УДК 574.5:623.454.836

СКИБА В.В., канд. с.-г. наук
Білоцерківський національний аграрний університет
e-mail: volly2005@yandex.ru

ОСОБЛИВОСТІ НАКОПИЧЕННЯ РАДІОНУКЛІДІВ ^{137}Cs І ^{90}Sr ВИЩИМИ ВОДНИМИ РОСЛИНАМИ В УМОВАХ РАДІОАКТИВНО ЗАБРУДНЕНИХ ВОДОЙМ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

Досліджено особливості накопичення радіонуклідів ^{137}Cs і ^{90}Sr у вищих водних рослинах, що ростуть на донних грунтах різних типів. Встановлено, що рівень накопичення радіонуклідів у рослинах буде залежати від їх вмісту в донних відкладеннях та типу цих донних відкладень. Отримані результати показують, що між активністю ^{137}Cs і ^{90}Sr у вегетативній частині вищих водних рослин та їх активністю у донних відкладеннях існує пряма лінійна залежність. Проведені дослідження доводять, що накопичення радіонуклідів ^{137}Cs і ^{90}Sr вищими водними рослинами залежить від щільності забруднення донних ґрунтів, їх типу та видових особливостей рослин.

Ключові слова: вищі водні рослини, донні відкладення, радіонукліди ^{137}Cs та ^{90}Sr.

Постановка проблеми, аналіз останніх досліджень та публікацій. Рослинні угруповання, займаючи в більшості водойм локальну і частково сублокальну зони і будучи при цьому одним із домінуючих за біомасою компонентів прісноводних біоценозів, відіграють важливу роль у процесах самоочищення водних екосистем. Накопичуючи радіоактивні елементи з води та ґрунту, водні рослини трансформують розчинні форми радіонуклідів у нерозчинні, зменшуючи рівень їх надходження із заплавів річок у їхні води. Основними макрофітами, що населяють водоймища Лісостепу України, є представники повітряно-водних рослин − очерет звичайний *(Phragmites australis)* та рогіз вузьколистий *(Typha angustifolia)* [1, 2].

Мета, матеріал та методи досліджень. Метою роботи було дослідити особливості накопичення радіонуклідів ^{137}Cs і ^{90}Sr у вищих водних рослинах, що ростуть на донних грунтах різних типів. Дослідження проводили на базі ставків рибоводного господарства в селі Кирдани Таращанського району Київської області, що віднесено до зони гарантованого добровільного відселення [3]. Зразки очерету звичайного та рогозу вузьколистого відбирали в точках відбору донних ґрунтових відкладень. Дослідження активності ^{137}Cs і ^{90}Sr проводили на УСК "Гамма Плюс". Активність ^{137}Cs і ^{90}Sr у рослинах розраховували на натуральну вологість (Бк/кг) [4].

Результати досліджень та їх обговорення. Для оцінки накопичення ^{137}Cs і ^{90}Sr у рогозі та очереті було досліджено активність цих радіонуклідів у шарі 0–20 см донних відкладень, де знаходиться основна частина кореневої системи рослин, та у дозрілій зеленій масі рослин. Активність ^{137}Cs і ^{90}Sr у рогозі вузьколистому нагульних ставків, розташованих у зоні гарантованого добровільного відселення, наведено у таблиці 1, а активність ^{137}Cs і ^{90}Sr у донних відкладеннях в зоні росту рогозу – в таблиці 2.

Таблиця 1 – **Питома активність ^{137}Cs і ^{90}Sr у рогозі вузьколистому ставків, розміщених в зоні гарантованого добровільного відселення**, M±m, n=5, Бк/кг

Номер ставу	Тип донних відкладень					
	пісок		пісок слабкозамулений		пісок сильнозамулений з детритом	
	^{137}Cs	^{90}Sr	^{137}Cs	^{90}Sr	^{137}Cs	^{90}Sr
6	0,63±0,09	0,92±0,12	0,69±0,08	0,99±0,09	1,71±0,24	0,82±0,06
5	0,65±0,12	1,47±0,23	0,91±0,12	1,08±0,22	1,86±0,17	1,29±0,20
5а	0,54±0,09	1,47±0,13	2,02±0,15	1,37±0,17	4,69±0,59	1,66±0,21
4	0,95±0,12	1,54±0,20	1,95±0,37	1,33±0,26	8,38±1,03	1,75±0,31
3	0,8±0,13	1,93±0,19	2,05±0,39	1,5±0,28	12,91±2,71	2,11±0,37
1	1,54±0,34	1,67±0,24	2,58±0,48	2,8±0,45	13,8±2,12	2,8±0,66
1а	0,81±0,13	1,54±0,21	1,11±0,22	0,95±0,19	7,12±1,52	1,74±0,21
1б	0,32±0,06	1,5±0,15	0,68±0,09	0,83±0,16	3,88±0,22	1,27±0,16

Таблиця 2 – **Питома активність ^{137}Cs і ^{90}Sr у 20-сантиметровому шарі донних відкладень в зоні росту рогозу вузьколистого,** M±m, n=5, Бк/кг

Номер ставу	Тип донних відкладень					
	пісок		пісок слабкозамулений		пісок сильнозамулений з детритом	
	^{137}Cs	^{90}Sr	^{137}Cs	^{90}Sr	^{137}Cs	^{90}Sr
6	11,53±2,04	6,13±0,37	13,30±2,49	8,24±0,49	35,41±4,86	11,64±1,14
5	10,94±1,62	8,97±1,06	18,50±2,43	9,82±1,21	40,29±5,87	14,83±1,04
5а	9,98±1,13	9,19±1,11	30,53±4,02	12,08±1,34	84,14±9,15	14,62±1,51
4	13,92±1,77	9,07±1,14	33,57±4,56	12,1±1,18	114,14±11,84	16,93±1,47
3	11,25±1,92	10,53±1,38	30,26±3,49	12,46±1,67	201,52±23,17	17,6±1,62
1	21,01±2,39	8,96±0,63	45,70±5,07	22,05±1,94	278,27±31,24	27,09±2,31
1а	14,82±2,18	9,03±1,03	27,17±2,08	8,86±0,53	123,00±13,87	20,11±1,54
1б	6,94±0,71	9,01±1,21	14,43±1,67	8,57±0,37	64,22±7,31	13,13±1,17

З даних таблиць 1 і 2 видно, що найнижча активність ^{137}Cs і ^{90}Sr у рогозі, що ріс на піщаних донних відкладення, а найвища − у рослин, що зросли на піску сильно замуленому з детритом, де й активність цих радіонуклідів у ґрунтах найвища. Так, активність ^{137}Cs у рогозі, що ріс на піщаних донних відкладеннях, становила від 0,32 до 1,5 Бк/кг, а ^{90}Sr − від 0,92 до 1,93 Бк/кг.

У рогозі вузьколистому, що ріс на слабкозамулених піщаних ґрунтах, активність ^{137}Cs визначалась в межах від 0,68 до 2,5 Бк/кг та ^{90}Sr − від 0,83 до 2,8 Бк/кг, а на пісках сильнозамулених з детритом питома активність ^{137}Cs становила від 1,86 до 13,8 Бк/кг та ^{90}Sr – від 0,82 до 2,8 Бк/кг.

Отримані результати показують, що між активністю ^{137}Cs і ^{90}Sr у вегетативній частині рогозу та їх активністю у ґрунтах донних відкладень відмічається пряма лінійна залежність (рис. 1 та 2). При цьому, для ^{137}Cs така залежність виражена сильніше.

Результати дослідження активності ^{137}Cs і ^{90}Sr в очереті звичайному та 20-сантиметровому шарі донних відкладень у зоні його росту наведено у таблицях 3 та 4.

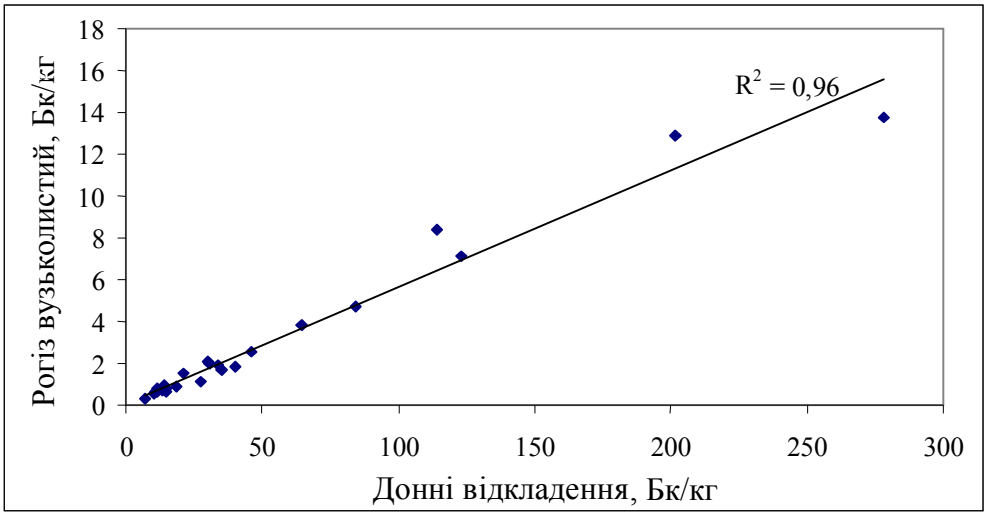

Рис. 1. **Залежність між активністю ^{137}Cs у рогозі вузьколистому та донних відкладеннях.**

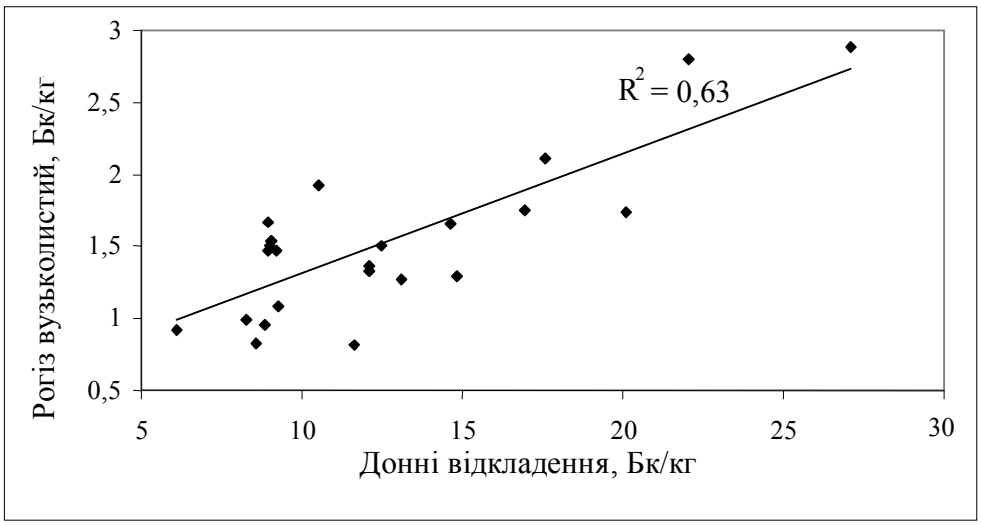

Рис. 2. **Залежність між активністю ^{90}Sr у рогозі вузьколистому та донних відкладеннях.**

Таблиця 3 – **Питома активність ^{137}Cs і ^{90}Sr в очереті звичайному нагульних ставків зони гарантованого добровільного відселення,** M±m, n=5, Бк/кг

Номер ставу	Тип донних відкладень					
	пісок		пісок слабкозамулений		пісок сильнозамулений з детритом	
	^{137}Cs	^{90}Sr	^{137}Cs	^{90}Sr	^{137}Cs	^{90}Sr
6	1,25±0,17	1,55±0,17	1,48±0,21	1,17±0,19	2,94±0,24	1,46±0,21
5	0,96±0,18	1,64±0,19	1,83±0,16	1,35±0,26	3,39±0,17	1,83±0,33
5а	0,71±0,14	2,1±0,17	2,47±0,39	1,52±0,23	8,3±0,59	1,63±0,29
4	1,29±0,19	1,75±0,20	2,04±0,38	1,94±0,30	11,28±1,03	1,88±0,40
3	1,04±0,25	2,13±0,35	2,24±0,48	2,03±0,21	18,34±2,71	2,0±0,81
1	2,16±0,34	2,57±0,24	2,95±0,36	3,56±0,49	22,94±2,12	3,9±0,73
1а	1,56±0,41	1,83±0,29	1,74±0,31	1,5±0,25	10,0±1,5	2,63±0,67
1б	0,63±0,16	2,03±0,25	1,29±0,16	1,29±0,12	5,65±0,22	1,73±0,40

Таблиця 4 – **Питома активність ^{137}Cs і ^{90}Sr у 20-сантиметровому шарі донних відкладень у зоні росту очерету звичайного,** M±m, n=5, Бк/кг

Номер ставу	Тип донних відкладень					
	пісок		пісок слабкозамулений		пісок сильнозамулений з детритом	
	^{137}Cs	^{90}Sr	^{137}Cs	^{90}Sr	^{137}Cs	^{90}Sr
6	12,09±1,35	9,09±0,71	15,37±1,84	7,23±0,83	39,26±4,18	13,25±1,27
5	10,37±1,19	9,46±0,67	17,93±1,97	8,34±0,96	44,37±4,93	16,13±1,49
5а	8,76±0,91	11,28±0,87	29,67±3,17	9,86±0,61	92,14±10,15	16,74±1,27
4	15,24±1,63	14,23±1,23	34,17±3,71	9,15±0,73	121,13±15,74	18,13±1,07
3	13,17±1,48	15,31±1,19	33,16±3,81	11,12±1,23	213,18±24,17	19,26±1,41
1	27,21±3,18	27,19±1,47	47,11±5,17	11,36±1,37	304,27±31,9	35,25±2,18
1а	16,12±1,78	11,51±0,81	29,42±3,51	8,13±0,79	131,23±12,78	24,19±2,14
1б	7,34±0,67	9,32±0,76	15,35±1,91	10,31±0,84	68,22±7,59	14,17±1,17

Дані цих таблиць показують, що в очереті звичайному, який ріс на слабкозамулених піщаних донних відкладеннях, активність ^{137}Cs визначалася в межах від 1,29 до 2,95 Бк/кг та ^{90}Sr − від 1,17 до 3,56 Бк/кг, а на пісках сильнозамулених з детритом активність ^{137}Cs становила від 2,94 до 22,94 Бк/кг, а ^{90}Sr – від 1,73 до 3,9 Бк/кг. Між активністю ^{137}Cs і ^{90}Sr у вегетативній масі очерету та їх активністю у ґрунтах донних відкладень спостерігається пряма пропорційна залежність (рис. 3 та 4). При цьому, для ^{137}Cs така залежність виражена сильніше.

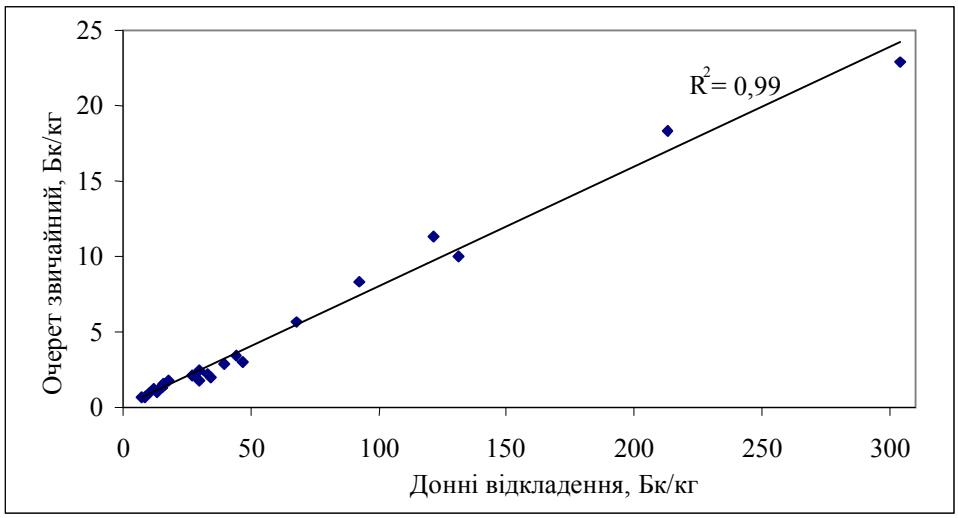

Рис. 3. **Залежність між активністю ^{137}Cs в очереті звичайному та донних відкладеннях.**

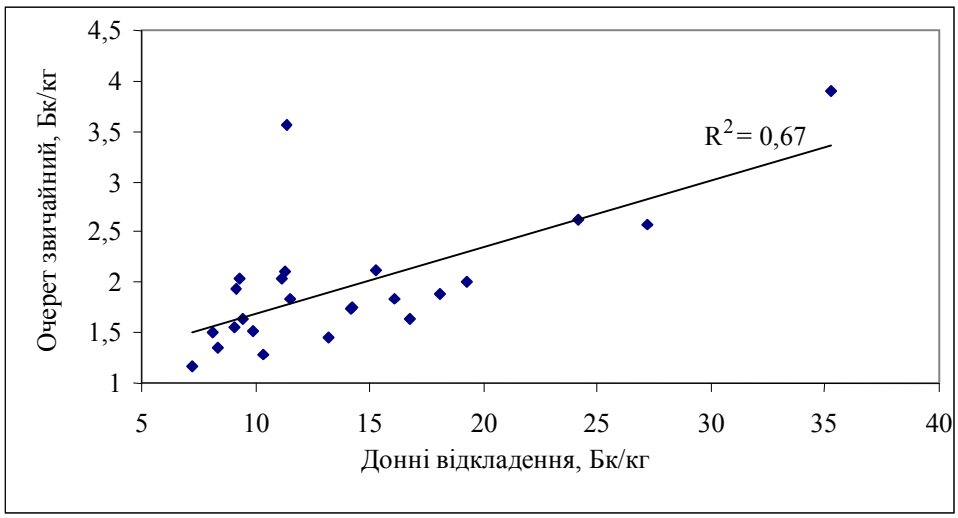

Рис. 4. **Залежність між активністю ^{90}Sr в очереті звичайному та донних відкладеннях.**

Таким чином, вивчення активності ^{137}Cs і ^{90}Sr у вегетативній масі вищих водних рослин показало, що накопичення цих радіонуклідів вищими водними рослинами прямо пропорційно залежить від щільності забруднення донних ґрунтів, їх типу та видових особливостей рослин.

Висновки та перспективи подальших досліджень. 1. Вивчення накопичення штучних довгоживучих радіонуклідів у вегетативній масі макрофітів виду *Phragmites australis* і *Typha angustifolia* показало, що питома активність ^{137}Cs і ^{90}Sr у рослинах буде залежати від щільності забруднення донних ґрунтів, їх типу та видових особливостей рослин. 2. Найнижча активність ^{137}Cs і ^{90}Sr відмічалась у рослин, що зросли на піщаних донних відкладеннях, а найвища − у рослин, що зросли на піску сильно замуленому з детритом, де й активність цих радіонуклідів у ґрунтах найвища. 3. Між питомою активністю ^{137}Cs і ^{90}Sr у вегетативній масі *Phragmites australis* і *Typha angustifolia* та їх активністю у ґрунтах донних відкладень спостерігається пряма пропорційна залежність, при цьому, для ^{137}Cs така залежність виражена сильніше.

Зважаючи на отримані результати досліджень щодо особливостей накопичення ^{137}Cs і ^{90}Sr представниками вищих водних рослин *Phragmites australis* і *Typha angustifolia,* виникає необхідність проведення подальших досліджень по з'ясуванню рівнів накопичення радіонуклідів іншими видами макрофітів, що населяють водні об’єкти.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Волкова О. Радіонукліди у гідробіонтах прісноводних екосистем / О. Волкова, В. Беляєв // Біомедична електроніка та фізичні методи в екології: Всеукр. наук. семінар, 13 – 16 вересня 2007 р.: тези доповіді. – Львів, 2007. – С. 61.

2. Вплив радіонуклідного забруднення на гідробіонти зони відчуження / М.І. Кузьменко, В.Д. Романенко, В.В. Деревець [та ін.] // Радіонукліди у водних екосистемах України. – Київ: Чорнобильінтерінформ. – 2001. – 318 с.

3. Пашутинський Є.К. Чорнобильська катастрофа та подолання її наслідків: нормативні документи / Є.К. Пашутинський. – К., 2007. – 312 с.

4. Методичні рекомендації для ведення спостережень за радіоактивним забрудненням навколишнього середовища / Державна гідрометеорологічна служба; Укр НДГМІ; Під редакцією О.В. Войцеховича, В.В. Канівець. – К., 2001. – 2147 с.

Особенности накопления радионуклидов ^{137}Cs и ^{90}Sr высшими водными растениями в условиях радиоактивного загрязнения водоемов Лесостепи Украины

В.В. Скиба

Исследованы особенности накопления радионуклидов ^{137}Cs и ^{90}Sr высшими водными растениями, растущих на донных почвах различных типов. Установлено, что уровень накопления радионуклидов растениями будет зависеть от их содержания в донных отложениях и типа этих донных отложений. Так, низкая активность ^{137}Cs и ^{90}Sr зафиксирована в вегитативной массе *Phragmites australis* и *Typha angustifolia*, растущих на песчаных донных грунтах. Высокое содержание этих радионуклидов наблюдалось в растений, выросших на песке сильно заиленном с детритом. Полученные результаты показывают, что между активностью ^{137}Cs и ^{90}Sr в вегетативной части высших водных растений и их активностью в донных отложениях существует прямая линейная зависимость. Проведенные исследования доказывают, что накопление радионуклидов ^{137}Cs и ^{90}Sr высшими водными растениями зависит от плотности загрязнения донных отложений, их типа и видовых особенностей растений.

Ключевые слова: высшие водные растения, донные отложения, радионуклиды ^{137}Cs и ^{90}Sr.

Features accumulation of radionuclides ^{137}Cs and ^{90}Sr higher aquatic plants in conditions of radioactive pollution of reservoirs Lisostep

V. Skyba

Peculiarities of radionuclide accumulation ^{137}Cs and ^{90}Sr in higher aquatic plants growing on the bottom soils of different types. The main macrophytes studied representatives of air-water plants - common reed (Phragmites australis) and cattail angustifolia (Typha angustifolia). Found that the level of accumulation of radionuclides in plants will depend on their content in the sediments and the type of sediment. Thus, the lowest activity of ^{137}Cs and ^{90}Sr fixed in cattails and reeds that grew on the sandy bottom soils. The highest levels of these radionuclides observed in plants grown on sand heavily silted with detritus. The results show that between the activity of ^{137}Cs and ^{90}Sr in the vegetative part of higher aquatic plants and their activity in the sediments there is a direct linear relationship. Studies show that the accumulation of radionuclides ^{137}Cs and ^{90}Sr higher aquatic plants depends on the density of benthic pollution, soil type and species of the plant.

Keywords: higher aquatic plants, bottom sediments, radionuclides ^{137}Cs, ^{90}Sr.