

УДК 591.133.11:636.934.57  
DOI: 10.20310/1810-0198-2017-22-5-799-803

## ВЛИЯНИЕ КАРНОЗИНА НА ГЕМАТОЛОГИЧЕСКИЕ И БИОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ СТАНДАРТНЫХ ТЕМНО-КОРИЧНЕВЫХ И САПФИРОВЫХ НОРОК

© И.И. Окулова<sup>1)</sup>, Ю.А. Березина<sup>1)</sup>, З.Н. Бельтюкова<sup>1)</sup>,  
А.Г. Кижина<sup>2)</sup>, Л.Б. Узенбаева<sup>2)</sup>, С.Н. Сергина<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Всероссийский научно-исследовательский институт охотничьего хозяйства  
и звероводства (ВНИИОЗ) им. проф. Б.М. Житкова

61000, Российская Федерация, г. Киров, ул. Преображенская, 79

<sup>2)</sup> Институт биологии Карельского научного центра РАН

185910, Российская Федерация, Республика Карелия, г. Петрозаводск, ул. Пушкинская, 11

E-mail: labvet@mail.ru

Иммунномодуляторные и антиоксидантные свойства карнозина изучены в основном на лабораторных животных. Отсутствуют сведения о влиянии препарата на организм животных, разводимых в условиях клеточного звероводства и имеющих промышленное значение. Цель работы состояла в изучении влияния карнозина на гематологические и биохимические показатели сыворотки крови темно-коричневых и сапфировых норок, различающихся по устойчивости к заболеваниям. Норки исследуемых окрасов продемонстрировали различную чувствительность к действию карнозина ( $\beta$ -аланин-L-гистидин). У сапфировых норок карнозин снижал содержание лейкоцитов, тогда как у темно-коричневых приводил к перераспределению некоторых их типов. В сыворотке крови карнозин вызывал снижение активности амилазы у самцов и аланинаминотрансферазы у самок темно-коричневых норок и не влиял на биохимические показатели у животных сапфирового окраса. Полученные данные свидетельствуют о роли карнозина в регуляции иммунного гомеостаза, белкового и углеводного обмена.

*Ключевые слова:* норка; сапфировая и стандартная темно-коричневая породы; карнозин; лейкоциты; лейкоцитарная формула; аланинаминотрансфераза; амилаза

### ВВЕДЕНИЕ

Поиск физиологически активных веществ, поддерживающих гомеостаз и усиливающий резистентность животных к действию факторов внешней среды, продолжает оставаться одним из важнейших направлений фармакологии и ветеринарии. Карнозин ( $\beta$ -аланин-L-гистидин) зарекомендовал себя как препарат, способный повышать устойчивость к воздействию переохлаждения и радиации, усиливать адаптационные возможности организма, а также снижающий смертность животных и улучшающий у них реабилитационный процесс [1, с. 15]. Применение карнозина в эксперименте и клинике позволило охарактеризовать его как эффективный иммуномодулятор, мембранопротектор и противовоспалительный агент [1, с. 14]. Также имеются описания герпротекторных, антиоксидантных и противоопухолевых свойств препарата [2, с. 1979; 3, с. 885]. Эффект карнозина показан преимущественно на лабораторных животных. В литературе отсутствуют сведения о применении карнозина в рационах животных, разводимых в условиях клеточного звероводства и имеющих промышленное значение. Практическое применение дипептида в ветеринарии идет с большой задержкой из-за недостаточной изученности его биологической активности. В связи с этим назрела необходимость комплексных исследований по изучению свойств карнозина для разработки ветеринарных и фармакологических препаратов нового поколения.

Значительную актуальность представляют исследования по влиянию карнозина на физиологический статус объекта пушного звероводства – американской норки (*Neovison vison*), породы которой отличаются по жизнеспособности и устойчивости к заболеваниям. Так, например, норки сапфирового окраса характеризуются повышенной чувствительностью к различным инфекциям, в том числе к вирусу алеутской болезни. Ранее было показано, что иммунодефицит у сапфировых норок связан с патологией лейкоцитов, имеющей большое сходство с синдромом Чедиак–Хигаши человека [4, с. 155]. Для оценки физиологического статуса норок были выбраны основные гематологические и биохимические параметры, являющиеся чувствительными индикаторами как оптимального состояния организма, так и его неблагополучия.

Целью исследования являлось изучение влияния карнозина на биохимические и гематологические показатели на примере норок стандартного темно-коричневого и сапфирового окрасов.

### МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объектами исследования служили щенки норок двух окрасов – стандартного темно-коричневого и сапфирового (ОАО «Вятка», Кировская обл.). Все животные, участвующие в эксперименте, были клинически здоровы и содержались на стандартном рационе, состоящем из мясных и рыбных субпродуктов (74,10 %), злаковых культур (24,65 %), дрожжей (1,25 %). Норки из опыт-

ной группы ( $n = 10$  каждого окраса при равном соотношении полов) потребляли карнозин с кормом, с момента отсадки и до забоя, согласно следующей схеме: карнозин добавляли к кормовой смеси в течение 10 дней и 7 дней делали перерыв на протяжении 4-х месяцев. Карнозин (L-Carnosine, США) растворялся в воде и вводился в кормовую смесь из расчета 1,0 мг/кг массы тела животного. Норки контрольной группы ( $n = 10$  каждого окраса при равном соотношении полов) находились на стандартном рационе без добавления препарата.

По окончании курса приема препарата карнозина у норки обеих групп в утренние часы (натощак) производили взятие крови из хвостовой вены. Определение гематологических показателей производили на гематологическом анализаторе (Micro CC vet, США). Содержание холестерина, активность аланинаминотрансферазы (АЛТ), аспаргатаминотрансферазы (АСТ), амилазы, а также щелочной фосфатазы (ЩФ) и лактатдегидрогеназы (ЛДГ) определяли с использованием полуавтоматического анализатора "Biochim SA" (США) и соответствующих коммерческих наборов. Лейкоцитарную формулу подсчитывали на мазках крови, окра-

шенных по Паппенгейму с помощью светового микроскопа "Axioscope 4.0" (Zeiss) и программного обеспечения «Видеотест».

Работа выполнена на оборудовании Центра коллективного пользования ИБ КарНЦ РАН с соблюдением международных принципов Хельсинской декларации о гуманном отношении к животным, принципов гуманности, изложенных в директиве Европейского сообщества (86/609/ЕС), и правил проведения работ с экспериментальными животными [5]. Статистическая обработка данных осуществлена с использованием пакетов программ MS Excel и Statgraphics. Учитывая малый объем выборки в каждой группе, для сравнения изученных показателей между разными группами был использован непараметрический критерий (U) Вилкоксона–Манна–Уитни, статистически значимыми считали различия при  $p < 0,05$ .

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Установлено, что норки стандартного темно-коричневого и сапфирового окрасов демонстрируют разли-

Таблица 1

Влияние карнозина на гематологические показатели норки ( $M \pm sem$ )

Показатели	Стандартные темно-коричневые				Сапфировые			
	контроль		опыт		контроль		опыт	
	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀
WBC, $10^9/л$	8,64±1,69	7,90±1,35	6,40±0,90	8,22±1,45	10,24±1,18	8,30±0,63	6,34±1,15 <sup>o</sup>	8,62±1,22
L, %	20,40±3,25	25,40±2,94	23,40±3,11	32,80±2,13	37,40±4,24 <sup>*</sup>	39,80±2,80 <sup>*</sup>	34,00±5,03	33,80±3,60
M, %	13,40±1,86	6,40±0,68 <sup>*</sup>	4,80±1,02 <sup>o</sup>	6,00±0,84	7,60±1,86	8,00±0,68	5,20±0,58	6,80±1,16
ПН, %	3,20±1,83	2,80±0,37	4,00±1,22	2,40±0,50	1,60±0,51	2,40±0,67	1,80±0,58	3,80±1,85
СН, %	60,20±3,37	63,20±2,42	63,20±4,07	49,80±2,65 <sup>o</sup>	42,80±5,29 <sup>*</sup>	42,60±3,75 <sup>*</sup>	51,60±,50	47,40±4,41
Э, %	2,80±0,58	1,00±0,45	3,80±1,50	8,20±1,69 <sup>o</sup>	10,40±1,21 <sup>*</sup>	6,60±1,21 <sup>*</sup>	7,00±0,64	7,60±2,11
Б, %	0	0,20±0,20	0,40±0,40	0,40±0,40	0,20±0,20	0,40±0,40	0,20±0,20	0,20±0,20
RBC, $10^{12}/л$	7,31±0,27	8,02±0,17	7,24±0,44	7,99±0,35	6,96±0,23	7,23±0,25	7,01±0,26	6,78±0,30
Hb, г/л	142,40±4,88	156,00±2,76 <sup>*</sup>	139,00±8,62	155,20±7,21	143,00±3,24	146,60±3,70	144,20±5,19	134,60±7,71
HCT, %	34,74±1,10	37,98±0,74 <sup>*</sup>	33,90±2,06	38,22±1,69	33,84±1,11	35,18±1,19	34,54±1,39	32,44±1,75 <sup>*</sup>
MCH, пг	19,44±0,35	19,42±0,37	19,14±0,20	19,54±0,25	21,10±0,78	20,26±0,25	20,52±0,23 <sup>*</sup>	19,76±0,51
PLT, г/л	173,60±18,45	228,20±18,40	157,60±11,76	185,40±27,55	167,40±33,44	184,20±22,31	128,80±23,45	199,00±21,91

Примечания: WBC – лейкоциты; L – лимфоциты; M – моноциты; ПН – палочкоядерные; СН – сегментоядерные нейтрофилы; Э – эозинофилы; Б – базофилы; RBC – эритроциты; Hb – гемоглобин; HCT – гематокрит; MCH – среднее содержание гемоглобина в эритроците; PLT – тромбоциты.

Здесь и в таблице 2: \* – различия достоверны между разными окрасами одного пола в каждой группе; ♦ – между полами в контрольной и опытной группах каждого окраса; o – между группами одного пола одного окраса, Критерий Вилкоксона–Манна–Уитни ( $p < 0,05$ ).

Таблица 2

Влияние карнозина на биохимические показатели сыворотки крови норки ( $M \pm sem$ )

Показатели	Стандартные темно-коричневые				Сапфировые			
	контроль		опыт		контроль		опыт	
	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀
АЛТ, Е/л	138,54±10,73	170,38±4,82	140,90±8,23	118,76±16,38 <sup>o</sup>	139,08±14,78	134,52±6,52 <sup>*</sup>	150,68±7,38	134,16±12,06
АСТ, Е/л	91,14±12,41	102,24±4,98	102,68±6,69	103,96±3,65	125,72±16,31	114,18±6,61	134,60±8,40 <sup>*</sup>	124,40±9,69
ЩФ, Е/л	120,88±5,63	92,68±3,74 <sup>*</sup>	108,48±6,68	90,30±4,26	97,60±9,55	97,68±7,14	94,24±4,97	90,30±3,37
ЛДГ, Е/л	899,54±126,6	1144,8±62,35	762,16±45,87	1244,2±153,9	532,5±183,6	805,06±102,8 <sup>*</sup>	509,10±85,16	923,32±83,67 <sup>*</sup>
ХС, ммол/л	6,94±0,38	5,73±0,40	6,34±0,25	4,49±0,12 <sup>*</sup>	6,84±0,36	6,63±0,40	6,43±0,25	6,85±0,37 <sup>*</sup>
А-амилаза, Е/л	121,16±8,40	89,50±6,25 <sup>*</sup>	88,04±6,92 <sup>o</sup>	101,02±7,52	163,78±26,03	108,42±9,59 <sup>*</sup>	113,98±10,76	114,12±3,09

Примечания: АЛТ – аланинаминотрансфераза; АСТ – аспаргатаминотрансфераза; ЩФ – щелочная фосфатаза; ЛДГ – лактатдегидрогеназа; ХС – холестерин.

чную чувствительность гематологических и биохимических показателей к карнозину. У сапфировых норок карнозин вызывал достоверное снижение общего количества лейкоцитов крови, у темно-коричневых норок влиял на соотношение некоторых их типов (табл. 1). Так, установлено, что количество лейкоцитов у сапфировых самок из опытной группы снижалось на 37,5 %, что может являться проявлением противовоспалительного эффекта препарата. Согласно литературным данным, противовоспалительное действие карнозина связано с подавлением генерации иммунокомпетентными клетками свободнорадикальных соединений [6, с. 299]. В экспериментах, проводимых на мышах, карнозин оказывал геропротекторное действие, стимулируя гемопоз у старых животных, при этом у молодых не отмечалось подобного влияния [7, с. 1378].

В наших экспериментах изменение состава лейкоцитов у самок темно-коричневых норок опытной группы заключалось в понижении количества сегментоядерных нейтрофилов и повышении уровня эозинофилов. Самцы, принимавшие карнозин, характеризовались пониженным содержанием моноцитов по сравнению с интактными животными. При этом карнозин не оказал существенного влияния на содержание других типов клеток – лимфоцитов, палочкоядерных нейтрофилов и базофилов в крови норок обоих окрасов. Отсутствие эффекта карнозина на содержание гемоглобина и гематокрита крови подтверждается сходными данными, полученными другими авторами на крысах [8, с. 584].

Что касается биохимических показателей, то установлено, что карнозин приводил к снижению активности амилазы у самок и активности АЛТ у самок стандартных норок, но не оказал влияния на биохимические показатели сыворотки сапфировых норок (табл. 2). Исходя из немногочисленных публикаций, описывающих влияние карнозина на биохимические показатели сыворотки крови, видно, что данные об активности трансаминаз противоречивы. Согласно результатам, полученным H. Yi et al., активность АЛТ и АСТ имела более высокие значения у крыс, принимавших карнозин, чем у животных контрольной группы [8, с. 587]. Причем с увеличением дозы препарата активность ферментов возрастала. Однако W.H. Liu et al. продемонстрировали, что прием карнозина, растворенного в воде (1 г/л), не изменял активность АСТ [9, с. 1503].

Ранее было показано, что содержание и состав лейкоцитов крови, а также активность сывороточных трансаминаз зависит от окрасочного типа норок [10, с. 7]. В нашем исследовании также установлены межпородные и половые различия в уровне некоторых показателей. У самок стандартного окраса контрольной группы была выявлена более высокая активность АЛТ и ЛДГ по сравнению с самками сапфировых норок. Опытные самцы сапфирового окраса отличались от стандартных из этой же группы повышенным значением среднего содержания гемоглобина в эритроците (МСН) и увеличенной активностью АСТ, тогда как опытные сапфировые самки имели более высокое содержание холестерина и пониженный гематокрит по

сравнению со стандартными. Различия, связанные с полом животных, были установлены в содержании гемоглобина, гематокрита, активности ЩФ и амилазы.

## ВЫВОДЫ

Таким образом, норки темно-коричневого и сапфирового окрасов, различающиеся по уровню гематологических и биохимических показателей, продемонстрировали неодинаковую чувствительность к действию карнозина. В большинстве исследований было установлено, что эффекты карнозина наблюдаются при нарушении физиологического состояния, в частности, при подавлении иммунной защиты [11, с. 5; 12, с. 1285]. У норок карнозин оказал нормализующее действие на показатели лейкопоза и обмена веществ, уровень которых был увеличен (хотя и не превышал референтных значений). Полученные данные свидетельствуют о возможной роли карнозина в регуляции иммунного гомеостаза и белкового обмена. Необходимо продолжить поиск оптимальных доз карнозина для его использования в ветеринарии с целью усиления иммунореактивности и повышения резистентности животных.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Болдырев А.А.* Карнозин. Биологическое значение и возможности применения в медицине. М.: Изд-во МГУ, 1998. 320 с.
2. *Alpsay L., Akcayoglu G., Sahin H.* Anti-oxidative and anti-genotoxic effects of carnosine on human lymphocyte culture // *Hum. Exp. Toxicol.* 2011. V. 30. № 12. P. 1979-1985.
3. *Болдырев А.А.* Проблемы и перспективы исследования биологической роли карнозина // *Биохимия.* 2000. Т. 65. № 7. С. 884-890.
4. *Узенбаева Л.Б., Голубева А.Г., Илюха В.А., Тютюнюк Н.Н.* Особенности структуры лейкоцитов крови норок (*Mustela vison* Schg., 1777) различных генотипов // *Информационный вестник ВОГиС.* 2007. Т. 11. № 1. С. 155-161.
5. *Этическая экспертиза биомедицинских исследований. Практические рекомендации / под ред. Ю.Б. Белоусова.* М.: Российское общество клинических исследователей, 2005. 156 с.
6. *Стволинский С.Е., Соуза Понтелу Э., Сергиенко В.И.* Иммуномодулирующие эффекты карнозина в экспериментах *in vitro* и *in vivo* // *Биологические мембраны.* 1996. Т. 13. С. 299-306.
7. *Мальцева В.В., Сергиенко В.И., Стволинский С.Е.* Влияние карнозина на активность гемопоэтических стволовых клеток у облученных животных // *Биохимия.* 1992. Т. 57. С. 1378-1382.
8. *Yi H., Kim M.Y., Choi C.* Effects of carnosine supplementation on carnosine concentrations in muscles and blood biochemical indices of rats // *Korean J. Food Sci. Animal Resources.* 2012. V. 32. № 5. P. 584-590.
9. *Liu W.H., Liu T.C., Yin M.C.* Beneficial effects of histidine and carnosine on ethanol-induced chronic liver injury // *Food Chem. Toxicol.* 2008. V. 46. P. 1503-1509.
10. *Кижина А.Г.* Морфофункциональные особенности лейкоцитов крови и костного мозга (*Mustela vison* Schg.): автореф. дис. ... канд. биол. наук. Петрозаводск, 2011. 22 с.
11. *Гуляева Н.В., Обидин А.Б., Левшина И.П.* Влияние карнозина на показатели свободнорадикального окисления липидов при остром стрессе у крыс // *Научные доклады высшей школы. Биологические науки.* 1989. № 8. С. 5-16.
12. *Северин С.Е.* Открытие карнозина и анзерина. Некоторые их свойства // *Биохимия.* 1992. Т. 57. С. 1285-1292.

БЛАГОДАРНОСТИ: Финансовое обеспечение исследований осуществлялось из средств федерального бюджета (тема № 0221-2014-0031).

Поступила в редакцию 30 мая 2017 г.

Окулова Ираида Ивановна, Всероссийский научно-исследовательский институт охотничьего хозяйства и звероводства (ВНИИОЗ) им. проф. Б.М. Житкова, г. Киров, Российская Федерация, кандидат ветеринарных наук, старший научный сотрудник, e-mail: labvet@mail.ru

Березина Юлия Анатольевна, Всероссийский научно-исследовательский институт охотничьего хозяйства и звероводства (ВНИИОЗ) им. проф. Б.М. Житкова, г. Киров, Российская Федерация, кандидат ветеринарных наук, старший научный сотрудник, e-mail: labvet@mail.ru

Бельтюкова Зинаида Николаевна, Всероссийский научно-исследовательский институт охотничьего хозяйства и звероводства (ВНИИОЗ) им. проф. Б.М. Житкова, г. Киров, Российская Федерация, кандидат ветеринарных наук, старший научный сотрудник, e-mail: labvet@mail.ru

Кижина Александра Геннадьевна, Институт биологии Карельского научного центра РАН, г. Петрозаводск, Республика Карелия, Российская Федерация, кандидат биологических наук, научный сотрудник, e-mail: golubewa81@yandex.ru

Узенбаева Людмила Борисовна, Институт биологии Карельского научного центра РАН, г. Петрозаводск, Республика Карелия, Российская Федерация, кандидат биологических наук, доцент, старший научный сотрудник, e-mail: golubewa81@yandex.ru

Сергина Светлана Николаевна, Институт биологии Карельского научного центра РАН, г. Петрозаводск, Республика Карелия, Российская Федерация, кандидат биологических наук, и. о. зав. лабораторией экологической физиологии животных, e-mail: cvetnick@yandex.ru

UDC 591.133.11:636.934.57

DOI: 10.20310/1810-0198-2017-22-5-799-803

## EFFECT OF CARNOSINE ON HEMATOLOGICAL AND SERUM BIOCHEMICAL INDICES IN STANDARD DARK-BROWN AND SAPPHIRE MINKS

© I.I. Okulova<sup>1</sup>, Y.A. Berezina<sup>1</sup>, Z.N. Beltyukova<sup>1</sup>,  
A.G. Kizhina<sup>2</sup>, L.B. Uzenbaeva<sup>2</sup>, S.N. Sergina<sup>2</sup>

<sup>1</sup>) Prof. B.M. Zhitkov Russian Game Management and Fur Farming Research Institute  
79 Preobrazhenskaya St., Kirov, Russian Federation, 61000

<sup>2</sup>) Institute of Biology, Karelian Research Centre of RAS  
11 Pushkinskaya St., Petrozavodsk, Republic of Karelia, Russian Federation, 185910  
E-mail: labvet@mail.ru

Immunomodulatory and antioxidant properties of carnosine have been studied, mainly, in laboratory animals. There is no information on its effect on the organism of fur mammals bred in captivity. The aim of the study was to investigate the effect of carnosine on hematologic and biochemical parameters of blood serum of standard dark brown and sapphire minks, differing in resistance to diseases. Standard dark-brown and sapphire minks demonstrated different susceptibility to carnosine. The carnosine decreased total leukocyte counts and led to alterations of different leukocyte counts in standard dark-brown minks. In this colour form minks the activity of amylase in males and activity of alanine aminotransferase in females decreased under influence of carnosine. At that carnosine not caused the any changes in serum biochemical parameters in sapphire minks. Our data show that carnosine plays a role in regulation of immune homeostasis and carbohydrate and protein metabolism.

**Keywords:** mink; sapphire and standard dark-brown colour forms; carnosine; leucocyte; different leukocyte counts; alanine aminotransferase; amylase

### REFERENCES

1. Boldyrev A.A. *Karnozin. Biologicheskoe znachenie i vozmozhnosti primeneniya v meditsine* [Carnosine. Biological Meaning and Application in Medicine Possibilities]. Moscow, Moscow State University Publ., 1998, 320 p. (In Russian).
2. Alpsy L., Akcaoglu G., Sahin H. Anti-oxidative and anti-genotoxic effects of carnosine on human lymphocyte culture. *Hum. Exp. Toxicol*, 2011, vol. 30, no. 12, pp. 1979-1985.
3. Boldyrev A.A. *Problemy i perspektivy issledovaniya biologicheskoy roli karnozina* [Problems and prospects of biological role of carnosine research]. *Biokhimiya* [Biochemistry], 2000, vol. 65, no. 7, pp. 884-890. (In Russian).
4. Uzenbaeva L.B., Golubeva A.G., Ilyukha V.A., Tyutyunnik N.N. Osobennosti struktury leykotsitov krovi norok (*Mustela vison* Schr., 1777) razlichnykh genotipov [The peculiarities of structure of blood leukocyte of minks (*Mustela vison* Schr., 1777) of different genotypes]. *Informatsionny Vestnik VOGiS – VOGiS Herald*, 2007, vol. 11, no. 1, pp. 155-161. (In Russian).
5. Belousov Y.B. (ed.). *Eticheskaya ekspertiza biomeditsinskikh issledovaniy. Prakticheskie rekomendatsii* [Ethics Review of Biomedical Study. Practical Recommendations]. Moscow, Russian Society of Clinical Researchers, 2005, 156 p. (In Russian).
6. Stvolinskiy S.E., Souza Pontesh E., Sergienko V.I. Immunomoduliruyushchie efekty karnozina v eksperimentakh in vitro i in vivo [Immunomodulatory effects of carnosine in the experiments in vitro and in vivo]. *Biologicheskie membrany* [Biological Membranes], 1996, vol. 13, pp. 299-306. (In Russian).

7. Maltseva V.V., Sergienko V.I., Stvolinskiy S.E. Vliyanie karnozina na aktivnost' gemopoeticheskikh stvolovykh kletok u obluchennykh zhivotnykh [The influence of carnosine on the activity of hematopoietic of stem cells and radiated animals]. *Biokhimiya* [Biochemistry], 1992, vol. 57, pp. 1378-1382. (In Russian).
8. Yi H., Kim M.Y., Choi C. Effects of carnosine supplementation on carnosine concentrations in muscles and blood biochemical indices of rats. *Korean J. Food Sci. Animal Resources*, 2012, vol. 32, no. 5, pp. 584-590.
9. Liu W.H., Liu T.C., Yin M.C. Beneficial effects of histidine and carnosine on ethanol-induced chronic liver injury. *Food Chem. Toxicol.*, 2008, vol. 46, pp. 1503-1509.
10. Kizhina A.G. *Morfofunktsional'nye osobennosti leykotsitov krovi i kostnogo mozga (Mustela vison Schr.): avtoref. dis. ... kand. biol. nauk* [Morphofunctional Peculiarities of Blood Leukocyte and Bone Marrow (Mustela vison Schr.). Cand. biol. sci. diss. abstr.]. Petrozavodsk, 2011, 22 p. (In Russian).
11. Gulyaeva N.V., Obidin A.B., Levshina I.P. Vliyanie karnozina na pokazateli svobodnoradikal'nogo okisleniya lipidov pri ostrom stresse u krysa [The influence of carnosine on the indices of free-radical oxidation of lipids at acute stress among rats]. *Nauchnye doklady vysshey shkoly. Biologicheskie nauki* [Scientific Reports of Higher School. Biological Sciences], 1989, no. 8, pp. 5-16. (In Russian).
12. Severin S.E. Otkrytie karnozina i anzerina. Nekotorye ikh svoystva [Carnosine and anserine opening. Some features]. *Biokhimiya* [Biochemistry], 1992, vol. 57, pp. 1285-1292. (In Russian).

ACKNOWLEDGEMENTS: The financial support of the research was actualized due to the federal budget sources (theme no. 0221-2014-0031)

Received 30 May 2017

Okulova Iraida Ivanovna, Prof. B.M. Zhitkov Russian Game Management and Fur Farming Research Institute, Kirov, Russian Federation, Candidate of Veterinary Sciences, Senior Research Worker, e-mail: labvet@mail.ru

Berezina Yuliya Anatolevna, Prof. B.M. Zhitkov Russian Game Management and Fur Farming Research Institute, Kirov, Russian Federation, Candidate of Veterinary Sciences, Senior Research Worker, e-mail: labvet@mail.ru

Beltyukova Zinaida Nikolaevna, Prof. B.M. Zhitkov Russian Game Management and Fur Farming Research Institute, Kirov, Russian Federation, Candidate of Veterinary Sciences, Senior Research Worker, e-mail: labvet@mail.ru

Kizhina Aleksandra Gennadevna, Institute of Biology RAS Karelian Research Centre, Petrozavodsk, Republic of Karelia, Russian Federation, Candidate of Biology, Research Worker, e-mail: golubewa81@yandex.ru

Uzenbaeva Lyudmila Borisovna, Institute of Biology RAS Karelian Research Centre, Petrozavodsk, Republic of Karelia, Russian Federation, Candidate of Biology, Associate Professor, Senior Research Worker, e-mail: golubewa81@yandex.ru

Sergina Svetlana Nikolaevna, Institute of Biology RAS Karelian Research Centre, Petrozavodsk, Republic of Karelia, Russian Federation, Candidate of Biology, Acting Head of Ecological Physiology of Animals Laboratory, e-mail: cvetnick@yandex.ru

**Для цитирования:** Окулова И.И., Березина Ю.А., Бельтюкова З.Н., Кижина А.Г., Узенбаева Л.Б., Сергина С.Н. Влияние карнозина на гематологические и биохимические показатели стандартных темно-коричневых и сапфировых норок // Вестник Тамбовского университета. Серия Естественные и технические науки. Тамбов, 2017. Т. 22. Вып. 5. С. 799-803. DOI: 10.20310/1810-0198-2017-22-5-799-803

**For citation:** Okulova I.I., Berezina Y.A., Beltyukova Z.N., Kizhina A.G., Uzenbaeva L.B., Sergina S.N. Vliyanie karnozina na gematologicheskie i biokhimicheskie pokazateli standartnykh temno-korichnevykh i sapfirovykh norok [Effect of carnosine on hematological and serum biochemical indices in standard dark-brown and sapphire minks]. *Vestnik Tambovskogo universiteta. Seriya Estestvennye i tekhnicheskie nauki – Tambov University Reports. Series: Natural and Technical Sciences*, 2017, vol. 22, no. 5, pp. 799-803. DOI: 10.20310/1810-0198-2017-22-5-799-803 (In Russian, Abstr. in Engl.).