

УДК [577.34:574.63:597.08:581.526.3] (28) (477)

О.Л. ЗАРУБІН, Н.Є. ЗАРУБИНА

Інститут ядерних досліджень НАН України
пр-т Науки 47, Київ 03680, Україна

РАДІОНУКЛІДНЕ ЗАБРУДНЕННЯ КАНІВСЬКОГО ВОДОСХОВИЩА І ПРИБЕРЕЖНИХ НАЗЕМНИХ ЕКОСИСТЕМ

У 1986–2009 рр. вивчали вміст радіонуклідів у різних компонентах водного середовища і прибережних екосистем Канівського водосховища. Після розпаду короткоживучих радіонуклідів основний внесок у забруднення біоти вносять ^{90}Sr і ^{137}Cs .

Ключові слова: Канівське водосховище, радіонукліди, Cs-137

Основними водними джерелами Канівського водосховища (КВ) є р. Десна і Київське водосховище, яке живиться р річок Дніпра, Прип'яті і Тетеріва, басейни яких в результаті аварії на ЧАЕС були значно забруднені радіонуклідами (РН).

На берегах КВ розташовані м. Київ, інші міста та дачні поселення. Вода з водосховища споживається для питного водопостачання і сільськогосподарських потреб. Прибережні території використовуються населенням для відпочинку, збору ягід і грибів. Практично по всьому КВ здійснюється промисловий і аматорський вилов риби. У зв'язку з цим аналіз вмісту радіонуклідів в різних компонентах водних і прибережних екосистем КВ є актуальним.

Матеріал і методи досліджень

Зразки об'єктів водного середовища в середній частині акваторії КВ були відібрані на початку травня 1986 р. Основна станція відбору проб знаходиться на південному мису безіменного острова, розташованого навпроти буя № 52.

Вимірювання проводили в ІЯД НАН України стандартними методами гама-спектрометрії. Час вимірювань залежно від активності проби складав від 7200 с до 86400 с.

Питомий вміст РН у водній і наземній рослинності, ґрунті і донних відкладеннях розраховували на суху масу при природній вологості, а в грибах і рибах – на сиру масу.

Результати досліджень та їх обговорення

До аварії на ЧАЕС забруднення КВ штучними РН майже на 100% було обумовлено глобальними випаданнями в результаті випробувань ядерної зброї.

Після аварії на ЧАЕС РН забруднення КВ відбувалося в три етапи. Першим з них (розпочався 30 квітня 1986 р.) був короткостроковий гострий період, викликаний випаданням радіоактивних аерозолів на дзеркало водосховища. Друге підвищене надходження РН відбулося 16–22 травня 1986 р. і було викликано “добіганням” забруднених РН водних мас з північних територій водозбору. Третій етап хронічного надходження відносно невеликої кількості РН продовжується донині. З 1987 р. основний внесок у забруднення води штучними радіонуклідами вносять ^{137}Cs і ^{90}Sr . Їх вміст, в основному, визначається надходженням “брудної” води з Київського водосховища.

Вода і гідробіоти. У квітні–травні 1986 р. у воді виявляли до 15 гама-випромінюючих РН “чорнобильського” походження. Основний внесок в РН забруднення води вносили ^{140}Ba , ^{131}I , ^{141}Ce , ^{95}Zr , ^{95}Nb , ^{103}Ru , ^{106}Ru . В результаті випадання радіоактивних аерозолів на дзеркало КВ максимальна сумарна активність (6 кБк/л) зареєстрована 3 травня в середній частині КВ в районі м. Ржищів. Тоді ж на інших ділянках КВ вміст РН у воді був у декілька разів нижчий.

У другій половині травня вплив природного процесу радіоактивного розпаду на вміст короткоживучих РН компенсувався їх додатковим надходженням з більш забруднених розташованих вище територій водозбору. Надалі в результаті розпаду і накопичення РН компонентами водних екосистем вміст радіоактивних ізотопів у воді КВ до кінця 1986 р. знизився в сотні разів. З того часу РН забруднення води КВ було обумовлено майже на 100% ізотопами цезію (особливо ^{137}Cs) і ^{90}Sr .

Після завершення періоду інтенсивних надходжень вміст ^{137}Cs і ^{90}Sr у воді КВ, в основному, визначається їх надходженням з територій водозбору Київського водосховища і р. Десна [1]. У період 2000–2009 рр. середньорічний вміст розчинених ^{137}Cs і ^{90}Sr у воді КВ знижується до 0,005 – 0,016 Бк/л і 0,030–0,150 Бк/л відповідно, що значно нижче допустимих рівнів (ДР-2006) [2], які діють нині в Україні.

Частина РН була акумульована в донних відкладеннях, де їх вміст в травні 1986 р. варіював в межах 3–100 кБк/кг, зокрема вміст ^{137}Cs – 50–1000 Бк/кг. У водній рослинності були присутні всі “чорнобильські” РН, а найбільший їх сумарний вміст зареєстрований 15.05.1986 р. в обростаннях на набережній Києва в районі моста “Метро”, де він знаходилося на рівні $n \times 10^4$ кБк/кг. При цьому вміст ^{137}Cs в даному зразку складав 125 кБк/кг. Одночасно вміст РН в нитчастих водоростях роду *Cladophora* сягав $n \times 10^3$ кБк/кг. Серед вищих водних рослин (ВВР) найактивніше накопичувала РН ряска *Lemna minor* (L.), в якій їх вміст в середині травня 1986 р. іноді трохи перевищував 300 кБк/кг. У інших ВВР вміст РН був набагато нижчий і зазвичай не перевищував $n \times 10^1$ – $n \times 10^2$ кБк/кг. До кінця 1986 р. – першій половині 1987 р. сумарний вміст РН у всій водній рослинності істотно зменшився і не перевищував $n \times 10^1$ кБк/кг, причому з тих пір донині основний внесок в РН забруднення водної рослинності КВ вносить ^{137}Cs , де його вміст в 2009 р., як правило, вже не перевищує 100 Бк/кг.

У водних тваринах КВ в травні 1986 р. сумарний вміст РН був значно нижчий і зазвичай не перевищував $n \times 10^4$, зрідка $n \times 10^5$ Бк/кг. Найбільший вміст РН реєструвався в річковому раку *Astacus leptodactylus* Eichw., де він перевищував такий в рибах в 4–40 разів.

У КВ не було активного накопичення ^{54}Mn , ^{125}Sb , ^{95}Zr , ^{95}Nb , ^{141}Ce , ^{144}Ce , ^{106}Ru і ^{103}Ru рибами, що ймовірно пов'язано з малодоступністю цих РН для риб, оскільки дані РН випадали, в основному, у вигляді важкорозчинних паливних частинок. ^{131}I , ^{140}Ba , ^{90}Sr , ^{134}Cs , і ^{137}Cs активно накопичувалися рибами

У гострий період найінтенсивніше рибами накопичувалися ^{131}I і ^{140}Ba . Ймовірно, що опічення цих РН рибами відбувалося через зовнішні покрови і зябра, оскільки протягом декількох діб після попадання цих РН у воду маловірогідне їх проходження по трофічних ланцюгах, яке звичайно вимагає тривалого часу. Так, в тушці *Esox lucius* L. практично через 2–3 доби після початку інтенсивного надходження ^{131}I у воду вже 02.05.1986 р. зареєстроване 2250 Бк/кг цього РН. Одночасно для інших хижих видів риб так само був характерний високий вміст ^{131}I . У тушках *Lucioperca lucioperca* L. і *Perca fluviatilis* L. його вміст знаходився на рівні 1000–2000 Бк/кг. У бентофагах вміст ^{131}I був у декілька разів нижчим і не перевищував 900 Бк/кг.

Після розпаду короткоживучих РН з червня–серпня 1986 р. основний внесок в РН забруднення риб КВ почали вносити ізотопи цезію, які накопичуються переважно у м'язах. В результаті проходження ^{137}Cs по харчовому ланцюгу вміст цього РН в м'язах більшості “мирних” видів риб через 2–6 місяців після аварії досяг свого максимуму – 100–200 Бк/кг. У зв'язку з деякою затримкою проходження ^{137}Cs по харчовому ланцюзі в іхтіофагах найбільші значення вмісту цього РН реєструвалися через 5–12 місяців після аварії. У м'язах *Esox lucius* L. вміст ^{137}Cs сягав 200 Бк/кг; у *Silurus glanis* L. і *Lucioperca lucioperca* L. – 250 Бк/кг, *Perca fluviatilis* L. – 300 Бк/кг; *Aspius aspius* L. – 600 Бк/кг.

Надалі вміст ^{137}Cs в рибах КВ знижується і до 2009 р. складає 2,5–40,0 Бк/кг, що значно нижче за норму [2]. Найбільшим вмістом ^{137}Cs характеризуються іхтіофаги.

^{90}Sr накопичувався м'язами риб КВ в значно менших кількостях порівняно з ^{137}Cs . У 2000–2009 рр. вміст ^{90}Sr в м'язах риб знаходився в межах 0,1–4,0 Бк/кг.

Компоненти прибережних наземних екосистем. Берег будь-якого водоймища можна розглядати як особливу природну зону, багату органікою і киснем. Високі рівні вмісту органіки і специфічної біоти, специфічні гідрологічні умови обумовлюють накопичення тут біогенних речовин і радіоактивних елементів, зокрема ^{137}Cs . У середній частині КВ на лівому березі напроти буя № 47 поблизу води сумарний вміст РН 02–03.05.1986 р. сягав: стебло *Typha angustifolia* L. торішньої вегетації (1985 р.) – 20000 кБк/кг, хвоя *Pinus silvestris* L. – 1100 кБк/кг, трава (вид не визначений) – 7000 кБк/кг, верхній шар ґрунту (0–1 см) – 600 кБк/кг, верхній шар ґрунту біля води – 1500 кБк/кг, хоча середні значення були у декілька разів нижчими. Вміст ^{137}Cs в стеблах *Typha angustifolia* L. торішньої вегетації сягав 325 кБк/кг, в травах – 35 кБк/кг, у верхньому шарі ґрунту (0–1 см) – 30 кБк/кг, в підстилці – 50 кБк/кг.

Значно була забруднена РН виключно берегова лінія. Гама-фон на відстані 100 м від води у бік берега знижувався в 5–100 разів, а радіоактивність наземної рослинності і ґрунту – у 10–1000 разів.

Весняна повінь 1987 р. і штормове розмивання берегів сприяли розмиванню локальних ділянок відкладення РН. Надалі радіоактивність берегової лінії значно знизилася. У травні 1986 р. радіоактивність прибережної рослинності, в основному, визначалася поверхневим забрудненням. Завдяки опам і змиву від елементів короткого періоду напіврозпаду (^{132}Te , ^{239}Np , ^{140}Ba і ^{151}I) наземна рослинність, що знаходиться поблизу берега, за 1–2 місяця з моменту інтенсивних випадань очистилася в 100–10000 разів. З 1987 р. основний внесок в РН забруднення прибережних наземних екосистем КВ вносить ^{137}Cs . У подальші роки його вміст в основних компонентах знижується. У

2009 р. вміст ^{137}Cs на березі в районі буя № 47 реєструється в межах: трава – 24–110 Бк/кг, ґрунт (шар 0–5 см) – 80–840 Бк/кг, гриби різних видів – 10–2500 Бк/кг, підстилка – 300–2600 Бк/кг.

Висновки

В результаті аварії на ЧАЕС на акваторію КВ надійшли штучні РН. Найбільш забрудненою виявилася лівобережна ділянка берегової лінії в районі м. Ржищів, де сумарний вміст РН в біотичних об'єктах сягав 20000 кБк/кг (стебла *Typha angustifolia* L. торішньої вегетації 1985 р.). Серед «чорнобильських» РН в найвищі концентраціях реєстрували для ^{140}Ba , ^{131}I , ^{141}Ce , ^{95}Zr , ^{95}Nb , ^{103}Ru , ^{106}Ru . Після розпаду цих РН основний внесок у забруднення всіх досліджених компонентів водних і прибережних екосистем роблять ^{90}Sr і ^{137}Cs . Вміст цих РН у воді і рибах значно нижчий, ніж ДР – 2006, а в грибах іноді перевищує дані норми в 2–3 рази.

1. Зарубин О.Л. Содержание радионуклидов в воде Каневского водохранилища после аварии на ЧАЭС 1986 г. / Зарубин О. Л., Канивец В. В. // 36. наук. праць ін.-ту ядерних досліджень. – 2005. – № 3 (16). – С. 110–130.
2. ГН 6.6.1.1-130-2006. Допустимі рівні вмісту радіонуклідів ^{137}Cs і ^{90}Sr у продуктах харчування та питній воді. Державні гігієнічні нормативи. Затв. Наказ МОЗ України від 19.08.97 № 255.

О.Л. Зарубин, Н.Е. Зарубина

Институт ядерных исследований НАН Украины, Киев

РАДИОНУКЛИДНОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ КАНЕВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА И ПРИБРЕЖНЫХ НАЗЕМНЫХ ЭКОСИСТЕМ

В 1986–2009 гг. изучали содержание радионуклидов в различных компонентах водной среды и прибрежных экосистем Каневского водохранилища. После распада короткоживущих радионуклидов основной вклад в загрязнение биоты вносят ^{90}Sr и ^{137}Cs .

Ключевые слова: Каневское водохранилище, радионуклиды, Cs-137

O.L. Zarubin, N.E. Zarubina

Institute Nuclear Researches of NAS of Ukraine, Kyiv

RADIONUCLIDES CONTAMINATION OF KANEV RESERVOIR AND OFF-SHORE SURFACE ECOSYSTEMS

During 1986–2009 the content of radionuclides in different components of water environment and coastal ecosystems of the Kanev Reservoir was studied. The main contribution to contamination of biota introduces ^{90}Sr and ^{137}Cs after disintegration of short-lived radionuclides.

Key words: Kanev Reservoir, radionuclides, Cs-137

УДК 556.531:574.583

А.А. ЗЕНЧЕНКО, Н.В. ТКАЧУК

Чернігівський національний педагогічний університет ім. Т.Г. Шевченка
вул. Гетьмана Полуботка, 53, Чернігів 14013, Україна

ОЦІНКА ЯКОСТІ ВОДИ Р. БІЛОУС ЗА МІКРОЗООПЛАНКТОНОМ

Оцінено якість води р. Білоус за мікрозоопланктоном в умовах впливу стічних побутових вод «Чернігівводоканалу». Показано, що види β -мезосапробної зони зникають, або зменшують чисельність. Види α -мезосапробної зони збільшують чисельність.

Ключові слова: якість води, мікрозоопланктон, гідробіологічна індикація

Річка Білоус відіграє значну роль для Чернігівської області і як зона рекреації, і як джерело водопостачання. Основний негативний вплив на формування якості води у Білоусі здійснює скидання неочищених стічних вод КП «Чернігівводоканалу». Визначення характеру і масштабів впливу скидів підприємства на екологічний стан річки Білоус набуває особливого значення ще й тому, що нижче по течії русла р. Десни, в яку впадає р. Білоус, знаходиться питний водозабір м. Києва [3].