

References. 1. Vojtenko, L.G. Sistema kompleksnoj farmakoterapii ostrogo poslerodovogo endometrita u korov : avtoref. dis. ... d-ra. vet. nauk / L.G. Vojtenko. – Krasnodar, 2012. – 42 s. 2. Grigor'eva, T.E. Sravnitel'naya ocenka vosproizvoditel'noj funkcii korov v usloviyah privyaznogo i besprivyaznogo sodержaniya / T.E. Grigor'eva., N.S. Sergeeva // Veterinarnaya patologiya. – 2016. – № 2. – S. 49–52. 3. Dzhakupov, I.T. Poslerodovye bolezni i ih diagnostika u importnyh korov v usloviyah Severnogo Ka-zahstana / I.T. Dzhakupov, G.T. Eszhanova, A.T. Kuzerbaeva // Veterinariya. – № 7. – 2015. – S. 47-50 4. Turchenko, A.N. Akushersko-ginekologicheskaya patologiya u korov na fermah promyshlennogo tipa v Krasnodarskom krae / A.N. Turchenko, I.S. Koba : materialy mezhdunar. nauchno-prakt. konf. – Krasnodar. – 2012. – S. 92-94. 5. Mikrobnaya kontaminatsiya genitalij u korov v zavisimosti ot tekhnologij sodержaniya / A.N. Turchenko [i dr.] // Rossijskij veterinarnyj zhurnal. – 2007. – Spec. vyp. – S. 14. 6. Epanchinceva, O.S. Rasprostranenie i sezonnaya dinamika akushersko-ginekologicheskikh boleznej u korov v hozyajstvakh Omskoj oblasti / O.S. Epanchinceva, B.V. Gurinov, A.A. Kolupaev // Omskij nauchnyj vestnik. – 2013. – № 1 (118). – S. 208-213. 7. Mishchenko, V.A. Metabolicheskie zabolevaniya krupnogo rogatogo / V.A. Mishchenko // Veterinariya segodnya. – 2021. – №10(3). – S.184-189. 8. Evglevskij, A.A. Problemy obespecheniya zdorov'ya vysokoproduktivnyh korov v promyshlennom zhivotnovodstve i prakticheskie puti ih resheniya / A.A. Evglevskij / Vestnik Kurskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii. – 2017. – № 4. – S. 26-30. 9. Gordeeva, I.V. Epizootologicheskij i mikrobiologicheskij skrining boleznej reproduktivnyh organov korov v usloviyah Srednego Povolzh'ya (mikrobiocenozy i ih korrektsiya) : avtoref. dis. ... kand. vet. nauk / I.V. Gordeeva. – Nizhnij Novgorod. – 2005. – 24 s. 10. Portable electronic nose system for fast gynecological-conditions diagnosis in consulting room : A case study / T.A. Kuchmenko [et al.] // Sensors and Actuators B: Chemical. – 2022. – Vol. 358. – P. 131538. – DOI 10.1016/j.snb.2022.131538.

Поступила в редакцию 13.02.2024.

DOI 10.52368/2078-0109-2024-60-2-54-57

УДК 611:639.113.3

ЗАКОНОМЕРНОСТИ ВОЗРАСТНОЙ СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ПЕРЕСТРОЙКИ СЕМЕННИКОВ У САМЦОВ ВЫДРЫ РЕЧНОЙ В ЗОНЕ ВЫСОКОГО РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ НА ТЕРРИТОРИИ БЕЛАРУСИ

***Федотов Д.Н. ORCID ID 0000-0003-3366-8704, *Стасевич Н.С., *Морозов Т.И., **Юнусов Х.Б.**

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

**Самаркандский государственный университет ветеринарной медицины, животноводства и биотехнологий, г. Самарканд, Республика Узбекистан

*Впервые определены анатомические, гистологические и морфометрические критерии по радиационно-индуцированному воздействию на семенники самцов выдры речной. У взрослых животных удельная активность ^{137}Cs в семенниках равна $1,03 \pm 0,09$ кБк/кг. **Ключевые слова:** семенники, морфология, выдра, радиация.*

REGULARITIES OF AGE STRUCTURAL-FUNCTIONAL RESTRUCTURING OF TESTES IN MALE RIVER OTTERS IN THE ZONE OF HIGH RADIOACTIVE CONTAMINATION IN THE TERRITORY OF BELARUS

***Fiadotau D.N., *Stasevich N.S., *Morozov T.I., **Yunusov H.B.**

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

**Samarkand State University of Veterinary Medicine, Animal Husbandry and Biotechnology, Samarkand, Republic of Uzbekistan

*For the first time, anatomical, histological and morphometric criteria have been determined for radiation-induced effects on the testes of male river otters. In adult animals, the specific activity of ^{137}Cs in the testes is 1.03 ± 0.09 kBq/kg. **Keywords:** testes, morphology, otter, radiation.*

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 радиологической обстановки. Использование данных радиологического 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, 2, 4].

Выдра является типичным представителем хищников Полесского государственного радиационно-экологического заповедника. Как и другие хищники, выдра может служить биоиндикатором состояния природной среды, поэтому изучение ее органов и систем на гистологическом уровне представляет большой интерес для научных исследований [2, 8]. В современной биологии и ветерина-

рии имеется значительное количество работ, которые доказывают, что при воздействии ионизирующего излучения в клетках и тканях развиваются морфологические изменения разной степени выраженности [4].

Как и другие хищники, выдра может служить биоиндикатором состояния природной среды, поэтому изучение ее органов и систем на гистологическом уровне представляет большой интерес для научных исследований [5].

В научной литературе исследований репродуктивного цикла речной выдры немного. В отечественной и зарубежной литературе отсутствуют исследования, касающиеся возрастной морфологии семенников у выдры.

Цель исследований – определить возрастные морфологические изменения семенников у самцов выдры речной, обитающей в условиях белорусского сектора зоны отчуждения.

Материалы и методы исследований. Добыча материала (при помощи капканов), вскрытие и изучение анатомических особенностей животных осуществлялось на территории Полесского государственного радиационно-экологического заповедника. В результате полученного материала было сформировано 2 возрастные группы: 2-4 года (половозрелые); 6-7 лет (взрослые, ранний геронтологический период). Нами была определена удельная активность ^{137}Cs в семенниках выдры речной, обитающей в условиях белорусского сектора зоны отчуждения.

У животных изучали абсолютную массу семенников на электронных весах Scout Pro. Топография описывалась с учетом голотопии (местоположением в теле), скелетотопии (расположением 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, модели DMC – FX12 (с функцией для макроскопического или анатомического фото).

Семенники фиксировали в 10%-ном растворе нейтрального формалина. Гистологические срезы изготавливали на санном микротоме и окрашивали гематоксилин-эозином.

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

Все цифровые данные, полученные при проведении исследований, были обработаны статистически с помощью компьютерной программы Microsoft Excel.

Результаты исследований. Установлено, что у самцов речной выдры семенники эллипсоидной, несколько объемной формы, упругой консистенции, с хорошо развитым придатком. Семенники располагаются в горизонтальной плоскости, головчатым концом направлены краниально, а хвостатым – каудально. Придатковый край соответственно – дорсально, а свободный – вентрально. На разрезе семенника средостение у исследуемых возрастов проглядывается только у особей 6-7 лет. Паренхима семенника серовато-желтого цвета.

Таблица 1 – Морфометрические показатели извитых семенных канальцев семенника речной выдры

Показатели	Возрастная группа, г	
	2-4	6-7
Количество извитых семенных канальцев в одном поле зрения, шт.	34,08±2,39	25,69±2,06
Площадь просвета канальца, мкм ²	8879,17±832,41	20145,15±910,75
Толщина сперматогенного эпителия, мкм	36,66±2,14	29,84±1,77
Ширина базальной части клетки Сертоли, мкм	13,39±1,43	13,09±1,55
Площадь ядра клетки Сертоли, мкм ²	16,89±0,73	11,07±1,72
Диаметр стволового сперматогония, мкм	13,85±0,36	13,86±0,16
Диаметр ядра стволового сперматогония, мкм	5,63±0,31	5,61±0,34
Площадь сперматоцита, мкм ²	41,19±3,06	35,12±2,05
Площадь сперматиды, мкм ²	32,79±1,36	28,88±1,24
Площадь цитоплазмы сперматиды, мкм ²	29,77±2,07	26,59±2,16
Площадь головки сперматозоида, мкм ²	18,08±2,12	16,33±1,82

Удельная активность ^{137}Cs в семенниках увеличивается в 2 раза ($p < 0,01$) до $1,03 \pm 0,09$ кБк/кг.

В результате гистологических исследований установлено, что у молодых самцов выдр (в возрасте 2-4 года) в семенных канальцах присутствуют все клетки сперматогенного эпителия. Количество извитых семенных канальцев в одном поле зрения составляет $34,08 \pm 2,39$ шт. Сперматогонии имеют крупные овальные или округлые ядра, их средний диаметр равен $5,63 \pm 0,31$ мкм. Сперматоциты первичные молодые (лептотенные и зиготенные) всегда располагаются в первом ряду сперматогенных клеток. Особенно легко определить сперматоциты первичные в стадии зиготены. Спаренные хромосомы приобретают форму вытянутой петли, прикрепленной своими концами к ядерной оболочке, и ядра в этот период принимают характерную букетную конфигурацию. В извитых семенных канальцах выявляются ранние округлые и удлинённые сперматиды, а также сперматозоиды.

При изучении кариометрических показателей сустентоцитов и интерстициальных эндокриноцитов у выдры различного возраста обнаружено статистически значимое увеличение площади ядер этих клеток у самцов, при этом численность сустентоцитов не изменяется.

Таблица 2 – Функциональная активность семенников самцов речной выдры

Показатели	Возрастная группа, г	
	2-4	6-7
Абсолютная масса, г	$0,98 \pm 0,02$	$0,71 \pm 0,01$
Индекс сперматогенеза, усл. ед.	$3,32 \pm 0,15$	$2,98 \pm 0,12$

В результате гистологических исследований установлено, что у речной выдры в возрастной группе 2-4 года в интерстициальной ткани семенников присутствуют немногочисленные эндокриноциты – клетки Лейдига, залегающие группами по 5-8 клеток, преимущественно вокруг сосудов. Изредка встречаются и одиночные клетки. Общее количество клеток Лейдига в поле зрения достигало до 20. Они чаще округлой и многоугольной формы, иногда овальной или веретеновидной. Ядра клеток Лейдига крупные, сферические, содержат мелкодисперсный хроматин и 1-2 крупных ядрышка.

Нами установлено, что в возрастной группе 6-7 лет происходит увеличение площади интерстициальной ткани между извитыми семенными канальцами в семенниках самцов речной выдры. Клетки Лейдига располагаются преимущественно одиночно, лишь изредка встречаются небольшие группы по 3-5 клеток. Общее их количество в поле зрения достигало 10. Они округлой или овальной формы. Отмечено значительное уменьшение площади клеток и площади их ядер. Мелкодисперсный хроматин в ядрах практически не просматривается.

Таблица 3 – Морфометрические показатели эндокринной ткани семенников речной выдры

Показатели	Возрастная группа, г	
	2-4	6-7
Площадь интерстициальной ткани, мкм ²	$1226,14 \pm 93,75$	$1319,17 \pm 93,15$
Диаметр клетки Лейдига, мкм	$7,18 \pm 1,14^{**}$	$4,48 \pm 1,18$
Площадь ядра клетки Лейдига, мкм ²	$10,82 \pm 1,22$	$3,28 \pm 1,17$
Площадь цитоплазмы клетки Лейдига, мкм ²	$29,62 \pm 3,63$	$12,43 \pm 3,89$
Количество клеток Лейдига в участке интерстиция, шт.	$9,20 \pm 1,20$	$7,20 \pm 1,80$

В результате проведенных морфометрических исследований эндокринной ткани семенников речной выдры установлено, что у возрастной группы 2-4 года площадь интерстициальной ткани составляет $1226,14 \pm 93,75$ мкм². Диаметр клеток Лейдига достоверно выше на 60,3% ($p < 0,01$) у молодых особей, чем у возрастной группы 6-7 лет ($4,48 \pm 1,18$ мкм).

При гистологическом исследовании обнаружено, что у половозрелого самца выдры общая влажная оболочка к белочной оболочке прилегает неплотно, поэтому на большей части периметра они разделены мелкими кровеносными и широкими лимфатическими сосудами. На участках, где серозная оболочка утолщается, толщина белочной оболочки увеличивается незначительно, но прослойка рыхлой соединительной ткани между ними увеличивается, и в этой прослойке часто встречаются артериальные и венозные сосуды, в том числе и крупные.

Заключение. 1. Семенники располагаются в горизонтальной плоскости, головчатым концом направлены краниально, а хвостатым – каудально. На разрезе семенника средостение у исследуемых возрастов проглядывается только у особей 6-7 лет. Паренхима семенника серовато-желтого цвета. Наибольшая абсолютная масса семенников в возрастной группе 2-4 года – $0,98 \pm 0,02$ г. 2. Удельная активность ^{137}Cs в семенниках увеличивается в 2 раза ($p < 0,01$) до $1,03 \pm 0,09$ кБк/кг. 3. Активный сперматогенез в семенниках выдры речной выявлен у самцов в возрастной группе 2-4 года. У этих самцов площадь семенных канальцев достигает максимальной величины, извитые семенные канальцы содержат все сперматогенные клетки, включая сперматозоиды. Сустентоциты и интер-

стициальные эндокриноциты характеризуются признаками высокой функциональной активности. Индекс сперматогенеза низкий в возрастной группе 6-7 лет – $2,98 \pm 0,12$ усл. ед. 4. В постнатальном онтогенезе у речной выдры в семенниках с возрастом проявляется изменение формы клеток Лейдига, хроматин в ядрах практически не просматривался. Отмечено уменьшение площади ядра и диаметра клеток Лейдига, а также уменьшение их количества и расположение в интерстиции до $7,20 \pm 1,80$ шт. При этом одновременно было выявлено у 6-7-летних самцов увеличение площади интерстициальной ткани, в которой находятся клетки Лейдига до $1319,17 \pm 93,15$ мкм². Предположительно это связано с возрастанием дегенеративных процессов, происходящих в клетках Лейдига и их ядрах, а также окружающей их интерстициальной ткани. 5. Для объективизации установления причин изменения популяции или морфофизиологических особенностей выдры, экологически обусловленных патологией органов, целесообразно проводить комплексное морфологическое исследование семенников. Установленные нами адаптационные изменения в семенниках 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.

Conclusion. 1. The testes are located in a horizontal plane, the capitate end is directed cranially, and the caudate end is directed caudally. In the section of the testis, the mediastinum at the studied ages is visible only in individuals 6-7 years old. The parenchyma of the testis is grayish-yellow. The largest absolute mass of testes in the age group 2-4 years is 0.98 ± 0.02 g. 2. The specific activity of ¹³⁷Cs in the testes increases 2 times ($p < 0.01$) to 1.03 ± 0.09 kBq/kg. 3. Active spermatogenesis in the testes of the river otter was detected in males in the age group of 2-4 years. In these males, the area of the seminiferous tubules reaches its maximum value; the convoluted seminiferous tubules contain all spermatogenic cells, including spermatozoa. Sustentocytes and interstitial endocrinocytes are characterized by signs of high functional activity. The spermatogenesis index is low in the age group of 6-7 years – 2.98 ± 0.12 arb. units. 4. In postnatal ontogenesis in the river otter, a change in the shape of Leydig cells is manifested in the testes with age; chromatin in the nuclei was practically not visible. There was a decrease in the nuclear area and diameter of Leydig cells, as well as a decrease in their number and location in the interstitium to 7.20 ± 1.80 pcs. At the same time, an increase in the area of interstitial tissue in which Leydig cells are located up to 1319.17 ± 93.15 μm² was detected in 6-7-year-old males. Presumably this is due to an increase in degenerative processes occurring in Leydig cells and their nuclei, as well as the interstitial tissue surrounding them. 5. To objectify the establishment of the causes of changes in the population or morphophysiological characteristics of the otter, environmentally determined by the pathology of the organs, it is advisable to conduct a comprehensive morphological study of the testes. The adaptive changes we have established in the testes of the river otter should be considered when organizing a monitoring system for wild animals in contaminated areas for the process of making environmental decisions and predicting changes in the radioecological situation for a long time.

Список литературы. 1. Бондарь, Ю.И. Вертикальное распределение ¹³⁷Cs, ⁹⁰Sr, ²⁴¹Am 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, Республика Беларусь / МГЭУ им. А.Д.Сахарова. – Минск, 2015. – С. 200. 2. Биологическое разнообразие животного мира Полесского государственного радиационно-экологического заповедника / М.Е. Никифоров [и др.] ; Нац. акад. наук Беларуси, НПЦ по биоресурсам, Полес. гос. радиац.-экол. заповедник. – Минск : Беларуская навука, 2022. – 407 с. 3. Олейников, А.Ю. Выдра (*lutra lutra* L., 1758) в Ботчинском заповеднике / А.Ю. Олейников // Амурский зоологический журнал. – 2010. – №4. – С. 378-388. 4. 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. 5. Fiadotau, D.N. Veterinary Histology : Textbook / D.N. Fiadotau, Kh.B. Yunusov. – Tashkent : Publishing house «Fan ziyosi», 2023. – 80 p.

References. 1. Bondar', YU.I. Vertikal'noe raspredelenie ¹³⁷Cs, ⁹⁰Sr, ²⁴¹Am v pochve pri prohozhdenii pozharov na territorii Belorusskogo sektora zony otchuzhdeniya / YU.I. Bondar', V.I. Sadchikov, V.N. Kalinin // Saharovskie chteniya 2015 goda : ekologicheskie problemy XXI veka : materialy 15-j Mezhdunar. nauch. konf., 21-22 maya 2015 g., g. Minsk, Respublika Belarus' / MGEU im. A.D.Saharova. – Minsk, 2015. – S. 200. 2. Biologicheskoe raznoobrazie zhivotnogo mira Poleskogo gosudarstvennogo radiacionno-ekologicheskogo zapovednika / M.E. Nikiforov [i dr.] ; Nac. akad. nauk Belarusi, NPC po bioresursam, Poles. gos. radiac.-ekol. zapovednik. – Minsk : Belaruskaya navuka, 2022. – 407 s. 3. Olejnikov, A.YU. Vydra (*lutra lutra* L., 1758) v Botchinskom zapovednike / A.YU. Olejnikov // Amurskij zoologicheskij zhurnal. – 2010. – №4. – S. 378-388. 4. Fedotov, D.N. Formoobrazovatel'nye processy i morfologicheskie izmeneniya perifericheskikh endokrinnykh zhelez pri adaptivno-prisposobitel'nykh 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. 5. Fiadotau, D.N. Veterinary Histology : Textbook / D.N. Fiadotau, Kh.B. Yunusov. – Tashkent : Publishing house «Fan ziyosi», 2023. – 80 p.

Поступила в редакцию 21.03.2024.