

ЭКОЛОГИЯ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ

УДК 574.24

doi: 10.17223/19988591/18/19

Н.С. Москвитина¹, Е.В. Кохонов²

¹ Биологический институт Томского государственного университета (г. Томск)

² Томский государственный педагогический университет (г. Томск)

НЕКОТОРЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ СОСТОЯНИЯ ЖИВОТНЫХ ИЗ РАЗНЫХ ПОПУЛЯЦИЙ КРАСНОЙ ПОЛЕВКИ (*Clethrionomys rutilus* Pall.) ГОРНОГО АЛТАЯ

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке РФФИ
(гранты № 98–05–03166; 98–05–03183).

Выявлен единый спектр структурно-функциональных нарушений в легких, печени, почках, селезенке и крови красной полевки из двух районов Горного Алтая, относимых к зонам радиационного и химического загрязнения различного уровня. Тяжесть нарушений и количество их проявлений в исследованных районах различаются. Результаты исследования дают основания предполагать, что выявленные патологии в значительной степени являются результатом воздействия радиационных факторов и, возможно, загрязнений среды несимметричным диметилгидразином. В конечном итоге это приводит к нарушению гомеостаза организма, что проявляется в виде воспалительных процессов в различных органах и некотором изменении минерального обмена.

Ключевые слова: Горный Алтай; красная полевка; печень; легкие; почки; кровь; химические элементы.

Введение

Состояние здоровья животных как отражение функциональных процессов, происходящих в организме, может быть одним из наиболее эффективных показателей их реакций на изменяющиеся условия существования. Особую значимость исследование этих процессов приобретает в современных условиях множественного загрязнения среды, приводящего к перенапряжению адаптационных возможностей биосистем и развитию патологических явлений [1]. Оценка состояния популяций животных важна как показатель состояния биоразнообразия.

Цель исследования – анализ состояния дыхательной, выделительной систем, печени и крови, характеризующих в целом здоровье животных в различных популяциях красной полевки (*Clethrionomys rutilus* Pall.). В основу работы положены материалы, собранные в двух районах Горного Алтая. Оба

района находятся в зоне рассеивания ракетного топлива и под воздействием значительного влияния радиационных факторов, но отличаются характером и уровнем локальной антропогенной нагрузки. Комплекс проведенных работ, в том числе и биоиндикационного блока, был связан с оценкой состояния среды в районах рассеивания ракетного топлива – несимметричного диметилгидразина (НДМГ).

Материалы и методики исследования

Для оценки состояния организма животных использовались результаты гистологических исследований печени, легких и почек, данные о содержании в тушках полевок химических элементов, о состоянии белой крови животных.

Сбор материала осуществлен в летний период 1999–2000 гг. Отлов животных проводился живоловушками по стандартной методике [2, 3]. Выборку составили животные разного пола и возраста. У отловленных животных изымались внутренние органы – легкие, почки, печень, селезенка. Гистологический анализ органов осуществлялся на кафедре патанатомии СибГМУ канд. мед. наук Ю.М. Падеровым. Содержание химических элементов в тушках животных без желудочно-кишечного тракта определялось методом атомно-эмиссионной спектроскопии на базе лаборатории мониторинга окружающей среды химического факультета Томского государственного университета.

Статистический анализ выполнен на основе программ StatSoft STATISTICA 6.0 и Excel с применением параметрических и непараметрических методов: критерии Стьюдента, Колмогорова–Смирнова, Манна–Уитни, корреляционный анализ Спирмена. Данные на рис. 1 представлены в виде средней арифметической, ошибки средней, доверительных интервалов.

По разным показателям исследовано 117 полевок.

Характеристика районов исследования:

– Чойский район. Исследования проводились в окрестностях пос. Сейка, где располагается золотодобывающее предприятие. Проектная производительность предприятия составляет до 100 тыс. т руды / год. Территория характеризуется как район техногенного тяжелометаллического загрязнения земель [4]. В реальных ландшафтно-геохимических условиях района золотодобывающего предприятия зональные ореолы техногенного загрязнения вытянуты в направлении основных водных и воздушных миграционных потоков на расстояние 5–10 км. Основными загрязнителями окружающей среды являются Cu, Zn, Pb, Cd [5].

– Турочакский район. Материалы собраны в северо-западной части правобережья долины Телецкого озера, в окрестностях пос. Артыбаш. Территория не имеет действующих промышленных предприятий и является зоной отдыха.

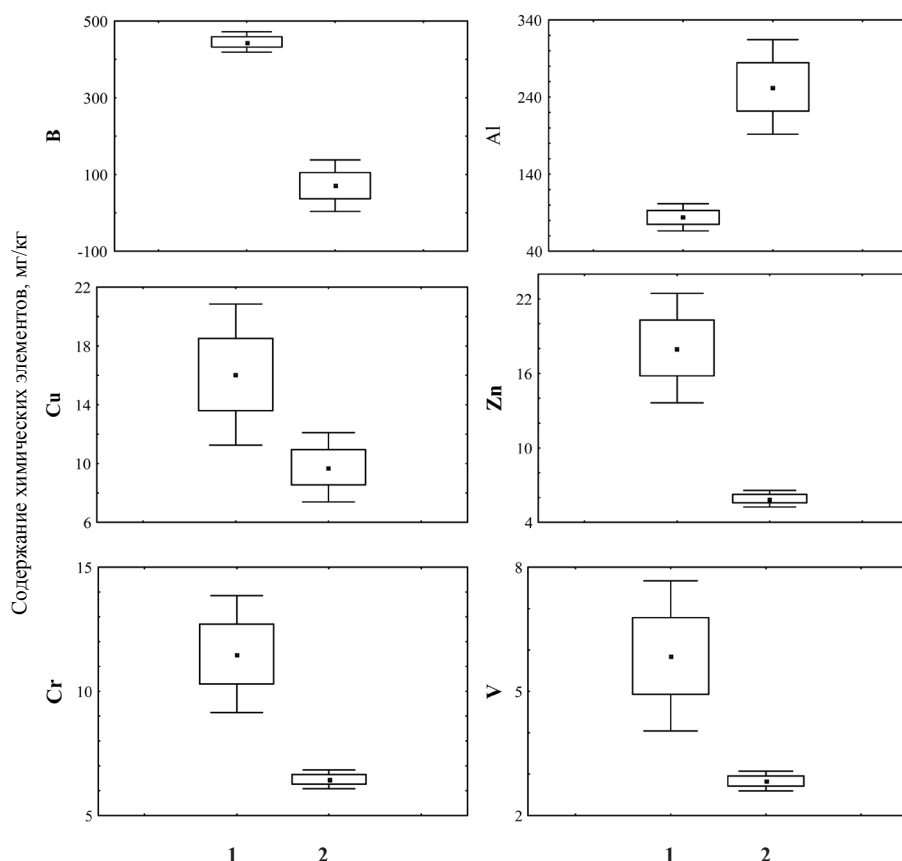


Рис. 1. Содержание химических элементов в тушках красных полевок с территорий Горного Алтая: 1 – животные без патологий в легких; 2 – животные с патологиями в легких

Результаты исследования и обсуждение

Исследование гистологического материала выявило ряд проявлений патологических процессов в органах: хроническое воспаление легких, поражение печени в форме хронического гепатита, хроническое воспаление почек и другие отклонения. При этом подострые хронические воспалительные процессы в легких проявляются в виде хронического бронхита, бронхопневмонии, пневмофиброза. У животных с хроническим гепатитом наблюдалось достоверное ($p < 0,05$) увеличение в мезентериальных (брыжеечных) лимфоузлах митотической активности лимфоидных клеток, способных к делению (лимфобластов, пролимфобластов), а также увеличение в 2 раза доли зрелых плазматических клеток. Это позволяет говорить о наличии у ряда животных с гепатитом выраженного иммунного ответа со стороны лимфоузлов, а также о возможном аутоиммунном характере выявленного

хронического гепатита. Результаты исследования гистологического материала животных из двух районов показали в целом наличие единого спектра патологических процессов. Выявленные от нормального состояния отклонения как в первом (п. Сейка), так и во втором (п. Артыбаш) случаях не имели специфического характера и представлены выраженными в разной степени воспалительными процессами. Однако в процентном отношении проявления патологических процессов у полевок из окрестности п. Сейка регистрировались значительно реже, а степень выраженности их была несколько слабее, чем у животных из окрестности п. Артыбаш. Так, например, хроническое воспаление бронхов регистрировалось у полевок первой группы в 37%, а во второй группе – в 100%. Воспалительный процесс локализовался в бронхах крупного калибра, при этом у полевок первой группы, в отличие от второй, отсутствовали явления острого или перенесенного ранее плеврита. Поражение печени в форме хронического гепатита у животных первой группы выявлено в 50% случаев против 83% во второй, при этом в первом случае полностью отсутствовали изменения в форме порто-портальных септ, что регистрировалось у животных второй группы в 33% случаев. Частота хронического воспаления почек у животных первой группы составила 37,5%, при этом полностью отсутствовала двусторонняя локализация процесса. Во второй группе животных частота хронического воспаления почек – 66,6%, а двусторонняя локализация процесса регистрировалась в 33% случаев. Склероз стромы селезенки у животных первой группы регистрировался в 37,5% против 83,3% во второй. Таким образом, показатели состояния здоровья животных в зоне отдыха на Телецком озере заметно хуже, чем в районе техногенного тяжелометаллического загрязнения. Подтверждением этого являются достаточно высокий показатель (10,2%) доимплантационной гибели животных и изменение состояния сперматогенеза – встречаемость сперматозоидов с аномальными головками варьирует от 14,5 до 24,7% [6].

Единый спектр выявленных патологических процессов в органах животных из двух районов указывает на то, что причиной их возникновения являются факторы, действующие на территории обоих районов. Таковыми, предположительно, могут быть загрязнение окружающей среды НДМГ (территория Горного Алтая относится к районам падения ступеней космических ракет и рассеивания топлива) и радиационное воздействие. НДМГ является высокотоксичным ксенобиотиком, вызывающим развитие патологий органов дыхания и кроветворения, нервной и сердечно-сосудистой систем, желудочно-кишечного тракта. Среднегодовые проливы НДМГ над алтайскими территориями составляют ежегодно более 2,24 т. В результате подобного загрязнения содержание этого вещества в почвах Горного Алтая при фоновом значении 0,175 мг/кг достигает 15,4 ПДУ, в том числе и у берегов Телецкого озера [7]. Выявлена связь между загрязнением почвы НДМГ и частотой инфекционных заболеваний [8].

Известно, что территория Республики Алтай неоднократно подвергалась радиоактивному загрязнению при проведении испытаний на Семипалатинском полигоне. На значительной территории республики выявлены остаточные локальные загрязнения почвенного покрова долгоживущими радиоизотопами цезия, стронция, плутония [4, 9, 10]. По данным В.Е. Кац [9], удельная активность цезия в почве окрестности п. Сейка варьирует от 22 до 95 Бк/кг, что в 3 раза выше фоновых значений по республике. Установлено, что количество выпадающих радионуклидов напрямую зависит от количества выпадающих осадков [11, 12]. Указанной закономерности соответствуют данные Е.Н. Ильинских и др. [10], согласно которым плотность осадка ^{137}Cs от глобальных выпадений, рассчитанная по среднегодовой интенсивности атмосферных осадков на территории п. Артыбаш (2,68 кБк/м², или 72 мКи/км²), несколько выше, чем на территории п. Верхняя-Ынырга (2,44 кБк/м², или 66 мКи/км²), расположенного в 15 км от п. Сейка. Имеются данные, что 60–70% суммарной дозы облучения населения Республики Алтай связано с воздействием радона, при этом Чойский и Турочакский районы относятся к неблагоприятным территориям. Наиболее напряженная обстановка по радону наблюдается в Турочакском районе, где 80% населения подвержена его воздействию выше нормируемого показателя [4].

Показатели крови животных Горного Алтая также могут свидетельствовать о радиационном неблагополучии территории. Известно, что количество лимфоцитов и эозинофилов увеличивается с повышением радиационного воздействия, а палочкоядерных и сегментоядерных нейтрофилов – уменьшается [13–17]. В целом, показатели крови у исследованных животных Горного Алтая и зоны Чернобыльской аварии вполне соизмеримы (таблица).

**Гематологические показатели периферической крови
мелких млекопитающих ($M \pm n / n$)**

Показатель	Горный Алтай		Район ЧАЭС*	
	п. Сейка	п. Артыбаш	Фоновые территории	Радиационно-загрязненные территории
Лейкоциты, тыс./мл	$7,32 \pm 0,32$ 10	$4,50 \pm 0,22$ 39	5,42±0,3	2,0–1,63
Палочкоядерные нейтрофилы, %	$1,40 \pm 0,24$ 5	$1,57 \pm 0,22$ 23	2,6±0,2	1,9–2,4
Сегментоядерные нейтрофилы, %	$22,00 \pm 5,15$ 10	$22,03 \pm 1,62$ 32	59,7±0,8	31,9–19,8
Эозинофилы, %	$2,00 \pm 0,33$ 10	$1,75 \pm 0,16$ 32	2,4±0,3	2,4–17,4
Базофилы, %	$2,50 \pm 0,85$ 6	$1,36 \pm 0,25$ 14	–	–
Лимфоциты, %	$72,40 \pm 5,61$ 10	$70,06 \pm 3,55$ 32	29,9±0,9	57,5–55,2
Моноциты, %	$2,40 \pm 0,34$ 10	$3,72 \pm 0,28$ 32	5,4±0,2	5,2

* Данные Е.И. Исаевой, С.О. Вязова [14].

Заключение

Проведенные исследования содержания в тушках животных В, Al, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Ni, Cu, Zn, Mo, Sn, Ba, Pb показали, что полевки из окрестностей п. Сейка отличаются ($p < 0,05$) от животных из окрестностей п. Артыбаш большим уровнем содержания В, V, Zn и меньшим – Al. Животные с выраженным проявлением патологических процессов в легких отличались от здоровых животных меньшим содержанием в организме V, Cr, Cu, Zn, В и большим – Al (см. рис. 1). Обращает на себя внимание тот факт, что все перечисленные элементы, кроме алюминия, относятся к эссенциальным. Выявлено также, что у полевок с патологическими отклонениями в почках уровень содержания свинца в организме был выше, чем у животных без нарушений.

Известно, что поступление жизненно необходимых элементов в организм находится под контролем гомеостатических механизмов. Однако при воспалительных процессах, инфекциях, стрессе происходит нарушение обмена ряда химических элементов в организме животных и человека. Например, при воспалительных процессах значительно снижается всасывание Zn в кишечнике; на обмен Cr заметное влияние оказывают стресс и инфекции, что сопровождается повышенным выведением элемента из организма. Безусловно, одним из ведущих факторов, влияющих на обмен веществ в организме, является состояние пищеварительного тракта, в частности тонкого кишечника, где происходит всасывание основных элементов. Воспалительные, дистрофические и атрофические изменения слизистой оболочки кишечника неизбежно сопровождаются нарушениями всасывания химических элементов [18].

В природных популяциях мелких млекопитающих исследования состояния пищеварительного тракта животных проводятся довольно редко. Как показали наши предыдущие исследования, в зоне химического и радиационного загрязнения среды происходят заметные нарушения в структуре стенок кишечника животных и его функционирования [19].

Таким образом, есть основания предполагать, что выявленные патологии у животных в значительной степени являются результатом воздействия радиационных факторов и, возможно, загрязнений среды НДМГ. В конечном итоге это приводит к нарушению гомеостаза организма, что проявляется в виде воспалительных процессов в различных органах и некотором изменении минерального обмена.

Литература

1. Безель В.С. Экологическая токсикология: популяционный и биоценотический аспекты. Екатеринбург : Голицкий, 2006. 280 с.
2. Новиков Г.А. Полевые исследования по экологии наземных позвоночных. М. : Советская наука, 1953. 502 с.
3. Кучерук В.В. Новое в методике количественного учета вредных грызунов и землероек // Организация и методы учета птиц и вредных грызунов. М. : Изд-во АН СССР, 1963. С. 159–184.

4. Доклад о состоянии окружающей природной среды Республики Алтай в 2000 г. / под ред. Ю.В. Робертуса. Горно-Алтайск, 2001. 176 с.
5. *Moskvitina N.S., Letuvninkas A.I., Kohonov E.V., Shurova M.V.* Peculiarities of chemical elements depositing with natural environments in the Gold extracting factory area (Western Siberia) // 7-th International Conference "Environmental Engineering" May 22–23, 2008, Vilnius, Lithuania. Lithuania, Vilnius, 2008. P. 239–243.
6. Москвитина Н.С., Бабушкина Н.П., Жданова В.В. и др. Некоторые показатели функционального состояния популяций мелких млекопитающих в условиях техногенного загрязнения среды // Радиоактивность и радиоактивные элементы в среде обитания человека : материалы Международной конференции, посвященной столетию со дня открытия явления радиоактивности и столетию Томского политехнического университета. Томск : Изд-во ТПУ, 1996. С. 391–394.
7. Панин М.С. Химическая экология : учеб. для вузов. Семипалатинск : Семипалатинский гос. ун-т, 2002. 851 с.
8. Природные и антропогенные факторы, влияющие на состояние здоровья населения Республики Алтай. Томск : Изд. Сиб. мед. ун-та, 2003. 150 с.
9. Кац В.Е. Экологическое состояние рудника «Веселый» в Республике Алтай // Проблемы геологии и геохимии юга Сибири : материалы науч. конф. Томск : Том. гос. ун-т, 2000. С. 197–201.
10. Ильинских Е.Н., Огородова Л.М., Безруких П.А. и др. Эпидемиологическая генотоксикология тяжелых металлов и здоровье человека. Томск : Сибирский госмедуниверситет, 2003. 301 с.
11. Павлоцкая Ф.И., Тюриканова Э.Б., Баранов В.И. Глобальное выпадение радиоактивного стронция по земной поверхности. М. : Наука, 1970.
12. Павлоцкая Ф.И. Миграция радиоактивных продуктов глобальных выпадений в почвах. М. : Атомиздат, 1974.
13. Гольдберг Д.И., Гольдберг Е.Д. Справочник по гематологии. Томск : Изд-во Том. ун-та, 1980. 267 с.
14. Исаева Е.И., Вязов С.О. Иммунный статус // Последствия Чернобыльской катастрофы: здоровье среды. М. : Центр экологической политики России, 1996. С. 69–84.
15. Чернышева Э.В., Старостин В.И. Морфологические исследования клеток периферической крови // Последствия Чернобыльской катастрофы: здоровье среды. М. : Центр экологической политики России, 1996. С. 89–91.
16. Борсик Н.Н., Николаевич Л.Н. Влияние облучения родителей на содержание форменных элементов в периферической крови и их потомства // Сахаровские чтения 2004 года: экологические проблемы XXI века : материалы междунар. науч. конф. Минск : Триолета, 2004. С. 76–79.
17. Чудакова О.Н., Николаевич Л.Н. Оценка отдаленных эффектов в крови животных после сочетанного действия внешнего острого гамма-излучения и радиоволн КВЧ-диапазона // Сахаровские чтения 2004 года: экологические проблемы XXI века : материалы междунар. науч. конф. Минск : Триолета, 2004. С. 163–164.
18. Авцын А.П., Жаворонков А.А., Риш М.А., Строчкова Л.С. Микроэлементозы человека: этиология, классификация, органопатология. М. : Медицина, 1991. 496 с.
19. Хорева С.А., Кривова Н.А., Москвитина Н.С., Тавгень О.И. Воздействия загрязнителей предприятий ядерно-топливного цикла и нефтехимического комбината на функциональное состояние мелких мышевидных грызунов // Сахаровские чтения 2004 года: экологические проблемы XXI века : материалы междунар. науч. конф. / под ред. С.П. Кундаса, В.А. Чудакова. Минск : Триолета, 2004. С. 160–162.

Поступила в редакцию 12.02.2012 г.

Nina S. Moskvitina¹, Evgeniy V. Kohonov²¹ Biological Institute of Tomsk State University, Tomsk, Russia² Tomsk State Pedagogical University, Tomsk, Russia**SOME HEALTH INDICATORS OF VARIOUS RED-BACKED VOLE
(*Clethrionomys rutilus* Pall.) POPULATION GROUPS OF GORNY ALTAI**

The objective of the research is to analyse the condition of respiratory and excretory systems, liver and blood which generally characterises the health of the red-backed vole (*Clethrionomys rutilus* Pall.) various population groups. The research is based on the data obtained in two regions of Gorny Altai (the settlement of Seika of the Choisky region and the settlement of Artybash of the Turochaksky region). Both regions lay within the zone of propellant dispersion and is exposed to the considerable influence of radiation. The settlement of Seika and its surroundings are polluted with the emissions of a gold-mining company.

Histology analyses are indicative of pathological processes in animals' organs: chronic pneumonia (chronic bronchitis, bronchopneumonia, pneumofibrosis), liver involvement in the form of chronic hepatitis, chronic nephritis, sclerosis of splenic stroma. The revealed disorders in both cases are not of specific character and consist in inflammation processes. But pathological processes with red-backed voles from Seika surroundings are much less frequent and somewhat less heavy than with voles from the settlement of Artybash. Thus, chronic bronchitis is registered with 37% of voles from the first group and with 100% of voles from the second group. Liver involvement is recorded with 50% in the first group against 83% in the second one. The frequency of chronic nephritis with the voles of the first group is 37,7%, with only one kidney involved. In the second group the frequency of nephritis is 66,6%, with 33% of cases when both kidneys were involved. The sclerosis of splenic stroma within the first group is 37,5% and 83,3% respectively. Thus the health indicators of animals within the recreation zone of the Teletskoye Lake is considerably worse than in the region of anthropogenic pollution with heavy metals.

The same range of pathologic processes with the voles of the two regions can be explained by similar conditions existing on the territory. The presumable reasons are environmental pollution with ADH (the territory of Gorny Altai is within the area of rocket stages falling and propellant dispersion) and radioactivity. The blood analyses of animals inhabiting Gorny Altai also give evidence of unfavourable radioactive situation of the region.

Key words: Gorny Altai; *Clethrionomys Rutilus* (Pall.); liver; lungs; kidneys; blood; chemical elements.

Received February 12, 2012