

ФОРМУВАННЯ РІВНІВ ВМІСТУ ^{137}Cs У ВИЩИХ ВОДНИХ РОСЛИНАХ КИЇВСЬКОГО ВОДОСХОВИЩА

С. Пришляк, О. Волкова, В. Беляєв, О. Пархоменко

Інститут гідробіології НАН України
пр. Героїв Сталінграда, 12, Київ 04210, Україна
e-mail: volkovaen@rambler.ru; belyaevvv@rambler.ru

Вивчені особливості формування радіонуклідного забруднення вищих водних рослин Київського водосховища у 2010 р. Вміст ^{137}Cs у рослинах зареєстрований на рівні від 5 до 588 Бк/кг. Рівні радіонуклідного забруднення вищих водних рослин залежали від особливостей міграції радіонуклідів в акваторії водосховища із водними масами.

Ключові слова: вищі водні рослини, ^{137}Cs , водна екосистема, Київське водосховище.

Київське водосховище – одна з найбільш радіонукліднозабруднених унаслідок аварії на Чорнобильській АЕС водойма України, а його верхня частина розташована у межах зони відчуження. Основними джерелами водопостачання для Київського водосховища є річки Прип'ять і Дніпро, які утворюють у верхній його частині Прип'ятський і Дніпровський відроги. У свою чергу, на території водозбору р. Прип'ять зосереджена значна частина радіонуклідів чорнобильського викиду, а до екосистеми водосховища радіоактивні елементи надходять унаслідок змиву з площі водозбору річок під час весняних повеней [1, 7, 9, 10, 12]. Тому важливо було визначити, як особливості надходження та переміщення радіонуклідів із водними масами впливають на формування рівнів радіонуклідного забруднення вищих водних рослин – домінуючого за біомасою компонента водних екосистем.

Матеріали та методи

Вищі водні рослин відбирали у вегетаційний сезон 2010 р. у верхній і середній частинах Київського водосховища. Визначали вміст ^{137}Cs у рослинах різних (за класифікацією [3, 6, 11]) екологічних груп: повітряно-водних (очерет звичайний – *Phragmites australis* (Cav.) Trin., рогіз вузьколистий – *Typha angustifolia* L.); рослинах з плаваючим на поверхні води листям укорінених (гличики жовті – *Nuphar lutea* (L.) Smith., водяний горіх – *Trapa natans* L.) та неукорінених (сальвінія плаваюча – *Salvinia natans* (L.) All.); занурених укорінених (рдесник пронизанолистий – *Potamogeton perfoliatus* L.; водопериця колосиста – *Myriophyllum spicatum* L.) та неукорінених (кушир занурений – *Ceratophyllum demersum* L.).

Ділянки для відбору проб обирали на підставі аналізу особливостей міграції водних мас в екосистемі Київського водосховища та видового різноманіття вищих водних рослин різних екологічних груп [7, 9]. Станції відбору №№ 1 і 3 розташовані на території Дніпровського відрогу – район руслової частини та літоральна ділянка біля лівого берега, відповідно; № 2 – на літоральній ділянці верхньої правобережної частини водосховища нижче Прип'ятського відрогу; № 4 – у середній частині біля лівого берега; № 5 – на території Прип'ятського відрогу на русловій ділянці. Слід зазначити, що акваторія середньої ділянки Київського водосховища характеризується слабким заростанням мілководь вищою водною рослинністю. Якщо верхня частина водосховища заростає досить щільно, то на середній

ділянці спостерігаються лише окремі невеликі за площею фітоценози вищих водних рослин [4, 8].

Вміст ^{137}Cs визначали у цілих неукорінених рослинах та у наземній частині укорінених видів стандартними гамма-спектрометричними методами. Відбирали 5 або більше екземплярів рослин, висушували до постійної повітряно-сухої маси та спалювали при температурі до 450°C . Для визначення питомої активності ^{137}Cs у зразках використовували гамма-спектрометричну установку, зібрану на базі напівпровідникового детектора ДГДК-100, аналізатора SBS-30 та захисту зі свинцю товщиною 5 см; роздільна здатність 4,2 кеВ по лінії 1333 кеВ, ефективність реєстрації гамма-квантів 0,4–1,0%. Питома активність радіонукліда у вищих водних рослинах наведена у Бк/кг повітряно-сухої маси. Результати наведені у вигляді середнє значення \pm STD.

Результати і їхнє обговорення

Питома активність ^{137}Cs в окремих зразках вищої водної рослинності на різних ділянках Київського водосховища зареєстрована у діапазоні значень від 5 ± 1 (рогоз вузьколистий на станції № 5) до 588 ± 77 Бк/кг (кушир занурений на станції № 2). При цьому значно відрізнявся вміст радіонукліда не тільки у рослинах на різних станціях відбору, але й у межах окремих станцій у різних видах (табл. 1).

Аналіз видоспецифічності накопичення радіонукліда вищими водними рослинами показує, що найменший вміст ^{137}Cs притаманний групі повітряно-водних рослин, яка характеризується значною площею контакту вегетуючих органів із повітряним середовищем. При цьому значення питомої активності радіонукліда в очереті звичайному та рогозі вузьколистому вірогідно не відрізнялися. Деякі вищими були рівні радіонуклідного забруднення рослин з плаваючим на поверхні води листям, а найбільше ^{137}Cs накопичували занурені рослини. Так, на всіх досліджених ділянках водосховища питома активність ^{137}Cs в очереті звичайному та рогозі вузьколистому була майже на порядок меншою, ніж у куширі зануреному та рдеснику пронизанolistому.

Отже, за зростанням питомої активності ^{137}Cs ми можемо розташувати досліджені нами види вищих водних рослин, які належать до різних екологічних груп, у такій послідовності: повітряно-водні рослини < рослини із плаваючим на поверхні води листям < занурені рослини (рис. 1).

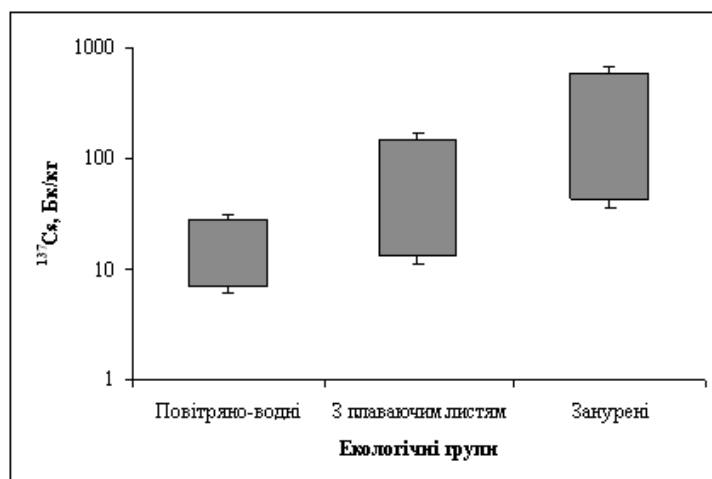


Рис. 1. Діапазони питомої активності ^{137}Cs у вищих водних рослинах різних екологічних груп.

Таблиця 1

Питома активність ^{137}Cs у вищих водних рослинах на різних ділянках Київського водосховища

Види рослин	Питома активність, Бк/кг				
	Станція №1	Станція №2	Станція №3	Станція №4	Станція №5
Очерет звичайний	7±1	28±3	6±1	6±1	19±3
Рогіз вузьколистий	10±2	40±5	5±1	8±1	20±3
Глечики жовті	29±3	111±15	24±3	17±2	151±17
Водяний горіх	22±2	—*	13±2	20±4	121±15
Сальвінія плаваюча	35±4	100±11	35±5	22±3	108±15
Рдесник пронизанolistий	74±10	412±53	51±7	63±8	233±31
Водопериця колосиста	83±11	—	43±5	64±7	180±24
Кушир занурений	—	588±77	55±7	73±11	240±29

Примітка. * – Не визначали.

Тобто найбільше радіонукліда накопичують ті види рослин, для яких характерна найбільша площа контакту вегетуючих органів із водним середовищем. Такі закономірності спостерігали й на інших водоймах [1, 2, 5, 10]. Вважається, що наведені вище співвідношення рівнів накопичення ^{137}Cs рослинами різних екологічних груп свідчать про рівноважний стан у системі вода – рослинні організми [1, 2]. Зазначені співвідношення зареєстровані на усіх досліджених ділянках водосховища (рис. 2).

Серед досліджених видів занурених рослин найвищі рівні радіонуклідного забруднення – до 588 Бк/кг – були притаманні неукоріненому куширу зануреному. Питома активність ^{137}Cs у куширі зануреному була найвищою на 4-х із досліджених ділянок водосховища, незалежно від ступеня радіонуклідного забруднення кожного окремого біотопу. Тому саме цей вид ми вважаємо можливим для використання як індикатора радіонуклідного забруднення прісноводних екосистем.

Аналіз особливостей радіонуклідного забруднення фітоценозів на різних ділянках водосховища показує, що за зростанням вмісту ^{137}Cs у вищих водних рослинах досліджені нами біотопи можна розташувати у такій послідовності: станція № 3 \approx станція № 4 < станція № 1 < станція № 5 < станція № 2. Отже, найменші рівні накопичення радіонукліда були притаманні біотопу, розташованому у Дніпровському відрозі ближче до лівого берега та у середній частині водосховища біля лівого берега. Вміст ^{137}Cs у рослинах біотопу, який

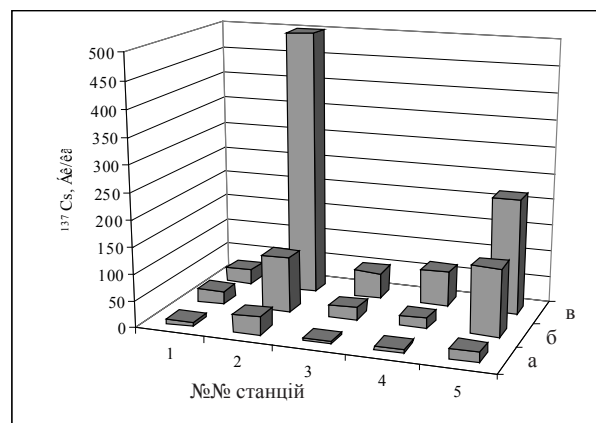


Рис. 2. Середні показники питомої активності ^{137}Cs у вищих водних рослинах різних екологічних груп на різних ділянках Київського водосховища: а – повітряно-водні рослини, б – рослини з плаваючим на поверхні води листям, в – занурені рослини.

розташований у Дніпровському відрозі ближче до фарватеру був дещо вищим. І, нарешті, у Прип'ятському відрозі, де спостерігалися найбільші рівні радіонуклідного забруднення рослин, питома активність ^{137}Cs досягала максимальних значень у рослинах, які відібрані ближче до берега.

Відзначені просторові закономірності формування радіонуклідного забруднення вищої водної рослинності Київського водосховища можна пояснити особливостями міграції водних мас, а з ними й радіоактивних речовин, в екосистемі цієї великої водойми. Вище було відзначено, що основним джерелом надходження радіонуклідів до екосистеми Київського водосховища є водозбірна територія р. Прип'ять. Тому зрозуміло, що до Прип'ятського відрозу надходить більше радіонуклідів. У свою чергу, на ділянках зі швидкою течією ^{137}Cs затримується менше, ніж у затоках. Зокрема, фітоценози повітряно-водних рослин утворюють сприятливі умови для затримання й осадження завислих речовин [3, 8], а саме на завислих рослинах акумулюється близько 50% зосередженого у водних масах ^{137}Cs [7, 9]. Під час весняних повеней забруднені радіонуклідами водні маси р. Прип'ять виявляються притиснутими до правого берега, де саме у заростях вищих водних рослин відбуваються процеси осадження ^{137}Cs . Але саме у цей період починається активна вегетація вищих водних рослин, і на правобережних ділянках Прип'ятського відрозу водосховища виникають сприятливі умови для накопичення радіонукліда фітомасою.

На території Дніпровського відрозу під час повеней потужна течія Дніпра забезпечує проходження водних мас уздовж старого русла Дніпра. До цієї ділянки надходить значно менше радіонуклідів, ніж до Прип'ятського відрозу, і до середньої частини водосховища дніпровські та прип'ятські води майже не змішуються. Крім того, як було зазначено вище, середня та нижня частини Київського водосховища характеризуються слабким заростанням мілководь вищою водною рослинністю, що й обумовлює безперешкодну міграцію ^{137}Cs у напрямку греблі Київської ГЕС.

Отже, з огляду на викладене, ми дійшли висновку про вирішальну роль двох чинників, які обумовлюють рівні накопичення ^{137}Cs вищими водними рослинами. По-перше, це розмір площі контакту вегетуючих органів рослин із водним середовищем. Тому, незалежно від ступеня радіонуклідного забруднення біотопу, занурені рослини накопичують більше ^{137}Cs , ніж повітряно-водні. Другий важливий чинник, який істотно впливає на рівні вмісту радіонукліда у рослинах, – особливості міграції радіонуклідів у екосистемі водосховища із водними масами. Отже, вищі водні рослини можна вважати індикатором надходження радіоцезію до водних екосистем.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Волкова О. М. Техногенні радіонукліди у гідробіонтах водойм різного типу: Автореф. дис. ... д-ра біол. наук. К.: ТОВ «Вид-во «Сталь», 2008. 34 с.
2. Куликов Н. В., Молчанова И. В. Континентальная радиоэкология (почвенные и пресноводные экосистемы). М.: Наука, 1975. 180 с.
3. Лукина Л. Ф., Смирнова Н. Н. Физиология высших водных растений. К.: Наук. думка, 1988. 188 с.
4. Клоков В. М., Широкая З. О., Паньков И. В. и др. Накопление радионуклидов высшими водными растениями и структура их зарослей в Припятском отроге Киевского водохранилища // Гидробиол. журн. 1993. Т. 29. № 5. С. 61–72.
5. Паньков И. В., Волкова Е. Н., Широкая З. О. Содержание осколков деления урана в водных растениях днепровских водохранилищ // Гидробиол. журн. 1990. Т. 26. № 4. С. 73–77.
6. Потульницький П. М., Погребеник В. П., Кучерява Л. Ф. Екологічна типологія макрофітів // Укр. ботан. журн. 1973. Т. 30. С. 584–590.

7. Радиоактивное и химическое загрязнение Днепра и его водохранилищ после аварии на Чернобыльской АЭС / В.Д. Романенко, М.И. Кузьменко, Н.Ю. Евтушенко и др. К.: Наук. думка, 1992. 194 с.
8. Паньков И. В., Волкова Е. Н., Широкая З. О. и др. Радиоэкологические исследования фитоценозов высших водных растений в верховьях Киевского водохранилища // Гидробиол. журн. 1997. Т. 33. № 2. С. 76–88.
9. Радіонукліди у водних екосистемах України / М.І. Кузьменко, В.Д. Романенко, В.В. Деревець та ін. К.: Чорнобильінтерінформ, 2001. 318 с.
10. Техногенні радіонукліди у прісноводних екосистемах / Кузьменко М.І., Гудков Д.І., Кіреєв С.І. та ін. К.: Наук. думка, 2010. 262 с.
11. Федченко Б. А. Высшие растения. В кн.: Жизнь пресных вод СССР. М; Л.: Сов. наука, 1949. С. 311.
12. Чернобыль: Радиоактивное загрязнение природных сред / Израэль Ю.А., Вакуловский С.М., Ветров В.А. и др. Л.: Гидрометеиздат, 1990. 296 с.

Стаття: надійшла до редакції 21.09.11

доопрацьована 15.11.11

прийнята до друку 29.11.11

THE FORMING OF THE LEVELS OF CONTENT ^{137}Cs IN HIGHER AQUATIC PLANTS FROM KYIV RESERVOIR

S. Prishlyak, O. Volkova, V. Belyaev, O. Parhomenko

*Institute of Hydrobiology of NAS of Ukraine
12, Heroes of Stalingrad Ave., Kyiv 04210, Ukraine
e-mail: volkovaen@rambler.ru; belyaevvv@rambler.ru*

The peculiarities of forming radioactive contamination of higher aquatic plants from Kyiv reservoir in 2010 was researched. The content of ^{137}Cs in plants was registered on level from 5 to 588 Bq/kg. The levels of radioactive contamination of higher aquatic plants depended on peculiarities of migration radionuclides in water area of reservoir with water masses.

Keywords: higher aquatic plants, ^{137}Cs , aquatic ecosystems, Kyiv reservoir.

ФОРМИРОВАНИЕ УРОВНЕЙ СОДЕРЖАНИЯ ^{137}Cs В ВЫСШИХ ВОДНЫХ РАСТЕНИЯХ КИЕВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

С. Пришляк, Е. Волкова, В. Беляев, А. Пархоменко

*Институт гидробиологии НАН Украины
пр. Героев Сталинграда, 12, Киев 04210, Украина
e-mail: volkovaen@rambler.ru; belyaevvv@rambler.ru*

Изучены особенности формирования радионуклидного загрязнения высших водных растений Киевского водохранилища в 2010 г. Содержание ^{137}Cs в растениях зарегистрировано в диапазоне от 5 до 588 Бк/кг. Уровни радионуклидного загрязнения высших водных растений зависели от особенностей миграции радионуклидов по акватории с водными массами.

Ключевые слова: высшие водные растения, ^{137}Cs , водная экосистема, Киевское водохранилище.