

УДК 581.256.3:504.5:502.51:546.36*137(472.2+470.333)

АККУМУЛЯЦИЯ РАДИОЦЕЗИЯ И ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ ПРИБРЕЖНО-ВОДНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТЬЮ В НЕКОТОРЫХ РАЙОНАХ ГОМЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ (РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ), ПРИГРАНИЧНЫХ С БРЯНСКОЙ ОБЛАСТЬЮ РОССИИ

Н.М. Дайнеко, С.Ф. Тимофеев

Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины, Республика Беларусь

E-mail: dajneko@gsu.by

Радиологический анализ проб воды и почвы показал, что содержание радиоцезия не превышало установленной нормы. Накопление ^{137}Cs выше допустимого уровня отмечено у хвоща полевого, вербейника обыкновенного, сабельника болотного, осоки острой и осоки лисьей, ситника развесистого, поручейника широколистного, чистеца болотного, горошка мышиного и щавеля густого. Химический анализ проб воды выявил накопление меди выше предельно допустимой концентрации в 6–10 раз. Во всех пробах почвогрунта и почвы содержание тяжелых металлов не превышало предельно допустимой концентрации. Во всех растительных образцах содержание меди и цинка было выше фонового содержания, а свинца и кадмия – ниже.

Ключевые слова:

Аккумуляция, радиоцезий, тяжелые металлы, прибрежно-водная растительность, экосистема.

Key words:

Accumulation, radiocaesium, heavy metal, riverine-water vegetation, ecosystem.

Введение

Основными источниками загрязнения водоемов являются хозяйственно-бытовые, промышленные и сельскохозяйственные стоки, которые содержат большое количество органических веществ, пестицидов, минеральных удобрений и продуктов их распада, разнообразные химические соединения, причем большинство из них токсичны. После катастрофы на Чернобыльской атомной электростанции также произошло и радиоактивное загрязнение прибрежно-водной растительности [1–5]. Поэтому важным является изучение степени накопления радионуклидов прибрежно-водной растительностью и выявление видов, способных к высокой аккумуляции радионуклидов, превышающих допустимый уровень, так как многие виды прибрежно-водной растительности находят разнообразное, но все еще недостаточное применение в различных отраслях промышленности, сельском и лесном хозяйстве, рыбоводстве. Среди них немало лекарственных растений, которые используются в медицине, фармацевтике, гомеопатии в качестве ароматерапевтических и косметических средств.

Целью работы являлась оценка уровней техногенного загрязнения радионуклидами и тяжелыми металлами прибрежно-водной растительности в отдаленный период ликвидации последствий катастрофы на Чернобыльской атомной электростанции.

Объекты и методы исследований

Объектами исследований служила прибрежно-водная растительность водоемов поймы р. Сож Ветковского и Чечерского районов Гомельской области Республики Беларусь, пострадавших от аварии на ЧАЭС. Ниже приводится характеристика объектов исследования Ветковского района.

Объект № 1. Правый приток р. Сож, вблизи населенного пункта Новоселки, в 0,5 км от р. Сож. Координаты: N 52°; 36'; 323", E 31°; 5'; 034". Экосистема ассоциации *Glycerio maximae-Caricetum acutae* Sapegin 1986 союза *Magnocaricion elatae* W. Koch 1926, порядка *Magnocaricetalia* Pign. 1953, класса *Phragmito-Magnocaricetea* Klika in Klika et Novak 1941.

Объект № 2. Левобережная пойма р. Сож, перед мостом, вблизи г. Ветка. Координаты: N 52°; 34'; 045", E 31°; 9'; 652". Экосистема с преобладанием аира обыкновенного отнесена к ассоциации *Acoretum calami* Eggler 1933 союза *Phragmition communis* W. Koch 1926, порядка *Nasturtio-Glycerietalia* Pignatti em. Kopecky 1961 in Kopecky et Hejny 1965, класса *Phragmito-Magnocaricetea* Klika in Klika et Novak 1941.

Экосистема рогаза широколистного *Thypha latifolia* входит в состав ассоциации *Thyphetum latifoliae* Soó 1297 союза *Phragmition communis* W. Koch 1926, порядка *Nasturtio-Glycerietalia* Pignatti em. Kopecky 1961 in Kopecky et Hejny 1965, класса *Phragmito-Magnocaricetea* Klika in Klika et Novak 1941.

Объект № 3. Окраина д. Старое Село, берег озера Чечиль. Координаты: N 52°; 31'; 392", E 31°; 8'; 492". Экосистема с господством *Carex acuta* отнесена к ассоциации *Caricetum gracilis* (Almqvist 1929) R. Tx. 1937 союза *Magnocaricion elatae* Koch 1926, порядка *Magnocaricetalia* Pignatti 1953, класса *Phragmito-Magnocaricetea* Klika in Klika et Novak 1941.

Ниже приводится характеристика объектов исследования Чечерского района.

Объект № 1. Обустроенное место отдыха жителей г.п. Чечерск, восточный берег озера Вир. Координаты: N 52°; 57'; 30.7", E 30°; 56'; 88.3". По краю озера полоса зарослей ивняков представлена ассоциацией *Salicetum triandro viminalis* Lohm 1952 союза *Salicion albae* Th. Muller et Gurs 1958, порядка *Salicetalia purpureae* Moor 1958, класса *Salicetea purpureae* Moor 1958.

В зарослях встречается ольха черная — *Alnus glutinosa*, крушина ломкая — *Frangula alnus*. В травостое — осока острая (*Carex acuta*), крапива двудомная (*Urtica dioica*), хмель обыкновенный (*Humulus lupulus*), вероника длиннолистная (*Veronica longifolia*), павой заборный (*Calystegia sepium*) и др.

Объект № 2. Левобережная пойма р. Покоть, перед мостом, в 1 км юго-восточнее д. Покоть. Координаты: N 52°; 52'; 16.4", E 31°; 07'; 27.9". Растительность поймы представляет комплекс травяных лугово-болотных природных экосистем. Экосистема с преобладанием айры обыкновенного отнесена к ассоциации *Acoretum calami* Eggler 1933. Экосистема *Phragmites australis* отнесена к ассоциации *Phragmitetum communis* (Gams 1927) Schmale 1939. Экосистема с господством *Carex acuta* отнесена к ассоциации *Caricetum gracilis* (Almquist 1929) R.Tx.1937. Экосистема рогоза широколистного *Thypha latifolia* входит в состав ассоциации *Thyphetum latifoliae* So 1297.

Объект № 3. Левобережная пойма р. Сож, против д. Вознесенский. Координаты: N 52°; 53'; 35.54", E 30°; 58'; 14.1". Мелкое озеро центральной поймы заросло горцем земноводным — *Persicaria amphibia* (*Polygonum amphibium*). Экосистема отнесена к ассоциации *Polygonetum amphibii* Soó 1927 союза *Nymphaeion albae* Oberd. 1957, порядка *Potametalia* W. Koch 1926, класса *Potametea Klika* in Klika et Novak 1941.

Объект № 4. Правобережная пойма перед мостом р. Сож, против д. Вознесенский. Координаты: N 52°; 53'; 37.5", E 30°; 57'; 51.4". Экосистема ассоциации *Glycerio maxima-Caricetum acutae* Sapegin 1986 союза *Magnocaricion elatae* W. Koch 1926, порядка *Magnocaricetalia* Pign. 1953, класса *Phragmito-Magnocaricetea* Klika in Klika et Novak 1941.

Отбор растительных образцов и проб почвы для анализа выполнен по существующим методикам [6–8]. Фиксацию мест отбора проб почвы и растений осуществляли с помощью навигатора GPS GARMIN 72.

Изучение видового состава растений выполняли с использованием флористических методов [9].

Определение содержания ¹³⁷Cs в воде, почвенных и растительных образцах производили на гамма-спектрометрическом комплексе Tennelec по МВИ. МН 3421–2010 «Методика выполнения измерений объемной и удельной активности гамма-излучающих радионуклидов на гамма-спектрометрах с полупроводниковыми детекторами».

Оценку степени радиоактивного загрязнения прибрежно-водных растений и возможность их безопасного использования давали путем сопоставления полученных результатов с нормативным показателем Республиканского допустимого уровня содержания ¹³⁷Cs в лекарственно-техническом сырье (РДУ/ЛТС-2004), равным 370 Бк/кг [10].

Содержание тяжелых металлов (Pb, Cd, Cu, Zn, Mn, Ni, Co, Cr, Fe) в пробах воды, почвы и образцах растений определялось на атомно-абсорбцион-

ном спектрометре SOLAAR M6 в РНИУП «Институт радиологии» МЧС Республики Беларусь. При оценке среднего фонового содержания тяжелых металлов в гидрофитах водоемов Беларуси использовались данные, приведенные в работе [11].

Результаты и их обсуждение

Радиологический анализ проб воды на всех изученных объектах Ветковского района показал, что содержание радиоцезия в воде не превышало установленной нормы (10 Бк/л). Наибольшая удельная активность почвогрунта по ¹³⁷Cs отмечалась в 1-м объекте, соответственно в почве — во 2-м объекте (табл. 1).

Таблица 1. Радиологический анализ проб воды, почвогрунта и почвы в изучаемых объектах Ветковского района

№ объекта	Определяемые показатели		
	Объемная активность ¹³⁷ Cs, Бк/л		
	В воде	В почвогрунте	В почве
1	Б3,0	1615,0±247,1	111,1±18,9
2	3,1±1,3	251,0±40,9	1251,3±191,4
3	Б3,0	556,5±86,8	285,5±44,5

Химический анализ проб воды (табл. 2) выявил превышение содержания предельно допустимой концентрации (ПДК) меди в 9–10 раз. Содержание цинка, свинца и кадмия в воде в изучаемых объектах не превышало ПДК. Содержание тяжелых металлов в почве и почвогрунте оказалось ниже нормы.

Таблица 2. Химический анализ проб воды, почвогрунта и почвы в изучаемых объектах Ветковского района

№ объекта	Вид пробы	Ед. измерения	Определяемые показатели			
			Медь	Цинк	Кадмий	Свинец
1	Вода	мг/л	0,0581	0,0115	0,0031	0,0353
	Почвогрунт	мг/кг	1,19	0,81	0,054	0,61
	Почва	мг/кг	1,56	1,02	0,064	0,43
2	Вода	мг/л	0,0423	0,0136	0,0035	0,0246
	Почвогрунт	мг/кг	1,47	1,35	0,034	0,39
	Почва	мг/кг	1,12	0,90	0,049	0,59
3	Вода	мг/л	0,0482	0,0123	0,0038	0,0282
	Почвогрунт	мг/кг	1,99	4,40	0,073	1,66
	почва	мг/кг	1,72	3,84	0,081	1,97
ПДК	Вода	мг/л	0,1	0,01	0,005	0,1
ПДК	Почвогрунт	мг/кг	3,0	37,0	0,04	25,0
ПДК	Почва	мг/кг	3,0	37,0	0,04	25,0

Анализ состояния прибрежно-водной растительности (табл. 3) показал, что наибольшая удельная активность по ¹³⁷Cs (Бк/кг) отмечена у аэрогидрофита хвоща полевого, гидрофита среднерослого вербейника обыкновенного и сабельника болотного во 2-м объекте. Превышение РДУ/ЛТС-2004 составило соответственно 3,7; 2,3; 5,2 раза. Наибольшим коэффициентом накопления ¹³⁷Cs характеризовались: роголистник обыкновенный, сабельник болотный, горец земноводный.

Таблица 3. Содержание тяжелых металлов и ^{137}Cs в растительных образцах изучаемых объектов Ветковского района

Вид растения, номер объекта	Определяемые показатели				
	мг/кг				Бк/кг
	Медь	Цинк	Свинец	Кадмий	Уд. активность ^{137}Cs
<i>Эутидрофиты, полностью погруженные, неукореняющиеся, взвешенные в толще воды</i>					
Роголистник обыкновенный, 3	3,64 75,52	10,57 859,35	0,0400 1,42	0,0029 0,76	260±49,0 86,67
<i>Аэрогидрофиты среднерослые</i>					
Хвощ полевой, 2	3,59 3,21	7,20 8,0	0,0558 0,09	0,0041 0,08	1384,3±207,6 1,11
Частуха подорожниковая, 3	5,19 2,61	10,42 2,37	0,0523 0,03	0,0045 0,06	15,4±4,5 0,03
Ситняг болотный, 3	3,63 1,82	7,22 1,64	0,0481 0,03	0,0024 0,03	334,5±60,1 0,60
Осока острая, 3	4,16 2,09	7,21 1,64	0,0495 0,03	0,0021 0,03	47,9±11,9 0,09
<i>Аэрогидрофиты высокорослые</i>					
Камыш озерный, 1	3,80 3,19	7,18 8,86	0,0441 0,07	0,0031 0,06	11,3±3,3 0,01
Рогоз широколистный, 2	4,26 2,90	7,20 5,33	0,0549 0,14	0,0042 0,12	259,3±46,6 1,03
<i>Гигрофиты: эутидрофиты среднерослые</i>					
Поручейник широколистный, 3	5,20 3,02	10,28 2,68	0,0394 0,02	0,0032 0,04	56,3±12,6 0,20
Мята полевая, 1	7,33 4,70	10,64 10,43	0,0440 0,10	0,0020 0,03	60,7±15,1 0,55
Вербейник обыкновенный, 2	4,67 4,17	7,56 8,40	0,0418 0,07	0,0031 0,06	870,4±135,6 0,70
Вербейник обыкновенный, 3	5,61 3,26	10,62 2,77	0,0424 0,02	0,0022 0,03	13,0±4,0 0,05
<i>Гигрогелофиты среднерослые</i>					
Полевица побегообразующая, 3	4,36 2,53	7,15 1,86	0,0458 0,02	0,0017 0,02	20,9±6,2 0,07
Поручейник широколистный, 1	4,51 2,89	9,05 8,87	0,0546 0,13	0,0039 0,06	94,5±20,2 0,85
Черда трехраздельная, 1	3,86 2,47	9,94 9,75	0,0451 0,10	0,0027 0,04	122,0±29,0 1,10
Горец земноводный, 1	6,58 4,22	10,70 10,49	0,0516 0,12	0,0023 0,04	179±28 1,61
Аир обыкновенный, 2	5,15 3,50	7,95 5,89	0,0476 0,12	0,0019 0,06	133,4±29,3 0,53
Сабельник болотный, 2	4,09 2,78	7,19 5,33	0,0544 0,14	0,0037 0,11	1928,0±289,0 7,68
Фоновое содержание	3,5	1,41	2,38	0,01	370,0

Примечание: В числителе – содержание элементов, в знаменателе – коэффициент накопления (КН).

Изучение содержания тяжелых металлов в растительных образцах показало, что содержание меди превышало фоновое во всех проанализированных образцах. Наибольшее количество меди наблюдалось у эутидрофита среднерослого мяты полевой и у гидрофита среднерослого горца земноводного, а близкое к фоновому – у эутидрофита, полностью погруженного, неукореняющегося роголистника обыкновенного, аэрогидрофитов среднерослых хвоща полевого, ситника болотного, высокорослого камыша озерного, гигрогелофита среднерослого – череды трехраздельной.

У всех растительных образцов наблюдалось превышение фонового содержания по цинку. Наибольшее содержание цинка, в 6–7 раз больше фонового, отмечено у гидрофита неукореняющегося роголистника, аэрогидрофита среднерослого частухи подорожниковой, эутидрофитов среднерослых поручейника широколистного, мяты полевой, вербейника обыкновенного, гигрогелофита среднерослого горца земноводного.

Анализ результатов содержания свинца и кадмия показал, что во всех растительных образцах не наблюдалось фонового превышения этих элементов и их количество было относительно небольшим.

Ниже приводятся результаты радиологического (табл. 4) и химического (табл. 5) анализов проб воды, почвогрунта и почвы в изученных объектах Чечерского района.

Таблица 4. Радиологический анализ проб воды, почвогрунта и почвы в изучаемых объектах Чечерского района

№ объекта	Определяемые показатели		
	Объемная активность ^{137}Cs , Бк/л		
	В воде	В почвогрунте	В почве
1	<3,0	580,0±90,0	533,0±81,0
2	<3,0	337,0±52,0	227,0±351,0
3	<3,0	56,0±9,0	778,0±118,0
4	<3,0	290,0±43,0	346,0±51,0

Радиологический анализ проб воды в изучаемых объектах Чечерского района показал, что, как и в Ветковском районе, содержание ^{137}Cs в воде не превышало установленной нормы. Почвогрунт и почва не отличались высоким накоплением радионуклида.

Таблица 5. Химический анализ проб воды, почвогрунта и почвы в изучаемых объектах Чечерского района

№ объекта	Вид пробы	Ед. измерения	Определяемые показатели			
			Медь	Цинк	Кадмий	Свинец
1	Вода	мг/л	0,0496	0,0141	0,0052	0,0245
	Почвогрунт	мг/кг	0,43	0,45	0,094	0,78
	Почва	мг/кг	0,32	0,19	0,061	1,59
2	Вода	мг/л	0,0681	0,0156	0,0049	0,0276
	Почвогрунт	мг/кг	1,46	1,94	0,158	2,62
	Почва	мг/кг	0,79	1,04	0,140	2,51
3	Вода	мг/л	0,0558	0,0142	0,0045	0,0341
	Почвогрунт	мг/кг	0,40	0,24	0,080	1,27
	Почва	мг/кг	7,87	3,19	0,203	3,18
4	Вода	мг/л	0,058	0,0149	0,0042	0,041
	Почвогрунт	мг/кг	7,77	3,14	0,194	3,05
	Почва	мг/кг	0,71	0,53	0,045	0,57
ПДК	Вода	мг/л	0,1	0,01	0,005	0,1
ПДК	Почвогрунт	мг/кг	3,0	37,0	0,04	25,0
ПДК	Почва	мг/кг	3,0	37,0	0,04	25,0

Химический анализ проб воды выявил накопление меди выше нормы в 6–9 раз. Во всех пробах почвогрунта и почвы содержание тяжелых металлов не превышало предельно допустимой концентрации.

Таблица 6. Содержание тяжелых металлов и удельная активность ^{137}Cs в растительных образцах изучаемых объектов Чечерского района

Вид растения, № объекта	Определяемые показатели					Вид растения, № объекта	Определяемые показатели				
	мг/кг				Бк/кг		мг/кг				Бк/кг
	Медь	Цинк	Свинец	Кадмий			Уд. актив- ность ¹³⁷ Cs	Медь	Цинк	Свинец	
Гидрофиты: эугидрофиты, полностью погруженные, неукореняющиеся, взвешенные в толще воды						Гидрофиты: эугидрофиты среднерослые					
Телорез алоевид- ный, 1	7,31 147,38	11,45 812,06	0,0394 1,61	0,0021 0,40	102,8±14,4 34,27	Поручейник широко- листный, 1	5,36 16,75	17,80 93,68	0,0634 0,04	0,0024 0,04	798±167,0 1,50
Плейстогидрофиты укореняющиеся						Поручейник широко- листный, 3	9,40 23,50	15,68 4,92	0,0623 0,02	0,0022 0,01	31,1±9,3 0,04
Кубышка желтая, 1	5,49 110,69	16,23 11,51,06	0,0646 2,64	0,0025 0,48	49±14,0 16,33	Крапива двудомная, 1	5,52 17,25	15,97 84,05	0,0475 0,03	0,0019 0,03	298±53,0 0,56
Кубышка желтая, 2	3,41 50,07	11,24 720,51	0,0446 1,62	0,0033 0,6	75,2± 15,0 25,07	Крапива двудомная, 2	9,48 12,00	11,42 10,98	0,0470 0,02	0,0018 0,01	300±51,0 1,32
Горец земновод- ный, 3	8,02 20,05	16,12 67,17	0,0407 0,03	0,0022 0,03	87,7±14,9 1,57	Вербейник обыкно- венный, 2	4,88 6,18	11,42 10,98	0,0476 0,02	0,0019 0,01	27±8,0 0,12
Кувшинка белая, 4	9,20 1,18	11,51 3,67	0,0435 0,01	0,0021 0,01	119,0±22,0 0,41	Вербейник обыкно- венный, 4	8,22 11,58	12,68 23,92	0,0440 0,08	0,0028 0,06	65,0±12,8 019
Аэрогидрофиты высокорослые						Вероника длинно- листная, 1	5,92 18,50	15,22 8,0,11	0,0436 0,03	0,0028 0,05	228±31 043
Тростник обыкно- венный, 2	4,13 2,83	11,44 5,90	0,0507 0,02	0,0053 0,03	19,9±5,9 0,06	Ситник развесистый, 2	4,79 6,06	14,12 13,58	0,0516 0,02	0,0029 0,02	2883±375,0 12,70
Рогоз широколист- ный, 2	5,05 3,46	11,19 5,77	0,0390 0,01	0,0019 0,01	46,8±14,8 0,14	Мята полевая, 4	5,44 7,66	14,53 27,42	0,0381 0,07	0,0020 0,04	138,0±22,0 0,40
Манник большой, 3	5,14 12,85	11,22 46,75	0,0516 0,04	0,0019 0,02	56,2±15,7 1,00	Гигрогелофиты среднерослые					
Аэрогидрофиты среднерослые						Чистец болотный, 1	5,42 15,94	11,12 24,71	0,0453 0,06	0,0027 0,03	635±99,0 1,09
Осока острая, 1	5,86 17,24	17,23 38,29	0,0592 0,08	0,0032 0,03	225,2± 65,0 0,39	Чистец болотный, 4	8,89 1,14	14,87 4,74	0,0552 0,02	0,0023 0,01	205,0±43,0 0,71
Стрелолист обыкно- венный, 1	7,86 23,12	11,37 25,27	0,0396 0,05	0,0044 0,05	171,5±21,5 0,30	Таволга вязолистная, 2	7,85 5,38	16,03 8,26	0,0479 0,02	0,0026 0,02	137±22,0 0,41
Осока пузырчатая, 2	5,43 3,72	11,60 5,98	0,0630 0,02	0,0020 0,01	228±31,0 0,68	Таволга вязолистная, 3	6,49 16,23	15,69 65,38	0,0483 0,04	0,0020 0,03	62,0±8,4 1,11
Осока острая, 2	4,56 3,12	11,96 6,16	0,0611 0,02	0,0035 0,02	69,7± 10,8 0,21	Аир обыкновенный, 2	5,44 3,73	11,26 5,80	0,0665 0,03	0,0022 0,1	296±487,3 0,88
Осока острая, 3	4,19 10,48	11,10 46,25	0,0520 0,04	0,0039 0,05	440,4±60,1 7,86	Горошек мышиный, 3	5,54 13,85	14,71 61,29	0,0573 0,05	0,0023 0,03	422±72,0 7,54
Осока острая, 4	5,07 0,65	11,19 3,56	0,0583 0,02	0,0054 0,03	471,4± 68,7 1,63	Василистник желтый, 3	6,79 16,98	11,43 47,63	0,0450 0,04	0,0031 0,04	83,4±11,4 1,49
Осока лисья, 3	5,86 14,65	10,82 45,08	0,0420 0,03	0,0023 0,03	636±80,0 11,36	Репешок обыкновенный, 4	9,92 1,28	12,45 3,96	0,0440 0,01	0,0057 0,03	285,0±49,0 0,98
Камыш лесной, 2						Гигрогелофиты высокорослые					
Сусак зонтичный, 3	8,96 22,40	12,76 53,17	0,0543 0,04	0,0048 0,06	44,5±9,7 0,79	Таволга вязолистная, 2	7,85 5,38	16,03 8,26	0,0479 0,02	0,0026 0,02	137±22,0 0,41
Частуха подорожни- ковая, 3	11,98 29,95	19,76 82,33	0,0366 0,03	0,0035 0,04	78,4±12,6 1,40	Таволга вязолистная, 3	6,49 16,23	15,69 65,38	0,0483 0,04	0,0020 0,03	62,0±8,4 1,11
Гидрофиты: эугидрофиты высокорослые						Щавель густой, 2	5,30 3,63	11,56 5,96	0,0609 0,02	0,0038 0,02	1441±182,0 4,28
Щавель водный, 1	5,73 18,48	11,39 59,95	0,0496 0,03	0,0042 0,07	255± 38,0 0,48	Щавель густой, 3	6,06 15,15	11,18 46,58	0,0589 0,05	0,0021 0,03	96,8±26,1 1,73
Двукисточник трост- никовидный, 3	6,43 0,82	11,00 3,45	0,0454 0,01	0,0021 0,01	176,1±35,2 0,23	Птармика обыкновенная, 1	4,90 3,66	16,17 35,93	0,0565 0,07	0,0046 0,05	124,7±17,1 0,22
Фоновое содержание						3,5	1,41	2,38	0,01	370,0	

Примечание: В числителе – содержание элементов, в знаменателе – коэффициент накопления (КН).

Анализ удельной активности прибрежно-водной растительности по ^{137}Cs (табл. 6) показал, что аэрогидрофиты среднерослые осоки острая в 3-м и 4-м объектах и осоки лисья в 3-м превышали РДУ/ЛТС-2004 соответственно в 1,18; 1,27; 1,71 раза; у эугидрофитов среднерослых ситника развесистого во 2-м объекте и поручейника широколистного в 1-м превышение составило соответ-

ственно 7,79 и 2,15 раза, у гигрогелофитов среднерослых чистеца болотного в 1-м и горошка мышиного в 3-м эта величина составила соответственно 1,71 и 1,14 раза, у гигрогелофита высокорослого щавеля густого превышение Республиканского допустимого уровня составило 3,88 раза. Наибольшим коэффициентом накопления отличались телорез алоевидный, кубышка желтая во 2-м

и 1-м объектах, осока острая и осока лисья в 3-м объекте.

Анализ содержания тяжелых металлов в растительных образцах показал, что во всех экологических группах, за исключением плейстогидрофита укореняющегося кубышки желтой в 1-м объекте, содержание меди превышало фоновое содержание, причем наибольшее накопление обнаружено у аэрогидрофита частухи подорожниковой и сусака зонтичного в 3-м объекте, у плейстогидрофитов укореняющихся кувшинки белой в 4-м и горца земноводного в 3-м, у эутигрофитов среднерослых крапивы двудомной и вербейника обыкновенного, гидрофитов среднерослых речешка обыкновенного и таволги вязолистной.

Содержание цинка в растениях всех выделенных экологических групп превышало фоновое в 7,7–14,0 раз.

Не отмечено фонового превышения по свинцу и кадмию у всех изучаемых растительных образцов.

Заключение

Таким образом, проведенный радиологический анализ проб воды во всех изученных объектах Ветковского и Чечерского районов показал, что содержание радиоцезия не превышало установленной нормы. Почвогрунт и почва не отличались высоким накоплением радиоцезия. Наибольшее содержание ^{137}Cs было в 1-м объекте в почвогрунте и в почве во 2-м объекте только Ветковского района.

Наибольшая удельная активность по ^{137}Cs отмечена у следующих видов растений: хвоща полевого, вербейника обыкновенного, сабельника болотного, осоки острой и осоки лисей, ситника развесистого, поручейника широколистного, чистеца болотного, горошка мышиного и щавеля густого.

Химический анализ проб воды выявил накопление меди выше ПДК в 6–10 раз. Во всех пробах почвогрунта и почвы содержание тяжелых металлов не превышало ПДК.

Во всех экологических группах в растительных образцах Ветковского района, начиная от эутигрофитов, полностью погруженных, неукореняющихся, взвешенных в толще воды, до гидрофитов среднерослых, содержание свинца и кадмия было гораздо ниже фонового, а меди и цинка — выше фона.

Самый высокий КН меди, цинка, свинца и кадмия среди экологических групп наблюдался у эутигрофитов, полностью погруженных в толщу воды, неукореняющихся. Наибольшее среднее содержание меди и цинка отмечено в группе плейстогидрофитов укореняющихся, свинца — у аэрогидрофитов среднерослых, кадмия — у аэрогидрофитов высокорослых.

Аналогичные особенности накопления тяжелых металлов растениями отмечены и в Чечерском районе. Анализируя среднее содержание тяжелых металлов и коэффициенты их накопления в растительных образцах среди экологических групп, видно, что самое высокое содержание меди и КН отмечалось у эутигрофитов, полностью погруженных, неукореняющихся, взвешенных в толще воды, а наименьшее содержание и КН — у аэрогидрофитов высокорослых. Высокий КН цинка зафиксирован у эутигрофитов, полностью погруженных в воду, а наибольшее его среднее содержание — у эутигрофитов высокорослых. Резкого различия в содержании цинка в растительных образцах между экологическими группами не отмечалось. Наибольший КН свинца и кадмия наблюдался у эутигрофитов и у плейстогидрофитов укореняющихся. Содержание же свинца и кадмия в экологических группах также между собой сильно не отличалось.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Кузьменко М.И. Радиоактивное загрязнение Днепра и его водохранилищ и некоторые мероприятия после аварии на ЧАЭС // Гидробиологический журнал. — 1992. — Т. 28. — № 6. — С. 51–86.
- Павлютин А.П., Бабицкий В.А. Высшая водная растительность в озере, загрязненном радионуклидами: состав, распределение, запасы и накопление цезия-137 // Гидробиологический журнал. — 1996. — Т. 32. — № 4. — С. 79–86.
- Садчиков А.П. Гидробиология: Прибрежно-водная растительность. — М.: Академия, 2005. — 240 с.
- Сапегин Л.М., Дайнеко Н.М., Тимофеев С.Ф. Накопление ^{137}Cs и тяжелых металлов прибрежно-водной растительностью юго-востока республики Беларусь // Проблемы биогеохимии и геохимической экологии. — 2012. — № 2 (19). — С. 57–64.
- Дайнеко Н.М. и др. Анализ накопления тяжелых металлов и цезия-137 прибрежно-водной растительностью озер поймы р. Днепр Брагинского района Гомельской области, приграничного с территорией Черниговской области (Украина) // Трансграничное сотрудничество в области экологической безопасности и охраны окружающей среды: Матер. II Междунар. науч.-практ. конф. — Гомель: Белгута, 2012. — С. 50–55.
- Шенников А.П. Методика геоботанических исследований лугов и луговых пастбищ // в кн.: Методика полевых геоботанических исследований. — М.; Л.: Наука. 1938. — С. 87–112.
- Крупномасштабное агрономическое и радиологическое обследование почв сельскохозяйственных угодий Беларуси / науч. ред. академик НАН РБ И.М. Багдевич. — Минск: Бел. изд. Хата, 2001. — 60 с.
- Дылис Н.В. Программа и методика биогеоценологических исследований. — М.: Наука, 1974. — 404 с.
- Определитель высших растений Беларуси / под ред. В.И. Парфенова. — Минск: Дизайн ПРО, 1999. — 472 с.
- Гигиенический норматив 2.6.1.8.—10—2004 «Республиканский допустимый уровень содержания цезия-137 в лекарственно-техническом сырье (РДУ/ЛТС—2004)». Утвержден Постановлением Главного государственного санитарного врача Республики Беларусь 24 декабря 2004, № 152.
- Высшие водные растения Беларуси: Эколого-биологическая характеристика, использование и охрана / Г.С. Гигевич, Б.П. Власов, Г.В. Вынаев / под общ. ред. Г.С. Гигевич. — Мн.: БГУ, 2001. — 231 с.

Поступила 15.01.2013 г.