

К ИЗУЧЕНИЮ СОСТАВА КРОВИ ГАДЮК БАССЕЙНА СРЕДНЕГО ДОНА

Аннотация.

Актуальность и цели. Состав крови рептилий отражает их иммунный статус и адаптационные способности, может быть использован при биоиндикации. Авторами был проанализирован лейкоцитарный состав и метрические признаки эритроцитов крови степной гадюки (*Vipera (Pelias) renardi* Christoph, 1861) и гадюки Никольского (*V. berus nikolskii* Vedmederja et al., 1986).

Материалы и методы. Сбор материала проходил на территории Новоусманского, Аннинского и Бобровского районов Воронежской области. Кровь бралась из хвостовой вены гадюк, мазки фиксировались и окрашивались по стандартной методике. Определялась лейкоцитарная формула, подсчитывались лейкоцитарные индексы. Проводилось измерение эритроцитов по ряду параметров.

Результаты. Достоверных внутривидовых и межвидовых отличий по содержанию клеток лейкоцитарного ряда в периферической крови гадюк выявлено не было. Наблюдалась сильная положительная корреляция у обоих видов гадюк между клетками лейкоцитарного ряда: у степной гадюки – между долей базофилов и гетерофилов, у гадюки Никольского – между долей базофилов и гетерофилов, азурофилов и моноцитов. При измерении эритроцитов обнаружены внутривидовые отличия. Самцы гадюки Никольского по сравнению с самками имеют больший периметр и эквивалентный диаметр ядер эритроцитов, но меньший максимальный диаметр ядер эритроцитов. Площадь и минимальный диаметр ядер эритроцитов у гадюки Никольского больше, чем у степной гадюки. У особей *V. renardi* наблюдалась сильная положительная корреляция между площадью эритроцита и площадью его ядра, а также между площадью и периметром ядер эритроцитов.

Выводы. Отсутствие достоверных внутривидовых и межвидовых отличий в лейкоцитарной формуле, возможно, связано со сходным физиологическим состоянием рептилий. Также причиной может быть недостаточный объем выборки. Есть мнение, что высокая степень сходства показателей периферической крови степной гадюки и гадюки Никольского говорит о сходстве всей системы крови этих видов гадюк. Наличие положительной корреляции между клетками лейкоцитарного ряда связано с механизмами работы иммунной системы.

Ключевые слова: лейкоцитарная формула, эритроциты, лейкоциты, межвидовые отличия, внутривидовые отличия, метрические признаки эритроцитов.

ON STUDYING THE BLOOD COMPOSITION OF VIPERS OF THE MIDDLE DON BASIN

Abstract.

Background. Reptiles' blood composition reflects their immune status and adaptive capacities, and can be used for bioindication. The authors analyzed the leukocyte composition and erythrocytes metric features in the blood of steppe viper (*Vipera (Pelias) renardi* Christoph, 1861) and Nikolsky's viper (*V. berus nikolskii* Vedmederja et al., 1986).

Materials and methods. The material was collected in the territory of Novosmanskoy, Anninsky and Bobrovsky Districts of the Voronezh region. The blood samples were taken from the tail vein of the snakes; blood smears were fixed and stained using a standard technique. The leukocyte composition was completed, leukocyte indexes were counted, and a number of parameters of the red blood cells were measured.

Results. No significant intraspecific and interspecific differences of the leukocyte cells in the peripheral vipers' blood were found. In both species of vipers there was a strong positive correlation between cells of the leukocyte series, in particular between the basophils and heterophils in the steppe viper, and between the basophils and heterophils, azurophils and monocytes in the Nikolsky's viper. Measuring the red blood cells reveals intraspecific and interspecific differences. In comparison with females the Nikolsky's viper males have larger perimeter and an equivalent diameter of the erythrocytes nuclei, but smaller maximum diameter of the erythrocyte nuclei. The area and the minimal diameter of the erythrocyte nuclei of Nikolsky's viper are larger than those of the steppe viper. In *V. renardi*, a strong positive correlation was observed between the erythrocyte area and the area of its nucleus, as well as between the area and perimeter of the erythrocyte nuclei.

Conclusions. The lack of reliable intraspecific and interspecific differences in leukocyte formula might be associated with a similar physiological status of these reptiles. It may also be caused by insufficient sample number. High degree of similarity of the peripheral blood indices of the blood of steppe viper and Nikolsky's viper indicates a similarity of the whole blood system of these viper species (subspecies). A presence of a positive correlation between the cells of the leukocyte series is associated with the mechanisms of the immune system.

Keywords: leukocyte formula, erythrocytes, leukocytes, interspecific differences, intraspecific differences, metric features of erythrocytes.

Введение

Выявление особенностей состава форменных элементов крови рептилий является одним из важных аспектов в изучении их биоэкологии. Известно, что кровь пресмыкающихся – реактивная часть внутренней среды, которая отображает филогенетические черты и может быть использована в качестве одного из систематических признаков [1, 2].

Количественные и качественные показатели крови являются объективным отражением состояния рептилий [3]. Изучение динамики состава крови дает информацию о физиологическом состоянии животного, о механизмах работы иммунной системы, а также об адаптивных способностях организма. В настоящее время реакции адаптивного иммунитета гадюк изучены недостаточно. Во многом это связано с высокой степенью изменчивости клеток

лейкоцитарного ряда, отсутствием их единой классификации и, как следствие, сложностью в их определении [4, 5].

В ряде работ упоминается о возможности использования пресмыкающихся, в частности гадюк, в биоиндикации. Для этой цели могут быть использованы не только клетки лейкоцитарного ряда, но и метрические признаки эритроцитов [1, 4, 6–8]. Однако этот вопрос является дискуссионным. Данные об изменении диаметра эритроцитов и их ядер у рептилий, обитающих на урбанизированных территориях, весьма противоречивы [4, 8] Н. М. Акуленко на примере разноцветной ящурки (*Eremias arguta* Pallas, 1773) показала, что использование пресмыкающихся в биоиндикации сопряжено с рядом трудностей [9].

Исследовались лейкоцитарный состав, метрические характеристики эритроцитов крови гадюк бассейна Среднего Дона с целью выявления меж- и внутривидовых особенностей.

Материалы и методы

Сбор материала проходил в Новоусманском, Бобровском и Аннинском районах Воронежской области. На этой территории обитает два вида гадюк – степная гадюка (*Vipera (Pelias) renardi* Christoph, 1861) и гадюка Никольского (*V. berus nikolskii* Vedmederja et al., 1986). Отлов змей производился в 2016 и 2017 гг. в период с апреля по май. У отловленных рептилий определены видовая принадлежность и пол, из хвостовой вены с помощью скарификатора брался мазок крови. Мазки в дальнейшем фиксировались в этиловом спирте и окрашивались по Романовскому-Гимзе. Готовые мазки просматривались под микроскопом Nikon Eclipse Ni-E с планопохроматным объективом.

На основе морфологических особенностей выделялось шесть типов лейкоцитарных клеток: гранулоциты (гетерофилы, базофилы, эозинофилы) и агранулоциты (азурофилы, моноциты, лимфоциты) [10]. Были составлены лейкоцитарные формулы и подсчитаны индексы: ИСЛ (индекс сдвига лейкоцитов), ИСЛЭ (индекс соотношения лимфоцитов и эозинофилов), ИСГЭ (индекс соотношения гетерофилов и эозинофилов), ИЛГ (лимфоцитарно-гранулоцитарный индекс), ИСГЛ (индекс соотношения гетерофилов и лимфоцитов) [11, 12]. В каждом мазке расчет проводился среди двухсот клеток лейкоцитарного ряда. При определении типов лейкоцитов авторы использовали данные, представленные в монографии «Гадюки (Reptilia: Serpentes: Viperidae: *Vipera*) Волжского бассейна. Часть 1» [10].

Измерение эритроцитов проводилось в программе NIS ELEMENT BR. Определены следующие метрические параметры: площадь эритроцита, периметр эритроцита, минимальный, максимальный и эквивалентный диаметр эритроцита, минимальный, максимальный и эквивалентный диаметр ядра, площадь ядра, периметр ядра. Все измерения проводились в мкм. Определение средних значений метрических признаков эритроцитов проводилось на сто клеток в каждом мазке.

Полученные данные обрабатывались с помощью статистических методов в среде Microsoft Excel, проводился корреляционный анализ. Выявления межвидовых и внутривидовых различий в количестве лейкоцитов проводилось с использованием критерия Манна – Уитни, для сравнения метрических признаков эритроцитов – критерий Стьюдента [13].

Результаты

Получено 17 мазков от гадюки Никольского (14 самцов, 3 самки) и 11 мазков от степной гадюки (8 самцов, 3 самки). Небольшое количество самок связано с сезоном сбора материала: весной первыми из зимних убежищ выходят самцы.

Определен лейкоцитарный состав периферической крови степной гадюки и гадюки Никольского (табл. 1), подсчитаны лейкоцитарные индексы (табл. 2). Внутривидовых и межвидовых отличий по данным параметрам обнаружено не было.

Таблица 1

Лейкоцитарный состав периферической крови восточной степной гадюки и гадюки Никольского в Воронежской области

Показатели лейкограммы, %	<i>V. renardi</i> ($M \pm m$) ($n = 10$)	<i>V. b. nikolskii</i> ($M \pm m$) ($n = 14$)	Критерий Манна – Уитни, $P = 0,099, \alpha = 0,01$
Эозинофилы	39,39 ± 7,95	50,72 ± 3,94	44
Базофилы	5,76 ± 1,96	4,58 ± 1,29	59
Гетерофилы	4,10 ± 1,29	4,21 ± 1,01	61
Азурофилы	9,84 ± 3,00	4,83 ± 0,89	52
Моноциты	35,10 ± 3,31	32,05 ± 3,61	61
Лимфоциты	6,89 ± 1,77	4,11 ± 0,88	45

Таблица 2

Лейкоцитарные индексы периферической крови восточной степной гадюки и гадюки Никольского в Воронежской области

Индекс	Восточная степная гадюка ($n = 10$)			Гадюка Никольского ($n = 14$)		
	$M \pm m$	Lim	S	$M \pm m$	Lim	S
ИСЛ	1,31 ± 0,38	0,18–4,20	1,19	1,71 ± 0,28	0,72–4,04	0,99
ИСЛЭ	1,54 ± 0,45	0,22–4,33	1,43	0,72 ± 0,11	0,21–1,49	0,40
ИСГЭ	0,18 ± 0,07	0,01–0,65	0,21	0,10 ± 0,03	0,01–0,37	0,10
ИЛГ	10,45 ± 3,13	2,20–34,67	9,88	5,99 ± 0,94	1,99–12,36	3,39
ИСГЛ	0,12 ± 0,04	0,01–0,34	0,12	0,16 ± 0,04	0,03–0,57	0,16

Примечание. ИСЛ – индекс сдвига лейкоцитов; ИСЛЭ – индекс соотношения лимфоцитов и эозинофилов; ИСГЭ – индекс соотношения гетерофилов и эозинофилов; ИЛГ – лимфоцитарно-гранулоцитарный индекс; ИСГЛ – индекс соотношения гетерофилов и лимфоцитов.

У особей гадюки Никольского обнаружена сильная положительная корреляция Пирсона между долей базофилов и гетерофилов ($r = 0,6 \pm 0,24, T = 2,39, P = 0,095, \alpha = 0,05, df = 12$), азурофилов и моноцитов ($r = 0,7 \pm 0,19, T = 3,92, P = 0,099, \alpha = 0,01, df = 12$).

У восточной степной гадюки – сильная положительная корреляция между долей базофилов и гетерофилов ($r = 0,9 \pm 0,12$, $T = 7,89$, $P = 0,099$, $\alpha = 0,01$, $df = 8$).

Определены средние значения метрических признаков эритроцитов гадюк, обитающих на территории Воронежской области. В табл. 3 представлены данные по гадюке Никольского. У *V. b. nikolskii* по ряду признаков наблюдаются достоверные отличия между самцами и самками: эритроциты периферической крови самцов имеют больший периметр ядра ($T = 2,15$, $P = 0,095$, $\alpha = 0,05$, $df = 15$) и больший эквивалентный диаметр ядра ($T = 2,21$, $P = 0,095$, $\alpha = 0,05$, $df = 15$), но меньший максимальный диаметр ядра ($T = 3,00$, $P = 0,099$, $\alpha = 0,01$, $df = 15$). Также присутствуют достоверные межвидовые отличия между самцами *V. b. nikolskii* и *V. renardi*: для самцов гадюки Никольского характерна большая величина площади ($T = 2,32$, $P = 0,095$, $\alpha = 0,05$, $df = 20$) и минимального диаметра ядер эритроцитов ($T = 3,25$, $P = 0,099$, $\alpha = 0,01$, $df = 20$).

Таблица 3

Метрические признаки эритроцитов самцов и самок гадюки Никольского на территории Воронежской области

Признаки	Самцы ($n = 14$)		Самки ($n = 3$)		T
	$M \pm m$, мкм	Lim, мкм	$M \pm m$, мкм	Lim, мкм	
Площадь эритроц.	$59,16 \pm 0,66$	58,5–59,82	$61,12 \pm 0,41$	60,30–61,64	2,69
Площадь ядра	$12,04 \pm 0,26$	10,14–13,88	$10,74 \pm 0,97$	9,44–12,63	1,86
Периметр эритроц.	$31,64 \pm 2,23$	29,41–33,86	$33,22 \pm 1,42$	30,63–35,52	0,64
Периметр ядра	$15,08 \pm 0,40$	12,61–18,89	$13,10 \pm 0,58$	12,45–14,25	2,15
Мин. диам. эритроц.	$6,74 \pm 0,17$	6,57–6,90	$7,14 \pm 0,18$	6,95–7,50	1,52
Макс. диам. эритроц.	$11,5 \pm 0,38$	11,13–11,88	$11,40 \pm 0,14$	11,25–11,69	0,28
Мин. диам. ядра	$3,03 \pm 0,05$	2,77–3,46	$2,88 \pm 0,19$	2,62–3,25	1,67
Макс. диам. ядра	$5,44 \pm 0,07$	4,87–5,87	$4,94 \pm 0,09$	4,84–5,11	3,00
Экв. диам. эритроц.	$8,61 \pm 0,07$	8,54–8,68	$8,77 \pm 0,02$	8,73–8,80	2,02
Экв. диам. ядра	$3,89 \pm 0,04$	3,58–4,19	$3,65 \pm 0,13$	3,46–3,91	2,21

Примечание. Эритроц. – эритроцитов; мин. диам. – минимальный диаметр; макс. диам. – максимальный диаметр; экв. диам. – эквивалентный диаметр.

У самцов степной гадюки наблюдается сильная положительная корреляция между площадью эритроцита и площадью его ядра ($r = 0,60 \pm 0,2$, $T = 3,01$, $P = 0,095$, $\alpha = 0,05$, $df = 20$), а также между площадью и периметром ядер эритроцитов ($r = 0,73 \pm 0,18$, $T = 4,04$, $P = 0,099$, $\alpha = 0,01$, $df = 20$).

Обсуждение

В ходе проведенной работы не было выявлено достоверных отличий в содержании клеток лейкоцитарного ряда и в показателях интегрального лейкоцитарного индекса периферической крови степной гадюки и гадюки Никольского. Половой диморфизм по данным признакам также не был обнаружен.

В литературе приводятся данные о существовании межвидовых отличий при сравнении *V. b. berus* и *V. renardi*, а также *V. b. nikoskii* и *V. renardi* [6, 12–14, 15]. Наличие полового диморфизма указывается не для всех популяций [7, 16], но при этом отмечаются внутривидовые межпопуляционные отличия [16]. Это позволяет предположить, что одним из главных факторов, влияющих на лейкоцитарную формулу гадюк, являются условия обитания. Исследованные нами змеи были отловлены вскоре после выхода из зимних убежищ, в сходных биотопах и, вероятно, не имели значительных отличий в иммунном статусе. Также есть мнение, что высокая степень сходства показателей периферической крови степной гадюки и гадюки Никольского говорит о сходстве всей системы крови этих видов рептилий [10].

Выявленная нами корреляция между клетками лейкоцитарного ряда отмечена также для гадюк из Самарской области [16]. Она отражает механизмы работы иммунной системы.

В связи с противоречивыми литературными данными об изменении размеров эритроцитов под влиянием факторов окружающей среды в настоящее время трудно сделать какие-либо выводы на основе полученных результатов [4, 8].

Для решения проблемы классификации клеток лейкоцитарного ряда и для получения достоверной информации об иммунном статусе рептилий, о влиянии факторов внешней среды на их онтогенез необходим анализ больших объемов выборок, а также изучение рептилий в лабораторных условиях в течение длительного времени.

В заключение следует отметить, что на территории бассейна Среднего Дона работа по изучению состава периферической крови рептилий проводилась впервые. Полученные данные носят скорее описательный характер и требуют дальнейшего дополнения и уточнения.

Заключение

1. Анализ состава клеток лейкоцитарного ряда у степной гадюки и гадюки Никольского, обитающих на территории бассейна Среднего Дона, не выявил достоверных внутривидовых и межвидовых отличий. В крови обоих видов змей преобладают эозинофилы (у степной гадюки – 39,3 %, у гадюки Никольского – 50,7 %) и лимфоциты (у степной гадюки – 35,1, у гадюки Никольского – 32,1). По величине лейкоцитарных индексов достоверных отличий также не обнаружено.

2. У обоих видов гадюк наблюдается положительная корреляция между клетками лейкоцитарного ряда: у степной гадюки – между долей базофилов и гетерофилов ($r = 0,9 \pm 0,12$, $T = 7,89$, $P = 0,099$, $\alpha = 0,01$, $df = 8$), у гадюки Никольского – между долей базофилов и гетерофилов ($r = 0,6 \pm 0,24$, $T = 2,39$, $P = 0,095$, $\alpha = 0,05$, $df = 12$), азурофилов и моноцитов ($r = 0,7 \pm 0,19$, $T = 3,92$, $P = 0,099$, $\alpha = 0,01$, $df = 12$).

3. Достоверные внутривидовые и межвидовые отличия наблюдаются для метрических признаков эритроцитов. У самцов гадюки Никольского по сравнению с самками эритроциты имеют больший периметр ($T = 2,15$, $P = 0,095$, $\alpha = 0,05$, $df = 15$) и эквивалентный диаметр ($T = 2,21$, $P = 0,095$, $\alpha = 0,05$, $df = 15$) ядра, но меньший максимальный диаметр ядра ($T = 3,00$, $P = 0,099$, $\alpha = 0,01$, $df = 15$). У гадюки Никольского по сравнению со степной

гадюкой эритроциты имеют бóльшую площадь ядра ($T = 2,32$, $P = 0,095$, $\alpha = 0,05$, $df = 20$) и бóльший минимальный диаметр ядра ($T = 3,25$, $P = 0,099$, $\alpha = 0,01$, $df = 20$).

4. У самцов степной гадюки наблюдается сильная положительная корреляция между площадью эритроцита и площадью его ядра ($r = 0,60 \pm 0,2$, $T = 3,01$, $P = 0,095$, $\alpha = 0,05$, $df = 20$), а также между площадью и периметром ядер эритроцитов ($r = 0,73 \pm 0,18$, $T = 4,04$, $P = 0,099$, $\alpha = 0,01$, $df = 20$).

Благодарности. Авторы выражают благодарность ЦКПНО ВГУ и доценту кафедры биофизики и биотехнологии ВГУ Колтакову Игорю Александровичу за неоценимую помощь в работе.

Библиографический список

1. Красильников, Е. Н. О возможности использования показателей клеток крови рептилий для разрешения некоторых вопросов их систематики и филогении / Е. Н. Красильников // Вопросы герпетологии. – Ленинград : Наука, 1973. – С. 106, 107.
2. 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. 30–45.
3. Павлов, А. В. Эколого-морфологическая характеристика обыкновенной гадюки (*Vipera berus* L.) в зависимости от условий естественной и искусственной среды : автореф. дис ... канд. биол. наук / Павлов А. В. – Казань, 1998. – 25 с.
4. Хайрутдинов, И. З. Характеристика крови рептилий и ее связь с условиями среды обитания : учеб.-метод. пособие по курсу «Герпетология» / И. З. Хайрутдинов, Ф. М. Соколина. – Казань, 2010. – 44 с.
5. Лисничая, Е. Н. Особенности исследования морфологического состава крови рептилий / Е. Н. Лисничая, В. Г. Ефимов // Науково-технічний бюллетень НДЦ біобезпеки та екологічного контролю ресурсів АПК. – 2014. – Т. 2, № 1. – С. 61–74.
6. Воробьева, А. С. Сравнительная характеристика периферической крови змей Волжского бассейна / А. С. Воробьева // Актуальные проблемы герпетологии и токсикологии. – Тольятти, 2007. – Вып. 10. – С. 25–30.
7. Романова, Е. Б. Сравнительные данные о лейкоцитарном составе крови гадюки обыкновенной (*Vipera berus*) и гадюки восточной степной (*Vipera renardi*) / Е. Б. Романова, Е. И. Соломайкин, А. Г. Бакиев, Р. А. Горелов // Современная герпетология. – 2017. – Т. 17, № 1/2. – С. 51–55.
8. Особенности гематологических показателей некоторых видов амфибий и рептилий, обитающих на урбанизированной территории / Г. П. Дробот, Л. И. Губайдуллина, А. Л. Жгулева, А. Ф. Насибуллина, Н. В. Летунова // Принципы и способы сохранения биоразнообразия : материалы III Всерос. науч. конф. (г. Йошкар-Ола, 27 января – 1 февраля 2008 г.). – Пушино, 2008. – С. 414, 415.
9. Акуленко, Н. М. Возможно ли использование периферической крови рептилий для определения способа загрязнения биотопа? / Н. М. Акуленко // Праці українського герпетологічного товариства. – 2014. – № 5. – С. 3–11.
10. Гадюки (Reptilia: Serpentes: *Vipera*) Волжского бассейна. Ч. 1 / А. Г. Бакиев, В. И. Гаранин, Д. Б. Гелашвили, Р. А. Горелов, И. В. Доронин, О. В. Зайцева, А. И. Зиненко, А. А. Клёнина, 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.
11. Романова, Е. Б. Лейкоцитарный состав крови *Elaphe dione* (Serpentes: Colubridae) заповедника «Оренбургский» (Россия) / Е. Б. Романова, Е. И. Соломайкин, А. Г. Бакиев // Nature Conservation Research. Заповедная наука. – 2018. – 3 (Suppl. 1). – С. 28–35.

12. Параметры лейкоцитарной системы крови гадюк *Vipera berus berus*, *V. b. nikolskii* и *V. renardi bashkirovi* в серпентарии / Е. Б. Романова, Е. И. Соломайкин, А. Г. Бакиев, А. Л. Маленев, Р. А. Горелов // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2018. – Т. 20, № 2. – С. 61–66.
13. **Ивантер, И. В.** Введение в количественную биологию : учеб. пособие / И. В. Ивантер, А. В. Коросов. – Петрозаводск : Изд-во ПетрГУ, 2011. – 302 с.
14. **Воробьева, А. С.** Характеристика крови рептилий Волжского бассейна / А. С. Воробьева, С. В. Ганшук // Вопросы герпетологии : материалы IV съезда Герпетологического общества им. А. М. Никольского (г. Казань, 12–17 октября 2017 г.). – Санкт-Петербург : Русская коллекция, 2017. – С. 66–69.
15. Иммуногематологические показатели ядовитых и неядовитых змей на территории Волжского бассейна с разной антропогенной трансформацией / Е. Б. Романова, Е. И. Соломайкин, А. Г. Бакиев, Р. А. Горелов, А. А. Кленина // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2017. – Т. 19, № 2. – С. 54–61.
16. Оценка лейкоцитарного состава крови гадюки обыкновенной *Vipera berus* из Самарской области / В. Б. Романова, В. Ю. Николаев, Е. И. Соломайкин, А. Г. Бакиев, Р. А. Горелов // Принципы экологии. – 2016. – № 5. – С. 30–45.

References

1. Krasil'nikov E. N. *Voprosy gerpetologii* [Issues of herpetology]. Leningrad: Nauka, 1973, pp. 106, 107. [In Russian]
2. Romanova E. B., Nikolaev V. Yu., Solomaykin E. I., Bakiev A. G., Gorelov R. A. *Printsipy ekologii* [Principles of ecology]. 2016, no. 5, pp. 30–45. [In Russian]
3. Pavlov A. V. *Ekologo-morfologicheskaya kharakteristika obyknovennoy gadyuki (Vipera berus L.) v zavisimosti ot usloviy estestvennoy i iskusstvennoy sredy: avtoref. dis kand. biol. nauk* [Ecological and morphological characteristics of the common adder (*Vipera berus* L.) depending on natural and artificial environment: author's abstract of dissertation to apply for the degree of the candidate of biological sciences]. Kazan, 1998, 25 p. [In Russian]
4. Khayrutdinov I. Z., Sokolina F. M. *Kharakteristika krovi reptilii i ee svyaz' s usloviyami sredy obitaniya: ucheb.-metod. posobie po kursu «Gerpetologiya»* [Reptiles' blood characteristics and their connection with habitat: teaching aid to a "Herpetology" course]. Kazan, 2010, 44 p. [In Russian]
5. Lisnichaya E. N., Efimov V. G. *Naukovo-tekhnichnyy byulleten' NDTs biobezpeki ta ekologichnogo kontrolyu resursiv APK* [Scientific and Technical Bulletin of SIC of Biosafety and Environmental Control of Agricultural Resources]. 2014, vol. 2, no. 1, pp. 61–74.
6. Vorob'eva A. S. *Aktual'nye problemy gerpetologii i toksikologii* [Topical problems of herpetology and toxicology]. Tolyatti, 2007, iss. 10, pp. 25–30. [In Russian]
7. Romanova E. B., Solomaykin E. I., Bakiev A. G., Gorelov R. A. *Sovremennaya gerpetologiya* [Modern herpetology]. 2017, vol. 17, no. 1/2, pp. 51–55. [In Russian]
8. Drobot G. P., Gubaydullina L. I., Zhguleva A. L., Nasibullina A. F., Letunova N. V. *Printsipy i sposoby sokhraneniya bioraznoobraziya: materialy III Vseros. nauch. konf. (g. Yoshkar-Ola, 27 yanvarya – 1 fevralya 2008 g.)* [Principles and methods of biodiversity preservation: proceedings of III All-Russian scientific conference (Yoshkar-Ola, January 27th – February 1st, 2008)]. Pushchino, 2008, pp. 414, 415. [In Russian]
9. Akulenko N. M. *Pratsi ukrains'kogo gerpetologichnogo tovaristva* [Proceedings of the Ukrainian Herpetological Society]. 2014, no. 5, pp. 3–11.
10. Bakiev A. G., Garanin V. I., Gelashvili D. B., Gorelov R. A., Doronin I. V., Zaytseva O. V., Zinenko A. I., Klenina A. A., Makarova T. N., Malenev A. L., Pavlov A. V., Petrova I. V., Ratnikov V. Yu., Starkov V. G., Shiryayeva I. V., Yusupov R. Kh., Yakovleva T. I. *Gadyuki (Reptilia: Serpentes: Vipera) Volzhskogo basseyna. Ch. 1* [Vipers

- (Reptilia: Serpentes: Vipera) of the Volga river basin. Part 1]. Tolyatti: Kassandra, 2015, 234 p. [In Russian]
11. Romanova E. B., Solomaykin E. I., Bakiev A. G. *Nature Conservation Research. Zapovednaya nauka* [Nature Conservation Research. Nature conservation science]. 2018, 3 (suppl. 1), pp. 28–35. [In Russian]
 12. Romanova E. B., Solomaykin E. I., Bakiev A. G., Malenev A. L., Gorelov R. A. *Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra Rossiyskoy akademii nauk* [Proceedings of the Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences]. 2018, vol. 20, no. 2, pp. 61–66. [In Russian]
 13. Ivanter I. V., Korosov A. V. *Vvedenie v kolichestvennyuyu biologiyu: ucheb. posobie* [Introduction into quantitative biology]. Petrozavodsk: Izd-vo PetrGU, 2011, 302 p. [In Russian]
 14. Vorob'eva A. S., Ganshchuk S. V. *Voprosy gerpetologii: materialy IV s"ezda Gerpetologicheskogo obshchestva im. A. M. Nikol'skogo (g. Kazan', 12–17 oktyabrya 2017 g.)* [Issues of herpetology: proceedings of IV congress of the Nikolsky Herpetological Society (Kazan, October 12th–17th, 2017)]. Saint-Petersburg: Russkaya kolleksiya, 2017, pp. 66–69. [In Russian]
 15. Romanova E. B., Solomaykin E. I., Bakiev A. G., Gorelov R. A., Klenina A. A. *Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra Rossiyskoy akademii nauk* [Proceedings of the Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences]. 2017, vol. 19, no. 2, pp. 54–61. [In Russian]
 16. Romanova V. B., Nikolaev V. Yu., Solomaykin E. I., Bakiev A. G., Gorelov R. A. *Printsipy ekologii* [Principles of ecology]. 2016, no. 5, pp. 30–45. [In Russian]

Фролова Екатерина Николаевна

лаборант, кафедра зоологии
и паразитологии, Воронежский
государственный университет (Россия,
г. Воронеж, Университетская площадь, 1)

E-mail: katerina199128@mail.ru

Frolova Ekaterina Nikolaevna

Laboratory assistant, sub-separtment
of zoology and parasitology, Voronezh
State University (1 Universitetskaya square,
Voronezh, Russia)

Гапонов Сергей Петрович

доктор биологических наук, профессор,
заведующий кафедрой зоологии
и паразитологии, Воронежский
государственный университет (Россия,
г. Воронеж, Университетская площадь, 1)

E-mail: gaponov2003@mail.ru

Gaponov Sergey Petrovich

Doctor of biological sciences, professor,
head of sub-department of zoology and
parasitology, Voronezh State University
(1 Universitetskaya square, Voronezh,
Russia)

Образец цитирования:

Фролова, Е. Н. К изучению состава крови гадюк бассейна Среднего Дона / Е. Н. Фролова, С. П. Гапонов // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Естественные науки. – 2019. – № 2 (26). – С. 189–197. – DOI 10.21685/2307-9150-2019-2-18.