

РАДІОЕКОЛОГІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ДЕЯКИХ РІЧОК ЖИТОМИРСЬКОЇ ОБЛАСТІ

О. М. Волкова, В. В. Беляєв, В. Г. Кленус, О. Є. Каглян,
О. І. Насвіт, Л. П. Юрчук, В. А. Карапиш

Інститут гідробіології НАН України, Київ

Висвітлено результати радіоекологічних досліджень екосистем річок Житомирської області. Визначено концентрацію ^{90}Sr та ^{137}Cs в абіотичних та біотичних компонентах річок Гнилопять, Ірша та Жерев, що протікають територіями з різною щільністю радіоактивного забруднення. В організмі риб р. Жерев концентрація ^{137}Cs перевищувала допустимі рівні у два рази.

Вступ

Водні об'єкти та річкові басейни Житомирської області, як і Київської, Чернігівської, Рівненської і Волинської, належать до тих, що зазнали найбільш відчутного впливу радіонуклідного забруднення після Чорнобильської катастрофи. Згідно з Концепцією захисту населення України у зв'язку з Чорнобильською катастрофою, за рівнями розрахункових сумарних середньорічних ефективних доз опромінення населення, що склалися внаслідок радіоактивного забруднення, територія Житомирської області розподілена на декілька зон – від практично чистих до зон безумовного відселення. У процесі досліджень водойм північної частини України було встановлено, що рівні накопичення радіонуклідів гідробіонтами не завжди залежать від щільності радіонуклідного забруднення площі водозбору [1], а досить розповсюджений підхід до оцінки рівня забрудненості водних екосистем за показниками вмісту радіонуклідів лише у воді не є достатньо задовільним [2].

У роботі проаналізовано особливості накопичення ^{90}Sr та ^{137}Cs в абіотичних та біотичних компонентах річок, що протікають по територіях із різною щільністю радіонуклідного забруднення.

Дослідження виконувалися в рамках державних програм з проблем подолання наслідків Чорнобильської катастрофи (1995 - 2002 рр.).

Об'єкти та методи досліджень

Дослідження проводили в період 1995 – 2002 рр. Об'єктами досліджень були: р. Гнилопять (загальна довжина 99 км, притока р. Тетерів першого порядку, щільність радіонуклідного забруднення території водозбору $< 0,1 \text{ Ки/км}^2$ (4 кБк/м^2)); р. Ірша (загальна довжина 136 км, притока р. Тетерів першого порядку, щільність радіонуклідного забруднення території водозбору $< 5 \text{ Ки/км}^2$ (185 кБк/м^2) з притокою р. Возня); р. Жерев (загальна довжина 96 км, притока р. Уж першого порядку, щільність радіонуклідного забруднення території водозбору $1 - 40 \text{ Ки/км}^2$ ($37 - 1480 \text{ кБк/м}^2$)). Було досліджено вміст радіонук-

лідів у компонентах малих водосховищ: р. Гнилопять – у районі селищ Скригалівка, Швайківка, Слободище та Троянів; р. Ірша – у районі селищ Дворище, Нова Борова, Старики, Шершні, Барвінки та м. Малин; р. Возня – у районі селища Рудня Городищенська; р. Жерев – у районі селищ Червона Волока, Нова Рудня, Повч, руслові ділянки в районі м. Лугини, с. Повч – с. Рудня Повчанська та затока у районі с. Рудня Повчанська.

Визначення питомої радіоактивності води, донних відкладів та гідробіонтів проводили за загальноприйнятими гамма-спектрометричними та радіохімічними методами [3, 4]. Питому активність зависів та донних відкладів розраховували на суху масу, вищих водяних рослин – на повітряно-суху масу, молюсків та риб – на сиру масу.

Результати досліджень та їх обговорення

Вибір об'єктів дослідження був обумовлений можливістю порівняти особливості накопичення радіонуклідів у компонентах річок різного ступеня щільності забруднення площі водозбору.

У табл. 1 наведено межі коливань вмісту радіонуклідів у зразках води, що відібрані на різних ділянках досліджених річок.

Таблиця 1. Вміст розчинних радіонуклідів у воді досліджених річок

Річка	Питома радіоактивність, мБк/л	
	^{90}Sr	^{137}Cs
Гнилопять	5,7 - 13,1	5,1 - 9,7
Ірша	9,1 - 20,0	4,0 - 17,3
Жерев	11,0 - 27,0	14,0 - 420,0

Результати, наведені в таблиці, свідчать про рівномірне забруднення радіонуклідами води р. Гнилопять. На ділянці річки від м. Бердичів до с. Троянів питома радіоактивність ^{90}Sr та ^{137}Cs в окремих зразках води відрізнялась не більше ніж у два рази. Коливання вмісту радіонуклідів у воді р. Ірша, де було досліджено ділянку від с. Дворище до м. Малин, також були незначними. При дослідженні водосховищ на р. Ірша ві-

рогідних розбіжностей у питомій радіоактивності зразків, що були відібрані у верхній, середній та пригреблевій частинах, не зареєстровано. Концентрація ^{90}Sr у воді р. Жерев у середньому не відрізнялася від рівнів забруднення цим радіонуклідом двох інших річок. Для вмісту ^{137}Cs у зразках води р. Жерев притаманні значні межі коливань. Так, якщо концентрація радіонукліда у воді Повчанського водосховища становила 10 - 20 мБк/л, то у воді руслової частини досягала 420 мБк/л, при цьому у травні була приблизно у сім разів вищою, ніж у серпні.

Донні відклади досліджених водосховищ на р. Гнилопять в основному сформовані глинистими мулами з вологістю верхнього шару 200 - 1000 % (у більшості випадків 300 - 500 %) навіть на глибинах до 1 м, що притаманне водоймам із повільною течією. Потужність шару мулу у водоймах досягає 35 см. Було визначено, що питома радіоактивність ^{90}Sr у донних відкладах становить 2 - 80 Бк/кг, а щільність радіонуклідного забруднення верхнього 5-сантиметрового шару – 50 - 670 Бк/м². Для ^{90}Sr не було зареєстровано вірогідної залежності рівнів вмісту від типу донних відкладів та від глибини залягання шару. Слід зауважити, що найбільші рівні забруднення донних відкладів ^{90}Sr у р. Гнилопять спостерігали у трансформованих ґрунтах та на ділянках масового розвитку двостулкових молюсків. Необхідно відзначити, що до аварії на ЧАЕС у дніпровських водосховищах також спостерігали збільшення вмісту ^{90}Sr у первинних ґрунтах [5]. Вміст ^{137}Cs у верхньому 5-сантиметровому шарі не перевищував 110 Бк/кг, а щільність його забруднення досягала 1400 Бк/м². Відомо, що накопичувальна здатність донних відкладів різного типу відносно ^{137}Cs значно відрізняється [6]. У р. Гнилопять концентрація радіонукліда в мулах тільки у два - три рази вища, ніж у пісках але за рахунок більшої об'ємної частки сухої речовини в шарі щільність забруднення верхнього 5-сантиметрового шару пісків іноді буває більшою, ніж мулів. Найбільш забруднений шар донних відкладів (до 150 Бк/кг та до 3 кБк/м²) вкритий чистішим шаром, що на різних ділянках становить від 5 до 25 см.

Характерною рисою р. Ірша є те, що її живлення відбувається за рахунок бокових притоків, а течія спрямована до забруднених територій. Так, питома радіоактивність та щільність забруднення ^{137}Cs верхнього шару водосховищ у районі селищ Нова Борова, Барвінки та Старики більша, ніж у розташованого вище за течією Дворищенського водосховища. Найбільшу щільність забруднення ^{137}Cs донних відкладів (шар 0 -

35 см) було зафіксовано в глибоководній частині водосховища біля с. Нова Борова – до 100 кБк/м². При цьому максимальну концентрацію відзначено в шарі 30 - 35 см. У водоймах поблизу селищ Дворище, Старики та Барвінки найбільш забрудненим ^{137}Cs виявився шар донних відкладів, розташований на глибині 10 - 15 см від поверхні дна. Для ^{90}Sr середня питома активність і щільність забруднення дещо зменшується по каскаду, а величини активності в 10 - 20 разів менші, ніж ^{137}Cs . Відношення питомої радіоактивності ^{137}Cs мулів та пісків становить 0,8 - 120. Вміст ^{90}Sr не залежить від типу донних відкладів та глибини шару і становить 50 - 600 Бк/кг сухої речовини, а щільність забруднення верхнього шару 50 - 900 Бк/м².

Забруднення донних відкладів ^{137}Cs у водосховищі біля с. Дворище визначається відстанню від ЧАЕС та незначною щільністю забруднення площі водозбору, для нижче розташованих водосховищ – морфометричними та гідрологічними чинниками. Так, найбільшу щільність забруднення донних відкладів спостерігали у найбільшому та найглибшому з досліджених водосховищ – біля с. Нова Борова, у два - три рази меншу – у водосховищах з слабкою течією біля селищ Старики та Барвінки. У водосховищах із більшим водообміном спостерігали найменші рівні забруднення донних відкладів.

Високі рівні вмісту радіонуклідів у донних відкладах (табл. 2) р. Жерев обумовлені значною щільністю забруднення площі водозбору.

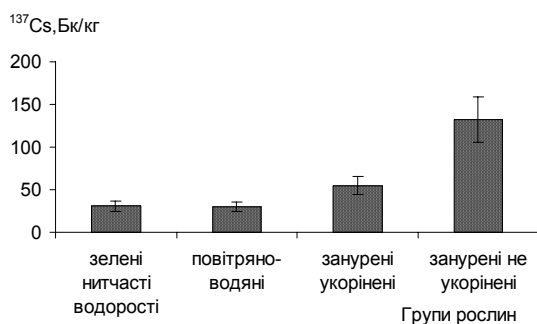
Потужність шару мулу у водоймах біля селищ Червона Волока та Нова Рудня досягає 20 см, у Повчанському водосховищі – 40 см, де спостерігали найбільші рівні радіонуклідного забруднення. При цьому питома радіоактивність ^{137}Cs мулів у деяких випадках була вищою за активність пісків у 7200 разів. Поверхня дна руслових ділянок та затоки р. Жерев сформована пісками та глинами, що обумовлює менші рівні вмісту ^{137}Cs .

При аналізі особливостей радіонуклідного забруднення донних відкладів досліджених водойм відзначено тенденцію до зростання розбіжностей активності ^{137}Cs у мулах та пісках із збільшенням рівнів вмісту радіонукліда.

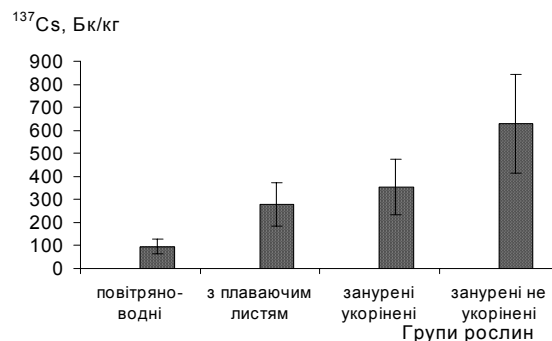
Раніше було показано, що радіонуклідне забруднення біотичних компонентів водойм Полісся в основному сформоване ^{137}Cs [1], тому ми наводимо рівні забруднення водяної флори та фауни саме цим радіонуклідом. На рис. 1 наведено середній вміст ^{137}Cs у водяних рослинах річок Гнилопять та Ірша.

Таблиця 2. Щільність забруднення донних відкладів водосховищ та ділянок р. Жерев, кБк/м²

Район відбору	Радіонукліди	
	^{90}Sr	^{137}Cs
с. Червона Волока (водосховище)	1,0 – 2,0	8 – 120
с. Нова Рудня (водосховище)	1,0 – 2,0	5 – 180
м. Лугини (руслорова ділянка)	1,0 – 2,5	10 – 20
с. Повч (водосховище)	0,05 – 5,0	20 – 1000
с. Повч – с. Рудня Повчанська (руслорова ділянка)	0,05 – 0,12	3 – 30
с. Рудня Повчанська (затока)	0,02 – 0,1	20 – 80



а

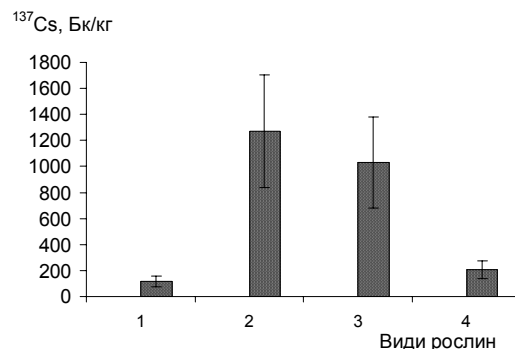


б

Рис. 1. Середній вміст ^{137}Cs у водяних рослинах річок Гнилопять (а) та Ірша (б).

Видно, що відношення рівнів радіонуклідного забруднення вищих водяних рослин різних екологічних груп для двох досліджених річок приблизно однакові, при цьому питома радіоактивність досліджених рослин р. Ірша була приблизно у 3 - 5 разів вищою. Слід відзначити, що рослини досліджених ділянок р. Гнилопять були забруднені ^{137}Cs досить рівномірно. Для вищих водяних рослин р. Ірша з притокою р. Возня притаманні значні межі коливань питомої радіоактивності ідентичних видів на різних ділянках. Так, питома радіоактивність глечиків жовтих становила в різних точках відбору від 15 до 1300, рдесника пронизанолистого – від 150 до 1000 Бк/кг. Найбільші рівні радіонуклідного забруднення рослин усіх досліджених видів було зареєстровано у водосховищі на р. Возня в районі с. Рудня Городищенська, що, на наш погляд, обумовлено низькими показниками водообміну цієї водойми. Необхідно звернути увагу на те, що питома радіоактивність укоріненних рослин з плаваючим листям та занурених укоріненних знаходилася на одному рівні, а для деяких видів останніх була нижчою (рис. 2).

Питома радіоактивність ^{137}Cs молюсків р. Гнилопять становила 7 - 30, р. Ірша – 4 - 103, риб – 2 - 57 та 10 - 23 Бк/кг відповідно. При цьому вміст радіонукліда в організмі представника хижих видів – окуня – у середньому був вищим, ніж у бентофагів карася та яща.

Рис. 2. Вміст ^{137}Cs у водяних рослинах р. Возня (1 – рогоз вузьколистий; 2 – глечики жовті; 3 – рдесник пронизанолистий; 4 – водопереця коло-сова).

Вище було відзначено, що р. Жерев протікає територіями зі щільністю радіонуклідного забруднення до 40 Ки/км^2 (1480 кБк/м^2), що обумовило необхідність приділити особливу увагу аналізу особливостей радіонуклідного забруднення біотичних компонентів біотопів найбільш забруднених ділянок, до яких належать Повчанське водосховище та руслова частина від с. Повч до с. Рудня Повчанська. Було відзначено значні межі коливань рівнів накопичення ^{137}Cs як вищими водяними рослинами взагалі (лепешняк великий від 34 – цанікелія болотна до 2500 Бк/кг), так і в межах окремих екологічних груп. У середньому найбільші показники питомої активності ^{137}Cs притаманні групі занурених укоріненних рослин (рис. 3).

Слід відзначити, що в дослідженому біотопі вміст ^{137}Cs у повітряно-водних рослинах та укорінених з плаваючим на поверхні листям вірогідно не відрізняється.

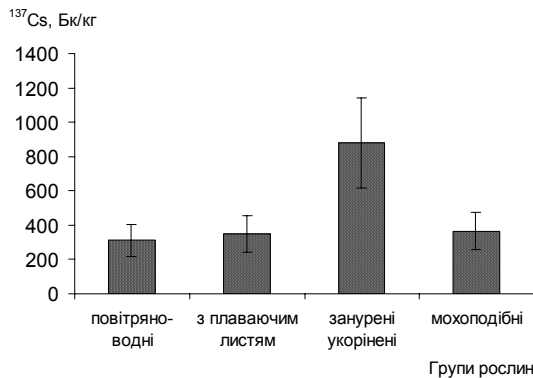


Рис. 3. Вміст ^{137}Cs у рослинах р. Жерев.

Рівні радіонуклідного забруднення водних тварин за період 1999 - 2001 рр. наведено на рис. 4. Вміст ^{137}Cs в моллюсках знаходився в межах 17 - 85, у рибах – 32 - 320 Бк/кг, тобто питома радіоактивність окремих зразків представників водної фауни відрізнялася приблизно на порядок. Слід відзначити, що в рибах р. Жерев зареєстровано перевищення встановленої для ^{137}Cs допустимої норми вмісту – 150 Бк/кг [7]. Так, у 1995 р. було визначено питому активність ^{137}Cs до 300 Бк/кг у рибах бентофагах (карась, лящ, плітка) та до 750 Бк/кг у рибах хижих видів (окунь, щука), а у 2001 р. – у деяких екземплярах карася вміст досягав 160, ляща – 170, окуня – 320 Бк/кг. При цьому середня концентрація ^{137}Cs у воді за цей період практично не змінювалася.

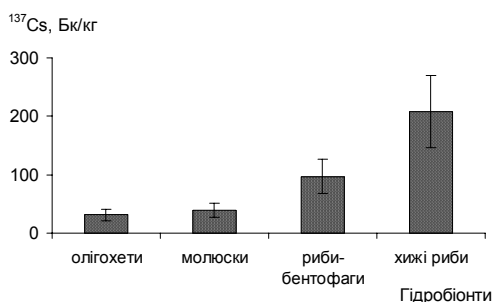


Рис. 4. Вміст ^{137}Cs у водних тваринах р. Жерев.

Аналіз отриманих результатів показує, що серед гідробіонтів досліджених екосистем найбільш забрудненим компонентом були водні рослини. Як свідчать літературні дані, при забрудненні водойм радіонуклідами глобальних випадів за зниженням вмісту ^{137}Cs екологічні групи водних рослин розташовані в такій послі-

довності: занурені укорінені та не укорінені > укорінені занурені з листям, що плаває на поверхні води > прибережні повітряно-водні рослини [8]. Таке співвідношення рівнів вмісту ^{137}Cs у вищих водних рослинах різних екологічних груп можна пояснити морфологічними та фізіологічними особливостями [9]. Саме таке співвідношення питомої активності ^{137}Cs у надземній частині рослин різних екологічних груп ми спостерігаємо протягом багатьох років у дніпровських водосховищах. Однак у перші 3 - 4 роки після аварії на ЧАЕС у рослинах дніпровських водосховищ ми у багатьох випадках відзначали вищі рівні накопичення ^{137}Cs у надземній частині повітряно-водних рослин відносно занурених [10]. З часом співвідношення питомої радіоактивності рослин різних екологічних груп змінювалося й приблизно з 1991 р. наблизилося до величин періоду глобальних випадів [11]. Вище було показано, що в досліджених водоймах Житомирської області на деяких ділянках відзначено інші співвідношення питомої радіоактивності рослин різних екологічних груп. На нашу думку, це свідчить про нерівноважний із радіоекологічної точки зору стан екосистеми в цілому.

Висновки

У воді річок Гнилопять та Ірша відзначено рівномірне забруднення водних мас ^{90}Sr та ^{137}Cs . У зразках води р. Жерев мінімальна та максимальна концентрація ^{137}Cs відрізнялась на порядок. Із збільшенням рівнів забруднення ^{137}Cs донних відкладів зростає різниця в накопичувальній здатності пісків та мулів. У досліджених водосховищах найбільш забруднений шар донних відкладів вкритий 5 - 25-сантиметровим чистішим шаром. Відзначено залежність між щільністю радіонуклідного забруднення площі водозбору досліджених річок та рівнем вмісту ^{137}Cs в гідробіонтах, і найвищі показники питомої радіоактивності ^{137}Cs зареєстровано в організмах представників водної флори та фауни р. Жерев. Співвідношення питомої радіоактивності рослин різних екологічних груп свідчать про нерівноважний із радіоекологічної точки зору стан екосистем р. Жерев та водосховища на р. Возна. У рибах р. Жерев зареєстровано перевищення встановлених допустимих норм вмісту ^{137}Cs у два рази.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Волкова Е.Н., Беляев В.В., Широкая З.О. и др. Радиоактивное загрязнение водоемов Украинского Полесья и формы нахождения радионуклидов в некоторых компонентах водных экосистем // Гидробиол. журн. - 2000. - Т. 36, № 4. - С. 50 - 65.
2. Сніжко С.І., Орлов О.О. Гідрохімія та радіогеохімія річок і боліт Житомирської області. - Житомир: Волинь, 2002. - 262 с.
3. Лаврухина А.К., Мальшева Т.В., Павлоцкая Ф.И. Радиохимический анализ. - М.: Изд-во АН СССР, 1963. - 220 с.
4. Гольфман А.Я., Калмыков Л.В. Определение радиоактивного цезия ферроцианидным способом // Радиохимия. - 1963. - Вып. 4, № 10. - С. 107 - 109.
5. Радиоекология водных объектов зоны влияния аварии на ЧАЭС / Под ред. О. В. Войцеховича. - К.: Чернобыльинтеринформ, 1997. - Т. 1 - 308 с.
6. Тимофеева-Ресовская Е.А. Распределение радионуклидов по основным компонентам пресноводных водоемов // Тр. УФ АН СССР. - 1963. - Вып. 30. - 78 с.
7. Допустимі рівні вмісту радіонуклідів ^{137}Cs і ^{90}Sr у продуктах харчування та питної води (ДР-97). - К.: Мін. охорони здоров'я України. Комітет з питань гігієнічного регламентування. НКРЗУ, 1997. - 38 с.
8. Куликов Н.В., Любимова С.А., Флейшман Д.Г. Накопление стронция-90 и цезия-137 пресноводными растениями в экспериментальных условиях и в естественном водоеме // Проблемы радиоекологии водных организмов. - Свердловск: УНЦ АН СССР. - 1971. - С. 67 - 71.
9. Лукина Л.Ф., Смирнова Н.Н. Физиология высших водных растений. - К.: Наук. думка, 1988. - 188 с.
10. Романенко В.Д., Кузьменко М.И., Евтушенко Н.Ю. и др. Радиоактивное и химическое загрязнение Днепра и его водохранилищ после аварии на Чернобыльской АЭС. - К.: Наук. думка, 1992. - 194 с.
11. Кузьменко М.И., Романенко В.Д., Деревець В.В. та ін. Радіонукліди у водних екосистемах України. - К.: Чернобыльинтеринформ, 2001. - 318 с.

РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ НЕКОТОРЫХ РЕК ЖИТОМИРСКОЙ ОБЛАСТИ

Е. Н. Волкова, В. В. Беляев, В. Г. Кленус, О. Е. Каглян, О. И. Насвит, Л. П. Юрчук, В. А. Карпыш

Освещены результаты радиоекологических исследований экосистем рек Житомирской области. Определена концентрация ^{90}Sr и ^{137}Cs в абиотических и биотических компонентах рек Гнилопять, Ирша и Жерев, расположенных на территориях с разной плотностью радиоактивного загрязнения. В организме рыб р. Жерев концентрация ^{137}Cs превышала допустимые уровни в два раза.

RADIOECOLOGICAL INVESTIGATIONS OF SOME ZHYTOMYR REGION RIVERS

E. N. Volkova, V. V. Belyaev, V. G. Klenus, A. Ye. Kaglian, L. P. Yurchuk, V. A. Karapysch

The results of radioecological investigations of ecosystems of Zhytomyr region rivers are given. There are determined ^{90}Sr and ^{137}Cs concentrations in abiotic and biotic components of rivers Gnilopyt', Irsha and Zherev, situated in the territories with different a density of radioactive pollution. ^{137}Cs concentrations in fishes in river Zherev exceeded two times the admissible levels for that radionuclide.

Надійшла до редакції 12.07.06,
після доопрацювання – 03.10.06.