

Федотов Д.Н., кандидат ветеринарных наук, доцент¹
Кучинский М.П., доктор ветеринарных наук, профессор²
Юрченко И.С., заведующий отделом экологии фауны³

¹УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины», г. Витебск

²РУП «Институт экспериментальной ветеринарии им. С.Н. Вышеслеского», г. Минск

³Государственное природоохранное научно-исследовательское учреждение «Полесский государственный радиационно-экологический заповедник», г. Хойники

МОРФОЛОГИЯ АДАПТАЦИОННЫХ ИЗМЕНЕНИЙ В ЩИТОВИДНОЙ ЖЕЛЕЗЕ ВЫДРЫ РЕЧНОЙ В УСЛОВИЯХ БЕЛОРУССКОГО СЕКТОРА ЗОНЫ ОТЧУЖДЕНИЯ

Резюме

Впервые определены анатомические, гистологические и морфометрические критерии по радиационно-индуцированному поражению щитовидной железы выдры речной.

Ключевые слова: щитовидная железа, морфология, выдра, радиация.

Summary

The main attention is paid the anatomical, histological and morphometric criteria of radiation damage a thyroid gland of the otter.

Keywords: thyroid gland, morphology, otter, radiation.

Поступила в редакцию 06.08.2021 г.

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 радиоэкологического 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, 6, 8].

Естественные экосистемы под влиянием человеческого фактора претерпевают значительную трансформацию, выражающуюся в снижении биологического разно-

образия, патологических и адаптивных физиолого-биохимических реакций выживших видов и систем на различных уровнях организации. Техногенное загрязнение среды часто оказывает большее влияние на гетерогенность биосферы, чем естественный биогеохимический круговорот [6]. Долгосрочное загрязнение территории Республики Беларусь радионуклидами Cs-137, Sr-90, Pu-239, 240, 241 произошло в результате аварии на Чернобыльской АЭС. В зависимости от радиационной обстановки, анализа данных об уровнях загрязнения почв, продукции территория РБ делится на три зоны. Зона «А» – территория радиоактивного загрязнения, где произошло долговременное загрязнение окружающей среды радиоактивными веществами с плотностью загрязнения почвы радионуклидами цезия-137 более 37 кБк/м² (1 Ки/км²), стронция-90 – более 5,55 кБк/м² (0,15 Ки/км²). Зона «Б» – территория веро-

ятного радиационного воздействия выбросов АЭС сопредельных государств. Зона «В» – остальная территория республики («чистая») – территория, где плотность загрязнения почвы по цезию-137 менее 37 кБк/м², стронцию-90 – менее 5,55 кБк/м² [4].

Эндокринные железы, особенно щитовидная железа, занимают одно из центральных мест в регуляции и реализации таких жизненно важных процессов, как рост, развитие (включая все этапы онтогенеза), репродуктивное поведение и адаптация организма к изменяющимся условиям существования [2, 3, 7].

Речная выдра (*Lutra lutra* Linnaeus, 1758) – вид хищных млекопитающих семейства куньих, ведущих полуводный образ жизни [5]. Выдра является типичным представителем хищников Полесского государственного радиационно-экологического заповедника. В современной биологии и медицине имеется значительное количество работ, которые доказывают, что при воздействии ионизирующего излучения в клетках и тканях развиваются морфологические изменения разной степени выраженности. Предполагают, что механизмы биологических эффектов малых и больших доз облучения могут принципиально отличаться. Однако работ о влиянии радиационной среды обитания на щитовидную железу речной выдры в доступной литературе не имеется.

Цель исследований – определить морфологическую характеристику щитовидной железы выдры речной в условиях радиационной зоны отчуждения.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

На территории Полесского государственного радиационно-экологического заповедника (зона «А») при помощи капканов отлавливали выдр (n=5).

Нами была определена удельная активность ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr в печени и легких выдры речной, обитающей в условиях белорусского сектора зоны отчуждения. Удельная активность ¹³⁷Cs в печени выдр находилась в пределах от 110±34 до 546±120 Бк/кг, а в легких – от 70±19 до 415±97 Бк/кг. В среднем удельная актив-

ность ¹³⁷Cs в печени выдр составила 305±127,94 Бк/кг, в легких – 249±99,804 Бк/кг. Концентрация ¹³⁷Cs была максимальной у одного самца и составила 546±120 Бк/кг. Удельную активность ⁹⁰Sr удалось установить корректно только у одного животного в легких, и она составила 154±49 Бк/кг.

Изучали абсолютную массу долей щитовидной железы и их длину. Линейные размеры исследуемых органов измеряли с помощью линейки с ценой деления 1 мм и штангенциркуля, абсолютную массу – на электронных весах Scout Pro. Топография описывалась с учетом голотопии (местоположение в теле), скелетотопии (расположение органов в теле животного относительно элементов скелета) и синтопии (топографическое отношение органа к соседним анатомическим образованиям). Также отмечали внешние морфологические признаки (цвет, консистенцию, поверхность, вид, форму и абрис органов).

Макрофотографирование исследуемых эндокринных желез проводили при помощи цифрового фотоаппарата Lumix производства Panasonic, модель DMC-FX12 с функцией для макрофотографического или анатомического фото.

Щитовидные железы фиксировали в 10%-ном растворе нейтрального формалина. Гистологические срезы изготавливали на санном микротоме и окрашивали гематоксилин-эозином и по Ван-Гизону.

Абсолютные измерения структурных компонентов щитовидной железы осуществляли при помощи светового микроскопа «Olympus» модели VX-41 с цифровой фотокамерой системы «Altra₂₀» и спектрометра HR 800 с использованием программы «Cell^A», проводили фотографирование цветных изображений (разрешение 1400 на 900 пикселей). Дополнительно на цифровом микроскопе Celestron с LCD-экраном PentaView, модель #44348, проводили фотографирование с последующим анализом цветных изображений (разрешение 1920 на 1080 пикселей).

Все цифровые данные, полученные при проведении исследований, были обра-

ботаны статистически с помощью компьютерной программы Microsoft Excel.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

По морфометрическим параметрам установлено, что левая доля превалирует над правой. Абсолютная масса правой доли равна $0,66 \pm 0,15$ г, левой – $0,91 \pm 0,12$ г. Длина правой доли щитовидной железы составляет $1,74 \pm 0,04$ см, левой – $2,01 \pm 0,02$ г.

Щитовидную железу снаружи покрывает тонкая нежная капсула, от которой отходят соединительнотканые перегородки, достигающие до центра железы и соединяющиеся между собой, в результате чего орган имеет хорошо выраженный дольчатый тип строения. Соединительнотканые перегородки и межфолликулярные прослойки совместно с капсулой формируют строение органа. Толщина капсулы железы составляет $16,13 \pm 1,77$ мкм. К адаптационным изменениям гистологических структур щитовидной железы у выдры можно отнести отсутствие интерфолликулярных островков эпителиоцитов, появление молодых фолликулов и «подушечек Сандерсона», которые служат резервом развития новых аденомеров.

Тироциты в щитовидных железах выдры преимущественно кубической формы, формируют стенку для каждого фолликула. Ядра тироцитов вытянутой и шаровидной формы, расположены параллельно стенкам фолликулов. Цитоплазма железистых клеток светлая, ядра базофильные. Высота тироцитов составляет $6,75 \pm 1,59$ мкм.

Фолликулы в щитовидной железе речной выдры округлой и неправильной формы, плотно прилегают друг к другу. Полость фолликулов заполнена коллоидом, на их периферии располагаются многочисленные резорбционные вакуоли, что свидетельствует о начинающейся активизации секреторных процессов в железах или о переходе из состояния относительного физиологического покоя к началу функциональной деятельности железы (рисунок 2). Данная активация коллоидной системы фолликулов щитовидной железы объясняется радиационно-индуцированным воздействием.



Рисунок 1. – Топография щитовидной железы выдры речной

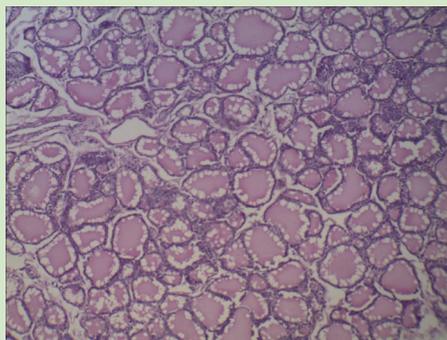


Рисунок 2. – Активная резорбция коллоида в щитовидной железе выдры речной, обитающей в радиационной зоне

Пустые фолликулы встречаются редко, при этом щитовидная железа кровенаполнена, сосуды микроциркуляторного русла широкие, что говорит о поступлении гормонов в кровоток. Наряду с выделением коллоида, имеет место и секреция его внутри фолликула.

В щитовидной железе речной выдры преобладают мелкие фолликулы ($91,50 \pm 0,36$ %), средние встречаются редко ($8,50 \pm 0,58$ %) и располагаются на периферии органа. Крупные аденомеры в железах выдр отсутствуют. Диаметр мелких фолликулов составляет $41,22 \pm 4,01$ мкм. Данные адаптационные изменения указывают, что щитовидные железы речной выдры в радиационной зоне обитания относятся к железам мелкофолликулярного типа строения.

Для щитовидных желез выдр характерна десквамация тиреоидного эпителия. В большинстве случаев десквамация фолликулярного эпителия в щитовидных

железах наблюдается при цилиндрической метаплазии кубического эпителия, разжижении коллоида, концентрации резорбционных вакуолей, полнокровии кровеносных капилляров. Коллапс фолликулов, сопровождающий усиленную резорбцию коллоида, и выраженное полнокровие перифолликулярных капилляров служат дополнительными факторами, способствующими слущиванию эпителия.

ВЫВОДЫ

1. Впервые установлены морфологические характеристики и определены адаптационные гистологические изменения щитовидной железы выдры речной в условиях белорусского сектора зоны отчуждения.

2. Щитовидная железа – парный орган, правая доля локализуется на уровне 1–7-го, левая – 1–9-го кольца трахеи. Доли вытянутой лентовидной формы, бордового цвета. По морфометрическим параметрам левая доля превалирует над правой. К адаптационным изменениям гистологических структур щитовидной железы у выдры можно отнести отсутствие интерфолликулярных островков эпителиоцитов, появление молодых фолликулов и «подуше-

чек Сандерсона», которые служат резервом развития новых аденомеров. Полость фолликулов заполнена коллоидом, на их периферии располагаются многочисленные резорбционные вакуоли и преобладают мелкие фолликулы ($91,50 \pm 0,36$ %), то есть железы мелкофолликулярного типа строения. В большинстве случаев десквамация фолликулярного эпителия в щитовидных железах наблюдается при цилиндрической метаплазии кубического эпителия, разжижении коллоида, концентрации резорбционных вакуолей, полнокровии кровеносных капилляров.

3. Для объективизации установления причин изменения популяции или морфофизиологических особенностей выдры, экологически обусловленных патологией органов, целесообразно проводить комплексное морфологическое исследование щитовидной железы. Установленные нами адаптационные изменения в щитовидных железах выдры речной следует рассматривать при организации системы мониторинга диких животных на загрязненных территориях 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 : материалы 15-й Междунар. науч. конф., 21–22 мая 2015 г., г. Минск / МГЭУ им. А. Д. Сахарова. – Минск, 2015. – С. 200.
2. Жуков, А. И. Патологическая анатомия органов животных : практические рекомендации для ветеринарных специалистов Республики Беларусь / А. И. Жуков, М. П. Кучинский, Д. Н. Федотов ; Национальная академия наук Беларуси, Институт экспериментальной ветеринарии им. С. Н. Вышеселеского, Витебская государственная академия ветеринарной медицины. – Минск, 2017. – 116 с.
3. Косинец, В. А. Метаболическая коррекция структурных изменений в надпочечниках при экспериментальном распространенном гнойном перитоните / В. А. Косинец, Д. Н. Федотов // Экспериментальная и клиническая фармакология. – 2012. – Т. 75, № 6. – С. 44–47.
4. Об утверждении Положения о контроле радиоактивного загрязнения : постановление Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь от 11 февраля 2016 г., № 10 [Электронный ресурс]. – 2018. – Режим доступа: http://www.pravo.by/upload/docs/op/W21630923_1464037200.pdf http://kodeksy-by.com/norm_akt/source-type-10-11.02.2016. – Дата доступа: 19.02.2018.
5. Родиков, В. П. Распространение, численность и биология выдры в Белорусском Полесье : автореф. дис. ... канд. биол. наук / В. П. Родиков ; Институт зоологии Академии наук БССР, Гомельский государственный университет. – Минск, 1982. – 18 с.
6. Федотов, Д. Н. Эндокринная система животных как тест-система в радиоэкологическом мониторинге / Д. Н. Федотов, И. М. Луппова // Региональные проблемы экологии: пути решения :

тезисы докладов III Междунар. экологического симпозиума (14–15 сентября 2006 г.) в г. Полоцке : в 2 т. / Полоцкий государственный университет. – Полоцк, 2006. – Т. 2. – С. 196–197.

7. Федотов, Д. Н. Морфология и патология щитовидной железы крупного рогатого скота в условиях Республики Беларусь / Д. Н. Федотов, М. П. Кучинский, Г. М. Кучинская // *Veterinaria Med-itsinasi*. – Ташкент, 2019. – № 9 (142). – С. 7–11.

8. Федотов, Д. Н. Формообразовательные процессы и морфологические изменения периферических эндокринных желез при адаптивно-приспособительных реакциях енотовидной собаки в зоне снятия антропогенной нагрузки и при действии радиоактивного загрязнения / Д. Н. Федотов, И. С. Юрченко // *Ветеринарный журнал Беларуси*. – 2019. – № 1 (10). – С. 68–71.

УДК 574.24:639.2/3

<https://doi.org/10.47612/2224-1647-2021-2-7-12>

Полоз С.В., кандидат ветеринарных наук

Дегтярик С.М., кандидат биологических наук, доцент

РУП «Институт рыбного хозяйства», г. Минск

ВЛИЯНИЕ АБИОТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ФОРМИРОВАНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ У ПОЙКИЛОТЕРМНЫХ ЖИВОТНЫХ

Резюме

Установлены зависимости и закономерности влияния абиотических факторов на формирование устойчивости пойкилотермных животных на модельном виде *Cyprinus carpio*. Резкое снижение температуры водной среды приводит к увеличению уровня кортизола в сыворотке крови рыб. Снижение количества растворенного кислорода в водной среде приводит к повышению уровня кортизола. На фоне увеличения времени нахождения в безводной среде у *Cyprinus carpio* в сыворотке крови уровень белка снижается, а уровень кортизола повышается.

Ключевые слова: карп, абиотические факторы, температура, кислород, кортизол сыворотки крови, общий белок.

Summary

Dependences and regularities of the influence of abiotic factors on the formation of resistance of poikilothermic animals on the model species *Cyprinus carpio* have been resisted. A sharp decrease in the temperature of the aquatic environment leads to an increase in the level of cortisol in the blood serum of fish. A decrease in the amount of dissolved oxygen in the aquatic environment leads to an increase in cortisol levels. With an increase in the time spent in an anhydrous medium in the serum of *Cyprinus carpio*, the level of protein decreases, and the level of cortisol increases.

Keywords: carp, abiotic factors, temperature, oxygen, serum cortisol, total protein.

Поступила в редакцию 13.09.2021 г.

ВВЕДЕНИЕ

Устойчивость гидробионтов, обитающих в самых разнообразных естественных и искусственных условиях, представляет собой область исследований, которая касается многих научных дисциплин и представляет исключительный интерес для широкого круга исследователей и специалистов. Многие теоретические вопросы экологии и иммунобиологии гидробионтов, а также практические вопросы рациональ-

ного использования рыбных ресурсов в естественной среде и вопросы аквакультуры необходимо решать с учетом их физиологического статуса [4].

Среди абиотических факторов водной среды, влияющих на жизнедеятельность гидробионтов, особую роль играет температура [5, 6]. Именно температура определяет ход и интенсивность процессов питания, роста, развития и выживаемости водных организмов. Кроме того, распреде-