

На правах рукописи

КАРПЕНКО ЕЛИЗАВЕТА НИКОЛАЕВНА

**АДАПТАЦИЯ ОРГАНИЗМА РУКОКРЫЛЫХ (*CHIROPTERA*)
К ВОЗДЕЙСТВИЯМ АНТРОПОГЕННЫХ ФАКТОРОВ**

Специальность: 4.2.1 Патология животных, морфология, физиология,
фармакология и токсикология

Автореферат

диссертации на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

Москва 2023

Работа выполнена на кафедре биологии естественно-географического факультета Естественно-научного института Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Брянский государственный университет имени академика И.Г. Петровского» (БГУ)

Научный руководитель:

Квочко Андрей Николаевич

доктор биологических наук, профессор,
профессор РАН
ФГБОУ ВО «Ставропольский
государственный аграрный университет»

Официальные оппоненты:

Смирнов Дмитрий Григорьевич

доктор биологических наук, профессор
ФГБОУ ВО «Пензенский государственный
университет»

Пронин Валерий Васильевич

доктор биологических наук, профессор
ФГБУ «Федеральный центр охраны
здоровья животных», руководитель центра
доклинических исследований

Емельянова Алла Александровна

кандидат биологических наук, доцент
ФГБОУ ВО «Тверской государственной
университет»

Защита состоится 28 июня 2023 года в 13.00 часов на заседании диссертационного совета ПДС 2021.003 при ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы», по адресу: 117198, Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 8/2, зал №2.

С диссертацией можно ознакомиться в Учебно-научном информационно-библиографическом центре Российского университета дружбы народов по адресу: 117198, Москва, ул. Миклухо-Маклая, 6.

Автореферат диссертации размещен на сайтах: <https://vak.minobrnauki.gov.ru>, <https://www.rudn.ru/science/dissovet>

Автореферат диссертации разослан _____ 2023 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета,
кандидат ветеринарных наук,
доцент

Семёнова Валентина Ивановна

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность проблемы. Адаптация организма рукокрылых к воздействиям антропогенных факторов – важная составная часть общебиологических процессов, дающая представление о взаимосвязи различных биологических систем в логичном взаимодействии причинно-следственных связей антропогенной среды, а также пространственно-временной структуры фауны рукокрылых и других ее представителей (Russo D.; Jones, G., 2015; Flache L.; Ekschmitt K., et al, 2016; Put, J.E.; Mitchell, G.W., et al, 2018; Olimpí, E.M.; Philpott, S.M., 2018; Pulscher L.A., Gray R., et al, 2020; Timofieieva O., Świergosz-Kowalewska R., et al, 2021).

Антропогенное изменение климата, природные и техногенные катастрофы, эпидемии являются не только основным фактором потерь в отряде рукокрылых, но и способствуют возникновению новых чрезвычайно опасных эпидемических зооантропонозов. При этом, рукокрылые представляют теоретический и практический интерес как незаменимые объекты решения общебиологических научных и технических проблем – механики безмоторного полета и моделирования крыла, эхолокации, лечебной гипотермии и традиционной восточной медицины (Макаров В.В., Лозовой Д.А., 2016; Flache L.; Ekschmitt K., et al, 2016; EFSA Panel on Plant Protection Products., 2019; Pulscher L.A., Gray R., et al, 2020; Timofieieva O., Świergosz-Kowalewska R., et al, 2021).

В этой связи возрос интерес к изучению рукокрылых по причине определения экоморфологического статуса и адаптации организма отряда рукокрылых (*Chiroptera*) вида нетопырь малый (*Pipistrellus pygmaeus*) к воздействиям антропогенных факторов с учетом анатомо- и морфофизиологических особенностей в строении тела, внутренних органов и систем. Все это особенно актуально для выявления адаптационно-приспособительных реакций организма рукокрылых в связи с полетом в условиях антропогенной нагрузки с общим фоном радиоактивных излучений $10,70^{137}\text{Cs}$, Бк/м².

Степень разработанности. Большой вклад в изучение вопросов пространственно-временной структуры фауны рукокрылых Брянской области внесли отечественные исследователи И.Л. Прокофьев (2009; 2010; 2012), А.А. Горбачев (2010; 2011; 2013), о нарушении экосистем – А.П. Кузякин (1950), Б. Клауснитцер (1990), в зарубежной практике: А.Ж. Квензи (1998), С. Guimarães, А. Torquetti, Т. Bittencourt-Guimarães, В. Soto-Blanco (2021), об изменении климата – S.E. Newson, S. Mendes, et al, (2009), Н. Rebelo (2010). Исследования отряда рукокрылые млекопитающие Брянской области ведутся с 2003 года (Глушакова Ю.В. и др., 2004; Ситникова Е.Ф. и др., 2009; Прокофьев И.Л., 2009; 2010; 2011; 2013; Горбачев А.А., 2013; Гриб В.В., 2014; 2012).

Цель и задачи исследований. Изучить адаптацию организма отряда рукокрылых (*Chiroptera*) вида нетопырь малый (*Pipistrellus pygmaeus*) к воздействию антропогенных факторов.

Для реализации цели исследования были поставлены следующие задачи:

1. Изучить динамику соматометрических показателей, абсолютной и относительной массы почек и печени нетопыря малого под влиянием антропогенных факторов;
2. Выявить особенности пластичности макро- и микроархитектоники внутренних органов (почек, печени) в связи с приспособлением к полету и влиянием антропогенной нагрузки на примере нетопыря малого;
3. Изучить параметры крови, характеризующие морфофункциональные изменения и дифференцировку организма, почек и печени во взаимосвязи с закономерностями адаптационных особенностей рукокрылых местных популяций к воздействиям антропогенных факторов;
4. Определить особенности метаболического статуса и ферментативной активности организма нетопыря малого, обитающего в условиях антропогенной нагрузки с общим фоном радиоактивных излучений $10,70^{137}\text{Cs}$, Бк/м².

Научная новизна. Получены новые данные по видам адаптации и адаптационным механизмам, протекающим в организме нетопыря малого под воздействием антропогенных факторов.

Впервые у нетопыря малого, обитающего в условиях антропогенной нагрузки с общим фоном радиоактивных излучений $10,70^{137}\text{Cs}$, Бк/м², уточнена динамика параметров морфофункциональных показателей крови и ферментативной активности, описаны параметры ядрышковых организаторов подоцитов и гепатоцитов тканей почек и печени.

Представлены новые комплексные сведения ультразвуковых исследований внутренних органов, гистоморфологических особенностей компенсаторно-приспособительных преобразований почек и печени, участвующих в белковом обмене, у нетопыря малого с целью установления пределов их толерантности к воздействию изменяющихся внешних условий.

Уточнены данные, характеризующие общее состояние клеточного метаболизма в организме и выраженность эндогенной интоксикации и детоксикационной печеночной и почечной функции (по динамике молекул средней массы (МСМ), циркулирующих иммунных комплексов (ЦИК), малонового диальдегида (МДА), перекисного окисления липидов (ПОЛ) и активности каталазы (АК), у нетопыря малого под воздействием антропогенной нагрузки.

Установлены референтные значения изученных показателей для организма отряда рукокрылых (*Chiroptera*) вида нетопырь малый (*Pipistrellus pygmaeus*) в условиях воздействия антропогенных факторов. С учетом адаптивных преобразований организма и комплекса показателей проанализированы и научно обоснованы результаты соматометрических и морфологических исследований организма, ультразвуковых, гистологических исследований органов и тканей, гематологических, биохимических, цитохимических исследований крови у нетопыря малого.

Теоретическая и практическая значимость работы заключается в том, что знание особенностей биологии рукокрылых (*Chiroptera*) вида нетопырь малый (*Pipistrellus pygmaeus*) и их социально-групповой организации необходимо для разработки эффективных мер по предотвращению реальной угрозы эмерджентного возникновения и распространения вирусных зооантропонозных инфекций на эндемических территориях. Полученные результаты систематического морфо-экологического аналитического исследования могут служить информационной основой для представления и понимания общебиологических научных проблем – морфо-физиологического статуса вида в качестве «морфологической нормы – референта», как биоиндикатора состояния экосистем и оценки биогеоценозов в условиях антропогенной нагрузки с общим фоном радиоактивных излучений $10,70^{137}\text{Cs}$, Бк/м².

Материалы диссертационного исследования используются в учебном и научном процессах пяти вузов РФ, на кафедрах биологических и ветеринарных факультетов вузов Брянской области, используются Федеральной службой по ветеринарному и фитосанитарному надзору (Россельхознадзор) Управления по Брянской и Смоленской областям, как референты значений организма рукокрылых и в качестве биоиндикаторов состояния экосистем.

Методология и методы исследования. Методологической основой диссертационного исследования послужили комплексные научные положения и подходы отечественных и зарубежных ученых в области морфологии и физиологии животных, биохимии, экологии, а также анализ данных, сопоставленный с собственными исследованиями по контролю влияния антропогенных факторов на адаптацию организма отряда рукокрылых (*Chiroptera*) вида нетопырь малый (*Pipistrellus pygmaeus*).

Объектом количественных и качественных исследований явились результаты оригинальных работ и первичных публикаций по экологическим и морфофизиологическим особенностям организма клинически здоровых летучих мышей вида нетопырь малый.

Материалом для исследования послужили организм, внутренние органы и кровь рукокрылых, обитающих в условиях техногенно-антропогенной нагрузки.

Предмет исследования – адаптивные преобразования организма и анатомо-морфофизиологические особенности почек, печени и крови отряда рукокрылых (*Chiroptera*) вида нетопырь малый (*Pipistrellus pygmaeus*), обитающего на территории Брянской области, под воздействием антропогенных факторов.

Области исследований – научный анализ проводился в рамках направлений исследований: пунктов 1; 2; 4, паспорта специальности 4.2.1. «Патология животных, морфология, физиология, фармакология и токсикология», в области биологические науки – изучение влияния антропогенных факторов на организм отряда рукокрылых (*Chiroptera*) вида нетопырь малый (*Pipistrellus pygmaeus*) и его адаптация. Научные изыскания проведены с целью установления анатомо-морфофизиологических изменений организма, крови, почек и печени, для изучения закономерностей, управляющих динамикой численности популяций, пространственной и демографической структурой колоний, а также оценки устойчивости организма к изменяющимся внешним (экзогенным) воздействиям.

В изысканиях применен комплексный методологический подход, включающий поиск, анализ, сравнение, обобщение к научному исследованию биологических закономерностей структуры и функционирования организма рукокрылых (нетопырь малый) с использованием эколого-аналитических, лабораторно-статистических, соматометрических, ультразвуковых, анатомических (макро- и микропрепарирование), морфометрических, гематологических, биохимических, гистологических, гистохимических, иммунологических, цитохимических – статистически надежных цифровых материалов с учетом комплекса антропогенных факторов (экологического неблагополучия, загрязнения окружающей среды).

Положения, выносимые на защиту:

1. Адаптивная пластичность соматотоники, макро- и микроархитектоники почек и печени у местных популяций отряда рукокрылых (*Chiroptera*), вида нетопырь малый (*Pipistrellus pygmaeus*), обитающего в условиях антропогенной нагрузки с общим фоном радиоактивных излучений $10,70^{137}\text{Cs}$, Бк/м².

2. Толерантность крови (гематологических, биохимических, гистохимических, иммунологических и цитохимических показателей) летучих мышей к сочетанным воздействиям антропогенных факторов.

3. Закономерности адаптационно-приспособительных преобразований морфологического, физиологического, экологического, метаболического статуса и ферментативной активности организма отряда рукокрылых на примере вида нетопырь малый под влиянием антропогенных факторов.

Степень достоверности и апробация результатов исследования. Достоверность и обоснованность результатов проведенных исследований, выводов и рекомендаций обусловлены использованием обширного экспериментального материала, состоящего из 100 летучих мышей (отряд рукокрылые (*Chiroptera*), вид – нетопырь малый (*Pipistrellus pygmaeus*)). Результаты исследований статистически обработаны с помощью компьютерных технологий, не нарушают общебиологические закономерности и согласуются с данными других авторов.

Основные положения диссертационной работы доложены, обсуждены и получили положительную оценку на Международной заочной научно-практической конференции «Актуальные вопросы и тенденции развития биологии, химии, физики» (Новосибирск, 2012); в материалах по ведению Красной книги Брянской области «Изучение и охрана биологического разнообразия Брянской области» (Брянск, 2012); Международной научно-практической конференции, посвященной памяти доктора ветеринарных наук, профессора Ткачева А.А. «Актуальные проблемы ветеринарии и интенсивного животноводства» (Брянск, 2013); III Международной научно-практической интернет-конференции «Актуальные проблемы современной биологии, морфологии и экологии животных» (Брянск, 2013); на VII Международной научно-практической конференции естественно-географического факультета «Экологическая безопасность региона» (Брянск, 2014); заседании кафедры биологии и кафедры экологии и рационального природопользования ФГБОУ ВПО «Брянский государственный университет имени академика И.Г. Петровского» (Брянск, 2014; 2015); опубликованы в журнале «ВЕСТНИК» Брянского государственного университета имени академика И.Г. Петровского (Брянск, № 4 / 2014 и № 2 / 2015); в «Ежегоднике НИИ

фундаментальных и прикладных исследований ...» (Брянск, 2014; 2015); IX Международной научно-практической конференции естественно-географического факультета (Брянск, 2017); опубликованы в научно-теоретическом медицинском журнале «Морфология»: (№3, Санкт-Петербург, 2018); в журнале «Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture». (Т. 13, № 2., Красноярск, 2021); заседании кафедр биологии, химии ФГБОУ ВО «Брянский государственный университет имени академика И.Г. Петровского» (Брянск, 2016 – 2022).

Публикации. По материалам диссертационной работы опубликовано 19 печатных работ, в том числе: 5 в изданиях, включенных в «Перечень ведущих рецензируемых научных журналов, утвержденных ВАК Министерства науки и высшего образования Российской Федерации и рекомендованных для публикации основных научных результатов диссертации на соискание ученой степени», 2 статьи – в журналах, индексируемых в международных информационно-аналитических системах научного цитирования (Web of Science и Scopus). Издана 1 монография и 1 единица учебно-методического пособия.

Объем и структура работы. Работа изложена на 202 страницах компьютерного набора, иллюстрирована 40 рисунками (1 схема-рисунок, макро- и микрофото), 35 таблицами. Работа состоит: список сокращений и условные обозначения, введение, 2 главы, включающие в себя 19 подглав, заключение, итоги выполненного исследования, рекомендации и перспективы дальнейшей разработки темы, список литературы, включающий 319 литературных источников.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Материалы, методы исследований. Диссертационная работа выполнена в период с 2011 по 2022 годы в лабораториях кафедры биологии ФГБОУ ВО «Брянский государственный университет имени академика И.Г. Петровского», под руководством доктора биологических наук, профессора ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет» Квочко А.Н., консультативное сопровождение – кандидат биологических наук, доцент кафедры биологии БГУ Прокофьев И.Л.

Рукокрылые вида Нетопырь малый *Pipistrellus pygmaeus* принадлежат к одному подотряду рукокрылые – *Microchiroptera*, надсемейству *Vespertilionoidae*, семейству гладконосые *Vespertilionidae* – обыкновенные летучие мыши или кожановые. Всего было проведено 40 отловов 481 особь (100 отобрано для исследований). После описательных визуальных, весовых, линейных измерений зверьков (И.И. Кочиш, М.Г. Петраш, С.Б. Смирнов, 2004) из колонии для дальнейшего исследования было отобрано по принципу аналогов 10 особей: 5 самцов и 5 самок летучих мышей.

Проводили ультразвуковое исследование внутренних органов зверьков. По методике Комарова А.В. (1981) производили обескровливание. Анатомическое вскрытие тела, извлечение внутренних органов и морфометрию – по методике А.В. Жарова (1982), анатомо-морфологический анализ – по рекомендациям Г.Г. Автандилова (1990), Г.Ф. Лакина (1980).

Парафинированные гистологические срезы, толщиной 5–8 мкм, окрашивали гематоксилином и эозином (Волкова О.В., Елецкий Ю.К., 1982), депарафинированные срезы для выявления Ag-ОЯОР-белков окрашивали по методике В.И. Туриловой с соавт. (1998).

На гистологических препаратах определяли: в почках и в печени – толщину капсулы; ширину, длину; объем и площадь подоцитов, гепатоцитов, их ядер и цитоплазмы; максимальный и минимальный диаметр подоцитов и их ядер; ядерно-цитоплазматическое отношение (ЯЦО), области ядрышковых организаторов (ОЯОР) и их суммарную площадь; в почках – площадь почечных клубочков; площадь дистального и проксимального канальцев; площадь поперечного сечения почечных телец (клубочков почек), извитых и прямых канальцев, объем клеток и их ядер и цитоплазмы клетки рассчитывали по формуле Г.Г. Автандилова (1990).

По общепринятым методикам проводили гематологические и биохимические исследования крови. Биохимическим фотометром Stat fax 1904+R, определяли общий белок сыворотки крови, при помощи ФЭК-56ПМ (Россия) – белковые фракции в сыворотке крови турбидиметрическим

методом (Методы ветеринарной клинической., 2004). Автоматическим биохимическим анализатором ARCHITECT в системе биотестов AEROSET, оценивали ферментативную активность нейтрофилов крови. Определяли активность миелопероксидазы (МПО) по методу Грэхема–Кнолля, (Graham G.: по Бутенко З.А., 1974; 1977), оценку иммунного статуса – (Методы непрямо́й иммунофлюоресценции // Медицинская иммунология, 1999). Для сопоставления полученных нами данных и определения адаптации использовали предложенную А.С. Кашиным (1986), Е.В. Зайцевой (2000), в интерпретации Силенка А.В. (2012), систематику по адаптационным механизмам. Результаты исследований и названия анатомических структур заносили в протокол и журнал регистрации в соответствии с Международной анатомической ветеринарной номенклатурой – Nommicaanatomica-Veterinaria-Ithaca, NewYork, (1994; 2000).

Обработка цифрового материала производилась на компьютере ASUSZenBookUX305FA (Зайцев Г.Н., 1973, 1984, 1990; Плохинский Н.А., 1978; Лакин Г.Ф., 1990; Пузаченко Ю.Г., 2004). Фотографирование производили фотокамерой телефона iPhone5s и медицинским микровизором проходящего света μ Vizo-103XT0068.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Мониторинг соматометрических, весовых и ультразвуковых показателей внутренних органов нетопыря малого. Для оценки габитуса вида нетопырь малый нами был использован современный биостатистический метод исследования, который позволил получить оригинальные данные индивидуальных особенностей адаптации организма в зависимости от половой принадлежности и влияния антропогенных факторов (И.И. Кочиш, М.Г. Петраш, С.Б. Смирнов, 2004).

Таблица 1 – Абсолютная и относительная масса внутренних органов

Внутренние органы		Абсолютная масса органов, г	Абсолютная масса летучей мыши, г	Относительная масса органа, %
Колония № 2				
Самка				
Сердце		0,041±0,001	3,41±0,12*	1,202±0,001
Почки	Правая	0,035±0,001		0,762±0,001
	Левая	0,026±0,001		1,026±0,001
Легкие	Правая	0,015±0,001		0,439±0,001
	Левая	0,013±0,001		0,381±0,001
Печень		0,110±0,001		3,225±0,001
Желудок		0,023±0,001*		0,674±0,001
Кишечник		0,211±0,001		6,187±0,001
Самец				
Сердце		0,033±0,001	3,40±0,12	0,970±0,001
Почки	Правая	0,025±0,001		0,735±0,001
	Левая	0,024±0,001		0,705±0,001
Легкие	Правая	0,013±0,001		0,382±0,001
	Левая	0,010±0,001*		0,294±0,001
Печень		0,102±0,001		3,000±0,001
Желудок		0,021±0,001*		0,617±0,001
Кишечник		0,140±0,001*		4,117±0,001

Примечание: статистические различия между самцами и самками обозначена: * - $p < 0,05$

Установлено, что у нетопыря малого морфологическая адаптация характеризуется пластичным изменением габитуса (соматометрических показателей, абсолютной живой массы самок – от 3,24 до 4,56 г, самцов – от 2,27 до 3,42 г), компактности телосложения и упитанности; у самок первой колонии индекс массивности выше на 0,52%, у самцов во второй колонии – на 0,25%. Установлен спад показателей и асинхронности развития длины туловища (самок и самцов на 1,09%) и длины крыла (самок на 9,30%, самцов – 9,86%).

По динамике абсолютной и относительной масс внутренних органов можно судить о морфофункциональном состоянии организма особи. В таблице 1 отражены данные о динамике масс сердца, почек, долей легких, печени, желудка, кишечника у самок и самцов нетопыря малого, указывающих на то, что особи, находящиеся под влиянием антропогенной нагрузки, претерпевали незначительные морфофункциональные отклонения от референтных значений.

Определены ультразвуковые параметры внутренних органов у нетопыря малого, находящегося под влиянием антропогенных факторов, так правая почка имеет ровные контуры и расположена выше левой. Размер правой почки у особи женского пола больше, чем у особи мужского. Паренхима почек развита одинаково (0,1 мм). Поджелудочная железа имеет ровный, четкий контур, повышенную эхогенность и мелкозернистую структуру. Головка и хвост поджелудочной железы на 1,08%, и на 1,25% у самок больше, чем у самцов, тело поджелудочной железы – у самцов больше, чем у самок на 1,36%. Селезенка однородной структуры, печень средней эхогенности и однородной структуры. По соматометрическим, весовым и ультразвуковым показателям внутренних органов у нетопыря малого прослеживается половой диморфизм.

Мониторинг макро- и микрометрических показателей почек нетопыря малого. Примененный комплекс исследований позволил получить оригинальные данные, дополнить и расширить сведения о морфологических особенностях почек у самок и самцов нетопыря малого. У летучих мышей почки представляют собой парный орган бобовидной формы, имеющий красно-бурый цвет, плотную консистенцию (Зайцева Е.Н., 2014; 2017).

Под влиянием антропогенных факторов, у особей обоего пола, в динамике макроархитектоники почек отмечено увеличение абсолютной массы, линейных показателей и их правосторонняя асимметрия. Оценка линейных показателей почек показала, что разница в ширине почек у самок и самцов в колониях по левым почкам составила от 12,23 до 13,37%, по правым – от 12,33 до 13,35%; в длине по левым почкам – от 10,03 до 10,13%, по правым – от 11,34 до 12,03%.

Проанализирована динамика микрометрических показателей почек. Почка покрыта соединительнотканной капсулой-фасцией, состоящей из слоя клеток жировой ткани, и соединительнотканых и гладкомышечных элементов. Толщина капсулы у самок варьирует от 0,02 до 0,14 мкм, ($p < 0,05$), у самцов до 0,008 мкм соответственно. Почечный клубочек состоит из сосудистого клубочка и окружающей его капсулы – эпителиальной оболочки. Наружный листок капсулы состоит из плоских эпителиальных клеток. Полость капсулы представляет собой узкую щель. Разница в длине почечных клубочков у самок и самцов в колониях по левым почкам составила от 10,80 до 11,74%, по правым – от 5,88 до 5,98%; в ширине почечных клубочков по левым почкам составила от 9,77 до 10,72%, по правым – от 10,06 до 11,02% (Табл. 2).

Таблица 2 – Микрометрические параметры почечных клубочков и толщины капсулы почек

Пол/колония		Почечный клубочек			Толщина капсулы почек, мкм
		Длина, мкм	Ширина, мкм	Площадь, мкм ²	
Правая почка					
Самки	1 колония	0,204±0,006*	0,086±0,005*	0,051±0,002*	0,016±0,009*
	2 колония	0,216±0,004*	0,085±0,005*	0,049±0,002*	0,014±0,006*
Самцы	1 колония	0,167±0,002*	0,078±0,003	0,041±0,003*	0,008±0,001
	2 колония	0,170±0,002*	0,080±0,002	0,040±0,003	0,008±0,002
Левая почка					
Самки	1 колония	0,189±0,006*	0,089±0,003*	0,051±0,004	0,009±0,002
	2 колония	0,209±0,004*	0,087±0,002	0,050±0,003*	0,009±0,002*
Самцы	1 колония	0,175±0,004	0,083±0,002	0,039±0,002	0,008±0,004
	2 колония	0,178±0,003*	0,085±0,003#	0,037±0,003*	0,006±0,002*

Примечание: статистические различия между самцами и самками обозначены: * - $p < 0,05$.

Отмечена существенная разница в площади почечных клубочков у самок и самцов в колониях – по левым почкам она составила от 13,07 до 13,5%, по правым почкам – от 12,25 до 12,43%. Установлена правосторонняя симметрия в динамике площади почечных клубочков, по площади дистального канальца в почках у самцов в обеих колониях, проксимального канальца – левосторонняя. Исследования показали значительные различия микро-морфологических характеристик почек у нетопыря малого различного пола и под влиянием антропогенных факторов: разница в площади дистального канальца у самок и самцов в колониях по левым почкам составила от 9,41 до 11,33%, по правым – от 9,44 до 11,25%; в площади проксимального канальца по левым почкам составила от 10,51 до 11,38%, по правым – от 10,83 до 11,05%.

По данным К. Такше (1980), подоциты нефрона почек несут различную функциональную нагрузку и активность, имеют различия ядерно-цитоплазматического отношения, тесная зависимость которых определяется размерами ядра и размерами клетки, что и подтверждено в нашем исследовании. В показателях подоцитов почек отмечается правосторонняя асимметрия. Следует отметить, что на объем подоцитов, их ядер и цитоплазмы, на ядерно-цитоплазматическое отношение подоцитов правой почки приходится большая морфофункциональная нагрузка, чем на левую почку. Правая почка в большей степени реагирует на антропогенную нагрузку, что отражено в таблице 3.

Таблица 3 – Объем подоцитов, их ядер и цитоплазмы, ядерно-цитоплазматическое отношение подоцитов левой почки

Год	Объем, мкм ³			Ядерно-цитоплазматическое отношение ЯЦО, у.е. (10 ⁻⁵)
	Подоциты (10 ⁻⁵)	Ядра подоцитов (10 ⁻⁵)	Цитоплазма подоцитов (10 ⁻⁵)	
Самки (колония № 1)				
2014	15,37±0,03	0,57±0,09	14,80±0,06	3,85±1,50
2018	15,83±0,46	0,62±0,05*	15,21±0,41*	4,07±0,12*
Самки (колония № 2)				
2014	15,12±0,06	0,65±0,08	14,27±0,02	4,29±4,00
2018	15,37±0,25*	0,70±0,05	14,47±0,20*	4,57±0,25*
Самцы (колония № 1)				
2014	17,13 ±0,05	0,81±0,04	16,32±0,01	4,96±4,00
2018	17,25±0,12*	0,93±0,12*	16,32±0,01	5,69±12,00*
Самцы (колония № 2)				
2014	15,25±0,06	0,90±0,07	14,35±0,01	6,27±7,00
2018	15,37±0,12*	0,95 ±0,05	14,42±0,07*	6,58±0,71*

Примечание: статистические различия между самцами и самками обозначены: * - $p < 0,05$

Увеличение количества областей ядрышковых организаторов в ядрышках косвенно свидетельствует об интенсивности синтеза белка в процессе созревания клеток. Количество ядрышковых организаторов характеризует количество ядрышек на одно ядро, которое возрастает по мере увеличения его плоидности (И Б. Збарский, 1988; В.Л. Петухов, 1996; В.С. Боташева, 2000; L.M. Henderson, 1977, 1980).

В нашем исследовании мы констатировали, что у самок и самцов в правых почках, в ядрах подоцитов клубочков может обнаруживаться от 5 до 7 областей ядрышковых организаторов, общая площадь ОЯОР в сумме варьирует от 0,462 до 0,546 мкм², в левых почках – от 6 до 7 областей ядрышковых организаторов, но их общая суммарная площадь несколько меньше и изменяется в диапазоне от 0,451 до 0,534 мкм². В ядрах подоцитов клубочков правых почек у самцов и самок в колониях насчитывается от 5 до 7 областей ядрышковых организаторов с их общей суммарной площадью от 0,465 до 0,581 мкм², в левых почках – от 5 до 7 областей ядрышковых организаторов, общая площадь которых суммарно достигает от 0,457 до 0,567 мкм² ($p < 0,05$), (Рис. 1–2). Данный факт свидетельствует об интенсивности обменных процессов в ядрах подоцитов почечных клубочков.

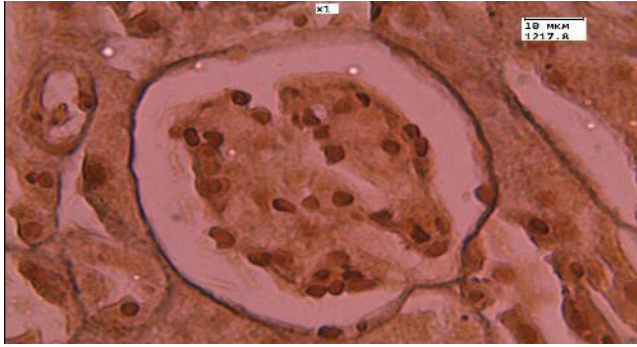


Рис. 1. Области ядрышковых организаторов в подоцитах клубочка в левой почке самки (колония №1). Окраска по методу В.И. Туриловой с соавт. (1998), $\times 1200$

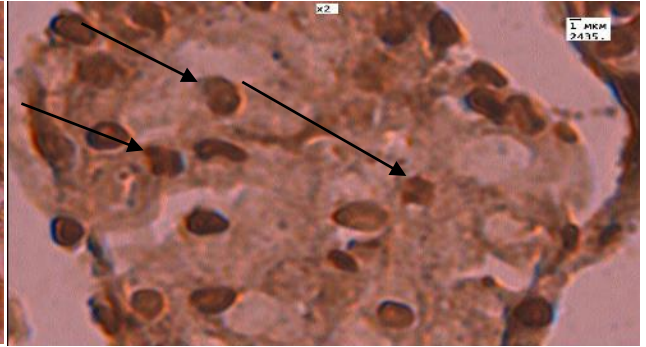


Рис. 2. Области ядрышковых организаторов в подоцитах клубочка левой почки самки (колония №1). Окраска по методу В.И. Туриловой с соавт. (1998), $\times 1200$.

Мониторинг макро- и микрометрических показателей печени нетопыря малого. У нетопыря малого печень – самый крупный паренхиматозный орган, мягкой консистенции, коричнево-красного цвета. Способствует обезвреживанию продуктов обмена веществ, инактивации гормонов, участвует в защитных реакциях, в образовании гликогена – выполняет множество разнообразных функций (Ганин Ю.А., 1984; Быков В.Л., 2001).

При изучении изменения линейных макропоказателей печени под влиянием сочетанных антропогенных факторов установлено, что разница в длине печени у самок и самцов по левым долям составила от 0,81 до 0,94%, по правым – от 0,94 до 0,95% ($p < 0,05$); разница в ширине печени по левым долям составила от 0,10 до 0,91%, по правым – от 0,85 до 0,86% ($p < 0,05$).

Печень покрыта соединительнотканной капсулой, плотно срастающейся с висцеральным листком брюшины. Увеличение толщины соединительнотканной капсулы печени может варьировать в зависимости от рода процессов. Полученные данные исследований согласуются и этот факт подтверждают. Под влиянием антропогенной нагрузки происходит незначительное изменение микроархитектоники показателей печени. Так, разница по толщине соединительнотканной капсулы печени у самок и самцов в левых долях составила от 0,11 до 0,12% ($p < 0,05$), в правых – от 0,10 до 0,12% ($p < 0,05$). Разница по ширине печеночных балок по левым и правым долям печени у самок и самцов в колониях зверьков составила от 0,11 до 0,21%; по диаметру синусоидальных капилляров – статистически достоверно составила от 0,10 до 0,11 % ($p < 0,05$).

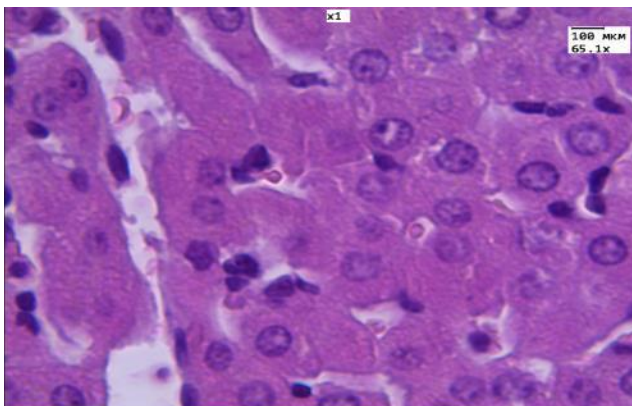


Рис. 3. Печень самки нетопыря малого (*Pipistrellus rugmaeus*) (колонии №2). Окраска гематоксилином и эозином, $\times 40/1,25$.

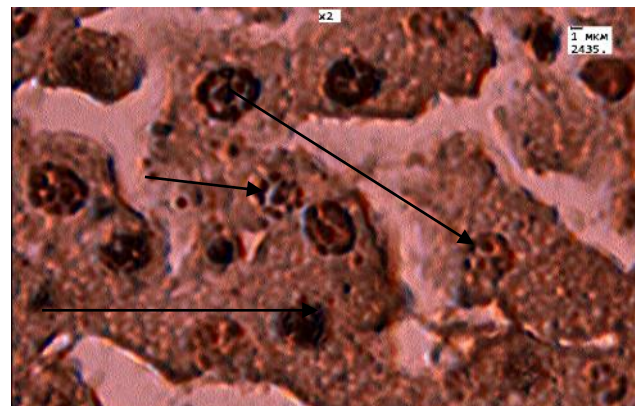


Рис. 4. Области ядрышковых организаторов в гепатоцитах правой доли печени самца нетопыря малого (колонии №2). Окраска по методу В.И. Туриловой с соавт. $\times 1200$.

Гепатоциты составляют около 60% всех клеток печени, их количество зависит от общего функционального состояния организма (Быков В.А., 2001). Гепатоциты в 20% случаев имеют два ядра, полиплоидные встречаются в 50%. Наши исследования согласуются с данными авторов, что в клетках

печени у нетопыря малого ядра гепатоцитов округлой формы. Наряду с обычными – диплоидными ядрами в клетках печени имеются крупные полиплоидные клетки (Афанасьев Ю.И., Юрина Н.А., 2002), (Рис. 3–4).

Установлено, что разница по максимальному диаметру гепатоцита (max) по левым и правым долям в печени у самок и самцов в колониях статистически верно составила от 0,10 до 0,92% и от 0,10 до 0,91% ($p < 0,05$); по минимальному диаметру гепатоцита (min) по левым и правым долям в печени – достоверные значения составили от 0,10 до 0,92%, и от 0,10 до 0,10% ($p < 0,05$).

В таблице 4 представлены достоверные изменения объема гепатоцитов, их ядер, цитоплазмы и ядерно-цитоплазматического отношения. Усиление клеточного метаболизма ведет к повышению значения ядерно-цитоплазматического отношения в клетке, и наоборот. О чем свидетельствуют полученные нами данные. Так, ядерно-цитоплазматическое отношение гепатоцитов в левых долях печени у самок в первой и во второй колониях выше, чем у самцов на $0,15 \times 10^{-4}$ у.е. в первой колонии, а во второй колонии – имело достоверно одинаковые значения $0,23 \times 10^{-5}$ у.е.

Таблица 4 – Объем гепатоцитов, их ядер и цитоплазмы, ядерно-цитоплазматическое отношение гепатоцитов в левой доле печени нетопыря

Год	Объем, мкм ³			Ядерно-цитоплазматическое отношение (ЯЦО), у.е., $\times 10^{-4}$
	Гепатоциты $\times 10^{-4}$	Ядра гепатоцитов, $\times 10^{-4}$	Цитоплазма гепатоцитов, $\times 10^{-4}$	
Самки (колония № 1)				
2014	22,42±0,03	5,51±0,12	27,93±0,10	0,32±0,07
2018	32,12±9,70*	3,29±2,22*	35,41±3,74*	0,11±0,21*
Самки (колония № 2)				
2014	20,80±0,08	4,14±0,05	24,94±0,12	0,24±0,05
2018	21,61±0,81*	4,14±0,01*	25,75±0,81*	0,23±0,01*
Самцы (колония № 1)				
2014	18,44±0,16	5,26±0,05	23,70±0,13	0,39±0,04
2018	27,77±9,33*	4,65±0,61*	32,42±4,36*	0,20±0,19*
Самцы (колония № 2)				
2014	20,77±0,06	3,62±0,15	24,39±0,20	0,21±0,11
2018	21,61±0,42*	5,65±2,03*	27,26±1,43*	0,35±0,14*

Примечание: статистические различия между самцами и самками обозначены: * - $p < 0,05$.

Е.К. Меркурьева с соавторами (1991), А.В. Малюкин (2010) отмечают, что размеры и плотность ядрышек зависят от физиологического состояния клеток – если клетки активно синтезируют белок или находятся на стадиях эмбрионального развития, и имеют крупные и плотные ядрышки. При этом количество ядрышковых организаторов характеризует количество ядрышек на одно ядро, которое возрастает по мере увеличения его плоидности.

По данным Болотникова И.А., Соловьева Ю.В., (1980; 1993), Малюкина А.В. (2010), увеличение количества областей ядрышковых организаторов в ядрышках косвенно свидетельствует об интенсивности синтеза белка в процессе созревания клеток. Иногда количество ядрышек на одно ядро может быть меньше числа ядрышковых организаторов. Под влиянием антропогенных факторов и ионизирующих радиоактивных излучений, в период с 2014 по 2018 годы, в ядрах гепатоцитов у самок в правой доле печени насчитывается от 4 до 6 ОЯОР общей суммарной площадью от 0,325 до 0,467 мкм², в левой доле печени – от 5 до 7 ОЯОР общей суммарной площадью от 0,311 до 0,465 мкм²; у самцов в правой доле печени содержится от 5 до 7 ОЯОР общей суммарной площадью от 0,367 до 0,481 мкм², в левой доле печени – от 5 до 7 ОЯОР общей суммарной площадью от 0,354 до 0,471 мкм² (Таблица 5).

Максимальное число областей ядрышковых организаторов и максимальная величина суммарной площади области ядрышковых организаторов в ядрах гепатоцитов отмечено в обеих долях печени у самок и самцов во второй колонии в 2018 году, наименьшее – у самцов и самок

в первой колонии в 2014 году, что связано с интенсивными обменными процессами в ядрах гепатоцитов на фоне антропогенной нагрузки и влияния погодных условий.

Таблица 5 – Суммарная площадь ОЯОР в ядрах гепатоцитов печени нетопыря малого

Суммарная площадь области ядрышковых организаторов в ядрах гепатоцитов, мкм ²				
Год исследования	Самки, M±m (n=300)		Самцы, M±m (n=300)	
	Доля печени		Доля печени	
	Правая	Левая	Правая	Левая
(Колония № 1)				
2014	0,325±0,004	0,317±0,005	0,367±0,007	0,354±0,011
2016	0,329±0,004	0,316±0,013*	0,370±0,003	0,357±0,003*
2017	0,330±0,017*	0,315±0,013*	0,371±0,001	0,361±0,004*
2018	0,333±0,017*	0,311±0,013*	0,371±0,004	0,361±0,005*
(Колония № 2)				
2014	0,462±0,004	0,459±0,006	0,477±0,014	0,460±0,007
2016	0,463±0,001*	0,462±0,003*	0,478±0,002*	0,463±0,003
2017	0,466±0,003*	0,464±0,002	0,480±0,002*	0,471±0,004
2018	0,467±0,016*	0,465±0,014*	0,481±0,015	0,471±0,009

Примечание: статистические различия между самцами и самками обозначены: * - $p < 0,05$

Метаболические процессы в ткани почек нетопыря малого. В условиях антропогенной нагрузки выявлено, что динамика уровня содержания мочевины, мочевой кислоты и глюкозы в грамме тканей почек у нетопыря малого меняется волнообразно с различной амплитудой и периодичностью, находится в прямой зависимости от половой принадлежности, топографии органа и среды обитания. Уровень мочевины в тканях у самок и самцов в первой колонии, по левым почкам составили 13,60%, по правым – 9,34%, во второй колонии по левым – 7,27%, по правым – 9,19%. Низкие показатели уровня содержания мочевой кислоты (9,94%) регистрируются в правой почке у самцов, обитающих в городской среде (в первой колонии), а наиболее высокие значения (9,89%) – в левой почке у самок второй колонии. В динамике средних значений мочевой кислоты отмечается волнообразный характер, прослеживается левосторонняя тенденция ее повышения. Уровень глюкозы в грамме тканей у самок и самцов в первой колонии зверьков, по левым почкам составили 9,64%, по правым – 9,39%; во второй колонии по левым – 9,79% ($p < 0,05$), по правым – 9,52%. Ткани почек моментально реагируют на избыток и недостаток кислорода в организме.

Гематологические показатели крови нетопыря малого. Стабильность показателей крови отражает состояние обмена веществ (гомеостаза) в организме на момент исследования. Отклонения показателей крови от нормы являются признаком морфофункциональных изменений в организме в целом (Козинец Г.И., 1988; 1997; Козинец Г.И., Высоцкий В.В., и др., 2001). Под влиянием антропогенных факторов у особи мужского пола, в мазке крови количество эритроцитов составляет $4,13 \times 10^{12}/л$, ($p < 0,05$), уровень гемоглобина – 117,58 г/л, ($p < 0,05$), уровень гемоглобина в 1 эритроците – 34,21 пг, цветной показатель – 0,99 г/л, количество лейкоцитов – $4,09 \times 10^9/л$, ($p < 0,05$), лимфоцитов – $2,75 \times 10^9/л$, ($p < 0,05$), базофилов – $0,08 \times 10^9/л$, эозинофилов – $0,12 \times 10^9/л$, нейтрофилов – палочкоядерных гранулоцитов – $0,08 \times 10^9/л$, нейтрофилов – сегментоядерных гранулоцитов – $0,79 \times 10^9/л$, моноцитов – $0,08 \times 10^9/л$, ($p < 0,05$).

Установлено, что у нетопыря малого показатели гемограммы находятся в пределах референтных значений, половой диморфизм выражен незначительно. Значительных достоверных изменений в лейкоцитарной формуле не выявлено. Однако данные научной литературы свидетельствуют о зависимости содержания клеток белой крови от процессов формирования иммунитета и стадии физиологического развития (Д.Х. Хамидов, А.Т. Акилов и др., 1978; Э.И. Румянцева, 2000).

Ферментативная активность нейтрофилов крови у нетопыря малого. По мнению А.В. Ягоды и Н.А. Локтева (2005), В.В. Базарной (2007), Г.Г. Бадамшиной (2015), иммунологические и

цитохимические показатели, позволяют эффективно оценить качество ферментативной системы клеток крови и их функциональную активность. Увеличение метаболической активности: миелопероксидазы (МПО) – катализирует окисление с образованием токсичных для микроорганизмов перекисных продуктов, усиливает эффективность бактерицидной активности; сукцинатдегидрогеназы (СДГ) – отражает активность цикла Кребса и качество процесса анаэробного гликолиза; катионных белков (КБ) – способствует повышению проницаемости мембран и их адгезированность (Ганин Ю. А., 1983; 1984), что согласуется с проведенными исследованиями.

Так, при цитохимическом исследовании нейтрофилов крови у самок и самцов летучих мышей, обитающих в городе, отмечено увеличение уровня щелочной и кислой фосфатазы, миелопероксидазы, сукцинатдегидрогеназы и катионных белков, что, вероятно, связано с антропогенной и экологической нагрузкой среды обитания. При оценке динамики и химизма показателей ферментативной активности нейтрофилов в крови у летучих мышей было выявлено, что, у особей женского пола, щелочная фосфатаза на 0,09 у.е.; кислая фосфатаза на 0,06 у.е.; миелопероксидаза на 0,14 у.е.; сукцинатдегидрогеназа на 0,02 у.е.; катионные белки на 0,13 у.е. достоверно меньше, чем у особей мужского пола, что отражено в таблице 6.

Таблица 6 – Динамика показателей ферментативной активности нейтрофилов крови

Год	Средний цитохимический показатель (СЦП)				
	Щелочная фосфатаза (ЩФ), у.е.	Кислая фосфатаза (КФ), у.е.	Миело-пероксидаза (МПО), у.е.	Сукцинат-дегидрогеназа (СДГ), у.е.	Катионные белки (КБ), у.е.
	(M±m)				
Самка (Колония № 1)					
2014	1,75±0,030	1,17±0,020	1,40±0,021	1,16±0,027	1,43±0,032
2018	1,77±0,032	1,21±0,022	1,46±0,027	1,18±0,029	1,47±0,036
Самец (Колония № 1)					
2014	1,84±0,031*	1,27±0,022*	1,55±0,021*	1,18±0,027	1,56±0,035*
2018	1,86±0,033*	1,22±0,017*	1,59±0,025*	1,20±0,029	1,60±0,039*
Самка (Колония № 2)					
2014	1,77±0,028	1,17±0,021	1,43±0,020	1,14±0,026	1,47±0,033
2018	1,81±0,032	1,19±0,023	1,47±0,024	1,16±0,028	1,53±0,038
Самец (Колония № 2)					
2014	1,85±0,029*	1,27±0,022*	1,55±0,021*	1,17±0,025*	1,55±0,037
2018	1,91±0,034*	1,25±0,020*	1,61±0,027*	1,23±0,031*	1,53±0,035

Примечание: статистические различия между самцами и самками обозначены: * - $p < 0,05$

Неспецифическая резистентность у нетопыря малого. В ходе исследования мы констатировали неравномерное и гетерохронное изменение лизоцимной активности в сыворотке крови. В таблице 7 приведены данные разницы уровней бактерицидной, фагоцитарной и лизоцимной активности в сыворотке крови у самок и самцов колоний зверьков. Наши показатели согласуются с данными А.В. Силенка (2012): в результате функциональной активности белки во время окислительной модификации придают собственным белкам антигенные свойства, и образуют низкомолекулярные и средномолекулярные токсические циркулирующие иммунные комплексы.

Не связываясь с системой комплемента, ЦИК долго циркулируют в кровеносном русле и способны вызывать функциональные нарушения в тканях почек, сосудов и отчасти опорно-двигательного аппарата. Установлено, что по уровню концентрации циркулирующих иммунных комплексов, как интегрального показателя, можно судить об антигенном влиянии на иммунную систему организма. Можно указать, что низкое количество циркулирующих иммунных комплексов в плазме крови отмечено у самцов и самок нетопыря малого в первой колонии в 2014 году и составило 22,11 у.е. и 22,13 у.е. Высокий уровень содержания ЦИК в

плазме крови отмечен у самцов и у самок во второй колонии зверьков в 2018 году и, соответственно, составил 29,19 у.е. и 28,17 у.е.

Таблица 7 – Параметры неспецифической резистентности нетопыря малого

Год	Бактерицидная активность, %	Фагоцитарная активность, %	Лизоцимная активность, %	ЦИК, у.е.
	M±m			
Самки (коллония № 1)				
2014	52,31±0,11	51,30±0,16	5,04±0,07	22,13±0,10
2018	52,36±0,05*	51,31±0,01*	5,01±0,03	22,28±0,02
Самки (коллония № 2)				
2014	60,10±0,18	56,29±0,11	5,43±0,06	26,61±0,12
2018	61,37±1,27*	56,39±0,10	5,48±0,05	28,17±0,22*
Самцы (коллония № 1)				
2014	65,18± 0,08	59,71±0,15	6,52±0,10	22,11±0,15
2018	65,36± 0,18*	60,53±0,82*	6,53±0,01*	22,30±0,02
Самцы (коллония № 2)				
2014	65,31± 0,11	61,70±0,13	6,69±0,08	27,05±0,11
2018	65,39± 0,08	61,75±0,05*	6,67±0,02*	29,19±0,34*

Примечание: статистические различия между самцами и самкам одной колонии: *- p<0,05

Белковый обмен у нетопыря малого. В работах Е.М. Охрименко (1973); А.Н. Квочко (2001), К.П. Иванова (2004) отмечается, что белки сыворотки крови являются компонентами постоянно изменяющейся, динамично-циркулирующей системы, отражающей физико-биохимические особенности организма в целом. Белковый обмен характеризует процессы метаболизма в организме, поскольку с белками связаны все процессы жизнедеятельности. Наше исследование подтверждает: динамика показателей белкового обмена у летучих мышей, обитающих в условиях негативных антропогенных факторов с общим фоном радиоактивных излучений 10,70¹³⁷Cs, Бк/м², подвержена колебаниям и зависит от половой принадлежности.

О чем свидетельствуют данные: количество альбуминов в сыворотке крови у самок в первой и второй колониях достоверно выше, чем у самцов, в 2,39 раза в первой и в 1,88 раза во второй колониях. В период исследования в первой колонии в сыворотке крови уровень α-глобулинов выше, чем у самцов второй колонии на 1,77%, у самок – на 0,43%; уровень β-глобулинов – на 0,5%, у самок – на 0,53%; уровень γ-глобулинов – на 0,11%, у самок – на 0,16% соответственно (Таблица 8).

Таблица 8 – Динамика общего белка, альбуминов и уровня α-, β- и γ-глобулинов в крови

Год	Общий белок, г/л	Альбумины, %	α-глобулины, %	β-глобулины, %	γ-глобулины, %
Самки (коллония № 1)					
2014	35,95±1,26*	51,48±0,14	21,35±0,03	7,71±0,05	13,12±0,11
2018	35,99±1,30*	51,56±0,08	21,48±0,13*	7,82±0,11*	13,42±0,30*
Самки (коллония № 2)					
2014	41,32±1,44*	53,25±0,11	19,03±0,10	7,65±0,09	13,03±0,08
2018	41,38±1,50*	53,60±0,35*	19,21±0,18*	7,76±0,11	13,21±0,18
Самцы (коллония № 1)					
2014	33,55±1,16	47,31±0,10	21,78±0,16	8,23±0,15	14,11±0,02
2018	33,61±1,22	47,65±0,34*	21,90±0,12	8,36±0,13	14,23±0,12*
Самцы (коллония № 2)					
2014	39,48±1,41	47,85±0,06	20,77±0,05	8,13±0,06	14,08±0,20
2018	39,46±1,39	47,99±0,14*	20,93±0,16*	8,27±0,14*	14,02±0,06*

Примечание: статистические различия между самцами и самками одной колонии: *- p < 0,05

Азотистый обмен у нетопыря малого. Уровень содержания в крови мочевины напрямую зависит от качества и количества потребляемого белкового продукта и белка, от

скорости расщепления поступивших белков и от морфофункционального состояния почек (Е.А. Реутова и Л.Н. Стацевич, 2005; А.В. Малюкин, 2014).

Отмечено, что разница количества мочевины в сыворотке крови в первой колонии зверьков составила 8,90%, во второй – 1,68%. Вероятно, высокие значения мочевины в сыворотке крови у летучих мышей обусловлены накоплением этого метаболита в период спячки и наступлением сдвигов в процессах ассимиляции и диссимиляции и влиянием отрицательной антропогенной нагрузки и ионизирующих излучений. При активном движении – полете происходит понижение уровня мочевины в сыворотке крови, а увеличение количества мочевины у самцов, обитающих в городской среде, и в период после спячки, может быть спровоцировано ускоренными процессами обмена пуриновых оснований, приводящих к интенсивному функционированию внутренних органов и набору мышечной массы зверька (Таблица 9).

Таблица 9 – Показатели азотистого обмена у нетопыря малого

Год	Мочевина, ммоль/л	Мочевая кислота, мкмоль/л
Самка (Колония №1)		
2014	0,48±0,01	170,14±9,63*
2018	0,50±0,03	170,10±9,59*
Самец (Колония №1)		
2014	0,56±0,03*	151,34±8,92
2018	0,54±0,01*	151,38±8,96
Самка (Колония №2)		
2014	0,53±0,01	172,92±4,00
2018	0,55±0,03	172,96±4,04
Самец (Колония №2)		
2014	0,90±0,02*	132,94±4,74*
2018	0,92±0,04*	132,92±4,72*

Примечание: статистические различия между самцами и самками одной колонии: * - $p < 0,05$

По мнению А.Н. Квочко (2002), А.В. Малюкина (2014), мочевая кислота является конечным продуктом обмена пуриновых оснований, входит в состав остаточного азота и нуклеопротеидов. Установлено, что у зверьков под влиянием антропогенных факторов уровень мочевой кислоты в сыворотке крови меняется гетерохронно, максимальные значения отмечены у особей женского пола, обитающих в городской среде – 172,94 мкмоль. Под влиянием атмосферного воздуха, не отвечающего гигиеническим нормативам: по оксиду углерода, углеводородам, формальдегиду, взвешенным веществам, диоксиду азота, оксиду азота и диоксиду серы на фоне радиоактивных излучений, в период исследования, различия по уровню мочевины у самок и самцов в колониях составили – от 1,12 до 1,68% и от 1,12 до 1,17%.

Клеточный метаболизм у нетопыря малого. По данным Л.Н. Шишкиной с соавт. (2004), А.В. Силенка (2012), первой ответной реакцией организма «на стресс-воздействие малых доз радиации является всплеск перекисного окисления липидов и образование свободных радикалов». Данную ответную реакцию организма ряд авторов – Н.К. Зенкова с соавт. (2000; 2001), Л.Н. Расина (2001, 2012) – характеризуют как «стадию тревоги» и расценивают, как сигнал для мобилизации антиокислительных ресурсов клетки и подготовки клетки к «стадии адаптации» для сдерживания процессов вторичного продукта перекисного окисления липидов (ПОЛ).

Продукты перекисного окисления распознают и модифицируют белки, способствуя изменению организации клеточных структур всех органов и тканей. Модифицированные белки участвуют в разрушении третичных структур, агрегаций и денатураций белков в клетке. Фрагментированные протеазами белки приводят к образованию низкомолекулярных

компонентов, накапливающихся в крови в виде молекул с молекулярной массой в диапазоне от 300 до 500 Да (средней массы) (МСМ₂₈₀), (Силенок А.В., 2012).

Процессы ПОЛ сдерживаются за счет активизации антиоксидантной системы защиты от повреждения свободными радикалами биомембран органоидов. В процессе адаптации организма положительные эффекты катехоламинов, по мнению И.И. Зинкович с соавт. (2000), А.В. Силенка (2012), проявляются как мобилизация энергообеспечения и работоспособности системы клеток и их органоидов.

Согласно полученным результатам, приведенным в таблице 10, установлено, что под влиянием антропогенного фактора с общим фоном радиоактивных излучений 10,70¹³⁷Cs, Бк/м², в первой колонии у зверьков уровень МСМ, МДА и активности каталазы (ключевого фермента антиоксидантной системы) в сыворотке крови достоверно ниже, чем у самцов второй колонии. Полученные данные свидетельствуют о понижении интенсивности метаболических процессов и уменьшении резистентности клеток и внеклеточных структур, торможении развития механизмов регенерации как при патологии органов и систем, у особой нетопыря малого, обитающего в условиях антропогенной нагрузки.

Таблица 10 – Показатели перекисного окисления липидов крови нетопыря малого

Плотность загрязнения ¹³⁷ Cs, Бк/м ²	Год	Молекулы средней массы (МСМ ₂₈₀) у.е.	Малоновый диальдегид (МДА), мкмоль/л	Активность каталазы (АК), мкат/л
Самки (колония № 1)				
10,70±0,05	2014	0,11±0,02	1,61 ±0,04	5,60±0,03
	2015	0,12±0,01	1,62 ±0,01	5,64±0,04
	2016	0,12±0,01	1,62 ±0,01	5,67±0,03
	2017	0,13±0,01	1,63 ±0,01	5,72±0,05
	2018	0,13±0,01	1,63 ±0,01	5,82±0,08*
Самки (колония № 2)				
10,70±0,05	2014	0,12±0,03	1,84±0,07	6,50±0,07
	2015	0,13±0,01	1,87±0,03*	6,53±0,03*
	2016	0,14±0,01	1,90±0,03	6,72±0,21*
	2017	0,14±0,01	1,97±0,07*	6,74±0,02*
	2018	0,15±0,01	1,99±0,15*	7,10±0,36*
Самцы (колония № 1)				
10,70±0,05	2014	0,11±0,04	1,69±0,03	5,67±0,01
	2015	0,12±0,01*	1,70±0,01*	5,71±0,04*
	2016	0,13±0,01	1,72±0,01	5,74±0,03
	2017	0,13±0,01	1,72±0,01	5,74±0,01
	2018	0,14±0,01	1,73±0,01	5,75±0,01
Самцы (колония № 2)				
10,70±0,05	2014	0,15±0,07	1,96±0,02	7,51±0,04
	2015	0,16±0,01*	1,97±0,01	7,55±0,04
	2016	0,17±0,01	1,97±0,01	7,63±0,12*
	2017	0,17±0,01	1,98±0,01	7,71±0,08
	2018	0,18±0,01	1,99±0,01	7,85±0,14*

Примечание: статистические различия между самцами и самками одной колонии: * - p < 0,05

Активность ферментов сыворотки крови у нетопыря малого. Ферменты катализируют в организме большинство процессов метаболизма. Ферменты переаминирования позволяют косвенно судить о работе ряда органов и, в частности, печени (Садовников Н.В. и др., 2009).

Об этом свидетельствует анализ результатов, показывающий и устанавливающий, что в сыворотке крови у летучих мышей, в периоды восстановления функционального и физиологического равновесия после зимней спячки и в период полового созревания и

активности, интенсивного роста мышечной массы и костной ткани, на фоне влияния антропогенных факторов происходят волнообразные достоверные изменения в динамике активности трансфераз (Рис. 5).

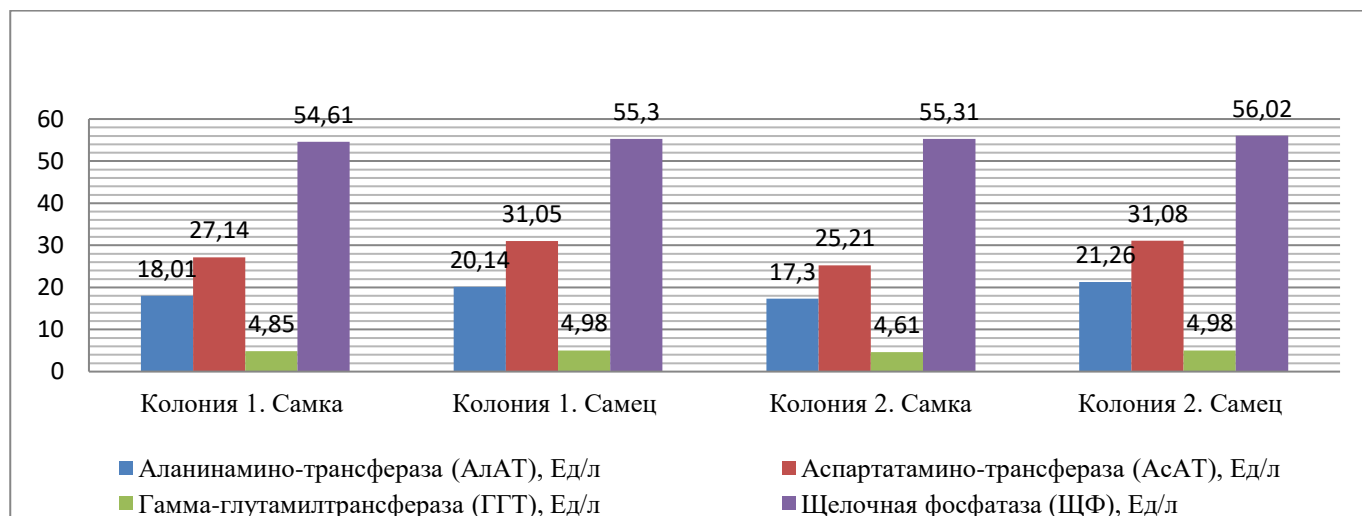


Рис. 5. Динамика активности ферментов сыворотки крови у особей вида нетопырь малый

Адаптивные преобразования организма нетопыря малого к воздействиям антропогенных факторов. В организме у летучих мышей вида нетопырь малый (*Pipistrellus pygmaeus*), обитающих в локальном районе в условиях негативной антропогенной нагрузки (атмосферного воздуха с оксидом углерода, углеводородом, формальдегидом, взвешенными веществами, диоксидом азота, оксидом азота, диоксидом серы) с общим фоном радиоактивных излучений $10,70^{137}\text{Cs}$, Бк/м², проявляются:

1. Морфологическая и анатомическая адаптация - в динамике пластичности соматометрических показателей, незначительном изменении габитуса, компактности телосложения и упитанности; в области ультразвуковых показателей внутренних органов (почки, поджелудочная железа, селезенка, легкие, желчный пузырь, печень); в пластичности динамики макро- и микрометрических показателей почек и печени, биохимического состава тканей почек и крови;

2. Физиологическая адаптация - в количественной и качественной реакции со стороны клеточных элементов крови, общего состояния клеточного метаболизма (ЦИК, МСМ, МДА, активности каталазы). Метаболизм проявляется в снижении (в пределах референтных значений) активности ферментов АсАТ, АлАТ, ГГТ и ЩФ, характер изменения активности ферментов специфичен – обменные процессы, протекающие в организме, зависят от длительности периода и от гендерных различий;

3. Биологическая адаптация - в развитии биологических свойств вида нетопырь малый (*Pipistrellus pygmaeus*). В почках – изменениями в отделах почечного клубочка (нефрона), толщины капсулы; площади дистальных и проксимальных канальцев определяются, с одной стороны, топографией органа, с другой – половой принадлежностью. Среди клеток различных отделов почечного клубочка функциональная и белково-синтетическая активность зависит от топографии почек и от гендерных различий;

4. Фенотипическая адаптация - в процессе взаимодействия особей вида нетопырь малый с окружающей средой, и в связи с ускоренными процессами обмена веществ и адаптации к полету (в почках - увеличение числа почечных клубочков, уменьшение полости капсулы почечного клубочка);

5. Генетическая адаптация - увеличением суммарной площади (AgNORs) аргентофильной области ядрышковых организаторов в клетках печени и почек;

6. Адаптация поведения - в особенности половой численности особей в колониях, компактности телосложения и упитанности (индекс массивности) зависящей от значений живой массы, ширины таза, длины туловища и половой принадлежности;

7. Адаптация к новым условиям - на клеточном уровне, выражается в пластичности динамики суммарной площади ОЯОР и количестве ядер в гепатоцитах и в подоцитах клубочков почек;

8. Биохимическая адаптация - реакцией тканей почек, крови, общего белка и его метаболитов; в количественном и качественном отношении по содержанию общего белка, мочевины и мочевой кислоты в сыворотке крови; пластичностью ферментативной активности нейтрофилов крови, увеличением уровня щелочной фосфатазы, кислой фосфатазы, миелопероксидазы, сукцинатдегидрогеназы и катионных белков; реакцией, отражающей неспецифическую резистентность.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Адаптация организма рукокрылых к воздействиям антропогенных факторов у нетопыря малого проявляется асинхронностью развития соматометрических показателей, абсолютной живой массы, индекса массивности, макрометрических, линейных (размерных), весовых и ультразвуковых показателей внутренних органов (печени, поджелудочной железы, селезенки, желчного пузыря и почек) и зависит от топографии, половой принадлежности, особенности обмена веществ и адаптации к полету.

2. На основании комплексного мониторинга, антропогенной (отрицательной экзогенной) нагрузки с общим фоном радиоактивных излучений $10,70^{137}\text{Cs}$, Бк/м² и оценки закономерностей общего состояния организма рукокрылых (Chiroptera) нетопыря малого (*Pipistrellus pygmaeus*) установлен статистически достоверный спектр референтных показателей адаптационных механизмов преобразования.

3. В организме нетопыря малого включение механизмов физиологической адаптации происходит при незначительном изменении естественного физиологического комфорта и под воздействием негативных экзогенных факторов, влияющих на количественные и качественные реакции клеточных элементов крови, изменяя точно, в определенной последовательности динамику функциональных показателей, находясь в зависимости от гендерной особенности и возраста.

У нетопыря малого физиологическая адаптация затрагивает общее состояние клеточного метаболизма (ЦИК, МСМ, МДА), активность каталазы в сыворотке крови, окислительные процессы липидов биологических мембран клеток (низкий уровень содержания МСМ₂₈₀), активность ферментов в сыворотке крови (высокая активность (ЩФ; АлАТ; АсАТ; ГГТ)), течение процессов трансмембранного фосфорилирования тканей в организме (почек, печени), рост мышечной массы и костной ткани в каждом временном периоде.

4. У рукокрылых (Chiroptera) нетопырь малый (*Pipistrellus pygmaeus*) биологическая адаптация проявляется в развитии биологических свойств вида. Функциональная и белково-синтетическая активность клеток почек и печени (объем клеток, ядра, цитоплазмы и ядерно-цитоплазматическое отношение (ЯЦО), количество и увеличение суммарной площади (AgNORs) аргентофильной области ядрышковых организаторов (ОЯОР)), обусловлена топографией органа, половой принадлежностью и влиянием антропогенных негативных эффектов окружающей среды.

5. У самок рукокрылых, обитающих в городской среде, с большой численностью в колонии, на фоне сочетанной антропогенной нагрузки, под влиянием углеводорода, диоксидов серы и азота и взвешенных веществ:

- фенотипическая адаптация как адаптация к полету запускает основные процессы биохимических циклов, процессы эндогенной интоксикации и детоксикационной функции – в

почках усиливая обмен веществ, способствующий увеличению числа почечных клубочков и уменьшению полости капсулы почечного клубочка;

- генетическая адаптация проявляется пластичностью динамики ядерно-цитоплазматического отношения, количества и суммарной площади областей ядрышковых организаторов в подоцитах клубочков почек и гепатоцитов печени;

- адаптация к новым условиям сопряжена с адаптационно-компенсаторными процессами, проявляющимися в гиперактивности иммунитета, с выраженными нарушениями иммунной системы и клеточного иммунитета.

6. Критерием биохимической адаптации у нетопыря малого, находящегося под влиянием не отвечающего гигиеническим нормативам атмосферного воздуха по оксиду углерода, углеводородам, формальдегиду, взвешенным веществам, азота диоксиду, оксиду азота и диоксиду серы, на фоне радиоактивного (ионизирующего) излучения, является компенсаторно-приспособительная реакция, затрагивающая:

- метаболический статус, меняющийся с различной периодичностью и амплитудой колебания: повышение азотистого обмена (мочевина и мочевая кислота); снижение белкового обмена (общий белок, альбумины и глобулины); повышение углеводного обмена (глюкоза) и повышение метаболической активности (мочевины, мочевой кислоты и глюкозы) в тканях почек, и сдвиги в процессах ассимиляции и диссимиляции (накоплении метаболитов), вследствие длительной зимней спячки и воздействия антропогенных факторов;

- ферментативную активность нейтрофилов крови на фоне увеличения уровня щелочной фосфатазы, кислой фосфатазы, миелопероксидазы, сукцинатдегидрогеназы и катионных белков – свидетельствует о функциональном напряжении регуляторных механизмов гомеостаза;

- общую (неспецифическую) резистентность, сопряженную с понижением уровня гемоглобина и лизоцимной активности в сыворотке крови, увеличением цветового показателя, понижением уровня бактерицидной и фагоцитарной активности, общего белка и уровня альбуминов (α -, β - и γ -глобулинов) и увеличением глобулинов, связанную с сезонным ослаблением иммунной системы и среды обитания.

РЕКОМЕНДАЦИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ

1. Результаты, полученные в ходе научного исследования по адаптивным преобразованиям, соматометрическим, топографическим, макро- и микрометрическим показателям печени и почек, биохимическим показателям ткани почек, ферментов сыворотки крови, нетопыря малого (*Pipistrellus pygmaeus*), рекомендуется использовать в качестве одних из главных показателей анатомо- и морфофизиологических, гематологических, цитохимических особенностей клеток, тканей и внутренних органов рукокрылых – нетопыря малого под влиянием антропогенных факторов с общим фоном радиоактивных излучений $10,70^{137}\text{Cs}$, Бк/м² и в связи с приспособлением к полету.

2. Полученные данные по морфологии сердца, легких, печени и почек и биохимическому анализу тканей почек и соединительной ткани внутренней среды организма – крови нетопыря малого (*Pipistrellus pygmaeus*) рекомендуем использовать в качестве констант – «морфологических норм», «анатомических норм», «физиологических норм», «биохимических норм», характеризующих стандарт вида; диагностических критериев при оценке иммунологического статуса рукокрылых под воздействием экзогенных и эндогенных факторов.

3. Рекомендуем использовать в учебном процессе биологических и ветеринарных факультетов высших и средних учебных заведений, при составлении пособий и монографий, написании соответствующих разделов учебных руководств и пособий по морфологии, физиологии, биологической химии и экологии рукокрылых, при проведении лабораторно-практических занятий по морфологии, экологической анатомии, биологии индивидуального развития.

4. Исследование планируется продолжить в научно-инновационном центре (НОЦ) естественно-научного института БГУ им. академика И.Г. Петровского для:

- выяснения современного структурно-функционального состояния видовых популяций рукокрылых, с изучением местных и трансграничных миграций и оценкой основных тенденций многолетней динамики численности их видов на основе фактических данных;
- организации мониторинга рукокрылых на хозяйственно используемых территориях и проведения анатомо-морфологических исследований местных популяций рукокрылых с целью предотвращения реальной угрозы эмерджентного возникновения и распространения вирусных зооантропонозных инфекций на неэндемических территориях, в том числе и в Брянской области;
- составления атласа (по цито-, гисто- и органогенезу) рукокрылых (Chiroptera) вида нетопырь малый (*Pipistrellus pygmaeus*), обитающих на территории Брянской области.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Статьи, опубликованные в журналах, включенных в перечень ВАК РФ

1. Гриб В.В. Морфологические особенности сердца и легких нетопыря малого (*Pipistrellus pygmaeus*) / В.В. Гриб, Е.Н. Зайцева (Карпенко), Е.В. Зайцева, И.Л. Прокофьев // Вестник Брянского государственного университета. № 4 (2014): Точные и естественные науки. – Брянск: РИО БГУ, 2014. – С.: 76–79.

2. Гриб В.В. Гистологические особенности почек и надпочечников нетопыря малого (*Pipistrellus pygmaeus*), обитающего на территории Брянской области / В.В. Гриб, Е.В. Зайцева, И.Л. Прокофьев, Е.Н. Зайцева (Карпенко) // Вестник Брянского государственного университета. №2 (2015): Педагогика. Психология. История. Право. Литературоведение. Языкознание. Экономика. Точные и естественные науки. – Брянск: РИО БГУ, 2015. – С.: 392–396.

3. Карпенко Е.Н. Анатомо-топографические особенности внутренних органов рукокрылых (Chiroptera), обеспечивающих приспособление к полету / Е.Н. Карпенко // Морфология: Научно-теоретический медицинский журнал №3 – Санкт-Петербург: Эскулап, 2018. – С.: 130–131.

4. Карпенко Е.Н. Морфологические критерии показателей почек нетопыря малого (*Pipistrellus pygmaeus*) / Е.Н. Карпенко, Е. В. Зайцева, А. Л. Харлан // Вестник РУДН, серия: агрономия и животноводство. Москва, РУДН, 2023. 18 (1). С.: 59-70.

5. Карпенко Е.Н. Адаптивные преобразования организма Нетопыря малого (*Pipistrellus pygmaeus*) в условиях сочетанных негативных антропогенных факторов / Е.Н. Карпенко, Е. В. Зайцева, А. Л. Харлан // Иппология и ветеринария: Научно-производственный журнал № 1 (47) Санкт-Петербург, 2023. — С.: 147-161.

Статьи, опубликованные в журналах индексируемой базы Scopus

6. Карпенко Е.Н. Адаптивные преобразования биохимических показателей почек и крови рукокрылых вида нетопырь, обитающих на территории Брянской области / Е.Н. Карпенко, Е.В. Зайцева, Л.Н.Анищенко, А.Л. Харлан, Н.Н. Крикливый // Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture. – 2021. Т. 13, № 2. – С.: 138–161.

7. Карпенко Е.Н. Состояние неспецифической резистентности нетопыря малого (*Pipistrellus pygmaeus*) в условиях неблагоприятных антропогенных факторов / Е.Н. Карпенко, А.Л. Харлан, Е.В. Зайцева // Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture. – 2023. Т. 15, № 5. – С.: 127–150.

Статьи, опубликованные в других изданиях

8. Гриб В.В. Ультразвуковой акустический мониторинг летучих мышей (Mikrochiroptera) в пойме реки Десны Брянской области / В.В. Гриб, А.А. Горбачев, Е.Н. Зайцева (Карпенко), С.В. Подвойский, И.Л. Прокофьев // Актуальные вопросы и тенденции развития биологии,

химии, физики: материалы международной заочной научно-практической конференции. Новосибирск: Изд. «Сибирская ассоциация консультантов», 2012. – С.: 19–24.

9. Прокофьев И.Л. Результаты изучения фауны рукокрылых (Chiroptera) памятника природы «Роша Соловьи» г. Брянска / И.Л. Прокофьев, А.А. Горбачев, В.В. Гриб, Е.Н. Зайцева (Карпенко), В.С. Подвойский // Изучение и охрана биологического разнообразия Брянской области. Материалы по ведению Красной книги Брянской области. Вып. 7. – Брянск: Десяточка, 2012. – С.: 178–180.

10. Гриб В.В. Морфология пищеварительного тракта рукокрылых в связи с условиями обитания / В.В. Гриб, А.А. Горбачев, Е.Н. Зайцева (Карпенко), Е.В. Зайцева // Актуальные проблемы современной биологии, морфологии и экологии животных: Материалы III Международной научно-практической Интернет-конференции. Брянск: «Курсив», 2013. – С.: 12–14.

11. Зайцева (Карпенко) Е.Н. Распространенность рукокрылых на территории памятника природы «Роша Соловьи» города Брянска / Е.Н. Зайцева // Актуальные проблемы ветеринарии и интенсивного животноводства: сборник научных трудов. – Брянск.: Издательство ФГБОУ ВПО «Брянская ГСХА», 2013. – С.: 85–89.

12. Зайцева (Карпенко) Е.Н. Эко-морфологические особенности самки нетопыря малого (*Pipistrellus rufus*) на поздней стадии беременности, обитающего на территории села Усовье Брянской области / Е.Н. Зайцева, В.В. Гриб, А.А. Горбачев, И.Л. Прокофьев, С.С. Голощапова // Экологическая безопасность региона: сборник статей VII Международной научно-практической конференции естественно-географического факультета. Брянск: РИО БГУ, 2014. – С.: 78–83.

13. Зайцева (Карпенко) Е.Н. Морфофизиологические особенности сердца рукокрылых (Chiroptera) в связи с полетом / Е.Н. Зайцева, В.В. Гриб, И.Л. Прокофьев // Ежегодник НИИ фундаментальных и прикладных исследований за 2015 год. – Брянск: РИО БГУ, 2015. – С.: 37–43.

14. Карпенко Е.Н. Влияние экологических факторов на морфологию внутренних органов рукокрылых (Chiroptera) / Е.Н. Карпенко, А.Н. Квочко, И.Л. Прокофьев // Экологическая безопасность региона: Сборник материалов IX Международной научно-практической конференции естественно-географического факультета. Брянск.: РИСО БГУ, 2017. – С.: 46–52.

15. Карпенко Е.Н. Обмен веществ у нетопыря малого под воздействием отрицательных экологических факторов Брянской области / Е.Н. Карпенко, А.Л. Харлан // Ученые записки Брянского государственного университета. № 2, Брянск. 2022. – С. 40–47.

16. Карпенко Е.Н. Ультразвуковые исследования внутренних органов нетопыря малого, обитающего в условиях отрицательных экологических факторов Брянской области / Е.Н. Карпенко, А.Н. Квочко // Ученые записки Брянского государственного университета. № 1, Брянск. 2022. – С. 22–36.

17. Карпенко Е.Н. Соматометрические показатели тела и особенности мускулатуры нетопыря малого (*Pipistrellus rufus*), обитающего на территории Брянской области / Е.Н. Карпенко // Ученые записки Брянского государственного университета. № 4, Брянск. 2022. – С. 30–37.

Монографии

18. Карпенко Е.Н. Адаптация организма и эко-морфологические особенности внутренних органов рукокрылых вида нетопырь малый / Е.Н. Карпенко, Е.В. Зайцева / Монография / Брянск – ООО «Новый проект», 2021 – 182 с.; ил.

Учебно-методические пособия

19. Анищенко Л.Н. Экологическое образование, технологии, методы и методики / Л.Н. Анищенко, Е.В. Борздыко, М.В. Долганова, Е.Н. Карпенко, И.В. Москаленко // Пособие для практиков / Брянск – 2021. – 258 с.; ил.

Аннотация

КАРПЕНКО ЕЛИЗАВЕТА НИКОЛАЕВНА (РОССИЯ)

Адаптация организма рукокрылых (*Chiroptera*) к воздействиям антропогенных факторов

В работе изучена адаптация организма отряда рукокрылых (*Chiroptera*) вида нетопырь малый (*Pipistrellus pygmaeus*) к воздействию антропогенных факторов. Выявлены особенности пластичности макро- и микроархитектоники внутренних органов (почек, печени) рукокрылых в связи с приспособлением к полету и влиянием антропогенной нагрузки на примере нетопыря малого. Определены особенности метаболического статуса и ферментативной активности организма нетопыря малого, обитающего в условиях антропогенной нагрузки с общим фоном радиоактивных излучений $10,70^{137}\text{Cs}$, Бк/м². Получены новые данные по видам адаптации и адаптационным механизмам, протекающим в организме нетопыря малого под воздействием антропогенных факторов. Представлены новые комплексные сведения ультразвуковых исследований внутренних органов, гистоморфологических особенностей компенсаторно-приспособительных преобразований почек и печени, участвующих в белковом обмене, у нетопыря малого с целью установления пределов их толерантности к воздействию изменяющихся внешних условий. С учетом адаптивных преобразований организма и комплекса показателей проанализированы и научно обоснованы результаты соматометрических и морфологических исследований организма, ультразвуковых, гистологических исследований органов и тканей, гематологических, биохимических, цитохимических исследований крови у нетопыря малого, обитающего на территории Брянской области.

Annotation

ELIZAVETA KARPENKO (RUSSIA)

Adaptation of the bat (*Chiroptera*) organism to the impacts of anthropogenic factors

The adaptation of the organism of the order of bats (*Chiroptera*) of the species small bat (*Pipistrellus pygmaeus*) to the impact of anthropogenic factors was studied. Peculiarities of plasticity of macro- and microarchitectonics of internal organs (kidneys, liver) of bats are revealed in connection with adaptation to flight and the influence of anthropogenic load on the example of the small bat. The features of the metabolic status and enzymatic activity of the organism of the small bat, living under conditions of anthropogenic load with a general background of radioactive emissions of 10.70^{137}Cs , Bq/m², were determined. New data have been obtained on the types of adaptation and adaptation mechanisms occurring in the body of the lesser bat under the influence of anthropogenic factors. New comprehensive data on ultrasound studies of internal organs, histomorphological features of compensatory and adaptive transformations of the kidneys and liver involved in protein metabolism in the small bat are presented in order to establish the limits of their tolerance to the effects of changing external conditions. Taking into account the adaptive transformations of the body and a set of indicators, the results of somatometric and morphological studies of the body, ultrasound, histological studies of organs and tissues, hematological, biochemical, cytochemical studies of blood in the small bat inhabiting the territory of the Bryansk region are analyzed and scientifically substantiated.

Подписано в печать: 24.05.2023
Заказ №19438. Тираж 100 экз.
Бумага офсетная. Формат 60х90/16.
Типография «11-й ФОРМАТ»
ИНН 7726330900
115230, Москва, Варшавское ш., 36
(977) 518-13-77 (499) 788-78-56
www.avtoreferat.ru riso@mail.ru

