

Елена Александровна БЫКОВА —  
научный сотрудник  
Института зоологии Академии наук  
Республики Узбекистан (г. Ташкент)  
esipov@xnet.uz

УДК 599.323.4

## СОДЕРЖАНИЕ ТОКСИЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ И ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В КОСТНОЙ ТКАНИ ДОМОВОЙ МЫШИ, ОБИТАЮЩЕЙ НА ТЕРРИТОРИИ г. ТАШКЕНТА

## CONTENT OF TOXIC ELEMENTS AND HEAVY METALS IN THE BONE TISSUE OF HOUSE MOUSE FROM TASHKENT

**АННОТАЦИЯ.** Описаны результаты анализа содержания токсичных элементов и тяжелых металлов в костной ткани домовой мыши (*Mus musculus*), обитающей в г. Ташкенте (Узбекистан). По 10 из 12 исследуемым микроэлементам было выявлено превышение стандартного среднего содержания (ССС). СССР у самцов выше, чем у самок. Уровень накопления загрязняющих веществ связан с общим уровнем промышленного загрязнения, градиентом концентраций токсикантов в различных по высоте городских районах (в пониженных районах города уровень накопления выше) и высоким естественным фоном некоторых микроэлементов в местах обитания вида.

**SUMMARY.** The results of the analysis of toxic elements and heavy metals concentration in bone tissue of the house mouse, (*M. musculus*) dwelling in Tashkent, Uzbekistan, are described. 10 out of 12 microelements under examination have been found to exceed the average standard abundance level (ASA). ASA of toxic elements and heavy metals in bone tissue of males is higher than in females. The level of pollutants accumulation is connected with the general level of industrial pollution in the city, gradient of toxic elements and heavy metals concentration depending on the altitude of urban landscapes (a higher level of accumulation has been detected in the urban lowlands) as well as high natural chemical background of some microelements in species habitat.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА.** Домовая мышь, городские местообитания, тяжелые металлы, токсичные элементы, среднее стандартное содержание (ССС).

**KEY WORDS.** House mouse, urban habitat, heavy metals, toxic elements, average standard abundance.

Ташкент является одним из крупнейших промышленных центров Центральноазиатского региона. На его территории работают 300 крупных и средних предприятий, имеется разветвленная сеть автомобильных и железных дорог. В городе ежегодно производится около 700 тыс. тонн бытовых и до 20 тыс. тонн промышленных отходов [5]. Для Ташкента, как и для других промышленных городов Узбекистана, характерен высокий уровень загрязнения, основными источниками которого являются промышленные предприятия, химикаты, используемые в сельском хозяйстве и автотранспорт.

Домовая мышь (*Mus musculus*) доминирует в сообществе грызунов Ташкента, образ жизни которой тесно связан с почвой и растительным покровом, где интенсивно происходит обмен и накопление различных химических элементов, в том числе тяжелых металлов.

Для выяснения содержания токсичных элементов и тяжелых металлов в организме доменной мыши, обитающей в городской среде, был проведен анализ костной ткани черепов количественными методами рентгено-спектрального (РСА) и инструментального нейтронно-активационного анализов (ИНАА), которые проводились в лаборатории КГГС ГПП «Кизилтепагеология»\*. Пробы брались от 10 образцов (5 самцов и 5 самок), отловленных в различных районах г. Ташкента, отличающихся по уровню техногенного загрязнения. С учетом принадлежности данных участков к различным функциональным зонам [2], [3], участки распределились следующим образом:

**1 участок (1 зона)**— ул. Мукимий (Яккасарайский р-н) расположен в относительной близости от административного центра города, здесь проходит одна из центральных и наиболее загруженных автомагистралей Ташкента. В непосредственной близости от данного участка располагается одно из крупнейших промышленных предприятий города — Ташкентский текстильный комбинат, крупнейшее хлопчатобумажное предприятие на территории бывшего СССР. Кроме того, эта часть города находится в низине, где экологическая ситуация является менее благоприятной в связи с более сильным накоплением загрязняющих веществ. Пробы отбирались в зоне многоэтажной застройки.

**2 участок (2 зона)** — Бешкарагач (Шайхантаурский р-н), расположен в историческом центре города, основным источником загрязнения является автомобильный транспорт. Пробы отбирались в секторе частной застройки.

**3 участок (3 зона)** — поселок Уртаул (Зангиатинский р-н). Расположен в пойме р. Чирчик в 5 км от городской черты, на территории поселка имеются металлургические предприятия: «Узвторцветмет» и ОАО «Ускунакурувчи» — машиностроительный завод по производству деталей к сельхозтехнике и мясо-молочный комбинат АО «Ташкент Мясо». Кроме того, недалеко от поселка проходит железная дорога и международная автомобильная трасса. Относится к промышленной зоне.

**4 участок (1 зона)** — Академгородок (Мирзо-Улугбекский р-н) расположен в северо-восточной возвышенной части города, считающейся в экологическом отношении относительно благоприятной, основным источником загрязнения является автотранспорт. Пробы отбирались в зоне многоэтажной застройки.

**5 участок (4 зона)** — Ботанический сад (Юнусабадский р-н) также расположен на северо-востоке Ташкента, граничит с кабельным заводом СП ОАО «Узбеккабель», Ташкентским экскаваторным и лакокрасочным заводами, а также автомобильной и двумя ветками железной дороги. Основными загрязнителями является транспорт, производство цветных и черных металлов, полимерных и лакокрасочных материалов. Относится к лесопарковой зоне.

Таким образом, нами были охвачены все типы городских обитаний. В ходе проведенного анализа был выявлен общий уровень накопления в пробах костной ткани зверьков 12 токсичных элементов и тяжелых металлов. Концентрации 10 из них (Hg, Cr, Fe, Zn, W, As, Sb, Sr, Pb, Bi) превышают ССС [4]. Уровень накопления Co и Mo ниже ССС (рис. 2).

\* Автор благодарит Е.И. Гражданкину за помощь в проведении анализа на содержание микроэлементов в черепках доменной мыши.

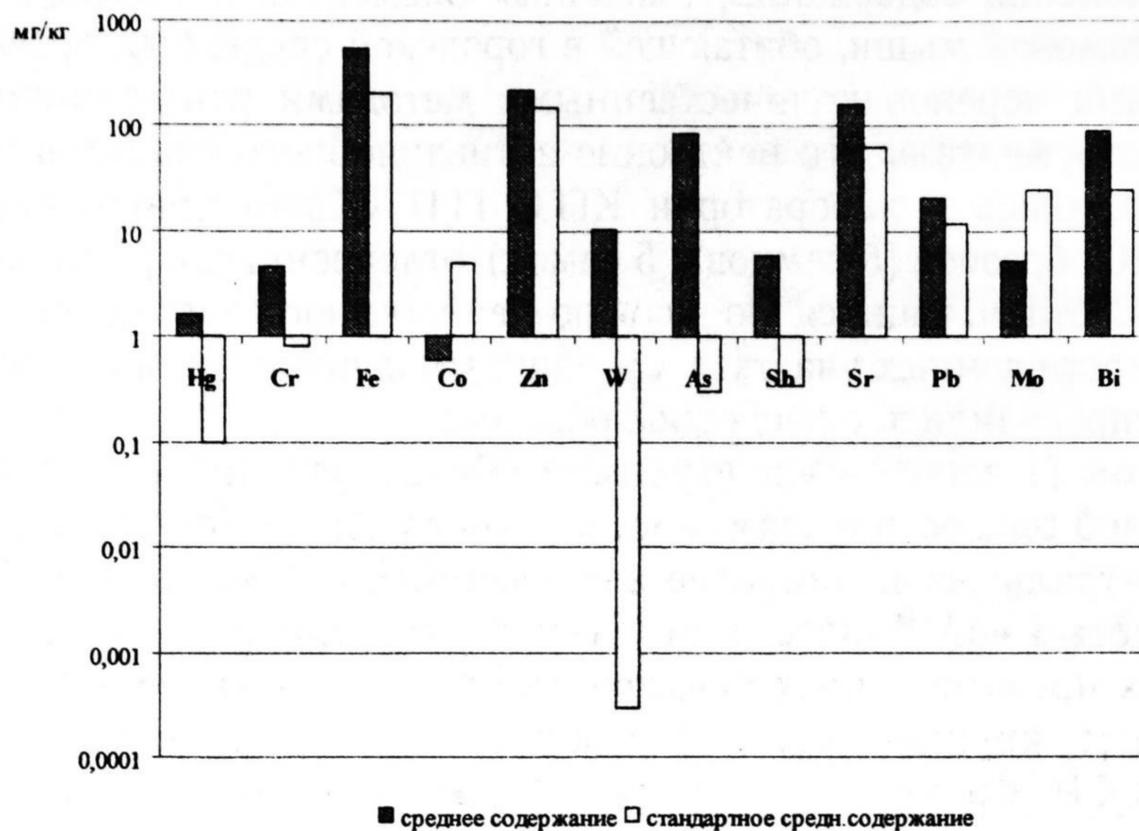


Рис. 1. Средние концентрации токсичных элементов в пробах костной ткани домовой мыши

Наиболее высокий уровень накопления отмечен для мышьяка, сурьмы, ртути и хрома. Среднее содержание мышьяка в костной ткани домовой мыши превышает среднее стандартное содержание в 282 раза, сурьмы — в 16,8 раз, ртути — в 16,7 раз, хрома — 5,8 раз. Также отмечено превышение по среднему содержанию в тканях висмута (3,6 ССС), железа (2,6 ССС), стронция (2,5 ССС), свинца (1,7 ССС) и цинка (1,5 ССС). Анализ максимальных концентраций показал рекордно высокий уровень накопления в костной ткани домовой мыши мышьяка (737,3 ССС). Максимальные концентрации ртути (30 ССС) несколько превышают таковые у сурьмы (27,1 ССС), тогда как средние значения находятся практически на одном уровне. Также высоки максимальные показатели накопления хрома (11,6 ССС). Для железа и стронция показаны близкие средние значения содержания элементов в тканях, однако максимальные концентрации железа (4,1 ССС) несколько выше таковых у хрома (3,3 ССС) (рис. 2).

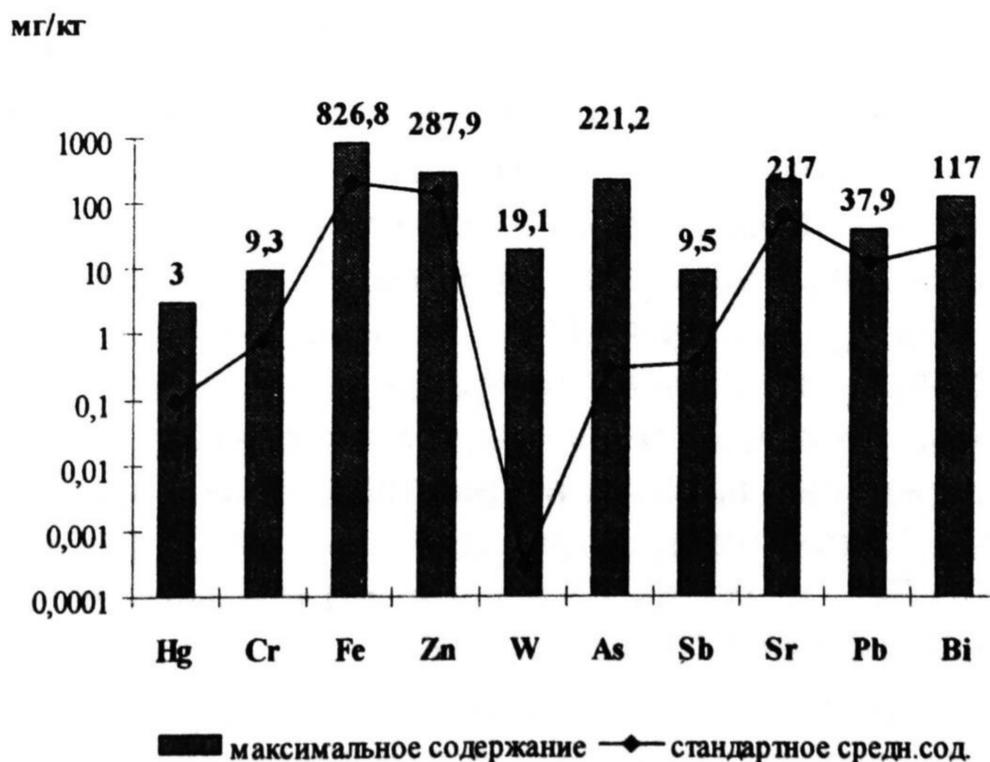


Рис. 2. Максимальные концентрации токсичных элементов в пробах костной ткани домовой мыши

При сравнении уровней накопления элементов в костной ткани черепов самцов и самок было отмечено, что содержание химических элементов в пробах самцов в несколько выше, чем у самок. Так, у самцов выявлено более высокое содержание по 7-ми элементам (Hg, Cr, Fe, Co, Zn, As и Sb), а у самок — по 5-ти (W, Sr, Pb, Mo и Bi). В силу большей подвижности самцов по сравнению с самками можно было ожидать более высокого уровня накопления в их тканях токсичных веществ. В нашем случае имеет место тенденция к более активному накоплению тяжелых металлов в организме самцов (рис. 3).

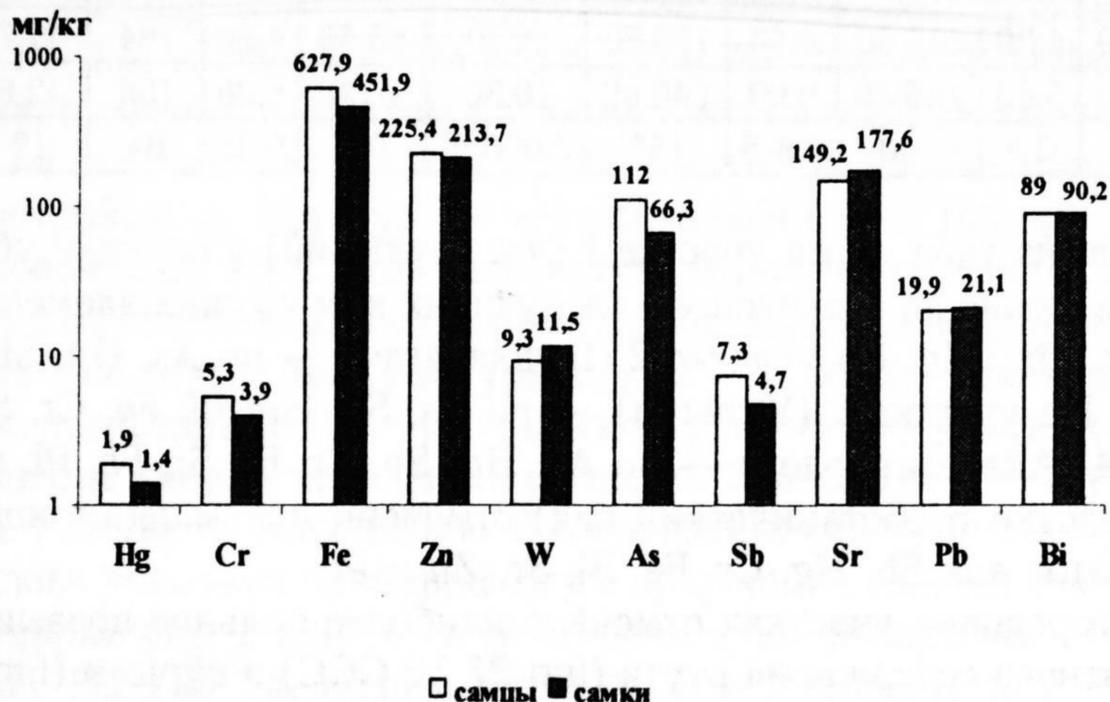


Рис. 3. Сравнительные величины средних содержаний токсичных элементов в пробах костной ткани самцов и самок

По частоте встречаемости загрязненных проб участки распределились следующим образом: первое место — ул. Мукимий (1 участок), второе — поселок Уртааул (3 участка), третье место поделили Бешкарагач (2 участка), Академгородок (4 участка) и Ботанический сад (5 участка) (табл. 1).

Таблица 1

Частота встречаемости загрязненных проб на разных участках г. Ташкента

| Участки              | Самки | Самцы | Всего |
|----------------------|-------|-------|-------|
| ул. Мукимий (1)      | 5     | 6     | 11    |
| Бешкарагач (2)       | 2     | 4     | 6     |
| Уртааул (3)          | 4     | 5     | 9     |
| Академгородок (4)    | 4     | —     | 4     |
| Ботанический сад (5) | —     | 4     | 4     |

Мы провели анализ по уровню накопления отдельных элементов на каждом пробном участке. На всех участках отмечено очень сильное превышение среднего стандартного содержания вольфрама (в тысячи раз), что исключило этот элемент из общего анализа. Наиболее высокие концентрации W отмечены в костной ткани животных с 4 и 1 участков (соответственно 76400 и 74800 ССС). Как уже отмечалось, на всех участках не было отмечено превышения по накоплению кобальта и молибдена. Эти элементы также были исключены из анализа.

Таблица 2

**Уровень накопления тяжелых металлов и токсических элементов  
в костной ткани домой мыши по участкам**

| Участки | Концентрации, мг/кг |      |        |       |        |         |        |      |       |       |     |       |
|---------|---------------------|------|--------|-------|--------|---------|--------|------|-------|-------|-----|-------|
|         | Hg                  | Cr   | Fe     | Co    | Zn     | W       | As     | Sb   | Sr    | Pb    | Mo  | Bi    |
| 1       | 2,70                | 4,10 | 553,00 | 0,40  | 256,65 | 18,70   | 0,00   | 4,30 | 120,9 | 22,1  | 6   | 82,3  |
| 2       | 1,95                | 6,80 | 428,80 | 0,30  | 190,40 | 8,15    | 26,40  | 4,50 | 213,5 | 24,85 | 5,3 | 86,55 |
| 3       | 1,20                | 2,30 | 610,70 | 0,75  | 227,40 | 8,80    | 161,80 | 7,55 | 152,5 | 27,75 | 2,2 | 76,6  |
| 4       | 2,10                | 4,20 | 512,60 | 0,60  | 193,50 | 19,10   | 46,60  | 4,20 | 184   | 21,7  | 7,8 | 106   |
| 5       | 1,30                | 5,80 | 745,70 | 0,90  | 240,00 | 10,30   | 0,00   | 8,20 | 155   | 12,6  | 5,3 | 87,3  |
| ССС     | 0,1                 | 0,8  | 200    | 0,8-5 | 150    | 0,00025 | 0,3    | 0,35 | 64    | 12    | 25  | 25    |

Как видно из табл. 2, на участке 1 (ул. Мукимий) в порядке убывания отмечено превышение по содержанию следующих химических элементов: Hg, Sb, Cr, Bi, Fe, Sr, Pb и Zn. На участке 2 (Бешкарагач) — по As, Hg, Sb, Cr, Bi, Sr, Fe, Pb и Zn. На участке 3 (Уртааул) — по As, Sb, Hg, Bi, Fe, Cr, Sr, Pb и Zn. На участке 4 (Академгородок) — по As, Hg, Sb, Cr, Bi, Sr, Fe, Pb и Zn. И наконец, на участке 5 (Ботанический сад) отмечено превышение концентраций таких элементов как Sb, Hg, Cr, Fe, Bi, Sr, Zn и Pb.

На всех городских участках отмечено наиболее сильное превышение среднего стандартного содержания ртути (lim 27-12 ССС) и сурьмы (lim 23,4-12,2), на трех участках наиболее высокие показатели накопления отмечены для мышьяка (lim 539-88). Далее по степени накопления в костной ткани грызунов идут хром и висмут. Самые низкие показатели накопления отмечены для цинка (lim 1,7-1,3) и свинца (lim 2,3-1 ССС), но, тем не менее, и они превышают норму в среднем в 1,5-2 раза. Согласно установившейся теории, высокая степень свинцового загрязнения в крупных городах связана с большим количеством автотранспортных средств, работающих на этилированном бензине. В крупных городах Узбекистана, таких как Ташкент, Самарканд, Андижан и Бухара, выброс от автотранспорта составляет более 80% от общего объема выбросов загрязняющих веществ. При этом Ташкент лидирует по количеству выбросов от автотранспорта по сравнению с другими городами республики [5].

Анализ накопления отдельных химических элементов в костной ткани черепов домой мыши на обследуемых участках показал следующее:

- по ртути самые высокие концентрации выявлены на участках 1, 4 и 2 (Мукимий — 27 ССС, Академгородок — 21 ССС, Бешкарагач — 19,5 ССС);
- по хрому максимальные концентрации отмечены на участках 2 и 5 (Бешкарагач — 8,5 ССС, Ботсад — 7,25 ССС) и близких по значению участках 4 и 1 (Академгородок — 5,25 ССС и Мукимий — 5,10 ССС);
- по накоплению железа лидируют участки 5, 3 и 1 (Ботсад — 3,73 ССС, Уртааул — 3,05 ССС и Мукимий — 2,8 ССС);
- самое высокое содержание цинка отмечено на участках 1, 5 и 3 (Мукимий — 1,7 ССС, Ботсад — 1,6 ССС и Уртааул — 1,52 ССС).

Повышенные концентрации мышьяка обнаружены только на трех участках — 2, 3 и 4, при этом с большим отрывом лидирует участок 3 (Уртааул), где концентрации мышьяка превышают среднее стандартное содержание в 539,33 раза. Максимальные величины накопления сурьмы в костной ткани грызунов отмечены на участках 1, 5 и 3 (Мукимий — 34,86 ССС, Ботсад — 23,43 ССС и Уртааул — 21,57 ССС). По накоплению в организме стронция лидируют грызу-

ны с участков 2 и 4 (Бешкарагач — 3,33 ССС, Академгородок — 2,87 ССС), и близкие по значению среднего стандартного содержания участки 5 и 3 (Ботсад — 2,42 ССС и Уртааул — 2,38 ССС). Наибольшие концентрации свинца зафиксированы на участках 3, 2 и 1 (Уртааул — 2,31 ССС, Бешкарагач — 2,07 ССС и Мукимий — 1,84 ССС). Максимальные концентрации висмута выявлены на участках 4, 5 и 2 (Академгородок — 4,24 ССС, Ботсад — 3,49 и Бешкарагач — 3,46 ССС).

Данный анализ выявил наиболее сильное превышение содержания по 6 химическим элементам на участках 1 (Hg, Cr, Fe, Zn, Sb, Pb), 2 (Hg, Cr, As, Sr, Pb, Bi), 3 (Fe, Zn, As, Sb, Sr, Pb) и 5 (Cr, Fe, Zn, Sb, Sr, Bi). Данные участки принадлежат к разным типам городских местообитаний. Как упоминалось выше, ул. Мукимий относится к зоне многоэтажной застройки, Бешкарагач — к зоне частной застройки, п. Уртааул — к промышленной, а Ботанический сад — к лесопарковой зоне. При этом на участках многоэтажной и частной застройки выявлены максимальные показатели накопления по следующим элементам: для участка 1 по ртути, цинку и сурьме, для участка 2 — по хрому, мышьяку и стронцию, подтвердив их статус «самых загрязненных» участков. Максимальное превышение свинца отмечено на участке 3, висмута — на участке 4, железа — на участке 5. Изначально Ботанический сад (участок 5), который по биотопическим условиям приближается к природным экосистемам, был выбран нами как территория, в наименьшей степени подвергающаяся антропогенному воздействию. Однако близость к автотрассе, железной дороге, предприятиям черной и цветной металлургии и синтетических материалов приблизила ее к наиболее неблагоприятным в экологическом отношении районам города Ташкента. Наименее «загрязненным» из обследованных городских районов оказался участок 4 (Академгородок), отнесенный нами к зоне многоэтажной застройки. Здесь обнаружены высокие концентрации 4 элементов (Hg, Cr, Sr, Bi). Интересно отметить, что данный участок относится к тому же типу местообитаний, что и участок 1 и характеризуется сходным с ним условиями. Разница заключается в расположении участков. Ташкент расположен в зоне перехода степной зоны в предгорья. Наиболее высокая часть города ориентирована на северо-восток и находится в 15 км от предгорий Чаткальского хребта. Участок 4 находится как раз в северо-восточной части города. Участок 1 расположен в центральной части города. Показанный для него высокий уровень загрязнения говорит об экологическом неблагополучии данного района, находящегося в низине, где естественным образом создаются условия для накопления загрязняющих веществ.

Для сравнения нами были взяты показатели накопления тяжелых металлов и токсичных элементов в костной ткани черепов (нижняя челюсть) сурка Мензбира (*Marmota menzbieri*) в верховьях р. Ахангаран (Чаткальский хребет). Из элементов, выявленных в пробах костной ткани доменной мыши, у сурка было обнаружено превышение среднего стандартного содержания по Fe, Zn, Sr, Pb, As, Cr и W [1]. У этого вида, как и у доменной мыши, выявлен наиболее высокий уровень накопления вольфрама (5840 ССС) и мышьяка (579 ССС). Концентрация железа превышает норму в 8,3 раз, хрома в 6,74, стронция в 2,04. Содержание свинца составляет 1,44 ССС, цинка — 1,26 ССС. Повышенное содержание токсичных элементов и тяжелых металлов в пробах костной ткани сурка Мензбира связаны с высоким естественным фоном этих элементов в местах обитания вида. В частности, сверхвысокие уровни накопления вольфрама и мышьяка объясняются рудопроявлениями вольфрама и полиметаллических руд,

характерными для верховий р. Ахангаран. Повышенное содержание мышьяка, стронция и свинца было выявлено А.А. Руденко [6] в ходе проведения геобиохимических исследований микроэлементного состава почв, проведенных на Башкизылсайском участке Чаткальского заповедника в 50 км от Ташкента. Автор отмечает, что эти показатели соответствуют региональному фону Чаткало-Кураминской металлогенической провинции.

Исходя из вышесказанного, высокий уровень накопления в костной ткани ташкентской домашней мыши вольфрама и мышьяка, а также хрома, стронция, железа, свинца и цинка связан, в том числе, и с высоким естественным фоном содержания этих химических элементов в обследуемом районе.

Таким образом, наиболее высокие концентрации токсикантов показаны для центральной и южной части города, что объясняется, с одной стороны, наличием таких источников загрязнения как автомобильный транспорт и промышленные производства, с другой — расположением данных районов в так называемой «яме» — пониженной части города с более неблагоприятным экологическим режимом по сравнению с северными и северо-восточными районами. Кроме того, повышенное содержание некоторых токсичных элементов и тяжелых металлов в костной ткани домашней мыши связано с высоким естественным фоном данных элементов в местах обитания вида.

### Выводы

1. Было установлено, что во всех исследованных образцах черепов домашней мыши концентрации таких токсичных элементов и тяжелых металлов как Hg, Cr, Fe, Zn, W, As, Sb, Sr, Pb и Bi выше стандартного среднего содержания.
2. Уровень накопления Co и Mo во всех исследованных пробах костной ткани *M. musculus* не превышает стандартного среднего содержания.
3. По 7 элементам — Hg, Cr, Fe, Co, Zn, W и Sb — среднее содержание токсикантов выше у самцов, по 5 элементам — W, Sr, Pb, Mo и Bi — у самок.
4. Наиболее загрязненными тяжелыми металлами и токсичными элементами являются пробы костной ткани домашних мышей, отобранных на ул. Мукикий, п. Уртааул и Ботаническом саду, Бешкарагаче и Академгородке.
5. На всех городских участках отмечено наиболее сильное превышение среднего стандартного содержания Hg и Sb, на трех участках — As. Далее по степени накопления идут Cr и Bi. Самые низкие концентрации накопления отмечены для Zn и Pb.
6. Уровень накопления токсичных элементов и тяжелых металлов связан как с общим уровнем промышленного загрязнения, так и с градиентом концентраций загрязняющих веществ в различных по высоте городских районах. Более высокий уровень загрязнения отмечен в пониженных центральных и южных частях города, по сравнению с северными и северо-восточными районами, что свидетельствует о более неблагоприятном экологическом режиме первых.
7. Повышенное содержание токсичных элементов и тяжелых металлов в пробах костной ткани домашней мыши связано с высоким естественным фоном некоторых из них (вольфрама и мышьяка, а также возможно хрома, стронция, железа, свинца и цинка) в местах обитания вида.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Быкова Е.А., Есипов А.В., Руденко А.А., Гражданкина Е.И. Содержание токсичных элементов и тяжелых металлов в костной ткани сурка Мензбира // Сурки в степных биоценозах Евразии. 8 совещание по суркам стран СНГ. Чебоксары-Москва, 2002. С. 13-14.

2. Гашев С.Н. Млекопитающие в системе экологического мониторинга (на примере Тюменской области). Тюмень, 2000. 220 с.
3. Гашев С.Н., Иванова Е.А., Муканова А.А. Фауна и экология наземных позвоночных г. Тюмени // Проблемы общей биологии и прикладной экологии. Саратов, 1997. С. 44-48.
4. Кист А.А. Феноменология биохимии и бионеорганическая химия. Ташкент: ФАН, 1987.
5. Национальный доклад о состоянии окружающей природной среды и использовании природных ресурсов в Республике Узбекистан // Под ред. Б.Б. Алиханова. Ташкент, 2005. 134 с.
6. Руденко А.А. Содержание микроэлементов в некоторых лекарственных растениях, произрастающих на участке Башкызылсай Чаткальского заповедника // Труды заповедников Узбекистана. Вып. 6. Ташкент, 2008. С. 212-216.

**Виталий Алексеевич СТОЛБОВ** —  
аспирант кафедры зоологии

**Андрей Викторович ТОЛСТИКОВ** —  
профессор кафедры зоологии,  
кандидат биологических наук  
[atolus@yahoo.com](mailto:atolus@yahoo.com)

*Тюменский государственный университет*

УДК 574.587

## **ОСОБЕННОСТИ СООБЩЕСТВ ВОДНЫХ КЛЕЩЕЙ (HYDRACARINA, ACARIFORMES) В РАЗНОТИПНЫХ ВРЕМЕННЫХ ВОДОЕМАХ ЮГА ТЮМЕНСКОЙ ОБЛАСТИ**

## **PECULIARITIES OF AQUATIC MITE COMMUNITIES (HYDRACARINA, ACARIFORMES) IN VARIOUS TEMPORARY POOLS OF THE TYUMEN REGION SOUTH**

**АННОТАЦИЯ.** Исследовали водных клещей в трех временных водоемах окрестностей г. Тюмень, различающихся своими характеристиками. Сообщества водных клещей-обитателей временных водоемов существенно отличаются от таковых водоемов других типов.

**SUMMARY.** Aquatic mites from three temporary pools, differing in their characteristics were studied in the vicinities of Tyumen. Aquatic mite communities of temporary pools are distinctive from those found in other aquatic situations.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА.** Водные клещи, сообщества, распределение, временные водоемы, юг Тюменской области.

**KEY WORDS.** Aquatic mites, communities, distribution, temporary pools, south of the Tyumen Region.

Фауна водяных клещей временных водоемов изучена сравнительно полно, однако данных по количественному распределению и экологической приуроченности различных групп гидрахнидий немного [1], [2].

В ряде работ рассмотрены наиболее характерные для временных водоемов группы клещей, изучены их биологические и экологические характеристики, позволяющие им выживать в подобных биоценозах [3], [4]. Как показали эти