість білка в пробах визначали по методу Лоурі і співавт.[8]. Одержані дані опрацьовані статистично за Ойвінім [3].

Аналіз отриманих даних (таблиця 1) свідчить про тенденцію до зростання активності ЛДГ під впливом 2,4-Д та її похідних.

Таблиця 1

Активність цитоплазматичної лактатдегідрогенази в органах коропа лускатого при токсичній дії 2,4-Д-аміної солі та зенкору, мкмоль NADH/мг білка за хвилину ( $M \pm m$ , n=5)

Орган	Контроль	Токсикант		
		2,4-Д	2,4-Д-NH <sub>4</sub>	2,4-Д ефір
Білі м'язи	0,165±0,001	0,171±0,003	0,203±0,027	0,246±0,021*
Печінка	0,215±0,003	0,220±0,007	0,227±0,071	0,193±0,002
Мозок	0,065±0,005	0,081±0,032	0,073±0,012	0,175±0,005*

\*- відмінності по відношенню до контролю достовірні.

Суттєві зміни в активності ферменту спостерігаються у м'язах та мозку риби лише під дією бутилового ефіру 2,4-Д ( $0,246 \pm 0,021$  проти  $0,165 \pm 0,001$  та  $0,175 \pm 0,005$  проти  $0,065 \pm 0,005$  мкмоль NADH/мг білка за хвилину відповідно), сама ж кислота та її амінна сіль хоч і викликають посилення дії ферменту, але ці зміни не достовірні. Найменш чутливою до впливу токсиканту (2,4-Д ефір) виявилась печінка, де спостерігається лише деяке зменшення активності ЛДГ.

Стосовно ферменту ЦТК – ізоцитратдегідрогенази, то його активність змінюється під впливом 2,4-Д кислоти у печінці, 2,4-Д-NH<sub>4</sub> - в м'язах та печінці, а також в усіх досліджуваних тканинах при дії бутилового ефіру 2,4-дихлорфеноксоцтової кислоти (таблиця 2).

Таблиця 2

**Активність мітохондріальної ізоцитратдегідрогенази в тканинах коропа лускатого при токсичній дії гербіцидів, мкмоль NADP/мг білка за хвилину ( $M \pm m, n=5$ )**

Орган	Контроль	Токсикант		
		2,4-Д	2,4-Д-NH <sub>4</sub>	2,4-Д ефір
Білі м'язи	$0,024 \pm 0,002$	$0,038 \pm 0,010$	$0,042 \pm 0,007^*$	$0,058 \pm 0,017^*$
Печінка	$0,120 \pm 0,012$	$0,181 \pm 0,023^*$	$0,232 \pm 0,021^*$	$0,274 \pm 0,034^*$
Мозок	$0,029 \pm 0,007$	$0,031 \pm 0,003$	$0,037 \pm 0,011$	$0,057 \pm 0,003^*$

\* - відмінності по відношенню до контролю достовірні.

Як у контрольних риб, так і у дослідних, максимальна активність ферменту спостерігається в печінці. ЦДГ цього органу, який у риб є основним центром ферментативної активності [4], зазнає найбільшого впливу токсикантів (активність ферменту збільшується у 1,5 рази під впливом 2,4-Д, у 1,9 разів при дії амінної солі 2,4-Д та майже у 2,3 рази при токсичній дії 2,4-Д ефіру). Найменш чутливою до токсикозу виявилась ЦДГ мозку коропа.

Таким чином, отримані результати свідчать про зростання токсичності гербіцидів групи 2,4-Д в ряду "кислота – амінна сіль – бутиловий ефір", тобто токсичність пестицидів великою мірою визначається формою сполуки, про що свідчать і літературні дані [2]. Під впливом гербіцидів групи хлорфеноксоцтової кислоти відбуваються певні зміни в обміні речовин коропа. В першу чергу це стосується активності клітинних ферментів. Окремі ферменти різних шляхів вуглеводного обміну по-різному реагують на пестицидне забруднення, оскільки зміни активності окремих ферментів чи ферментних систем, як відомо є основним механізмом регуляції метаболічних процесів [7]. Зокрема, лактатдегідрогеназа виявилась менш лабільною в порівнянні з ізоцитратдегідрогеназою, що може свідчити про стабільність функціонування гліколізу в умовах токсикозу.

Треба зазначити, що вплив пестицидів на водні екосистеми великою мірою залежить від їхньої розчинності у воді [1]. Цей показник має двояке значення - при високій розчинності виникають сприятливі умови для швидкої дії препарату на гідробіонтів: надходження в організм через зябра, поглинання, засвоєння донними організмами тощо.

Але за механізмами біосорбції найбільшу небезпеку для живих організмів становлять погано розчинні у водному середовищі пестициди. Вони у великій кількості нагромаджуються у водних відкладах та гідробіонтах і можуть при певних концентраціях негативно впливати на окремі організми і процеси, що забезпечують функціонування екосистеми в цілому.

Крім того, оскільки пестициди групи 2,4-Д є гербіцидами, то вони можуть спричиняти опосередкований вплив на водну екосистему, а саме – вибірково припиняючи розвиток синьо-зелених водоростей, фітопланктону чи зелених водоростей, змінювати у ній видове співвідношення живих організмів.

**ЛІТЕРАТУРА:**

1. Врочинський К.К. Пестициди і охорона водних ресурсів. – К.: Урожай, 1987. – 160с.
2. Лукьяненко В.И. Токсикология рыб. – М.: "Пищевая промышленность", 1967. - 216с.
3. Ойвин И.А. Статистическая обработка результатов экспериментальных исследований //Патол.физиол.и exper.терапия. – 1960. - №4 – С.76-85.
4. Романенко В.Д. Печень и регуляция межуточного обмена. – К.: Наукова думка, 1978. – 184с
5. Biochemika information. – W. – Germany: Boehringer Mannheim GmbH, Biochemika, 1975.-Bd 1.- P.99-100.
6. Biochemika information. – W. – Germany: Boehringer Mannheim GmbH, Biochemika, 1975.-Bd 2.- P.101-102.
7. Gallagher E.L., Di Giulio R.T. Effects of 2,4-dichlorophenoxyacetic acid and picloram on biotransformation, peroxisomal and serum enzyme activities in channel catfish (*Ictalurus punctatus*) // Toxicol. Lett. – 1991. – 57, №1.-P.65-72.
8. Lowry O.H., Rosebrough N.I. Farr A.I., Rendall R.I. Protein measurement with the Folin phenol reagent //J. Biol. Chem., 1951 – 193, 1. – P.265-275.