

митохондриальный фрагмент COI (460 п. н.), идентифицируя виды *B. lucorum* и *B. cryptarum*. Нами были проанализированы выборки шмелей из ряда локалитетов севера Архангельской области (низовья р. Мезень, Койда, Онега, Северная Двина, Холмогоры и Соловецкие о-ва). Установлено, что в регионе представлены как *B. lucorum*, так и *B. cryptarum*. Преимущественно, в группировках шмелей преобладает *B. cryptarum*. В ряде локалитетов, как, например, в низовьях р. Койда, расположенных в зоне лесотундры, зарегистрирован только *B. cryptarum*. Южнее, представлены уже оба вида.

Выявленные нами закономерности, соответствуют тому, что ранее было установлено для территории Финляндии [5], т. е. *B. cryptarum* доминирует среди видов *Bombus lucorum*-complex в группировках шмелей, расположенных выше полярного круга, в зоне лесотундры и тундры; *B. lucorum* более широко представлен южнее, в зоне тайги.

Дальнейшие исследования будут направлены на анализ распространения видов *Bombus lucorum*-complex для всей территории Архангельской области, изучении их представленности в топических группировках, биотопического распределения и трофических связей.

Список использованных источников

1. Bossert, S. Recognition and identification of species in the *Bombus lucorum*-complex – a review and outlook / S. Bossert // Deutsche Entomologische Zeitschrift. – 2015. – Vol. 62 (2). – P. 19–28.
2. Potapov, G. S. Fauna of bumblebees (Hymenoptera: Apidae: *Bombus* Latr.) in the mainland part of Arkhangelsk Region, NW Russia / G. S. Potapov, Y. S. Kolosova // Annales de la Société entomologique de France (N. S.). – 2016. – Vol. 52. No. 3. – P. 150–160.
3. Потапов, Г. С. Локальные фауны шмелей (Hymenoptera: Apidae, *Bombus* Latr.) Европейского Севера России: низовья реки Мезень / Г. С. Потапов, Ю. С. Колосова // Вестник Северного (Арктического) федерального университета. Серия Естественные науки. – 2016. – № 2. – С. 74–81.
4. Potapov, G. S. Bumblebee assemblages (Hymenoptera, Apidae) of ruderal habitats in the Kola Peninsula, NW Russia / G. S. Potapov, Y. S. Kolosova, A. V. Kondakov // Fauna norvegica. – 2015. – Vol. 35. – P. 3–8.
5. Pamilo, P. Pheromonal and enzyme genetic characteristics of the *Bombus lucorum* species complex in Northern Europe / P. Pamilo, J. Tengö, P. Rasmont, K. Pirhonen, A. Pekkarinen, E. Kaarnama // Entomologica Fennica. – 1997. – Vol. 7. – P. 187–194.
6. Rasmont, P. Catalogue et clé des sous-genres et espèces du genre *Bombus* de Belgique et du nord de la France (Hymenoptera, Apoidea) / P. Rasmont, M. Terzo. – 2e édition. – Mons : University of Mons, 2017. – 28 p.
7. Jarcho, J. Restriction fragment length polymorphism analysis / J. Jarcho // Current Protocols in Human Genetics, 2001. Chapter 2. Unit 2.7.

G. V. Bovykina¹, G. S. Potapov²,

¹N. Laverov Federal Center for Integrated Arctic Research of the Ural Branch
of the Russian Academy of Sciences

²Northern (Arctic) Federal University named after M. V. Lomonosov

DISTRIBUTION OF THE CRYPTIC SPECIES *BOMBUS LUCORUM*-COMPLEX (HYMENOPTERA: APIDAE) IN THE NORTH OF ARKHANGELSK REGION

The distribution of cryptic bumblebee species *Bombus lucorum*-complex in the north of the Arkhangelsk Region was studied using molecular identification based on restriction fragment length polymorphism analysis of PCR products (PCR-PDRF). It is revealed that *B. lucorum* and *B. cryptarum* are represented in the studied region. In a number of localities, for example, in the lower reaches of the Koida River, located in the forest-tundra zone, only *B. cryptarum* is registered. Southwards, in the taiga zone, both species are represented. The patterns that we have identified, in general, correspond to that is known for the territory of Finland. *B. cryptarum* a most common among the species *Bombus lucorum*-complex in bumblebee communities located above the Arctic Circle, i.e., in the forest-tundra and tundra zone. *B. lucorum* is more widely represented to the south, in the taiga zone.

Keywords: bumblebees, cryptic species, *Bombus lucorum*-complex, northern Arkhangelsk Region, PCR-PDRF.

УДК 535.231.16:546.36*137:546.42*90:599.6/.73(476.2)

А. В. Гулаков, Д. Н. Дроздов,

Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины

ФОРМИРОВАНИЕ ДОЗ ВНУТРЕННЕГО ОБЛУЧЕНИЯ ОТ РАДИОНУКЛИДОВ ¹³⁷Cs И ⁹⁰Sr У ДИКИХ КОПЫТНЫХ, ОБИТАЮЩИХ НА ТЕРРИТОРИИ ПОЛЕССКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО РАДИАЦИОННО-ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ЗАПОВЕДНИКА

Представлены результаты сравнительного анализа поглощенных доз внутреннего облучения промысловых диких копытных. В ходе исследований установлено, что у вида *Sus scrofa* L. 85 % поглощенной дозы облучения обусловлено аккумуляцией радионуклидов ¹³⁷Cs в мышечной ткани; у вида *Capreolus capreolus* L. около 70 % поглощенной дозы облучения обусловлено аккумуляцией радионуклидов ¹³⁷Cs в мышечной ткани. Вместе с тем установлено, что костная ткань вида

Sus scrofa L. и *Capreolus capreolus* L. отличается в 2 раза меньшим содержанием ^{90}Sr , чем у вида *Alces alces* L. В формировании поглощенной дозы у *Alces alces* L. преимущественное значение имеет накопление радионуклидов ^{90}Sr , которые обуславливают около 70 % вклада в формирование поглощенной дозы облучения.

Ключевые слова: доза облучения, *Sus scrofa* L., *Capreolus capreolus* L., *Alces alces* L., ^{137}Cs , ^{90}Sr .

В отдаленный период аварии на ЧАЭС для диких копытных характерна нелинейная динамика формирования доз внутреннего облучения, которую трудно объяснить только уровнем радиоактивного загрязнения территории обитания. Для формирования доз внутреннего облучения таких видов копытных как дикий кабан (*Sus scrofa* L.), косуля европейская (*Capreolus capreolus* L.), лось (*Alces alces* L.), которые обитают на территории радиоактивного загрязнения, важным являются особенности пищевого поведения животного и сезонные условия аккумуляции радионуклидов ^{137}Cs и ^{90}Sr . У этих видов скорость снижения содержания радионуклидов ^{137}Cs и ^{90}Sr ниже, чем у животных других видов [1]. Уровень загрязнения диких копытных характеризуется высокой вариабельностью, на широкий размах которой влияют экологические и физиологические свойства вида – уровень двигательной активности, возраст, пол, скорость метаболизма [2].

Наибольшие поглощенные дозы внутреннего облучения наблюдаются у вида *S. scrofa*; данное животное имеет достаточно широкий ареал обитания на территории Полесского радиационно-экологического заповедника, продолжительное время находится на территории с разным радиационным режимом. Экология дикого кабана связана с нижним ярусом фито- и зооценоза, животные могут активно использовать ихтиофауну, которая отличается высокой удельной активностью радионуклидов ^{137}Cs и ^{90}Sr . В качестве кормовой базы виды *C. capreolus* и *A. alces* используют нижний ярус – подземные вегетативные органы растений (ослиник двулетний, лапчатка прямостоячая, крапива двудомная, тростник обыкновенный), в летний период животные используют ярус низкорослых деревьев, а в зимний период – кору и хвою сосны.

Цель исследования: изучить особенности формирования дозы внутреннего облучения от инкорпорированных в организме радионуклидов ^{137}Cs и ^{90}Sr у промысловых диких копытных; оценить достоверность различия средних доз облучения у животных разных видов.

Для достижения цели использовались данные удельной активности радионуклидов ^{137}Cs и ^{90}Sr промысловых диких копытных, изъятых на территории Полесского радиационно-экологического заповедника. Определение доз внутреннего облучения проводили в отношении инкорпорированных радионуклидов ^{137}Cs в мышечной и ^{90}Sr в костной ткани.

Коэффициенты дозовой конверсии определили в соответствии с рекомендациями [3] для наземных животных исходя их значений массы тела животных. Дозовый коэффициент перехода от активности ^{90}Sr в костной ткани согласно рекомендациям, равен $2,7 \cdot 10^{-3}$. Мощность поглощенной дозы рассчитывали по формуле (1):

$$D_{\text{int}} = A \cdot K, \quad (1)$$

где D_{int} – мощность поглощенной дозы, мкГр/сутки; A – удельная активность ^{137}Cs в мышечной ткани, Бк/кг; K – дозовый коэффициент, Бк/кг ^{137}Cs .

Поглощенную дозу внутреннего облучения оценивали на основании данных средних удельных активностей радионуклидов ^{137}Cs и ^{90}Sr в мышечной и костной ткани разных видов диких копытных. В результате дозиметрических расчетов получены данные средних поглощенных доз внутреннего облучения от инкорпорированных радионуклидов ^{137}Cs и ^{90}Sr , которые представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Поглощённая доза облучения диких копытных, мкГр/сут.

Радионуклид	Вид животного		
	<i>Sus scrofa</i> L.	<i>Capreolus capreolus</i> L.	<i>Alces alces</i> L.
^{137}Cs	$284,4 \pm 119,1$	$117,8 \pm 24,2$	$42,6 \pm 5,9$
^{90}Sr	$53,0 \pm 14,4$	$51,7 \pm 10,5$	$172,2 \pm 39,5$

Сравнительный анализ средних значений поглощенных доз облучения диких копытных разных видов показал, что у вида *S. scrofa* радионуклиды ^{137}Cs в мышечной ткани формируют до 85 % суммарной дозы внутреннего облучения. У вида *C. capreolus* вклад в суммарную поглощенную дозу внутреннего облучения от радионуклидов ^{137}Cs составляет около 70 %. Полученный результат свидетельствует о том, что преимущественное значение в формировании поглощенной дозы облучения у видов *S. scrofa* и *C. capreolus* имеет поступление в организм радионуклидов ^{137}Cs .

Костная ткань вида *S. scrofa* и *C. capreolus* отличается в двое меньшим содержанием ^{90}Sr чем вида *A. alces*. В формировании поглощенной дозы внутреннего облучения у *A. alces* преимущественное значение имеет накопление радионуклидов ^{90}Sr в костной ткани; вклад в суммарную поглощенную дозу внутреннего облучения от радионуклидов ^{90}Sr составляет около 70 %. Полученный результат может быть связан с разным вкладом древесных растений в кормовую базу животных, которое можно объяснить тем, что поглощение и передвижение радионуклидов ^{137}Cs и ^{90}Sr из почвы в надземные части древесных растений различается.

Список использованных источников

1. Пикулик, М. М. Динамика зооценозов в условиях постантропогенных изменений ландшафтов в зоне аварии Чернобыльской АЭС / М. М. Пикулик, М. Е. Никифоров, А. Е. Пленин // Антропогенная динамика ландшафтов и проблемы их сохранения и устойчивого использования биологического разнообразия : материалы респ. науч.-практ. конф., Минск, 26–28 дек. 2001 г. – Минск : БГПУ, 2002. – С. 181–184.
2. Гулаков, А. В. Динамика поглощенной дозы внутреннего облучения мышечной ткани дикого кабана от ^{137}Cs , обитающего в условиях Полесского радиационно-экологического заповедника / А. В. Гулаков Д. Н. Дроздов // Изв. Гомел. гос. ун-та им. Ф. Скорины. – 2019. – № 6 (117). – С. 29–34.
3. Оценка радиационно-экологического воздействия на объекты природной среды по данным мониторинга радиационной обстановки. Рекомендации Р 52.18.820-2015. – Обнинск, 2015. – 60 с.

A. V. Gulakov, D. N. Drozdov,
Francisk Skorina Gomel State University

FORMATION OF INTERNAL EXPOSURE DOSE FROM RADIONUCLIDES ^{137}Cs AND ^{90}Sr IN WILD UNGULATES INHABIT IN THE TERRITORY OF THE POLESSKY STATE RADIATION-ECOLOGICAL RESERVE

The article presents the results of a comparative analysis of the absorbed doses of internal exposure of commercial wild ungulates. During the research, it was found that in the species *Sus scrofa* L., 85 % of the absorbed radiation dose is due to the accumulation of ^{137}Cs radionuclides in muscle tissue; in the species *Capreolus capreolus* L., about 70 % of the absorbed radiation dose is due to the accumulation of ^{137}Cs radionuclides in muscle tissue. At the same time, it has been established that the bone tissue of the species *Sus scrofa* L. and *Capreolus capreolus* L. differs by a 2-fold lower content of ^{90}Sr than that of the species *Alces alces* L. In the formation of the absorbed dose in *Alces alces* L., the accumulation of ^{90}Sr radionuclides, which account for about 70 % contribution to the formation of the absorbed radiation dose.

Keywords: radiation dose, *Sus scrofa* L., *Capreolus capreolus* L., *Alces alces* L., ^{137}Cs , ^{90}Sr .

УДК 594

А. И. Детченя, О. В. Янчуревич,
Гродненский государственный университет имени Янки Купалы

ВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ МАЛАКОФАУНЫ ОЗЕРА БЕЛОЕ (ГРОДНЕНСКАЯ ОБЛАСТЬ, БЕЛАРУСЬ)

Малакофауна озера Белое включает 4 отряда брюхоногих моллюсков с преобладанием представителей отрядов Pulmonata и Basommatophora и 1 отряд Eulamellibranchia двустворчатых моллюсков. Наиболее часто встречающимися видами являются *Galba truncatula*, *Valvata piscinalis* и *Viviparus viviparus*. Оценка степени загрязненности озера Белое по индексу Майера показала, что данный водоем имеет средний уровень загрязнения.

Ключевые слова: озеро Белое, малакофауна, двустворчатые и брюхоногие моллюски, оценка экологического состояния водоема.

Моллюски являются одним из важнейших компонентов пресноводных экосистем. В настоящее время малакофауна Беларуси насчитывает 166 видов, относящихся к двум классам: Двустворчатые (Bivalvia) и Брюхоногие (Gastropoda) [1]. Двустворчатые насчитывают 28, брюхоногие – 138 видов. Из брюхоногих к переднежаберным относятся 15, к легочным – 123 вида [2].

Моллюски, обитающие в воде, не только составляют большую часть бентоса и играют роль звеньев в пищевых цепях водоемов, но и являются важнейшими биофильтраторами. Благодаря двустворчатым моллюскам пресная и соленая вода очищаются от органических элементов и тяжелых металлов, которые моллюски накапливают в своем теле. Данная группа гидробионтов может отражать экологическое состояние водоема и использоваться при биоиндикации [3], что обуславливает актуальность и цель проведенного исследования.