

*glandin F2 $\alpha$  or GnRH + prostaglandin F2 $\alpha$  + GnRH. In: Fertility in the High Producing Dairy Cow / B. Grimard [et al.] // British Society of Animal Science Occasional Publication. – 2001. – № 26. – P. 347–352. 5. Repeatability of 2-wave and 3-wave patterns of ovarian follicular development during the bovine estrous cycle / R. Jaiswal [et al.] // Theriogenology. – 2009. – № 72. – P. 81–90. 6. Two doses of prostaglandin improve pregnancy rates to timed-AI in a 5-day progesterone-based synchronization protocol in beef cows. / R. Kasimanickam [et al.] // Theriogenology. – 2009. – № 71. – P. 762–767. 7. Prevalence and Risk Factors for Postpartum Anovulatory Condition in Dairy Cows / R. B. Walsh [et al.] // J. Dairy Science. – 2007. – Vol. 90. – Is. 1. – P. 315–324. 8. Quirk, S. Growth and regression of ovarian follicles during the follicular phase of the oestrous cycle in heifers undergoing spontaneous and PGF-2 $\alpha$ -induced luteolysis / S. Quirk, G. Hickey, J. Fortune // J Reprod Fertil. – 1986. – № 77. – P. 211–219. 9. Effect of synchronization protocols on follicular development and estradiol and progesterone concentrations of dairy heifers / J. Stevenson [et al.] // J Dairy Sci. – 2008. – № 91. – P. 3045–3056. 10. Wiltbank, M. Managing the dominant follicle in lactating dairy cows / M. Wiltbank, R. Sartori, M. Herlihy // Theriogenology. – 2011. – № 76. – P. 1568–1582.*

Поступила в редакцию 29.03.2022.

DOI 10.52368/2078-0109-58-2-23-26  
УДК 611.4

### ОСОБЕННОСТИ МОРФОЛОГИЧЕСКИХ МЕХАНИЗМОВ АДАПТАЦИЙ ЭНДОКРИННЫХ ЖЕЛЕЗ У МЛЕКОПИТАЮЩИХ НА ТЕРРИТОРИИ ВЫСОКОГО РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ И СНЯТИЯ АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКИ

**Федотов Д.Н. ORCID ID 0000-0003-3366-8704**

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

*Целью исследования явилось проведение сравнительного анализа многолетних исследований (с 2016 по 2022 гг.) по морфологическим изменениям эндокринных желез (щитовидной железы и надпочечники) у млекопитающих (енотовидная собака, речная выдра и белогрудых еж) на территории высокого радиоактивного загрязнения и снятия антропогенной нагрузки (в условиях белорусского сектора зоны отчуждения). Установленные морфологические изменения щитовидной железы и надпочечников у исследуемых млекопитающих следует рассматривать как компенсаторно-приспособительную реакцию организма, направленную на поддержание метаболического гомеостаза в зоне радиационного воздействия. **Ключевые слова:** енотовидная собака, выдра, еж, морфология, щитовидная железа, надпочечник, радиоактивное загрязнение.*

### PECULIARITIES OF MORPHOLOGICAL MECHANISMS OF ADAPTATION OF THE ENDOCRINE GLANDS IN MAMMALS IN THE TERRITORY OF HIGH RADIOACTIVE POLLUTION AND RELIEF OF ANTHROPOGENIC LOAD

**Fiadotau D.N.**

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

*The aim of the research was to conduct a comparative analysis of long-term studies (from 2016 to 2022) on morphological changes in the endocrine glands (thyroid gland and adrenal glands) in mammals (raccoon dog, river otter and white-breasted hedgehog) in the territory of high radioactive contamination and removal of anthropogenic load (in conditions of the Belarusian sector of the exclusion zone). The established morphological changes in the thyroid gland and adrenal glands in the studied mammals should be considered as a compensatory-adaptive reaction of the body aimed at maintaining metabolic homeostasis in the zone of radiation exposure. **Keywords:** raccoon dog, otter, hedgehog, morphology, thyroid gland, adrenal gland, radioactive contamination.*

**Введение.** Наиболее опасный радиационный этап, определивший уровни накопления радионуклидов у различных систематических и экологических групп животных, и соответственно, наивысшие дозовые нагрузки и радиационные эффекты, был начальным периодом после аварии на Чернобыльской АЭС. Экологические же последствия аварии, вызванные вторичными радиоэкологическими причинами, далеки от стадии стабилизации. На территориях белорусского сектора зоны отчуждения загрязненных радионуклидами и выведенных из-под хозяйственной нагрузки территориях идут активные сукцессионные процессы, вызванные снятием антропогенной нагрузки вследствие отселения людей [1, 7].

Учет енотовидной собаки в Полесском государственном радиационно-экологическом заповеднике проведен по нормам на площади 285 км<sup>2</sup>, что составляет 14% площади обитания вида. По расчетам ее численность составляет 270 особей, плотность – 1,3 ос./1000 га. В заповеднике обитает около 3% популяции этого вида в республике [3]. Следует отметить, что по сравнению со средней плотностью населения енотовидной собаки в Гомельской области, в Полесском государственном радиационно-экологическом заповеднике она в 5 раз выше [4, 8]. За последние годы на популяции енотовид-

ной собаки, выбранной в качестве модели, выяснено, что доля молодняка и, следовательно, воспроизводство и выживаемость находились в пределах нормы, характерной для этого вида млекопитающих.

Численность выдры на территории водотоков и пойменных озер Полесского государственного радиационно-экологического заповедника оценивается в 450 особей, что составляет около 10% численности популяции вида в республике или 25% – в бассейне реки Припять. Плотность этого вида на малых реках зоны отчуждения увеличилась в 1,2-1,9 раза. Увеличение плотности на малых реках обусловлено близкой доступностью к воде в зимний период, а также повышенными рыбными запасами из-за резкого снижения уровня их эксплуатации [3]. Численность выдры благодаря обильной кормовой базе и отсутствию пресса охоты резко увеличилась.

Еж белогрудый регистрируется на всей территории Полесского государственного радиационно-экологического заповедника. Одним из первых отмечался в списке обитателей заповедника в 1986-1993 годах [6]. Специальных учетов не проводилось, однако в вечернее время встречается с частотой 1-2 особи на каждые 10 км дорог, проходящих через различные биотопы. Регулярно встречается на смежной территории – в зоне отчуждения Украины [5].

Росту численности диких млекопитающих на территории Полесского государственного радиационно-экологического заповедника способствовали увеличение естественной кормовой базы за счет бывших сельхозугодий, отсутствие фактора беспокойства (снятие антропогенной нагрузки), а также относительно мягкие зимы и заповедный режим [1].

С 1986 года отечественными и зарубежными учеными заповедника не проводилось анатомо-гистологических исследований по изменениям в органах и тканях у диких животных, обитающих на территории белорусского сектора зоны отчуждения Чернобыльской АЭС. Мы впервые с 2016 года изучаем возрастные формообразовательные процессы и морфологические механизмы адаптаций структур органов эндокринной системы у енотовидной собаки, речной выдры и белогрудого ежа. Поэтому настоящие исследования являются уникальными и обладают научной новизной мирового значения, так как в мировом масштабе мест, которые пострадали от влияния радиационного воздействия (оцененные Международной шкалой ядерных событий «INES» по 7 уровню), всего 2 – Чернобыльская АЭС (СССР, 1986 г.) и АЭС Фукусима-1 (Япония, 2011 г.).

**Цель** исследований – провести сравнительный анализ многолетних исследований (с 2016 по 2022 гг.) по морфологическим изменениям эндокринных желез (щитовидной железы и надпочечники) у млекопитающих (енотовидная собака, речная выдра и белогрудых еж) на территории высокого радиоактивного загрязнения и снятия антропогенной нагрузки (в условиях белорусского сектора зоны отчуждения).

**Материалы и методы исследований.** Исследования по изучению морфологических изменений щитовидных желез и надпочечников в организме диких животных выполнялись в лаборатории кафедры патологической анатомии и гистологии УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины», отделе экологии и фауны государственного природоохранного научно-исследовательского учреждения «Полесский государственный радиационно-экологический заповедник» (г. Хойники). Животные отлавливались на территории Полесского государственного радиационно-экологического заповедника. С 2016 по 2022 гг. исследовано более 70 особей исследуемых млекопитающих. Зафиксированный в 10% нейтральном растворе формалина морфологический материал (надпочечники и щитовидные железы) подвергали уплотнению путем заливки в парафин по общепринятой методике. Обезвоживание и парафинирование материала проводили с помощью автомата для гистологической обработки тканей «MICROM STP120» (Германия) типа «Карусель». Для заливки кусочков и подготовки парафиновых блоков использовали автоматическую станцию «MICROM EC350». Гистологические срезы кусочков органов, залитых в парафин, готовили толщиной 3 – 5 – 7 мкм на роторном (маятниковом) микротоме «MICROM HM 340 E» и санном MC-2 микротоме. Депарафинирование и окрашивание гистологических срезов гематоксилин-эозином и по Пикро-Маллори проводили с использованием автоматической станции «MICROM HMS 70».

Терминология описываемых гистологических структур эндокринных желез приводилась в соответствии с Международной ветеринарной гистологической номенклатурой.

Разработанная нами схема проведения морфологических и радиологических исследований, применяемое оборудование и использование современных методов обеспечили получение научно обоснованных результатов исследований.

**Результаты исследований.** В результате проведенных многолетних исследований установлено, что в среднем в 40% случаев наблюдается неизменная форма долей железы – вытянуто-треугольная, в остальных 60% случаев форма железы разнообразна (от неправильной треугольной до причудливой). Гистологическая картина паренхимы щитовидной железы имеет смешанный тип строения у енотовидных собак, длительное время обитающих на территориях с повышенной радиоактивностью. Обнаружены участки утолщения соединительнотканной капсулы (ее разволокнение). Сосуды капсулы умеренно полнокровны, стенки сосудов часто отечны. В некоторых гистологических

срезах установлен склероз железы. В железе выявлены структурные изменения стромальных элементов в виде псевдогипертрофического липоматоза, который фиксируется при атрофии паренхимы. В большинстве исследуемых щитовидных железах от особей енотовидной собаки разных возрастных групп патогистологических изменений не установлено. Настоящий факт характерен и для надпочечников. Неизменной формы надпочечники регистрируются в среднем в 70% случаев, в остальных 30% случаев форма железы разнообразна (от неправильно изогнутой до нехарактерной). Однако на некоторых гистологических препаратах было установлено отсутствие резких границ между зонами коркового вещества, дезинтеграция клубочковой зоны, дисконфлексация пучковой зоны и дистрофические перестройки сетчатой зоны коры и медуллы, изменения микроциркуляторного русла надпочечника свидетельствуют о функциональном возбуждении желез при воздействии радиационного фона на енотовидную собаку.

У речной выдры установлено, что доли щитовидной железы не претерпевают макроморфологические формообразования – они в 100% случаев постоянной вытянутой лентовидной формы. 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. У речной выдры в зоне высокого радиоактивного загрязнения щитовидные железы мелкофолликулярного типа строения. Патогистологических изменений не установлено, однако в большинстве случаев десквамация фолликулярного эпителия в щитовидных железах наблюдается при цилиндрической метаплазии кубического эпителия, разжижении коллоида, полнокровии кровеносных капилляров. В надпочечниках нескольких особей установлена аденома с множеством кист и представлена преимущественно клетками сетчатой зоны. Следует отметить, что в надпочечнике характерно наличие нормальной и атрофированной внеопухолевой ткани. В мозговом веществе надпочечника патологических изменений не установлено. У других исследуемых взрослых особей речной выдры в надпочечнике андростеромы не выявлено.

При исследовании щитовидных желез у белогрудых ежей территории высокого радиоактивного загрязнения установлено увеличение массы органа в 1,57 раза, а высота тиреоидного эпителия фолликулов меньше в 1,78 раза (по сравнению с фоном). На гистологических препаратах щитовидных желез белогрудых ежей нами обнаружен псевдогипертрофический липоматоз. В местах атрофии тиреоидной ткани происходит разрастание жировой ткани – между атрофированными дольками и в строме щитовидной железы. Для ежей характерна II степень разновидности разрастания адипоцитов – поражается от 30 до 60% паренхимы железы. При этом щитовидная железа имеет типичное фолликулярное строение, и часть ее аденомеров содержит в коллоиде резорбционные вакуоли. Для белогрудых ежей, обитающих в зоне высокого радиоактивного загрязнения, характерно уменьшение абсолютной массы надпочечников на 25%, изменение формы левой железы, а также обнаружены участки утолщения их соединительнотканной капсулы (липоматоз, отек и разволокнение). Выраженных патогистологических изменений в надпочечниках белогрудого ежа не выявлено.

**Заключение.** Отсутствие воздействия антропогенной нагрузки (охота, беспокойства) обусловило рост численности енотовидной собаки, выдры речной, а также белогрудого ежа, вследствие чего наблюдается, с одной стороны, постепенное освоение свободных экологических ниш (бывшие сельхозугодия, деревни и приусадебные участки, сенокосы и другое), с другой – изменения в размещении животных по биотопам и в их суточной активности. Установленные нами морфологические изменения щитовидной железы и надпочечников у исследуемых млекопитающих следует рассматривать как компенсаторно-приспособительную реакцию организма, направленную на поддержание метаболического гомеостаза в зоне радиационного воздействия. Отмечается высокая радиоустойчивость природных экосистем в целом и ее отдельных фаунистических элементов (енотовидная собака, выдра речная, белогрудый еж).

**Conclusion.** The absence of the impact of anthropogenic pressure (hunting, disturbance) resulted in an increase in the number of raccoon dogs, river otters, and white-breasted hedgehog. Due to this, on one hand, there is a gradual development of free ecological niches (former farmland, villages and household plots, hayfields, etc.), on the other hand, changes in the distribution of animals in biotopes and in their daily activity. The morphological changes in the thyroid gland and adrenal glands that we have established in the studied mammals should be considered as a compensatory-adaptive reaction of the body aimed at maintaining metabolic homeostasis in the zone of radiation exposure. High radioresistance of natural ecosystems as a whole as well as their individual faunal elements (raccoon dog, river otter, white-breasted hedgehog) is noted.

**Список литературы.** 1. Животный мир в зоне аварии Чернобыльской АЭС; под ред. Л. М. Суцzeni, М. М. Пикулика, А. Е. Пленина. – Минск: Наука і тэхніка, 1995. – С. 200–210. 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. Вышелесского, Витебская государственная академия ветеринарной медицины. – Минск, 2017. – 116 с. 3. Кучмель, С. В. Мониторинг охотничьих и промысловых видов млекопита-

ющих на территории ПГРЭЗ. Результаты 2005 года / С. В. Кучмель // 20 лет после чернобыльской катастрофы : сборник научных трудов. – Гомель : РНИУП «Институт радиологии», 2006. – С. 216–225. 4. Савицкий, Б. П. Млекопитающие Беларуси / Б. П. Савицкий, С. В. Кучмель, Л. Д. Бурко. – Минск : Изд. Центр БГУ, 2005. – 319 с. 5. Кучмель, С. В. Видовой состав млекопитающих отрядов Насекомоядные, Зайцеобразные, Хищные, Грызуны и Парнокопытные Полесского государственного радиационно-экологического заповедника / С. В. Кучмель // Фаунистические исследования в Полесском государственном радиационно-экологическом заповеднике : сборник научных трудов. – Гомель : РНИУП «Институт радиологии», 2008. – С. 38–64. 6. Рождественская, А. С. Структурно-функциональная характеристика мелких млекопитающих / А. С. Рождественская // Животный мир в зоне аварии Чернобыльской АЭС : сборник научных трудов. – Минск : Наука і тэхніка, 1995. – С. 183–193. 7. 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 Международного экологического симпозиума (14–15 сентября 2006 г.) в г. Полоцке : в 2-х т. / Полоцкий государственный университет. – Полоцк, 2006. – Т. 2. – С. 196–197. 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.

**References.** 1. Zhivotnyj mir v zone avarii CHernobyl'skoj AES ; pod red. L. M. Sushcheni, M. M. Pikulika, A. E. Plenina. – Minsk : Navuka i tekhnika, 1995. – S. 200–210. 2. Zhukov, A. I. Patologicheskaya anatomiya organov zhivotnyh : prakticheskie rekomendacii dlya veterinarnyh specialistov Respubliki Belarus' / A. I. Zhukov, M. P. Kuchinskij, D. N. Fedotov ; Nacional'naya akademiya nauk Belarusi, Institut eksperimental'noj veterinarii im. S. N. Vysheslenskogo, Vitebskaya gosudarstvennaya akademiya veterinarnoj mediciny. – Minsk, 2017. – 116 s. 3. Kuchmel', S. V. Monitoring ohotnich'ih i promyslovyh vidov mlekopitayushchih na territorii PGRÉZ. Rezul'taty 2005 goda / S. V. Kuchmel' // 20 let posle chernobyl'skoj katastrofy : sbornik nauchnyh trudov. – Gomeľ : RNIUP «Institut radiologii», 2006. – S. 216–225. 4. Savickij, B. P. Mlekopitayushchie Belarusi / B. P. Savickij, S. V. Kuchmel', L. D. Burko. – Minsk : Izd. Centr BGU, 2005. – 319 s. 5. Kuchmel', S. V. Vidovoj sostav mlekopitayushchih otrjadov Nasekomoyadnye, Zajceobraznye, Hishchnye, Gryzuny i Parnokopytnye Polesskogo gosudarstvennogo radiacionno-ekologicheskogo zapovednika / S. V. Kuchmel' // Faunisticheskie issledovaniya v Polesskom gosudarstvennom radiacionno-ekologicheskom zapovednike : sbornik nauchnyh trudov. – Gomeľ : RNIUP «Institut radiologii», 2008. – S. 38–64. 6. Rozhdestvenskaya, A. S. Strukturno-funkcional'naya harakteristika melkih mlekopitayushchih / A. S. Rozhdestvenskaya // Zhivotnyj mir v zone avarii CHernobyl'skoj AES : sbornik nauchnyh trudov. – Minsk : Navuka i tekhnika, 1995. – S. 183–193. 7. Fedotov, D. N. Endokrinnaya sistema zhivotnyh, kak test-sistema v radioekologicheskom monitoringe / D. N. Fedotov, I. M. Luppova // Regional'nye problemy ekologii : puti resheniya : tezisy dokladov III Mezhdunarodnogo ekologicheskogo simpoziuma (14–15 sentyabrya 2006 g.) v g. Polocke : v 2-h t. / Polockij gosudarstvennyj universitet. – Polock, 2006. – T. 2. – S. 196–197. 8. Fedotov, D. N. Formoobrazovatel'nye processy i morfologicheskie izmeneniya perifericheskikh endokrinnyh zhelez pri adaptivno-prisposobitel'nyh reakciyah enotovidnoj sobaki v zone snyatiya antropogennoj nagruzki i pri dejstvii radioaktivnogo zagryazneniya / D. N. Fedotov, I. S. YUrchenko // Veterinarnyj zhurnal Belarusi. – 2019. – №1 (10). – S. 68–71.

Поступила в редакцию 14.03.2022.

DOI 10.52368/2078-0109-58-2-26-30

УДК 579.66:591.111:636.5.087.8

## ВЛИЯНИЕ КОРМОВОЙ ДОБАВКИ «КОРМОВОЙ БИОПРОТЕИН» НА БИОХИМИЧЕСКИЕ И МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КРОВИ ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ

Явников Н.В. ORCID ID 0000-0002-6900-331X

ФГБОУ ВО «Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина»,  
пос. Майский, Белгородская область, Российская Федерация

В статье представлены результаты влияния экспериментальной кормовой добавки «Кормовой биопротеин» на биохимические и морфологические показатели крови цыплят-бройлеров, а также хозяйственные показатели. Отмечен положительный эффект применения данной кормовой добавки, который выражается в более высоком среднесуточном привесе, снижении конверсии корма и повышении сохранности поголовья у особей опытных групп в сравнении с контрольными. Выявлено увеличение концентрации эритроцитов (на 2,16–4,32%), гемоглобина (2,76–5,86%) и общего белка сыворотки крови (на 3,10–6,25 %) у цыплят опытных групп. **Ключевые слова:** кормовой биопротеин в форме порошка, белок, цыплята-бройлеры, морфологические и биохимические показатели крови.

## INFLUENCE OF FEED ADDITIVE "FEED BIOPROTEIN" ON BIOCHEMICAL AND MORPHOLOGICAL BLOOD VALUES IN BROILER CHICKENS

Yavnikov N.V.

Belgorod State Agricultural University named after V. Gorin,  
Maysky settlement, Belgorod region, Russian Federation