

Висновки. Впровадження індикаторів сталого розвитку у систему управління меліоративними системами є важливим кроком до забезпечення сталого розвитку сільських територій, підвищення ефективності використання природних ресурсів та збереження екологічної рівноваги. Цей процес вимагає тісної співпраці між органами державної влади, місцевим самоврядуванням, науковими установами та громадянськістю для досягнення спільної мети – сталого та ефективного управління меліоративними системами в Україні.

Список використаних джерел

1. United Nations. (2015). Transforming our world: The 2030 Agenda for Sustainable Development. General Assembly resolution A/RES/70/1. <https://sdgs.un.org/goals> (дата звернення: 13.05.2025).
2. European Parliament and Council. (2000). Directive 2000/60/EC establishing a framework for Community action in the field of water policy. Official Journal of the European Union, L 327, 22 December 2000. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32000L0060> (дата звернення: 13.05.2025).
3. Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2018). Integrated Water Resources Management in Agriculture <https://www.fao.org/integrated-water-resources-management> (дата звернення: 13.05.2025).
4. World Bank. (2017). Irrigation and drainage strategy of Ukraine. World Bank. [https://documents1.worldbank.org/curated/en/917821550690263058/pdf/134794-WP-P160318-PUBLIC-Ukraine-Irrigation-Strategy-WB-Dec-2017-002.pdf](https://documents1.worldbank.org/curated/en/917821550690263058/pdf/134794WP-P160318-PUBLIC-Ukraine-Irrigation-Strategy-WB-Dec-2017-002.pdf) (дата звернення: 13.05.2025).
5. Alexakis, D. E. (2021). Linking DPSIR Model and Water Quality Indices to Achieve Sustainable Development Goals in Groundwater Resources. *Hydrology*, 8(2), 90. <https://doi.org/10.3390/hydrology8020090> (дата звернення: 13.05.2025).

Дмитрій ФІЛОНЕНКО,
аспірант кафедри біології
Національного університету «Чернігівський колегіум»
імені Т. Г. Шевченка

ГЛЮКОНЕОГЕНЕЗ У ТКАНИНАХ РИБ ЯК ІНДИКАТОР МЕТАБОЛІЧНОГО СТРЕСУ ПРИ МІКОТОКСИКОЗАХ

У сучасних умовах інтенсивного сільськогосподарського виробництва зростає ризик потрапляння мікотоксинів до водних екосистем, що призводить до токсикозів у гідробіонтів. Особливу увагу дослідників привертає процес глюконеогенезу — шлях утворення глюкози з нецукрових сполук, який активується за умов стресу. Порушення цього процесу є індикатором метаболічного дисбалансу, зокрема у тканинах печінки та м'язів риб. Мікотоксини, зокрема Т2-токсин, можуть впливати на активність ферментів, відповідальних за глюконеогенез, спричиняючи зміни в енергетичному гомеостазі. Вивчення таких змін дозволяє оцінити ступінь токсичного

навантаження і визначити адаптивні можливості водних організмів. Це дослідження має важливе значення для екотоксикології та моніторингу якості водного середовища.

Мета статті - Оцінити активність процесів глюконеогенезу в тканинах риб як показника метаболічного стресу, спричиненого мікотоксикозами, зокрема дією Т2-токсину.

Аналіз літератури засвідчив, що глюконеогенез є важливим механізмом адаптації до токсичного навантаження [11]. Активність ферментів цього процесу змінюється залежно від концентрації токсиканту, температурного режиму та тривалості впливу [5; 6]. За дії Т2-токсину відмічаються зміни у вмісті аденілатів, що безпосередньо впливає на енергетичний стан клітин [2]. Мікотоксини, потрапляючи до організму риб із кормом, викликають зниження активності глюконеогенетичних ферментів та зміни в біохімічному складі тканин [3; 10]. Окремі роботи демонструють сезонну варіабельність цього процесу, що вимагає врахування кліматичних чинників [6]. Автори [4] наголошують, що реакції глюконеогенезу можуть бути використані як специфічні біомаркери для виявлення токсичного навантаження в умовах водного середовища.

Дослідження проводилося на коропі лускатому (*Cyprinus carpio*), як модельному об'єкті водної токсикології. Експериментальні групи отримували корм із додаванням Т2-токсину у різних концентраціях, а тканини печінки, м'язів та нирок відбиралися для біохімічного аналізу.

Спостерігалось зменшення вмісту глюкози у тканинах, що свідчило про пригнічення глюконеогенезу [5]. Особливо чітко це виявлялося в печінці, де активність ферментів фосфоенолпіруваткарбоксикінази та фруктозо-1,6-біфосфатази суттєво знижувалась [4]. При цьому виявлено зниження вмісту АТФ, АДФ і креатинфосфату [2], що підтверджує енергетичний дефіцит клітин.

Паралельно з цим, збільшувався рівень лактату в м'язах, що може свідчити про активацію анаеробного метаболізму як компенсаторного механізму [3]. У тканинах риб, які піддавалися тривалому токсичному впливу, було зафіксовано порушення функцій ферментів, залучених до глюконеогенезу, зокрема в нирках, що беруть участь у підтримці глюкозного гомеостазу [11].

Рівень глюкози в крові зазнавав коливань залежно від дози токсиканту, що може бути наслідком як посиленого катаболізму, так і зниження глюконеогенетичних процесів [7]. Морфологічні ознаки токсикозу включали ознаки дистрофії тканин і зниження загального білкового обміну [13].

Аналіз отриманих даних підтвердив, що глюконеогенез є чутливим індикатором метаболічного стресу. Його зміни мають специфічну картину залежно від органа, тривалості експозиції й типу токсиканту. Використання глюконеогенетичних параметрів може стати важливим інструментом для виявлення ранніх фаз токсичного ураження риб. Також вони мають перспективу у формуванні критеріїв екотоксикологічної оцінки водного середовища [1; 12].

Висновки. Мікотоксин Т2 пригнічує глюконеогенез у тканинах риб, що свідчить про наявність метаболічного стресу. Основні зміни стосуються печінки, м'язів і нирок, де порушується активність ферментів кінцевих стадій глюконеогенезу. Енергетичний дефіцит у тканинах підтверджується зниженням

вмісту аденілатів та накопиченням лактату. Показники глюконеогенезу можуть використовуватись як біомаркери токсичного впливу в умовах водного середовища. Отримані результати доцільно враховувати при екологічному моніторингу й оцінці ризиків для гідробіонтів у водних екосистемах.

Список використаних джерел

1. Дудник С. В. Водна токсикологія. Методичний посібник. Київ. Видавництво Українського фітосоціологічного центру. 108 с
2. Матюшко С., Мехед О. Зміни вмісту аденілатів в тканинах коропа за дії мікотоксину T2. *Biota. Human. Technology*. 2024. No3. С. 78-83. <https://doi.org/110.58407/bht.3.24.5>
3. Мехед О. Б. Вплив мікотоксину T2 на деякі біохімічні показники гідробіонтів. Молюски: результати, проблеми і перспективи досліджень. Житомир : Видавець ПП «Євро-Волинь», 2024. С. 19-21
4. Мехед О. Б., Коваль В. О., Яковенко Б. В. Зміни активності ензимів кінцевих реакцій глюконеогенезу за дії факторів водного середовища у тканинах риб різних видів. *Український біохімічний журнал*. 2010. Т. 82, №4. С. 282
5. Мехед О.Б., Яковенко Б.В., Жиденко А.О. Вплив зенкору на вміст глюкози та активність ферментів глюконеогенезу в тканинах коропа лускатого (*Cyprinus carpio* L.) при різних температурах. *Український біохімічний журнал*. 2004. 76, №3. С. 99-103
6. Мехед О.Б., Яковенко Б.В. Сезонна динаміка токсичного впливу гербіцидів на активність ферментів кінцевих стадій глюконеогенезу і рівень глюкози в тканинах коропа. *Український біохімічний журнал*. 2006. 78, №48. С.8
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., Мехед О. Накопичення мікотоксинів у м'язах коропа лускатого (*Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758) при згодовуванні корму, контамінованого T2-токсиком. Природні ресурси прикордонних територій в умовах зміни клімату. Чернігів : Десна-Поліграф. 2023. С. 105-106
10. 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
11. Рябко А. М., Мальченко К. П., Мехед О. Б. Використання показників інтенсивності глюконеогенезу в тканинах риб для виявлення токсичного впливу гербіцидів. *Хімічні проблеми сьогодення*. Донецьк : НОУЛІДЖ, 2010. С. 270.
12. Яковенко Б. В., Третяк О. П., Мехед О. Б., Деркач С. М., Чкана Н. В. Активність деяких ферментів у печінці коропа за дії гербіцидів. *Наукові записки*

Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Серія: Біологія. 2011. №2 (47). С.233-236

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

14. Filonenko D., Mekhed O. Assessment of the combined effect of heavy metals and surfactants on carp fish organisms. *Biota. Human. Technology*. 2025. No1. P. 40-47. <https://doi.org/10.58407/bht.1.25.3>

Олена ХОДАНЦЬКА,

кандидат сільськогосподарських наук, доцент,
завідувач кафедри біології

Вінницького державного педагогічного університету
імені Михайла Коцюбинського

Оксана ШЕВЧУК,

кандидат біологічних наук, доцент, доцент кафедри біології
Вінницького державного педагогічного університету
імені Михайла Коцюбинського

Олеся ТКАЧУК,

кандидат біологічних наук, доцент, доцент кафедри біології
Вінницького державного педагогічного університету
імені Михайла Коцюбинського

ЕКОЛОГІЧНО БЕЗПЕЧНЕ ЗАСТОСУВАННЯ ФІТОГОРМОНАЛЬНИХ РЕГУЛЯТОРІВ РОСТУ ТА ЇХНІХ МОДИФІКАТОРІВ У РОСЛИННИЦТВІ

Рослинний організм має складну систему регуляції росту та розвитку. Ключову роль у цих процесах відіграють фітогормони – низькомолекулярні органічні речовини, що виробляються рослинними тканинами у мікрокількостях. Вони діють як хімічні месенджери та координують усі фізіологічні процеси в рослині, від проростання насіння до цвітіння та плодоношення. Окрім нативних фітогормонів, існують також синтетичні регулятори росту рослин, які здатні модифікувати вплив природних біологічно активних сполук, змінювати активність, транспорт вторинних метаболітів.

До природних фітогормонів відносять ауксини, гібереліни, цитокініни, брасиностероїди, етилен, абсцизову кислоту, саліцилову кислоту, жасмонати та інші. Залежно від біохімічного складу препарати на їх основі використовуються в рослинництві з метою стимулювання коренеутворення, форсованого розвитку пагона та наростання зеленої маси, регуляції тривалості окремих етапів онтогенезу, контролю цвітіння чи підвищення стійкості до несприятливих умов [1]. Синтетичні регулятори росту рослин мають подібну до нативних аналогів структуру, тому здатні імітувати дію природних фітогормонів, блокувати активність природних сполук, впливати на синтез або транспорт фітогормонів.