

АКАДЕМИЯ НАУК СССР  
УРАЛЬСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ  
ИНСТИТУТ ЭКОЛОГИИ РАСТЕНИЙ И ЖИВОТНЫХ

На правах рукописи

УДК 574:599.323.4:550.47

КАРАГЕЗЯН Аркадий Рафаэлевич

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ КУСТАРНИКОВОЙ ПОЛЕВКИ И  
ЛЕСНОЙ МЫШИ, ОБИТАЮЩИХ В УСЛОВИЯХ БИОГЕОХИМИЧЕСКОЙ  
ПРОВИНЦИИ, ОБОГАЩЕННОЙ МОЛИБДЕНОМ

СЗ.00.16 - экология

А в т о р е ф е р а т  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата биологических наук

Свердловск - 1987

Работа выполнена в Институте экологии растений и животных  
Уральского Отделения АН СССР.

Научный руководитель - доктор биологических наук,  
профессор Л.М.Сюзумова

Официальные оппоненты: доктор биологических наук,  
профессор А.К.Темботов

кандидат физ.-мат. наук, старший  
научный сотрудник В.С.Безель

Ведущая организация - Уральский государственный универ-  
ситет им. А.М.Горького.

Защита диссертации состоится "8" XII 1987г. в 13 ча-  
сов на заседании специализированного совета Д 002.05.01 по  
защите диссертаций на соискание ученой степени доктора наук  
при Институте животных УрО АН СССР по ад-  
ресу: 620000, Челябинск, Марта, 202.

Библиотеке Института

М.Г.Нифонтова

Актуальность темы. Одной из центральных проблем экологии является изучение процессов приспособления организмов к условиям среды, раскрытие экологических механизмов адаптации. Особый интерес представляют обитатели биогеохимических провинций, так как они в течение многих поколений сталкиваются с условиями избытка или недостатка определенных химических элементов. Геохимические факторы среды, естественные и техногенные, сказывают влияние на процессы обмена веществ, на размножение, рост, выживаемость животных, на их расселение, на формирование у них морфологических признаков, а также на структуру популяций и биогеоценозов. Поскольку адаптации к экстремальным геохимическим условиям диких млекопитающих на популяционном уровне к настоящему времени совершенно не изучены, назрела необходимость проведения таких исследований. Актуальность предлагаемой работы состоит в выявлении путей приспособления разных видов мышевидных грызунов к условиям повышенного содержания молибдена на территории биогеохимической провинции. Это имеет особое значение в условиях повышенного техногенного загрязнения среды.

Цели и задачи исследования. Своей работой мы старались определить, имеют ли кустарниковая полевка (*Pitymys majori*) и лесная мышь (*Apodemus sylvaticus*), обитающие на территории биогеохимической провинции, характерные экологические, морфофизиологические, или другие особенности, приобретенные в процессе эволюции в результате длительного обитания в условиях повышенного содержания молибдена в среде. Для этого нами были поставлены следующие задачи: 1) изучить динамику их численности, интенсивность и продолжительность размножения, выживаемость различных возрастных групп; 2) изучить интерьерные признаки, включая, среди морфофизиологических, гематологические показатели, а также микроанатомическую картину органов, наиболее чувствительных к воздействию повышенных доз молибдена; 3) определить содержание молибдена и других микроэлементов в органах, тканях и в содержимом желудка исследуемых животных; провести параллельные исследования животных тех же видов за пределами биогеохимической провинции.

Научная новизна. Впервые: 1) установлены экологические осо-

бенности и направление адаптационного процесса у свободно живущих млекопитающих в условиях биогеохимической провинции;

2) у кустарниковой полевки и лесной мыши биогеохимической провинции обнаружены видовые и возрастные различия в поступлении молибдена в организм и в содержании его и других микроэлементов в органах и тканях;

3) установлена зависимость содержания меди, марганца, никеля, свинца, цинка и хрома от уровня концентрации молибдена в организме исследованных видов грызунов;

4) определена среднесмертельная доза молибдена для кустарниковой полевки и лесной мыши;

5) дана гистологическая характеристика поражения печени и почек кустарниковой полевки в результате острой и подострой молибденовой интоксикации.

Практическое значение. Полученные результаты по адаптации мышевидных грызунов к условиям биогеохимической провинции переданы для внедрения: 1) на Станцию по борьбе с болезнями сельскохозяйственных животных Разданского района Армянской ССР; 2) в биолого-химический факультет Армянского Ордена Трудового Красного Знамени государственный педагогический Институт им. Х.Абовяна. Полученные результаты могут быть также использованы при освоении техногенных биогеохимических провинций, загрязненных тяжелыми металлами.

Апробация работы. Основные положения диссертации были представлены на следующих научных собраниях: 1) Армянская республиканская конференция по зоологии (Ереван, 1980); 2) Конференция молодых ученых Урала (Свердловск, 1981, 1982, 1984); 3) Всесоюзное совещание по грызунам (Ленинград, 1984); 4) IV Всесоюзное совещание (Свердловск, 1984); 5) Региональная конференция молодых ученых Урала, Сибири и Дальнего Востока (Свердловск, 1987).

По теме диссертации опубликовано семь работ.

Объем и структура диссертации. Работа изложена на 123 страницах машинописного текста и состоит из "Введения", девяти глав и выводов. Работа иллюстрирована 21 таблицей и 16 рисунками. Список литературы включает 188 источника, в т.ч. 42 иностранных.

## СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

### ГЛАВА I. ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР

Приводятся сведения по развитию геохимической экологии, о

значении молибдена для живых организмов, о нарушениях, связанных с нехваткой и повышенным поступлением молибдена в организм, об адаптациях к экстремальным геохимическим условиям, о взаимодействии микроэлементов в растительных и животных организмах, по содержанию молибдена в почвах и растениях, о биотическом действии молибдена на растительные и животные организмы.

## ГЛАВА П. КРАТКАЯ ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ И БИОГЕОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНА ИССЛЕДОВАНИЙ

На основании литературных данных приводятся сведения по орографии, рельефу и климату района, а также по содержанию молибдена и меди в почвах и различных видах растений на территории Анкаванской биогеохимической провинции и в прилегающих районах. Показано расположение молибденового и контрольного участков, дан их размер, описана степень изоляции участков друг от друга. Кратко дано почвенное, ботаническое и зоологическое описание района.

## ГЛАВА Ш. МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА РАБОТЫ

В диссертации использованы материалы, полученные лично автором во время экспедиционных работ, проведенных в 1980-1982 и 1984 годах в районе Анкаванской биогеохимической провинции в Армении. За период исследований отработано 14 тыс. ловушко-суток и отловлено 811 лесных мышей и 970 кустарниковых полевок. Грызунов отлавливали ловушками Геро и живоловками.

Морфологические признаки измеряли стандартными методами. Морфофизиологические данные собирали со зверьков, умерщвленных мгновенно. Применяли метод морфофизиологических индикаторов [Шварц, 1958]. Для характеристики оптимальности условий обитания грызунов рассчитывали гепатосупраренальный коэффициент [Корнеев, Карпов, 1980]. Возрастные группы выделяли по общепринятым методам. В случаях затруднений при определении половозрелости у самцов брали мазки из эпидидимиса для определения сперматогенеза [Волкова, Елецкий, 1971]. У всех вскрытых животных учитывали наличие гельминтов в печени и в желудочно-кишечном тракте, отмечали видимые патологические изменения в органах и тканях.

Для гистологических исследований кусочки печени и почек фиксировали в растворе Буэна, после чего хранили в 70% спирте

до приготовления препаратов. Препараты готовились в патолого-анатомической лаборатории Свердловского городского противотуберкулезного диспансера.

Для гематологических исследований кровь брали с места ампутации пальца на задней ступне у половозрелых самцов в летние месяцы 1980-1982 гг.

Среднесмертельную дозу молибдена определяли в полевых условиях в летние месяцы 1980-1982 гг. на 96 самцах кустарниковой полевки и 70 самцах лосной мыши. Разные концентрации молибдата аммония вводили зондом внутрижелудочно в объеме 0,25 см<sup>3</sup>. Наблюдения за грызунами, получившими дозу молибдена, велись 5 суток, после чего выжившие зверьки забивались. Среднесмертельная доза рассчитывалась по методу Штабского [Штабский и др., 1980].

Эмбриотоксический эксперимент проводили в 1982 году на кустарниковой полевке в Центре прикладной зоологии Ин-та зоологии АН Арм. ССР. В эксперименте было использовано 174 полевки, отловленных на изучаемых участках, из них 30 самцов. Самкам внутрижелудочно вводили водный раствор молибдата аммония из расчета 2,5 мг чистого молибдена на 1 кг веса ежедневно. Контрольные 10 самок вместо раствора получали водопроводную воду в том же объеме (0,25 см<sup>3</sup>). Через 2 недели к самкам подсаживали интактных самцов на два дня, после чего самкам продолжали вводить молибден и забивали на 18-20 день беременности. У самок регистрировали следующие данные: вес тела, печени, почки, сердца, селезенки, эмбрионов, количество живых и мертвых эмбрионов, мест имплантации, наличие внешних аномалий у эмбрионов. Кусочки печени и почек фиксировали в растворе Буэна для гистологических исследований.

Материал для исследования на содержание микроэлементов озоляли в муфельных печах при температуре 390°C. Содержание микроэлементов определялось спектрофотометрическим методом в почках, печени, шкурках, в содержимом желудка и в разнотравье молибденового и контрольного участков. Исследовано 464 пробы в спектральных лабораториях.

Для обработки материала использованы статистические методы [Плохинский, 1961].

## ГЛАВА IV. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ КУСТАРНИКОВОЙ ПОЛЕВКИ МОЛИБДЕНОВОЙ ГРОВИНЦЫ

IV.1. Динамика численности. На молибденовом участке в динамике численности кустарниковой полевки не обнаружено циклических изменений по годам. Пик численности отмечался в июле (1980) или в августе (1981, 1982, 1984 гг.) и достигал 12-13 особей на 100 л/с. В сентябре-октябре численность падала до 2,0-2,2 особей.

На контрольном участке ход изменения численности полевки по годам имеет циклические изменения с максимумом в июне 1980 г. (15 особей на 100 л/с), минимумом в 1981 г. (от 0,5 до 2,0 особей) и нарастанием в следующие после депрессии годы до нового пика в июле 1984 г. (16 особей). Депрессия 1981 г. последовала после закономерного резкого, с июля по август, снижения числа размножающихся животных в 1980 г., при этом осенью численность оставалась еще сравнительно высокой: 9 полевков на 100 л/с.

На контрольном участке не обнаружено резких спадов численности полевки осенью, которые характерны для полевков Моу частка (рис.1).

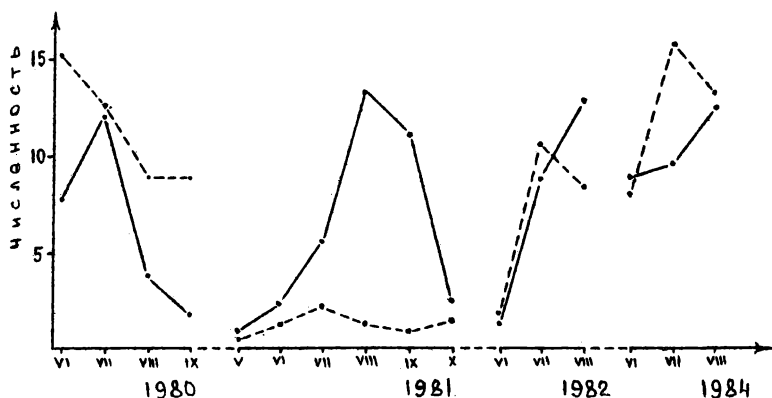


Рис.1. Динамика численности кустарниковой полевки.

- ————— • — популяция молибденового участка,
- - - - - - • — популяция контрольного участка.

Приводятся данные по выживаемости различных возрастных групп полевков двух участков. В целом этот показатель у сеголетков контрольного участка увеличивается к осени (до 65-90%). Полевки Мо-участка, наоборот, имеют высокий показатель выживаемости летом, а осенью он падает до 15-30%. Зимовавшие особи Мо-участка имеют более высокий показатель выживаемости и отлавливаются приблизительно на 2 недели дольше, чем на контрольном участке.

IV.2. Возрастная структура. Показана динамика изменения численности отдельных возрастных групп полевков двух участков. Обнаружено различие между популяциями осенью, в конце периода размножения. На Мо-участке падает относительная численность всех возрастных групп, составляющих в это время популяцию, тогда как за пределами провинции численность группы *subadultus* закономерно увеличивается. В сентябре 1980 г. процент неполовозрелых особей в Мо-популяции был в 4 раза меньше этого показателя на контрольном участке: 7,7 и 28,9% соответственно. Осенью 1981 г., в то время как доля неполовозрелых составляла 10,2% контрольной популяции, на Мо-участке полевки этой группы вообще не отлавливались. При этом размножение полевков молибденовой провинции продолжалось на 3 недели дольше, чем на контрольном участке. Учитывал значительное уменьшение в это время численности полувзрослых особей провинции, представляется сомнительным переход неполовозрелых полевков в эту возрастную группу. Таким образом, в результате элиминации полевков и дольше сохраняющейся группы *adultus*, на территории провинции в конце периода размножения оказывается заметно "старше" контрольной.

IV.3. Размножение. Сезон размножения начинался в 1981 и 1982 гг. в первой декаде мая и в 1980 и 1984 гг. - во второй половине апреля на двух участках одновременно. Размножение заканчивалось в 1980 г. в конце августа на контрольном участке и в середине сентября - на Мо-участке; в 1981 г. - в середине сентября и начале октября соответственно. Таким образом, при одновременном начале продолжительность периода размножения была на 3 недели больше у полевков Мо-участка.

Приводятся данные по соотношению полов в различных возрастных группах полевков двух участков. Анализируется связь ин-



тенсивности размножения полевок с динамикой их численности. Показано, что низкая численность полевок контрольного участка в 1981 г. связана в меньшей степени с элиминацией полей и в большей степени - со слабой интенсивностью размножения. Интенсивность размножения в целом за период исследований была несколько выше на Мо-участке.

## ГЛАВА V. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЛЕСНОЙ МЫШИ МОЛИБДЕНОВОЙ ПРОВИНЦИИ

VI. Динамика численности. Численность лесной мыши значительно изменялась в разные годы на обоих участках, однако всегда оказывалась большей в условиях биогеохимической провинции. При этом разница в численности животных между участками в начале сезона размножения была минимальной во все 4 года исследований. Максимальная численность отмечена в сентябре 1981 г. на молибденовом участке - более 16 особей на 100 л/с. Разница в численности возникает с появлением в отловах сеголетков, поэтому представляют интерес данные по их выживаемости. Этот показатель сильно варьирует от месяца к месяцу, вызывая, однако, незначительную разницу в выживаемости между участками в пользу то одной, то другой популяции, составляя в целом за 2 года на молибденовом участке  $67,4 \pm 2,6\%$ , на контрольном -  $63,6 \pm 3,0\%$ . Уменьшения выживаемости лесной мыши на Мо-участке осенью, как это наблюдалось у кустарниковой полевки, не отмечено. Более того, в октябре 1981 г. выживаемость лесной мыши молибденовой провинции была в 1,5 раза выше, чем на контрольном участке. Итак, при практически одинаковой численности весной и выживаемости сеголетков летом численность лесной мыши на молибденовом участке осенью бывала в 2-3 раза выше, чем на контрольном участке.

V.2. Возрастная структура. В отличие от кустарниковой полевки зимовавшие мыши имели стабильную численность в начале лета: 1-2 особи на обоих участках. Зимовавшие особи Анкаванской провинции отлавливались на 10 дней дольше, чем на контрольном участке, в 1980 г. и на 20 дней дольше - в 1981 г., что свидетельствует об их лучшей выживаемости. Взрослые сеголетки появлялись в отловах во второй половине июля или в начале августа и их доля в отловах закономерно падала к осени.

Возрастная группа *subadultus* изменяла свою численность одинаково на обоих участках. В 1980 г., после июльского подъема и августовского спада, в сентябре следует некоторое увеличение их численности до 3,6 и 2,0 особей на молибденовом и контрольном участках соответственно. Иная картина в 1981 г. В июле подъема численности полувзрослых не отмечено, но в сентябре происходит резкое увеличение числа животных этой группы, что отражается и на динамике численности популяций.

Неполовозрелые особи появлялись в отловах на обоих участках в первой декаде июня 1980 г. и в третьей декаде июня 1981 г. Разница, вероятно, вызвана различными метеоусловиями этих лет. На Мо-участке количество неполовозрелых мышей летом остается на одном, довольно низком уровне - до 1 особи на 100 л/с. На контрольном, в отличие от Мо-участка, численность группы *juvenis* падает до нуля в конце июля, причем в 1980 г. они больше не появлялись в отловах, а в 1981 г. вновь появились в августе, достигнув к сентябрю 2,6 особей. На Мо-участке также зафиксированы сентябрьские подъемы численности неполовозрелых особей в 1980 и 1981 гг. Уменьшение численности неполовозрелых особей на контрольном участке связано с июльским ослаблением там интенсивности размножения, которое выражено во все 4 года исследований. На молибденовом участке этого не отмечено.

Таким образом, при одинаковой численности весной зимовавшие особи отлавливаются на 2-3 декады дольше на Мо-участке, что связано с их лучшей выживаемостью; обнаружена разница между участками по доле неполовозрелых особей и большая численность их среди лесных мышей провинции осенью. Популяция лесной мыши молибденового участка, в отличие от кустарниковой полевки, осенью оказывается "моложе" контрольной.

У.З. Размножение. Сезон размножения начинался в 1981 и 1982 гг. в конце апреля, а в 1980 и 1984 гг. - в конце второй декады апреля. Размножение лесной мыши заканчивалось в середине октября на обоих участках, т.е., практически одновременно. Осенние изменения в соотношении полов происходят синхронно на обоих участках.

Размножение проходит наиболее интенсивно в мае: размножаются 50 и более процентов самок. В течение лета этот показатель на обоих участках колеблется от 15 до 40% со спадом в июле.

Если учесть количество кормящих и, одновременно, беременных самок, то в августе размножение оказывается интенсивнее. Это определяет острое увеличение численности мыши на обоих участках. На контрольном участке интенсивность размножения слабее по сравнению с молибденовой популяцией, разница выражена сильнее в 1960 и 1964 гг., о чем свидетельствует низкий процент там размножающихся самок и отсутствие самок беременных и, одновременно, кормящих. В эти годы отмечалась низкая численность лесной мыши на контрольном участке.

Данные по среднему числу эмбрионов на I самку позволяют говорить об отсутствии различий в плодовитости между самками двух участков.

Таким образом, между участками разницы в продолжительности периода размножения лесной мыши не обнаружено; на Мо-участке размножение проходило интенсивнее, чем на контрольном, во все 4 года исследований за счет большего числа размножающихся самок.

## ГЛАВА VI. ИЗМЕНЕНИЯ ИНТЕРЬЕРНЫХ ПРИЗНАКОВ У КУСТАРНИКОВОЙ ПОЛЕВКИ

VI.1. Морфобиологические показатели. Максимально достоверные различия между полевыми двух участков обнаружены по индексу почек. Возрастные изменения этого показателя выражены у полевок с контрольного участка его увеличением у самцов, а на территории провинции - уменьшением у самок. У взрослых особей выражен половой диморфизм по индексу почки в условиях провинции. Однако совершенно различной оказывается реакция на эти условия разных возрастных групп: если почка неполовозрелых особей больше у полевок Мо-участка ( $t=2,3$  и  $5,1$  - у самцов и у самок соответственно), то в группе размножающихся сеголетков провинции она меньше ( $t=2,1$  и  $3,3$ ).

Анализируются также достоверные различия между полевыми двух участков по весу тела, индексу сердца, индексу П/С; осенью - по индексу тимуса, весу семенника и по гепато-супраренальному коэффициенту. Меньший вес тела неполовозрелых особей, при одинаковом весе взрослых, объясняется ускоренным половым созреванием полевок молибденовой провинции. Такое объяснение подтверждается большим весом семенника молодых самцов Мо-

участка по сравнению с контрольными самцами. Осенние различия по весу семенника и среди самок - по индексу тимуса связаны с более длительным периодом размножения полевых молибденовой провинции. Отмечена значительная вариабельность г-с коэффициента у обитателей провинции осенью. У самок Мо-участка в октябре этот показатель уменьшается по сравнению с сентябрем более чем в два раза и отличается от соответствующего показателя контрольных полевых с высокой степенью достоверности ( $t=4,46$ ). Это свидетельствует об ухудшении условий существования кустарниковой полевки Анкаванской провинции в это время.

VI.2. Гематологические показатели. У полевых Мо-участка количество эритроцитов составляет  $12377 \pm 229$  тыс. и количество гемоглобина -  $17,01 \pm 0,23$  г% при 30 исследованных животных. У полевых контрольного участка -  $12269 \pm 221$  и  $16,65 \pm 0,23$  соответственно при 34 исследованных животных. Таким образом, в условиях Анкаванской провинции у кустарниковой полевки не происходит уменьшения показателей красной крови, что имеет место у человека, сельскохозяйственных и лабораторных животных при отравлениях молибденом [Акопян, 1968, Бала, 1965 и др.].

VI.3. Гистологические изменения. Показана и описана гистологическая картина печени и почек полевых, умерщвленных в естественной среде обитания (на территории участков) и полевых, получивших разные дозы молибдена. Исследования первых не выявили патологических изменений в структуре органов, также как и различий между обитателями провинции и контрольными полевками. Эмбриотоксическая доза в течение 5 недель также не вызвала изменений в органах полевых. В больших дозах (500-1200 мг/кг) молибден вызывает незначительные дистрофические изменения гепатоцитов и эпителия дистального отдела нефрона, а также оказывает стимулирующее действие на систему фагоцитоза, что проявляется гиперхроматозом ядер почечного интерстиция, расположенного по ходу кровеносных капилляров.

VI.4. Исследование содержания микроэлементов. Представлены данные по содержанию молибдена в печени, почках, шкурках и в содержимом желудка зимовавших и неполовозрелых особей, взрослых сеголетков, а также данные по содержанию молибдена, меди, марганца, никеля, свинца, цинка, хрома и кобальта в печени, почках и шкурках разных половозрастных групп кустарниковой

полевки двух участков. Обнаружено, что: 1) количество молибдена в организме полевок Мо-у участка в 1,5-3 раза больше, чем в полевках контрольного участка; 2) в содержимом желудка взрослых полевок Мо-участка молибдена в 7 раз меньше, чем в среднем в разнотравье провинции; 3) на Мо-участке в содержимом желудка неполовозрелых полевок молибдена больше, чем у взрослых особей, более чем в 2 раза; 4) в условиях провинции у большинства полевок повышено содержание меди, марганца, никеля, свинца, цинка и хрома; 5) при концентрации молибдена в шкурках более  $7 \times 10^{-4}\%$  содержание в них меди и марганца падает, а никеля - возрастает.

## ГЛАВА УП. ИЗМЕНЕНИЯ ИНТЕРЬЕРНЫХ ПРИЗНАКОВ У ЛЕСНОЙ МЫШИ

УП.1. Морфофизиологические показатели. У лесных мышей различия между участками выражены не так заметно, как у кустарниковой полевки и касаются, в основном, органов, связанных с репродуктивной активностью. Так, на Мо-участке средний вес семенника неполовозрелых особей почти вдвое выше, чем на контрольном. Видимо, здесь можно предполагать ускоренное половое созревание лесной мыши. В группе размножающихся сеголетков вес семенника самцов Мо-участка также больше,  $t=2,07$ . В осенней группировке по этому показателю самцы двух участков не различаются. Эти данные согласуются с результатами наших исследований, изложенных в гл.У.3: размножение лесной мыши на Мо-участке проходит интенсивнее, чем на контрольном; сезон размножения для мыши заканчивается на участках одновременно.

УП.2. Гематологические показатели. У лесных мышей Моучастка количество эритроцитов составляет  $8009 \pm 385$  тыс. и количество гемоглобина -  $16,85 \pm 0,27$  г%. У мышей контрольного участка -  $7624 \pm 417$  тыс. и  $17,13$  г% соответственно, т.е. разницы между участками по этим показателям не обнаружено.

УП.3. Исследование содержания микроэлементов. Содержание молибдена в организме половозрелых лесных мышей, отловленных на территории провинции, в 2-2,5 раза больше, чем у половозрелых мышей контрольного участка. У неполовозрелых мышей, также как и у полевок, наибольшие концентрации молибдена обнаружены в почках (до  $6 \times 10^{-4}\%$ ). С учетом количественных показателей питания кустарниковой полевки и лесной мыши на данной высоте в го-

рах Кавказа [Ларина и др., 1980] и наших данных по количеству молибдена в содержимом желудка показано, что в условиях Анкаванской провинции половозрелые лесные мыши получают с кормом молибдена в 2,8 раза меньше, чем обитающие там же кустарниковые полевки. Межвидовая разница по количеству молибдена, съеденного неполовозрелыми особями, составляет 6,5 раза в пользу кустарниковой полевки. Поскольку в желудочно-кишечном тракте млекопитающих нет какого-либо барьера, препятствующего всасыванию молибдена, и он быстро всасывается у животных всех видов [Хенниг, 1976], можно заключить, что в условиях Анкаванской провинции в организм взрослых особей лесной мыши молибдена поступает в 2,8 раза, а в организм неполовозрелых - в 6,5 раза меньше, чем в организм соответствующих групп кустарниковой полевки.

#### ГЛАВА VIII. ИССЛЕДОВАНИЯ ТОКСИЧНОСТИ МОЛИБДЕНА

VIII.1. Среднесмертельные дозы молибдена. Определены ЛД<sub>50</sub> для кустарниковой полевки и лесной мыши. Разницы в чувствительности к молибдену обитателей провинции по сравнению с контрольными грызунами не обнаружено. Для кустарниковой полевки ЛД<sub>50</sub> составила 821±26 и 840±14 мг Мо на кг веса - у обитателей провинции и контрольного участка соответственно. Для лесной мыши - 733±52 и 695±34 мг/кг соответственно. Клиническую картину грызунов, получивших летальные дозы Мо, составляли астения, резкая прострация, диарея и во всех случаях - параличи. То есть поражалась главным образом, нервная система, чего не отмечается при хронических отравлениях молибденом. Поэтому нами были проведены исследования чувствительности полевок к меньшим дозам Мо.

VIII.2. Эмбриотоксическое действие молибдена. В результате эксперимента получено 2,00±0,25 живых эмбрионов на I беременную самку, отловленную на территории провинции и 1,78±0,15 - для самок, отловленных на контрольном участке. Разница не достоверна. Однако, обнаружены различия в сроках гибели эмбрионов. Доимплантационная смертность у полевок контрольного участка в 3,4 раза больше, чем у полевок молибденовой провинции. У последних гибель эмбрионов происходит чаще на поздних стадиях развития. Следовательно, несмотря на почти равное количество

живых эмбрионов, можно говорить о некоторой устойчивости полевков Мо-провинции к повышенным дозам молибдена.

#### ГЛАВА IX. ОБСУЖДЕНИЕ

Итак, мышевидные грызуны обитают вполне благополучно на территории Анкаванской биогеохимической провинции, для которой характерны эндемии среди людей и сельскохозяйственных животных. Об этом свидетельствуют относительно высокая численность и выживаемость грызунов, а также результаты гистологических, гематологических и морфофизиологических исследований.

Как показывают наши наблюдения за погрызами растений в местах обитания грызунов, кустарниковая полевка Анкаванской провинции избирательно поедает *Silene iberica* и *Phleum phratense* - виды растений, содержащие относительно меньшие количества молибдена и большие - меди. Это подтверждается результатами спектрального анализа содержания микроэлементов в разнотравье и в содержимом желудка грызунов. Количество молибдена в разнотравье, по нашим данным, составляет  $21,4 \times 10^{-4}\%$  на Мо-участке и  $1,29 \times 10^{-4}\%$  - на контрольном. Или, по данным ботаников, от 0,7 до 31,5 мг/кг сухого вещества - на территории провинции и от 0,3 до 2,0 мг/кг - за ее пределами, в зависимости от вида растения (Делла-Росса, 1969). Это примерно в 7 раз больше, чем в содержимом желудка взрослых и в 3,2 раза больше, чем в содержимом желудка взрослых неполовозрелых полевков, питающихся этими растениями.

Воздействие условий провинции на численность грызунов сводится к ее увеличению у обоих видов. Однако обнаруживается разница между полевкой и мышью в механизме реакции популяций этих видов на геохимические условия среды. Регулируя поступление молибдена и меди в организм, оба вида в период вегетации растений благополучно размножаются, причем более интенсивно, чем за пределами провинции. Однако осенью численность полевков Мо-участка резко падает, чего не происходит с полевкой контрольного участка и с обоими популяциями лесной мыши. В результате сбивается 4-годовая цикличность динамики численности кустарниковой полевки, прослеживаемая на контрольном участке. Осенние сокращения численности и изменения возрастной структуры кустарниковой полевки Анкаванской провинции мы объясняем токсическим действием молибдена. Возникающая токсичность мо-

молибдена может быть связана с изменением обмена веществ в результате осенней перестройки организма. С другой стороны, и это несомненно, полевки получают больше молибдена в результате уменьшения и прекращения вегетации растений: количество растений предпочитаемых видов, содержащих относительно мало молибдена и много меди, быстро уменьшается; исчезают молодые растущие части всех растений, содержащие меньшие, по сравнению со старыми частями, количества микроэлементов. В этих условиях неполовозрелые полевки, вышедшие из гнезда, в силу своей низкой конкурентоспособности оказываются в худших, по сравнению с другими возрастными группами, условиях. Это, должно быть и вызывает осеннее изменение возрастной структуры населения молибденовой провинции.

Способность выбирать себе в корм нужные растения развивается у неполовозрелых грызунов провинции после периода неразборчивого поедания растений. В результате концентрация молибдена в органах и тканях молодых животных повышается у обоих видов приблизительно в 2 раза по сравнению со взрослыми.

Как известно, повышенное поступление молибдена в организм усиливает активность ксантиноксидазы, что увеличивает синтез мочевой кислоты и, в конечном счете, повышает нагрузку на почку. На территории провинции в содержимом желудка неполовозрелых полевок молибдена содержится в 2-3 раза больше, чем у взрослых особей и в 5-6 раз больше, чем у полевок контрольного участка. Поэтому вполне закономерным представляется увеличение индекса почки у неполовозрелых особей Мо-участка, хотя у взрослых особей этого не отмечено.

Результаты исследований не позволяют считать условия Аванканской провинции экстремальными для полевки в период вегетации растений. Изменения в продолжительности размножения, в структуре и динамике численности мы рассматриваем как реакцию кустарниковой полевки в основном на геохимические условия Аванканской провинции, возникающие осенью.

Условия провинции вызывают у лесной мыши значительно меньше изменений в морфофизиологических показателях, в репродуктивном цикле и в динамике численности, чем у кустарниковой полевки, что связано с особенностями их питания и с меньшим поступлением молибдена в организм (гл. УП.3). Они имеют возможность



возможность более широкого использования доступных растений и, таким образом, оказываются более приспособленными к повышенному содержанию молибдена в среде, чем кустарниковые полевки. С этой точки зрения в условиях биогеохимических провинций естественного и техногенного происхождения все виды-семеноводы имеют преимущество перед зеленоядами, разумеется, кроме тех случаев, когда действующий агент концентрируется в семенах в большей степени, чем в вегетативных частях растений.

Избирательная поедаемость обитателями молибденовой провинции растений обеспечивает грызунам возможность нормального существования в условиях провинции. С другой стороны, элиминация, происходящая осенью, направленная на выживание более приспособленных к этим условиям особей, привела к относительной устойчивости полевки молибденовой провинции к повышенному поступлению молибдена в организм. Таким образом, кустарниковая полевка демонстрирует одновременно два типа адаптивных реакций, зависящих от интенсивности действующих факторов. В первый тип входят поведенческие реакции, которые мы наблюдаем у кустарниковой полевки провинции при выборе корма. При усилении осенью геохимического воздействия имеет место отбор, приводящий к появлению у полевки второго типа адаптивных реакций. Последний, однако, выражен слабо. Возможно, отбор направлен в большей степени на выживание особей, способных лучше реализовывать первый тип адаптации (более конкурентноспособных в борьбе за корм, за индивидуальные участки, лучше их использующих и т.д.), а чувствительность к молибдену при этом не является определяющей.

#### ВЫВОДЫ

1. У обитающих на территории Анкаванской биогеохимической провинции кустарниковой полевки и лесной мыши отмечен ряд различий в динамике численности и структуре поселений в сравнении с поселениями этих видов за пределами провинции.

2. Оба вида Анкаванской провинции испытывают на себе действие биотических доз молибдена. У них, по сравнению с животными контрольного участка: а) выше численность; б) раньше наступает половое созревание; в) более интенсивное размножение; г) выше выживаемость зимовавших особей; д) больше содержится в тканях биологически активных микроразделов.

3. Лесная мышь менее уязвима к условиям повышенного содержания молибдена в среде, чем кустарниковая полевка.

4. На территории провинции кустарниковая полевка, как зеленая, с кормом получает в 2,8 раза молибдена больше, чем лесная мышь. Различия в реакции видов на условия провинции выражаются в: а) сокращении численности кустарниковой полевки осенью, с прекращением вегетации растений, при незначительном изменении этого показателя у лесной мыши; б) разной динамике численности: у кустарниковой полевки нарушена 4-годичная цикличность, которая прослеживается на контрольном участке, тогда как у лесной мыши отмечены синхронные изменения численности на участках; в) удлинении периода размножения кустарниковой полевки по сравнению с полевками контрольного участка, тогда как у лесной мыши его продолжительность в условиях провинции не меняется; г) наличии изменений в ряде морфофизиологических показателей, наиболее выраженных в индексе почек, у кустарниковой полевки и почти полном отсутствии изменений у лесной мыши;

5. Экспериментально обнаружена большая устойчивость кустарниковой полевки по сравнению с особями, обитающими за пределами провинции, к повышенному поступлению молибдена в организм.

6. Адаптации мышевидных грызунов, обитающих на территории Аванканской биогеохимической провинции, связаны с избирательным поеданием растений, содержащих меньшие количества молибдена и большие - меди.

#### Список работ, опубликованных по теме диссертации.

1. К изучению влияния повышенного содержания молибдена в среде на популяцию лесной мыши // Мат. республиканской конф. по зоологии 18-19 декабря 1980 г. Ереван; Изд-во АН Арм.ССР, 1982, с.31-33.

2. Влияние условий Анкаванской биогеохимической провинции, обогащенной молибденом, на размножение лесной мыши // Вопросы экологии животных / - Инф. мат. ИЭРиЖ УНЦ АН СССР. Свердловск, 1982, С.16.

3. К экологии лесной мыши, обитающей на территории Анкаванской биогеохимической провинции, обогащенной молибденом // Экология горных млекопитающих / - Инф. мат. ИЭРиЖ УНЦ АН СССР. Свердловск, 1982, С.51-52.

4. *Караченев А. Сидяков Л.М.*  
О влиянии геохимических условий среды на экологические особенности популяций мелких грызунов//Грызуны/ Мат. VI Всес. сов. Ленинград, 1984. С.450-451.
5. *Караченев А.*  
Чувствительность кустарниковой полевки к эмбриотоксической дозе молибдена// - Вид и его продуктивность в ареале/ Мат. IV Всес. сов. Свердловск, 1984. С.28-29.
6. *Караченев А.*  
Динамика возрастной структуры и особенности размножения популяций лесной мыши и кустарниковой полевки в условиях повышенного содержания молибдена в Анкаване//Экологические аспекты скорости роста и развития животных/ Свердловск, 1985. С.107-113.
7. *Караченев А. Сидяков Л.М.*  
Особенности экологии кустарниковой полевки и лесной мыши в Анкаване//Техногенные элементы и животный организм/Свердловск, 1986. С.14-22.

