



Ідентифікатор подання: 64

Тип: Секційна доповідь

Радіобіологічні дослідження риб у водоймах Чорнобильської зони відчуження

п'ятниця, 30 травня 2025 р. 13:35 (20 хвилин)

Процеси природного самоочищення непроточних водойм Чорнобильської зони відчуження (ЧЗВ) відбуваються надзвичайно повільно, у зв'язку з чим екосистеми більшості заплавних озер, стариць і затонів і дотепер мають високі рівні радіонуклідного забруднення всіх компонентів. Забруднення радіоактивними речовинами водойм і, пов'язане з ним опромінення біоти, спричиняє ураження водних рослин і тварин на різних рівнях організації біологічних систем. Зазвичай верхні трофічні рівні в екосистемах прісних водойм займають риби, які за хімічною подібністю до біологічно значущих елементів активно концентрують більшість штучних і природних радіонуклідів у різних органах і тканинах. Риби є також чутливими індикаторами стресових явищ у водних екосистемах, виявляючи, з одного боку, підвищену вразливість до впливу іонізуючого випромінювання, а з іншого – певну резистентність до сублетальних доз радіації. Це дозволяє використовувати представників іхтіофауни для аналізу та прогнозування негативних змін у водному середовищі, пов'язаних з впливом радіаційного чинника, а також обумовлює важливість вивчення адаптаційних можливостей риб на популяційному, організменному та клітинному рівнях.

Упродовж останнього десятиріччя досліджували гематологічні, біохімічні, морфологічні, репродуктивні та деякі інші показники для найбільш поширених у водоймах північного Полісся і, зокрема, у ЧЗВ видах риб. Водними об'єктами досліджень у ЧЗВ були залишкові озера, які утворилися в межах колишньої акваторії водойми-охолоджувача (ВО) ЧАЕС після зниження рівня води (північно-східна, північно-західна, південно-східна та південно-західна частини), озера лівобережної заплави р. Прип'ять (Вершина, Глибоке, Далеке), а також оз. Азбучин і Янівський затон. В якості референтних були обрані Київське і Канівське водосховища, а також деякі озера, розташовані в околицях м. Києва.

Потужність поглиненої дози (ППД) для риб ЧЗВ реєстрували в межах 5,1–128,5 мкГр/год з найвищими значеннями для озер лівобережної заплави р. Прип'ять в межах одамбованої ділянки. Для референтних водойм з низьким фоновим рівнем радіонуклідного забруднення ППД для риб становила 0,05–0,07 мкГр/год. Максимальні дози опромінення отримували риби, які ведуть придонний спосіб життя – карась сріблястий та лин, а мінімальні – верховодка та верховка, які мешкають переважно у приповерхневих шарах водної товщі. Потужність дози внутрішнього опромінення «мирних» видів риб ЧЗВ була майже у 2 разів вища, ніж хижих, переважно, за рахунок більш інтенсивного накопичення ^{90}Sr .

Здійснений морфо-метричний аналіз риб показав, що плітка з водойм ЧЗВ відрізнялася неоднорідним темпом росту та наявністю тугорослих особин у стаді: у ловах траплялися як 3-річні екземпляри з довжиною тіла до 15–19 см, так і 5-річні екземпляри довжиною 9–14 см. Вибірка риб з оз. Глибокого відзначалася значним переважанням самиць у нерестовому стаді (співвідношення самців до самиць – 1:5,5) та скороченим терміном життя (4 і 6 років для самців і самиць, відповідно). Плітка з ВО ЧАЕС характеризувалися меншим діаметром ікринок в гонадах самиць ($1,05 \pm 0,01$ мм) у порівнянні з контрольними особинами ($1,5 \pm 0,02$ мм); низьким гонадосоматичним індексом ($10,06 \pm 0,73$) на відміну від риб двох контрольних вибірок ($15,5 \pm 0,87$ та $18,37 \pm 0,61$); низькими показниками вгодованості за Фултоном ($1,87 \pm 0,03$) відносно контрольної групи ($2,2 \pm 0,04$); значним відсотком морфологічних аномалій розвитку плавців, а також виникненням різних типів деформацій та новоутворень у гонадах (11,0% усіх виловлених особин) на відміну від риб у водоймах з низьким фоновим рівнем радіонуклідного забруднення (0,6%).

За результатами досліджень порушень осевого скелета у молоді різних видів риб ЧЗВ було виявлено 15 типів аномалій, локалізованих у двох основних частинах скелета. Серед спостережених аномалій у молоді риб зафіксовано переважання порушень будови елементів хвостового та черевного відділів. Найбільша частота аномалій зареєстрована у вигляді додаткових гілок невральних і гемальних відростків (18–68%) та їх розгалуження (6–15%), часткового або повного злиття хребців (до 10%), деформацій хребців хвостового відділу (до 25%), деформацій хребта (кіфоз, лордоз і сколіоз), а також деформацій

ребер різного ступеня.

Дослідження кровотворної системи чотирьох видів риб (краснопірки, плітки, карася сріблястого та окуня), які мешкають у градієнті тривалого радіонуклідного забруднення, дозволили встановити пороговий рівень потужності існуючих доз радіаційного опромінення (близько 20–40 мкГр/год), до якого відбувається підвищення абсолютної кількості лейкоцитів у периферичній крові, що свідчить про активацію компенсаторних процесів у організмі риб. За дії більш високих доз опромінення кількість лейкоцитів у крові риб зменшувалась, і для деяких видів досягала значень на 12–18% нижчих за контрольні вибірки, що вказує на погіршення процесів кровотворення. Якісний аналіз еритроцитів крові риб у водоймах ЧЗВ виявив численні структурні порушення клітин, а також порушення, пов'язані з патологією мітотичного ділення. Показано, що середній загальний вміст морфологічних порушень краснопірки за максимальної поглиненої дози опромінення був в середньому на 12,1%, у окуня – на 12,4%, у карася сріблястого – на 14,2%, у плітки – на 38,3% вище за контрольні показники. При цьому, у карася виявлена достовірна залежність від ППД для більшості морфологічних порушень еритроцитів, а саме – деформації ядра, клітин з вакуолізованою цитоплазмою, мікроцитів, хроматинолізу, амітозу і двоядерних клітин. У плітки – клітини з вакуолізованою цитоплазмою, пристінковими ядрами, деформацією ядра, хроматинолізом, мікроядрами, мікроцити. У краснопірки зростання кількості порушень зі збільшенням ППД було виявлено для клітин з деформацією ядра, вакуолізованою цитоплазмою, пікнозом, пристінковими ядрами, цитолізом та двоядерними еритроцитами. Серед досліджених видів риб у окуня була виявлена достовірна залежність від ППД для 5 типів морфологічних порушень еритроцитів, а саме – клітин з мікроядрами, пікнозом, цитолізом, деформацією ядра та вакуолізованою цитоплазмою. На основі досліджень кровотворної системи риб можна припустити, що їх імунна система реагує на тривале хронічне опромінення активацією компенсаторно-адаптаційних процесів, які виявляються у зміні кількості лейкоцитів завдяки перерозподілу агранулоцитарних та гранулоцитарних клітин у лейкограмі. Наряду з цим відмічено значне збільшення патологічних змін структури ядер та цитоплазми еритроцитів. Радіаційне навантаження, вплив якого перевищує допустимі можливості організму, спричиняє значне скорочення абсолютної кількості лейкоцитів (переважно за рахунок лімфоцитів), що призводить до погіршення стану імунітету організму.

Попередні біохімічні дослідження риб, виконані у 2024 р. у водоймах з порівно невисокими рівнями радіонуклідного забруднення (градієнт ППД становив 5,1–18,7 мкГр/год), показали певне збільшення показника перекісного окислення ліпідів з посиленням активності антиоксидантної системи за підвищених рівнів ППД. Також був зареєстрований збільшений морфо-фізіологічний індекс печінки, що свідчить про її підвищену активність, яка спрямована на послаблення негативних впливів середовища. Це може вказувати на зниження активності метаболічних процесів, а саме на зменшення використання енергетичних субстратів. На користь цього припущення свідчить менший вміст РНК і зниження співвідношення РНК/ДНК в зябрових пелюстках риб з водойм ЧЗВ відповідно до контролю. Це відбувається через зниження рівня біосинтетичних процесів, особливо білків, в тканинах риб. Причиною таких порушень є зростання загального пулу в тканинах дієнових кон'югантів і малонового діальдегіду, що, вірогідно, призводить до зниження каталітичної активності ферментів, в тому числі антиоксидантних ензимів. При цьому слід зазначити, що ці негативні наслідки радіонуклідного забруднення в межах зазначеного градієнту ППД не є критичними для перебігу загального метаболізму в цілому, оскільки риби протягом тривалого часу продовжують здійснювати свої основні життєві функції. Такі зміни у фізіолого-біохімічному стані риб можуть бути одним з наслідків адаптації до існуючих умов. Зниження каталітичної активності ферментів і, відповідно, метаболізму в цілому зменшує енергетичні витрати, унеможливаючи виснаження і загибель риб.

Роботу виконано за підтримки Національного фонду досліджень України (проект № 2023.03/0156), Національної академії наук України, а також у співробітництві з Державним спеціалізованим підприємством «Екоцентр» ДАЗВ України.

Author: Проф. GUDKOV, Dmitri (Institute of Hydrobiology)

Співавтори: Д-р. GANZHA, Khristina (Institute of Hydrobiology); Д-р. POMORTSEVA, Nataliya (Institute of Hydrobiology); Д-р. GUPALO, Olena (Institute of Hydrobiology); Д-р. POTROKHOV, Olexander (Institute of Hydrobiology); Д-р. KAGLYAN, Olexandr (Institute of Hydrobiology); Пан KIREEV, Sergey (SSE "Ecocentre"); Д-р. KHUDIYASH, Yuriy (Institute of Hydrobiology); Д-р. BELYAEV, Volodymyr (Institute of Hydrobiology)

Доповідач: Проф. GUDKOV, Dmitri (Institute of Hydrobiology)

Тип засідання: Радіоекологія

Класифікація за напрямком: Радіоекологія та радіобіологія: Радіоекологія