

УДК [577.34:(53.084.89:581.526.3)] (285)

Х.Д. ГАНЖА

Інститут гідробіології НАН України
пр.-т Героїв Сталінграда, 12, Київ 04210

ФІЗИКО-ХІМІЧНІ ФОРМИ ЦЕЗІЮ-137 ТА СТРОНЦІЮ-90 У ВЕГЕТАТИВНИХ ОРГАНАХ ОЧЕРЕТУ ЗВИЧАЙНОГО

Виявлені відмінності у розподілі фізико-хімічних форм радіонуклідів у вегетативних органах *Phragmites australis*. Питома активність ^{137}Cs значно переважає ^{90}Sr у всіх вегетативних органах очерета звичайного. Накопичення як ^{137}Cs , так і ^{90}Sr переважає у відмерлих минулорічних листках. Найменше накопичується радіонуклідів у стеблі.

Ключові слова: Чорнобильська зона відчуження, очерет звичайний, фізико-хімічні форми радіонуклідів, стронцій-90, цезій-137

Розподіл радіонуклідів у водних екосистемах значною мірою визначається особливостями їх абіотичних та біотичних компонентів. Порівняно з іншими представниками водної біоти вища водяна рослинність є основним компонентом водних біоценозів [5]. В колообігу речовини та енергії в водних екосистемах макрофітам належить провідна роль. Продукуючи в процесі сезонного розвитку велику кількість біомаси, водна рослинність поглинає значну кількість радіонуклідів з водного середовища. Довгоіснуючі ^{90}Sr і ^{137}Cs як хімічні аналоги біогенних елементів кальцію і калію інтенсивно накопичуються водними рослинами і є нині основними дозоутворюючими радіонуклідами у водоймах, що зазнали впливу аварії на Чорнобильській АЕС. У зв'язку з цим дослідження фізико-хімічних форм радіонуклідів у найбільш поширених видів водної рослинності має важливе значення для розуміння біогеохімічних процесів міграції та перерозподілу радіоактивних речовин у компонентах прісноводних екосистем.

Метою роботи було вивчення розподілу фізико-хімічних форм радіонуклідів у вегетативних органах *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud. з оз. Глибоке Чорнобильської зони відчуження (ЧЗВ).

Матеріал і методи дослідження

Розподіл фізико-хімічних форм ^{90}Sr і ^{137}Cs радіонуклідів вивчали в типового представника вищої водної рослинності заплавної водойми Полісся – очереті звичайному. Очерет – багаторічна трав'яниста рослина, яка займає великі площі у літоральній зоні водойми та утворює значну кількість біомаси. Кореневище очерету повзуче та може сягати до 10 м і більше, стебло пряме до 4 м висотою, листорозміщення чергове, листя лінійно-ланцетне, плоске, жорстке [4].

Дослідження фізико-хімічних форм ^{90}Sr і ^{137}Cs проводили методом послідовної екстракції згідно методики [7].

Відбір проб очерета звичайного проводили з використання методів загальноприйнятих в гідробіологічних дослідженнях [2, 3]. Рослини викопували разом з корінням. Для аналізу відібрані рослини ділили на вегетативні органи: листя, стебло та стеблове коріння. В аналізі також було використане відмерле минулорічне листя.

Таблиця 1

Схема фракціонування біомаси *Phragmites australis*

№ з/п	Фракція	Хімічний реагент
1	розчинені позаклітинні катіони	$\text{H}_2\text{O}_{\text{дист.}}$
2	сорбовані позаклітинні слабкозв'язані катіони	NiCl_2 20mM
3	сорбовані позаклітинні катіони	EDTA 20mM
4	внутріклітинні катіони	HNO_3 (1 M)
5	катіони, зв'язані з органічною речовиною	35% H_2O_2 + HNO_3
6	мінеральна фракція	$\text{HCl}_{\text{конц.}}$

Вимірювання ^{137}Cs в пробах проводили на гамма-спектрометрі SBS-30. Радіохімічне виділення ^{90}Sr проводили за оксалатною методикою з подальшим вимірюванням питомої активності на установці малого фону УМФ-2000 його дочірнього продукту – ітрію-90 [5].

Результати досліджень та їх обговорення

Оз. Глибоке знаходиться на лівому березі річки Прип'ять на відстані біля 7 км на північний-схід від ЧАЕС. Озеро характеризується високими рівнями радіонуклідного забруднення у всіх компонентах екосистеми озера [1, 6].

Аналіз вегетативних органів *Phragmites australis* показав найбільше накопичення ^{137}Cs у відмерлих минулорічних листках; в молодих листках – 23 кБк/кг; додаткові стеблові корені накопичили приблизно 10 кБк/кг; найменше ^{137}Cs в стеблі (1 кБк/кг).

Дослідження фізико-хімічних форм ^{137}Cs у вегетативних органах *Phragmites australis* показало такі результати (рис. 1):

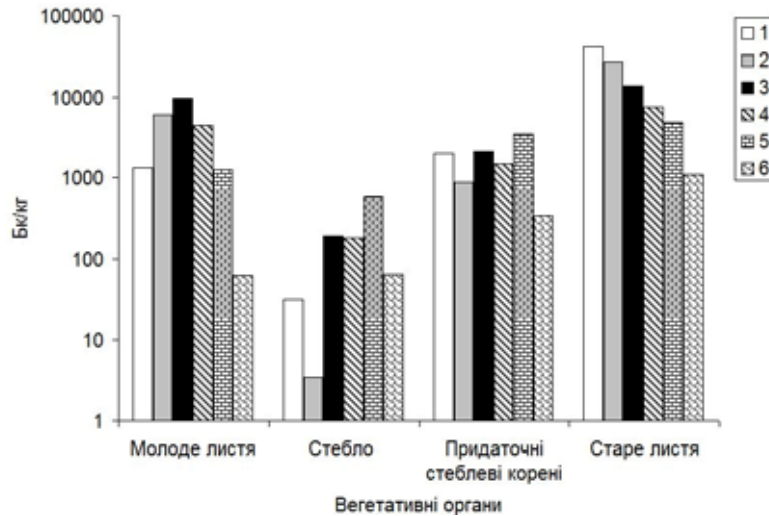


Рис. 1. Розподіл фізико-хімічних форм ^{137}Cs у вегетативних органах *Phragmites australis*. 1) розчинені позаклітинні катіони; 2) сорбовані позаклітинні слабкозв'язані катіони; 3) сорбовані позаклітинні катіони; 4) внутріклітинні катіони; 5) катіони, зв'язані з органічною речовиною; 6) мінеральна форма*

В молодих листках найбільший вміст радіонукліда відмічений в сорбованих позаклітинних слабкозв'язаних та сорбованих позаклітинних та внутріклітинних катіонах. Приблизно однаковий вміст ^{137}Cs в обмінній та зв'язаній з органічною речовиною формах. Найменший вміст зафіксовано в мінеральному залишку.

В стеблі спостерігається дещо інший розподіл. Найбільший вміст ^{137}Cs виявлено в катіонах, зв'язаних з органічною речовиною. Значно менше радіонукліда виявлено в сорбованих позаклітинних та внутріклітинних катіонах. Незначних вміст ^{137}Cs показали обмінна форма та мінеральний залишок. Найменше радіонукліду було в сорбованих позаклітинних слабкозв'язаних катіонах.

В додаткових стеблових коренях розподіл фізико-хімічних форм ^{137}Cs в перших п'яти фракціях приблизно однаковий з переважанням у фракції, зв'язаній з органічною речовиною. Найменший вміст спостережено у мінеральному залишку.

Вміст в минулорічних відмерлих листках фізико-хімічних форм ^{137}Cs розподілився в міру спадання від першої до шостої фракцій.

Аналіз вегетативних органів *Phragmites australis* показав найбільше накопичення ^{90}Sr у відмерлих минулорічних листках; в молодих листках – 720 Бк/кг; додаткові стеблові корені накопичили приблизно 907 Бк/кг; найменше ^{90}Sr було в стеблі – близько 71 Бк/кг.

Дослідження фізико-хімічних форм ^{90}Sr у вегетативних органах *Phragmites australis* показало такі результати (рис. 2). В молодих листках найбільший вміст радіонукліда виявлено у внутрішньоклітинних та зв'язаних з органічною речовиною катіонах. Значний вміст ^{90}Sr

також є в водорозчинній та обмінній фракціях. Найменший вміст у сорбованих позаклітинних катіонах та в мінеральній фракції. Найбільший вміст ^{90}Sr у стеблі виявлено в катіонах, зв'язаних з органічною речовиною. У водорозчинній, сорбованих позаклітинних слабкозв'язаних та внутріклітинних катіонах, а також у мінеральному залишку вміст ^{90}Sr приблизно однаковий (8; 3; 5; 4,5 Бк/кг відповідно). Мінімальний вміст радіонукліду виявлено в сорбованих позаклітинних катіонах. Придаткові стеблові корені: найбільший вміст радіонукліду виявлено в сорбованих позаклітинних слабкозв'язаних катіонах та катіонах, зв'язаних з органічною речовиною. Приблизно однаковий вміст відмічено у сорбованих позаклітинних та внутріклітинних катіонах. У водорозчинній формі та мінеральному залишку вміст ^{90}Sr мінімальний.

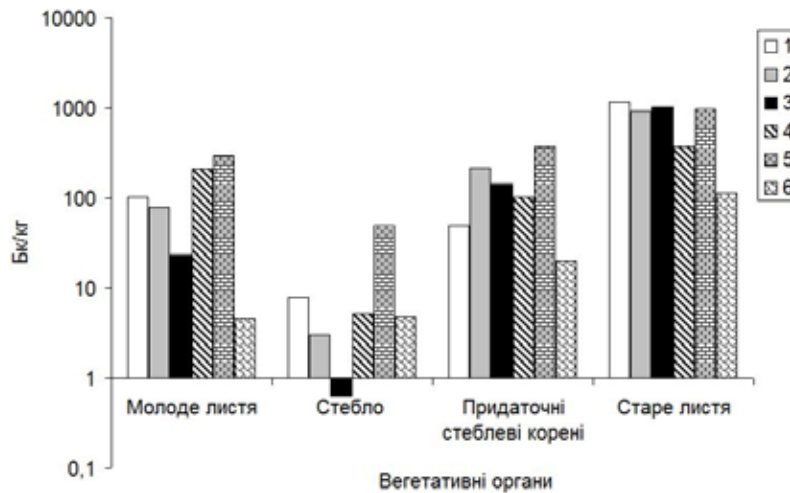


Рис. 2. Розподіл фізико-хімічних форм ^{90}Sr у вегетативних органах *Phragmites australis*

Дослідження фізико-хімічних форм ^{90}Sr у відмерлих минулорічних листках показало найбільший вміст у водорозчинній формі, сорбованих позаклітинних, слабкозв'язаних, сорбованих позаклітинних катіонах, зв'язаних з органічною речовиною. Значно менший вміст виявлено у внутріклітинних катіонах. Мінімальний вміст ^{90}Sr знайдено в мінеральному залишку.

Висновки

У результаті проведених досліджень виявлені відмінності у розподілі фізико-хімічних форм радіонуклідів у вегетативних органах *Phragmites australis*. Питома активність ^{137}Cs значно переважає ^{90}Sr у всіх вегетативних органах очерета звичайного. Накопичення як ^{137}Cs , так і ^{90}Sr переважає у відмерлих минулорічних листках. Найменше накопичується радіонуклідів у стеблі.

1. 20 років Чорнобильської катастрофи. Погляд у майбутнє : Національна доповідь України. – Київ : Атїка, 2006.– 224 с.
2. Катанская В. М. Высшая водная растительность континентальных водоемов СССР / В. М. Катанская. – Л. : Наука, 1981. – 187 с.
3. Методи гідроекологічних досліджень поверхневих вод / О. М. Арсан, О. А. Давидов, Т. М. Дьяченко [та ін.]; За ред. В. Д. Романенка. – Київ : ЛОГОС, 2006. – 408 с.
4. Определитель высших растений Украины / Д. Н. Доброчаева, М. И. Котов, Ю. Н. Прокудин [и др.]. – Киев : ФИТОСОЦИОЦЕНТР, 1999. – 548 с.
5. Радіонукліди у водних екосистемах України. Вплив радіонуклідного забруднення на гідробіонти зони відчуження / М. І. Кузьменко, В. Д. Романенко, В. В. Деревець [та ін.]. – Київ : Чорнобильінтерінформ, 2001. – 318 с.
6. Распределение радионуклидов по основным компонентам озерных экосистем зоны отчуждения Чернобыльской АЭС / Д. И. Гудков, В. В. Деревец, Л. Н. Зуб [та ін.] // Радиационная биология. Радиоэкология. – 2005. – Т. 45, № 3. – С. 271–280.

7. *Vazquez M. D. Uptake of Heavy Metals to the Extracellular and Intracellular Compartments in Three Species of Aquatic Bryophyte / M. D. Vazquez, J. Lopez, A. Carballeira // Ecotoxicology and Environmental Safety. – 1999. – Vol. 44, № 1. – P. 12 – 24.*

К.Д. Ганжа

Институт гидробиологии НАН Украины, Киев

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ФОРМЫ СТРОНЦИЯ-90 И ЦЕЗИЯ-137 В ВЕГЕТАТИВНЫХ ОРГАНАХ *PHRAGMITES AUSTRALIS*

Исследовано распределение физико-химических форм радионуклидов в вегетативных органах тростника обыкновенного оз. Глубокое. Проанализированы особенности накопления ^{137}Cs и ^{90}Sr между органами тростника обыкновенного.

Ключевые слова: высшие водные растения, тростник обыкновенный, физико-химические формы, загрязнение водоемов, радиоэкология, стронций-90, цезий-137

Ch.D. Ganzha

Institute of Hydrobiology of the National Academy of Sciences (NAS) of Ukraine

PHYSICO-CHEMICAL FORMS OF CAESIUM-137 AND STRONTIUM-90 IN THE VEGETATIVE ORGANS OF THE COMMON REEDS

The distribution of physical and chemical forms of radionuclides in the vegetative organs of the common reed Glyboke Lake was investigated. The peculiarities of accumulation of ^{137}Cs and ^{90}Sr between the organs common reed were studied.

Keywords: Chernobyl exclusion zone, common reed, physicochemical forms of radionuclides, strontium 90, cesium-137

Рекомендує до друку

Надійшла 17.02.2011

М.М. Барна