

БЫКОВА Елена Александровна

**ВЛИЯНИЕ УРБАНИЗАЦИИ НА ФАУНУ И ЭКОЛОГИЮ
МЛЕКОПИТАЮЩИХ УЗБЕКИСТАНА
(НА ПРИМЕРЕ г. ТАШКЕНТА)**

03.02.08 – экология (биология)

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

Тюмень – 2017

Работа выполнена на кафедре зоологии и эволюционной экологии животных Института биологии Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Тюменский государственный университет»

Научный руководитель: доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедрой зоологии и эволюционной экологии животных Института биологии ФГАОУ ВО «Тюменский государственный университет»
Гашев Сергей Николаевич

Официальные оппоненты: **Суров Алексей Васильевич**, член-корреспондент РАН, доктор биологических наук, заместитель директора Института проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН

Савельев Александр Павлович
доктор биологических наук, главный научный сотрудник отдела экологии ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт охотничьего хозяйства и звероводства им. Б.М. Житкова»

Ведущая организация: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт систематики и экологии животных Сибирского отделения Российской академии наук (ИСИЭЖ СО РАН)

Защита состоится «4» октября 2017 г. в 13.00 на заседании диссертационного совета Д 999.114.02 при ФГБОУ ВО ГАУ Северного Зауралья по адресу:

625003, г. Тюмень, ул. Республики, 7

Телефон/факс: 8(3452) 29-01-52, e-mail: disscausz@mail.ru

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Государственного аграрного университета Северного Зауралья по адресу и на сайте университета <http://www.tsaa.ru>

Автореферат разослан «___» 2017 г.

Учёный секретарь диссертационного совета,
доктор сельскохозяйственных наук

Турсумбекова Г.Ш.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Урбанизация, как сложный комплекс различных типов воздействий на окружающую среду, является одним из важнейших но малоизученных явлений в системе взаимоотношений человека и животных. В процессе становления городов формируется новая среда обитания с отличными от природных местообитаний климатическими, биотопическими, санитарно-эпидемиологическими характеристиками. Не смотря на то, что антропогенное воздействие является разрушительным для природных биотопов, оно формирует среду, в которой ряд видов успешно существует с человеком. Поэтому особого внимания заслуживает изучение физиологических, морфологических и экологических реакций животных на особенности городской среды, адаптаций и устойчивости к антропогенным нарушениям. Малоизученность темы для среднеазиатского региона, ее практическая и теоретическая важность в условиях возрастающих темпов урбанизации и усиления степени контакта человека и животных определили актуальность темы диссертационной работы. Объектом исследования выбраны млекопитающие, являющиеся важным компонентом наземных экосистем, проявляющие хорошие модельные признаки.

Цель работы: выявление закономерностей трансформации фауны млекопитающих и адаптивных особенностей териокомплексов урбанизированных территорий Узбекистана.

Задачи исследований:

1. Охарактеризовать фауну млекопитающих г. Ташкента и выявить особенности ее трансформации в историческом аспекте.
2. Проанализировать фаунистические комплексы млекопитающих г. Ташкента в зависимости от типа местообитаний, выявить структуру сообществ, биотическую приуроченность видов.
3. Определить особенности влияния транспортных коммуникаций между городами на фауну и экологические особенности сообществ млекопитающих Узбекистана.
4. Определить половозрастные, морфофизиологические и краниометрические особенности популяций доминирующих видов млекопитающих в разных функциональных зонах городов.
5. Определить особенности гельминтофауны доминирующих видов млекопитающих г. Ташкента.
6. Рассмотреть особенности накопления микроэлементов в костной ткани мелких млекопитающих г. Ташкента, по сравнению с их природными популяциями.

Научная новизна. Впервые на примере Ташкента показаны особенности формирования сообществ и функционирования популяций доминирующих видов мелких млекопитающих. Оценена роль «зеленых коридоров», способствующих поддержанию общего биоразнообразия в городах. Дано подробное описание популяционных, морфофизиологических и краниометрических различий между синантропной и экзоантропной популяциями домовой мыши. Впервые приведены данные по составу и степени зараженности гельминтами грызунов г. Ташкента и содержанию микроэлементов в костной ткани мелких млекопитающих, рассмотрено влияние транспортных коммуникаций на расселение животных и их роль как фактора прямой смертности.

Научно-практическая значимость работы. Полученные результаты могут быть использованы для прогноза изменения видового состава и численности мелких млекопитающих в урбанизированных зонах. Данные по биоразнообразию городских териокомплексов из различных функциональных зон могут использоваться для подготовки рекомендаций по формированию зеленых и рекреационных зон. Данные по распределению млекопитающих в исследованных местообитаниях внесены в Кадастр редких видов фауны Ташкентской области Узбекистана (2013). Примененный в исследовании подход

использования качественных и количественных показателей сообществ мелких млекопитающих рекомендован для мониторинговых исследований степени нарушенности биоценозов. Результаты исследования внедрены в учебный процесс на кафедре зоологии и эволюционной экологии животных Тюменского государственного университета.

Основные положения, выносимые на защиту:

1. Биоразнообразие фаунистических комплексов микромаммалий г. Ташкента, состоящих из аборигенных и чужеродных видов, изменяется по градиенту урбанизации в сторону уменьшения биоразнообразия сообществ и упрощения их структуры.

2. «Зеленые коридоры» разных типов способствуют поддержанию биоразнообразия урбациенозов, при этом особенно велика роль берегов рек и каналов. Дорожно-транспортные коммуникации способствуют пассивному переносу видов между населенными пунктами, являясь в то же время причиной повышенной смертности ряда видов животных.

3. Изменения морфо-физиологических и краинометрических признаков синантропной популяции домовой мыши по сравнению с природными являются адаптивным ответом на влияние антропогенных факторов, что проявляется в ускорении роста, повышении уровня метаболизма, энергетического обмена и общей стрессированности организма грызунов в условиях урбациенозов.

4. Городская среда обитания является более благоприятной для развития и расселения гельминтов синантропных грызунов по сравнению с природной: экстенсивность инвазии здесь выше, чем в природе; при этом показатели видового разнообразия и степень зараженности зависят от типа городских местообитаний.

Личный вклад автора. Автором самостоятельно собран весь полевой материал, проведена его камеральная и статистическая обработка, определены закономерности, отраженные в выводах диссертации.

Апробация работы. Полученные результаты исследования представлены и обсуждены на конференциях различного уровня: Международном совещании «Синантропия грызунов» (Иваново, Россия, 1994); 2-м Европейском Конгрессе по млекопитающим (Саутгемптон, Великобритания, 1995); Международном совещании «Состояние териофауны в России и ближнем зарубежье» (Москва, Россия, 1995, 2016); 3-ей Международной научно-практической конференции «Человек и животные» (Астрахань, Россия, 2005); 12-й Международной конференции по биологии грызунов, Зонгулдак (Турция, 2010); Международной конференции «Наземные позвоночные аридных экосистем» (Ташкент, Узбекистан, 2012); Международной научно-практической конференции «Научно-методические основы составления Государственного кадастра Республики Казахстан» (Алматы, Казахстан, 2013); Республиканской конференции «Теоретические и прикладные проблемы сохранения биоразнообразия животных Узбекистана» (Ташкент, Узбекистан, 2013), VII Международном коллоквиуме по беличьим (Хельсинки, Финляндия, 2015).

Публикации. По материалам диссертации опубликовано 37 работ, в том числе 9 статей в ведущих рецензируемых научных журналах, рекомендованных ВАК РФ, 2 статьи из баз данных WoS и Scopus, а также одна коллективная монография.

Структура и объем диссертации. Работа изложена на 245 страницах машинописного текста и состоит из введения, 7 глав, выводов, списка литературы и приложений. Диссертация содержит 34 рисунка и 28 таблиц. Библиографический список включает 317 источников, в том числе 46 – на иностранных языках.

Благодарности. Автор выражает искреннюю благодарность за помощь в работе А.В. Есипову, к.б.н. Э.В. Вашетко, к.б.н. Б. Сиддикову, к.г.н. Е.И. Гражданкиной, а также акад. Д.А. Азимову, к.б.н. П.Л. Богомолову за ценные замечания и рекомендации и д.б.н. Е.В. Карасевой за поддержку на начальном этапе работы.

ГЛАВА 1 ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР ПО ПРОБЛЕМЕ

1.1 История изучения вопроса

Приведен литературный обзор по вопросам урбазэкологии как направления общей экологии и фаунистики позвоночных животных, обитающих в городах Западной Европы, США, России и Средней Азии (в том числе Узбекистана) за период с конца 19 в. (Кайгородов, 1885; Сатунин, 1892, 1895; Hudson, 1898 и др.) по настоящее время (Тихонова и др., 2012; Гашев, Быкова, 2012; Митропольский, 2013; Быкова, Гашев, 2014; Быкова et al., 2015; Гашев и др., 2015, 2016 и др.). Отмечается, что степень изученности вопроса недостаточна, т.к. большинство работ не затрагивает фундаментальные вопросы адаптивности животных к условиям городов, как эволюционно новой среде обитания.

1.2 Особенности городской среды обитания и классификация видов по синантропии

Город рассматривается как своеобразная среда обитания комплекса животных. С одной стороны, относительно стабильный температурный режим, повышенная влажность, изобилие корма в сочетании с разнообразными условиями обитания и низкой численностью или отсутствием хищников обеспечивает популяциям животных экологическую стабильность. С другой, в городах складывается ряд неблагоприятных условий, ведущих к фрагментации, деградации и разрушению естественных местообитаний. Недостаточная емкость среды обитания приводит к исчезновению ряда видов и генетической изоляции микропопуляций остальных видов. Высокий уровень загрязнения, повышение фактора беспокойства, появление неспецифических факторов смертности, конкуренция с чужеродными и домашними видами, повышение уровня переноса инвазий от домашних животных к диким приводят к снижению устойчивости и исчезновению ряда видов. Согласно классификации Б. Клаустница (1990), фауна урбациенозов включает: реликтовые (нативные), адвентивные (пришлые) и домашние виды животных. В Узбекистане к представителям дикой фауны, сумевшим адаптироваться к городским биоценозам, относятся желтый суслик, восточная слепушонка, серый хомячок и другие. Примером случайного заселения является серая крыса. К интродуцированным видам относятся обыкновенная белка и ондатра. С появлением устойчивых поселений возникает явление «синантропии» - тесное сосуществование с человеком или зависимость от его деятельности. В Узбекистане истинными, или облигатными синантропами (эвсинантропами) являются домовая мышь и серая крыса. К гемисинантропам, т.е. видам с экологически и географически ограниченной синантропией, большая часть которых обитает в естественных биотопах, но охотно поселяется и в антропогенном ландшафте в Ташкенте, относятся желтый суслик, серый хомячок, малая белозубка, летучие мыши, илийская полевка.

ГЛАВА 2 ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНА ИССЛЕДОВАНИЙ

2.1 Физико-географическая характеристика района исследований

На основании литературных данных дано описание физико-географических условий района исследования. Ташкент – (41°18' с.ш. 69°16' в.д.) расположен на северо-востоке Узбекистана, в долине реки Чирчик, на высоте от 380 до 520 м н.у.м. Площадь - 33.155 га. Естественные биотопы включают степные равнины и пойменные тростниковые заросли. Ташкент располагается на границе субтропического и умеренно-континентального климатических поясов. Город находится в зоне древних поливных земель и причисляется к оазисам антропогенного происхождения.

2.2 Особенности урбанизации в республике Узбекистан

Население Узбекистана распределено неравномерно. Доля городского населения в 2016 г. составила 50.6%. В Узбекистане имеется 12 областей и 1 автономная Республика (Каракалпакстан) с различным уровнем урбанизации. Наибольшее число городов и

поселков городского типа (35) находится в Ташкентской области, являющейся важнейшим индустриально-промышленным и культурно-политическим центром страны.

2.3 Характеристика города Ташкента

Дается описание происхождения, пространственно-временной динамики и топографии Ташкента, возраст которого превышает 2000 лет. Численность населения в 2016 г. достигла 2393.2 тыс. человек. С учетом информации об экологической обстановке в городе и особенностях распределения антропогенной нагрузки дана интегральная оценка 22 опытных площадей. Наибольшая антропогенная нагрузка характерна для селитебной зоны (22.2 балла), зоны городских пустырей (19.75 баллов) и промышленной зоны (16.88 баллов). Наименьшая антропогенная нагрузка отмечена для лесопарковой зоны (6.75 баллов) (Быкова, 2013).

ГЛАВА 3 МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Объектом исследования являются млекопитающие, изучение фауны и экологии популяций которых проводились в 1991-2004, 2006, 2010-2014 гг. в Ташкенте и его окрестностях. В качестве модельной группы выбраны мелкие млекопитающие (преимущественно насекомоядные и грызуны). Контрольные площадки закладывались в природоохранном хозяйстве (ПОХ) «Сайхун» (Сырдарьинская обл.) и на южном побережье оз. Айдаркуль (Джизакская обл.). Территория города была разделена на функциональные зоны: 1 зона - многоэтажная застройка; 2 зона - частная застройка, 3 зона – городские неудобья; 4 зона – лесопарки (Гашев и др., 1997; Гашев, 2000). В пределах каждой зоны определялся видовой состав и экологические характеристики сообщества млекопитающих (Гашев, 1998). Всего отработано 2500 ловушко-суток, отловлено 340 особей 6 видов; по результатам зимних маршрутных учетов выявлено еще 5 видов. Также обработано 4801 погадок ушастой совы, в них обнаружены остатки черепов 8040 особей 10 видов мелких млекопитающих. При расчете интегральной оценки антропогенной нагрузки на пробных площадках использовалась градация баллов по Гашеву (2000), Левых и Бажиной (2012). Для изучения адаптаций грызунов к городской среде изучалась популяционная структура, репродуктивные особенности, морфофизиологические и краинометрические показатели популяций *Mus musculus*. Для изучения репродуктивных характеристик сообщества использовали интегральный показатель успешности размножения URZ, а для определения степени антропогенной адаптированности городских млекопитающих - интегральные индексы адаптированности видов и устойчивость сообществ млекопитающих в целом (Гашев, 2000; Гашев и др., 2015, 2016). Для изучения реакции мелких млекопитающих на изменения факторов среды применялся метод морфофизиологических индикаторов (Шварц и др., 1968). Краинометрические особенности синантропной и природных популяций домовой мыши изучались по 13 основным краинометрическим признакам (Pankakoski *et al.*, 1986). Гельминтологические исследования грызунов Ташкента проводились методом полного гельминтологического вскрытия по Скрябину (1928), всего обследовано 127 особей *Mus musculus* и 33 особи *Rattus norvegicus*, выявлено 192 особи 16 видов гельминтов. Для комплексной оценки сообществ мелких млекопитающих и гельминтокомплексов использовались индексы видового богатства и видового разнообразия (Одум, 1986). Степень сходства разных типов городских сообществ млекопитающих определялась по коэффициенту фаунистического сходства Жаккара. На основе данных учета Отдела профилактической дезинфекции станции Ташкент определялись показатели степени заселенности железнодорожного транспорта, всего обследовано 2427 поездов. Исследования гибели животных на автомобильных дорогах проводились по трассам Ташкент-Самарканд-Бухара-Нукус-п.Каракалпакстан и Джизак-Нурата-Зеравшан-Учкудук-Нукус, где было зафиксировано 103 особи погибших позвоночных животных.

Содержание микроэлементов в костной ткани 10 черепов домовой мыши из различных зон Ташкента изучалось методами рентгеноспектрального и инструментального нейтронно-активационного анализа в лаборатории КГГС ГГП «Кизилтепаеология». Методом ICP-MS спектрального анализа в Центре судебной экспертизы РУз было обследовано 70 черепов 5 видов микромаммалий для определения закономерностей накопления микроэлементов в зависимости от степени урбанизации и типа питания. Статистическая обработка проводилась по общепринятым методикам (Лакин, 1980 и др.) с использованием программ Excel, Statistica 6.0, «STATAN» и др.

ГЛАВА 4 ФАУНА МЛЕКОПИТАЮЩИХ ТАШКЕНТА

4.1 Видовой состав млекопитающих

Современная фауна млекопитающих Ташкента включает 28 видов, из которых 3 вида относится к отряду Insectivora, 10 – Chiroptera, 9 – Rodentia и 6 – Carnivora. *Sciurus vulgaris*, *Ondatra zibethicus*, *Rattus norvegicus* и *Neovison vison* являются интродуцентами. Исторически территория современного Ташкента была заселена представителями фауны: 1) степей, полупустынь и подгорных равнин (*Hemiechinus auritus*, *Vormela peregusna*, *Mustela eversmannii*, *Meles leucurus*, *Vulpes corsac*, *Spermophilopsis* sp., *Spermophilus* sp., *Allactaga* sp., *Meriones* sp., *Rombomys opimus*, *Gazella subgutturosa*, *Equus hemionus kulan*); 2) пойменных лесов и тростниковых зарослей (*Microtus ilaeus*, *Rattus turkestanicus*, *Lepus tolai*, *Canis aureus*, *Panthera tigris virgata*, *Sus scrofa*, *Cervus elaphus bactrianus*); 3) интразональных биотопов (*Suncus etruscus*, *Crocidura suaveolens*, *Mustela nivalis*, *Vulpes vulpes*, *Cricetus migratorius*, *Ellobius tancrei*). В условиях городов высокой адаптированности достигают грызуны с характерной стратегией размножения (r-стратеги), степенью антропофобии (эвсинантропы, гемисинантропы и антропофилы) и способом питания (пастищный или комбинированный тип). При этом наибольшей приспособленности к условиям урбанизации достигают эвсинантропы (домовая мышь, серая крыса). В результате освоения земель и прямого воздействия человека из Ташкента исчезли антропофобы (крупные хищные и копытные), нейтралы средних размеров (хищные и зайцеобразные) и виды, для которых независимо от их размера потеряны естественные местообитания (например, псамофильные виды исчезли из-за обводнения городской территории). Воздействие чужеродных видов по типу конкуренции и хищничества приводит к исчезновению нативных и появлению адвентивных видов. Более высокие индексы антропогенной адаптированности в городских сообществах млекопитающих характерны для эвсинантропов и гемисинантропов (желтый суслик, илийская полевка, серый хомячок, гребенщиковая песчанка и др.).

4.2 Териокомплексы различных функциональных зон города

Состав териокомплексов меняется в градиенте урбанизации от наименее урбанизированной лесопарковой зоны до зоны многоэтажной застройки (табл. 1). Выявлено, что во всех функциональных зонах города абсолютным доминантом является домовая мышь, хотя ее доля снижается от зоны многоэтажной застройки к контролю (ПОХ «Сайхун»). В селитебной зоне роль субдоминанта играет серая крыса, ее доля достигает максимальных значений в зоне частной застройки. На остальных участках серая крыса уступает роль субдоминанта восточной слепушонке и малой белозубке, а в контроле – гребенщиковой песчанке. Доля многозубки-малютки выше в контроле, чем в городских местообитаниях (рис. 1). В контроле встречается ряд видов тугайного комплекса, практически исчезнувших из Ташкентского оазиса (*Lepus tolai*, *Sus scrofa*, *Meles leucurus*, *Felis libyca*), а также *C. aureus* и *V. vulpes*, отмечавшиеся только в лесопарковой части города и пойме Чирчика, примыкающей к городской черте, но их численность в контроле выше. В биотопах, в значительной степени затронутых урбанизацией, наблюдается снижение общего числа видов. Доля эвсинантропов

понижается от зоны многоэтажной застройки к зоне лесопарков, в то же время усиливается роль гемисинантропов и антропофильных видов.

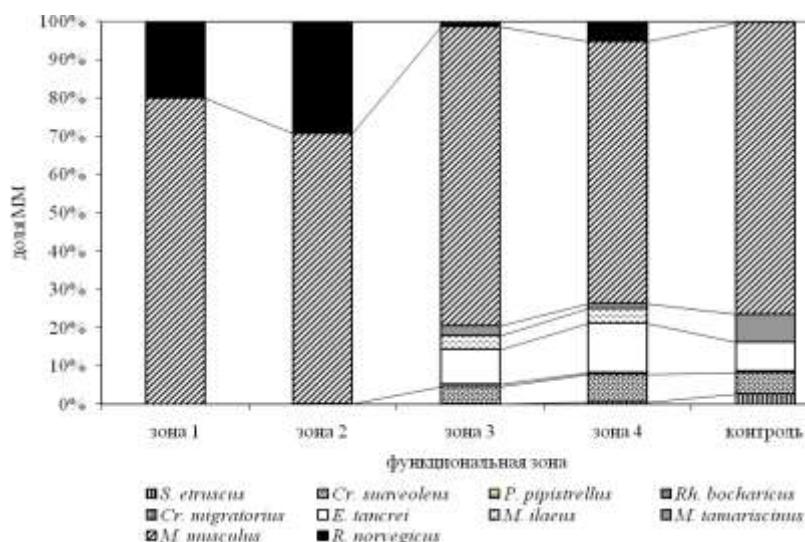


Рис. 1 - Видовое соотношение мелких млекопитающих (ММ) в различных функциональных зонах Ташкента и контроле (по данным учета методом ловушко-линий и анализа погадок ушастой совы), 1991-1995 и 2010-2012 гг.

образуют единый кластер, а выборки из 3 и 4 зон образуют общий кластер с контролем. Наименьшим уровнем сходства характеризуются 1 зона и контроль (рис. 2).

Сравнение показателей видового разнообразия сообществ зверьков из различных функциональных зон города показало, что изменение биоразнообразия идет по градиенту

Полусинантропы доминируют в сообществах 3 и 4 зон, доля антропофильных видов повышается, появляются виды-нейтралы, что сближает зеленые незаселенные участки города с контрольной территорией, где отмечено доминирование видов-нейтралов. Таким образом, отмечено усиление синантропии на фоне роста степени антропогенного воздействия в градиенте урбанизации от зоны лесопарков к зоне многоэтажной застройки. Кластерный анализ степени сходства городских сообществ микромаммалий по Евклидову расстоянию показал, что выборки из 1 и 2 зон

образуют единый кластер, а выборки из 3 и 4 зон образуют общий кластер с контролем. Наименьшим уровнем сходства характеризуются 1 зона и контроль (рис. 2). Сравнение показателей видового разнообразия сообществ зверьков из различных функциональных зон города показало, что изменение биоразнообразия идет по градиенту урбанизации от незастроенных участков города до селитебной зоны в сторону уменьшения биоразнообразия сообществ и упрощения их структуры (табл.1). Показатели видового разнообразия, полученные на контрольной территории (R, H, D), в среднем на 34.3% ниже таковых в городских местообитаниях близких к природным. Городские сообщества микромаммалий достигают полной антропогенной адаптированности (IAA) независимо от функциональной зоны, что обусловлено высокой долей синантропных видов. Более низкий показатель получен для контролля, где повышается

Для городских сообществ также значение антропофильных и нейтральных видов. Характерна более высокая общая устойчивость (U) по сравнению с природными. Особенно высок этот показатель для обеих селитебных зон, населенных преимущественно эвсинантропными видами семейства Muridae, что подтверждает успешность ко-адаптации мышей и крыс к обитанию в жилье человека.

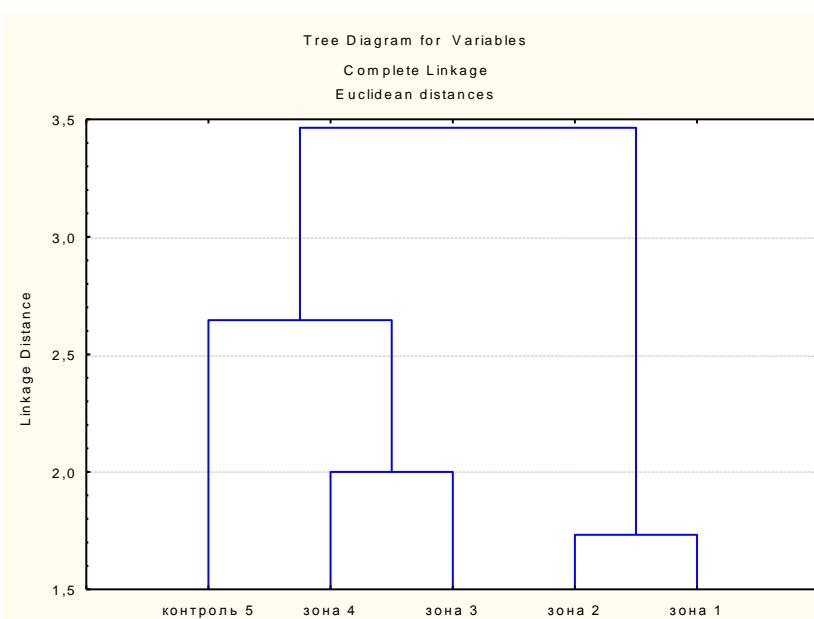


Рис. 2 - Сходство сообществ мелких млекопитающих различных функциональных зон г. Ташкента

значение антропофильных и нейтральных видов. Характерна более высокая общая устойчивость (U) по сравнению с природными. Особенно высок этот показатель для обеих селитебных зон, населенных преимущественно эвсинантропными видами семейства Muridae, что подтверждает успешность ко-адаптации мышей и крыс к обитанию в жилье человека.

Таблица 1- Деление городской территории по степени урбанизированности и показатели видового разнообразия сообществ мелких млекопитающих различных функциональных зон г. Ташкента и контрольной территории

Функциональные зоны	1 зона	2 зона	3 зона	4 зона	Контроль
Тип местообитания	многоэтаж. застройка	частная застройка	городские неудобья	лесопарки	ПОХ «Сайхун»
Средний балл антропогенной нагрузки	22.2	19.7	16.9	6.7	6
Общее число видов ММ	7	10	23	17	14
Относит. обилие (экз./100 лов.-суток)	14.5	15.6	13.8	10.8	19.12
Доминирующие группы	эвсинантро-пы	эвсинатро-пы/гемисинатропы	гемисинантропы	гемисинантропы	нейтралы
Индекс видового богатства, R	0.69	1.2	5.34	5.43	3.88
Индекс видового разнообразия Шеннона, H	0.99	1.48	2.09	2.41	1.51
Индекс видового разнообразия Симпсона, D	0.49	0.62	0.64	0.75	0.47
Индекс доминирования Симпсона, C	0.51	0.38	0.35	0.25	0.53
Индекс антропогенной адаптированности, IAA, %	100	100	100	100	13.02
Общая устойчивость сообщества, U	4.06	4.32	2.48	2.48	1.66
Обобщенный показатель благополучия, SSS	30.70	27.79	4.32	30.85	18.65

ГЛАВА 5 РОЛЬ ИНТРОЗОНАЛЬНЫХ ТЕРРИТОРИЙ В ПОДДЕРЖАНИИ БИОРАЗНООБРАЗИЯ В УРБАЦЕНОЗАХ

5.1 «Зеленые коридоры» как фактор поддержания биоразнообразия в урбанизированных ландшафтах

Глава составлена на обобщении собственных, опросных и литературных данных (Колесников, 1953; Богданов, 1953; Кузякин, 1956; Митропольский, 2005; Гашев и др., 2012). Своеобразной «интразональной» территорией в городе являются зоны отчуждения вдоль автомобильных и железных дорог, ЛЭП, берега рек и каналов. Эти местообитания играют роль «зеленых коридоров», соединяющих территории в центре города с пригородными ландшафтами. В Ташкенте желтый суслик распространен вдоль границ с заходами вглубь города по направляющим линиям рельефа (Быкова, Есипов, 2005). Руслы рек и каналов используют для расселения восточная слепушонка, обыкновенная лисица, шакал, ласка и перевязка, обитающие в пойме р. Чирчик. В 1980-е гг. в канал Салар проник инвазивный вид - американская норка. Ондатра, акклиматизированная в Ташкентской области в 1950-х гг., встречается по Чирчику и всем крупным городским каналам. Серая крыса – гидрофильный вид, успешно использует для расселения водные коридоры. В Ташкенте желтый суслик заселяет зону отчуждения вдоль железной дороги, пустыри промзон с подъездными ж/д путями, заброшенные тупики. Таким образом, «зеленые коридоры» разного рода способствуют проникновению нативных видов, а также гидрофильных и антропофильных инвазивов в города из пригородов, служат для них стациями переживания, поддерживая общее биологическое разнообразие в городах.

5.2 Влияние транспортных коммуникаций на особенности формирования сообществ позвоночных животных

Характерной особенностью современных урбациенозов является наличие сети дорог, которая, усиливая изоляцию и мозаичность урбациенозов, в тоже время способствует

расселению видов, но может быть также прямым фактором их смертности.

5.2.1 Роль железнодорожного транспорта в расселении грызунов

При изучении возможностей пассивного расселения синантропных грызунов (серой крысы и домовой мыши) поездами установлено, что 98.95% случаев заселения поездов приходится на долю домовой мыши. Доля серой крысы составляет 1.05%. В большинстве случаев грызун фиксировался в привокзальных постройках (3-4% от общего количества встреч зверьков на станциях). Корреляционный анализ указал на существование достоверной (при $P < 0.01$) линейной обратной связи сильной степени ($r = -0.91 \pm 0.13$) заселенности грызунами поездов с температурой воздуха. Максимальная заселенность наблюдается в январе (56.8%) при средней температуре -0.6°C , а минимальная – в июле-августе (26.7 и 29.2%) при средней температуре $+25-27^{\circ}\text{C}$ (рис. 3).

5.2.2 Автодороги как фактор смертности позвоночных животных

Выяснено, что среди погибших животных на долю млекопитающих приходится 53.4% (Insectivora - 12.7%, Rodentia - 49.1%, Lagomorpha - 7.3% и Carnivora - 30.9%), птиц - 12.6 %, рептилий – 34.0%. Гибель животных отмечена на 42% обследованных участков, характеризующихся трехрядным движением, нагрузкой 10-99 автомобилей в час и скоростью движения автомобилей 40-69 км/час.

Рис. 3 - Степень заселенности поездов и вагонов Узбекской железной дороги грызунами в 1993-1995 и 1996-1997 гг.

Вероятность гибели позвоночных выше на дорогах, проходящих по естественному ландшафту (90.3%) по сравнению с урбанизированными и агроценозами (9.7%). Отмечена высокая смертность колониальных животных (желтый суслик и большая песчанка: 10.6% и 5.8% от общего числа погибших животных соответственно). Процент гибели наиболее высок в весенний период (55.3%) за счет расселяющихся молодых зверьков, и видов, впадающих в летнюю спячку (среднеазиатская черепаха - 54.4%, желтый суслик - 19.3%). Видовой состав погибших животных выше летом (14 видов), чем весной и осенью (9 и 5 видов соответственно).

ГЛАВА 6 ПОПУЛЯЦИОННЫЕ ПАРАМЕТРЫ ГОРОДСКИХ И «ДИКИХ» ДОМОВЫХ МЫШЕЙ

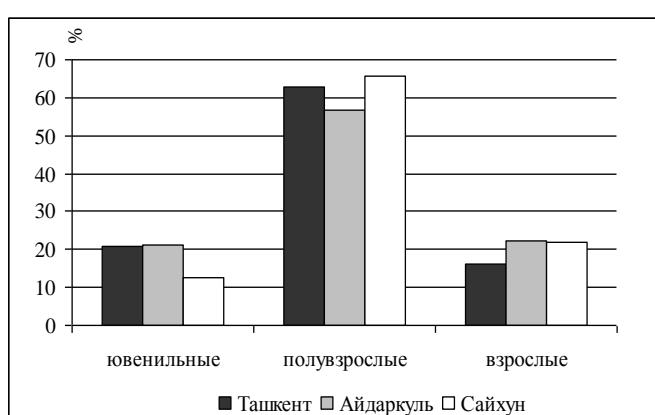


Рис.4 - Распределение возрастных групп домовой мыши в городской и природных популяциях, 1991-1995, 2010-2012 гг.

Для изучения механизма адаптаций грызунов к обитанию в урбанизированных районах рассматривались популяционные параметры синантропной домовой мыши и двух контрольных групп *M. musculus* из ПОХ «Сайхун» и с оз. Айдаркуль.

6.1 Половозрастная структура популяций домовой мыши

Соотношение полов в городской и сайхунской популяциях домовой мыши близко 1:1 с некоторым превышением доли самцов по сравнению с самками (52% самцов в Ташкенте, 53% самцов на

Сайхуне) и не зависит от сезона. В айдарской популяции доля самцов в 2 раза больше доли самок (2:1). Соотношение полов меняется в зависимости от возраста зверьков и типа стаций. Во всех популяциях просматривается тенденция к преобладанию самцов среди полу взрослых и самок среди взрослых, что объясняется большей подвижностью расселяющихся полу взрослых самцов и связанной с ней более высокой элиминацией, как в городской, так и в природных популяциях. Анализ возрастной структуры городской популяции домовой мыши (рис. 4) показал, что на долю ювенильных зверьков приходится 20.5%, полу взрослых – 64.1%, взрослых - 15.4% (1:3:1). В контроле также преобладают полу взрослые зверьки. Таким образом, нами не отмечено различий в возрастной структуре популяции городских грызунов по сравнению с природными.

6.2 Плодовитость популяций домовой мыши

Для характеристики плодовитости синантропной и природных популяций домовых мышей использовались такие параметры как доля размножающихся самок, количество эмбрионов в расчете на одну беременную самку, доля резорбирующих эмбрионов. Наиболее высокое значение интегрального показателя успешности размножения URZ отмечено для айдарской популяции (URZa), наиболее низкое - для сайхунской (URZs), ташкентская популяция (URZt) по этому показателю заняла промежуточное значение: URZa = 3236.25 > URZt = 1875.3 > URZs = 1330. В целом городская популяция отличается от природной (Сайхун) более высокой плодовитостью (выше в 1.7 раз), что, вероятно, является компенсаторной реакцией на повышенную смертность в городе.

6.3 Морфофизиологические показатели популяций домовой мыши

При сравнении морфофизиологических индикаторов состояния городской и двух контрольных популяций домовой мыши отмечено, что абсолютный размер тела, абсолютная и относительная масса тела «диких» зверьков достоверно больше, чем городских. По экстерьерным признакам у ташкентских мышей индексы хвоста и уха достоверно выше таковых у сайхунских, что наряду с уменьшением размеров тела является адаптивной реакцией синантропной популяции на сильное техногенное воздействие. Среди интерьерных признаков достоверные различия найдены по индексам надпочечников и селезенки в сторону их увеличения у синантропных зверьков, в то время как индекс почки у них, напротив, достоверно меньше, чем у диких. Наши данные свидетельствуют о большей подвижности, стрессированности и напряженности метаболических процессов у городских мышей по сравнению с дикими. Значения гепатосупраренального коэффициента (HGSi) достоверно ниже в ташкентской популяции по сравнению с природными, что демонстрирует снижение ее энергетического потенциала. Уменьшение HGSi наряду со снижением абсолютной и относительной массы тела у городских зверьков и повышением индекса надпочечников указывает на менее благоприятные условия и более высокую подверженность стрессу в урбанизациях.

При сравнении морфофизиологических индикаторов и значений гепатосупраренального коэффициента грызунов, обитающих в различных функциональных зонах, был выявлен ряд достоверных отличий (табл. 2, 3). Это привело нас к заключению, что в городе складывается ситуация, при которой его обитатели испытывают высокий стресс на фоне наличия хорошей кормовой базы. При этом зверьки, обитающие в замкнутом пространстве многоквартирных домов, малоподвижны, в их печени резервируются минимальные запасы питательных веществ. Наиболее благоприятная ситуация складывается для зверьков из лесопарковой зоны. У них отмечаются высокие показатели размера тела и HGSi. Однако, и у них имеется тенденция к повышению индексов почки и селезенки, указывающая на повышение уровня метаболизма и влияние токсических агентов, таких как тяжелые металлы (Быкова, 2010; Быкова, Гашев, 2014), гельминтозы (Быкова, Гашев, 2011). Обитатели городских неудобий, находятся в наиболее неблагоприятной ситуации. Снижение размерных

показателей тела происходит на фоне более высокой подвижности (увеличение индекса сердца), усиления общей стрессированности (увеличение индекса надпочечников и снижение HGSI). Обитатели частного сектора по степени благополучия среды обитания занимают более благоприятное положение. Несмотря на уменьшение размеров тела у них отмечаются минимальные показатели общей стрессированности. Корреляционный анализ указал на отрицательную корреляционную связь средней степени нелинейной формы ($r = -0.51 \pm 0.43$; $\eta = 0.67 \pm 0.37$) HGSI со степенью антропогенной нагрузки в различных местообитаниях. Снижение HGSI при нарастании антропогенной нагрузки говорит о большей стрессированности зверьков в урбанизированных зонах по сравнению с контролем, несмотря на благоприятные кормовые и климатические условия.

6.4 Краинометрические признаки популяций домовой мыши

Для составления краинометрического «портрета» популяции домовой мыши, длительное время существующей в условиях городской среды, изучили 13 основных метрических показателей черепа и провели сравнение с аналогичными показателями природных популяций. Ни в одной из популяций не обнаружено четкого полового диморфизма, однако, можно отметить тенденцию к более высокой скорости роста черепа у самок по сравнению с самцами, причем в ташкентской популяции эта тенденция выражена отчетливее, чем в двух природных. При сравнении городской и природных популяций отмечено, что по ряду признаков (кантилобазальной длине черепа, индексам длины диастромы, нижней челюсти, нижнего зубного ряда, носовых костей, высоте мозгового отдела и межглазничной ширине) городские грызуны достоверно превышают диких, что указывает на более высокую скорость роста черепа синантропных зверьков. Однако, ранее нами было показано, что размеры тела зверьков, обитающих в городах, меньше, чем у их диких сородичей (Быкова, 2010, 2013), т.е. в городе с уменьшением размера тела относительные размеры черепа увеличиваются, что, вероятно, является адаптацией, связанной со скоростью роста - акселерацией. По С.С. Шварцу (1980) у быстро растущих животных череп более высокий и широкий, с менее развитой лицевой частью, что обычно характерно для молодых особей. У медленно растущих животных пропорции черепа уплощены и больше вытянуты в длину, что характерно для взрослых животных. При сравнении зверьков из Ташкента и Сайхуна, видно, что кантилобазальная длина, индексы длины лицевого и мозгового отделов, длины нижней челюсти меньше у городских животных по сравнению природными, в то время как межглазничная и затылочная ширина, высота мозгового отдела и нижней челюсти больше у городских зверьков. При сравнении параметров ташкентской и айдарской популяций отмечаются меньшие показатели черепа половозрелых зверьков из природной популяции. Таким образом, в условиях города, пропорции черепа домовой мыши меняются по типу быстро растущих животных (ювенильный тип). Известно, что стресс, вызванный негативными антропогенными факторами, усиливает метаболические процессы, ускоряя рост и старение организма. Вероятно, причиной акселерации синантропных зверьков является общая стрессовость, доказанная нами ранее для всех функциональных зон Ташкента.

При сравнении интенсивности мозговой активности у зверьков из городских и природных популяций по показателю относительного объема мозгового отдела черепа (RCCV), обнаружены достоверные различия в сторону увеличения этого показателя у зверьков из обеих природных популяций, причем у айдарской этот эффект был наиболее выраженным. Это приводит нас к выводу о большем объеме мозга, а, следовательно, о большей напряженности мозговой активности у свободноживущих домовых мышей, что, по всей видимости, связано с более сложным поведением животных в природе. При сравнении краинометрических признаков у синантропных домовых мышей из селитебной и лесопарковой зон отмечено достоверное превышение по индексам высоты мозгового отдела, склеральной ширины, межглазничной ширины, высоты нижней челюсти и

Таблица 2 - Морфофизиологические особенности домовых мышей в зависимости от типа стаций г. Ташкента

Признаки	в помещениях, $X \pm m$			вне помещений, $X \pm m$		
	общие	1 зона	2 зона	общие	3 зона	4 зона
Масса тела, г	13.56 \pm 0.391	15.58 \pm 0.263***	13.36 \pm 0.404	14.6 \pm 0.785	13.033 \pm 0.786•	16.34 \pm 1.209
Длина тела, мм	73.96 \pm 0.729	78.0 \pm 0.394***	73.45 \pm 0.732	74.56 \pm 1.108	74.666 \pm 1.431	74.45 \pm 1.757
Относит. масса тела, г/мм	0.180 \pm 0.004	0.199 \pm 0.003***	0.179 \pm 0.004	0.196 \pm 0.010	0.173 \pm 0.008•	0.219 \pm 0.016
Индекс хвоста	0.80 \pm 0.007++	0.847 \pm 0.009***	0.802 \pm 0.007	0.76 \pm 0.013	0.75 \pm 0.012	0.78 \pm 0.024
Индекс ступни	0.21 \pm 0.002	0.198 \pm 0.002***	0.213 \pm 0.003	0.20 \pm 0.003	0.21 \pm 0.004	0.20 \pm 0.005
Индекс уха	0.17 \pm 0.009	0.160 \pm 0.001	0.176 \pm 0.010	0.16 \pm 0.003	0.16 \pm 0.005	0.16 \pm 0.004
Индекс сердца	6.87 \pm 0.031	6.29 \pm 0.018***	6.93 \pm 0.032	7.29 \pm 0.292	7.36 \pm 0.435	6.41 \pm 0.295
Индекс печени	56.59 \pm 0.029	52.64 \pm 0.017***	57.04 \pm 0.03	72.90 \pm 2.183	81.34 \pm 2.870	64.47 \pm 0.303
Индекс почки	7.32 \pm 0.027+	8.10 \pm 0.016***	7.23 \pm 0.028	7.89 \pm 0.285	7.65 \pm 0.451	8.59 \pm 0.113
Индекс н/почечника	0.22 \pm 0.026++	0.248 \pm 0.015	0.225 \pm 0.026	0.26 \pm 0.01	0.27 \pm 0.0257	0.23 \pm 0.030
Индекс селезенки	3.73 \pm 0.024	4.30 \pm 0.014***	3.66 \pm 0.025	4.11 \pm 0.216	3.99 \pm 0.341	4.51 \pm 0.208
HGSI	332.5 \pm 36.65	227.2 \pm 59.26	348.7 \pm 40.35	299.7 \pm 34.97	261.1 \pm 39.7	328.7 \pm 53.4

Примечание: статистические достоверные отличия между группами домовой мыши, обитающими: + - в помещениях и вне помещений; * - в зоне 1 и зоне 2; • - в зоне 3 и зоне 4. Один условный знак – отличия достоверны при $P<0.05$, два знака – при $P<0.01$, три знака – при $P<0.001$.

Таблица 3 - Морфофизиологические особенности самцов и самок домовых мышей в зависимости от типа стаций г. Ташкента

Признаки	в помещениях, $X \pm m$				вне помещений, $X \pm m$			
	1 зона		2 зона		3 зона		4 зона	
	самцы	самки	самцы	самки	самцы	самки	самцы	самки
Масса тела, г	16.4 \pm 1.031**	14.87 \pm 1.065	13.15 \pm 0.370 ^{ooo}	13.59 \pm 0.691 ^{ooo}	13.88 \pm 1.176***	12.18 \pm 1.025***	16.78 \pm 1.711	15.74 \pm 1.830
Длина тела, мм	78.33 \pm 2.319	77.71 \pm 1.873*	73.63 \pm 0.721	73.23 \pm 1.212	76.0 \pm 2.033	73.33 \pm 2.044	74.0 \pm 2.760	75.1 \pm 2.052
Относит. масса тела, г/мм	0.209 \pm 0.012**	0.191 \pm 0.012	0.176 \pm 0.004 ^{ooo}	0.182 \pm 0.007 ^{ooo}	0.182 \pm 0.011***	0.165 \pm 0.01***	0.228 \pm 0.024	0.208 \pm 0.018
Индекс хвоста	0.877 \pm 0.042*	0.822 \pm 0.033*	0.785 \pm 0.008	0.821 \pm 0.010	0.742 \pm 0.020	0.763 \pm 0.015	0.774 \pm 0.040	0.798 \pm 0.023
Индекс ступни	0.197 \pm 0.006*	0.199 \pm 0.008	0.213 \pm 0.003	0.213 \pm 0.003	0.211 \pm 0.005	0.205 \pm 0.007	0.208 \pm 0.009	0.195 \pm 0.006
Индекс уха	0.163 \pm 0.009	0.158 \pm 0.003	0.162 \pm 0.002	0.191 \pm 0.023	0.164 \pm 0.008	0.155 \pm 0.008	0.161 \pm 0.006	0.161 \pm 0.006
Индекс сердца	6.446 \pm 0.326	6.127 \pm 0.851	6.830 \pm 0.031	7.053 \pm 0.358	7.943 \pm 0.737#	6.670 \pm 0.322	6.282 \pm 0.353#	6.604 \pm 0.546
Индекс печени	51.64 \pm 1.627*	53.62 \pm 6.042	55.51 \pm 0.029	59.20 \pm 4.006	75.97 \pm 1.740	86.71 \pm 7.613	63.79 \pm 6.456	65.15 \pm 5.957
Индекс почки	10.35 \pm 0.487***	6.302 \pm 0.346	7.437 \pm 0.027	6.973 \pm 0.20	8.154 \pm 0.634	7.154 \pm 0.827	8.333 \pm 0.978	8.864 \pm 0.715
Индекс н/почечника	0.265 \pm 0.022	0.238 \pm 0.075	0.222 \pm 0.026	0.229 \pm 0.022	0.286 \pm 0.041	0.255 \pm 0.033	0.172 \pm 0.042	0.303 \pm 0.046
Индекс селезенки	2.325 \pm 0.265***	5.880 \pm 2.235	3.493 \pm 0.024	3.875 \pm 0.748	3.907 \pm 0.587	4.071 \pm 0.572	4.023 \pm 0.456	5.0 \pm 0.736
HGSI	196.9 \pm 11.16***	257.5 \pm 128.5	326.6 \pm 27.12!!!	376.1 \pm 85.24	198.8 \pm 11.86	323.4 \pm 62.15	296.6 \pm 70.95	382.2 \pm 86.87

Примечание: статистические достоверные отличия обнаружены по полам между самцами и между самками, обитающими: * - в зоне 1 и зоне 2; # - в зоне 3 и зоне 4; • - в зоне 1 и зоне 3; ! - в зоне 2 и зоне 3; ° - в зоне 2 и зоне 4. Один условный знак – отличия достоверны при $P<0.05$, два знака – при $P<0.01$, три знака – при $P<0.001$.

длины носовых костей у особей, обитающих вне помещений, что говорит о большей скорости роста черепа у «уличных» зверьков по сравнению с «домашними» и косвенно указывают на большие объемы мозга. По показателю RCCV отмечена та же тенденция к увеличению его значений у «уличных» животных по сравнению с «домашними». Более интенсивная мозговая деятельность «уличных» зверьков, вероятно, связана с высоким уровнем беспокойства. Черепа зверьков, обитающих в частных домах по большинству промеров (10 из 13-ти) превосходят таковые у зверьков из многоэтажных домов. Таким образом, наименьшими значениями показателя RCCV отличаются обитатели многоэтажных домов, дальше по степени нарастания следуют зверьки из частного сектора и лесопарка. Наиболее высокие показатели RCCV характерны для животных, обитающих на Айдаре и Сайхуне. Следовательно, способность к более сложному поведению у домовых мышей нарастает обратно пропорционально градиенту урбанизации. Корреляционный анализ указал на существование достоверной (при $P < 0.01$) отрицательной криволинейной корреляционной связи сильной степени ($r = -0.76 \pm 0.37$; $\eta = 0.97 \pm 0.13$) приведенного объема мозгового отдела черепа домовой мыши из различных местообитаний со степенью антропогенной нагрузки. При нарастании антропогенной нагрузки снижаются показатели RCCV, указывая на более сложные поведенческие реакции домовых мышей в менее нарушенных и природных популяциях.

6.5 Особенности гельминтофауны популяций синантропных грызунов

У домой мыши и серой крысы из г. Ташкента было выявлено 16 видов цестод и нематод. Экстенсивность инвазии (Е) составила 33.1%. Цестодами инвазировано 63.3% грызунов, нематодами 36.7%. Интенсивность инвазии (I) – 4.6 экз./ос. Доминирующими видами является *Taenia pisiformis* (Е=8.8%) и *Catenotaenia pusilla* (Е=6.3%), субдоминантами - *Syphacia obvelata* (Е=3.8%) и *Hydatigera taeniaformis* (Е=3.8%). Наибольшая степень зараженности отмечается у полувзрослых особей (*R. norvegicus* – 47.6%, *M. musculus* – 85.3%), что связано с их высокой двигательной активностью и большей степенью контакта с инвазионным началом – яйцами и личинками геогельминтов. В наименьшей степени заражены молодые зверьки *M. musculus* (2.9%), которым паразиты передаются непосредственно от родителей. В исследуемой городской популяции домовой мыши не было обнаружено половых различий по степени зараженности гельминтами. У серой крысы инвазированность самок оказалась в 4.3 раза выше, чем у самцов. Степень зараженности серой крысы в 2.4 раза выше, чем домовой мыши, что, связано с более широким спектром питания этого грызуна. Однако число паразитов в расчете на одну особь в 2.5 раза выше у домовой мыши.

У домовой мыши было зарегистрировано 13 видов паразитов (7 цестод, 6 нематод), 9 из которых найдено только у этого вида грызунов. У серой крысы в целом отмечено 8 видов гельминтов (6 цестод, 2 нематоды), 3 вида найдено только у нее. Показатель видового богатства гельминтов у домовой мыши в 1.2 раза выше, чем у серой крысы (R m.m. = 13,24; R r.n.=11,17). Индексы видового разнообразия Шеннона и Симпсона у домовой мыши также несколько превышают таковые у серой крысы (H m.m. = 1.79 и D m.m. = 0.77; H r.n. = 1.66 и D r.n. = 0.76). Интенсивность инвазии цестод у *M. musculus* - 1.4 экз./ос, нематод – 7.3 экз./ос. Интенсивность инвазии цестод у *R. norvegicus* - 1.6 экз./ос, нематод – 4.5 экз./ос. Общими являются: *Catenotaenia pusilla*, *Hymenolepis diminuta*, *Mesocestoides lineatus*, *Taenia pisiformis* и *Hydatigera taeniaformis*. Показатели экстенсивности и интенсивности инвазии меняются в зависимости от типа городских местообитаний. Наибольший уровень зараженности установлен для пустырей и зоны частной застройки, наименьший – для лесопарковой зоны и зоны многоэтажной застройки. Наибольшая интенсивность инвазии отмечена для зоны частной, наименьшая – для зоны многоэтажной застройки (табл. 4).

Таблица 4 - Экстенсивность (Е), интенсивность инвазии (I) и индексы видового богатства R и разнообразия (H, D) гельминтов синантропных грызунов в зависимости от типа урбанизации, 1991-1995 гг.

Тип местообитаний	Е, %	I, экз./ос	R	H	D
1 зона	27.7	1.0	7.46	1.05	0.64
2 зона	36.2	6.2	16.2	2.02	0.81
3 зона	37.5	1.2	6.16	1.00	0.61
4 зона	20.0	3.0	6.70	1.01	0.61

Примечание: 1 зона - многоэтажная застройка; 2 зона - частная застройка, 3 зона – городские неудобства; 4 зона – лесопарки

Видовое разнообразие гельминтов грызунов зависит от типа городских местообитаний. Наибольшее число видов (16) зарегистрировано в секторе частной застройки, причем 9 из них: *C. cricetorum*, *H. diminuta*, *M. symmetrica*, *A. tetroptera*, *A. schulzi*, *S. stroma*, *H. ryjikovi*, *G. sputosa* и *G. problematicum* отмечалось только в этой зоне. В остальных типах местообитаний обнаружено по 3 вида. Доминантом является *T. pisiformis*, субдоминантами - *C. pusilla*, *S. obvelata* и *H. taeniaformis*. Индекс видового богатства R высок во 2 зоне, далее следуют 1, 4 и 3 зоны. Высокие показатели видового разнообразия H и D также отмечены во 2 зоне. Корреляционный анализ показал, что существует достоверная криволинейная корреляция между температурой и обоими показателями зараженности грызунов. Корреляционная зависимость сильной степени ($\eta=0.74\pm0.21$) отмечена для Е и средней степени ($\eta=0.50\pm0.27$) для I. Виды *T. pisiformis*, *C. pusilla*, *S. obvelata* и *H. taeniaformes* относятся к числу наиболее обычных и широко распространенных в Ташкенте гельминтов. *M. lineatus*, *H. polygyrus*, *S. stroma*, *T. hydatigena* и *H. diminuta* встречаются значительно реже, остальные виды гельминтов для исследуемого района являются редкими. Семь видов гельминтов, обнаруженных у ташкентских грызунов, могут паразитировать в организме человека (*D. caninum*, *H. diminuta*, *S. obvelata*, *M. lineatus*, *T. hydatigena*, *H. taeniaformis*, *H. diminuta*, *A. tetroptera* и *T. pisiformis*), что обуславливает практическое значение исследований.

Степень зараженности природной популяции домовой мыши в 9 раз ниже, чем городской. Это объясняется однородностью, пространственной ограниченностью природных местообитаний и обедненным составом основных хозяев (домашних и диких плотоядных). Открытая местность способствует элиминации яиц паразитов.

ГЛАВА 7 ОСОБЕННОСТИ НАКОПЛЕНИЯ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В ОРГАНИЗМЕ МЕЛКИХ МЛЕКОПИТАЮЩИХ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СТЕПЕНИ УРБАНИЗАЦИИ

7.1 Накопление микроэлементов в костной ткани синантропных домовых мышей

В исследованных образцах черепов домовой мыши, обитающей в различных функциональных зонах г. Ташкента было выявлено наличие 12 химических элементов с атомным весом свыше 50: Hg, Cr, Fe, Co, Zn, W, As, Sb, Sr, Pb, Mo и Bi. Концентрации Hg, Cr, Fe, Zn, W, As, Sb, Sr, Pb и Bi оказались выше стандартного среднего содержания (CCC). По 7 элементам (Hg, Cr, Fe, Co, Zn, W и Sb) CCC выше у самцов, по 5 элементам (W, Sr, Pb, Mo и Bi) – у самок. Наиболее загрязненными являются пробы костной ткани домовой мыши, отобранные в зоне многоэтажной застройки, промзоне и в лесопарке, к менее загрязненным относятся зоны частной и многоэтажной застройки. На всех участках отмечено наиболее сильное превышение CCC Hg и Sb, на трех участках – As, далее по степени накопления идут Cr и Bi. Самые низкие концентрации накопления отмечены для Zn и Pb. Таким образом, уровень накопления микроэлементов не зависит от функциональной зоны. Он связан с общим уровнем загрязнения, естественным фоном некоторых микроэлементов (вольфрам, стронций) и топографическими особенностями

города. Более высокий уровень загрязнения показан для центральной и южной частей города, находящихся в низине с более неблагоприятным экологическим режимом.

7.2 Особенности накопления микроэлементов в организме мелких млекопитающих в зависимости от степени урбанизации и типа питания

Для изучения закономерностей накопления микроэлементов в организме разных видов мелких млекопитающих в зависимости от степени урбанизации и пищевой специализации определялся состав и концентрации тяжелых металлов в костной ткани городских и природных популяций 5 видов: малой белозубки, восточной слепушонки, гребенщиковой песчанки, домовой мыши и серой крысы. Всего было определено среднее содержание 24 химических элементов с атомным весом выше 50: V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, As, Se, Br, Sr, Mo, Ag, Cd, Sn, Sb, Ba, W, Hg, Tl, Pb, Bi, U (табл. 6).

Таблица 6 - Среднее содержание микроэлементов в костной ткани мелких млекопитающих (ММ) на опыте (Ташкент) и в контроле (Сайхун), 2012 г.

Элементы	Содержание элементов в костной ткани ММ, мг/кг									
	<i>El. tancrei</i>		<i>Cr. suaveolens</i>		<i>M. tamariscinus</i>		<i>R. norvegicus</i>		<i>M. musculus</i>	
	опыт	контр	опыт	контр	опыт	контр	опыт	контр	опыт	контр
V	1.185	1.4	1.35	1.6	1.1	1.1	1.1	1	0.955	0.72
Cr	26.5	29	28	30	31	33	30.5	30	27.5	22
Mn	32	33	25.5	29	34	22	22.5	52	30	29
Fe	2750	3100	2650	2900	3200	2700	2650	2800	2600	2200
Co	1.45	1.6	1.35	1.4	1.4	1.4	1.2	1.3	1.25	1.1
Ni	20	21	21	22	24	23	22	22	20.5	18
Cu	11	7.5	8.35	16	19	55	5.6	23	6.6	5.4
Zn	160	94	97.5	100	120	130	155	150	125	110
As	0.97	1	0.8	4	0.71	0.66	0.79	0.82	0.74	0.92
Se	12	15	11	14	13	13	13	11	12.5	12
Br	75	63	64.5	66	69	76	37.5	60	23.5	22
Sr	725	450	250	310	190	440	330	470	300	380
Mo	1.5	1.4	1.5	1.4	1.6	1.8	1.5	1.5	1.45	1
Ag	15.25	13	31.5	55	64	18	2.35	100	10.85	76
Cd	0.25	0	0.135	0.26	0	0.26	0.095	0.19	0.225	0.18
Sn	44.5	49	48	47	54	51	55.5	53	47	48
Sb	1.245	0.2	0.825	10	0.13	0.2	0.41	0.55	0.155	4.9
Ba	88	38	32.5	22	44	18	48.5	18	52.5	26
W	0.545	0.37	0.775	9.2	0.3	0.28	0.36	0.33	12.68	6
Hg	0.855	1.1	0.745	0.78	0.7	0.79	0.71	0.63	0.58	0.61
Tl	0.057	0.089	0.041	0.092	0.029	0.037	0.015	0.018	0.013	1.1
Pb	10.65	4.9	5.65	-	4.1	3.5	7.4	4.3	14	-
Bi	0.082	0.072	0.145	1.1	0.2	0.072	0.2065	0.052	0.045	0.088
U	0.2	0.4	0.165	0.24	0.18	0.2	0.0995	0.15	0.125	0.11

Показано, что уровень накопления в организме этих микроэлементов, в первую очередь, связан с пищевой специализацией видов. Наибольшее количество элементов с максимальным содержанием отмечено в костной ткани антропофильных зверьков, питающихся подземными частями растений (*El. tancrei*), среднее количество - у семеноядных (*M. tamariscinus*) и насекомоядных (*Cr. suaveolens*) гемисинантропов, минимальное - у синантропных грызунов с широким спектром питания (*M. musculus*, *R. norvegicus*). Анализ по среднему содержанию элементов в костной ткани различных видов мелких млекопитающих на городских и природных территориях также показал видоспецифичность их накопления в зависимости от типа местообитания. При сравнении обобщенных данных по среднему содержанию микроэлементов у зверьков из городских и природных популяций были обнаружены достоверные различия по Ni, Ba, Pb (выше в синантропных популяциях), Co, Cd, W (выше в природных популяциях). Показаны

значительные отличия по Cu, As, Se, Ag, Sb, Tl и U (выше в природных популяциях), Zn (выше в городских популяциях). Таким образом, высокие концентрации микроэлементов показаны для обеих популяций, они определяются закономерностями накопления и переноса элементов, а также естественным фоном вольфрама, серебра, стронция и урана.

ВЫВОДЫ

1. Современная фауна млекопитающих г. Ташкента представлена 28 видами; за время существования города 9 видов исчезли в связи с антропогенным воздействием и вытеснением чужеродными видами, а 4 инвазивных вида пополнили городскую териофауну.

2. По мере усиления урбанизации в зависимости от типа городских местообитаний число видов мелких млекопитающих снижается, а обилие животных, напротив, возрастает, при этом происходит упрощение структуры и снижение биоразнообразия сообществ городских микромаммалей по градиенту урбанизации.

3. «Зеленые коридоры» разных типов способствуют поддержанию биоразнообразия урбациенозов, при этом особенно велика роль берегов рек и каналов. Дорожно-транспортные коммуникации также способствуют пассивному переносу видов между населенными пунктами и внутри них, являясь в то же время причиной повышенной смертности животных.

4. Урбанизация не оказывает заметного влияния на поло-возрастную структуру в популяциях домовой мыши. Плодовитость в городской популяции в 1.7 раз выше, чем в природной, что является компенсаторной реакцией на повышенную эмбриональную смертность при почти полном ее отсутствии в природной популяции.

5. Изменение морфофизиологических признаков синантропной популяции домовой мыши по сравнению природными является адаптивным ответом на влияние антропогенных факторов, что проявляется в ускорении роста, повышении уровня метаболизма, энергетического обмена и общей стрессированности организма грызунов в условиях урбациенозов.

6. Скорость роста черепа выше в городской популяции домовых мышей по сравнению с природными, а его пропорции меняются по ювенильному типу, что позволяет отнести ташкентских особей к животным быстро растущего типа – акселератам, при этом отмечена тенденция к увеличению относительного объема мозгового отдела у особей, обитающих вне построек.

7. Гельминтофауна *Mus musculus* и *Rattus norvegicus* включает 16 видов цестод и нематод. Степень зараженности серой крысы в 2.4 раза выше, а интенсивность инвазии в 2.5 раза ниже, чем у домовой мыши, при этом показатели видового богатства гельминтов у *M. musculus* в 1.2 раза выше, чем у *R. norvegicus*. Показатели видового разнообразия и степень зараженности зависят от типа городских местообитаний: максимальные показатели характерны для зоны частной застройки. Экстенсивность инвазии в городской среде в 9 раз выше, чем в природной.

8. Уровень накопления токсичных элементов и тяжелых металлов в организме мелких млекопитающих связан с особенностями их биологии, в первую очередь, с пищевой специализацией видов (накопление микроэлементов убывает в ряду: виды, питающиеся подземными частями растений–семеноядные–насекомоядные–всеядные), полом (у самцов содержание микроэлементов выше, чем у самок), степенью синантропии (содержание микроэлементов ниже у эвсинастропов), общим уровнем промышленного загрязнения, закономерностями накопления и переноса микроэлементов, а также естественным фоном ряда из них (вольфрам, серебро, стронций, уран).

СПИСОК ОСНОВНЫХ РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Публикации в изданиях, рекомендованных ВАК

1. Гашев С.Н. Особенности сообществ мелких млекопитающих урбанизированных местообитаний на Ямalo-Ташкентской трансекте / С.Н. Гашев, **Е.А. Быкова** // Вестник ТюмГУ. – 2007. – № 6. – С. 118-131.
2. Гашев С.Н. Гибель позвоночных животных на автодорогах в разных географических условиях / С.Н. Гашев, **Е.А. Быкова**, Ю.А. Скворцова, А.В. Есипов // Бюллетень МОИП, отд. Биологический. - 2009. - Т.114. - Вып. 3. - Ч. I. - С. 193-198.
3. Быкова Е.А. Содержание токсичных элементов и тяжелых металлов в костной ткани домовой мыши, обитающей на территории г. Ташкента, Узбекистан / **Е.А. Быкова** // Вестник ТюмГУ. – 2010. – №3. – С. 52-59.
4. Быкова Е.А. Особенности гельминтофауны синантропных грызунов урбациенозов Узбекистана / **Е.А. Быкова**, С.Н. Гашев // Известия Самарского научного центра РАН. – 2011. – Т. 13 (39). – № 1 (5). – С.1057-1060.
5. Гашев, С.Н. «Зеленые коридоры» как фактор поддержания биоразнообразия в урбанизированных ландшафтах / С.Н. Гашев, **Е.А. Быкова**, Н.В. Сорокина // Известия Самарского научного центра РАН. – 2012. – Т.14. – №1 (9). – С. 2395-2400.
6. Быкова Е.А. Адаптивная изменчивость крациометрических признаков домовой мыши в урбанизированных ландшафтах Узбекистана / **Е.А. Быкова**, С.Н. Гашев // Известия Самарского научного центра РАН. – 2013. – Т. 15. – № 3 (3). – С. 1098-1104.
7. Быкова Е.А. Особенности накопления микроэлементов в организме мелких млекопитающих в условиях урбанизации / **Е.А. Быкова**, С.Н. Гашев // Известия Самарского научного центра РАН. – 2014. – Т.16. – № 1 (4). – С.1144-1148.
8. Гашев С.Н. Устойчивость сообществ мелких млекопитающих урбациенозов в различных природных зонах / С.Н. Гашев, **Е.А. Быкова**, А.Ю. Левых // Известия Самарского научного центра РАН. – 2015. – Т. 17. – № 6. – С. 14-18.
9. Гашев С.Н. Особенности синантропии териофауны урбациенозов разнотипных населенных пунктов / С.Н. Гашев, Е.А. **Быкова**, А.Ю. Левых, Н.В. Мармазинская // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. Биологические ресурсы: фауна. 2016. – Т. 18. – № 2(2). – С. 322-325.
10. Collen, Ben Extinction risk: an analysis of Central Asian vertebrates / Ben Collen, **Elena Bykova**, Stephen Ling, E.J. Milner-Gulland, Andy Purvis // Biodiversity and Conservations. – 2006. - № 15. – Р. 1859–1871. - WoS, Scopus
11. Bykova Elena Natural and historical aspects of the origin and functioning of urban mammals in Western Siberia, Russia and Uzbekistan / Elena Bykova, Sergey Gashev, Alena Levykh // Acta Biol. Univ. Daugavp. – 2015. - № 15 (1). – Р. 1407-8953. – WoS (ZR).

Основные публикации в прочих изданиях

1. Быкова Е.А. Мелкие млекопитающие Ташкента / **Е.А. Быкова** // Синантропия грызунов. – М., 1994. – С. 51-53.
2. Быкова Е.А. Особенности гельминтофауны грызунов урбациенозов / **Е.А. Быкова**, Б. Сидиков, Д.А. Азимов // Узб. биол. журн. – 2002. - № 1. - С. 52-58.
3. Быкова Е.А. Роль пассажирского железнодорожного транспорта в расселении грызунов в условиях Узбекистана / **Е.А. Быкова** // Selevinia 2003: Казахстанский зоологический ежегодник. – Алматы, 2004. – С. 191-194.
4. Быкова Е.А., Гашев С.Н. Происхождение фауны млекопитающих и териокомплексы г. Ташкента / **Е.А. Быкова**, С.Н. Гашев // Экология животных и фаунистика: сборник научных трудов кафедры зоологии и эволюционной экологии животных. - Тюмень, 2013. - Вып. 9. - С. 16-37.