

- Выщепан С. Л., Сидоренко В. Г. Сравнительная биоэнергетическая оценка макромицетов разных экологических групп.— В кн.: Изучение грибов в биогеоценозах. Свердловск, 1988, с. 12.
- Герай-заде А. П. Калориметрическое определение энергии, аккумулированной в растительном веществе некоторых биогеоценозов Азербайджана и вычисленные степени использования солнечной энергии.— В кн.: Общие теоретические проблемы биологической продуктивности. Л., 1969, с. 115—119.
- Голубев В. Н., Махаева Л. В. К методике определения чисто-первичной продукции надземной части растительных травяных сообществ.— Бот. журнал, 1970, 55, № 8, с. 1138—1142.
- Голубев В. Н., Махаева Л. В., Кожевников С. К. Опыт калориметрического изучения динамики продуктивности надземной растительности крымской Яйлы.— Бот. журнал, 1967, 52, № 9, с. 1307—1320. ГОСТ 147—74. Угли бурые, каменные, антрацит, горючие сланцы, торф и брикеты.— М.: Изд-во стандартов, 1974.— 36 с.
- Коржинский Я. В. Теплотворная способность надземной и подземной частей некоторых видов растений первичных и вторичных биогеоценозов высокогорья Украинских Карпат.— В кн.: Вопросы изучения и освоения флоры и растительности высокогорий. Новосибирск, 1977, с. 124—125.
- Михкиев А. И., Козлов Л. Г., Розенберг В. М. Запас энергии в фитомассе луговых агроценозов.— В кн.: Структура и динамика биогеоценозов сеяных лугов на мелиорированных торфяных почвах. Петрозаводск, 1978, с. 105—122.
- Сидоренко В. Г., Косоножкин В. И. К изучению калорийности растительной биомассы некоторых биогеоценозов на Нижне-Донском биогеоценологическом стационаре.— Изв. Сев.-Кав. научного центра высшей школы. Естеств. науки, 1977, 4, с. 39—40.

УДК 577.41/46 : 577.391

⁶⁰Co, ⁹⁰Sr, ¹³⁷Cs В МАКРОФИТАХ ВОДОЕМА-ОХЛАДИТЕЛЯ БЕЛОЯРСКОЙ АЭС

В. Н. Трапезникова, М. Я. Чеботина, А. В. Трапезников, И. В. Куликов

Начиная с 1964 г. Белоярское водохранилище используется в качестве водоема-охладителя Белоярской АЭС имени И. В. Курчатова и подвергается воздействию тепловых и слаборадиоактивных сбросов АЭС. Ранее были опубликованы наши данные о влиянии температурного фактора на состояние высшей водной растительности и планктонных организмов водохранилища, а также о содержании отдельных радионуклидов в воде, рыбах, планктоне и грунтах этого водоема (Трапезников и др., 1983; Трапезникова и др., 1984; Чеботина и др., 1986, 1988, 1990; Гусева и др., 1989; Любимова и др., 1989). В настоящей работе обсуждаются результаты исследований содержания ⁶⁰Co, ⁹⁰Sr и ¹³⁷Cs в макрофитах водоема-охладителя. Подобных работ по другим водоемам-охладителям АЭС очень мало.

Представляло интерес оценить содержание исследуемых радионуклидов в растенях наблюдаемой зоны водоема-охладителя на разном расстоянии от АЭС. С этой целью водоем в пределах указанной зоны условно разделили на четыре подзоны, каждая протяженностью около 4 км: первая подзона — часть водохранилища от плотины до Теплового залива, куда сбрасываются подогретые воды АЭС; вторая зона охватывает акваторию, примыкающую непосредственно к АЭС, начиная от Теплового залива до устья р. Чемершаны; третья зона простирается далее в сторону верховья, от р. Чемершаны до Щучьего залива, а четвертая — от Щучьего залива до границы десятикилометровой наблюдаемой зоны АЭС.

В летне-осенний период 1986—1987 гг. в прибрежной части наблюдаемой зоны и контрольного участка водоема, расположенного на расстоянии более 10 км от АЭС — в верхней части водохранилища, отбирали образцы растений (*Elodea canadensis* Rich., *Cladophora glomerata* (L.) Kütz., *Potamogeton perfoliatus* L., *P. compressus* L., *P. pectinatus* L., *P. lucens* L., *Phragmites communis* Trin.) по 2—3 кг на повторность, отмывали от поверхностных загрязнений, высушивали до воздушно-сухого состояния, после чего озоляли в муфельной печи при температуре 450 °С. В зольных остатках ⁹⁰Sr определяли радиохимически, а ⁶⁰Co и ¹³⁷Cs — гамма-спектрометрическим методом с использованием многоканального амплитудного анализатора АИ—256—6 со сцинтиляционным NaI(Tl)-детектором типа «Лимон».

Усредненное по каждой зоне содержание радионуклидов в семи наиболее распространенных видах растений Белоярского водохранилища (см. таблицу) варьирует более чем на порядок величин (в среднем от 4 до 210 Бк/кг сухой массы), причем погруженные растения (рдесты, элодея, кладофора) накапливают нуклиды в заметно

Концентрация ^{60}Co , ^{90}Sr и ^{137}Cs в растениях Белоярского водохранилища, Бк/кг сухой массы

Вид растений	Радио-нуклид	Наблюдаемая зона				Контрольный район
		I	II	III	IV	
Рдест гребенчатый	^{60}Co	101 ± 21 (35 ÷ 167)	104 ± 13 (74 ÷ 133)	115 ± 18 (73 ÷ 158)	55 ± 2 (49 ÷ 61)	26 ± 1 (23 ÷ 29)
	^{90}Sr	20 ± 7 (0 ÷ 40)	29 ± 4 (21 ÷ 37)	19 ± 3 (11 ÷ 27)	11	14 ± 1 (11 ÷ 16)
	^{137}Cs	22 ± 3 (8 ÷ 36)	38 ± 5 (27 ÷ 49)	33 ± 10 (7 ÷ 58)	29 ± 1 (25 ÷ 33)	18 ± 1 (14 ÷ 22)
Рдест пронзенно-лиственный	^{60}Co	62 ± 10 (35 ÷ 89)	86 ± 13 (58 ÷ 114)	78 ± 15 (40 ÷ 115)	111 ± 11 (84 ÷ 143)	Нет растений » »
	^{90}Sr	100 ± 26 (38 ÷ 161)	86 ± 15 (52 ÷ 120)	84 ± 22 (27 ÷ 141)	50 ± 10 (35 ÷ 65)	
	^{137}Cs	25 ± 2 (20 ÷ 30)	34 ± 3 (27 ÷ 42)	40 ± 6 (24 ÷ 56)	31 ± 5 (19 ÷ 43)	
Рдест блестящий	^{60}Co	Нет растений	41 ± 3 (27 ÷ 55)	37 ± 4 (20 ÷ 54)	48 ± 2 (41 ÷ 55)	» 37 ± 3 (29 ÷ 48) Нет растений
	^{90}Sr	»	71 ± 26 (0 ÷ 141)	30 ± 9 (4 ÷ 59)	43 ± 1 (39 ÷ 47)	
	^{137}Cs	»	20 ± 2 (13 ÷ 26)	40 ± 6 (14 ÷ 65)	44 ± 10 (13 ÷ 74)	
Рдест сплюснутый	^{60}Co	112 ± 15 (48 ÷ 77)	73 ± 4 (61 ÷ 85)	Нет растений	Нет растений	» » »
	^{90}Sr	24 ± 3 (12 ÷ 37)	19 ± 8 (0 ÷ 38)	»	»	
	^{137}Cs	45 ± 7 (17 ÷ 73)	37 ± 1 (32 ÷ 41)	»	»	
Элодея канадская	^{60}Co	97 ± 17 (57 ÷ 137)	189 ± 35 (104 ÷ 275)	191 ± 22 (121 ÷ 260)	160 ± 8 (135 ÷ 186)	» » »
	^{90}Sr	65 ± 8 (48 ÷ 74)	40 ± 7 (24 ÷ 56)	46 ± 7 (22 ÷ 70)	56 ± 18 (12 ÷ 100)	
	^{137}Cs	59 ± 11 (33 ÷ 85)	112 ± 21 (61 ÷ 163)	114 ± 28 (76 ÷ 151)	113 ± 19 (72 ÷ 194)	
Кладифора плавающая	^{60}Co	173 ± 21 (107 ÷ 239)	206 ± 17 (169 ÷ 243)	166 ± 15 (133 ÷ 198)	70 ± 7 (54 ÷ 86)	24 ± 5 (12 ÷ 36) 48 ± 9 (20 ÷ 76) 21 ± 2 (15 ÷ 27)
	^{90}Sr	83 ± 19 (44 ÷ 122)	65 ± 6 (55 ÷ 76)	52 ± 6 (42 ÷ 62)	69 ± 8 (50 ÷ 88)	
	^{137}Cs	165 ± 21 (115 ÷ 215)	116 ± 10 (95 ÷ 137)	129 ± 17 (94 ÷ 165)	62 ± 7 (45 ÷ 79)	
Тростник обыкновенный	^{60}Co	Нет растений	16 ± 1 (12 ÷ 20)	12 ± 0,1 (12 ÷ 13)	13 ± 3 (4 ÷ 22)	10 ± 5 (0 ÷ 31) 11 ± 9 (3 ÷ 19) 4 ± 1 (3 ÷ 6)
	^{90}Sr	»	13 ± 0,07 (10 ÷ 16)	9 ± 3 (3 ÷ 15)	7 ± 3 (3 ÷ 11)	
	^{137}Cs	»	10 ± 0,5 (9 ÷ 11)	10 ± 0,5 (9 ÷ 11)	11 ± 1 (9 ÷ 12)	

больших количествах, чем прибрежно-водные (тростник). Среди погруженных практически все виды (за исключением рдеста блестящего) достаточно хорошо накапливают ^{60}Co , в несколько больших количествах ^{90}Sr поглощается элодеей, кладофорой, рдестами пронзеннолистным и блестящим, а ^{137}Cs — элодеей и кладофорой.

В растениях четырех условно выделенных подзон в пределах наблюдаемой зоны АЭС концентрация радионуклидов практически одинакова. Она отличается только в зависимости от биологических особенностей растений и свойств радионуклида. Это обстоятельство свидетельствует о том, что поступающие от АЭС радионуклиды в целом достаточно быстро и равномерно перемешиваются в центральной акватории водоема. При этом концентрация радионуклидов в воде, растениях и грунтах в отдельных заливах, куда поступают слаборадиоактивные стоки и подогретые воды АЭС (Теплый залив, заливы в районе Биофизической станции), может заметно отличаться от центральной части акватории водохранилища (Чеботина и др., 1986, 1988, 1992).

В контрольном регионе Белоярского водохранилища встречаются лишь три из семи изученных видов растений. На примере кладофоры видно, что содержание ^{60}Co и ^{137}Cs в растениях этого вида из четвертой подзоны и контрольного региона меньше, чем в первых трех подзонах, расположенных ближе к АЭС. В то же время зависимость содержания ^{90}Sr в растениях от расстояния менее четко выражена. Это обусловлено, видимо, преимущественным поступлением в водоем ^{60}Co и ^{137}Cs . Следовательно, конкретно для Белоярского водохранилища кладофору можно считать хорошим биоиндикатором загрязнения водоема ^{60}Co и ^{137}Cs . Этот вид растений, обладающий сравнительно высокой накопительной способностью по отношению к указанным радионуклидам, широко распространен в прибрежной зоне водоема и удобен для отбора. Остальные виды, с нашей точки зрения, менее пригодны для биоиндикации в связи с их более низкой накопительной способностью или полным отсутствием в отдельных регионах водохранилища.

Институт экологии растений
и животных УрО РАН

Поступило в редакцию
5 марта 1991 г.

ЛИТЕРАТУРА

- Гусева В. П., Чеботина М. Я., Трапезников А. В., Куликов Н. В. ^{60}Co , ^{90}Sr , ^{137}Cs в планктоне водоема-охладителя АЭС. Экология, 1989, № 5, с. 73—75.
- Любимова С. А., Чеботина М. Я., Трапезников А. В., Трапезникова В. Н. Влияние теплых вод на высшую водную растительность Белоярского водохранилища. — Экология, 1989, № 1, с. 73—75.
- Трапезников А. В., Чеботина М. Я., Трапезникова В. Н., Куликов Н. В. Влияние подогрева воды на накопление ^{60}Co , ^{90}Sr , ^{137}Cs , Са и К пресноводными растениями. — Экология, 1983, № 4, с. 68—70.
- Трапезникова В. Н., Трапезников А. В., Куликов Н. В. Накопление ^{137}Cs в промысловых рыбах водоема-охладителя Белоярской АЭС. — Экология, 1984, № 6, с. 36—39.
- Чеботина М. Я., Трапезников А. В., Трапезникова В. Н. Влияние подогрева воды на накопление радионуклидов грунтами Белоярского водохранилища. — Экология, 1986, № 2, с. 75—77.
- Чеботина М. Я., Трапезников А. В., Гусева В. П., Куликов Н. В. ^{60}Co , ^{90}Sr , ^{137}Cs в грунтах водоема-охладителя АЭС. — Экология, 1988, № 2, с. 70—73.
- Чеботина М. Я., Реч Т. А., Куликов Н. В. Третий в зоне Белоярской АЭС им. И. В. Курчатова. — Экология, 1990, № 2, с. 34—39.
- Чеботина М. Я., Трапезников А. В., Трапезникова В. Н., Куликов Н. В. Радиоэкологические исследования Белоярского водохранилища. Свердловск, 1992. — 77 с.

УДК 591.5+599.323.4

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ХОДОВ ОБЫКНОВЕННОГО СЛЕПЫША (*SPALAX MICROPHTHALMUS* GULDENSTAEDT 1770, RODENTIA, SPALACIDAE) В ЗАПОВЕДНОЙ ЛУГОВОЙ СТЕПИ

А. А. Власов, А. Ю. Пузаченко

Обыкновенный слепыш ведет исключительно подземный образ жизни и является типичным представителем степного фаунистического комплекса млекопитающих (Топачевский, 1969). В настоящей работе анализируется пространственное размещение ходов обыкновенного слепыша в условиях луговой степи Ямского участка Центрально-Черноземного биосферного заповедника (Губкинский район, Белгородская обл.).