

РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ СИТУАЦИЯ В ЭКОСИСТЕМАХ МАЛЫХ ВОДОХРАНИЛИЩ РАЗНОГО ЦЕЛЕВОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Ю.В. Пилипенко

Херсонський державний аграрний університет

Проаналізовано радіоекологічний стан екосистем малих водосховищ різного цільового призначення шляхом використання риб як біоіндикаторів. Виявлено низьку здатність до біологічного концентрування радіонуклідів планктофагами, підвищену – бентофагами і детритофагами. Під час здійснення біоіндикації радіоекологічного стану гідро-екосистем необхідно зважати на здатність риб накопичувати радіонукліди переважно в зябрах, покровних та жирових тканинах. Цей підхід дає змогу визначити рівень радіаційного забруднення гідроекосистеми шляхом оцінювання рибопродукції на вміст в органах і тканинах промислових видів риб ^{90}Sr та ^{137}Cs .

Ключові слова: *малі водосховища, радіонукліди, ^{90}Sr , ^{137}Cs , вода, донні відклади, промислові риби, біоіндикація, рибопродукція.*

В связи с радиационным загрязнением после Чернобыльской катастрофы вопросы экологической безопасности водных экосистем приобрели особую актуальность. Накопленный опыт свидетельствует, что эффективных технических решений относительно дезактивации водных объектов естественного и искусственного происхождения не существует. В природных экосистемах радиационная обстановка может нормализоваться только вследствие эколого-геохимических процессов природного самоочищения и радиационного распада дозообразующих радионуклидов [7].

Установлено, что в процессе самоочищения воды от радионуклидов наиболее важную роль играет седиментация этих элементов в донных отложениях, которые характеризуются достаточно высокой сорбционной емкостью [1, 6, 12, 13]. При этом отмечается, что донные отложения, «депонируя» радионуклиды в водных экосистемах, способны существенно улучшить качественные характеристики воды, но впоследствии, на фоне определенного снижения концентрации радионуклидов в толще воды, они выступают в качестве источника вторичного загрязнения [7, 19].

Отмечается существенная роль в миграции радионуклидов в пределах гидроэко-

тем гидробионтов различных трофических уровней [6]. По данным исследователей [6, 16], особое значение в биоседиментации радионуклидов в водных экосистемах играют макрофиты и моллюски, за счет которых осуществляется переход радиоактивных элементов в донные отложения. Способностью к накоплению радионуклидов характеризуются рыбы [2, 9, 11], которые как продукт питания являются главным поставщиком радионуклидов из водных экосистем в организм человека [17].

В этой связи контроль накопления радиоактивных элементов в органах и тканях промысловых видов рыб имеет особое значение и должен находиться под постоянным радиогигиеническим наблюдением. При этом возникает уникальная возможность обратного контроля за радиоэкологическим состоянием гидроэкосистем, который может осуществляться посредством использования рыб в качестве биоиндикаторов. К сожалению, информация по этому вопросу относительно рыб-индикаторов, выловленных в малых водохранилищах разного целевого назначения, крайне ограничена [3, 5, 14].

Принимая во внимание особую актуальность экологических исследований, целью работы было проведение соответствующих анализов по определению содержания радионуклидов в органах и тканях промыс-

ловых видов рыб, что является достаточно важным показателем радиоэкологической ситуации, которая сложилась на малых водохранилищах.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Из 56 исследованных малых водохранилищ разного целевого назначения, расположенных в степной зоне Украины, в качестве модельных были отобраны наиболее типичные акватории из группы технических и питьевых водохранилищ (Барабойское, Октябрьское и Титановое), ирригационных водохранилищ (Верхне-Рогачинское, Нечаянское и Чёрная Долина) и водоемов-аккумуляторов сбросных ирригационных вод (Верхне-Березанское, Зелёный Под и Приморское).

Концентрацию радионуклидов в воде малых водохранилищ устанавливали по трем горизонтам (у поверхности, в среднем слое воды, у дна водоема), с последующим усреднением полученных значений. На содержание радиоактивных элементов изучали донные отложения. Пробы воды и грунта для радиоэкологических исследований отбирались в соответствии со стандартизированной методикой [8].

Пробы воды обрабатывали в условиях испытательной аккредитованной лаборатории сельскохозяйственной продукции и продовольственного сырья ГП «Херсонский региональный центр метрологии и сертификации» в соответствии с методическими указаниями [17, 18], в 3–5-кратной повторности.

Содержание радионуклидов в органах и тканях рыб, отловленных в исследуемых малых водохранилищах, устанавливали в камеральных условиях Херсонской областной лаборатории ветеринарной медицины с использованием универсального спектрофотометрического комплекса УСК «Гамма-Плюс» в соответствии со стандартизованными методиками [15, 18].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты обработки проб воды и грунта, отобранных на акваториях малых водохранилищ разного целевого назначения, дают определенную информацию относительно экологического состояния этих гидроэкосистем по содержанию радиоактивных элементов. Установлены крайне низкие концентрации ^{90}Sr и ^{137}Cs в водной толще этих техногенных водоемов (табл. 1).

Таблица 1

Активность радионуклидов в воде (Бк/л) и донных отложениях (Бк/кг) малых водохранилищ

Водохранилища		Компоненты	^{90}Sr	^{137}Cs
Питьевого и технического назначения	Барабойское	Вода	0,0117	0,0029
		Донные отложения	1,2455	5,7884
	Октябрьское	Вода	0,0331	0,0348
		Донные отложения	2,3520	7,3154
	Титановое	Вода	0,0315	0,0171
		Донные отложения	1,3862	6,0475
Ирригационного назначения	Верхне-Рогачинское	Вода	0,0816	0,1024
		Донные отложения	1,7583	7,7323
	Нечаянское	Вода	0,0310	0,0078
		Донные отложения	1,3184	4,8605
	Чёрная Долина	Вода	0,0271	0,0137
		Донные отложения	1,5028	6,1540

Водохранилища		Компоненты	^{90}Sr	^{137}Cs
Водоёмы-аккумуляторы сбросных ирригационных вод	Верхне-Березанское	Вода	0,0752	0,0885
		Донные отложения	1,9522	7,9536
	Зелёный Под	Вода	0,0294	0,0089
		Донные отложения	1,3680	5,3274
	Приморское	Вода	0,0357	0,0152
		Донные отложения	2,0844	6,9558

Определенное увеличение содержания радионуклидов наблюдается только в акваториях (Октябрьское и Титановое), приближенных к крупным промышленным предприятиям, осуществляющих водопотребление с Каховского водохранилища (Верхне-Рогачинское), вода которых согласно эколого-санитарной оценки по уровню радионуклидного загрязнения относится к IV категории качества (слабозагрязненная) [4, 5]. Эффект аккумуляции радионуклидов отмечен для донных отложений, которые, согласно заключений ряда авторов [1, 7, 10, 12, 13, 16], способны накапливать и фиксировать их, что играет особую роль в процессах самоочищения.

Таким образом, на основании обобщенной экологической оценки воды и донных отложений наиболее типичных акваторий с каждой группы малых водохранилищ разного целевого назначения можно констатировать отсутствие выраженного загрязнения этого типа гидроэкосистем степной зоны Украины элементами радиационного действия.

По утвержденным государственным гигиеническим нормативам, допустимые уровни содержания радионуклидов в рыбе и рыбных продуктах составляют по ^{90}Sr – 35, по ^{137}Cs – 150 Бк/кг [4].

Проведенный анализ содержания радионуклидов в органах и тканях промысловых видов рыб (белый толстолобик – *Hypophthalmichthys molitrix* Val. и пестрый толстолобик – *Aristichthys nobilis* Rich., их

гибридные формы, белый амур – *Ctenopharyngodon idella* Val., сазан – *Cyprinus carpio* L., карп, пиленгас *Mugil soiuuy* Basil.), выловленных в исследуемых малых водохранилищах, показал, что концентрации радиоактивных веществ в подавляющем большинстве образцов были крайне малы и находились ниже уровней чувствительности приборов. Отмеченные концентрации ^{90}Sr и ^{137}Cs в жабрах и покровных тканях рыб были значительно ниже от утвержденных государственных гигиенических нормативов (табл. 2). При этом необходимо акцентировать внимание на том, что ни в одном из обследованных образцов активность радионуклидов в мышечных тканях не установлена.

Сравнительный анализ биоаккумулятивной способности к накоплению радионуклидов разными промысловыми видами рыб показал, что наименьшую способность относительно биологического концентрирования радиоактивных веществ продемонстрировали планктофаги (белый и пестрый толстолобики, их гибридные формы). Большую склонность к накоплению радионуклидов в органах и тканях имели макрофитофаги (белый амур) и, особенно, бентофаги (сазан, карп) и детритофаги (пиленгас). В этой связи особое внимание привлекает сазан, который имел максимальное содержание радионуклидов в своих тканях. Такая ситуация связана, очевидно, с особенностями питания сазана, в пищевом рационе которого существенное место за-

Таблица 2

Содержание радионуклидов в органах и тканях промысловых рыб, выловленных в малых водохранилищах разного целевого назначения (М), Бк/кг

Виды рыб	Возраст	Органы, ткани	Водохранилища питьевого и технического назначения		Ирригационные водохранилища		Водосемы-аккумуляторы сбросных ирригационных вод	
			⁹⁰ Sr	¹³⁷ Cs	⁹⁰ Sr	¹³⁷ Cs	⁹⁰ Sr	¹³⁷ Cs
Белый толстолобик	2+, 4+	Чешуя	1,29	–	2,28÷3,28	1,58	1,45÷2,20	–
		Кожа	–	–	1,54÷2,04	–	1,09÷1,14	–
		Жабры Мышцы	2,66	–	3,75÷4,31	–	2,11÷3,18	–
Пестрый толстолобик	1+, 4+	Чешуя	1,57	–	2,08	–	2,99	1,66
		Кожа	–	–	1,91	–	2,53	–
		Жабры Мышцы	2,31	–	2,11÷3,21	–	4,79	–
Гибрид толстолобиков	2+, 3+	Чешуя	4,71	2,67	3,47	2,86	2,27	–
		Кожа	3,29	–	–	–	1,43	–
		Жабры Мышцы	1,85÷5,58	2,64	3,70	–	3,18	–
Белый амур	1+, 2+	Чешуя	не исследовали	не исследовали	3,07÷6,09	1,47÷3,06	1,09÷1,58	–
		Кожа	не исследовали	не исследовали	1,82÷3,55	–	–	–
		Жабры Мышцы	не исследовали	исследовали	3,31÷6,67	1,84	2,25÷2,51	1,90
Карп	1+, 3+	Чешуя	1,93÷,82	4,71	3,59÷3,94	1,95÷2,17	3,91÷5,19	2,53÷2,55
		Кожа	3,91	1,93	1,88÷2,27	–	2,08÷3,92	–
		Жабры Мышцы	2,24÷7,39	5,38	4,52÷5,73	1,61÷2,05	5,17÷8,11	1,79÷1,84
Сазан	3+	Чешуя	7,92	6,39	не исследовали	не исследовали	не исследовали	не исследовали
		Кожа	4,09	3,37	исследовали	исследовали	исследовали	исследовали
		Жабры Мышцы	10,17	6,17	исследовали	исследовали	исследовали	исследовали
Пиленгас	2+	Чешуя	не исследовали	не исследовали	не исследовали	не исследовали	3,75	1,72
		Кожа	не исследовали	исследовали	исследовали	исследовали	1,95	–
		Жабры Мышцы	не исследовали	исследовали	исследовали	исследовали	5,97	–

нимают моллюск дрейссена, способный к биоаккумуляции радионуклидов.

Согласно полученным результатам относительно способности разных органов и тканей к накоплению ^{90}Sr , их целесообразно разместить в такой последовательности: жабры > чешуя > кожа > мышцы. Относительно накопления ^{137}Cs , достоверные результаты радиологических исследований отсутствуют, однако представляется возможным отметить повышенную способность чешуйчатого покрова к аккумуляции данного элемента.

Таким образом установлено, что содержание радионуклидов в органах и тканях разных промысловых видов рыб, отловленных в малых водохранилищах разного целевого назначения, значительно ниже уровней, принятых государственными гигиеническими нормативами. Это позволяет товарную рыбопродукцию считать пригодной для потребления в качестве пищевого продукта и констатировать, что радиоэкологическая ситуация на малых водохранилищах степной зоны Украины является благоприятной.

ВЫВОДЫ

Проведенные исследования и полученные результаты позволяют утверждать, что качество рыбопродукции промысловых видов рыб, отловленных в малых водохранилищах разного целевого назначения степной зоны Украины, по содержанию радионуклидов соответствует санитарно-биологическим требованиям, которые выдвигаются к продовольственному сырью и пищевым продуктам. Низкую способность к биологическому концентрированию радионуклидов имеют планктофаги, повышенную – бентофаги и детритофаги. Радионуклиды преимущественно накапливаются в жабрах, покровных (чешуя, кожа) и жировых тканях, что необходимо учитывать при проведении биоиндикации радиоэкологического состояния малых водохранилищ разного целевого назначения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Белоконь А.С. Характеристика радионуклидного загрязнения воды и донных отложений в водоемах Приднпровья / А.С. Белоконь //

- Вестник Днепропетр. гос. ун-та. – 2000. – Вып. 7. – С. 97–101.
2. Волкова Е.Н. Накопление радионуклидов промысловыми видами рыб Днепровских водохранилищ: Автореф. дис. ... канд. биол. наук / Е.Н. Волкова. – К., 1990. – 18 с.
 3. Радиоактивное загрязнение ихтиофауны Украины на современном этапе / Е.Н. Волкова, В.В. Беляев, З.О. Широкая и др. // Наук. зап. Терноп. держ. пед. ун-ту. – Вып. 4(15). – 2001. – С. 6–8.
 4. ГН 6.6.1.1–13–2006. Допустимі рівні вмісту радіонуклідів ^{137}Cs та ^{90}Sr у продуктах харчування та питній воді. Державні гігієнічні нормативи / Затв. наказом МОЗ України від 03.05.2006 р. № 256.
 5. Оценка качества воды по радионуклидному загрязнению водохранилищ Приднепровского региона / А.И. Дворецкий, А.С. Белоконь, Л.Н. Ткач, Н.Н. Бригада // Проблемы рационального использования биоресурсов водохранилищ. – К., 1995. – С. 149–150.
 6. Зональне районування Дніпровського водосховища за рівнем дії антропогенного забруднення на гідробіоценози та якість води / А.І. Дворецкий, Л.І. Цегельник, А.С. Кириленко та ін. // Риб. госп-во. – 2006. – Вып. 65. – С. 94–101.
 7. Долін В.В. Самоочищення природного середовища після Чорнобильської катастрофи / В.В. Долін, Г.М. Бондаренко, О.О. Орлов. – К.: Наук. думка, 2004. – 223 с.
 8. ДСТУ ISO 5667–2–2003. Якість води. Відбирання проб. – Ч. 2. Настанови щодо методів відбирання проб / Затв. наказом Держспоживстандарту України від 11 червня 2003 р. № 102. – 11 с.
 9. Зарубин О.Л. Радиоактивное загрязнение промысловых видов рыб Каневского водохранилища / О.Л. Зарубин // Матеріали наук. конф. Ін-ту ядерних досліджень. – К., 1997. – С. 357–360.
 10. Кленус В.Г. Опыт использования экологической классификации и обоснование экологических нормативов качества поверхностных вод Украины по критериям специфических показателей радиационного действия / В.Г. Кленус // Гидробиол. журнал. – 2002. – Т. 38, № 4. – С. 93–102.
 11. Козлов А.В. Ихтиофауна малых водоемов фермерских хозяйств как индикатор качества воды / А.В. Козлов // Научно-техн. бюл. каф. биоэкологии и ихтиологии Моск. гос. ун-та. – 2004. – Вып. 1. – С. 37–51.
 12. Кузьменко М.И. Распределение радионуклидов в экосистеме мелководного биотона / М.И. Кузьменко // Гидробиол. журнал. – 1996. – Т. 32, № 6. – С. 42–51.
 13. Кузьменко М.І. Радіонукліди та їх екологічне значення у водоймах України / М.І. Кузьменко, Д.І. Гудков, І.В. Паньков // Наук. зап. Терноп. держ. пед. ун-ту. – 2001. – Вып. 4(5). – С. 19–21.

14. *Махонина А.В.* Экологическая характеристика водоемов комплексного назначения Центральной части Украины / А.В. Махонина, Н.Н. Сазанова, Н.А. Сидоров // *Наук. зап. Терноп. держ. пед. ун-ту. – Спецвипуск: Гідроекологія.* – 2001. – № 3(14). – С. 70–71. – (Серія: Біологія.)
15. Методика проведения измерений по определению радионуклидов // *Паспорт на универсальный спектрофотометрический комплекс УСК «ГАММА – ПЛЮС».* – М., 1998. – С. 21–32.
16. Распределение радионуклидов в Днепровских водохранилищах / И.В. Паськов, Е.Н. Волкова, З.О. Широкая, М.И. Кузьменко // *Проблемы рационального использования биоресурсов водохранилищ.* – К., 1995. – С. 155–156.
17. *Романенко В.Д.* Основы гидроэкологии / В.Д. Романенко. – К.: Генеза, 2004. – 664 с.
18. Сборник методик определения содержания радионуклидов в рыбном сырье, продукции и воде. – М., 1989. – 92 с.
19. *Sculberg O.M.* Toxic blue-green algae blooms in Europe / O.M. Sculberg, G.A. Codd, W.W. Carmichael // *A Growing Problem.* – AMBIO. – 1984. – Vol. 13, No. 4. – P. 244–247.

УДК 504.5

ВОДНО-ФІЗИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ҐРУНТУ В УМОВАХ ТЕХНОГЕНЕЗУ

О.Г. Ізюмова

Житомирський державний технологічний університет

Наведено результати досліджень впливу викидів цементного виробництва на водно-фізичні властивості чорнозему опідзоленого. Встановлено, що негативна трансформація водно-фізичних показників ґрунту у 0,2 км зоні впливу цементного пилу зумовлює формування несприятливих динамічних характеристик ґрунтової вологи щодо її доступності для рослин. На відстані 2–6 км від джерела емісії цементного виробництва спостерігаються найбільш сприятливі передумови для оптимізації водно-фізичних характеристик ґрунту.

Ключові слова: цементний пил, чорнозем опідзолений, агрофізичні показники, водно-фізичні константи, ґрунтовий вологозапас.

Із розвитком фундаментальних та прикладних наук ще більш очевидним стає доцільність контролю за агрофізичними параметрами ґрунтів щодо цілеспрямованого регулювання їх родючості. У сучасній літературі параметри агрофізичних показників окультуреності ґрунтів обґрунтовано не зовсім повно. Це зумовлено, з одного боку, наданням пріоритетності агрохімічним властивостям ґрунту як головному чиннику його родючості, з іншого – недосконалістю методичної бази для визначення фізичних параметрів ґрунту та розмізкістю робіт щодо інструментального контролю за їх зміною.

Як агрофізичні показники, що відіграють важливу роль у формуванні водно-повітряного режиму ґрунту, прийнято водно-фізичні константи: повна вологоємність (ПВ), найменша (польова) вологоємність (НВ), вологість розриву капілярного зв'язку (ВРК) та показник вологості стійкого в'янення рослин (ВСВ). Наведені водно-фізичні константи відображають як кількісний рівень зволоженості ґрунту, так і якісну характеристику ґрунтової вологи щодо її рухомості і ступеня доступності рослинам. Зважаючи на це, виділено такі категорії ґрунтової вологи: в інтервалі від ПВ до НВ – найбільш доступна для рослин, однак не відіграє визначальної ролі у їх вологозабезпеченості через короткий

© О.Г. Ізюмова, 2013