

References.

1. Vaulin, O. V. Geograficheskaya izmenchivost ITS2 rDNK i COI mt DNK i kripticheskie vidy maliariinogo komara *Anopheles messeae* Fall. (Diptera: Culicidae) / O. V. Vaulin, Iu. M. Novikov // Vestnik VOGiS. 2010. – Т. 14, № 3. – С. 546–557.
2. Leonovich, I. I. Klimat Respubliki Belarus / I. M. Leonovich. – Tekst : elektronnyi. – URL: https://rep.bntu.by/bitstream/handle/data/3501/Klimat_Respubliki_Belarus.pdf?sequence=1&isAllowed=y (data obrashcheniia: 02.01.2024).
3. Maliarenko, M. S. Maliariia: epidemiologiya i profilaktika / M. S. Maliarenko, R. N. Protasovitskaia // Nauchnyi elektronnyi zhurnal Innova. – 2023. – Tom 9, № 2 (31). – S. 44–49.
4. Maliarenko, M. S. Epidemiologicheskaya situatsiya po maliarii na territorii Respubliki Belarus za 2013-2021gg. / M. S. Maliarenko, R. N. Protasovitskaia // Young people and science: results and perspectives : sbornik materialov Vserossiiskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem, Saratov, 30 noiab. 2022 g / Saratovskii gosudarstvennyi meditsinskii universitet im. V. I. Razumovskogo. – Saratov, 2022. – S. 121–122.
5. Opredelitel nasekomykh Evropeiskoi chasti SSSR / pod redaktsiei S. P. Tarbinskogo, N. N. Pla-vilshchikova ; [sost. A.I. Argiropulo, K.V. Arnoldi, G.Ia. Bei-Bienko i dr.]. – Moskva ; Lningrad : Selkhozgiz, 1948. – 1127 s.
6. Opredelitel nasekomykh evropeiskoi chasti SSSR : uchebnoe posobie dlia studentov biologicheskikh spetsialnostei pedagogicheskikh institutov / pod redaktsiei B. M. Mamaeva [i dr.]. – Moskva : Prosve-shchenie, 1976. – 303 s.
7. Prakticheskoe rukovodstvo po eliminatsii maliarii dlia stran evropeiskogo regiona. – Tekst : elektronnyi. – VOZ : Evropeiskoe regionalnoe biuro, 2010. – 109 s. – URL: <https://studylib.ru/doc/2293572/prakticheskoe-rukovodstvo-po-e-liminacii-malyarii> – (data obrashcheniia: 21.04.2024).

Поступила в редакцию 20.11.2024.

DOI 10.52368/2078-0109-2025-61-1-93-96

УДК 611.37

ИММУНОГИСТОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЭНДОКРИНОЦИТОВ ПОДЖЕЛУДОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ У ЕНОТОВИДНОЙ СОБАКИ

Федотов Д.Н. ORCID ID 0000-0003-3366-8704, Ковалев К.Д.

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

*Енотовидная собака является типичным представителем хищников Полесского государственного радиационно-экологического заповедника. Как и другие хищники, она может служить биоиндикатором состояния природной среды, поэтому изучение ее поджелудочной железы на гистологическом уровне с применением иммуногистохимического метода представляет большой интерес для научных исследований. Иммуногистохимический метод помог определить природу клеток, присутствующих в островках Лангерганса поджелудочной железы енотовидной собаки. Различные типы распределения эндокринных клеток, содержащих инсулин и глюкагон, были обнаружены с помощью двойного окрашивания антителами к инсулину и глюкагону в поджелудочной железе у енотовидной собаки. Антитела к инсулину были использованы для идентификации В-клеток, а к глюкагону – А-клеток. А-клетки в островках Лангерганса показали сильную иммунную реактивность и содержали коричнево-золотистый цвет при инкубации с антителами к глюкагону, где иммунореактивные клетки занимали большую часть островков. **Ключевые слова:** гистология, иммуногистохимический метод, островки Лангерганса, поджелудочная железа, эндокриноциты, енотовидная собака.*

IMMUNOHISTOCHEMICAL CHARACTERISTICS OF PANCREATIC ENDOCRINE CYTES IN THE RACCOON DOG

Fiadotau D.N., Kovaliou K.D.

EE “Vitebsk State Academy of Veterinary Medicine”, Vitebsk, Republic of Belarus

*The raccoon dog is a typical representative of the predators of the Polesie State Radiation and Ecological Reserve. Like other predators, it can serve as a bioindicator of the state of the natural environment, so the study of its pancreas at the histological level using the immunohistochemical method is of great interest for scientific research. The immunohistochemical method helped determine the nature of the cells present in the islets of Langerhans in the pancreas of the raccoon dog. Different types of distribution of endocrine cells containing insulin and glucagon were detected using double staining with antibodies to insulin and glucagon in the pancreas of the raccoon dog. Antibodies to insulin were used to identify B cells, and antibodies to glucagon – A cells. A cells in the islets of Langerhans showed strong immune reactivity and were brown-golden in color when incubated with glucagon antibodies, with immunoreactive cells occupying most of the islets. **Keywords:** histology, immunohistochemistry, islets of Langerhans, pancreas, endocrine cells, raccoon dog.*

Введение. В настоящее время очевидно, что проблемы, связанные с изучением радиоактивного загрязнения окружающей среды, относятся к числу приоритетных направлений современной ветеринарной медицины и биологии. Во всем мире ведутся интенсивные комплексные

исследования радиационных и антропогенных воздействий на биоценозы и слагающие их компоненты.

Енотовидная собака является типичным представителем хищников Полесского государственного радиационно-экологического заповедника. Как и другие хищники, енотовидная собака может служить биоиндикатором состояния природной среды, поэтому изучение ее органов и систем на гистологическом уровне представляет большой интерес для научных исследований [1]. Так как популяция хищников является хорошим индикатором состояния наземных экосистем, то в заповеднике проводятся регулярные наблюдения за численностью и состоянием здоровья енотовидной собаки. Однако на территории белорусского сектора зоны отчуждения Чернобыльской АЭС (в пределах Полесского государственного радиационно-экологического заповедника), характеризующейся отсутствием более четверти века человека и его хозяйственной деятельности, полноценных исследований морфогенеза органов пищеварительной системы, в том числе поджелудочной железы, таких хищных млекопитающих, как енотовидная собака, ранее не проводилось. Для ученых-биологов Полесского государственного радиационно-экологического заповедника необходима была помощь врачей ветеринарной медицины при вскрытии диких животных для врачебной оценки здоровья популяции, в том числе определения состояния пищеварительной системы и репродуктивных возможностей особей, в связи с особенностями экологической ниши, занятой видом.

Исследование особенностей структурной организации поджелудочной железы у енотовидной собаки в ареале высокого радиоактивного загрязнения (при отсутствии антропогенной нагрузки) является важнейшей задачей современной ветеринарной анатомии и гистологии, поскольку вопрос об обратимости изменений на различных уровнях структурной организации организма при радиоактивном состоянии, индуцированном длительным поступлением в его инкорпорированных радионуклидов, изучен еще очень слабо.

Следует отметить, что поджелудочная железа является важнейшим компонентом как пищеварительной, так и эндокринной систем. Островки Лангерганса играют важную роль в метаболизме, в частности, в регуляции гомеостаза глюкозы в крови, а также влиянии на пищеварение посредством воздействия эндокринных гормонов на экзокринную секрецию поджелудочной железы (Youngs, 1972 ; Henderson et al. 1981).

Очень мало известно об иммуногистохимической и в целом гистологической структуре эндокринного аппарата поджелудочной железы енотовидной собаки.

Цель данного исследования – подробно охарактеризовать структуру и распределение панкреатических островков Лангерганса и эндокринных клеток в поджелудочной железе енотовидной собаки.

Материалы и методы исследований. Исследования по изучению морфологических изменений поджелудочных желез енотовидных собак 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». Животные отлавливались на территории Полесского государственного радиационно-экологического заповедника. Для гистологического изучения поджелудочной железы исследовано 9 особей возрастной группы 3-4 года.

Иммуномаркирование глюкагона (клон K79bB10, разведение 1:2000, Sigma, США) проводилось с соответствующими антителами, а реакции выявлялись с комплексом стрептавидин-пероксидаза (P397, разведение 1:300, Dako). Зафиксированный в 10% нейтральном растворе формалина морфологический материал подвергали уплотнению путем заливки в парафин по общепринятой методике. Иммуногистохимическая реакция была разработана с 3,3'-диаминобензидином (DAB), а гистологические срезы были контрастно окрашены гематоксилин-эозином с использованием автоматической станции «MICROM HMS 70». Иммуномаркировка на инсулин (A0564, разведение 1:50, Dako) проводилась с обнаружением щелочной фосфатазы (D306, разведение 1:25, Dako).

Результаты исследований. Результаты гистологических исследований с использованием иммуногистохимических методов позволили установить, что у 3-4-летних енотовидных собак эндокринный аппарат поджелудочной железы представлен островками Лангерганса, которые разбросаны по всей ее паренхиме. В этой исследуемой возрастной группе эндокринные островки отличаются зрелостью и завершенностью своей структурной организации.

На гистологических срезах поджелудочной железы енотовидной собаки глюкагон экспрессируется А-клетками во внешнем слое сфероидного островка, создавая круговой рисунок иммуногистохимического окрашивания (коричнево-золотистого цвета).

Метод иммуногистохимии с использованием антител к глюкагону показал, что островки, состоящие только из А-клеток, обнаружены не были, а иммуноположительная реакция была

представлена в смешанных островках, но В-клетки не имели никакой иммунореактивности к глюкагону. А-клетки в островках Лангерганса показали сильную иммунную реактивность и содержали коричнево-золотистый (реже темно-коричневый) цвет при инкубации с антителами к глюкагону, где иммунореактивные клетки занимали большую часть островков. Кроме того, эти клетки были окрашены коричневым цветом в периферической области островков.

Средняя интенсивность глюкагона в А-клетках островков поджелудочной железы енотовидной собаки составила $195,53 \pm 8,02$ мегапикселя.

Выявлена иммуногистохимическая реактивность в В-клетках островков поджелудочной железы енотовидной собаки, которые занимали большую площадь островков и накапливались в центре и, в некоторых случаях, на периферии. Эти островки демонстрировали интенсивную или умеренную иммунную реактивность с инсулиновыми антителами. В-клетки в островке проявляли коричневым (реже – с золотистым оттенком) цвет при инкубации с инсулиновыми антителами.

Средняя интенсивность инсулина была зарегистрирована с помощью анализа изображений в островках поджелудочной железы и составила $110,22 \pm 4,15$ мегапикселей.

Наконец, результат иммуногистохимического метода показал, что иммунопозитивные по инсулину клетки были более многочисленны в островках Лангерганса поджелудочной железы енотовидной собаки, чем иммунопозитивные по глюкагону клетки.

В экзокринной области поджелудочной железы енотовидной собаки иммунореактивные клетки всех четырех типов были разбросаны поодиночке, либо реже – небольшими группами по две-три клетки.

Заключение. Иммунолокализация глюкагона и инсулина в поджелудочной железе позволила идентифицировать два основных типа клеток в островках (А- и В-клетки). В-клетки были самой многочисленной популяцией эндокринных клеток в островках енотовидной собаки и располагались в центре, и в редких случаях – на периферии, в то время как А-клетки наблюдались на периферии островков. Клеточный состав островков Лангерганса и их морфогенетическая зрелость зависят от половой зрелости енотовидной собаки.

Conclusion. Immunolocalization of glucagon and insulin in the pancreas allowed identification of two main cell types in the islets (A and B cells). B cells were the most numerous endocrine cell population in the raccoon dog islets and were located in the center and rarely at the periphery, while A cells were observed at the periphery of the islets. The cellular composition of the islets of Langerhans and their morphogenetic maturity depends on the sexual maturity of the raccoon dog.

Список литературы.

1. Гулаков, А. В. Накопление и распределение ^{137}Cs в организме хищных животных / А. В. Гулаков // *Вісник Дніпропетровського університету. Біологія. Екологія.* – 2008. – Вип. 16, № 1. – С. 68–73.
2. Федтов, Д. Н. Экологические и морфологические аспекты мониторинга органов гомеостатического обеспечения у енотовидной собаки в зоне отчуждения Чернобыльской АЭС : монография / Д. Н. Федотов, Х. Б. Юнусов, К. Д. Ковалев. – Ташкент : Навруз, 2021. – 94 с.
3. Hussein, A. A. Histological and immunohistochemical study of the endocrine pancreas of duck (*Anas platyrhynchos*) / A. A. Hussein, A. F. Bargooth // *International Journal of Health Sciences.* – 2022. – № 6 (S6). – P. 7962–7973.
4. Henderson, J. R. The pancreas as a single organ: the influence of the endocrine upon the exocrine part of the gland / J. R. Henderson, P. M. Daniel, P. A. Fraser // *Gut.* – 1987. – Vol. 22 (2). – P. 158–167.
5. Youngs, G. Hormonal control of pancreatic endocrine and exocrine secretion / G. Youngs // *Gut.* – 1972. – Vol. 13 (2). – P. 154–161.
6. Unique arrangement of alpha- and beta-cells in human islets of Langerhans / D. Bosco, M. Armanet, P. Morel [et al] // *Diabetes.* – 2010. – Vol. 59 (5). – P. 1202–1210.
7. Kaung, H. L. Electron microscopic immunocytochemical localization of glucagon and pancreatic polypeptide in rat pancreas: characterization of a population of islet cells containing both peptides / H. L. Kaung // *The Anatomical record.* – 1985. – Vol. 212 (3). – P. 292–300.
8. Michelmores, A. J. Immunocytochemical Identification of Endocrine Cells in the Pancreas of the Fruit Bat (*Rousettus aegyptiacus*) / A. J. Michelmores, D. J. Keegan, B. Kramer // *General and Comparative Endocrinology.* – 1998. – Vol. 110(3). – P. 319–325.
9. Rhoten, W. B. Quantitative immunocytochemical analysis of the endocrine pancreas of the Nile crocodile / W. B. Rhoten // *American Journal of Anatomy.* – 1987. – Vol. 178(2). – P. 103–115.

References.

1. Gulakov, A. V. Nakoplenie i raspredelenie ^{137}Cs v organizme hishchnykh zhivotnykh / A. V. Gulakov // *Visnik Dnipropetrovs'kogo universitetu. Biologiya. Ekologiya.* – 2008. – Vip. 16, № 1. – S. 68–73.
2. Fedtov, D. N. Ekologicheskie i morfologicheskie aspekty monitoringa organov gomeostaticheskogo obespecheniia u enotovidnoi sobaki v zone otchuzhdeniia Chernobylskoi AES : monografiia / D. N. Fedotov, Kh. B. Yunusov, K. D. Kovalev. – Tashkent : Navruz, 2021. – 94 s.
3. Hussein, A. A. Histological and immunohistochemical study of the endocrine pancreas of duck (*Anas platyrhynchos*) / A. A. Hussein, A. F. Bargooth // *International Journal of Health Sciences.* – 2022. – № 6 (S6). – P. 7962–7973.

4. Henderson, J. R. *The pancreas as a single organ: the influence of the endocrine upon the exocrine part of the gland* / J. R. Henderson, P. M. Daniel, P. A. Fraser // *Gut*. – 1987. – Vol. 22 (2). – P. 158–167.
5. Youngs, G. *Hormonal control of pancreatic endocrine and exocrine secretion* / G. Youngs // *Gut*. – 1972. – Vol. 13 (2). – P. 154–161.
6. *Unique arrangement of alpha- and beta-cells in human islets of Langerhans* / D. Bosco, M. Armanet, P. Morrel [et al] // *Diabetes*. – 2010. – Vol. 59 (5). – P. 1202–1210.
7. Kaung, H. L. *Electron microscopic immunocytochemical localization of glucagon and pancreatic polypeptide in rat pancreas: characterization of a population of islet cells containing both peptides* / H. L. Kaung // *The Anatomical record*. – 1985. – Vol. 212 (3). – P. 292–300.
8. Michelmores, A. J. *Immunocytochemical Identification of Endocrine Cells in the Pancreas of the Fruit Bat (Rousettus aegyptiacus)* / A. J. Michelmores, D. J. Keegan, B. Kramer // *General and Comparative Endocrinology*. – 1998. – Vol. 110(3). – P. 319–325.
9. Rhoten, W. B. *Quantitative immunocytochemical analysis of the endocrine pancreas of the Nile crocodile* / W. B. Rhoten // *American Journal of Anatomy*. – 1987. – Vol. 178(2). – P. 103–115.

Поступила в редакцию 27.12.2024.

DOI 10.52368/2078-0109-2025-61-1-96-99
УДК 599.742.47

СОДЕРЖАНИЕ И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ Cs-137 В ОРГАНАХ И ТКАНЯХ РЕЧНОЙ ВЫДРЫ, ОБИТАЮЩЕЙ НА ТЕРРИТОРИИ БЕЛОРУССКОГО СЕКТОРА ЗОНЫ ОТЧУЖДЕНИЯ ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АЭС

***Юрченко И.С., **Федотов Д.Н. ORCID ID 0000-0003-3366-8704**

*Государственное природоохранное научно-исследовательское учреждение «Полесский государственный радиационно-экологический заповедник», г. Хойники, Республика Беларусь
**УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины», г. Витебск, Республика Беларусь

*Настоящее исследование проводится впервые (с 2016 по 2024 гг.), и ранее исследования по содержанию и распределению Cs-137 в органах и тканях речной выдры в биотопах на территории Полесского государственного радиационно-экологического заповедника не проводились. Радиационно-экологический мониторинг заповедника включает наблюдение и контроль состояния загрязненной радионуклидами ближней зоны Чернобыльской АЭС, получение базовой информации для оценки и прогноза общей радиоэкологической обстановки. Радионуклиды, поступившие во внешнюю среду, активно включились в биологические цепи миграции, благодаря чему они стали накапливаться в органах и тканях животных, населяющих естественные биогеоценозы. Наши исследования показывают, что для речной выдры характерна тенденция – чем выше плотность загрязнения территории, тем выше содержание ¹³⁷Cs в тканях и органах. В биотопе Борщевка и Красноселье высокое содержание ¹³⁷Cs у речной выдры отмечается в мышечной ткани (2070±301,1 Бк/кг) и шерсти (1867±421,6 Бк/кг), а несколько ниже – в печени (259±74,1 Бк/кг). В биотопе Кулажин высокое содержание ¹³⁷Cs у речной выдры отмечается в мышечной ткани (3201±402,6 Бк/кг) и шерсти (2041±333,5 Бк/кг), а ниже – в печени (546±101,1 Бк/кг). В биотопе Хвощевка и Вьюры высокое содержание ¹³⁷Cs у речной выдры отмечается в печени (1246,39±202,2 Бк/кг) и мышечной ткани (893±104,4 Бк/кг), а ниже – в шерсти (523,5±120,8 Бк/кг) и легких (427,5±113,7 Бк/кг). В биотопе Оревичи высокое содержание ¹³⁷Cs у речной выдры отмечается в почках (2771±430,3 Бк/кг) и печени (2571±301,1 Бк/кг), а несколько ниже – в надпочечниках (890±190,5 Бк/кг). В биотопе Семенница высокое содержание ¹³⁷Cs у речной выдры отмечается в эндокринных железах (744±175,2 Бк/кг) и мышечной ткани (645±105,4 Бк/кг), а ниже – в легких (207±81,3 Бк/кг). **Ключевые слова:** мониторинг, радионуклиды, радиация, речная выдра.*

CONTENT AND DISTRIBUTION OF Cs-137 IN ORGANS AND TISSUES OF THE RIVER OTTAR INHABITING THE TERRITORY OF THE BELARUSIAN SECTOR OF THE CHERNOBYL NUCLEAR POWER PLANT EXCLUSION ZONE

***Yurchenko I.S., **Fiadotau D.N.**

*Polessky State Radiation Ecological Reserve, Khoyniki, Republic of Belarus
**EE "Vitebsk State Academy of Veterinary Medicine", Vitebsk, Republic of Belarus

This study has been conducted for the first time (from 2016 to 2024). Previously, no studies on the content and distribution of Cs-137 in the organs and tissues of the river otter in biotopes on the territory of the Polesie State Radiation and Ecological Reserve were conducted. Radiation and ecological monitoring of the reserve includes observation and control of the state of the near zone of the Chernobyl NPP contaminated with radionuclides, obtaining basic information for assessing and forecasting the general radioecological situation. Radionuclides that entered the external environment were actively involved in biological migration chains, due to which radionuclides began accumulating in the organs and tissues of animals inhabiting natural biogeocenoses. Our studies show that the river otter is characterized by a tendency – the higher is the density of contamination in the territory, the higher the content of ¹³⁷Cs in tissues and organs. In the Borshchevka and Krasnosel'ye biotope, a high ¹³⁷Cs content in the river otter is observed in