

УДК 612.111:599.323.43

ОСОБЕННОСТИ ИНТЕРЬЕРНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ *MICROTUS DAGHESTANICUS* В ГОРАХ ЦЕНТРАЛЬНОГО КАВКАЗА

© 2019 З.Х. Боттаева

Институт экологии горных территорий им. А.К. Темботова РАН, г. Нальчик

Статья поступила в редакцию 04.03.2019

Проведен сравнительный анализ показателей периферической крови и внутренних органов *M. daghestanicus* в разных вариантах поясности (терском и эльбрусском) Центрального Кавказа на одной высоте (1900-2000 м над ур. м.). При сходном уровне гемоглобина и гематокритного числа, количество и размеры эритроцитов и содержание гемоглобина в клетках животных двух вариантов существенно отличаются, что свидетельствует о различиях в механизмах поддержания кислородной емкости крови. Различия выявлены и при исследовании внутренних органов. Интенсификация обменных процессов, обнаруженная у полевок в терском варианте поясности, проявляется на тканевом уровне в виде увеличения количества эритроцитов при уменьшении их диаметра и объема, а также содержания в них гемоглобина, и на органном – в виде увеличения индексов печени и селезенки. Несмотря на более суровые условия эльбрусского варианта, функционирование крови и внутренних органов здесь протекает без “напряжения”. Таким образом, изученные интерьерные показатели *M. daghestanicus* на Центральном Кавказе в разных природно-климатических условиях имеют особенности, отражающие адаптивную реакцию вида на эти условия.

Ключевые слова: Центральный Кавказ, среднегорье, дагестанская полевка, морфофизиологические показатели, эритроциты, адаптация.

Изучение механизмов приспособления животных к различным условиям среды и поддержания гомеостаза организма в этих условиях является одной из важнейших задач экологии. Как известно, среда обитания приводит к формированию ряда адаптаций, затрагивающих различные ткани, органы и системы организма. Наиболее быстро и чутко на любые изменения окружающей среды реагируют система крови и внутренние органы. По их состоянию можно судить о физиологическом состоянии организма в целом в тех или иных условиях.

В подобного рода исследованиях особый интерес представляют мелкие млекопитающие, так как в силу малых размеров и несовершенства терморегуляции они характеризуются своеобразными морфофизиологическими адаптациями, не всегда поддающимися прямой расшифровке с экологических и микроэволюционных позиций [1]. Изучение морфофизиологических механизмов приспособления и адаптивных преобразований популяций и видов способствует выявлению их экологической специфики [2].

В литературе достаточно много данных, посвященных изменчивости интерьерных показателей мелких млекопитающих в различных аспектах: высотном, сезонном, возрастном, хронологическом. Наименее изучена изменчивость в условиях секторальной (горизонтальной) неоднородности горных ландшафтов.

В разных природно-климатических условиях гор, обусловленных секторальной неоднородностью, но на одной высоте над уровнем моря, у одних и тех же видов животных могут формироваться различные механизмы адаптации к этим условиям. Это связано с тем, что на горные ландшафты как в целом, так и на отдельные их элементы оказывают значительное влияние широтные зоны, и спектральные отрезки одного и того же пояса могут отличаться даже больше, чем соседние высотные пояса одного и того же макросклона [3].

Объектом для настоящей работы был выбран типично горный вид мелких млекопитающих – дагестанская полевка (*Microtus daghestanicus* Shidlovsky, 1919). Вид относится к эндемичным представителям родентофауны Кавказа, распространение которого охватывает в основном альпийский и субальпийский пояса.

Наличие на Кавказе сложной высотно-поясной структуры горных ландшафтов и прилегающих равнин (так же как и в других горных системах) обуславливает широкий спектр изменчивости условий обитания животных, что важно для изучения стратегий их адаптаций [4].

Цель настоящей работы – сравнительное изучение показателей периферической крови и внутренних органов *M. daghestanicus* в разных вариантах поясности на Центральном Кавказе.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследования проводились в окр. с. Безенги и п. Эльбрус в пределах субальпийского пояса (1900-

Боттаева Зулихат Хусейновна, научный сотрудник лаборатории экологии и эволюции позвоночных животных. E-mail: zulya_bot@mail.ru

2000 м над ур. м.) в летний период (июль-август). Участок исследования на территории окр. с. Безенги располагается на правом берегу р. Черек-Безенгийский и представляет собой субальпийский разнотравный закустаренный луг с большим количеством камней. Участок исследования на территории окр. п. Эльбрус находится на левом берегу р. Баксан, представляет собой субальпийский разнотравный луг, находящийся рядом с сенокосным угодьем, где практически отсутствует древесно-кустарниковая растительность.

Согласно типизации поясных спектров, разработанной А.К. Темботовым [5], с. Безенги находится в терском варианте, п. Эльбрус – в эльбрусском варианте континентального подтипа восточно-северокавказского (полупустынного) типа поясности. Эльбрусский и терский варианты поясности отличаются рядом особенностей, накладывающих глубокий отпечаток на все горные экосистемы. В эльбрусском варианте Главный и Боковой хребты состоят из больших вершин, перевалы располагаются выше снеговой линии. Сравнительно невысокие Скалистый и Меловой хребты в этом районе имеют мягкие очертания с относительно ровными платообразными вершинами и пологими северо-восточными и восточными склонами, постепенно переходящими в равнину. При таком строении передовых хребтов сухие воздушные потоки с Прикаспийской низменности свободно проникают в горы, обуславливая ксерофитизацию ландшафтов всех поясов. Высокогорье осевых хребтов с вечными снегами усиливает континентальность климата. Орография терского варианта несколько иная и обладает специфическими особенностями. Так, Главный, Боковой, Скалистый и Меловой хребты сближены, в результате чего вся горная система Большого Кавказа здесь имеет относительно небольшую ширину. Профиль осевых хребтов резкий, гребни их каменистые, пикообразные, с большой высотой. В отличие от эльбрусского варианта передовые хребты не сглажены и не платообразные, а наоборот, как и осевые хребты, труднодоступны и тоже имеют резкий профиль. В связи с возрастанием общей высоты передовых хребтов резко усиливается роль их как барьера на пути сухих ветров, дующих с Прикаспийской низменности [3].

Всего исследовано 68 половозрелых особей *M. daghestanicus*: в терском варианте – 11 самцов и 20 самок, в эльбрусском – 21 самец и 16 самок. Определялись следующие показатели периферической крови: содержание гемоглобина, количество эритроцитов, цветной показатель, гематокрит, диаметр эритроцитов, среднее содержание гемоглобина в эритроците (СГЭ), средний объем эритроцита (СОЭ), средняя концентрация гемоглобина в эритроците (СКЭ) [6, 7].

Для оценки состояния внутренних органов животных использовали метод морфофизиологических индикаторов [8]. Исследовали массу тела и внутренних органов (селезенки, надпочечников, почек, печени, сердца, легких), а также индексы внутренних органов, рассчитанных по формуле: m (органа), мг / m (тела), $g = \%$.

Для статистической обработки данных использовался пакет прикладных программ «Statistica-10». Различия между выборками считали достоверными при $p < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В ходе исследования ряда интерьерных показателей *M. daghestanicus* на Центральном Кавказе в условиях терского и эльбрусского вариантов поясности были получены следующие результаты.

Масса тела *M. daghestanicus* не подвержена ни половой, ни географической изменчивости. Незначительно выше значения массы тела у животных терского варианта. Эти данные не укладываются в общеизвестное экогеографическое правило Бергмана, согласно которому среди сходных форм гомойотермных животных наиболее крупными являются те, которые живут в условиях более холодного климата. Исключения из этого правила известны по многим видам млекопитающих. Учитывая, что в данном исследовании у *M. daghestanicus* по массе тела не обнаружено существенных различий, сравнительному анализу подверглись как индексы, так и масса внутренних органов (табл. 1).

Внутренние органы. При исследовании внутренних органов *M. daghestanicus* как в терском так и в эльбрусском вариантах были выявлены половые различия по массе ($p=0,002$) и индексу надпочечников ($p=0,000$). В обоих вариантах значения существенно выше у самок, что может быть свидетельством нагрузки на организм в период размножения. При этом географических различий по надпочечникам не обнаружено.

При сравнении показателей внутренних органов животных из двух вариантов, достоверные различия обнаружены по массе и индексу селезенки. Значения органа выше у животных терского варианта (табл. 1). В силу чрезвычайно высокой индивидуальной изменчивости селезенки и слишком большой чувствительности к разнообразным воздействиям, использование ее в качестве морфофизиологического индикатора несколько затруднительно. Однако не смотря на это, нельзя пренебрегать значением селезенки, так как она участвует в кроветворении и кроверазрушении, выполняет защитную роль и является депо крови, регулируя при этом кровообращение в соответствии с изменениями условий среды. Орган участвует и в ряде биохимических

Таблица 1. Масса тела и морфофизиологические показатели *M. daghestanicus* в условиях терского и эльбрусского вариантов поясности

Показатели	Пол	X ± m		Уровень значимости (P)
		Терский вариант	Эльбрусский вариант	
Масса тела (г)	♂♂	18,55±1,09	17,31±0,74	0,349
	♀♀	18,32±0,51	17,88±0,93	0,661
Масса селезенки (мг)	♂♂	130,45±37,53	63,00±8,21	0,030
	♀♀	110,28±20,66	60,00±8,06	0,030
Индекс селезенки (‰)	♂♂	6,27±1,64	3,58±0,38	0,043
	♀♀	5,87±1,02	3,32±0,33	0,036
Масса надпочечника (мг)	♂♂	3,18±0,48	3,24±0,17	0,894
	♀♀	4,64±0,38	5,00±0,63	0,606
Индекс надпочечника (‰)	♂♂	0,18±0,03	0,19±0,01	0,679
	♀♀	0,25±0,02	0,29±0,02	0,269
Масса почки (мг)	♂♂	130,45±8,46	132,37±8,12	0,879
	♀♀	131,75±4,69	130,00±6,09	0,818
Индекс почки (‰)	♂♂	7,04±0,23	7,64±0,22	0,096
	♀♀	7,20±0,17	7,40±0,22	0,457
Масса печени (мг)	♂♂	1389,09±95,03	1071,90±53,52	0,004
	♀♀	1237,89±36,46	1147,81±84,97	0,310
Индекс печени (‰)	♂♂	74,74±2,42	62,21±2,28	0,002
	♀♀	68,65±1,94	63,88±2,77	0,157
Масса сердца (мг)	♂♂	130,91±6,67	116,67±5,04	0,103
	♀♀	132,00±3,33	121,25±5,69	0,097
Индекс сердца (‰)	♂♂	7,12±0,23	6,79±0,19	0,319
	♀♀	7,26±0,19	6,89±0,24	0,230
Масса легких (мг)	♂♂	181,36±12,72	169,74±6,83	0,384
	♀♀	196,18±12,87	180,00±12,31	0,372
Индекс легких (‰)	♂♂	9,79±0,42	9,90±0,24	0,803
	♀♀	10,70±0,50	10,11±0,46	0,389

мических процессов, связанных с обменом жирных кислот и частично аминокислот [1].

Также выявлена разница по показателям печени: у самцов – достоверная, у самок – на уровне тенденции. Значения печени так же как и селезенки, выше у животных терского варианта. Как известно, изменение величины печени отражает способность животных в конкретных условиях среды и в зависимости от физиологического состояния к накоплению резервных питательных веществ [1]. Согласно данным С.С. Шварца с соавторами (1968), ведущим фактором, определяющим размеры печени позвоночных, является интенсивность их обмена веществ и вытекающие отсюда различия в способности поддерживать нормальную жизнедеятельность в периоды недостатка корма [8]. Частично печень может выполнять и функцию кроветворения.

Масса и индекс сердца, считающиеся показателем активности животных, несколько выше, хотя и недостоверно, у животных терского варианта. Статистически не различимы и значения всех остальных органов – надпочечников, почек, легких.

Периферическая кровь. По показателям крови у *M. daghestanicus* также, как и по показателям внутренних органов обнаружены сходства и различия. При этом, половых различий по показателям крови не обнаружено.

Содержание гемоглобина в крови и гематокритная величина у *M. daghestanicus* в обоих вариантах высокие и почти не отличаются. Количество и размеры эритроцитов, а также насыщенность их гемоглобином при этом сильно варьируют (табл. 2).

Более крупные эритроциты с большим содержанием в них гемоглобина, но в меньшем количестве обнаружены у полевок в условиях эльбрусского варианта. У животных терского варианта клетки более мелкие с меньшим количеством гемоглобина, но в большем количестве. Противоположный тренд изменчивости крови выявлен у *Chionomys gud* – другого представителя полеvoчьих, также являющегося типично горным, но в отличие от *M. daghestanicus*, узкоареальным петрофильным видом, изученного в аналогичных условиях [9].

Таблица 2. Показатели периферической крови *M. daghestanicus* в условиях терского и эльбрусского вариантов поясности

Показатели	Пол	X ± m		Уровень значимости (P)
		Терский вариант	Эльбрусский вариант	
Гемоглобин (г/л)	♂♂	156,45±3,98	154,40±2,38	0,640
	♀♀	155,12±2,26	152,73±2,83	0,512
Кол-во эритроцитов (млн.)	♂♂	12,26±0,27	11,40±0,24	0,036
	♀♀	12,04±0,19	11,27±0,31	0,039
Цветной показатель (ед.)	♂♂	0,39±0,00	0,41±0,00	0,016
	♀♀	0,39±0,00	0,41±0,01	0,011
Гематокрит (об%)	♂♂	50,27±1,44	48,40±0,69	0,194
	♀♀	49,50±0,86	48,13±0,88	0,273
Диаметр эритроцитов (мкм)	♂♂	5,14±0,05	5,33±0,02	0,000
	♀♀	5,09±0,05	5,31±0,04	0,001
Среднее содержание гемоглобина в эритроцитах (пг)	♂♂	12,98±0,11	13,59±0,16	0,016
	♀♀	13,01±0,15	13,60±0,16	0,011
Средний объем эритроцитов (мкм ³)	♂♂	41,68±0,60	42,63±0,60	0,323
	♀♀	41,79±0,56	42,99±0,58	0,147
Средняя концентрация гемоглобина в эритроцитах (%)	♂♂	31,18±0,47	31,91±0,28	0,163
	♀♀	31,12±0,30	31,66±0,21	0,099

Учитывая особенности периферической крови *M. daghestanicus* в изученных условиях, а также данные по эритропоэтической деятельности костного мозга вида, полученные ранее [10], согласно которым у животных в терском варианте усиленный эритропоэз, можно предположить, что одной из причин увеличения печени и селезенки в указанном варианте является дополнительное (внекостномозговое) кроветворение. Последнее является компенсаторной реакцией на повышенную нагрузку на основные кроветворные органы (костный мозг), а также при ухудшении условий для костномозгового кроветворения.

Таким образом, полученные результаты по морфофизиологическим показателям *M. daghestanicus* дают основание характеризовать состояние периферической крови и внутренних органов животных популяции терского варианта как “напряженное”. В пользу этого утверждения свидетельствуют также данные по численности и половозрастной структуре популяций вида, изученные в указанных вариантах [11].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Сравнительный анализ комплекса морфофизиологических показателей *M. daghestanicus* на Центральном Кавказе в разных эколого-географических условиях терского и эльбрусского вариантов выявил секторальную изменчивость как на органном, так и на тканевом уровне.

У животных терского варианта по сравнению с эльбрусским выявлена интенсификация об-

менных процессов в организме, проявляющаяся на органном уровне в виде увеличения печени и селезенки и на тканевом уровне в виде увеличения количества эритроцитов, уменьшения их размеров и насыщенности гемоглобином. Эти два процесса, возможно, связаны между собой, так как печень и селезенка при определенных условиях способны участвовать в экстрамедуллярном (внекостномозговом) кроветворении.

Кислородная емкость крови *M. daghestanicus* в изученных условиях не имеет существенных отличий, но при этом механизмы ее обеспечения различны, в частности в условиях терского варианта за счет усиления процесса эритропоэза и изменения количественно-качественных свойств эритроцитов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ивантер Э.В., Ивантер Э.В., Туманов И.Л. Адаптивные особенности мелких млекопитающих: Эколого-морфологические и физиологические аспекты. – Л.: Наука, 1985. – 318 с.
2. Ивантер Э.В. Опыт экологического анализа морфофизиологических особенностей мелких млекопитающих: Сообщение 1. Общая характеристика интерьерных признаков // Ученые записки Петрозаводского государственного университета. 2018. № 3 (172). С. 7-19.
3. Соколов В.Е., Темботов А.К. Млекопитающие Кавказа: Насекомоядные. М.: Наука, 1989. 548 с.
4. Емжуева М.М. Сравнительный анализ адаптивных реакций системы крови и интерьерных признаков дикоживущих и синантропных грызунов семейства *Muridae* к условиям гор центральной части Северного Кавказа: Автореф. дис. ... канд.

- биол. наук. Саратов, 2013. 19 с.
5. Темботов А.К., Шебзухова Э.А., Темботова Ф.А., Темботов А.А., Ворокова И.Л. Проблемы экологии горных территорий. Учебное пособие для студ. вузов биол. и геогр. профиля. Майкоп: Изд-во АГУ, 2001. 186 с.
 6. Тодоров И. Клинические лабораторные исследования в педиатрии. София: Медицина и физкультура, 1968. 1063 с.
 7. Анализы. Полный справочник. – М.: Эксмо, 2006. – 768 с.
 8. Шварц С.С., Смирнов В.С., Добринский Л.Н. Метод морфофизиологических индикаторов в экологии наземных позвоночных. Акад. наук СССР: Свердловск, 1968. 388 с.
 9. Боттаева З.Х., Темботова Ф.А., Емкужева М.М., Берсекова З.А., Чанаев А.Х. Влияние эколого-географических факторов в широтно-долготном градиенте на систему “красной” крови автохтона Кавказа – гудаурской полевки (*Chionomys gud*) // Экология. 2019. Т. 2018. №1. С. 30-39.
 10. Боттаева З.Х., Берсекова З.А. Эритропоэтическая активность костного мозга двух типично горных видов полевок на Центральном Кавказе // Известия Уфимского научного центра РАН. 2019. №1. С. 19-24.
 11. Боттаева З.Х., Дышекова Л.С. Сравнительная оценка состояния популяций дагестанской полевки на Центральном Кавказе в условиях эльбрусского и терского вариантов // Перспектива – 2018: материалы Международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Т. I. – Нальчик: Каб.-Балк. ун-т, 2018. С. 32-36.

PECULIARITIES OF INTERIOR PARAMETERS IN *MICROTUS DAGHESTANICUS* IN THE MOUNTAINS OF THE CENTRAL CAUCASUS

© 2019 Z.Kh. Bottaeva

Tembotov Institute of Ecology of Mountain Territories RAS, Nalchik

The comparative analysis of parameters of peripheral blood and viscera in *M. daghestanicus* was performed in different variants of vertical zonation (terskiy and elbrusskiy variants) of the Central Caucasus at the same altitude (1900-2000 m a.s.l.). The number and size of erythrocytes, and hemoglobin content differ significantly in the animals of two variants though hemoglobin and hematocrit are at the similar level. This testifies to differences in support mechanisms of blood oxygen capacity. Intensification of metabolic processes, which was registered in *M. daghestanicus* of the terskiy variant of vertical zonation, is evident at the tissue level as increased number of erythrocytes under reduction of their diameter and volume, and hemoglobin content, and at the organ level as increased indices of the liver and spleen. Despite more severe conditions of the elbrusskiy variant functioning of blood and viscera develops without “load”. Thus, the studied interior parameters in *M. daghestanicus* of the Central Caucasus under different nature and climate conditions have peculiarities which are representative of adaptive response of the species to actual environment.

Keywords: Central Caucasus, middle mountains, *Microtus daghestanicus*, morphophysiological indicators, erythrocytes, adaptation.