

БІОЛОГІЧНА РОЛЬ ТА ЕКОТОКСИКОЛОГІЧНЕ ЗНАЧЕННЯ ХРОМУ У ВОДНИХ ЕКОСИСТЕМАХ

Вітомська Тетяна Володимирівна

здобувачка вищої освіти магістерського рівня

Музика Лідія Володимирівна

доцент, кандидат біологічних наук

Житомирський державний університет

імені Івана Франка, Україна

У водне середовище хром надходить унаслідок скидів промислових підприємств, неналежної утилізації відходів, застосування добрив і пестицидів, а також у результаті природних процесів ерозії ґрунтів та вивітрювання гірських порід і мінералів. У водних екосистемах біологічна дія хрому визначається його хімічною формою, концентрацією та фізико-хімічними умовами середовища [2, 3, 4]. Найбільше екологічне значення мають тривалентний Cr(III) і шестивалентний Cr(VI), які за різних окисно-відновних умов водою можуть взаємоперетворюватися та суттєво відрізняються за рухомістю, біодоступністю і токсичністю [3, 4]. Тривалентний хром характеризується відносно низькою рухомістю та токсичністю, слабкою здатністю проникати через клітинні мембрани, а також схильністю до зв'язування з органічними речовинами, мінеральними частинками й донними відкладами. Натомість Cr(VI) є більш рухомою та біодоступною формою, що забезпечує його активне надходження до організму гідробіонтів і зумовлює виражені токсичні ефекти [3, 4, 5]. На основі аналізу літературних джерел встановлено, що Cr(III) може брати участь в окремих біохімічних процесах у живих організмах, однак його фізіологічна роль для більшості гідробіонтів залишається недостатньо з'ясованою. Водночас за підвищених концентрацій іони хрому становлять екоотоксикологічну небезпеку та можуть порушувати гомеостаз гідроекосистем [1, 2, 3].

Відомо, що поведінка хрому у водному середовищі визначається фізико-хімічними умовами водою, зокрема рН, температурою, вмістом розчиненого кисню, концентрацією органічної речовини та характеристиками донних відкладів [3, 4]. Під впливом цих чинників змінюються форми перебування хрому у воді, його міграційна здатність і біодоступність, у зв'язку з чим токсичний ефект за однакової концентрації може суттєво відрізнятися між різними водоюмами [4, 5]. Особливу небезпеку для гідробіонтів становить Cr(VI), який завдяки високій біодоступності легко проникає у клітини та порушує баланс між утворенням активних форм кисню і функціонуванням антиоксидантної системи, що призводить до розвитку оксидативного стресу, який супроводжується ушкодженням білків, нуклеїнових кислот і ліпідів та активацією процесів перекисного окиснення ліпідів [5, 6]. Одними з найчутливіших мішеней токсичної дії хрому є ліпіди клітинних мембран, оскільки інтенсифікація процесів перекисного окиснення спричиняє порушення

їх структури, зниження стабільності, зміну проникності та дисфункцію мембранозв'язаних ферментів [5, 6].

Прісноводні молюски завдяки фільтраційному типу живлення та постійному контакту із донними відкладами, здатні накопичувати хром у тканинах і органах, що може призводити до розвитку в їх організмі патологічних змін, уповільнення росту, порушення розвитку та генотоксичних ефектів, зокрема пошкодження ДНК [1, 3, 5]. Зміни метаболізму прісноводних молюсків можуть мати як пристосувальний, так і патологічний характер, адже на початкових етапах дії іонів хрому активуються захисні механізми, посилюється антиоксидантна система та відбувається перебудова мембранних структур [1, 6]. Проте за більш тривалого впливу або підвищених концентрацій посилюються процеси перекисного окиснення ліпідів, порушуються клітинні функції та знижується загальна стійкість організму, що негативно впливає на його фізіолого-біохімічний стан [5, 6].

Отже, хром характеризується високим екотоксикологічним потенціалом за підвищених концентрацій або тривалого надходження у водні екосистеми. Особливо небезпечною є дія Cr(VI), який індукує розвиток оксидативного стресу, порушує ліпідний обмін і спричиняє ушкодження клітинних мембран. У цьому контексті дослідження впливу хрому на метаболічні процеси гідробіонтів є важливим для оцінки його екологічних наслідків.

Список використаних джерел

1. Киричук Г. Є., Музика Л. В., Астахова Л. Є. Вміст ксантофілів в організмі ставковика звичайного за дії іонів хрому. Український журнал природничих наук. 2023. (3). С. 91–101.
2. Риженко Н. О., Жаврида Д. Є. Екологічна оцінка вмісту меркурію (Hg^{2+}), хрому (Cr^{6+}) і цинку (Zn^{2+}) у складниках екосистем (на прикладі Обухівського району Київської області). Екологічні науки. 2020. № 5 (32). С. 62–67.
3. Янович Д. О., Швець Т. М. Хром у гідроекосистемах та його вплив на біоту водойм (огляд). Гідробіологічний журнал. 2017. Т. 53, № 2. С. 70–87.
4. Ao M., Zhou R., Meng R. et al. Chromium transformations and biological impacts in aquatic systems: From sediment-water interfaces to food web complexity. *Ecotoxicology and Environmental Safety*. 2025. Vol. 303. Art. 118850.
5. Kamila S., Shaw P., Islam S., Chattopadhyay A. Ecotoxicology of hexavalent chromium in fish: An updated review. *Science of the Total Environment*. 2023. Vol. 890. Art. 164395.
6. Velma V., Vutukuru S.S., Tchounwou P.B. Ecotoxicology of Hexavalent Chromium in Freshwater Fish: A Critical Review. *Reviews on Environmental Health*. 2009. Vol. 24, (2). P. 129–145.