

5. Bundina, L. A. *Sravnitel'naya effektivnost' nekotorykh preparatov ivermektinovogo ryada pri nematodozah loshadej* / L. A. Bundina, E. E. Evstaf'eva // *Rossiiskij parazitologicheskij zhurnal*. – 2014. – № 4. – S. 74–78.

6. Savrasov, D. A. *Gipotrofiya – prediktor razvitiya anemii i vtorichnogo immunodeficita u telyat rannego neonatal'nogo vozrasta* / D. A. Savrasov, P. A. Parshin, G. A. Vostroilova // *Uchenye zapiski uchrezhdeniya obrazovaniya «Vitebskaya ordena «Znak Pocheta» gosudarstvennaya akademiya veterinarnoj me-diciny»*. – 2020. – T. 56, vyp. 4. – S. 64–68.

7. Karput', I. M. *Diagnostika i profilaktika alimentarnyh anemij u porosyat* / I. M. Karput', M. G. Nikoladze // *Veterinariya*. – 2003. – № 4. – S. 34–37.

8. SHamko, V. V. *Rol' mikroelementov i ih helatnyh form v normalizacii obmena veshchestv* / V. V. SHamko, V. A. Lyundyshev // *Nauchnye osnovy razvitiya APK : sbornik nauchnyh trudov po materialam XXIV Vserossiiskoj (nacional'noj) nauchno-prakticheskoy konferencii studentov, aspirantov i molodyh uchenykh s mezhunarodnym uchastiem, Tomsk, 24 aprelya-10 iyunya 2022 g.* – Tomsk-Novosibirsk : *Zolotoj kolos*, 2022. – S. 222–226.

9. Kulikov, A. N. *Vliyanie helatnyh kompleksov medi i cinka s glicinom na organizm belyh myshej i ovec romanovskoj porody* / A. N. Kulikov, I. S. Ivanov // *Uchenye zapiski Kazanskoj gosudarstvennoj akademii veterinarnoj mediciny im. N. E. Baumana*. – 2017. – T. 232. – № 4. – S. 93–99.

Поступила в редакцию 25.11.2024.

DOI 10.52368/2078-0109-2025-61-1-20-24

УДК 611.428:599.742.47

ОСОБЕННОСТИ GERONТОЛОГИЧЕСКИХ ПЕРЕСТРОЕК ТКАНЕВОЙ СТРУКТУРЫ И КЛЕТЧНОГО СОСТАВА ТИМУСА У РЕЧНОЙ ВЫДРЫ НА ТЕРРИТОРИИ БЕЛОРУССКОГО СЕКТОРА ЗОНЫ ОТЧУЖДЕНИЯ ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АЭС

Федотов Д.Н. ORCID ID 0000-0003-3366-8704, Морозов Т.И., Эргашев Ш.У.

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

*Инволютивные изменения, развиваясь в ходе онтогенеза и при воздействии радиации в различных клетках тимуса гетерохронно, носят общий характер, как для клеток паренхимы, так и для микроокружения. Вместе с волокнистой соединительной тканью в дольки внедряется жировая ткань, в мозговом веществе отмечается большое количество клеток фибробластического ряда. Также наблюдаются многочисленные дольки с полностью замещенной волокнистой соединительной и жировой тканью паренхимой. Наряду с этим только в отдельных долях обнаруживались единичные тельца Гассала, в которых распределение S-100+ дендритных клеток снижается в 10,23 раза до $1,50 \pm 0,05\%$. Распределение S-100+ дендритных клеток в зависимости от топографии и в целом изменение их морфофункциональных характеристик находится в прямой зависимости от возраста и воздействия на организм речной выдры инкорпорированных радиоактивных веществ. **Ключевые слова:** морфология, тимус, старение, речная выдра.*

FEATURES OF GERONTOLOGICAL REORGANIZATIONS OF TISSUE STRUCTURE AND CELLULAR COMPOSITION OF THE THYMUS IN THE RIVER OTTAR IN THE TERRITORY OF THE BELARUSIAN SECTOR OF THE CHERNOBYL NUCLEAR POWER PLANT EXCLUSION ZONE

Fiadotau D.N., Morozov T.I., Ergashev Sh.U.

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

*Involucional changes, developing during ontogenesis and under the influence of radiation in various thymus cells heterochronically, are of a general nature, both for parenchyma cells and for the microenvironment. Together with fibrous connective tissue, adipose tissue is introduced into the lobules, a large number of fibroblastic cells are noted in the medulla. Numerous lobules with parenchyma completely replaced by fibrous connective and adipose tissue are also observed. Along with this, only in individual lobules were isolated Hassall's corpuscles found, in which the distribution of S-100+ dendritic cells decreases by 10.23 times to $1.50 \pm 0.05\%$. The distribution of S-100+ dendritic cells depending on topography and the change in their morphofunctional characteristics in general, is directly dependent on the age and exposure of the river otter to incorporated radioactive substances. **Keywords:** morphology, thymus, aging, river otter.*

Введение. Старение – это непрерывный и медленный процесс, который вызывает множество изменений в цитоархитектуре различных органов и систем как у людей, так и у животных [4]. Более того, оно связано со снижением нормального функционирования иммунной системы, которое описывается термином «иммуносенесценция» [2]. Последнее утверждение вызывает интерес как в научных ветеринарных, так и в биологических кругах, поскольку увеличение численности стареющей популяции диких животных создает новые проблемы для системы мониторинга их здоровья и рационального природопользования.

Для диких животных, в том числе и речной выдры, иммуносенесценция ответственна за повышенную восприимчивость к инфекционным заболеваниям, неоплазии и аутоиммунным заболева-

ниям [1]. Точные механизмы, вовлеченные в иммуносенесценцию, до конца не изучены, но одной из важных причин является регрессия или инволюция тимуса.

Тимус является центральным органом гемоцитопоэза и основным лимфоидным органом, ответственным за выработку разнообразного репертуара иммунокомпетентных Т-клеток. Важно помнить, что возрастная инволюция тимуса происходит как у речной выдры, так и у многих других видов животных, что указывает на это как на эволюционно древнее и консервативное событие [3].

Принято считать, что внутренние и внешние факторы могут способствовать возрастной инволюции тимуса, мало что известно о механизмах, касающихся инволюции тимуса у животных, обитающих на территории высокого радиоактивного загрязнения. Таким образом, для большего понимания потенциальных механизмов, ответственных за инволюцию тимуса, и оптимизации стратегий радиационного воздействия в целом на иммунную систему при старении, в настоящей работе мы изучили морфофункциональные изменения в тимусе речной выдры в ранний геронтологический период (возрастная группа 6-7 лет).

Материалы и методы исследований. Морфологические исследования выполнялись на кафедре патологической анатомии и гистологии УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины». Изъятие речной выдры из природы осуществлялось на территории государственного природоохранного научно-исследовательского учреждения «Полесский государственный радиационно-экологический заповедник». В работе использованы самцы выдр 6-7 лет (взрослые, ранний геронтологический период).

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». Срезы окрашивали гематоксилин-эозином.

В работе использовали иммуногистохимический метод с применением моноклональных антител (МКАТ) и поликлональных антител (ПКАТ) фирмы «Santa Cruze» для идентификации дендритных клеток (к белку S-100).

Результаты исследований. Гистологическое исследование препаратов тимуса речных выдр, составляющих 6-7-летнюю возрастную группу, позволяет выявить ряд существенных отличий в его структуре и, на наш взгляд, характерных для проявления признаков возрастной инволюции вилочковой железы. Встречаются дольки маленьких размеров, частично и даже полностью замещенные жировой тканью. На некоторых препаратах лимфоидная ткань тимуса выглядит в виде островков, располагающихся в массиве соединительнотканых структур и жировой ткани, окружающих сосуды. На тканевом уровне в тимусе в ранний геронтологический период уменьшается плотность и количество тимоцитов во всех зонах коркового вещества и мозгового вещества по сравнению с молодыми особями, снижается число эпителиоретикулярных клеток, которые формировали тельца Гассала. Междольковые соединительнотканые прослойки становятся более глубокими и утолщаются, а в междольковых сосудах иногда наблюдаются очаги инфильтрации.

Установлено, что инволютивные изменения, развиваясь в ходе онтогенеза и при воздействии радиации в различных клетках тимуса гетерохронно, носят общий характер, как для клеток паренхимы, так и для микроокружения. Вместе с волокнистой соединительной тканью в дольки внедряется жировая ткань, в мозговом веществе отмечается большое количество клеток фибробластического ряда. Также наблюдаются многочисленные дольки с полностью замещенной волокнистой соединительной и жировой тканью паренхимой, в которых сохраняются кровеносные сосуды с утолщенными разрыхленными стенками. Вместе с тем следует отметить, что процесс инволюции имеет разную скорость течения у разных особей, наряду с замещенными жировой тканью дольками тимуса встречаются также хорошо сохранившиеся дольки с типичной тканевой структурой. Только у одной старой особи речной выдры тимус представлял собой полностью замещенный жировой тканью дольчатый орган, изредка встречаются небольшие островки лимфоидной ткани, в основном вблизи кровеносных сосудов, а разделение паренхимы на корковую и мозговую зоны отсутствует. Определить, какой структурно-функциональной зоне тимуса принадлежат островки паренхимы, не представляется возможным. Однако, учитывая, что в этих островках отсутствуют тимусные тельца, можно предположить, что обнаруживаемые фрагменты паренхимы принадлежат корковому веществу тимуса.

В корковом веществе снижается количество тимоцитов, и располагаются они более рыхло. Наименьшая плотность расположения тимоцитов отмечалась в пограничной зоне коркового и мозгового вещества долек, что придает границе между ними размытый вид. В сосудах микроциркуляторного русла часто отмечаются явления полнокровия. Обнаруживаются множественные скопления крупных эпителиоретикулярных клеток с большими центрально расположенными, сферическими, светлыми ядрами и с одним центрально локализованным ядрышком. Наряду с этим только в отдельных дольках обнаруживались единичные тельца Гассала.

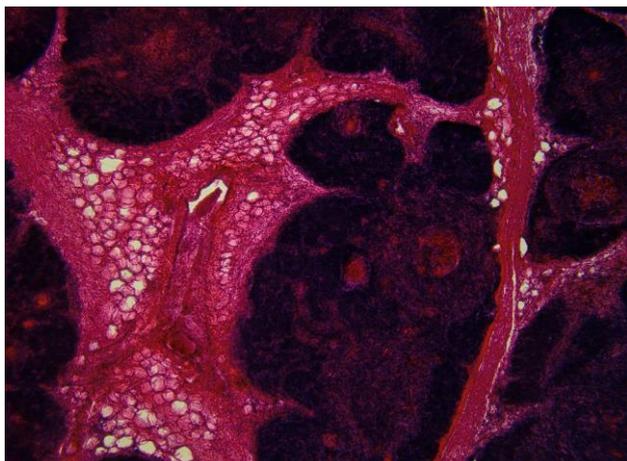


Рисунок 1 – Возрастная инволюция тимуса речной выдры. Возрастная группа 6-7 лет (окраска гематоксилин-эозином, $\times 200$)

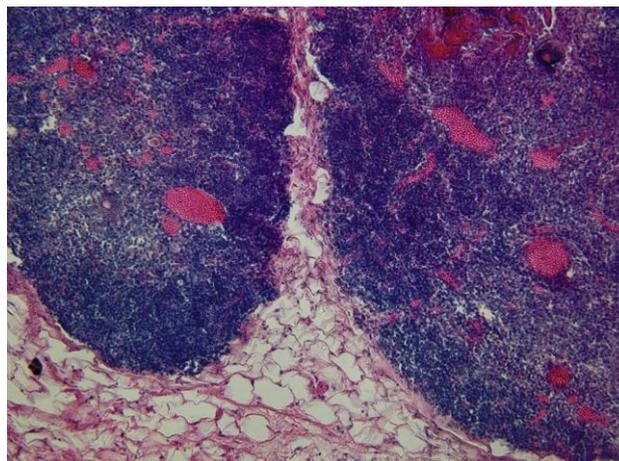


Рисунок 2 – Разрастание жировой ткани в паренхиме тимуса. Возрастная группа 6-7 лет (окраска гематоксилин-эозином, $\times 100$)

В процессе изучения геронтологических перестроек в тимусе, нами был использован иммуногистохимический метод для оценки антигенпрезентирующих клеток (т.е. клетки соединительной ткани и дендритные клетки). S-100+ – дендритные клетки являются незрелыми, не несут информации об антигенах, и в тимусе речной выдры они максимально скапливаются на кортико-медуллярной границе, а также мигрируют вглубь мозгового вещества (к 6-7-летнему возрасту – до $88,25 \pm 4,74\%$) и скапливаются возле телец Гассалья. При этом дендритные клетки могут иметь как округлую форму без отростков, так и неправильную отростчатую, что отражает различные стадии их дифференцировки. В тимусе речной выдры в раннем геронтологическом периоде практически отсутствуют тимусные тельца, только в единичных случаях присутствуют гигантские стареющие тельца Гассалья, в которых распределение S-100+ дендритных клеток снижается в 10,23 раза до $1,50 \pm 0,05\%$ ($p < 0,001$). Следует отметить, что, кроме возраста, необходимо учитывать и влияние радиационного воздействия на организм речной выдры, которое способно изменять как количественные, так и качественные характеристики популяций антигенпрезентирующих S-100+ дендритных клеток в тимусе.

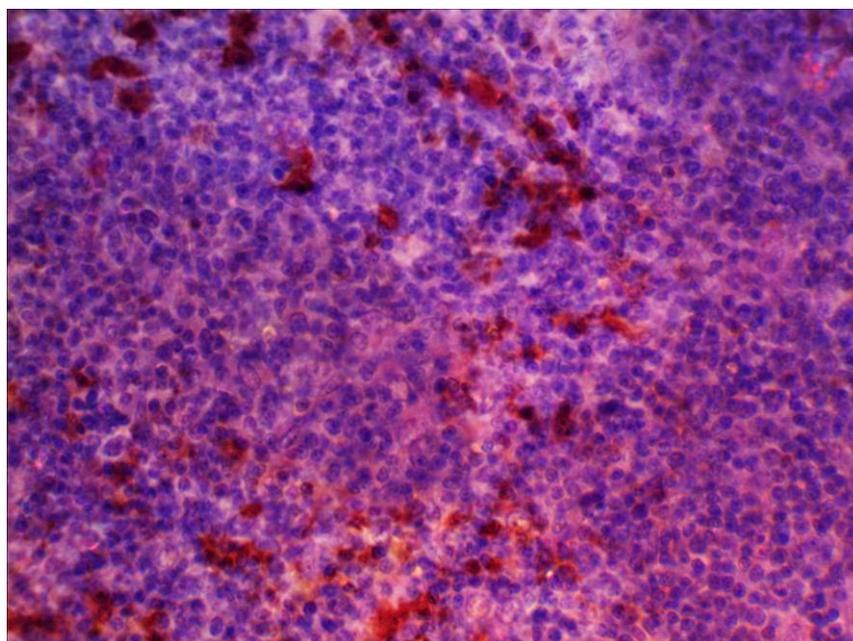


Рисунок 3 – Участок мозгового вещества тимуса с кортико-медуллярной границей. Возрастная группа 6-7 лет. Иммуногистохимическая реакция с S-100, докраска ядер гематоксилином. Увеличение $\times 100$

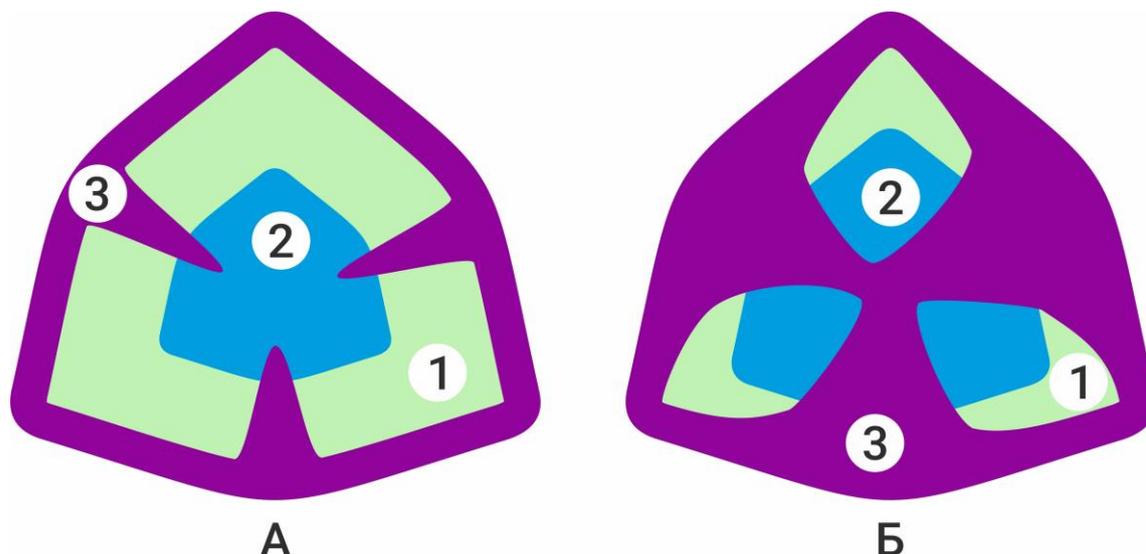


Рисунок 4 – Схематическое изображение изменений паренхимы тимуса с годами у речной выдры: А – возрастная группа 2-4 года, Б – возрастная группа 6-7 лет; 1 – корковое вещество, 2 – мозговое вещество, 3 – периваскулярное пространство с соединительной и жировой тканью

Заключение. 1. Процессы возрастной инволюции тимуса, характеризующиеся развитием волокнистой соединительной и жировой ткани в корковых перегородках, у речной выдры 6-7-летнего возрастного периода активизируются и приводят местами к фрагментации коркового вещества, а иногда локализации лишь небольших островков лимфоидной ткани, окруженные со всех сторон жировой тканью. Одновременно уменьшается количество телец Гассалья (в некоторых случаях вообще отсутствуют), представленных крупными или гигантскими размерами. Скорость процессов возрастной инволюции у речной выдры носит индивидуальный характер и варьирует в широких пределах, выраженное замещение паренхимы тимуса жировой тканью и, наоборот, местами хорошо сохранившиеся дольки с типичной тканевой структурой. В процессе инволюции волокнистая соединительная ткань замещает ретикуло-эпителиальную строму долек тимуса. 2. Антигенпрезентирующие S-100+ дендритные клетки в тимусе речной выдры, обитающей на территории высокого радиоактивного загрязнения, следует рассматривать в качестве морфологического субстрата адаптационных физиологических реакций. Распределение S-100+ дендритных клеток в зависимости от топографии и в целом изменение их морфофункциональных характеристик находится в прямой зависимости от возраста и воздействия на организм речной выдры инкорпорированных радиоактивных веществ.

Conclusion. 1. The processes of age-related involution of the thymus, characterized by the development of fibrous connective and adipose tissue in the cortical septa, are activated in the 6-7-year old river otter and partially lead to fragmentation of the cortex, and sometimes to localization of only small islets of lymphoid tissue, surrounded on all sides by adipose tissue. At the same time, the number of Hassall's corpuscles decreases (in some cases they are completely absent), represented by large or giant sizes. The rate of age-related involution processes in the river otter is individual and varies widely, pronounced replacement of the thymus parenchyma with adipose tissue and, conversely, partially well-preserved lobules with a typical tissue structure are observed. In the process of involution, fibrous connective tissue replaces the reticulo-epithelial stroma of the thymus lobules. 2. Antigen-presenting S-100+ dendritic cells in the thymus of the river otter living in the area of high radioactive contamination should be considered as a morphological substrate of adaptive physiological reactions. The distribution of S-100+ dendritic cells depending on topography and the overall change in their morphofunctional characteristics are directly dependent on the age and the impact of incorporated radioactive substances on the river otter's body.

Список литературы.

1. Castle, S. C. *Impact of age-related immune dysfunction on risk of infections* / S. C. Castle // *Z Gerontol Geriatr.* – 2000 – № 33(5). – P. 341–349.
2. Dixit, V. D. *Impact of immune-metabolic interactions on age-related thymic demise and T cell senescence* / V. D. Dixit // *Semin Immunol.* – 2012. – №24(5). – P. 321–330.
3. Torroba, M. *Aging of the vertebrate immune system* / M. Torroba, A. G. Zapata // *Microsc Res Tech.* – 2003. – Vol. 15, №62(6). – P. 477–481.
4. *What is Aging?* / M. R. Rose, T. Flatt, J. L. Graves [et al] // *Front Genet.* – 2012. – № 20 (3). – P. 134–140.

References.

1. Castle, S. C. *Impact of age-related immune dysfunction on risk of infections* / S. C. Castle // *Z Gerontol Geriatr.* – 2000 – № 33(5). – P. 341–349.
2. Dixit, V. D. *Impact of immune-metabolic interactions on age-related thymic demise and T cell senescence* / V. D. Dixit // *Semin Immunol.* – 2012. – №24(5). – P. 321–330.
3. Torroba, M. *Aging of the vertebrate immune system* / M. Torroba, A. G. Zapata // *Microsc Res Tech.* – 2003. – Vol. 15, №62(6). – P. 477–481.
4. *What is Aging?* / M. R. Rose, T. Flatt, J. L. Graves [et al] // *Front Genet.* – 2012. – № 20 (3). – P. 134–140.

Поступила в редакцию 27.11.2024.

DOI 10.52368/2078-0109-2025-61-1-24-27

УДК 611:599.742.47

ОЦЕНКА МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ В ОРГАНАХ ДЛЯ УСТАНОВЛЕНИЯ ПАТОЛОГОАНАТОМИЧЕСКОГО ДИАГНОЗА ЭХИНОХАЗМОЗА У РЕЧНОЙ ВЫДРЫ НА ТЕРРИТОРИИ БЕЛОРУССКОГО СЕКТОРА ЗОНЫ ОТЧУЖДЕНИЯ ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АЭС

*Федотов Д.Н. ORCID ID 0000-0003-3366-8704, **Юрченко И.С., *Жуков А.И.,
*Ковалев К.Д., **Надина Н.Г., *Стасевич Н.С.

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

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

*Настоящее исследование проводится впервые с целью определения морфологических изменений в органах для установления патологоанатомического диагноза эхинохазмоза у речной выдры на территории белорусского сектора зоны отчуждения Чернобыльской АЭС. Впервые на территории Беларуси речная выдра (*Lutra lutra* L., 1758), обитающая в зоне отчуждения ЧАЭС, зарегистрирована в качестве definitivo-го хозяина для трематоды *Echinochasmus perfoliatus* Ratz, 1908. Для паразитологического вскрытия и обработки гельминтов использовалась классическая методика исследований. При проведении вскрытия и патологоанатомического исследования применялись стандартные методы. 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. Патологоанатомический диагноз состоит из 10 пунктов. **Ключевые слова:** патологоанатомический диагноз, трематоды, радиация, речная выдра.*

ASSESSMENT OF MORPHOLOGICAL CHANGES IN ORGANS TO ESTABLISH A PATHOLOGICAL DIAGNOSIS OF ECHINOCHASMOSIS IN THE RIVER OTTER IN THE TERRITORY OF THE BELARUSIAN SECTOR OF THE CHERNOBYL NUCLEAR POWER PLANT EXCLUSION ZONE

*Fiadotau D.N., **Yurchenko I.S., *Zhukov A.I., *Kovalev K.D., **Nadina N.G., *Stasevich N.S.

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

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

*This study is conducted for the first time to determine morphological changes in organs in order to establish a pathological diagnosis of echinochasmosis in the river otter in the Belarusian sector of the Chernobyl exclusion zone. For the first time in Belarus, the river otter (*Lutra lutra* L., 1758), inhabiting the Chernobyl exclusion zone, is registered as a definitive host for the trematode *Echinochasmus perfoliatus* Ratz, 1908. For parasitological dissection and processing of helminths, classical research methods were used. Standard methods were used during dissection and pathological anatomical examination. Histological sections of organ pieces embedded in paraffin were prepared on a rotary (pendulum) microtome "MICROM HM 340 E". To study general structural changes, sections were stained with hematoxylin and eosin. The pathological diagnosis includes 10 points. **Keywords:** pathological diagnosis, trematodes, radiation, river otter.*

Введение. После аварии на Чернобыльской АЭС на территории зоны отчуждения для дикой флоры и фауны сформировались исключительно благоприятные условия. Экосистемы стали развиваться по пути последовательной смены одних фито- и зооценозов другими: от неустойчивых комплексов антропогенной среды – к сбалансированным естественным, соответствующим данной природно-географической зоне. Активизация сукцессионных процессов в растительных ценозах и снятие антропогенного пресса на загрязненной радионуклидами территории сказалась на численности и видовом разнообразии животного населения, в том числе и на паразитофауне.

Гельминтологический потенциал конкретной территории определяется численностью и зараженностью первого промежуточного хозяина, наличием в водоемах, обилием и степенью зараженности дополнительного хозяина, а также комплексом природно-климатических факторов. Из 20 изу-