

Список литературы

1. Белов, Д. А. Грызущие и минирующие листу насекомые зеленых насаждений Москвы: автореферат дис. ... кандидата биологических наук: 03.00.09 / Д. А. Белов. – Москва, 2000.
2. Груздев, Г. С. Защита зеленых насаждений в городах. Справочник / Г. С. Груздев, Л. А. Дорожкина, С. А. Петриченко. – М.: Стройиздат, 1990. – 544 с.
3. Лопатин, И. К. Насекомые Беларуси: Листоеды (Coleoptera, Chrysomelidae) / И. К. Лопатин, О. Л. Нестерова. – Минск: Технопринт, 2005. – 294 с.
4. Семенченко, В. П. Проблема чужеродных видов в фауне и флоре Беларуси / В. П. Семенченко, А. В. Пугачевский / Наука и инновации № 10 (44), 2006. – С.15–20.
5. Есипенко Л. П. Биологические инвазии как глобальная экологическая проблема Юга России / Л. П. Есипенко // Юг России: экология, развитие. – 2012. – № 4. – С. 23.
6. Гербарное дело: Справ. руководство / Рус. изд. под ред. Д. Гельтмана. Кью, 1995.
7. Буга, С. В. Фитофаги – вредители древесных растений урбоценозов Минска и Гродно / С. В. Буга, Д. Л. Петров, А. В. Рыжая, Ф. В. Сауткин. – Минск: БГУ, 2010. – 40 с.
8. Петров, Д. Л. Фитофаги-вредители кустарниковых растений: учеб.-метод. Пособие / Д. Л. Петров, Ф. В. Сауткин, В. В. Иванов. – Минск: БГУ, 2011. – 21 с.
9. Гусев В. И. Определитель повреждений плодовых деревьев и кустарников / В. И. Гусев. – М.:Агропромиздат, 1990. – 348 с.
10. Гусев В. И. Определитель повреждений деревьев и кустарников, применяемых в зеленом строительстве / В. И. Гусев. – М., 1989. – 432 с.
11. Leafminers and plant galls of Europe [Электронный ресурс] / N.E. Willem. – 2013. – Режим доступа: <http://www.bladmineerders.nl>. – Дата доступа: 15.04.2018.
12. British Leafminers [Электронный ресурс] – 2015 – Режим доступа: <http://www.leafmines.co.uk>. – Дата доступа: 15.04.2018.

Based on the results of research in July–August 2017–2018 62 herbivores arthropod species belonging to 32 genera, 15 families, 6 orders, 2 classes (Insecta and Arachnida) in six biotopes in Grodno and Baranovich territory were identified. Representatives of Lepidoptera (47 % of species abundance) and Acariformes (22 % of species abundance) orders predominate in our collection, while other orders are represented by fewer species.

Иванович Е. В., Гродненский Государственный университет имени Янки Купалы, Гродно, Беларусь, e-mail: ivanovich.elizaveta@mail.ru

Рыжая А. В., Гродненский Государственный университет имени Янки Купалы, Гродно, Беларусь, e-mail: rhyzhaya@mail.ru

УДК 597.551.2:546.36*137(476.2)

Д. Н. Иванцов, А. В. Гулаков

ПУТИ ПЕРЕНОСА ^{137}Cs И ^{90}Sr В КОМПОНЕНТАХ МЕЛИОРАТИВНОЙ СИСТЕМЫ

Катастрофа на Чернобыльской АЭС привела к загрязнению искусственными, биологически значимыми радионуклидами больших территорий. Большинство радиоактивных осадков выпало на территории водосбора реки Припять, которая составляет важный компонент системы Днестра и днепровских водохранилищ, одной из наиболее крупных систем поверхностных вод в Европе. На территории водосбора Припяти сформировалась обширная зона радиоактивного загрязнения [1].

Возросший в результате аварии на Чернобыльской АЭС радиационный фон стал одним из дополнительных экологических факторов на обширных территориях. В настоящее время основной вклад в радиоактивное загрязнение территории пострадавшей в результате катастрофы на Чернобыльской АЭС вносят долгоживущие ^{90}Sr и ^{137}Cs . Современный характер загрязнения пострадавших территорий и отдельных экосистем обусловлен не только первичной поверхностной неравномерностью загрязнения территории, но и разнообразными физико-химическими и биологическими процессами, определяющими особенности распределения дозообразующих радионуклидов ^{90}Sr и ^{137}Cs в различных объектах окружающей среды, в том числе в основных компонентах водных экосистем.

Цель работы, оценка радиоактивного загрязнения участка мелиоративной сети, вблизи бывшего населенного пункта (б.н.п.) Оревичи (Хойникский район) и перехода радионуклидов в организм рыб, обитающих в исследуемом водном объекте.

Работы по оценке перехода долгоживущих ^{90}Sr и ^{137}Cs в организм рыб обитающих в мелиоративной сети проводились в 2018 году.

Канал вблизи б.н.п. Оревичи (51°36'24" СШ и 29°52'26" ВД), собственного географического названия не имеет, среди населения, до аварии проживавшего на прилегающей территории, носил название «канал Оревичский». Находится приблизительно в 40 км на юго-запад от г. Хойники, и в 1,2 км от б.н.п. Оревичи. На востоке мелиоративный канал, связан с Погонянским каналом.

При исследовании плотности загрязнения территории водосбора водных объектов проводился отбор смешанных образцов почвы стандартным пробоотборником диаметром 4 см на глубину 20 см. Донные отложения отбирались на расстоянии 50 – 100 см от уреза воды на глубине 30 – 50 см с помощью стандартного пробоотборника.

Отобранные пробы почвы и донных грунтов сушили в лабораторных условиях при температуре 20–25 °С. По окончании пробоподготовки образцы помещались в измерительные сосуды для последующего определения радионуклидов.

Для изъятия рыбы были использованы сети трехстенные «Нептун» длина 30 м, высота 1,8 м, размер ячеи 30 мм (2 шт.), 40 мм (2 шт.), 50 мм (2 шт.), 65 мм (2 шт.), 70 мм (2 шт.). При проведении лова рыб одновременно устанавливалось от 2 до 8 сетей с разным размером ячеи [2]. На канале был обловлен участок 0,5 км вблизи б.н.п. Оревичи.

Определение видов и анализ биологических показателей рыб проводился общепринятыми в ихтиологических исследованиях методами [3–5].

За период проведения работ получены результаты удельной активности ^{90}Sr и ^{137}Cs в организме 2 видов рыб (возрастом от 2 до 8 лет), относящихся к двум экологическим группам. Среди хищных рыб была проанализирована щука обыкновенная (*Esox lucius* L.), среди «мирных» видов рыб исследовался представитель бентофагов – карась серебряный (*Carassius auratus gibelio* Bloch). Классификация рыб по преимущественному типу питания приведена по [3].

Для спектрометрического анализа отбирались мышечная и костная ткани. Часть мелких рыб, определенных как основной объект питания щуки, гомогенизировалось целиком. Отбор проб воды из водоемов проводился параллельно с изъятием рыбы. Определение удельной активности ^{90}Sr и ^{137}Cs в биологических пробах и воде проводили гамма-спектрометрическим методом, удельную активность ^{90}Sr в воде определяли радиохимическим методом.

Радиоспектрометрический анализ рыб проведен в лаборатории спектрометрии и радиохимии ПГРЭЗ с использованием гамма-бета спектрометра МКС-АТ1315 и гамма-спектрометра «Canberra».

Удельная активность радионуклидов в рыбах приводится в беккерелях на килограмм (Бк/кг) сырой массы, в воде – в беккерелях на литр (Бк/л). Относительная погрешность измерения удельной активности ^{90}Sr и ^{137}Cs в образцах не превышала 30%.

Коэффициент накопления (КН) ^{90}Sr и ^{137}Cs рыбами рассчитывались путем деления усредненного за год содержания исследуемого радионуклида в рыбах конкретного водоема на усредненное содержание радионуклида в воде этого же водоема в этом же году. Коэффициент перехода (КП) ^{90}Sr и ^{137}Cs рассчитывались путем деления усредненного за год содержания исследуемого радионуклида в последующем звене трофической цепи на усредненное содержание радионуклида в предыдущем звене в этом же водоеме в этом же году.

Статистическая и графическая обработка результатов исследований проводилась с использованием пакета прикладных программ Excel.

До настоящего времени на пострадавших территориях радиоактивные изотопы химических элементов регистрируются во всех компонентах экосистем, они вовлечены в геохимические и трофические циклы. Радиоактивные вещества включаются в пищевые цепочки и поступают в организм животных обитающих на загрязненных землях.

Основными средами для аккумуляции ^{90}Sr , ^{137}Cs и микроэлементов в пресноводных экосистемах служит вода, донные отложения и высшая водная растительность, а также почвы водосборных территорий. К факторам, определяющим количественное содержание ^{90}Sr и ^{137}Cs в рыбах относят: уровень и состав радионуклидного загрязнения водных объектов и их водосборных территорий, гидрологический и гидрохимический режимы водоемов а также физиологические особенности накопления радионуклида в органах и тканях [6]. Плотность загрязнения территории водосбора и донных грунтов на исследуемом участке мелиоративной сети представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Плотность радиоактивного загрязнения почвы территории водосбора и донных отложений, кБк/м²

	^{137}Cs	^{90}Sr	^{241}Am
Территория водосбора	1427,7	131,9	8,3
Донные отложения	390,0	48,8	1,9

Плотность радиоактивного загрязнения донных отложений исследуемого участка, значительно ниже, чем почв территории водосборов.

Вода является как транспортной средой (поверхностный и внутрпочвенный сток в прибрежных экосистемах), так и субстратом, в котором протекают первые процессы трансформации химических форм радионуклидов [7]. Радионуклиды, поступающие в водоем, попадают в воду, переносятся и аккумулируются из нее грунтами и гидробионтами. Объемная активность ^{137}Cs и ^{90}Sr в воде исследуемого участка мелиоративной сети составила 2,08 Бк/л и 2,20 Бк/л соответственно.

В таблице 2 приведены результаты анализа содержания ^{137}Cs в мышечной и ^{90}Sr в костной тканях рыб, выловленных в канале.

Таблица 2 – Коэффициенты накопления радионуклидов для мышечной (^{137}Cs) и костной (^{90}Sr) ткани рыб

Вид	Объем выборки n	Радионуклид	Среднее значение	Минимальное – максимальное значение
Карась серебряный	102	^{137}Cs	2183	347–5750
		^{90}Sr	926	232–2236
Щука	18	^{137}Cs	2177	1745–2758
		^{90}Sr	415	287–718

В исследуемых образцах удельная активность ^{241}Am в мышечной и костной в находилось ниже минимальной детектируемой активности – <2 Бк/кг.

На исследованном участке мелиоративной сети не отмечается эффект трофических уровней – закономерность накопления более высоких уровней ^{137}Cs в мышечной ткани у хищных видов по отношению к «мирным» видам рыб, наблюдается незначительное превышение содержания радионуклида у карася в сравнении со щукой.

Для характеристики перехода радионуклидов в ткани пресноводных рыб, обитающих в водоемах на территории радиоактивного загрязнения, используются коэффициенты накопления (таблица 3) и коэффициенты перехода.

Таблица 3 – Коэффициенты накопления радионуклидов для мышечной (^{137}Cs) и костной (^{90}Sr) ткани рыб

Вид	^{137}Cs	^{90}Sr
Карась серебряный	$\frac{1050}{166-2764}$	$\frac{691}{270-1016}$
Щука	$\frac{1047}{839-1326}$	$\frac{189}{130-326}$

Примечание: в числителе – среднее значение; в знаменателе – минимальное, максимальное значение.

КН ^{90}Sr для костной ткани исследуемых видов рыб находятся в пределах 130 – 1016. КН ^{137}Cs для мышечной ткани был выше и колебался в более широких пределах (от 166 до 2764).

По нашим наблюдениям, основным объектом питания, обитающей в на исследуемом участке мелиоративной сети щук, является карась серебряный, доминантный вид для этих водных объектов [8, 9] и постоянно встречающийся в желудках исследованных нами щук.

Для оценки эффективности переноса радионуклидов к рыбам-ихтиофагам были рассчитаны КП в трофической паре «карась → щука». На исследуемом участке трофической цепи КП ^{137}Cs составил 1,00. Рассчитанный КП ^{90}Sr составил 0,23. КП ^{137}Cs был выше чем КП ^{90}Sr в 4 раза, что говорит о более интенсивном переходе ^{137}Cs в организм щуки из тела карася.

Таким образом, исследованный участок мелиоративной сети вблизи б.н.п. Оревичи характеризуется высокими уровнями содержания ^{137}Cs и ^{90}Sr во всех исследованных абиотических компонентах, что отражается в высоких уровнях накопления этих радионуклидов в организме обитающих в нем рыб.

Список литературы

1. Собонович, Э. В. Естественная защищенность природных вод от загрязнения техногенными радионуклидами Чернобыльского выброса / Э. В. Собонович // I Международная рабочая группа по тяжелым авариям и их последствиям, 30 октября – 3 ноября 1989 г., Дагомыс, Сочи. – М.: Наука, 1990. – С. 144–152.
2. Гашев, С. Н. Методика комплексной оценки состояния сообществ и популяций доминирующих млекопитающих, амфибий и рыб / С. Н. Гашев, Н. А. Сазонова, А. Г. Селюков, О. А. Хританько, С. И. Шаповалов – Тюмень: ТюмГУ, 2005. – 94 с.

3. Жуков, П. И. Справочник по экологии пресноводных рыб / П. И. Жуков – Мн.: Наука и техника, 1988. – 310 с.
4. Правдин, И. Ф. Руководство по изучению рыб / И. Ф. Правдин. – Москва: Пищевая промышленность, 1966. – 376 с.
5. Брюзгин, В. Л. Методы изучения рыб по чешуе, костям и отолитам / В. Л. Брюзгин – Киев: Наук. думка, 1969. – 187 с.
6. Рябов, И. Н. Радиоэкология рыб водоемов в зоне влияния аварии на Чернобыльской АЭС / И. Н. Рябов. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2004. – 215 с.
7. Левина, С. Г. Современная радиоэкологическая характеристика озерных экосистем Восточно-Уральского радиоактивного следа: монография / С. Г. Левина, А. В. Аклеев; под ред. А. В. Аклеева. – М: РАДЭКОН; Изд-во Челябинского государственного педагогического университета, 2010. – 238 с.
8. Иванцов, Д. Н. Распределение радионуклидов в организме карася серебряного (*Carassius auratus gibelio* Bloch), выловленного в мелиоративной сети Полесского государственного радиационно-экологического заповедника / Д. Н. Иванцов, А. В. Гулаков // Радиоэкологические и радиобиологические последствия Чернобыльской катастрофы : материалы Международной научно-практической конференции, Хойники, 11–12 октября 2017 г / редкол.: И. Н. Семененя. – Минск, 2017. – С. 72–78.
9. Иванцов, Д. Н. Накопление и распределение по органам и тканям ^{137}Cs и ^{90}Sr в организме щуки обыкновенной (*Esox lucius* L.), обитающей в водоемах Полесского государственного радиационно-экологического заповедника / Д. Н. Иванцов, А. В. Гулаков // Проблемы и перспективы развития территорий, пострадавших в результате катастрофы на чернобыльской АЭС, на современном этапе : Материалы Международной научно-практической конференции, Хойники, 26–27 июля 2018 г. / редкол.: М. В. Кудин [и др.] – Хойники, ГПНИУ «Полесский государственный радиационно-экологический заповедник». – Хойники: ГПНИУ «ПГРЭЗ», 2018. – С. 96–100.

The results of the analysis of the ^{90}Sr and ^{137}Cs transition paths in the components of the ameliorative network are presented. The accumulation coefficients and the transfer coefficients of radionuclides into the organism of fish living on the land-reclamation network, in areas with high levels of radioactive contamination, are calculated.

Иванцов Д. Н., Государственное природоохранное научно-исследовательское учреждение «Полесский государственный радиационно-экологический заповедник», Хойники, Беларусь, e-mail: ivantsou@mail.ru.

Гулаков А. В., УО «Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины», Гомель, Беларусь, e-mail: Gulakov@gsu.by.

УДК 59.006-599.821

Т. С. Ильясова-Кононова, И. С. Месникович

ОПЫТ РАЗВЕДЕНИЯ ОБЫКНОВЕННЫХ ИГРУНОК (*CALLITHRIX JACCHUS*) В МИНСКОМ ЗООПАРКЕ

Обыкновенна игрунка (*Callithrix jacchus*) – вид мелких приматов семейства игрунковых, относятся к широконосным обезьянам Нового Света. В природе обитают в тропических лесах Южной Америки [1]. В Минском зоопарке пара игрунок содержится с 2015 года, самка 10.11.2012 г.р. самец 02.02.2013 г.р.

Кроме содержания и демонстрации перед сотрудниками зоопарка также стояла и стоит цель получения потомства от этого экзотического вида животных. Опыт других зоопарков имеет местные особенности и поэтому требуется разработка методов в соответствии с местными условиями зоопарка.

Условия содержания и кормления игрунок в Минском зоопарке. Вольер игрунок, представляет собой остров площадью 10 кв. м, окруженный со всех сторон бассейном со скатами, вода выполняет роль ограждения. Остров находится в здании экзотариума «Ориноко», в котором круглогодично поддерживается рабочая температура +26–27 °С и высокая относительная влажность воздуха (около 70 %), характерная для тропического климата Южной Америки. Здание имеет стеклянные стены и потолок, что обеспечивает естественное освещение в течение дня, в летнее время во избежание перегрева помещения предусмотрена электроприводная система зашторивания. При обустройстве острова были проанализированы и учтены следующие показатели для игрунок:

- особенности локомоции,
- вертикальное и горизонтальное использование пространства,
- строение укрытий и их расположение,
- возможность разделяться в пространстве,
- возможность выбора уровня температуры, освещенности.

Остров оборудован искусственными пальмами, корягами, канатами, полками для кормления обезьян и домиком-укрытием, это дает возможность животным использовать свои физические и психические возможности, которые они использовали бы в природе. Все поверхности имеют различную текстуру, диаметры и степень твердости, что содействует развитию необходимых навыков овладения пространственными данными