

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«ВИТЕБСКАЯ ОРДЕНА «ЗНАК ПОЧЕТА» ГОСУДАРСТВЕННАЯ
АКАДЕМИЯ ВЕТЕРИНАРНОЙ МЕДИЦИНЫ»

Кафедра патологической анатомии и гистологии

РЕКОМЕНДАЦИИ

**ПО ИЗУЧЕНИЮ ВОСПРОИЗВОДИТЕЛЬНОЙ ФУНКЦИИ И
ЗДОРОВЬЯ ПОПУЛЯЦИИ РЕЧНОЙ ВЫДРЫ НА
ТЕРРИТОРИИ БЕЛОРУССКОГО СЕКТОРА ЗОНЫ
ОТЧУЖДЕНИЯ ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АЭС**

Рекомендации

Витебск
ВГАВМ
2025

УДК 611:599.742.4

ББК 48

Р36

Утверждены Департаментом ветеринарного и продовольственного надзора
Министерства сельского хозяйства и продовольствия
Республики Беларусь от 25 мая 2025 г.

Рекомендовано к изданию Научно-техническим советом УО «Витебская ордена
«Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины»
от 23 мая 2025 г. (протокол №2)

Авторы:

кандидат ветеринарных наук, доцент *Д. Н. Федотов*;
магистр ветеринарных наук, аспирант *К. Д. Ковалев*;
магистр биологических наук, ст. научный сотрудник *И. С. Юрченко*;
студент *Т. И. Морозов*;
студент *Н. С. Стасевич*

Рецензенты:

доктор ветеринарных наук, профессор *И. А. Красочко*;
кандидат биологических наук, доцент *Н. С. Мотузко*

Рекомендации по изучению воспроизводительной функции и
Р36 **здоровья популяции речной выдры на территории белорусского**
сектора зоны отчуждения Чернобыльской АЭС : рекомендации /
Д. Н. Федотов, К. Д. Ковалев, И. С. Юрченко [и др.]. – Витебск : ВГАВМ,
2025. – 16 с. – ISBN 978-985-591-239-3.

Рекомендации предназначены для ветеринарных специалистов, морфологов, биологов, радиоэкологов, руководителей заповедников, научных работников, преподавателей, студентов и слушателей ФПК и ПК с целью использования в практике ветеринарной медицины и ветеринарной радиологии.

УДК 611:599.742.4

ББК 48

ISBN 978-985-591-239-3

© УО «Витебская ордена «Знак Почета»
государственная академия ветеринарной
медицины», 2025

ВВЕДЕНИЕ

Наиболее серьезной социально-экономической и экологической проблемой Беларуси является авария на Чернобыльской АЭС. В связи с выведением из сельскохозяйственного производства значительных площадей естественных лугов и пастбищ, подвергшихся загрязнению радиоактивными выбросами, все большую актуальность приобретает проблема получения экологически чистой продукции с этих территорий. Наибольшую радиологическую опасность в настоящее время представляют ^{137}Cs и ^{90}Sr , сосредоточенные в верхнем, корнеобитаемом горизонте почвы. Они относительно легко включаются в трофические цепи и являются источниками внутреннего облучения организмов.

Использование данных радиэкологического 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 [3, 28], на которой находится государственное природоохранное научно-исследовательское учреждение «Полесский государственный радиационно-экологический заповедник».

На территорию Полесского государственного радиационно-экологического заповедника и близлежащие земли оказала существенное влияние техногенная катастрофа на Чернобыльской АЭС [3]. В последние годы значительно повысился научный и практический интерес к изучению эффектов воздействия радиационного фона окружающей среды на половые железы [5, 9, 12, 15, 18, 35, 38], что обусловлено, прежде всего, распространением ядерных технологий, а, следовательно, возможностью возникновения аварийных ситуаций, при которых могут иметь место радиоактивные выбросы. Дикие животные являются наиболее уникальным объектом исследования природы и изменения экологических условий ареала, а их органы полового аппарата являются одними из наиболее радиочувствительных.

Речная 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 [3, 19, 28, 29].

ВЕТЕРИНАРНЫЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ВИДА

Таксономия. Речная (обыкновенная) выдра *Lutra lutra* (Линней, 1758) является млекопитающим отряда Хищные и принадлежит к подсемейству выдровых, который включает 7 родов и 13 видов.

Морфология тела. Как и большинство выдр, обыкновенные выдры хорошо приспособлены к околководной жизни: у них длинное гибкое тело, мускулистый конусообразный хвост, широкий у основания и перепончатые лапы с мощными когтями.

Ноздри, глаза и уши расположены на одной линии, что позволяет выдрам использовать органы чувств во время плавания.

Цвет меха варьируется от коричневого до темно-коричневого, вентральная поверхность тела светлая. Шкурка, по приблизительным оценкам, содержит 70 000 волосков/см² (Кгуик 2006, Kuhn 2010). Есть 2 типа волосков: плотный подшерсток, состоящий из тонких волосков длиной 10-15 мм, который удерживает воздух, обеспечивая таким образом сохранение тепла, и шерсть второго типа, более длинная (25 мм) и обладающая водоотталкивающими свойствами.

Вибриссы используются под водой для определения местонахождения добычи, даже в мутной воде. У них есть плотоядные моляры и премоляры для отделения мягких тканей рыб. В таблице 1 приводятся морфологические параметры обыкновенной выдры.

Таблица 1 – Параметры тела речной выдры в зависимости от пола

Показатели	Самцы	Самки
Вес	7-12 кг	4-8 кг
Общая длина	100-135 см	90-125 см
Длина тела	57-85 см	55-80 см
Длина хвоста	40-52 см	35-45 см
Количество зубов	36	36
Зубная формула	3 1 4 1 3 1 3 2	3 1 4 1 3 1 3 2

Физиология. Температура тела выдры в спокойном состоянии – от 38 до 38,5 °С (в среднем: 38,1°С), но у активной выдры температура может достигать 39-40 °С (Krüger, 2008). Подъем температуры выше 41°С под анестезией может быть опасным (во время хирургических вмешательств). Сердечный и дыхательный ритм фиксировался во время анестезирования животных (Fernandez-Moran & al, 2001):

- сердечный ритм: между 56 и 173 ударами в минуту (среднее значение: 95 ударов);
- дыхательный ритм: между 20 и 44 дыханиями в минуту (среднее значение: 32 дыхания).

Продолжительность жизни. В неволе средняя продолжительность жизни обыкновенных выдр составляет от 12 до 14 лет, однако ожидаемая продолжительность жизни может составлять до 18 лет. В естественных условиях обитания речные выдры в среднем живут около 5-7 лет, максимальная продолжительность жизни – 12 лет. В некоторых регионах смертность животных имеет сезонный характер, пик приходится на осенне-зимний период.

Развитие детенышей.

Новорожденные выдры:

- не имеют зубов, глаза и уши закрыты, вес тела: 85-133 г;
- в возрасте 15 дней: цвет шерсти начинает меняться;

- в возрасте 25-30 дней: шерсть того же цвета, что и у взрослых, глаза и уши открыты, появляются первые молочные зубы;
- в возрасте 60 дней: зубная формула: I00C11 PM22M11;
- в возрасте 3 месяцев: зубная формула: I33C11 PM34 M21.

Популяция. 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. Численность выдры благодаря обильной кормовой базе и отсутствию пресса охоты резко увеличилась.

Угрозы. Среда обитания речной выдры очень уязвима к изменениям, связанным с деятельностью человека. Прокладка речных каналов, строительство, осушение низин, сельскохозяйственная деятельность негативно влияют на популяцию выдр. Уменьшение количества рыбы в реках и озерах в связи с их закислением приводит к сокращению кормовой базы. Помимо этого, выдры погибают, запутавшись в установленных для ловли рыбы вершах и сетях. Проблемой остается также незаконная охота.

Территория Полесского государственного радиационно-экологического заповедника – это зона снятия антропогенной нагрузки, что не создает для выдры вышеуказанных угроз.

Пищевое поведение. Выдры охотятся на большое количество различных животных: в их рацион входят рептилии, амфибии, птицы, мелкие млекопитающие, водные насекомые и ракообразные, но основой их диеты является рыба, составляющая более 70% от общего рациона. До настоящего времени в белорусском секторе зоны отчуждения Полесского государственного радиационно-экологического заповедника существуют водоемы, в том числе озеро Гнездное. На относительно крупном озере Гнездное встречаемость рыбы в рационе речной выдры составляет 80-85%. Основу кормления выдры составляет рыба массой до 200 г (окунь, щука, плотва, густера и вьюн). Рыба массой 300-500 г и более добывается выдрой относительно редко.

Размножение. Размножение не имеет выраженного сезонного характера и может происходить круглый год, несмотря на то, что существуют некоторые региональные различия. Обыкновенные выдры – полиэструсные животные, с эструсом каждые 4-6 недель (длится примерно 2 недели). Половая зрелость наступает в возрасте 2-3 лет, хотя некоторые самцы достигают ее и в 18 месяцев. Взрослые животные могут проводить вместе несколько дней или месяцев, тем не менее, самец не участвует в выращивании потомства. Спаривание обычно происходит в воде, но может – и на суше.

Беременность длится приблизительно 63 дня. В помете бывает от 1 до 4 детенышей, которые рождаются слепыми и покрытыми тонкими серыми волосками. Они появляются на свет в гнезде, обустроенном в корнях деревьев или пустом бревне поблизости от водоема. Детеныши начинают плавать в

возрасте 3-х месяцев, а в 4 перестают питаться материнским молоком. Под опекой матери они остаются до достижения годовалого возраста.

ЗНАЧЕНИЕ РЕКОМЕНДАЦИЙ

Одним из ключевых направлений современной ветеринарии диких животных, ориентированных на сохранение генетического разнообразия, на сохранение здоровья видов с низкой численностью, является изучение биологии размножения. Однако по многим аспектам морфофункциональных особенностей семенников животных в условиях влияния на их организм различных негативных техногенных факторов [1, 6, 8, 11, 13, 16, 18, 22, 30, 31, 36, 39, 41], в том числе радиоактивного загрязнения, сведения фрагментарны либо противоречивы, в связи с чем нуждаются в дальнейшем дополнении.

Цель рекомендаций – предоставление нормативного материала для определения закономерностей возрастной структурно-функциональной перестройки семенников у самцов речной выдры, обитающей в условиях белорусского сектора зоны отчуждения Чернобыльской АЭС (с учетом снятия антропогенной нагрузки), как фактора состояния воспроизводительной функции и в целом здоровья популяции особей.

Морфологические исследования выполнялись на кафедре патологической анатомии и гистологии УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины». Изъятие речной выдры из природы осуществлялось в ареале озера Гнездное на территории государственного природоохранного научно-исследовательского учреждения «Полесский государственный радиационно-экологический заповедник». Животные отлавливались путем постановки капканов № 3-5, вскрытие проводили в условиях отдела экологии фауны государственного природоохранного научно-исследовательского учреждения «Полесский государственный радиационно-экологический заповедник». Материал для исследования отбирался от самцов речных выдр, обитающих на загрязненной радионуклидами территории заповедника в бывших населенных пунктах и в ареале озера Гнездное. В результате полученного материала было сформировано 2 возрастные группы: 2-4 года (половозрелые); 6-7 лет (взрослые, ранний геронтологический период).

Определение удельной активности ^{137}Cs и ^{90}Sr 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 сцинтилляционного гамма-бета спектрометра МКС-АТ1315 и гамма-спектрометра «Canberra». Относительная погрешность измерения удельной активности ^{137}Cs в образцах не превышала 30%.

Вскрытие и изучение анатомических особенностей животных осуществлялось на территории государственного природоохранного научно-исследовательского учреждения «Полесский государственный радиационно-экологический заповедник». Топография описывалась с учетом голотопии (местоположение в

теле) и синтопии (топографическое отношение органа к соседним анатомическим образованиям). Также отмечали внешние морфологические признаки – цвет, консистенцию, поверхность, вид, форму и абрис органов.

Макрофотографирование исследуемых половых желез проводили при помощи цифрового фотоаппарата Lumix, производства Panasonic, модели DMC – FX12 (с функцией для макроскопического или анатомического фото).

Абсолютную массу семенников измеряли на электронных портативных весах Scout Pro модели SP402, производства фирмы OHAUS с дискретностью 0,01 г.

Семенники фиксировали в 10%-ном растворе нейтрального формалина. Обезвоживание и парафинирование кусочков органов проводили с помощью автомата для гистологической обработки тканей «MICROM STP 120» (Германия) типа «Карусель». Для заливки кусочков и подготовки парафиновых блоков использовали автоматическую станцию «MICROM EC 350». Гистологические срезы кусочков органов, залитых в парафин, готовили на роторном (маятниковом) микротоме «MICROM HM 340 E». Для изучения общих структурных изменений срезы окрашивали гематоксилин-эозином. Депарафинирование и окрашивание гистосрезов проводили с использованием автоматической станции «MICROM HMS 70».

Гистологические исследования проводили с помощью светового микроскопа «Биомед-6». Полученные данные документированы микрофотографированием с использованием цифровой системы считывания и ввода видеоизображения «ДСМ-510», а также программного обеспечения по вводу и предобработке изображения «ScopePhoto». Дополнительно на цифровом микроскопе Celestron с LCD-экраном PentaView, модели #44348 проводили фотографирование с последующим анализом цветных изображений (разрешением 1920 на 1080 пикселей).

При определении индекса сперматогенеза весь пласт герменативных клеток делили на 4 слоя: 1 – сперматогонии, 2 – сперматоциты (первичные, вторичные), 3 – сперматиды, 4 – сперматозоиды. Подсчет производили в 10 срезах канальцев, определяя в каждом из них сохранность слоев зародышевых клеток по 4-балльной системе. Индекс сперматогенеза вычисляли по формуле:

$$I = \frac{\sum a}{N},$$

где a – количество слоев клеток, обнаруженных в каждом канальце, N – количество подсчитанных канальцев. Индекс был предложен Fogg a. Cowing (1951) в нашей модификации [26].

Извитые семенные канальцы по степени деструкции сперматогенного эпителия были разделены на пять типов [12]: I тип – извитые канальцы с нормальным строением, содержащие клетки разной степени дифференцировки, располагавшиеся концентрически в соответствии со стадиями развития; II тип – канальцы с признаками легких деструктивных нарушений структуры сперматогенного эпителия; III тип – канальцы, имеющие выраженные повреждения сперматогенного эпителия; IV тип – опустошенные канальцы; V тип – канальцы с незавершенным сперматогенезом, но без признаков дегенерации половых клеток.

При окраске срезов суданом III для выявления липидов результаты гистохимического исследования фиксировались как в описательной форме, так и с использованием разработанной нами четырехбалльной шкалы оценок, с последующим расчетом нашего индекса насыщенности липидов в семеннике (ранее научный руководитель Федотов Д.Н. рассчитывал индекс насыщенности липидов в надпочечнике [14]).

Таблица 2 – Балльная шкала оценки насыщения липидов в семеннике

0 баллов	отсутствие признака
1 балл	слабо выраженный признак
2 балла	умеренно выраженный признак
3 балла	резко выраженный признак

Предложенный нами индекс насыщенности липидов (ИНЛ) в семеннике рассчитывали по следующей формуле:

$$ИНЛ = \frac{БНЛ_{иск}}{БНЛ_{эм}} \times 100\%,$$

где *ИНЛ* – индекс насыщения липидов (в семеннике), %;

БНЛ_{иск} – балл насыщения липидов в извитых семенных канальцах;

БНЛ_{эм} – балл насыщения липидов в эндокринной ткани.

Терминология описываемых морфологических структур приводилась в соответствии с Международной ветеринарной гистологической номенклатурой «*Nomina histologica veterinaria: International Committee on Veterinary Histological Nomenclature*» [37].

ЗАКОНОМЕРНОСТИ РОСТА И ВОЗРАСТНОЙ ПЕРЕСТРОЙКИ СЕМЕННИКОВ У РЕЧНОЙ ВЫДРЫ В УСЛОВИЯХ ТЕРРИТОРИИ БЕЛОРУССКОГО СЕКТОРА ЗОНЫ ОТЧУЖДЕНИЯ

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.

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. Количество извитых семенных канальцев в одном поле зрениях у молодых особей на 32,66% больше ($p < 0,05$) по сравнению с группой 6-7 лет. 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 связи с этим площадь просвета канальца выше у старых животных на 126,88% ($p < 0,01$) и равна $20145,15 \pm 910,75$ мкм². В данной закономерности объясняется и низкий показатель толщины сперматогенного эпителия – $29,84 \pm 1,77$ мкм.

В извитых семенных канальцах выявляются ранние округлые и удлинённые сперматиды, а также сперматозоиды с площадью головки $18,08 \pm 2,12$ мкм² у молодых самцов. Площадь сперматиды у молодых особей равна $32,79 \pm 1,36$, а у старых особей – $28,88 \pm 1,24$ мкм². При этом площадь цитоплазмы сперматиды наименьшая в возрастной группе 6-7 лет и составляет $26,59 \pm 2,16$ мкм².

Таблица 3 – Процентное содержание извитых семенных канальцев с различной степенью нарушения сперматогенеза в семенниках самцов речной выдры

Возрастная группа, г	Количество канальцев, %				
	I типа	II типа	III типа	IV типа	V типа
2-4	$87,00 \pm 2,88$	$2,50 \pm 0,49$	0	0	$10,50 \pm 0,74$
6-7	$82,30 \pm 3,85$	$17,70 \pm 0,98^{***}$	0	0	0

Примечание: различия достоверны в сравнении с группой 2-4 года, $***p < 0,001$

При изучении кариометрических показателей sustentоцитов и интерстициальных эндокриноцитов у выдры различного возраста обнаружено статистически значимое увеличение площади ядер этих клеток у самцов, при этом численность sustentоцитов не изменяется. Ширина базальной части клеток Сертоли практически идентична в двух группах и составляет $13,39 \pm 1,43$ и $13,09 \pm 1,55$ мкм. Площадь ядра клетки Сертоли в семенниках у молодых животных на 52,57% больше ($p < 0,05$) по сравнению с группой 6-7 лет и составляет $16,89 \pm 0,73$ мкм².

Как видно из таблицы 3, в семенниках самцов речной выдры в возрастной группе 2-4 года присутствовали извитые канальцы I, II и V типов, и практически не наблюдалось канальцев с патологическим строением, т.е. канальцев III и IV типов. Как отмечалось, ко II типу канальцев были отнесены канальцы с признаками легкого нарушения сперматогенеза в отдельных клетках. Деструктивные изменения в этих канальцах проявлялись прежде всего изменениями на уровне ядерного аппарата клеток сперматогенного эпителия (кариорексис, кариопикноз, кариолизис). Содержание канальцев II типа у самцов половозрелой возрастной группы составляет $2,50 \pm 0,49\%$. В раннем геронтологическом периоде у особей 6-7 лет их количество достоверно повышается в 7,08 раз до $17,70 \pm 0,98\%$ ($p < 0,001$). Наличие канальцев V типа (канальцы с незавершенным сперматогенезом, но без признаков дегенерации половых клеток) также служит подтверждением, что у молодых самцов 2-4-

летнего возраста активно протекает сперматогенез, но $10,50 \pm 0,74\%$ извитых канальцев имеют незавершенность данного процесса в семенниках. У животных 6-7-летнего возраста канальцы данного типа отсутствовали. В целом, в семенниках самцов речной выдры в возрастной группе 6-7 лет присутствовали извитые канальцы I и II типов, и не зарегистрировано наличие канальцев с патологическим строением, т.е. канальцев III и IV типов. Канальцы I типа в семенниках двух возрастных групп самцов речной выдры составляли абсолютное большинство по сравнению с другими типами, а также отмечено их уменьшение с возрастом на $4,7\%$ до $82,30 \pm 3,85\%$.

Таблица 4 – 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.	$3,32 \pm 0,15$	$2,98 \pm 0,12$

Примечание: различия достоверны в сравнении с группой 6-7 лет, $*p < 0,05$

При изучении функциональной активности семенников установлено, что их абсолютная масса у молодых самцов в возрастной группе 2-4 года в 1,38 раз ($p < 0,05$) выше (по сравнению со старыми животными) и составляет $0,98 \pm 0,02$ г. Увеличение массы семенников происходит главным образом за счет изменения суммарного объема канальцев. Индекс сперматогенеза – наиболее важный показатель деятельности сперматогенного эпителия и активности образования сперматозоидов в семенниках самцов. В возрастной группе самцов 2-4 года индекс высокий и составляет $3,32 \pm 0,15$ усл. ед., что свидетельствует о повышенной функциональной активности семенников по сравнению с возрастной группой 6-7 лет, где показатель ниже и равен $2,98 \pm 0,12$ усл. ед.

Определение удельной активности ^{137}Cs в семенниках самцов речной выдры проводили гамма-спектрометрическим методом. Установлено, что удельная активность ^{137}Cs в семенниках увеличивается в 2 раза ($p < 0,01$) до $1,03 \pm 0,09$ кБк/кг, то есть с возрастом радионуклид значительно накапливается в половых железах самцов.

В семенниках речной выдры нами установлено 2 типа клеток Лейдига: 1 – светлые клетки, имеющие немного липидных включений в цитоплазме, 2 – темные клетки, у которых почти вся цитоплазма заполнена каплями липидов. Форма их полигональная или грушевидная, ядра всегда округлой формы, имеют хорошо выраженное ядрышко. Расположение ядер эксцентричное, они менее базофильны, чем у темных клеток. У речной выдры в возрастной группе 2-4 года в интерстициальной ткани семенников клетки Лейдига залегают группами по 5-8 клеток, преимущественно вокруг сосудов. Изредка встречаются и одиночные клетки. Общее количество клеток Лейдига в поле зрения достигало 20.

У молодых самцов в 75% случаев визуализируются гигантские клетки Лейдига (диаметром более 15 мкм). Для них установлен топографический факт – лежат изолированно, скоплений не образуют.

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). Площадь цитоплазмы клетки Лейдига у старых животных равна $12,43 \pm 3,89$ мкм², что в 2,4 раза ($p < 0,01$) меньше по сравнению с молодыми особями. Площадь ядер также достоверно выше в 3,3 раза ($p < 0,001$) у молодых особей, чем у возрастной группы 6-7 лет.

При гистологическом исследовании обнаружено, что у половозрелого самца выдры общая влагалищная оболочка к белочной оболочке прилегает не плотно, 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.

ГИСТОХИМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ СОДЕРЖАНИЯ И РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЛИПИДОВ В СЕМЕННИКАХ РЕЧНОЙ ВЫДРЫ В ВОЗРАСТНОМ АСПЕКТЕ НА ТЕРРИТОРИИ БЕЛОРУССКОГО СЕКТОРА ЗОНЫ ОТЧУЖДЕНИЯ

Вопросы, касающиеся гистохимического распределения липидов в семенниках речной выдры в постнатальном онтогенезе в ареале Полесского государственного радиационно-экологического заповедника (зоны высокого радиоактивного загрязнения), ранее учеными не проводилось, что и послужило интересом и одной из задач нашего исследования.

При окраске семенников речной выдры суданом III выявлено наличие суданофильных липидов в сперматогенном эпителии, сустентоцитах (клетки Сертоли) и эндокриноцитах (клетки Лейдига).

В сперматогенном эпителии сам субстрат представлен липидными гранулами и пылевидными вкраплениями, которые располагаются преимущественно в околоядерной зоне и по периферии клеток в виде достаточно плотных ободков. В ядрах клеток были видны мелкие пылевидные частицы суданофильных липидов.

Более интенсивную реакцию обнаруживали в дифференцированных клетках, лежащих ближе к просвету канальца – в сперматидях.

Эндокринная ткань семенника ответственна за продукцию тестостерона. В ней находится основной запас липидов семенника, используемых в стероидогенезе. В клетках Лейдига липидные гранулы были крупнее и группировались, как правило, около ядра или реже – на периферии клеток.

Наиболее много суданофильных липидов в возрастной группе 2-4 года, которые локализуются в сперматогенном эпителии в виде пылевидных вкраплений и диффузно разбросаны. В данной возрастной группе интенсивная окраска суданом III наблюдается около сосудов и в цитоплазме клеток Лейдига. Содержание суданофильных липидов в клетках Сертоли незначительное.

С возрастом, к 6-7 годам, на гистологических срезах органа отмечается отчетливое снижение содержания суданофильных липидов в клетках сперматогенного эпителия (особенно в ядрах сперматид и в цитоплазме большинства сперматоцитов), а в цитоплазме sustentоцитов выявлялись только пылевидные вкрапления на периферии. В сперматогониях плотность расположения гранул суданофильных липидов, их величина и локализация практически не менялись. В эндокринной ткани семенника не выявлено изменений в интенсивности реакции (окраски) и распределении суданофильных липидов в изучаемые возрастные периоды.

Таблица 5 – Гистохимическая реакция на содержание липидов в семеннике речной выдры в возрастном аспекте

Возрастная группа, г	Извитые семенные каналцы, баллы	Эндокринная ткань, баллы	ИНЛ, %
2-4	2	3	66,67
6-7	1	3	33,33

Следовательно, в возрастном отношении наиболее большое содержание суданофильных липидов приходится на сперматогенный эпителий у молодых самцов 2-4 лет. Индекс насыщения липидов семенника самый высокий и составляет 66,67%. В видовом отношении большое количество липидов располагается в эндокринной ткани семенника – в клетках Лейдига (резко выраженный признак до 3 баллов). К 6-7-годам индекс насыщения липидов семенника снижается – до 33,33%. Изучение концентрации суданофильных липидов в семеннике речной выдры показало возрастную делипидизацию сперматогенного эпителия в извитых каналцах.

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 с 2 до 7-летнего возраста речной выдры увеличивается в 2 раза до $1,03 \pm 0,09$ кБк/кг.

3. В 100% наблюдений в возрастной группе речных выдр 2-4 года отмечен нормальный сперматогенез в извитых канальцах семенника, что может быть объяснено молодым возрастом исследуемых и высокими компенсаторно-приспособительными возможностями организма. У этой возрастной группы самцов площадь семенных канальцев достигает максимальной величины, извитые семенные канальцы содержат все сперматогенные клетки, включая сперматозоиды. Сустентоциты и интерстициальные эндокриноциты характеризуются признаками высокой функциональной активности.

4. В семенниках речной выдры нами установлено 2 типа клеток Лейдига: 1 – светлые клетки, имеющие немного липидных включений в цитоплазме, 2 – темные клетки, у которых почти вся цитоплазма заполнена каплями липидов. В постнатальном онтогенезе у речной выдры в семенниках с возрастом проявляется изменение формы клеток Лейдига, отмечено уменьшение их диаметра и площади ядра, а также их количества (расположены в интерстиции до $7,20 \pm 1,80$ шт.). Для 6-7-летних самцов характерно увеличение площади интерстициальной ткани, в которой находятся клетки Лейдига до $1319,17 \pm 93,15$ мкм². У молодых самцов в 75% случаев визуализируются гигантские клетки Лейдига (диаметром более 15 мкм). В возрастной группе 6-7 лет выявляются большие эндокриноциты с пикнотическими ядрами, содержащие крупные капли липидов (клетки с признаками инфильтративного ожирения). Это связано с возрастанием дегенеративных процессов, происходящих в клетках Лейдига и их ядрах, а также окружающей их интерстициальной ткани, что указывает на снижение функциональной активности инкреторного аппарата половых желез и, как следствие, на снижение активности сперматогенеза. Индекс сперматогенеза в возрастной группе 6-7 лет низкий – $2,98 \pm 0,12$ усл. ед.

5. У речной выдры с возрастом отмечается делипидизация извитых канальцев семенников, которая чаще всего носит характер сплошного снижения содержания суданофильных липидов (суданофильное истощение). Установленные в семенниках речной выдры различия степени снижения концентрации липидов в сперматогенном эпителии и их стабильное высокое содержание в эндокринных клетках Лейдига, по-видимому, могут быть связаны с различной динамикой их роста и созревания в постнатальном органогенезе, а также с особенностями влияния зоны высокого радиоактивного загрязнения на разные отделы (экзокринный и эндокринный) семенника, что заслуживает дальнейшего специального изучения.

6. Для объективизации установления причин изменения популяции или морфофизиологических особенностей речной выдры, экологически обусловленных патологией органов, целесообразно проводить комплексное морфологическое исследование семенников. Установленные нами адаптационные изменения в семенниках речной выдры следует рассматривать при организации системы мониторинга диких животных на загрязненных радионуклидами территориях для процесса принятия экологических решений и прогнозирования изменений радиоэкологической ситуации на продолжительное время.

ЛИТЕРАТУРА

1. Анатомио-топографическая характеристика и гистоструктура семенников норки американской в период гона / Г. А. Хонин, В. А. Шестаков, Е. Н. Кулинич [и др.] // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. – 2011. – Т. 208. – С. 302–307.
2. Бакаева, О. Н. Морфофункциональные особенности строения сперматогенного эпителия семенных желез самцов белых крыс / О. Н. Бакаева, Н. М. Каргина // Молодежная наука 2021: технологии, инновации : материалы Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и обучающихся, посвященных Году науки и технологий в Российской Федерации, Пермь, 9-12 марта 2021 г. / Пермский государственный аграрно-технологический университет им. академика Д. Н. Прянишникова. – Пермь : Прокрость, 2021. – С. 16–19.
3. Биологическое разнообразие животного мира Полесского государственного радиационно-экологического заповедника / М. Е. Никифоров, В. К. Ризевский, И. Э. Самусенко [и др.] ; НАН Беларуси [и др.]. – Минск : Беларуская навука, 2022. – 407 с.
4. Бойко, Е. В. Морфологическое строение семенников бычков симментальской породы / Е. В. Бойко, Л. А. Коропец, Ю. В. Осадчая // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства : сб. науч. тр. / Белорусская государственная сельскохозяйственная академия. – Горки : БГСХА, 2016. – Вып. 19, ч. 1. – С. 181–189.
5. Боков, Д. А. Гистогенетический статус семенника неполовозрелых особей малой лесной мыши (*Sylvaeus uralensis* Pallas, 1811) в реализации адаптивного эффекта репродуктивной активности группировок вида на техногенно преобразованных территориях / Д. А. Боков // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2009. – № 6. – С. 78–81.
6. Быков, В. Л. Сперматогенез у мужчин в конце XX века (обзор литературы) / В. Л. Быков // Проблемы репродукции. – 2000. – № 1. – С. 10–21.
7. Возрастные изменения яичек человека / Ю. Д. Алексеев, А. А. Ефимов, Е. Н. Савенкова [и др.] // Бюллетень медицинских интернет-конференций. – 2016. – Т. 6, № 12. – С. 1617–1620.
8. Демьянцев, В. А. Морфофункциональные особенности гонад самцов кунных и псовых в сезон покоя / В. А. Демьянцев, В. Н. Теленков, Г. А. Хонин // Вестник КрасГАУ. – 2023. – № 5. – С. 119–126.
9. Демяшкин, Г. А. Морфологическая характеристика сперматогенеза в норме и при идиопатическом бесплодии (иммуногистохимический аспект) / Г. А. Демяшкин // Вестник медицинского института «РЕАВИЗ»: реабилитация, врач и здоровье. – 2015. – № 4. – С. 107–119.
10. Изменения структуры и липидного обмена в семенниках крыс под воздействием жира печени минтая / В. М. Черток, Т. А. Ботвич, М. А. Хасина, О. А. Артюкова // Тихоокеанский медицинский журнал. – 2003. – № 2. – С. 64–67.
11. Кидун, К. А. Морфологические изменения тканей семенников у самцов беспородных белых крыс при остром иммобилизационном стрессе / К. А. Кидун, Р. В. Дорошенко, Т. С. Угольник // Проблемы здоровья и экологии. – 2013. – № 3. – С. 97–101.
12. Конопля, Е. Ф. Отдаленные эффекты внешнего облучения репродуктивной системы половозрелых крыс-самцов / Е. Ф. Конопля, О. Л. Федосенко // Проблемы здоровья и экологии. – 2008. – № 4. – С. 117–119.
13. Кочетова, О. В. Морфопатологические процессы в семенниках при экспериментальном хламидиозе крыс / О. В. Кочетова // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2014. – № 5. – С. 113–115.
14. Луппова, И. М. Гистохимические аспекты содержания и распределения липидов в эндокринных железах свиней в возрастном аспекте / И. М. Луппова, Д. Н. Федотов // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства : сб. науч. тр. / Белорусская государственная сельскохозяйственная академия. – Горки : БГСХА, 2010. – Вып. 13, ч. 2. – С. 349–355.
15. Мешкова, О. А. Морфофункциональная характеристика семенников полевой мыши (*Apodemus agrarius* Pallas) и полевки обыкновенной (*Microtus arvalis* Pallas) в открытом промышленном предприятии черной металлургии / О. А. Мешкова // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2011. – № 16. – С. 174–176.
16. Морфологические изменения паренхимы семенников дикого кабана при хламидиозе / Е. П. Краснолобова, С. А. Веремева, К. А. Сидорова, Н. А. Татарникова // Вестник КрасГАУ. – 2023. – № 10. – С. 180–186.
17. Морфофункциональная характеристика семенников быков казахской белоголовой породы крупного рогатого скота / Ф. Г. Каюмов, А. Н. Сазонов, Н. Н. Шевлюк [и др.] // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2016. – № 4. – С. 221–223.
18. Рыскулов, М. Ф. Эколого-морфологическая характеристика семенников позвоночных в условиях антропогенно нарушенных экосистем / М. Ф. Рыскулов, Н. Н. Шевлюк // Оренбургский медицинский вестник. – 2019. – № 4. – С. 50–55.
19. Олейников, А. Ю. Выдра (*Iutra lutra* L., 1758) в Ботчинском заповеднике / А. Ю. Олейников // Амурский зоологический журнал. – 2010. – № 4. – С. 378–388.
20. Основы гистохимии : учебное пособие / Х. Б. Юнусов, Д. Н. Федотов, И. Ю. Лялина, Ш. А. Чалабоев. – Ташкент : Fan ziyosi, 2021. – 152 с.

21. Современные тенденции изменения активности сперматогенеза в популяции мужчин Приморского края / О. А. Дмитриева, Ю. А. Аверьянова, В. П. Соловьев, Л. Н. Иваненко // Тихоокеанский медицинский журнал. – 2006. – № 2. – С. 67–69.
22. Структурно-функциональные нарушения в семенниках крыс в условиях острого иммобилизационного стресса / Ю. Н. Королев, Л. Ф. Курило, М. С. Гениатулина, Л. А. Никулина // Андрология и генитальная хирургия. – 2012. – № 4. – С. 25–28.
23. Толщина белочной оболочки яичек человека как показатель возрастного статуса соединительной ткани / А. А. Ефимов, Ю. Д. Алексеев, Е. Н. Савенкова, Л. М. Курзин // Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки. – 2015. – Т. 20, № 4. – С. 821–823.
24. Федотов, Д. Н. Морфологические особенности щитовидной железы, яичников и семенников куницы лесной / Д. Н. Федотов // Наука – образованию, производству, экономике : материалы 65-ой Региональной научно-практической конференции преподавателей, научных сотрудников и аспирантов, г. Витебск, 13-14 марта 2013 г. : в 2-х т. / Витебский государственный университет им. П.М. Машерова. – Витебск, 2013. – Т. 1. – С. 116–117.
25. Федотов, Д. Н. Гистология диких животных : монография / Д. Н. Федотов. – Витебск : ВГАВМ, 2020. – 212 с.
26. Федотов, Д. Н. Закономерности структурной перестройки семенников у кроликов в постнатальном онтогенезе / Д. Н. Федотов, С. В. Николаев // Ученые записки учреждения образования «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины». – 2019. – Т. 55, вып. 2. – С. 84–88.
27. Федотов, Д. Н. Цитология. Эмбриология. Гистология : учебник для студентов по специальностям «Ветеринарная медицина», «Ветеринарная диагностика и лабораторное дело», «Ветеринарно-санитарная экспертиза» и «Ветеринарная фармация» / Д. Н. Федотов, Х. Б. Юнусов, Н. Б. Дилмуродов. – Ташкент : Fan ziyosi, 2022. – 468 с.
28. Федотов, Д. Н. Особенности морфологических механизмов адаптаций эндокринных желез у млекопитающих на территории высокого радиоактивного загрязнения и снятия антропогенной нагрузки / Д. Н. Федотов // Ученые записки учреждения образования «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины». – 2022. – Т. 58, вып. 2. – С. 23–26.
29. Федотов, Д. Н. Закономерности возрастной структурно-функциональной перестройки щитовидной железы и уровень содержания радионуклидов у выдры речной в зоне высокого радиоактивного загрязнения на территории Беларуси / Д. Н. Федотов // Ученые записки учреждения образования «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины». – 2024. – Т. 60, вып. 1. – С. 49–56.
30. Чигринец, С. В. Морфофункциональная характеристика яичек белых крыс при воздействии бисфенола А и триклозана / С. В. Чигринец, Г. В. Брюхин, С. Н. Завьялов // Морфологические ведомости. – 2018. – Т. 26, № 4. – С. 32–34.
31. Шарапова, Е. Н. Морфологические аспекты влияния настойки эхинацеи пурпурной на яички облученных электромагнитным полем крыс / Е. Н. Шарапова, Е. А. Кушнарева // Вісник проблем біології і медицини. – 2017. – № 1. – С. 319–321.
32. Шевлюк, Н. Н. Характеристика сезонной морфофункциональной динамики семенников и придаточных половых желез козлов оренбургской пуховой породы / Н. Н. Шевлюк, А. А. Стадников, Н. В. Обухова // Овцы, козы, шерстяное дело. – 2003. – № 3. – С. 21–24.
33. Шевлюк, Н. Н. Клетки Лейдига семенников позвоночных (онтогенез, ультраструктура, цитофизиология, факторы и механизмы регуляции) / Н. Н. Шевлюк, А. А. Стадников ; Оренбургская государственная медицинская академия. – Оренбург : Изд-во ОрГМА, 2010. – 484 с.
34. Fiadotau, D. N. Veterinary Histology : textbook / D. N. Fiadotau, Kh. B. Yunusov. – Tashkent : Fan ziyosi, 2023. – 80 p.
35. Hanafi, N. Low doses of gamma radiation may impair testicular tissue in a rat treated CCl4 model: role of BM transplantation / N. Hanafi // J. Biological Sciences. – 2012. – Vol. 12(3). – P. 128–137.
36. Meachem, S. Spermatogonia: stem cells with a great perspective / S. Meachem, V. Schonfeldt, S. Schlatt // J. Reprod. – 2001. – Vol. 121, № 6. – P. 825–834.
37. Nomina histologica veterinaria : International Committee on Veterinary Histological Nomenclature. – Leipzig : World Association of Veterinary Anatomist, 2017. – 66 p.
38. Radio sensitivity of testicular cells in the fetal mouse / V. R. Huiskamp, R. J. Bas, H. L. Roepers-Gajadien [et al] // Radiation Research. – 1995. – Vol. 141(1). – P. 66–73.
39. Soori, S. Testicular histomorphometry and sperm characteristics in Lori rams (*Ovis aries* L.) / S. Soori, S. Mohammadzadeh, M. Tavafi // Agricultural Biology. – 2019. – Vol. 54, № 2. – P. 239–245.
40. Spermatogonial stem cells from domestic animals: progress and prospects / Y. Zheng, Y. Zhang, R. Qu [et al] // Reproduction. – 2014. – № 147. – P. 65–74.
41. Wrobel, K. H. The postnatal development of the bovine Leydig cell population / K. H. Wrobel // Zuchthygiene. – 1990. – Vol. 25, № 2. – P. 51–60.

Нормативное производственно-практическое издание

Федотов Дмитрий Николаевич,
Ковалев Кирилл Дмитриевич,
Юрченко Инна Станиславовна,
Морозов Тимофей Игоревич и др.

**РЕКОМЕНДАЦИИ
ПО ИЗУЧЕНИЮ ВОСПРОИЗВОДИТЕЛЬНОЙ ФУНКЦИИ И
ЗДОРОВЬЯ ПОПУЛЯЦИИ РЕЧНОЙ ВЫДРЫ НА
ТЕРРИТОРИИ БЕЛОРУССКОГО СЕКТОРА ЗОНЫ
ОТЧУЖДЕНИЯ ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АЭС**

Ответственный за выпуск И. Н. Громов
Технический редактор Е. А. Алисейко
Компьютерный набор К. Д. Ковалев
Компьютерная верстка Т. А. Никитенко
Корректор Т. А. Никитенко

Подписано в печать 18.06.2025. Формат 60×84 1/16.
Бумага офсетная. Ризография.
Усл. печ. л. 1,0. Уч.-изд. л. 1,03. Тираж 20 экз. Заказ 2571.

Издатель: учреждение образования «Витебская ордена «Знак Почета»
государственная академия ветеринарной медицины».
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий № 1/ 362 от 13.06.2014.
Ул. 1-я Доватора, 7/11, 210026, г. Витебск.
Тел.: (0212) 48-17-70.
E-mail: rio@vsavm.by
<http://www.vsavm.by>

ISBN 978-985-591-239-3

