

кліматичних змін та посилення вимог до безпечності сільгосппродукції точне землеробство виступає інструментом агроекологічного майбутнього.

Список використаних джерел

1. Андрійчук В.Г., Варшавський О.В. Точне землеробство у підвищенні ефективності діяльності аграрних підприємств. Формування ринкових відносин в Україні. №. 12. 2018. С. 48-55.. Бурляй А.П., Охрименко Б.О. Точне землеробство як напрям модернізації аграрного виробництва. Modern Economics. № 29. 2021. С. 29-34.
2. Войтюк Д.Г., Вигера С.М., Аніскевич Л.В. Точне землеробство. Яке місце в ньому відводиться захисту рослин // Захист рослин. – 2000. - № 8. – С. 25-26.
3. Звягінцева О. Обладнання для точного землеробства: тренди та технології 2024. 2024. Джерело: <https://hub.kyivstar.ua/articles/obladnannya-dlya-tochnogo-zemlerobstva-trendi-ta-tehnologiyi-20248>
4. Кобець А.С., Михайліченко Є.М., Пугач А.М., Деркач О.Д., Макаренко Д.О., Сумятіна О.О. Практикум з елементами інтерактивного навчання «Системи GIS та основи технологій цифрового землеробства». Дніпровський державний аграрно-економічний університет, 2021, 117 с.
5. Ласло О.О., Оніпко В.В., Панченко К.С. Гербіцидна технологія захисту соняшнику за умов нестійкого зволоження. *Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка*, 2025 (46). С. 84-89.
6. Ласло О.О. Впровадження технологій точного землеробства в Україні. Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2011. № 1. С.49-51.
7. Оніпко В.В., Міщенко О.В. Особливості вивчення агроландшафтів у курсі гербології в закладах вищої аграрної освіти. Агроландшафти: інноваційні підходи у землеустрої та садово-парковому господарстві: збірник статей II Всеукраїнської науково-практичної конференції. (м. Полтава, 17 квітня 2025 р.). Полтава, 2025. С. 160-163.
8. Шевчук О.В., Коломієць С.І. Точне землеробство: переваги й перспективи. *Захист рослин*. 2001. № 5. С. 18-20.

Лідія ПОЛОТНЯНКО,

аспірант біології

Національного університету «Чернігівський колегіум»

імені Т. Г. Шевченка

ІМУНОБІОЛОГІЧНА РЕАКТИВНІСТЬ РИБ НА ФОНОВЕ ЗАБРУДНЕННЯ КОРМІВ МІКОТОКСИНАМИ

Інтенсивний розвиток аквакультури супроводжується зростанням ризиків, пов'язаних із якістю кормів, які нерідко містять мікотоксини — вторинні метаболіти пліснявих грибів. Одним із найбільш токсичних є мікотоксин Т-2, що проявляє виражену цитотоксичну, імуносупресивну та гематотоксичну дію.

Риби, як представники гідробіонтів, мають складну систему імунної регуляції, яка є чутливою до екзогенних токсикантів, включно з мікотоксинами. В умовах постійного фоново-токсичного навантаження особливу увагу слід приділяти вивченню імунобіологічної реактивності — здатності організму реагувати на зовнішні впливи шляхом мобілізації імунної відповіді. На сьогодні існує значний інтерес до дослідження змін гематологічних, біохімічних та морфологічних показників риб, які можуть свідчити про імунну відповідь на фонове токсичне навантаження кормів. Це дозволяє не лише краще розуміти механізми адаптації, а й оптимізувати умови утримання та годівлі в риборівництві.

Метою статті є аналіз імунобіологічної реактивності риб, зокрема коропа лускатого, на фонове забруднення кормів мікотоксином Т-2 на основі оцінки морфологічних, гематологічних та біохімічних показників.

У сучасних працях висвітлено різноманітні аспекти впливу мікотоксинів на гідробіонтів. Зокрема, [2; 3; 9] детально дослідили вплив мікотоксину Т-2 на морфологічні та іхтіологічні показники коропа. Біохімічні та клітинні зміни в тканинах риб за дії токсикантів представлено в роботах [4; 5; 10]. Питання адаптації риб до стресогенних факторів навколишнього середовища висвітлюються в працях [1; 7], які підкреслюють важливість вивчення імунологічних реакцій. Дослідження, присвячені нуклеїновому гомеостазу, гематологічним зрушенням і впливу пестицидів як супутніх токсикантів, подано у [6; 8].

Імунобіологічна реактивність риб — це здатність їх організму відповідати на дію патогенних або токсичних чинників шляхом мобілізації природженого або набутого імунітету. У випадку забруднення кормів мікотоксинами, передусім Т-2, ця реактивність набуває особливої важливості, адже навіть малі концентрації токсину здатні викликати суттєві фізіологічні порушення.

У роботах [2; 9] було показано, що тривале надходження Т-2 з кормами зумовлює зниження гематокритного показника, зменшення кількості еритроцитів і гемоглобіну, що свідчить про розвиток анемічного синдрому. Паралельно спостерігаються ознаки лейкопенії — зменшення кількості лейкоцитів, які є ключовими елементами імунного захисту. Біохімічні зміни, зафіксовані у [4; 5], підтверджують наявність метаболічного стресу — порушення енергетичного обміну, зростання активності лактатдегідрогенази та зниження вмісту білка в плазмі крові.

Морфологічні показники, згідно з дослідженням [10], також зазнають змін: збільшується кількість дегенеративних форм клітин, змінюється структура тканин печінки та селезінки, що є важливими органами імунної відповіді. Це свідчить про глибоку інтоксикацію та імуносупресивний ефект Т-2.

Імунологічні адаптації у відповідь на токсичний стрес відображаються також у зміні структури крові: у [7] відзначено зростання рівня моноцитів — клітин, які беруть участь у фагоцитозі й активації вторинних імунних відповідей. Зниження рівня нейтрофілів і лімфоцитів, натомість, свідчить про виснаження імунного резерву організму.

Окрему увагу слід приділити дослідженням нуклеїнового гомеостазу в умовах токсикозу [8]. Автори встановили, що Т-2 порушує баланс між ДНК та РНК у клітинах, що негативно впливає на процеси регенерації та проліферації.

Системна оцінка таких реакцій дозволяє зрозуміти механізми імунної адаптації до фонових токсичних чинників, які не завжди викликають гострі отруєння, але мають кумулятивну дію. Це важливо для аквакультури, де постійний вплив низьких доз токсикантів може знижувати продуктивність, імунний захист та життєздатність риб.

Практичне значення досліджень полягає в можливості використовувати морфологічні, біохімічні та гематологічні показники як біомаркери токсичного навантаження. Це дозволяє вчасно виявляти загрози і вживати заходів щодо корекції годівлі або санітарних умов утримання. Підвищення уваги до якості кормів — важливий крок у запобіганні хронічним токсикозам та зміцненні біобезпеки в аквакультурі.

Фонове забруднення кормів мікотоксином Т-2 чинить значний вплив на імунобіологічну реактивність риб. Встановлено зниження гематологічних показників, порушення біохімічної рівноваги, морфологічні зміни в тканинах, що свідчить про системну токсичну дію. Імунологічні відповіді організму відображають як компенсаторні, так і патологічні процеси адаптації до хронічного токсичного впливу. Моніторинг таких показників є дієвим інструментом для оцінки стану здоров'я риб і вдосконалення умов утримання. Перспективним є подальше дослідження молекулярних механізмів імунної відповіді з метою створення профілактичних програм у рибництві.

Список використаних джерел

1. Грубінко В.В. Системна оцінка метаболічних адаптацій у гідробіонтів. *Наукові записки ТНПУ*. Серія: Біологія. 2005. № 2. С. 36–39.
2. Желай М. В., Полотнянко Л. В., Ячна М. Г., Мехед О. Б., Третяк О. П. Вплив мікотоксину Т2 на іхтіологічні показники корокових риб. *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка*. Серія: Біологія, 2023. Т. 84, №1. С. 35-40 <https://doi.org/10.25128/2078-2357.24.1.5>
3. Желай М., Ячна М., Мехед О., Третяк О. Адаптивні зміни іхтіологічних показників корокових риб за дії мікотоксину Т2. *Природні ресурси прикордонних територій в умовах зміни клімату*. Чернівці : Десна-Поліграф. 2023. С. 77-78.
4. Матюшко С., Мехед О. Зміни вмісту аденілатів в тканинах коропа за дії мікотоксину Т2. *Biota. Human. Technology*. 2024. No3. С. 78-83. <https://doi.org/110.58407/bht.3.24.5>
5. Мехед О. Б. Вплив мікотоксину Т2 на деякі біохімічні показники гідробіонтів. *Молюски: результати, проблеми і перспективи досліджень*. Житомир : Видавець ПП «Євро-Волинь», 2024. С. 19-21
6. Мусієнко Н.Г., Жиденко А.О., Мехед О.Б., Коваленко О.М. Вплив пестицидів на морфологічні показники коропа. *Наукові записки Тернопільського*

національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Серія: Біологія. 2005. №3 (26). С.319-321

7. Ніколаєнко Т., Іващенко М., Іващенко Н., Мехед О. Адаптивні зміни показників крові коропа лускатого (*Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758) як відповідь на забруднення води. Природні ресурси прикордонних територій в умовах зміни клімату. Десна-Поліграф. 2023. С. 99-100

8. Пантюшенко І. М., Мехед О. Б., Третяк О. П. Особливості нуклеїнового гомеостазу цьогорічки коропа за токсичних умов утримання. *Екологічний інтелект* – 2012. Дніпропетровськ : ДНУЗТ. ім. акад. В. Лазаряна, 2012. С. 63-65.

9. Полотнянко Л.В., Мехед О.Б. Зміни біохімічних показників в тканинах коропа лускатого (*Cyprinus carpio* L.) під дією мікотоксину Т-2. Актуальні проблеми дослідження довкілля. Суми : Сумський державний педагогічний університет імені А. С. Макаренка. 2023. С. 205-207

10. Polotnianko, L., & Mekhed, O. (2024). Changes in the morphological indicators of carp under the action of mycotoxin T2. *Biota. Human. Technology*, 3, 69-76. <https://doi.org/10.58407/bht.3.24.4>

Данієль СТАНИНЕЦЬ,

здобувач вищої освіти 1 курсу за спеціальністю «Прикладна Механіка»
Мукачівського державного університету

ХІМІЧНІ ДЖЕРЕЛА ЕНЕРГІЇ. ПРИНЦИП РОБОТИ ТА ПРАВИЛЬНА УТИЛІЗАЦІЯ

У сучасному світі хімічні джерела енергії стали незамінним компонентом побутової техніки, транспорту та електроніки. Проте зростання їх споживання призводить до накопичення небезпечних відходів, що містять токсичні елементи, які можуть завдати значної шкоди довкіллю та здоров'ю людей. У зв'язку з цим актуальним є не лише вивчення принципів роботи гальванічних елементів, акумуляторів і паливних елементів, а й розробка та впровадження ефективних методів їх утилізації. Зростає потреба у підвищенні екологічної свідомості населення, розвитку інфраструктури для роздільного збирання та переробки батарейок, а також у посиленні відповідальності виробників.

Мета дослідження: дослідити принципи роботи хімічних джерел енергії, їх види, сфери застосування, а також екологічні аспекти, пов'язані з їх утилізацією, з метою усвідомлення важливості безпечного використання та переробки цих пристроїв у контексті сталого розвитку та охорони довкілля.

1. ХІМІЧНІ ДЖЕРЕЛА ЕНЕРГІЇ. ЇХ ВИДИ ТА ПРИНЦИП РОБОТИ

Хімічні джерела енергії — це пристрої, що перетворюють хімічну енергію, яка вивільняється під час перебігу окисно-відновних реакцій, на електричну. Найпоширенішими серед них є гальванічні елементи, акумулятори та паливні елементи. Кожен із цих типів має свої особливості будови, принципу дії та сфери застосування.

Гальванічні елементи — це одноразові джерела енергії, в яких відбувається