

УДК 591.111:599.323.43

## ЭКОЛОГО-ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ ИММУНОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПЕРИФЕРИЧЕСКОЙ КРОВИ ГУДАУРСКОЙ ПОЛЕВКИ (*CRICETIDAE, RODENTIA*) В СРЕДНЕГОРЬЯХ ЗАПАДНОГО И ЦЕНТРАЛЬНОГО КАВКАЗА

© 2016 З.Х. Боттаева, Ф.А. Темботова, З.А. Берсекова, М.М. Емкужева, А.Х. Чапаев

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

Статья поступила в редакцию 25.04.2016

Впервые в разных эколого-географических условиях среднегорий Кавказа (1800-2000 м над ур. м.) изучены иммунологические показатели периферической крови гудаурской полевки (*Chionomys gud S.*). Исследованы количество и состав лейкоцитов вида на Западном и Центральном Кавказе. Установлена изменчивость изученных показателей, свидетельствующая о различных адаптивных изменениях иммунной системы.

**Ключевые слова:** Кавказ, среднегорье, гудаурская полевка, лейкоциты, иммунитет, адаптация.

Нормальное функционирование и жизнедеятельность организма в определенной мере обеспечиваются взаимоотношениями с факторами окружающей среды. Особую важность при этом приобретает ее влияние на иммунную активность. Иммунная система является высокочувствительной к изменениям окружающей среды и играет ключевую роль в обеспечении защитных функций организма. Прежде всего иммунный ответ осуществляют клетки крови – лейкоциты, функции которых направлены на распознавание и обезвреживание различных чужеродных агентов. Иммунитет рассматривается не только как способ защиты от инфекции, но и как комплекс механизмов, направленных на сохранение постоянства антигенного состава внутренней среды организма и тем самым его целостности [1]. От функционального состояния этих механизмов во многом зависит адаптационный потенциал организма и его устойчивое состояние, и, как следствие, устойчивость популяции в целом. В этой связи исследование иммунной системы может быть одним из способов изучения и понимания закономерностей и механизмов устойчивого развития организма и популяции, в том числе в неоднородных горных ландшафтах, отличающихся

высокой степенью мозаичности климатических характеристик. В то время как низкое парциальное давление кислорода является общим для любого горного комплекса, другие климатические факторы в разных широтах неоднородны и изменчивы. Поэтому на одинаковых высотах различных горных районов климат заметно отличается [2].

Особенности функционирования иммунной системы в горных условиях, освещенные в литературе преимущественно касаются организма человека. На Кавказе изучены механизмы высотной и сезонной адаптации лейкоцитарной системы некоторых видов грызунов (малая лесная мышь, домовая мышь, полевая мышь, серая крыса) [3-5]. Механизмы адаптации в условиях секторальной неоднородности ландшафтов остаются неизученными.

В плане изложенного весьма интересным объектом для данного исследования является выбранный нами объект – гудаурская полевка (*Chionomys gud S.*) – типично горное млекопитающее, эндемик, автохтон, обитающий в горах Кавказа, а также вид-стенобионт, занимающий строго каменистые биотопы.

В связи с вышесказанным целью данной работы стало сравнительное изучение лейкоцитарной системы гудаурской полевки в разных эколого-географических условиях среднегорий Западного и Центрального Кавказа.

### МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Материал, собранный в наиболее благоприятный летний период, происходит из среднегорий Западного (окр. пл. Лагонаки, 1800 м над ур. моря) и Центрального (окр. п. Эльбрус и окр. с. Безенги, 1800-2000 м над ур. моря) Кавказа.

Исследована лейкоцитарная система периферической крови 102 взрослых особей гудаурской полевки. Подсчет количества лейкоцитов (тыс.

*Боттаева Зулихат Хусейновна, младший научный сотрудник лаборатории экологии и эволюции позвоночных животных. E-mail: zulya\_bot@mail.ru*

*Темботова Фатимат Асланбиевна, член-корреспондент РАН, главный научный сотрудник лаборатории мониторинга лесных экосистем. E-mail: tembotova\_f@mail.ru*

*Берсекова Зоя Адиевна, младший научный сотрудник лаборатории экологии и эволюции позвоночных животных. E-mail: zbersekova@mail.ru*

*Емкужева Марита Мухамедовна, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории экологии и эволюции позвоночных животных. E-mail: emkugeva\_m@mail.ru*

*Чапаев Ахмат Хызырович, младший научный сотрудник лаборатории экологии и эволюции позвоночных животных. E-mail: chapaev\_ahmat@mail.ru*

в 1 мкл) проводился по стандартной методике в камере Горяева. Лейкограмму изучали на препаратах крови, окрашенных комбинированным методом (по Май-Грюнвальду и Романовскому-Гимза) на микроскопе Микмед-5 при окуляре 10 и объективе 100. Полученные данные выражались в процентах и абсолютных значениях [6-8].

Данные обрабатывали с использованием пакета прикладных программ «Statistica-10» с помощью дисперсионного (Anova) и дискриминантного анализа (Forward stepwise). Значимость различий определяли с помощью t-критерия Стьюдента. Различия между выборками считали достоверными при  $p < 0,05$ .

Район исследования. Согласно типизации поясных спектров, разработанной А.К. Темботовым [9] плато Лагонаки находится в кубанском варианте приморского подтипа поясности, п. Эльбрус – в эльбрусском варианте, с. Безенги – в терском варианте континентального подтипа.

Кубанский вариант поясности выделяется в пределах западно-северокавказского (степного) типа поясности, поясной спектр которого представлен полным набором, включая пояса темнохвойных и широколиственных лесов. Благодаря влиянию воздушных масс Средиземно-Черноморского бассейна и Атлантического океана, климат здесь влажный и мягкий. Влияние влажных воздушных масс резко ослабевает к востоку. Эльбрусский и терский варианты поясности относятся к восточно-северокавказскому (полупустынный) типу поясности, который резко отличается от западно-северокавказского различной степенью ксерофитизации ландшафтов. Высокогорные осевые хребты с вечными снегами усиливают здесь континентальность климата. Восточно-северокавказскому типу также свойственны такие особенности сложения биоты, как сужение пояса лесов, выпадение темнохвойных лесов, смещение верхних границ почти всех поясов, широкое остепнение субальпийских лугов, появление горных степей. Реакция животного населения на эти особенности четко проявляется во всех экологических и фаунистических группах, сказывается на всех жизненных процессах.

Точки сбора материала расположены в пределах субальпийского пояса. В первой точке на Западном Кавказе (окр. пл. Лагонаки) среднегодовая температура достигает  $5,7^{\circ}\text{C}$ , а среднегодовое количество осадков – 1485 мм. Во второй точке на Центральном Кавказе (окр. с. Безенги) среднегодовая температура равна  $5,2^{\circ}\text{C}$ , среднегодовое количество осадков – 930 мм, в третьей точке (окр. п. Эльбрус) среднегодовая температура –  $3,8^{\circ}\text{C}$ , среднегодовое количество осадков – 920 мм [10]. Количество дней в вегетационном периоде в исследуемых точках соответственно – 220, 180 и 170 дней.

Биотопы во всех трех точках представляют собой каменные россыпи, расположенные на

хорошо прогреваемых солнцем склонах и состоящие из средних и крупных обломков. Растительность вокруг каменных россыпей представлена древесными, кустарниковыми и травянистыми формами. В первой точке сбора материала (окр. пл. Лагонаки) древесная растительность представлена березой Радде, сосной Коха, ивой козьей. Из кустарниковых форм здесь произрастают малина Буша, крушина ломкая, лещина обыкновенная. Травянистый ярус состоит из мышиного горошка, мятлика однолетнего, тмина рассеченнолистного, валерианы липолистной, герани Роберта, иван-чая узколистного, тысячелистника обыкновенного, володушки многожилчатой и др. Во второй точке (окр. с. Безенги) древесная растительность представлена единичными деревьями березы Радде, осины обыкновенной, ивы козьей, из кустарников здесь произрастают лещина обыкновенная, барбарис обыкновенный, смородина восточная, малина Буша. Из травянистых форм доминируют такие виды как лабазник обыкновенный, мышиный горошек, тысячелистник обыкновенный, душица обыкновенная, клевер луговой, тимopheевка луговая и др. В третьей точке (окр. п. Эльбрус) растительное сообщество представлено отдельными деревьями сосны Коха, осины обыкновенной, березы Литвинова, кустарниками такими как малина Буша, барбарис обыкновенный, можжевельник казацкий и травянистыми формами – клевер луговой, мышиный горошек, мятлик однолетний, бетоника крупноцветковая, чина луговая, тимopheевка луговая, тмин обыкновенный и др.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Имеющийся материал позволил оценить влияние факторов среды на иммунную систему *Ch. gud* на разных уровнях секторальной неоднородности высотно-поясной структуры Западного и Центрального Кавказа: на уровне вариантов и подтипов поясности. Предварительно была рассмотрена половая изменчивость.

Половая изменчивость. Как показали результаты дисперсионного анализа половой диморфизм отсутствует по всем использованным в исследовании показателям белой крови во всех трех выборках, средние значения как общего числа лейкоцитов, так и форменных элементов приводятся в табл.1.

Секторальная изменчивость на уровне варианта поясности. Методом дисперсионного анализа выявлена географическая изменчивость количества и состава лейкоцитов гудаурской полевки. Максимальная концентрация клеток в 1 мкл периферической крови обнаружена у животных Западного Кавказа в условиях кубанского варианта поясности, несколько ниже (на 7,5%) количество лейкоцитов у животных на Центральном Кавказе в условиях терского варианта

**Таблица 1.** Показатели «белой» крови гудаурской полевки (*Shiopolomys gird*) в условиях среднегорий кубанского (Западный Кавказ), терского и эльбрусского (Центральный Кавказ) вариантов поясности

Показатели	Пол	Вариант поясности				Р			
		кубанский		терский		эльбрусский	Лагонаки-Безенги	Безенги-Эльбрус	Эльбрус-Лагонаки
		окр. пл. Лагонаки X ± m	окр. с. Безенги X ± m	окр. п. Эльбрус X ± m					
Лейкоциты (тыс.)	♂♂	5110,71±802,90	4726,67±504,24	5535,42±455,41	0,651	0,183	0,086		
	♀♀	5102,63±593,47	4801,19±405,60	3762,50±399,04	0,648	0,152	0,072		
Лимфоциты (%)	♂♂	44,14±4,06	65,92±2,25	61,60±3,87	<b>0,000</b>	0,410	<b>0,002</b>		
	♀♀	42,85±2,96	61,71±2,90	63,47±2,97	<b>0,000</b>	0,688	<b>0,000</b>		
Лимфоциты (абс.)	♂♂	2273,25±480,53	3008,42±342,47	2050,57±304,42	0,192	0,119	0,702		
	♀♀	2339,49±363,68	3035,32±324,66	2355,88±272,14	0,128	0,166	0,974		
Сегментоядерные (%)	♂♂	44,43±4,45	26,14±2,59	29,50±3,51	<b>0,001</b>	0,542	<b>0,011</b>		
	♀♀	46,30±3,41	28,58±2,56	25,93±2,30	<b>0,000</b>	0,540	<b>0,000</b>		
Сегментоядерные (абс.)	♂♂	2327,66±478,20	1192,16±179,65	954,23±135,20	<b>0,018</b>	0,634	<b>0,009</b>		
	♀♀	2316,08±332,65	1308,76±162,61	993,59±153,11	<b>0,003</b>	0,362	<b>0,000</b>		
Палочкоядерные (%)	♂♂	2,07±0,27	1,29±0,16	1,33±0,19	<b>0,023</b>	0,880	<b>0,040</b>		
	♀♀	2,15±0,34	1,17±0,10	1,43±0,20	<b>0,003</b>	0,469	<b>0,049</b>		
Палочкоядерные (абс.)	♂♂	91,68±12,79	61,38±9,78	45,13±6,62	<b>0,041</b>	0,254	<b>0,006</b>		
	♀♀	98,51±15,63	57,04±8,03	46,88±4,13	<b>0,007</b>	0,526	<b>0,003</b>		
Моноциты (%)	♂♂	2,71±0,52	1,62±0,18	2,09±0,34	<b>0,046</b>	0,407	0,271		
	♀♀	2,95±0,46	1,52±0,14	2,45±0,45	<b>0,002</b>	0,083	0,370		
Моноциты (абс.)	♂♂	105,21±14,81	66,90±9,00	63,59±8,74	<b>0,023</b>	0,847	<b>0,018</b>		
	♀♀	140,99±24,37	74,61±10,28	75,50±12,77	<b>0,007</b>	0,973	<b>0,019</b>		
Эозинофилы (%)	♂♂	1,93±0,29	1,62±0,27	1,45±0,21	0,708	0,417	0,247		
	♀♀	1,74±0,28	1,79±0,22	1,69±0,36	0,881	0,809	0,917		
Эозинофилы (абс.)	♂♂	92,00±16,56	79,62±16,37	52,73±10,95	0,957	0,121	0,110		
	♀♀	94,38±18,45	77,04±10,74	53,69±9,82	0,377	0,237	0,059		
Базофилы (%)	♂♂	4,71±0,78	4,20±0,64	3,45±0,56	0,548	0,458	0,220		
	♀♀	4,75±0,77	4,83±0,52	3,67±0,72	0,924	0,258	0,309		
Базофилы (абс.)	♂♂	220,50±42,60	189,92±31,64	109,09±21,24	0,519	0,115	<b>0,035</b>		
	♀♀	255,72±40,95	230,69±31,83	135,15±26,74	0,598	0,078	<b>0,032</b>		

и наименьшее (более чем на 30%) – в условиях эльбрусского варианта (табл. 1). Однако во всех случаях сравнения различия недостоверны.

При дифференциальном исследовании состава лейкоцитов выявлено, что лейкоцитарная формула у животных всех трех популяций представлена лимфоцитами, важнейшей функцией которых является участие в реакциях специфического иммунитета, и всеми типами клеток, отвечающих за неспецифический иммунитет: нейтрофилами – сегментоядерными и палочкоядерными, моноцитами, эозинофилами и базофилами.

Достоверные отличия по абсолютному содержанию лимфоцитов у трех выборок не обнаружены, хотя максимальное количество выявлено у животных терского варианта, минимальное – эльбрусского, у которых лимфоцитов почти в полтора раза меньше. Ситуация иная с пропорциональным содержанием лимфоцитов. У особой обеих центральнокавказских выборок более 60% лейкоцитов составляют лимфоциты, тогда как у западнокавказских животных их менее 50%, различия существенны в обоих случаях сравнения. На Западном Кавказе у гудаурской полевки значительно выше содержание нейтрофилов (палочкоядерных и сегментоядерных) и моноцитов, т.е. выше неспецифическая составляющая иммунных процессов, свидетельствующая о большей фагоцитарной активности клеток. Эти клетки играют важную роль в противоинфекционном и противораковом иммунитете. Кроме нейтрофилов и моноцитов в механизмах неспецифической защиты участвуют также эозинофилы и базофилы. Наличие у последних ряда веществ придает им способность участвовать в аллергических и воспалительных процессах. У животных эльбрусской популяции по сравнению с двумя другими популяциями отмечается сниженное количество этих клеток.

При сравнении центральнокавказских выборок между собой достоверно значимых различий не обнаружено, однако почти все показатели выше у безенгийской выборки. Исключение составляют лишь моноциты, относительное со-

держание которых выше у эльбрусской выборки, а абсолютное количество в обеих выборках находится на одном уровне (табл. 1).

По результатам дискриминантного анализа центральнокавказские выборки достоверно отличаются от западнокавказской по относительному содержанию лимфоцитов. Достоверность описания модели, так же как и процент корректной детерминации высоки в обоих случаях (табл.2). Между центральнокавказскими выборками различающихся признаков не обнаружено.

Секторальная изменчивость на уровне подтипа поясности. Как видно из табл. 3, иммунологические показатели крови гудаурской полевки из приморского и континентального подтипов поясности различаются, причем по 7 из 12 достоверно. У животных приморского подтипа поясности превышает общее количество лейкоцитов, а лимфоциты составляют менее 50% от общего числа форменных элементов. Неспецифический иммунитет животных, обитающих в условиях континентального подтипа поясности (Центральный Кавказ) в сравнении с особями из Западного Кавказа свидетельствует о наличии экстремальных факторов среды, влияющих на их организм.

Интерпретировать полученные данные по лейкоцитарной формуле гудаурской полевки вероятно, возможно по аналогии состояния белой крови человека, которая хорошо изучена, в том числе в разных эколого-географических условиях. В контексте изложенного представляют интерес исследования иммунологического статуса коренных жителей Крайнего Севера, характеризующегося экстремальными условиями среды проживания, в частности экстремальными характеристиками климата.

Как показали результаты исследования иммунологического статуса жителей Ямало-Ненецкого округа [11], у коренных жителей в сравнении с пришлыми выявлены физиологические особенности, заключающиеся в следующем.

1. Диапазон иммунологических показателей у аборигенов Севера имеет более широкий размах

**Таблица 2.** Дискриминирующие признаки «белой» крови гудаурской полевки на Западном и Центральном Кавказе

Показатели	F	p	Показатели	F	p
Лагонаки-Эльбрус					
Самцы			Самки		
F (1,21)=9,792 p<0,0051			F (1,23)=20,479 p<0,0002		
Лимфоциты (%)	9,79	0,005	Лимфоциты (%)	20,48	0,000
Процент дискриминации (%)		70,83	Процент дискриминации (%)		74,29
Лагонаки-Безенги					
F (1,22)=19,080 p<0,0002			F (1,33)=18,369 p<0,0001		
Лимфоциты (%)	19,08	0,000	Лимфоциты (%)	18,37	0,000
Процент дискриминации (%)		81,48	Процент дискриминации (%)		72,73

**Таблица 3.** Показатели «белой» крови гудаурской полевки (*Chionomys gud*) в среднегорьях Западного (приморский подтип поясности) и Центрального (континентальный подтип поясности) Кавказа

Показатели	Пол	Подтип поясности				P
		Приморский		Континентальный		
		X ± m	Limit	X ± m	Limit	
Лейкоциты (тыс.)	♂♂	5110,71±802,9	2050-10850	4197,22±353,81	1550-7975	0,234
	♀♀	5102,63±593,47	2200-12700	4385,71±300,05	1025-7600	0,235
Лимфоциты (%)	♂♂	44,14±4,06	17-70	64,04±2,11	46-79	<b>0,000</b>
	♀♀	42,85±2,96	23-67	62,38±2,1	41-83	<b>0,000</b>
Лимфоциты (абс.)	♂♂	2273,25±480,53	630-7378	2591,97±250,78	972-4673	0,522
	♀♀	2339,49±363,68	636-6858	2763,54±227,57	512,5-5330	0,306
Сегментоядерные нейтрофилы (%)	♂♂	44,43±4,45	16-77	27,54±2,08	15-48	<b>0,000</b>
	♀♀	46,30±3,41	23-70	27,61±1,82	10-50	<b>0,000</b>
Сегментоядерные нейтрофилы (абс.)	♂♂	2327,66±478,20	615-6391	1093,02±119,24	232-2711	<b>0,003</b>
	♀♀	2316,08±332,65	924,7-5792,5	1182,69±116,70	174,3-3185	<b>0,000</b>
Палочкоядерные нейтрофилы (%)	♂♂	2,07±0,27	1-4	1,31±0,12	1-3	<b>0,005</b>
	♀♀	2,15±0,34	1-6	1,27±0,10	1-3	<b>0,003</b>
Палочкоядерные нейтрофилы (абс.)	♂♂	91,68±12,79	23-200,5	53,88±6,19	15,5-148,8	<b>0,005</b>
	♀♀	98,51±15,63	22-254	52,85±5,03	16,5-163,5	<b>0,001</b>
Моноциты (%)	♂♂	2,71±0,52	1-7	1,83±0,19	1-5	0,065
	♀♀	2,95±0,46	1-7	1,82±0,19	1-5	<b>0,010</b>
Моноциты (абс.)	♂♂	105,21±14,81	46-557	65,39±6,19	22,25-124,5	<b>0,007</b>
	♀♀	140,99±24,37	26-425,3	74,93±7,90	20,5-175,5	<b>0,003</b>
Эозинофилы (%)	♂♂	1,93±0,29	1-4	1,54±0,17	1-4	0,222
	♀♀	1,74±0,28	1-6	1,76±0,19	1-5	0,952
Эозинофилы (абс.)	♂♂	92,00±16,56	20,5-200,5	67,29±10,36	15,5-209,4	0,191
	♀♀	94,38±18,45	22,75-294	68,58±7,79	20,5-163,5	0,136
Базофилы (%)	♂♂	4,71±0,78	2-12	3,88±0,44	1-10	0,321
	♀♀	4,75±0,77	1-15	4,44±0,42	1-10	0,707
Базофилы (абс.)	♂♂	220,50±42,60	61,5-601,5	155,72±21,53	31-485	0,138
	♀♀	255,72±40,95	26,5-635	195,95±23,63	26-537,5	0,180

значений по сравнению с пришлыми жителями.

2. Иммунный статус коренного населения по сравнению с пришлыми жителями характеризуется дисбалансом содержания клеток периферической крови, в частности, увеличением показателей абсолютного числа лимфоцитов на 37,0%, абсолютного числа моноцитов на 27,3%, абсолютного и относительного содержания эозинофилов на 35,0% на фоне более низких значений относительного числа сегментоядерных нейтрофилов на 6,7%, показателей системы неспецифической резистентности организма.

3. Выявлены более низкие значения общего количества лейкоцитов крови на 11,1%, абсолютного и относительного содержания палочкоядерных нейтрофилов на 37,5% и 69,3% соответственно, абсолютного содержания сегментоядерных нейтрофилов на 13,1% на фоне более высоких значений относительного содержания сегментоядерных нейтрофилов на 6,8%.

Переходя к объекту исследования, следует отметить, что животные, обитающие в условиях континентального подтипа поясности также как и коренные жители Севера характеризуются: низ-

ким содержанием общего количества лейкоцитов (на 18%), при более высоком уровне относительного числа лимфоцитов (на 20%). В отличие от реакции иммунной системы периферической крови жителей Крайнего Севера, у гудаурской полевки в континентальных условиях диапазон иммунологических показателей имеет более узкий размах значений по сравнению с особями, обитающими в приморском подтипе поясности.

О том, что в условиях более сурового климата снижается общее количество лейкоцитов у представителей мелких млекопитающих, описано в литературе на примере рыжей полевки [12].

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выявлена географическая (секторальная) изменчивость лейкоцитарной системы крови гудаурской полевки в условиях разных поясных спектров среднегорий (на высоте 1800-2000 м над ур. м.) Западного и Центрального Кавказа. Влияние секторальной (долготной) неоднородности эколого-географических факторов проявляется как на уровне вариантов, так и подтипов поясности.

На Западном Кавказе в условиях теплого и влажного климата, где вегетационный период длится 220 дней, иммунная система гудаурской полевки свидетельствует о благоприятных условиях обитания для вида.

В условиях континентального климата (среднегорья Центрального Кавказа, вегетационный период 170-180 дней) выявлено снижение показателей иммунной системы *Ch. gud*, что проявляется в более низком содержании общего количества лейкоцитов, а также низких показателях относительного и абсолютного содержания нейтрофилов (сегментоядерных и палочкоядерных), моноцитов, эозинофилов и базофилов. При этом у центральнокавказских животных достоверно выражено смещение в сторону более высокого процентного содержания лимфоцитов, по сравнению с соответствующими данными, характерными для животных Западного Кавказа.

Выявленный характер изменений, хотя и менее четко, проявляется и при сравнении животных двух вариантов континентального подтипа поясности – терского и эльбрусского, отличающихся степенью суровости климата (соотношения среднегодовой температуры и среднегодового количества осадков). Так, в условиях терского, более теплого климата, показатели форменных элементов и общее количество лейкоцитов гудаурской полевки выше, хотя во всех случаях недостоверно, что свидетельствует о более высокой степени иммунологической защищенности организма, в сравнении с таковым животных из эльбрусского варианта поясности.

Таким образом, в изученных условиях среднегорий Западного и Центрального Кавказа, на высоте 1800-2000 м реакция иммунной системы гудаурской полевки, более вероятно, предопределяется климатическими факторами и, в первую очередь, сочетанием среднегодовой температуры и влажности. Очевидно, основное воздействие на организм полевки оказывает холодовой эффект и сухость воздуха. Парциальное давление не является для *Ch. gud* экстремальным фактором.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Петров Р.В. Иммунология и иммуногенетика. М: Медицина, 1976. 338 с.
2. Миррахимов М.М., Гольдберг П.Н. Горная медицина. Фрунзе: Кыргызстан, 1978. 184 с.
3. Темботова Э.Ж., Емкужева М.М., Берсекова З.А., Темботова Ф.А. Иммунологические показатели крови домашней мыши (*Mus musculus L.*) в условиях Центрального Кавказа // Животный мир горных территорий. Нальчик, 2009. С. 472-477.
4. Емкужева М.М. Темботова Э.Ж., Берсекова З.А., Темботова Ф.А. Сезонная и половая изменчивость показателей лейкоцитарного состава крови домашней мыши (*Rodentia, Muridae*) в среднегорьях Центрального Кавказа // Известия Самарского научного центра РАН. 2011. Т. 13 (39). №1 (5). С. 1083-1088.
5. Емкужева 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.
6. Берчану Шт. Клиническая гематология. Бухарест: Медицинское изд-во, 1985. 1221 с.
7. Риган В. Сандерс Т. Деникола Д. Атлас ветеринарной гематологии. М.: ООО «Аквариум ЛТД», 2000. 136 с.
8. Тодоров И. Клинические лабораторные исследования в педиатрии. София: Медицина и физкультура, 1968. 1063 с.
9. 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.
10. Климатические данные городов по всему миру: <http://ru.climat-data.org>. (дата обращения: 05. 10. 2015).
11. Пашина Н.А. Физиологические особенности иммунного статуса коренного (малочисленного) населения Ямало-Ненецкого автономного округа: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Москва, 2009. 18 с.
12. Тархтий Э.А., Дружинина А.Ю., Кшняев И.А. Эколого-физиологические особенности показателей кроветворной системы рыжей полевки (*Clethrionomys glareolus*) // Успехи современной биологии. 2005. Т. 125. №2. С. 206-213.

## ECOLOGICAL AND GEOGRAPHICAL VARIATION OF IMMUNOLOGICAL PERIPHERAL BLOOD PARAMETERS IN THE CAUCASIAN SNOW VOLE (*CRICETIDAE, RODENTIA*) FROM MIDDLE MOUNTAINS OF THE WESTERN AND CENTRAL CAUCASUS

© 2016 Z.Kh. Bottaeva, F.A. Tembotova, Z.A. Bersekova, M.M. Emkuzheva, A.Kh. Chapayev

Tembotov Institute of Ecology of Mountain Territories RAS, Nalchik

Immunological peripheral blood parameters of the caucasian snow vole (*Chionomys gud S.*) are first examined in different ecological and geographical conditions of the Caucasus middle altitudes (1800-2000 m a.s.l.). Leucocyte number and composition in three species populations from the Western and Central Caucasus are studied. The determined variation of the studied parameters testifies to diverse adaptive changes of immune system.

**Key words:** Caucasus, middle mountains, Caucasian snow vole, leucocytes, immunity, adaptation.

Zulikhat Bottaeva, Associate Research Fellow of the Laboratory for Ecology and Evolution of Vertebrates.

E-mail: zulya\_bot@mail.ru

Fatimat Tembotova, Corresponding member of RAS, Chief Research Fellow of the Laboratory for Ecology and Evolution of Vertebrates. E-mail: tembotova\_f@mail.ru

Zoya Bersekova, Associate Research Fellow of the Laboratory for Ecology and Evolution of Vertebrates.

E-mail: zbersekova@mail.ru

Marita Emkuzheva, Candidate of Biology, Senior Research Fellow of the Laboratory for Ecology and Evolution of Vertebrates. E-mail: emkugeva\_m@mail.ru

Akhmat Chapayev, Associate Research Fellow of the Laboratory for Ecology and Evolution of Vertebrates.

E-mail: chapaev\_ahmat@mail.ru