

**ФОРМООБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ПРОЦЕССЫ И МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ
ПЕРИФЕРИЧЕСКИХ ЭНДОКРИННЫХ ЖЕЛЕЗ ПРИ АДАПТИВНО-ПРИСПОСОБИТЕЛЬНЫХ РЕАКЦИЯХ
ЕНОТОВИДНОЙ СОБАКИ В ЗОНЕ СНЯТИЯ АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКИ И ПРИ ДЕЙСТВИИ
РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ**

***Федотов Д.Н., **Юрченко И.С.**

*УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины»,
г. Витебск, Республика Беларусь

**Государственное природоохранное научно-исследовательское учреждение «Полесский
государственный радиационно-экологический заповедник», г. Хойники, Республика Беларусь

*Впервые установлено морфологическое состояние щитовидной железы и надпочечников у енотовидных собак, обитающих на территории зоны отчуждения, а также установлено содержание и распределение в их среде обитания радионуклидов. **Ключевые слова:** енотовидная собака, щитовидная железа, надпочечник, радионуклиды, радиационный фон.*

**THE FORMATION PROCESSES AND MORPHOLOGICAL CHANGES OF PERIPHERAL ENDOCRINE GLANDS
DURING ADAPTIVE REACTIONS OF A RACCOON DOG IN THE AREA OF REMOVING ANTHROPOGENOUS
LOAD AND UNDER THE ACTIVITY OF RADIOACTIVE POLLUTION**

***Fiadotau D.N., **Yrchenko I.S.**

*Vitebsk State Academy of Veterinary Medicine, Vitebsk, Republic of Belarus

**Polesky State Radiation Ecological Reserve, Khoyniki, Republic of Belarus

*The morphological state of the thyroid gland and adrenal glands of raccoon dog living in the exclusion zone was established for the first time, content and distribution of radionuclide in their area. **Keywords:** raccoon dog, thyroid gland, adrenal gland, radionuclides, radiation background.*

Введение. Радиационно-экологический мониторинг государственного природоохранного научно-исследовательского учреждения «Полесский государственный радиационно-экологический заповедник» включает наблюдение и контроль состояния загрязненной радионуклидами ближней зоны Чернобыльской АЭС, получение базовой информации для оценки и прогноза общей радиозоологической обстановки. Использование данных радиозоологического мониторинга позволяет выявлять многие закономерности изменения радиационной обстановки территории, существования и развития наземных и водных экосистем в условиях радиоактивного загрязнения территории и снятия антропогенной нагрузки [1, 8].

На территорию заповедника и близлежащие земли оказала существенное влияние техногенная катастрофа на Чернобыльской АЭС [1]. Специфика любых техногенных воздействий заключается, с одной стороны, в разрушении природной среды, приводящей к формированию сообществ с иными качественными и количественными параметрами, с другой стороны, выделяемые токсичные или радиоактивные вещества напрямую или через цепи питания воздействуют на морфофизиологические процессы организма [5, 6]. Однако часто ученые рассматривают техногенное воздействие на биоценоотическом уровне или популяционно-видовом, а на организменном и тканево-органоном – практически остаются без внимания, возможно, в связи со сложностью их проведения.

В последние годы значительно повысился научный и практический интерес к изучению эффектов воздействия радиационного фона окружающей среды на щитовидную железу [2, 8], что обусловлено, прежде всего, распространением ядерных технологий, а, следовательно, возможностью возникновения аварийных ситуаций, при которых могут иметь место радиоактивные выбросы.

Организм диких животных постоянно находится во взаимодействии с многочисленными факторами окружающей среды или ареала обитания. Задача, стоящая перед ними в такой ситуации, заключается в непрерывном приспособлении к этой среде для сохранения себя как единого целого [3]. Как известно, реализация действия различных раздражителей осуществляется нейрогуморальным путем. Среди факторов гуморальной регуляции первостепенное значение принадлежит железам внутренней секреции.

Научных работ, посвященных изучению морфологии щитовидной железы и надпочечников у енотовидных собак в зоне отчуждения (30 км зона от Чернобыльской АЭС), в мире учеными не проводилось. Поэтому наши оригинальные исследования являются актуальными для понятия морфогенеза периферических эндокринных желез у млекопитающих в зоне снятия антропогенной нагрузки и при действии на организм радиоактивного загрязнения (как одного из экстремальных факторов среды обитания), что даст морфологический субстрат изменений щитовидной железы и надпочечников при адаптивно-приспособительных реакциях енотовидной собаки.

Цель наших исследований – определить формообразовательные процессы и морфологические изменения щитовидной и адреналовой желез у енотовидных собак в зависимости от среды обитания (с разной плотностью радиоактивного загрязнения территории и учетом снятия антропогенной нагрузки).

Материалы и методы исследований. Морфологические исследования выполнялись на кафедре патологической анатомии и гистологии УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины». Изъятие енотовидной собаки из природы на территории заповедника проводилось в осенний период 2018 г. (разрешение на изъятие диких животных из среды их обитания №0000230 от 11.04.2018 г.). Животные отлавливались путем постановки капканов № 1-5, вскрытие проводили в условиях отдела экологии фауны государственного природоохранного научно-исследовательского учреждения «Полесский государственный радиационно-экологический заповедник». Материал для исследования отбирался от 24 енотовидных собак, обитающих на загрязненной радионуклидами территории заповедника (зона отчуждения) в бывших населенных пунктах вблизи водоемов.

Животных разделили на 4 группы, в зависимости от ареала обитания и плотности радиоактивного загрязнения. Определена плотность радиоактивного загрязнения почвы территории водосбора, так как вода является как транспортной средой (поверхностный и внутрпочвенный сток в прибрежных экосистемах), так и субстратом, в котором протекают первые процессы трансформации химических форм радионуклидов.

Таблица 1 – Плотность радиоактивного загрязнения почвы территории водосбора

Водоем	Плотность радиоактивного загрязнения, кБк/м ²	
	¹³⁷ Cs	⁹⁰ Sr
Река Припять	1129±221	81±21
Река Несвич	12771±2554	769±167
Озеро Семеница	999±184	69±19
Озеро Гнездное	271±54	44±13
Мелиоративный канал вблизи б.н.п. Оревичи	1427±285	132±31

⁹⁰Sr и ¹³⁷Cs, поступающие в водоем, попадают в воду, переносятся и аккумулируются из нее грунтами и гидробионтами, их средняя удельная активность в воде исследуемых водных объектов представлена в таблице 2.

Таблица 2 – Концентрация радионуклидов в воде исследуемых водных объектов, Бк/л

Водоем	Удельная активность, Бк/л	
	¹³⁷ Cs	⁹⁰ Sr
Река Припять (в районе б.н.п. Красноселье)	<2	0,39
Озеро Семеница	<1,11	1,0
Озеро Жартай	2,25	0,23
Озеро Вьюры	1,13	<20
Река Несвич (в районе б.н.п. Кулажин)	6,60	4,1
Мелиоративный канал вблизи б.н.п. Оревичи	2,08	<20
Озеро Персток	8,60	13,91

Определение удельной активности ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr в объектах проводили гамма-спектрометрическим методом. Радиоспектрометрический анализ проведен в лаборатории спектрометрии и радиохимии государственного природоохранного научно-исследовательского учреждения «Полесский государственный радиационно-экологический заповедник» с использованием гамма-бета спектрометра МКС-АТ1315 и гамма-спектрометра «Canberra».

Абсолютную массу органов измеряли на электронных портативных весах Scout Pro модели SP402, производства фирмы OHAUS, с дискретностью 0,01 г. Для установления закономерностей роста линейные размеры исследуемых органов измеряли с помощью штангенциркуля «ШЦЦ ЕРМАК».

Топография описывалась с учетом голотопии и синтопии. Терминология приводилась в соответствии с Международной анатомической ветеринарной номенклатурой. Также отмечали цвет, консистенцию, поверхность и форму органов. Макрофотографирование проводили при помощи цифрового фотоаппарата Lumix (Panasonic) и проводили схематические рисунки органов.

Все цифровые данные, полученные при проведении морфологических исследований, были обработаны с помощью компьютерного программного профессионального статистического пакета «IBM SPSS Statistics 21».

Результаты исследований. В результате проведенных исследований установлено, что щитовидная железа енотовидной собаки состоит из двух долей, расположенных по бокам трахеи, с 4-го по 9-е трахеальное кольцо, перешеек отсутствует. По абсолютной массе щитовидной железы определено, что левая доля преобладает над правой долей в среднем в 1,6 раза, при этом наименьшее превалирование наблюдается у енотовидных собак, обитающих в районе реки Припять (в 1,1 раза), а наибольшее – в районе озер Жартай и Персток (в 1,9 раза). Впервые установлено наличие анатомических трансформаций (формообразования) правой и левой долей щитовидной железы у енотовидных собак в отличие от нормы (ранее нами установленной). В среднем в 40% случаев наблюдается неизменная форма долей железы –

вытянуто-треугольная. В остальных 60% случаев форма железы разнообразна – от неправильной треугольной до причудливой (нехарактерной), в том числе 50% – в группе I, 60% – в группе II, 50% – в группе III, 80% – в группе IV. Во всех исследуемых ареалах обитания у енотовидных собак щитовидная железа бордового цвета и упругой консистенции. В связи со своеобразными формообразованиями долей установлено, что у собак, обитающих в районе б.н.п. Красноселье (река Припять), длина правой доли преобладает над левой, что не характерно для остальных групп. Однако ширина и толщина левой железы являются превалирующими. По линейным параметрам самые длинные и широкие доли у животных в группе IV (озеро Персток) и составляет соответственно $1,99 \pm 0,27$ и $0,92 \pm 0,21$ см. Узкие и тонкие железы характерны для собак в группе II – $0,52 \pm 0,13$ и $0,36 \pm 0,10$ см соответственно.

Таблица 3 – Морфометрические параметры щитовидной железы енотовидной собаки

Показатели		Группы животных, ареал обитания			
		Группа I – река Припять (в районе б.н.п. Красноселье) (n=4)	Группа II – река Несвич (n=5)	Группа III – озеро Жартай (n=4)	Группа IV – озеро Персток (n=11)
Абсолютная масса, г	П	$0,18 \pm 0,05$	$0,12 \pm 0,04$	$0,18 \pm 0,15$	$0,20 \pm 0,04$
	Л	$0,20 \pm 0,12$	$0,18 \pm 0,04$	$0,35 \pm 0,37$	$0,38 \pm 0,18$
Длина, см	П	$1,75 \pm 0,21$	$1,26 \pm 0,46$	$1,85 \pm 0,13$	$1,78 \pm 0,15$
	Л	$1,70 \pm 0,29$	$1,44 \pm 0,45$	$1,98 \pm 0,36$	$1,99 \pm 0,27$
Ширина, см	П	$0,55 \pm 0,06$	$0,52 \pm 0,13$	$0,73 \pm 0,21$	$0,75 \pm 0,10$
	Л	$0,60 \pm 0,08$	$0,60 \pm 0,19$	$0,90 \pm 0,35$	$0,92 \pm 0,21$
Толщина, см	П	$0,45 \pm 0,10$	$0,36 \pm 0,10$	$0,48 \pm 0,22$	$0,42 \pm 0,08$
	Л	$0,53 \pm 0,15$	$0,38 \pm 0,08$	$0,58 \pm 0,35$	$0,59 \pm 0,18$



Рисунок 1 – Формообразовательные процессы щитовидной железы енотовидной собаки в зависимости от среды обитания (с разной плотностью радиоактивного загрязнения территории)

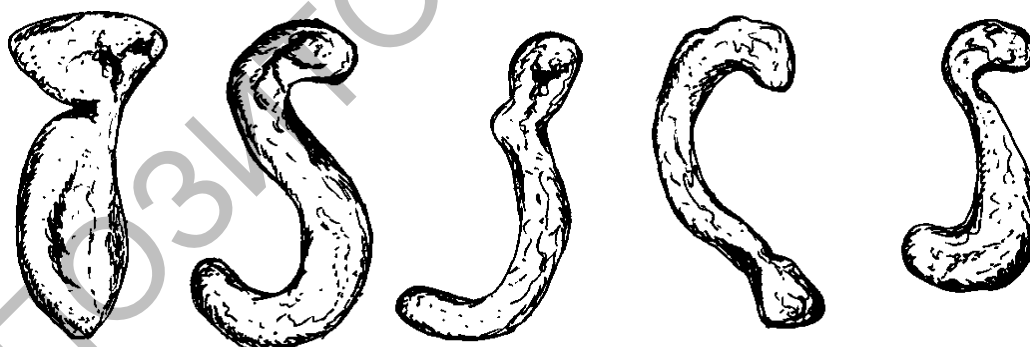


Рисунок 2 – Формообразовательные процессы щитовидной железы енотовидной собаки в зависимости от среды обитания (с разной плотностью радиоактивного загрязнения территории)

В результате морфологических исследований надпочечников установлено, что у енотовидных собак форма правого органа может быть в виде гвоздя и буквы «Т», а форма левого надпочечника S-образная. Нами впервые установлено наличие анатомических формообразований только левого надпочечника у енотовидных собак. Неизменной формы железы регистрируются в среднем в 70% случаев. В остальных 30% случаев форма железы разнообразна – от неправильно-изогнутой до причудливой (нехарактерной), в том числе 8% – в группе I, 12% – в группе II, 10% – в группе III, 10% – в группе IV. Во всех исследуемых ареалах обитания у енотовидных собак адреналовая железа бело-розового цвета (иногда с серым оттенком) и упругой консистенции. Крупной железой надпочечника по всем морфометрическим параметрам является левая. Так, абсолютная масса левого надпочечника в среднем в 1,25 раза больше правого, при этом наименьшее превалирование наблюдается у енотовидных собак, обитающих в районе озера Персток (в 1,1 раза), а наибольшее – в районе реки Припять (в 1,4 раза). Максимальная масса правого и левого надпочечников зарегистрирована у собак в группе II (река Несвич) и со-

ставляет $0,34 \pm 0,08$ и $0,45 \pm 0,06$ г соответственно. Длина правого надпочечника (в пределах групп животных) варьирует от $1,10 \pm 0,24$ до $1,73 \pm 0,28$ см, а левого – от $1,34 \pm 0,31$ до $1,85 \pm 0,17$ см. Следует отметить, что минимальные линейные показатели надпочечников установлены у собак, обитающих в районе б.н.п. Красноселье (река Припять), а максимальные – в группе II (река Несвич).

Таблица 4 – Морфометрические параметры надпочечников енотовидной собаки

Показатели	Группы животных, ареал обитания				
		Группа I – река Припять (в районе б.н.п. Красноселье) (n=4)	Группа II – река Несвич (n=5)	Группа III – озеро Жартай (n=4)	Группа IV – озеро Персток (n=11)
Абсолютная масса, г	П	$0,14 \pm 0,05$	$0,34 \pm 0,08$	$0,33 \pm 0,05$	$0,21 \pm 0,10$
	Л	$0,20 \pm 0,07$	$0,45 \pm 0,06$	$0,40 \pm 0,01$	$0,23 \pm 0,12$
Длина, см	П	$1,10 \pm 0,24$	$1,73 \pm 0,28$	$1,50 \pm 0,22$	$1,34 \pm 0,33$
	Л	$1,34 \pm 0,31$	$1,85 \pm 0,17$	$1,73 \pm 0,17$	$1,46 \pm 0,36$
Ширина, см	П	$0,62 \pm 0,11$	$0,73 \pm 0,10$	$0,73 \pm 0,05$	$0,65 \pm 0,13$
	Л	$0,66 \pm 0,09$	$0,78 \pm 0,05$	$0,88 \pm 0,10$	$0,75 \pm 0,11$
Толщина, см	П	$0,38 \pm 0,04$	$0,63 \pm 0,17$	$0,48 \pm 0,05$	$0,46 \pm 0,11$
	Л	$0,42 \pm 0,04$	$0,70 \pm 0,16$	$0,55 \pm 0,06$	$0,58 \pm 0,13$

Заключение. Для объективизации установления причин изменения популяции или морфофизиологических особенностей енотовидных собак, экологически обусловленных патологией органов, целесообразно проводить комплексное морфологическое исследование щитовидной железы и надпочечников. У енотовидной собаки, обитающей на территории, загрязненной радионуклидами, в ветеринарной и биологической практике рекомендуется учитывать установленные нами морфометрические параметры и верифицируемые проявления анатомической трансформации исследуемых периферических эндокринных желез (что, возможно, является морфологическим выражением функционального напряжения железы).

Формообразовательные процессы, абсолютная масса и линейные размеры щитовидной железы больше у тех енотовидных собак, которые обитают в ареале с высокой концентрацией радионуклидов в воде исследуемых водных объектов (озеро Персток – удельная активность ^{137}Cs $8,60$ Бк/л, ^{90}Sr $13,91$ Бк/л). Анатомические трансформации и увеличенные морфометрические параметры надпочечников характерны для енотовидных собак, которые обитают в условиях высокой плотности радиоактивного загрязнения почвы, территории водосбора (река Несвич – ^{137}Cs 12771 ± 2554 кБк/м², ^{90}Sr 769 ± 167 кБк/м²).

Установленные нами изменения щитовидной железы и надпочечников енотовидных собак следует рассматривать как компенсаторно-приспособительную реакцию организма, направленную на поддержание метаболического гомеостаза в зоне радиационного воздействия. Организация системы мониторинга диких животных на загрязненных радионуклидами территориях необходима для процесса принятия экологических решений и прогнозирования изменений радиоэкологической ситуации на продолжительное время.

Литература. 1. Бондарь, Ю. И. Вертикальное распределение ^{137}Cs , ^{90}Sr , ^{241}Am в почве при прохождении пожаров на территории Белорусского сектора зоны отчуждения / Ю. И. Бондарь, В. И. Садчиков, В. Н. Калинин // Сахаровские чтения 2015 года: экологические проблемы XXI века: матер. 15-й межд. науч. конф., 21–22 мая 2015 г. / под ред. С. С. Позняка, Н. А. Лысухо. – Минск, 2015. – С. 200. 2. Валдина, Е. А. Заболевания щитовидной железы / Е. А. Валдина. – СПб.: Питер, 2001. – 416 с. 3. Витер, В. И. Функциональная морфология надпочечников при смерти от общей гипотермии / В. И. Витер, Ю. С. Степанян // Проблемы экспертизы в медицине: научно-практический журнал. – Ижевск, 2005. – №3 (19), т. 5. – С. 25–27. 4. Гулаков, А. В. Накопление и распределение ^{137}Cs в организме хищных животных / А. В. Гулаков // Вісник Дніпропетровського університету. Біологія. Екологія. – 2008. – Вип. 16, № 1. – С. 68–73. 5. Демина, Л. Л. Оценка эколого-морфологических параметров мелких млекопитающих в условиях техногенного воздействия / Л. Л. Демина, Д. А. Боков // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2007. – № 12. – С. 21–26. 6. Кучмель, С. В. Видовое разнообразие млекопитающих отрядов Насекомоядные (Insektivora), Зайцеобразные (Lagomorpha), Хищные (Carnivora), Грызуны (Rodentia) и Парнокопытные (Artiodactyla) Полесского государственного радиационно-экологического заповедника / С. В. Кучмель // Фаунистические исследования в Полесском государственном радиационно-экологическом заповеднике: сб. науч. тр.; под ред. Г. В. Анципова. – Гомель: РНИУП «Институт радиологии», 2008. – С. 38–64. 7. Павлова, Т. В. Клинико-морфологические аспекты рака щитовидной железы / Т. В. Павлова, И. А. Павлов // Научные ведомости БелГУ: серия Медицина. Фармация. – 2011. – № 4. – С. 13–20. 8. Федотов, Д. Н. Морфологические перестройки в органах эндокринной системы и биохимические особенности крови европейского ежа при различных физиологических состояниях в условиях ареала Республики Беларусь: рекомендации / Д. Н. Федотов, М. П. Кучинский. – Минск, 2016. – 20 с.

Статья передана в печать 15.04.2019 г.