УДК 574.3.591

ИММУНОГЕМАТОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЯДОВИТЫХ И НЕЯДОВИТЫХ ЗМЕЙ НА ТЕРРИТОРИЯХ ВОЛЖСКОГО БАССЕЙНА С РАЗНОЙ АНТРОПОГЕННОЙ ТРАНСФОРМАЦИЕЙ

© 2017 Е.Б. Романова[1], Е.И. Соломайкин[1], А.Г. Бакиев[2], Р.А. Горелов[2], А.А. Клёнина[2]

[1] Нижегородский госуниверситет им. Н.И. Лобачевского
[2] Институт экологии Волжского бассейна РАН, г. Тольятти

Статья поступила в редакцию 29.03.2017

Методом главных компонент проведен сравнительный анализ лейкоцитарных формул крови ядовитых (*Vipera berus*, *V. renardi*) и неядовитых змей (*Natrix natrix*, *N. tessellata*) территорий Волжского бассейна с разной антропогенной трансформацией. Наибольший вклад в дискриминацию по лейкоцитарному составу крови змей вносили эозинофилы, базофилы, гетерофилы и лимфоциты. Показано, что различия по исследованным иммуногематологическим показателям между выборками ядовитых змей гораздо значительнее, чем между выборками неядовитых. Половая изменчивость в лейкоцитарном составе крови змей менее выражена, чем биотопическая и межвидовая.
Ключевые слова: *Natrix natrix*, *Natrix tessellata*, *Vipera berus*, *Vipera renardi*, лейкоцитарная формула, иммунный статус.

В адаптации организма к условиям среды непосредственно участвует иммунная система, являющаяся ключевой гомеостатической структурой, наряду с нервной и эндокринной системами организма. Рептилии – единственные эктотермные амниоты, не подвергающиеся метаморфозу и эволюционно первая группа животных, у которой начинается расхождение клеток по самостоятельным лимфатическим и кровеносным путям [1, 4, 18]. Лимфоидную и кровеносную системы рептилий объединяют в единый лимфомиелоидный комплекс, в который входят костный мозг, тимус, селезенка, малые лимфатические узлы, лимфоидные образования кишечника, соединительная ткань [16, 17].

Неспецифические иммунные ответы рептилий во многих случаях протекают сильнее, чем у млекопитающих, но относительно мало изучены. Реакции же адаптивного иммунитета, включая клеточный и гуморальный ответы, практически не исследованы. Между тем изучение механизмов иммунной защиты природных популяций рептилий, находящихся под воздействием комплекса биотических и абиотических факторов среды (инфекций, паразитов, загрязняющих веществ, температуры) в естественные периоды жизненной активности, имеет большой научный потенциал и представляет важный шаг на пути к детальному исследованию иммуногемопоэза этих животных.

Целью работы являлась сравнительная оценка лейкоцитарных формул крови неядовитых змей рода *Natrix* и ядовитых змей рода *Vipera*, населяющих территории Волжского бассейна с разной антропогенной трансформацией.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Лабораторные и полевые исследования проводили в течение 2012-2015 гг. на территории Волжского бассейна (рис. 1). Краткая характеристика мест обитания змей и объем выборок представлены в таблице.

Всего исследовано 258 особей змей. Все работы проводились в соответствии с «Международными рекомендациями по проведению медико-биологических исследований с использованием животных» [7]. Кровь у змей брали пункцией иглой, смоченной в гепарине, из верхнечелюстной вены. После этого змей возвращали в место отлова. От каждой особи готовили мазки крови общепринятым гематологическим методом (окраска по Романовскому – Гимзе). Готовые мазки просматривали с иммерсией при увеличении ×1500. Мононуклеарные клетки дифференцировали на азурофилы, моноциты и лимфоциты. Азурофилы описаны как клетки нерегулярной формы [19]. Ядро у них несегментированное, имеет неправильную округлую, овальную или двудольчатую форму. Хроматин ядра имеет зернистый вид. Цитоплазма базофильная, темнее, чем у моноцитов, окрашивается в интенсивный синий цвет, в ней присутствует небольшое количество матовых азурофильных гранул [15]. Надо отметить, что

Романова Елена Борисовна, доктор биологических наук, профессор кафедры экологии. E-mail: romanova@bio.unn.ru
Соломайкин Евгений Игоревич, студент.
E-mail: e7v4gen5iy@yandex.ru
Бакиев Андрей Геннадьевич, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник. E-mail: herpetology@list.ru
Горелов Роман Андреевич, аспирант.
E-mail: gorelov.roman@mail.ru
Клёнина Анастасия Александровна, кандидат биологических наук, младший научный сотрудник.
E-mail: colubrida@yandex.ru

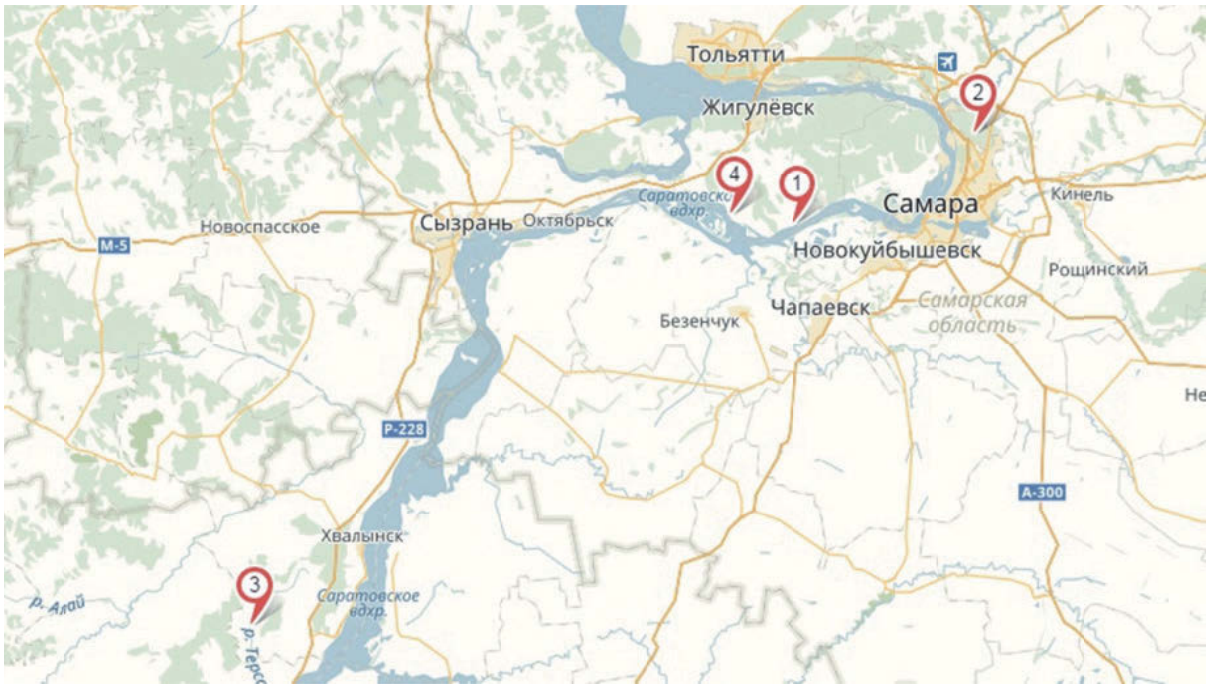

Рис. 1. Точки отлова змей на территории Волжского бассейна:
1 – Самарская обл., Волжский р-н, окрестности с. Шелехметь; 2 – г. Самара, Красноглинский р-н;
3 –Саратовская обл., Хвалынский р-н, окрестности с. Апалиха;
4 – Самарская обл., Ставропольский р-н, окрестности с. Мордово

Таблица 1. Краткая характеристика мест отлова и количество пойманных змей

Время отлова	Место отлова	Самки	Самцы
Гадюка обыкновенная (*Vipera berus*)			
июль, 2013	Волжский район Самарской области, Национальный парк «Самарская Лука» в окрестностях с. Шелехметь, 49.765293 N; 53.360006 E (естественного происхождения, особо охраняемая зона национального парка, редко посещаемая отдыхающими и рыбаками)	5	14
22-28.05 2014	Красноглинский район г. Самара, 50.226719 N; 53.372327 E (лесопарковая городская зона, часто посещаемая отдыхающими и спортсменами)	13	6
02.07. 2014		14	2
19.09. 2014		3	11
Всего:		**35**	**33**
Гадюка восточная степная (*Vipera renardi*)			
08.05. 2015	Хвалынский район Саратовской области, Национальный парк «Хвалынский» в окрестностях с. Апалиха, 47.711140 N; 52.329564 E (участок степи с умеренным выпасом скота)	9	13
25.09. 2015		5	2
Всего		**14**	**15**

Таблица 1. Краткая характеристика мест отлова и количество пойманных змей (окончание)

Время отлова	Место отлова	Самки	Самцы	Неполовозрелые особи
Уж обыкновенный (*Natrix natrix*)				
июль, 2012	Волжский район Самарской области, Национальный парк «Самарская Лука» в окрестностях с. Шелехметь, 49.765293 N; 53.360006 E (естественного происхождения, особо охраняемая зона национального парка, редко посещаемая отдыхающими и рыбаками)	5	8	0
июль, 2013		0	8	6
июнь-июль, 2014	Ставропольский район Самарской области, Национальный парк «Самарская Лука» в окрестностях с. Мордово, 49.45278 N; 53.175317 E (берег у дачного поселка, часто посещаемый отдыхающими и рыбаками)	11	0	0
Всего		**16**	**16**	**6**
Уж водяной (*Natrix tessellata*)				
июль, 2012	Волжский район Самарской области, Национальный парк «Самарская Лука» в окрестностях с. Шелехметь, 49.765293 N; 53.360006 E (естественного происхождения, особо охраняемая зона национального парка, редко посещаемая отдыхающими и рыбаками)	7	11	25
июль, 2013		14	12	16
июнь-июль, 2014	Ставропольский район Самарской области, Национальный парк «Самарская Лука» в окрестностях с. Мордово, 49.45278 N; 53.175317 E (берег у дачного поселка, часто посещаемый отдыхающими и рыбаками	38	0	0
Всего		**59**	**23**	**41**

существует и альтернативное мнение ряда авторов, полагающих, что моноциты и азурофилы рептилий по сути являются одним типом клеток [20]. Гранулоциты разделяли на две группы: ацидофилы и базофилы, дополнительно выделяя гетерофилы и эозинофилы, отличающиеся друг от друга формой и цветом гранул [12]. На основании подсчета лейкоцитарной формулы рассчитали индекс сдвига лейкоцитов крови как отношение гранулоцитов к сумме агранулоцитов. Цифровое изображение лейкоцитарных клеток крови выполнено камерой Vision CAM для тринокулярного микроскопа Meiji Techno с использованием интегрированного адаптера и разъема C-mount (увеличение ×1500).

Полученные экспериментальные данные обрабатывали с учетом нормальности распределения данных непараметрическим методом в пакете прикладных программ «Statistica». Классификацию исследованных выборок змей

проводили методом главных компонент. За величину уровня статистической значимости принимали a=0.05.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Преобладающими клетками лейкоцитарного ряда у обоих изученных видов ужей в крови являлись лимфоциты – более 50% (табл. 2; рис. 2).

У ужа обыкновенного выявлены статистически значимые различия по количественному содержанию гранулоцитов в крови самок и самцов. У самок, по сравнению с самцами, в периферический крови выше доля базофильных гранулоцитов (u=2,64; a=0,03). Сравнение лейкоцитарных формул ужа обыкновенного (n=14) в 2013 г., показано, что у неполовозрелых особей по сравнению с самцами меньше относительное содержание гетерофилов в периферической крови (u=2,65; a=0,01). Сопоставление результатов за два года выявило значимые гендерные различия по содержанию в крови неядовитых змей гранулоцитов [8].

Отличительной чертой рептилий является сезонный характер процессов кроветворения [1, 14] и изменения лейкоцитарного профиля [3]. Данные о показателях периферической крови ужей в период репродукции в литературе отсутствуют, поэтому был проведен анализ лейкоцитарного состава крови самок ужа обыкновенного и ужа водяного Самарской области до и после откладывания яиц. Выявлено статистически значимое возрастание в периферической крови самок ужа обыкновенного доли эозинофильных гранулоцитов (u=2,98; a=0,01) и снижение доли моноцитов (u=4,52; a=0,001). Для выборки самок водяного ужа установлено статистически значимое возрастание доли моноцитов (u=3,75; a=0,0006), снижение доли базофилов (u=2,46; a=0,01) и уменьшение лейкоцитарного индекса после откладки яиц (u=2,21; a=0,03). После откладывания яиц выявлены межвидовые различия, проявляющиеся в существенном повышении доли моноцитов в периферической крови самок ужа водяного по сравнению с самками ужа обыкновенного (u=3,41; a=0,0039) [9].

Сравнительный анализ лейкоцитарных формул крови гадюки обыкновенной (рис. 3) выявил перераспределение соотношения мононуклеарных клеток, выражающееся в возрастании доли азурофилов (u=2,28, a=0,02), лимфоцитов (u=2,61, a=0,008) и снижение доли моноцитов (u=2,92, a=0,003) в крови самок гадюк самарского левобережья (г. Самара) по отношению к правобережной популяции (Национальный парк «Самарская Лука»). Для самцов гадюки обыкно-

Таблица 2. Лейкоцитарная формула периферической крови ужа обыкновенного *N. natrix* и ужа водяного *N. tessellata*

Показатель	Год			
	2012		2013	
	Вид			
	N. natrix	*N. tessellata*	*N. natrix*	*N. tessellata*
Гетерофилы, %	10,00±0,72	10,74±0,44	11,07±0,74	11,12±0,56
Нейтрофилы, %	9,47±0,62	9,60±0,41	11,93±0,78	11,69±0,59
Эозинофилы, %	4,87±0,49	5,77±0,34	8,07±0,63	6,57±0,30
Базофилы, %	8,13±0,97	6,93±0,48	4,79±0,59	5,81±0,42
Моноциты, %	9,00±0,56	9,35±0,48	9,21±1,17	9,19±0,49
Лимфоциты, %	58,53±1,23	57,60±0,75	54,93±1,39	55,62±1,10

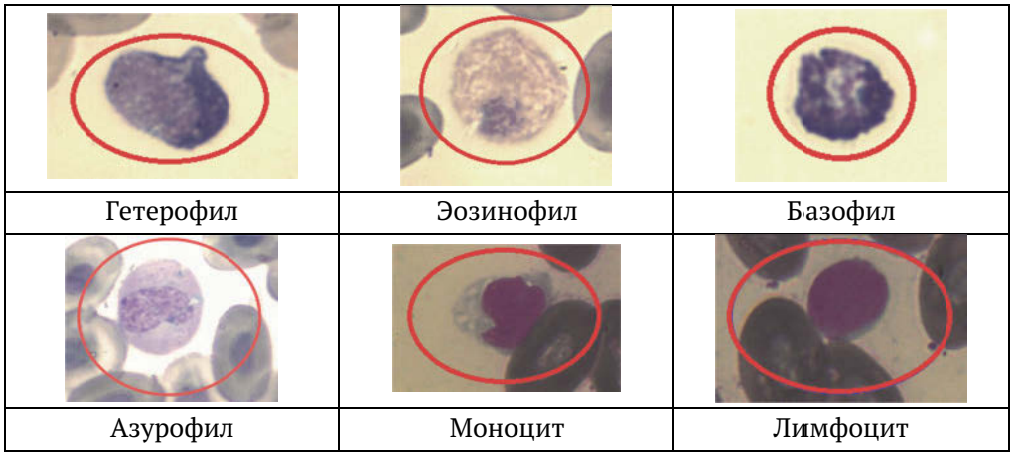

Рис. 2. Лейкоцитарные клетки крови ужа обыкновенного

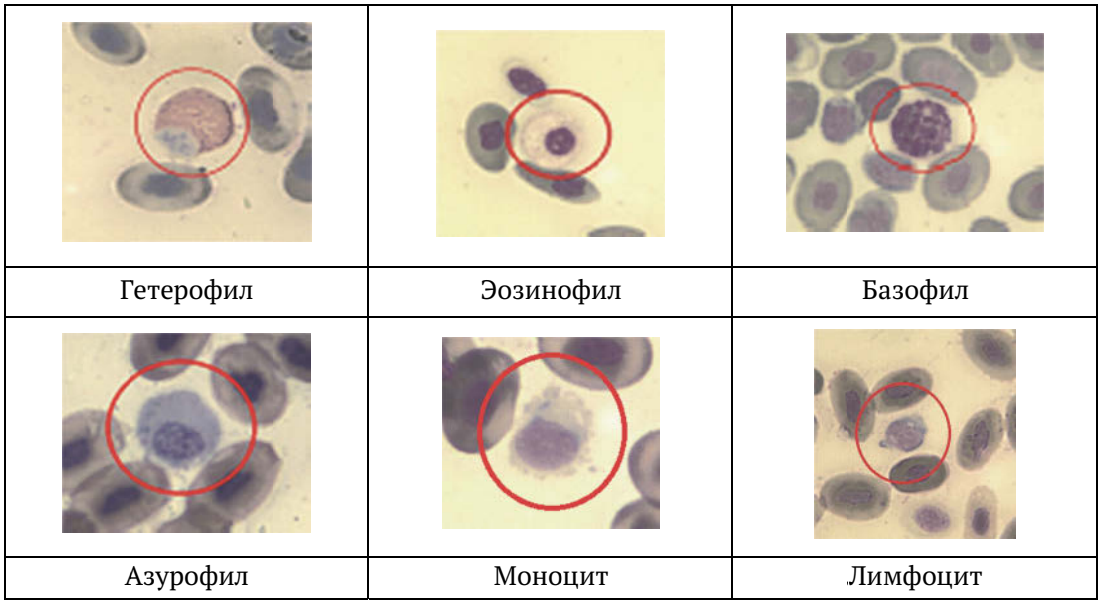

Рис. 3. Лейкоцитарные клетки крови гадюки обыкновенной

венной исследованных выборок различия были более выраженными (табл. 3) и затрагивали кроме агранулоцитов и гранулоцитарный росток гемопоэза, о чем свидетельствовало снижение доли гетерофилов (u=2,16, a=0,03) и базофилов (u=2,44, a=0,01) в крови популяций гадюки обыкновенной из лесопарковой зоны Самары [10].

Лейкоцитарный профиль восточной степной гадюки (самцы и самки) количественно отличался практически по всем показателям лейкограммы гадюки обыкновенной. При сравнении обобщенных лейкоцитарных формул двух видов гадюк установлено перераспределение долей мононуклеарных клеток, выражающее в возрастании в крови степной гадюки числа моноцитов (u=2,74; a=0,006) и снижении количества лимфоцитов (u=3,60, a=0,0003). Для клеток гранулоцитарного ряда показано снижение доли гетерофилов (u=3,01; a=0,002), эозинофилов (u=4,72; a=0,000002) и возрастание числа базофилов (u=2,48; a=0,01) в периферической крови степных гадюк саратовского правобережья (Хвалынский район) по сравнению с аналогичными показателями крови гадюки обыкновенных самарского левобережья (г. Самара). При этом различий между видами по индексу сдвига лейкограмм не выявлено, что позволяло предполагать наличие сходных механизмов адаптации и защиты от стрессорных факторов среды у обоих видов гадюк.

Стресс представляет собой неспецифическую адаптационную многостадийную реакцию, которая развивается на неблагоприятные раздражители [2, 11]. Выделяют несколько разновидностей реакций адаптации на слабые (реакция тренировки) и средние (реакция активации) по силе внешние воздействия [6]. Показано, что реакции активации обуславливается стимуляцией защитных и регуляторных систем организма [5], включая активацию симпато-адреналовой

Таблица 3. Лейкоцитарный состав периферической крови самцов гадюки обыкновенной из Самарской области

Показатель лейкограммы	Место отлова		Критерий Манна–Уитни (u, a)
	Национальный парк «Самарская Лука» (*n*=14)	г, Самара (*n*=19)	
Гетерофилы, %	11,14±0,40	8,84±0,69	**2,16; 0,03**
Эозинофилы, %	9,14±0,31	8,05±0,61	1,18; 0,23
Базофилы, %	6,71±0,54	4,32±0,63	**2,44; 0,01**
Азурофилы, %	9,78±0,60	11,63±0,67	1,78; 0,07
Моноциты, %	12,71±0,69	6,79±0,57	**4,42; 0,00001**
Лимфоциты, %	50,57±1,08	60,37±1,15	**4,33; 0,000015**
Индекс сдвига лейкоцитов, отн. ед	0,34±0,01	0,27±0,02	**3,09; 0,001**

Примечание. Жирным шрифтом выделены статистически значимые различия

системы и при этом наблюдается повышение иммунных реакций. Установленные факты не противоречат существующим теоретическим представлениям о воздействии внешних раздражителей разной природы и интенсивности на иммунитет. Реакция иммунологической системы – это интегральный показатель действия множества механизмов. Стрессорные факторы окружающей среды разной степени интенсивности нарушают это тонкое межклеточное взаимодействие, что приводит к разнокачественным изменениям: стимуляция гуморальных реакций на фоне супрессии клеточных или наоборот. Вариабельность ответов отдельных звеньев иммунной системы является установленным фактом [13] и отражает пластичность компенсаторных возможностей иммунитета.

Анализ состояния иммуногематологического статуса ядовитых и неядовитых змей методом главных компонент позволил провести классификацию исследованных выборок. При помощи графика каменистой осыпи были выделены по критерию Кеттеля две главные компоненты. Первая главная компонента описывала приблизительно 51,20% общей вариации. Вторая главная компонента (собственное значение 2,48) объясняла 41,54% общей вариации. Построенная таблица координат исходных показателей в пространстве новых выделенных факторов показала, что в первую компоненту, соответствующую собственному значению 3,08, наибольший вклад вносили базофилы (сильная положительная корреляция 0,82), эозинофилы (сильная отрицательная корреляция -0,852), гетерофилы (умеренная отрицательная корреляция -0,73) и лимфоциты (умеренная отрицательная корреляция -0,70). Вторая главная компонента имела сильную отрицательную корреляцию с содержанием моноцитов (-0,95).

График наблюдений в пространстве главных компонент визуализирует распределение популяций ядовитых и неядовитых змей в пространстве главных компонент (рис. 4).

Обращает на себя внимание объединение по исследованным гематологическим показателям неядовитых змей (уж обыкновенный и

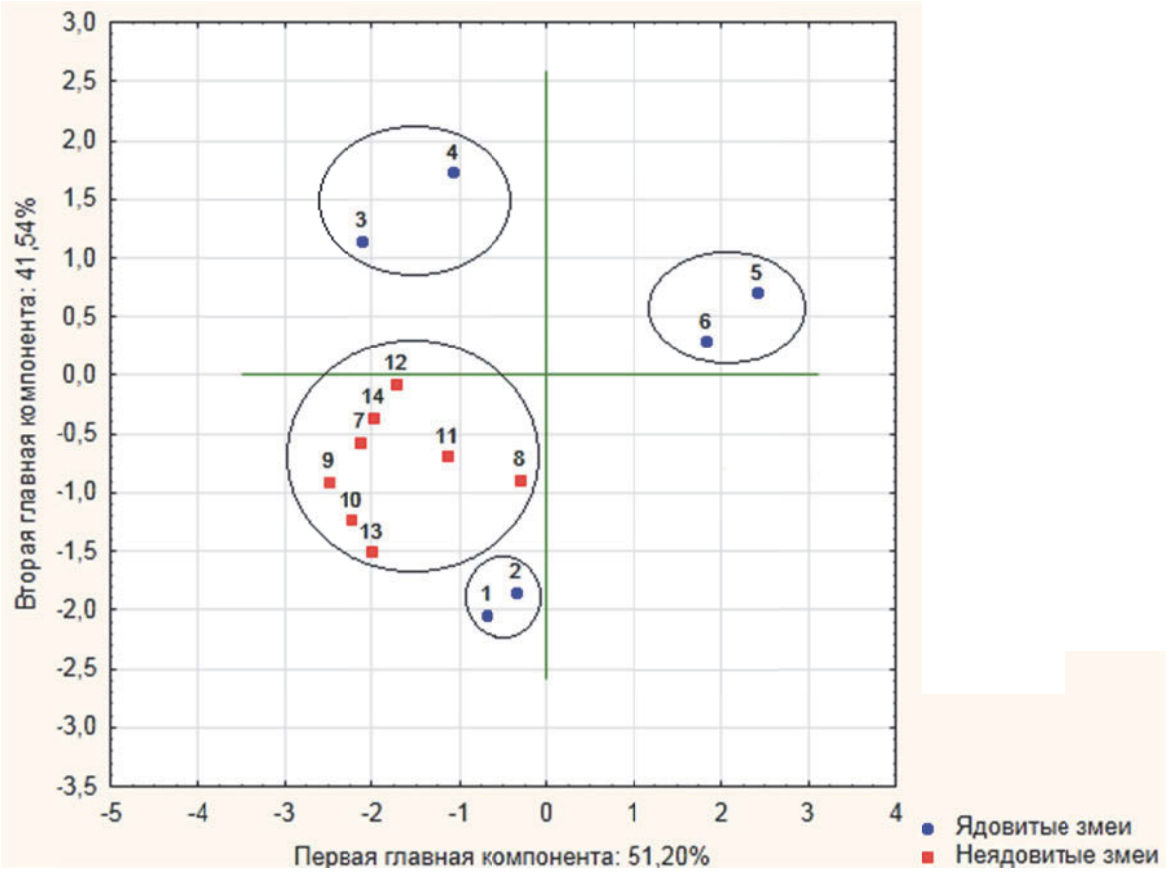

Рис. 4. Распределение выборок из популяций ядовитых и неядовитых змей территорий с разной антропогенной трансформацией:
гадюка обыкновенная, Самарская обл., Волжский р-н – самцы (1), самки (2);
гадюка обыкновенная, г. Самара) – самцы (3), самки (4);
гадюка восточная степная, Саратовская обл., Хвалынский р-н – самцы (5), самки (6);
уж обыкновенный, Самарская обл., Волжский р-н – самцы (7), самки (8);
уж водяной, Самарская обл., Волжский р-н – самцы (9), самки (10);
уж обыкновенный, Самарская обл., Ставропольский р-н – самки, до откладки яиц (11), после откладывания яиц (13);
уж водяной, Самарская обл., Ставропольский р-н – самки, до откладки яиц (12), после откладывания яиц (14)

уж водяной) в общую группу. При этом различия по местообитанию и полу слабо выражены. Напротив, выборки ядовитых змей разбросаны по факторному пространству и располагаются в разных квадрантах. Гадюка обыкновенная (самцы и самки) из особо охраняемой зоны Национального парка «Самарская Лука» занимает третий квадрант, гадюка обыкновенная (самцы и самки) из лесопарковой зоны г. Самара – второй квадрант, гадюка восточная степная (самцы и самки) с участка Национального парка «Хвалынский», где проводится выпас скота, – первый квадрант. В группах самцы и самки объединялись в первую очередь, следовательно, половая изменчивость в лейкоцитарном составе крови змей менее выражена, чем биотопическая и межвидовая. Таким образом, различия по исследованным гематологическим показателям между выборками ядовитых змей гораздо значительнее, чем между выборками неядовитых. Наибольший вклад в дискриминацию по лейкоцитарному составу змей вносили эозинофилы, базофилы, гетерофилы и лимфоциты. Различия по исследованным иммуногематологическим показателям между выборками ядовитых змей гораздо значительнее, чем между выборками неядовитых.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Лейкоцитарные формулы крови неядовитых змей из разных мест обитания отличались по содержанию гранулоцитов. Более чувствительны к средовому стрессу гетерофилы, эозинофилы и лимфоциты, обеспечивающие ответные реакции врожденного и адаптивного иммунитета. У ужа обыкновенного с охраняемой территории выявлены межполовые различия в лейкограммах по содержанию в крови базофилов (самки – самцы) и гетерофилов (самцы – неполовозрелые особи). У самок ужа водяного по сравнению с самцами ужа водяного выше доля эозинофильных гранулоцитов. Выявлены межвидовые различия, проявляющиеся в существенном повышении доли моноцитов в периферической крови самок ужа водяного по сравнению с самками ужа обыкновенного после откладывания яиц, связанные с активацией естественного иммунитета.

Для ядовитых змей рода *Vipera* межвидовые, внутривидовые и популяционные различия лейкоцитарного состава крови более выражены по сравнению с неядовитыми змеями. Выявлено возрастание доли азурофилов, лимфоцитов и снижение доли моноцитов в крови самок обыкновенных гадюк из лесопарковой территории г. Самара по сравнению с обыкновенными гадюками из особо охраняемой зоны Национального парка «Самарская Лука». У самцов гадюки обыкновенной из Самары, кроме изменений соотношения агранулоцитов, установлено снижение в крови доли гетерофилов и базофилов.

Совокупность полученных экспериментальных данных свидетельствует, что иммунная система является адекватной моделью исследования восприятия химических сигналов, связанных с различными аспектами существования организмов в окружающей среде и выполняет уникальную функцию по поддержанию гомеостаза на организменном и популяционном уровнях организации биосистем.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гадюки (Reptilia: Serpentes: Viperidae: *Vipera*) Волжского бассейна. Часть 1. / *А.Г. Бакиев, В.И. Гаранин, Д.Б. Гелашвили, Р.А. Горелов, И.В. Доронин, О.В. Зайцева, А.И. Зиненко, А.А. Кленина, Т.Н. Макарова, А.Л. Маленёв, А.В. Павлов, И.В. Петрова, В.Ю. Ратников, В.Г. Старков, И.В. Ширяева, Р.Х. Юсупов, Т.И. Яковлева.* Тольятти: Кассандра, 2015. 234 с.
2. *Барабой В.А.* Стресс: природа, биологическая роль, механизмы, исходы. Киев: Фитосоциоцентр, 2006. 424 с.
3. *Воробьёва А.С.* Сравнительная характеристика периферической крови змей Волжского бассейна // Актуальные проблемы герпетологии и токсинологии: Сб. науч. тр. Вып. 10. Тольятти, 2007. С. 25-30.
4. *Галактионов В.Г.* Эволюционная иммунология: учеб. пособие. М.: ИКЦ «Академкнига», 2005. 408 с.
5. *Гаркави Л.Х., Квакина Е.Б.* О принципе периодичности в развитии адаптационных реакций и реактивности // Адаптационные реакции и резистентность организма. Ростов-н/Д., 1990. С. 64-100.
6. *Гаркави Л.Х., Квакина Е.Б., Кузьменко Т.С.* Антистрессорные реакции и активационная терапия. Реакция активации как путь к здоровью через процессы самоорганизации. М.: ИМЕДИС, 1998. 656 с.
7. Международные рекомендации (этический кодекс) по проведению медико-биологических исследований с использованием животных» (Разработан и опубликован в 1985 г. Советом международных научных организаций) [Электрон. ресурс]. URL: http://www.google.ru/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0ahUKEwj5qKLV9ufSAhVJ1xQKHS43ABsQFggcMAA&url=http%3A%2F%2Fwww.msu.ru%2Fbioetika%2Fdoc%2Frecom.doc&usg=AFQjCNEbuITOsnaEq4DOpFTrqKcwztiohA&cad=rjt (дата обращения: 15.03.2017).
8. Лейкоцитарный состав крови обыкновенного ужа (*Natrix natrix*) и водяного ужа (*N. tessellata*) из Национального парка «Самарская Лука» / *Е.Б. Романова, В.Ю. Николаев, А.Г. Бакиев, А.А. Клёнина* // Изв. Самар. НЦ РАН. 2014. Т. 16. № 1. С. 152-155.
9. Особенности лейкоцитарного состава крови самок обыкновенного ужа (*Natrix natrix*) и водяного ужа (*N. tessellata*) (Reptilia: Colubridae) Самарской области / *Е.Б. Романова, В.Ю. Николаев, А.Г. Бакиев, А.А. Клёнина* // Современная герпетология. 2015. Т. 15. Вып. 1/2. С. 69-76.
10. Оценка лейкоцитарного состава крови гадюки обыкновенной *Vipera berus* из Самарской области / *Е.Б. Романова, В.Ю. Николаев, Е.И. Соломайкин, А.Г. Бакиев, Р.А. Горелов* // Принципы экологии.

2016. № 5. С. 45-64. [Электрон. ресурс]. URL: http://ecopri.ru/journal/article.php?id=5422 (дата обращения: 15.03.2017).
11. *Селье Г.* Стресс без дистресса. М.: Прогресс, 1979. 123 с.
12. *Соколина Ф.М., Павлов А.В., Юсупов Р.Х.* Гематология пресмыкающихся. Методическое пособие к курсу герпетологии, большому практикуму и семинарам. Казань: Казан. ун-т, 1997. 31 с.
13. *Хаитов Р.М., Пинегин Б.В, Истамов Х.И.* Экологическая иммунология. М.: ВНИРО, 1995. 219 с.
14. *Хамидов Д.Х., Акилов А.Т., Турдыев А.А.* Кровь и кроветворение у позвоночных животных. Ташкент: Фан, 1978. 168 с.
15. *Campbell T.W.* Clinical pathology of reptiles // Reptile medicine and surgery. 2nd edition. St. Louis (MO): Saunders Publishing. 2006. P. 453-470.
16. *Cooper E.L.* Comparative immunology. Engle Wood Cliffs: Prentice-Hall, 1976. 422 p.
17. *Cuchens M.A., Clem L.W.* Phylogeny of lymphocyte heterogeneity. IV. Evidence for T-like and B-like cells in reptiles // Dev. Comp. Immunol. 1979. Vol. 3. P. 465-475.
18. *Dabrowski Z., Sano Martins I.S., Tabarowski Z., Witkowska-Pelc E., Spadacci Morena D.D., Spodaryk K., Podkowa D.* Haematopoesis in snakes (Ophidia) in early postnatal development // Cell. Tissue Res. 2007. Vol. 328. P. 291-299.
19. *Frye F.L.* Hematology as applied to clinical reptile medicine // Biomedical and surgical aspects of captive reptile husbandry. Vol. 1. Malabar, Florida: Krieger Publishing Co., 1991. 1991. P. 209-280.
20. Veterinary Hematology and Clinical Chemistry. 2nd Edition. Wiley-Blackwell, 2012. 776 p.

IMMUNOHEMATOLOGICAL INDICATORS OF NON-POISONOUS AND POISONOUS SNAKES ON THE TERRITORIES OF THE VOLGA RIVER BASIN WITH DIFFERENT ANTROPOGENIC TRANSFORMATION

© 2017 E.B. Romanova[1], E.I. Solomaykin[1], A.G. Bakiev[2], R.A. Gorelov[2], A.A. Klyonina[2]

[1]Lobachevsky State University of Nizhni Novgorod
[2]Institute of Ecology of the Volga River Basin RAS, Togliatti

The comparative analysis of leukocyte blood formulas of poisonous and non-poisonous snakes of the territories of the Volga River Basin with different anthropogenic transformation was conducted by method of main components. The greatest contribution to discrimination on leukocyte composition of blood of snakes was made by eosinophils, basophiles, geterophils and lymphocytes. It is shown that the differences on the studied immune hematological indicators between samples of poisonous snakes were much larger than between samples of non-toxic. Sex variability in leukocyte composition of the blood of snakes is less signified than the biotopical and interspecific ones.
Keywords: Natrix natrix, Natrix tessellata, Vipera berus, Vipera renardi, WBC (White blood cells), immune status.

Romanova Elena Borisovna, Ph.D. Biol., Dr. Habil.
E-mail: romanova@ibbm.unn.ru
Solomaykin Evgeniy Igorevich, Magister of Ecology.
E-mail: e7v4gen5iy@yandex.ru
Bakiev Andrey Gennadievich, Ph.D. Biol., Senior Scientist.
E-mail: herpetology@list.ru
Gorelov Roman Andreevich, Post Graduate Student.
E-mail: gorelov.roman@mail.ru
Klyonina Anastasia Aleksandrovna, Ph.D. Biol., Junior Researcher. E-mail: colubrida@yandex.ru