

УДК 636.932.43:678.048:612.1

DOI:10.25687/1996-6733.prodanimbiol.2024.2.64-72

ВЛИЯНИЕ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ, ОБОГАЩЁННОЙ МОЛЕКУЛЯРНЫМ ВОДОРОДОМ, НА ГЕМАТОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ И АНТИОКСИДАНТНЫЙ СТАТУС У МАЛОЙ ДЛИННОХВОСТОЙ ШИНШИЛЛЫ С СИНДРОМОМ СЕЧЕНИЯ МЕХОВОГО ПОКРОВА В УСЛОВИЯХ КЛЕТОЧНОГО СОДЕРЖАНИЯ

¹ Петров Д.В., ^{2,3} Остренко К.С., ¹ Каркищенко В.Н., ⁴ Панина Е.В.

¹ Научный центр биомедицинских технологий ФМБА, пос. Светлые горы Московской обл.;

² ВНИИ физиологии, биохимии и питания животных – филиал ФИЦ животноводства – ВИЖ им. Л.К. Эрнста, Боровск Калужской обл.; ³ Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА им. К. И. Скрябина, Москва;

⁴ МСХА им. К.А. Тимирязева, Москва, Российская Федерация.

В пушном звероводстве важным критерием здоровья животных являются уровень их адаптационных возможностей, в том числе к появлению стрессовых состояний. Цель данной работы - исследование показателей состава крови и антиоксидантного статуса у малой длиннохвостой шиншиллы при проявлении «стрижки» (самопроизвольного выкусывания) мехового покрова, как одного из вариантов синдрома гиперкортицизма в условиях клеточного содержания. Три группы самцов *Chinchilla lanigera* двухмесячного возраста (n=5) со средней живой массой 270 г были сформированы методом парных аналогов и рассажены в индивидуальные клетки; I группа (контроль) не имевшая признаков «стрижки», получала основной рацион (ОР) и чистую питьевую воду; II группа, с проявлением синдрома «стрижки», ОР и чистую питьевую воду; III группа, с синдромом «стрижки» - ОР и воду, обогащённую молекулярным водородом. При исследовании клеточного состава крови выявлено, что во II группе возросло против контроля количество лейкоцитов ($P<0.05$), эритроцитов и уровня гемоглобина ($P<0.05$). В III группе количество лейкоцитов, эритроцитов и гемоглобина уменьшилось по сравнению со II группой ($P<0.05$). В сыворотке крови во II группе отмечено увеличение против контроля уровней мочевины, общего билирубина, активности аспартатаминотрансферазы, аланинаминотрансферазы и щелочной фосфатазы на фоне снижения содержания креатинина и показателей антиоксидантной защиты. В III группе снижены по сравнению со II группой количество продуктов перекисного окисления липидов, активность аланинаминотрансферазы, щелочной фосфатазы и уровень общего билирубина. Заключение, что использование питьевой воды, обогащённой молекулярным водородом, улучшает показатели состава крови и антиоксидантного статуса у длиннохвостой шиншиллы с синдромом сечения меха в условиях клеточного содержания.

Ключевые слова: шиншиллы, *Chinchilla lanigera*, питьевая вода, молекулярный водород, дефекты мехового покрова, синдром гиперкортицизма, гематологические показатели, антиоксидантный статус.

Проблемы биологии продуктивных животных. 2024. 2: 64-72.

Введение

В пушном звероводстве при клеточном содержании важным критерием здоровья животных являются уровень адаптационных возможностей организма. Систематическая неадекватность условий клеточного содержания приводит в пушном звероводстве к появлению стрессовых состояний, в том числе к проявлению у шиншилл признаков синдрома самовыкусывание волоса (стрижки), как одного из вариантов синдрома гиперкортицизма. Малая длиннохвостая шиншилла окраса серый стандарт относится к роду шиншилл, семейству шиншилловые, отряду грызунов и классу млекопитающих, обитают в горах Анд (Чили). Вероятными причинами стрижки у шиншилл могут быть беспокойство, резкие звуки, отсутствие грубых кормов и дефицит определённых аминокислот.

Нарушение баланса процессов перекисного окисления липидов в системе антиоксидантной защиты приводит к оксидативному стрессу, который является важным фактором нарушений функции клетки и возникновения патологических процессов. Для преодоления последствий окислительного стресса в медицине и животноводстве всё чаще включают в рацион биологически активные добавки с антиоксидантами в качестве природных ингибиторов свободно-радикального окисления. К таким средствам относится и молекулярный водород (Hancock et al., 2021; Jafta et al., 2021; LeBaron et al., 2019; Fan et al., 2021; Zhang et al., 2020).

Молекулярный водород легко проникает через клеточные мембраны в ядро и митохондрии и не оказывает негативного воздействия на процессы, происходящие внутри клетки, и на общие физиологические показатели (температура, кровяное давление, pH). Молекулярный водород (H_2) является нейтрализатором активных форм кислорода (Ohta, 2014; Ichihara et al., 2015; Cui, 2016; Kura et al., 2019).

Многочисленные эксперименты показали, что молекулярный водород оказывает влияние при лечении заболеваний сердечно-сосудистой (Fu et al., 2018) и нервной систем (Shao et al., 2015; Yang et al., 2016; Hirayama et al., 2018). Этологические наблюдения показали, что включение в рацион воды, обогащённой молекулярным водородом (HRW), увеличивает у малой длиннохвостой шиншиллы в суточном балансе долю активного поведения (Panina et al., 2021).

Молекулярный водород вводят вдыханием H_2 , применением HRW, приёмом молекулярно-водородных ванн, использованием глазных капель с молекулярным водородом (Zhang et al., 2016). Избыток молекулярного водорода быстро выводится из организма через лёгкие (Tamasawa et al., 2015; Sato et al., 2020). Молекулярный водород является и радиозащитным агентом (Baeeri et al., 2018; Zhou et al., 2019; Hong et al., 2021).

Самовыкусывание волоса («сечение», «стрижка») как аномальное повторяющееся поведение (стереотипия) является актуальной проблемой в шиншиловой индустрии (Franchi et al., 2016). Жевание меха является проявлением физиологического стресса и у *Chinchilla lanigera* наблюдается в большей степени у самок (Panina et al., 2021). У животных, склонных к самовыкусыванию волосяного покрова, наблюдали гипернадренкортицизм (синдром Кушинга); болезнь обычно развивалась у животных обоих полов в возрасте 6-8 месяцев (Tisljar et al., 2016). На шиншилловых фермах уровень заболеваемости может составлять 15-20% от общего поголовья (Lapinski et al., 2014).

Предполагается, что причинами стрижки могут быть нарушение технологии приготовления кормов, недостаток в рационе витаминов, микроэлементов, незаменимых аминокислот. Возможно, что этот синдром проявляется вследствие йодной недостаточности, сниженной физической активности и гипофункции щитовидной железы (Лоенко, 2019), а также

при нарушениях липидного обмена, при генетической предрасположенности, в стрессовых состояниях и тревожных расстройствах (Ревякин и др., 2014, 2015). По результатам исследований, проведенных на норках различного окраса, было предположено наличие у них аутоиммунной составляющей в возникновении «стрижки» (Молькова, 2021).

В целом, физиологические механизмы проявлений «стрижки» у пушных зверей в условиях клеточного содержания исследованы недостаточно; поэтому актуальной задачей является поиск методов борьбы с этим нарушением, включая применение различных биологически активных веществ, в том числе питьевой воды, обогащённой молекулярным водородом.

Цель данной работы - изучение влияния питьевой воды, обогащённой молекулярным водородом, на гематологические показатели и антиоксидантный статус у малой длиннохвостой шиншиллы при проявлениях признаков «стрижки» волосяного покрова в условиях клеточного содержания.

Материал и методы

Для проведения эксперимента было отобрано пятнадцать самцов *Chinchilla lanigera* двухмесячного возраста со средней живой массой 270 г. Три группы животных, были сформированы методом парных аналогов (n=5) и рассажены в индивидуальные клетки; I группа (контроль) не имевшая признаков проявления «стрижки», получала основной рацион (ОР) и чистую питьевую воду; II группа, с проявлением признаков «стрижки», ОР и чистую питьевую воду; III группа, с проявлением признаков «стрижки», ОР и воду, обогащённую молекулярным водородом.

Условия содержания животных соответствовали зоотехническим нормам: температура окружающей среды составляла 18-20°C, влажность – 30-40%. Кормление производилось гранулированным полнорационным комбикормом для шиншилл со свободным доступом к корму. Поение в обеих группах осуществлялось автоматизированной системой. К системе поения опытной группы был подключен аппарат для генерации молекулярного водорода Lourdes HS-81.

В возрасте 12 месяцев проводили забор проб крови у животных в утренние часы до кормления пункцией яремной вены. Для гематологических исследований использовали вакуумные капиллярные пробирки APEXLAB с добавлением антикоагулянта КЗ ЭДТА. Исследования показателей клинического анализа крови проводили при помощи автоматического ветеринарного гематологического анализатора Hospitex Diagnostics Hemascreen Vet. Для биохимических исследований использовали вакуумные пробирки IMPROVACUTER с добавлением антикоагулянта Li-гепарин. Для получения плазмы кровь центрифугировали со скоростью 3000 об/мин в течение 10 мин.

Биохимические исследования плазмы крови проводили на биохимическом экспресс-анализаторе MNCHIP Pointcare V2; определяли показатели белкового обмена (общий белок, альбумин, глобулин, соотношение альбумин/глобулин), углеводного обмена (глюкоза), желчных пигментов (общий билирубин), ферментативной активности (аланинаминотрансфераза, амилаза, щелочная фосфатаза, креатинфосфокиназа), липидного обмена (холестерин), остаточного азота (креатинин, мочевины, соотношение креатинин/мочевина). Интенсивность оксидативного стресса в эритроцитах оценивали путём определения содержания продуктов ПОЛ: диеновых конъюгатов, триеновых конъюгатов, малонового диальдегида. Состояние ферментативных и неферментативных компонентов антиоксидантной защиты оценивали по содержанию

глутатиона, активности каталазы и супероксиддисмутазы. Измерения проводили с использованием спектрофлуометра CM2203 «СОЛАР», спектрофотометра PV1251C «СОЛАР» по стандартным методикам.

Результаты и обсуждение

По данным общего клинического анализа крови (табл. 1), у животных II группы (с симптомами проявления «стрижки» волосяного покрова) наблюдалось существенное увеличение количества эритроцитов ($P < 0,01$) и гемоглобина ($P < 0,05$) по сравнению с контрольной группой

В III группе отмечено увеличение количества лейкоцитов на 15%, лимфоцитов на 17% по сравнению с контрольной группой. При сравнении III группы со II группой наблюдалось уменьшение в III группе количества лейкоцитов на 11%; эритроцитов на 13% и гемоглобина на 10%.

Таблица 1. Результаты общего клинического анализа крови ($M \pm m$; $n=5$)

Показатели	Ед. изм.	Группы		
		I (контроль)	II	III
Гематокрит	%	41,5 $\pm$ 2,1	43,2 $\pm$ 1,4	40,5 $\pm$ 0,8
Гемоглобин	г/л	132 $\pm$ 3	151 $\pm$ 6*	138 $\pm$ 6
Эритроциты	$\times 10^{12}$ /л	7,4 $\pm$ 0,4	9,1 $\pm$ 0,3**	7,9 $\pm$ 0,
Лейкоциты	$\times 10^9$ /л	8,5 $\pm$ 0,5	11,0 $\pm$ 1,1*	9,8 $\pm$ 1,4
Тромбоциты	$\times 10^9$ /л	360 $\pm$ 25	342 $\pm$ 54	365 $\pm$ 27
СОЭ	мм/ч	1,2 $\pm$ 0,1	1,2 $\pm$ 0,1	1,3 $\pm$ 0,1
Анизоцитоз эритроцитов	%	12,0 $\pm$ 0,3	12,2 $\pm$ 0,3	12,2 $\pm$ 0,4
Средняя конц. НЬ в эритроците	%	33,2 $\pm$ 0,9	32,6 $\pm$ 0,9	32,1 $\pm$ 1,5
Средний объем эритроцита	мкм ³ (фл)	55,3 $\pm$ 1,0	56,2 $\pm$ 0,7	53,4 $\pm$ 0,8
Среднее содержание НЬ в эритроците	пг	18,4 $\pm$ 0,7	18,7 $\pm$ 0,6	17,2 $\pm$ 0,9
Скоррект. (истинные) лейкоциты	$\times 10^9$ /л	9,1 $\pm$ 0,9	13,0 $\pm$ 2,1*	10,5 $\pm$ 1,4
Сегментоядерные нейтрофилы	$\times 10^9$ /л	2,9 $\pm$ 0,3	5,8 $\pm$ 1,4**	4,6 $\pm$ 1,1
Лимфоциты	$\times 10^9$ /л	4,6 $\pm$ 0,3	5,8 $\pm$ 1,2*	5,4 $\pm$ 0,9

Примечание: здесь и далее в таблицах: * $P < 0,05$; ** $P < 0,01$; *** $P < 0,001$; по t -критерию при сравнении с контролем.

По данным исследования биохимического состава сыворотки крови (табл. 2). у животных II группы при сравнении с контролем зафиксировано увеличение уровня общего билирубина ($P < 0,05$); активности аспартатаминотрансферазы ($P < 0,05$), щелочной фосфатазы ($P < 0,05$), аланинаминотрансферазы ($P < 0,001$); уровня мочевины ($P < 0,001$), соотношения мочевины/креатинин ($P < 0,01$) на фоне уменьшения содержания креатинина ($P < 0,05$ и коэффициента Ритиса ($P < 0,01$) (табл. 2). В III группе наблюдалось небольшое увеличение общего билирубина, коэффициента Ритиса; активности аспартатаминотрансферазы; аланинаминотрансферазы; щелочной фосфатазы (табл. 2).

При сравнении III группы со II группой наблюдалось небольшое уменьшение общего билирубина, активности АСТ, АЛТ, а также уровня мочевины и щелочной фосфатазы. Коэффициент Ритиса в III группе был выше в 2 раза ($P < 0,01$), соотношение мочевины/креатинин ниже ($P < 0,01$), чем во II группе.

Таблица 2. Показатели биохимического состава сыворотки крови ($M \pm m$; $n=5$)

Показатели	Ед. измерения	Группы		
		I (контроль)	II	III
Билирубин общий	мкМ	5,4 $\pm$ 0,1	6,6 $\pm$ 1,1*	5,6 $\pm$ 0,1
Билирубин прямой	мкМ	1,4 $\pm$ 0,2	1,7 $\pm$ 1,2	1,6 $\pm$ 0,1
АСТ	Ед/л	109 $\pm$ 3	120 $\pm$ 3*	112 $\pm$ 3
АЛТ	Ед/л	9,1 $\pm$ 1,3	31 $\pm$ 1***	10 $\pm$ 1
Коэффициент Ритиса		12,1 $\pm$ 1,6	3,9 $\pm$ 0,4**	10,6 $\pm$ 2,4**
Мочевина	мм	9,5 $\pm$ 0,2	14,7 $\pm$ 0,2***	9,7 $\pm$ 0,8
Креатинин	мкМ	61,3 $\pm$ 6,0	43,4 $\pm$ 4,7*	62,8 $\pm$ 4,6
Общий белок	г/л	65,6 $\pm$ 0,7	67,1 $\pm$ 0,8	66,8 $\pm$ 1,6
Альбумин	г/л	49,9 $\pm$ 2,3	51,5 $\pm$ 2,4	50,6 $\pm$ 1,0
Триглицеролы	мм	0,9 $\pm$ 0,2	0,8 $\pm$ 0,1	0,7 $\pm$ 0,1
Щелочная фосфатаза	Ед/л	73,7 $\pm$ 4,9	112 $\pm$ 16*	77 $\pm$ 5
Альфа-амилаза	Ед/л	2572 $\pm$ 155	2617 $\pm$ 71	2586 $\pm$ 185
Глюкоза	мм	8,5 $\pm$ 1,2	9,1 $\pm$ 1,1	8,7 $\pm$ 1,7
ЛДГ	Ед/л	2823 $\pm$ 32	2815 $\pm$ 47	2788 $\pm$ 213
Альбумин/глобулин		2,7 $\pm$ 0,3	3,0 $\pm$ 0,3	4,2 $\pm$ 0,2
Глобулин	г/л	18,4 $\pm$ 1,6	18,6 $\pm$ 1,7	18,7 $\pm$ 0,7
Мочевина/креатинин		154 $\pm$ 13	338 $\pm$ 35**	154 $\pm$ 34**
Холестерин	мм	1,9 $\pm$ 0,5	2,3 $\pm$ 0,5	1,7 $\pm$ 0,4

Таблица 3. Показатели антиоксидантного статуса ($M \pm m$; $n=5$)

Показатели	Ед. измерения	Группы		
		I	II	III
Диеновые конъюгаты	мкМ	52,0 $\pm$ 0,1	80,0 $\pm$ 0,0*	57,8 $\pm$ 0,1*
Триеновые конъюгаты	мкМ	27,6 $\pm$ 0,2	50,7 $\pm$ 0,2*	31,2 $\pm$ 0,2*
Малоновый диальдегид	мкМ	5,6 $\pm$ 0,1	14,5 $\pm$ 0,10*	6,9 $\pm$ 0,1*
Каталаза	Ед/мл	62,7 $\pm$ 0,3	50,7 $\pm$ 0,2*	60,0 $\pm$ 0,4*
Глутатион	мкМ	73,7 $\pm$ 0,4	62,5 $\pm$ 0,2*	67,9 $\pm$ 0,2*
Супероксиддисмутаза	Ед/г Нб	1,2 $\pm$ 0,10	1,8 $\pm$ 0,10	1,3 $\pm$ 0,10

Во II группе увеличено против контроля количество продуктов перекисного окисления липидов ($P<0,05$) и снижены активность каталазы ($P<0,05$) и уровень глутатиона ($P<0,05$). В III группе количество продуктов перекисного окисления было ниже, чем во II группе ($P<0,05$) (табл. 3).

В целом, у животных с синдромом «стрижки» волосяного покрова, проявлялись изменения гематологических показателей. Наиболее существенные изменения наблюдались во II группе по клиническим показателям (повышение количества эритроцитов, гемоглобина, лейкоцитов, лимфоцитов); по биохимическим показателям (увеличение общего и прямого билирубина, значительное увеличение активности аланинаминотрансферазы, аспартатаминотрансферазы, щелочной фосфатазы, уровня мочевины, снижение креатинина). Выявленные сдвиги в показателях крови согласуются с данными других авторов (Мантатова, Кладова, 2019, 2020) указывающих на связь изменений биохимического и клеточного состава крови с воздействием стресс факторов, вызывающих нарушения в системе гипоталамус – гипофиз – надпочечники – целевые органы, в том числе проявляющиеся у шиншилл поражениями волосяного покрова.

Заключение

По данным эксперимента, проведенного на молодняке малой длиннохвостой шиншиллы, использование питьевой воды, обогащённой молекулярным водородом, у животных с проявлениями признаков «стрижки» способствует меньшей выраженности неблагоприятных изменений общих клинических и биохимических показателей крови, что сопровождается частичной блокировкой проявлений признаков «стрижки» за счёт поддержания антиоксидантного статуса при воздействии стресс-факторов в условиях клеточного содержания.

Список литературы

1. Лоечко Н.Н., Растимешина О.В., Кровина Е.В., Майоров А.И., Рапопорт О.Л. Морфофункциональное состояние тиреоидного статуса у молодняке норки (*Neovison vison*) в период смены волосяного покрова при коррекции йодной недостаточности. // Кролиководство и звероводство. 2019. № 4. С. 14-19.
2. Мантатова Н.В., Кладова Д.В. Сравнительная характеристика биохимических показателей крови пушных зверей при патологии «сечения» волосяного покрова. // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2019. № 11. С. 133-138.
3. Мантатова Н. В., Кладова Д. В. Сравнительная характеристика гематологических показателей крови пушных зверей семейства кунных при «сечении» волосяного покрова. // Роль аграрной науки в устойчивом развитии сельских территорий. Рязань, РГАУ: 2020. С. 509-513.
4. Молькова А.А., Иволина О.Ю., Иволин Ю.В., Рядинская Н.И. Проявление дефекта волосяного покрова «стрижка» у норки различных цветовых форм в ЗАО «Большереченское» Иркутской области. // Вестник Иркутской с-х. академии. 2021. № 2. С. 5-7.
5. Ревякин И.М., Тихоновская И.В., Кузьмина О.А. «Стрижка» волосяного покрова у норки в контексте медицинской трихологии. // Учёные записки УО ВГАВМ. 2014. Т. 50, № 1. С. 132-133.
6. Ревякин И.М. Особенности диагностики и этиологии «стрижки» волосяного покрова норки. // Животноводство и ветеринарная медицина. 2015. № 1. С.43-47.
7. Baeeri M., Mohammadi-Nejad S., Rahimifard M. et al. Molecular and biochemical evidence on the protective role of ellagic acid and silybin against oxidative stress-induced cellular aging. // Mol. Cell. Biochem. 2018. Vol. 44. P. 21- 33.
8. Cui J. Inhalation of water electrolysis-derived hydrogen ameliorates cerebral ischemia-reperfusion injury in rats - a possible new hydrogen resource for clinical use. // Neuroscience. 2016. Vol. 335. P. 232-241. DOI: 10.1016/j.neuroscience.2016.08.021
9. Franchi Parra V.A., Aleuy O.A., Tadich Gallo T. Fur chewing and other abnormal repetitive behaviors in chinchillas (*Chinchilla lanigera*), under commercial fur-farming conditions. // J. Vet. Behav. 2016. Vol. 11. P. 60-64.
10. Fu J. Hydrogen molecules (H₂) improve perfusion recovery via antioxidant effects in experimental peripheral arterial disease. // Mol. Med. Rep. 2018. Vol. 18. nr 6. P. 5009-5015.
11. Hancock J.T., LeBaron T.W., Russell G. Molecular hydrogen: redox reactions and possible biological interactions. // Reactive Oxygen Species. 2021. Vol. 11. P. 17-25. DOI: 10.20455/ros.2021.m.803
12. Hirayama M., Ito M., Minato T., Yoritaka A., LeBaron T., Ohno K. Inhalation of hydrogen gas elevates urinary 8-hydroxy-2'-deoxyguanine in Parkinson's disease. // Med. Gas Res. 2018. Vol. 8. nr 4. P. 144-149. DOI: 10.4103/2045-9912.248264
13. Hong Li, Yaru Yin, Jing Liu, Binghui Lu, Huimin Wan, Luxun Yang, Weidong Wang, Rong Li Hydrogen-rich water attenuates the radiotoxicity induced by tritium exposure in vitro and in vivo. // J. Rad. Res. 2021. Vol. 62. nr 1. P. 34-45. DOI: 10.1093/jrr/traa104

14. Ichihara M., Sobue S., Ito M., Ito M., Hirayama M., Ohno K. Beneficial biological effects and the underlying mechanisms of molecular hydrogen. Comprehensive review of 321 original articles. // *Med. Gas Res.* 2015. Vol. 5. P. 1-21. DOI: 10.1186/s13618-015-0035-1
15. Jafta N., Magagula S., Lebelo K., Nkokha D., Mochane M.J. The production and role of hydrogen-rich water in medical applications. // *Applied Water Science.* 2021. Vol. 1. DOI: 10.1002/9781119725237.ch10
16. Kura B., Bagchi A.K., Singal P.K., Barancik M., LeBaron T.W., Valachova K., Šoltés L., Slezák J. Molecular hydrogen: Potential in mitigating oxidative-stress-induced radiation injury. // *Can. J. Physiol. Pharmacol.* 2019. Vol. 97. nr 4. P. 287-292. DOI: 10.1139/cjpp-2018-0604
17. Lapinski S., Lis M.W., Wójcik A., Migdal L., Guja I. Analysis of factors increasing the probability of fur chewing in chinchilla (*Chinchilla lanigera*) raised under farm conditions. // *Ann. Anim.* 2014. Vol. 14. P. 189-195.
18. LeBaron T.W., Larson A.J., Ohta S., Mikami T., Barlow J., Bulloch J., DeBeliso M. Acute supplementation with molecular hydrogen benefits submaximal exercise indices. Randomized, double-blinded, placebo-controlled crossover pilot study. // *J. Lifestyle Med.* 2019. Vol. 9. nr 1. P. 36-43. DOI: 10.15280/jlm.2019.9.1.36
19. Lili Fan, Huayu Chen, Junhui Liang, Da Chen, Yuexiang Huang. Controllable synthesis of hydrogen bubbles via aeration method for efficient antioxidant process. // *Applied Nanoscience.* 2021. Vol. 11. P. 833-840.
20. Ohta S. Molecular hydrogen as a preventive and therapeutic medical gas: Initiation, development and potential of hydrogen medicine. // *Pharmacol. Ther.* 2014. Vol. 144. P. 1-11. DOI: 10.1016/j.pharmthera.2014.04.006
21. Panina E., Ivanov A., Petrov D. Influence of molecular hydrogen on behavioral adaptation of Chinchilla lanigera taking into account gender factor in conditions of cage keeping. // *BIO Web of Conferences.* 2021. Vol. 36. DOI:10.1051/bioconf/20213607006
22. Panina E., Ivanov A., Petrov D. The condition of the hairline of Chinchilla lanigera after the introduction of a hydrogen antioxidant into the diet. // *BIO Web of Conferences.* 2021. Vol. 36. DOI: 10.1051/bioconf/2021360602
23. Panina E.V., Ivanov A.A., Petrov D.V., Panteleev S.V. Behavior of Chinchilla lanigera under cage keeping with the introduction of molecular hydrogen into the diet. // *E3S Web of Conferences.* 2021. Vol. 254. P. 08008.
24. Sato T., Mimuro S., Katoh T., Kurita T., Truong S.K., Kobayashi K., Makino H., Doi M., Nakajima Y. 1.2% Hydrogen gas inhalation protects the endothelial glycocalyx during hemorrhagic shock: a prospective laboratory study in rats. // *J. Anesth.* 2020. Vol. 34. P. 1-8. DOI: 10.1007/s00540-020-02737-3
25. Shao A., Wu H., Hong Y., Tu S., Sun X., Wu Q., et al. Hydrogen-rich saline attenuated subarachnoid hemorrhage-induced early brain injury in rats by suppressing inflammatory response: possible involvement of nf-kappa b pathway and nlrp3 inflammasome. // *Molecular Neurobiology.* 2015. Vol. 53. P. 3462-3476. DOI:10.1007/s12035-015-9242-y
26. Tamasawa A., Mochizuki K., Hariya N. et al. Hydrogen gas production is associated with reduced interleukin-1 β mRNA in peripheral blood after a single dose of acarbose in Japanese type 2 diabetic patients. // *Eur. J. Pharmacol.* 2015. Vol. 762. P. 96-101. DOI: 10.1016/j.ejphar.2015.04.051
27. Tisljar M., Janic D., Grabarevic Z., Marinculic A., Pinter L., Janicki Z., Nemanic A. Stress induced cushing's syndrome in fur chewing chinchillas. // *Acta. Vet. Hung.* 2002. Vol. 50. P.133-142.
28. Yang L., Li D.C., Chen S.Y. Hydrogen water reduces NSE, IL-6, and TNF- α levels in hypoxic-ischemic encephalopathy. // *Open Med.* 2016. Vol. 11 nr 1. P.399-406.
29. Zhang C.B., Tang Y.C., Xu X.J., Guo S.X. & Wang H.Z. Hydrogen gas inhalation protects against liver ischemia/reperfusion injury by activating the NF-kappa B signaling pathway // *Exper. Therap. Med.* 2015. Vol. 9. P. 2114-2120. DOI: 10.3892/etm.2015.2385
30. Zhang Y., Xu J., Long Z., Wang C., Wang L., Sun P., Li P., Wang T. Hydrogen (H₂) inhibits isoproterenol-induced cardiac hypertrophy via antioxidative pathways. // *Front. Pharmacol.* 2016. Vol.7. P.1-12. DOI: 10.3389/fphar.2016.00392

31. Zhou P., Lin B., Wang P. et al. The healing effect of hydrogen-rich water on acute radiation-induced skin injury in rats. // J. Radiat. Res. 2019. Vol. 60. P. 17-22.

References (for publications in Russian)

1. Loenko N.N., Rastimeshina O.V., Krovina E.V., Maiorov A.I., Rapoport O.L. [Morphofunctional state of thyroid status in young minks (Neovison vison) during the period of hair loss during correction of iodine deficiency]. *Krolikovodstvo i zverovodstvo* (Rabbit breeding and fur farming). 2019. 4: 14-19.
2. Mantatova N.V., Kladova D.V. [Comparative characteristics of biochemical blood-lung animal markers in the "section" of hair covering]. *Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* (Vestnik of the Altai State Agricultural University). 2019. 11: 133-138.
3. Mantatova N.V., Kladova D.V. [Comparative characteristic of hematologic blood-bearing animals of the family of children in the "seed" of hair covering]. In: *Rol' agrarnoi nauki v ustoichivom razvitii sel'skikh territorii* (Role of agricultural science in the treatment development of the selcu territories). Ryazan. Ryazan State University. 2020. P. 509-513.
4. Mol'kova A.A., Ivonina O.Yu., Ivonin Yu.V., Ryadinskaya N.I. [Manifestation of the "haircut" hair defect in minks of various color forms in Bolsherechenskoe JSC, Irkutsk oblast]. *Vestnik Irkutskoi sel'skokhozhchivstvennoi Akademii* (Bulletin of the Irkutsk Agricultural Academy). 2021. 2: 5-7.
5. Revyakin I.M., Tikhonovskaya I.V., Kuz'mina O.A. ["Cutting" the hair of minks in the context of medical trichology]. *Uchenye zapiski UO GAVM* (Scientific notes of the Ural Branch of State Academy of Veterinary Medicine). 2014. 50(1): 132-133.
6. Revyakin I.M. [Features of diagnosis and etiology of mink hair cutting]. *Zhivotnovodstvo i veterinarnaya meditsina* (Animal husbandry and veterinary medicine). 2015. 1: 43-47.

UDC 636.932.43:678.048:612.1

**Effects of drinking water enriched with molecular hydrogen,
for hematological parameters and antioxidant status in chinchilla
with fur cutting syndrome in conditions of cage keeping**

¹ Petrov D.V., ^{2,3} Ostrenko K.S., ¹ Karkishchenko V.N., ⁴ Panina E.V.

¹ *Scientific Center of Biomedical Technologies of the Federal Medical and Biological Agency of Russia, Krasnogorsk district, Svetlye Gory Village, Moscow oblast;*

² *Institute of Animal Physiology, Biochemistry and Nutrition, branch of the Federal Research Center for Animal Husbandry, Borovsk, Kaluga oblast;* ³ *Scriabin State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology, Moscow;* ⁴ *Russian State Agrarian University, Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russian Federation.*

ABSTRACT. In fur farming, an important criterion for the health of animals is the level of their adaptive capabilities, including the emergence of stressful conditions. The aim of this work was to study hematological parameters and antioxidant status in the small long-tailed chinchilla during the manifestation of “haircut” (HC, spontaneous fur chewing) under conditions of cage keeping. Three groups of animals were formed by the method of paired analogues (n=5) and placed in individual cages; group I (control), which had no signs of HC, was fed the basic diet (BD) and clean drinking water; group II, with signs of HC, BD plus clean drinking water; Group III with signs of HC, BD and water enriched with molecular hydrogen. When studying the cellular composition of the blood, it has been revealed that in group II the number of leukocytes ($P<0.05$), erythrocytes and hemoglobin level ($P<0.05$) increased compared to controls. In group III, the number of leukocytes, erythrocytes and hemoglobin decreased compared to group II ($P<0.05$). When analyzing biochemical data, changes were observed in group II, with a marked increase compared to control in the amount of urea, total bilirubin, activity of aspartate aminotransferase, alanine aminotransferase and alkaline phosphatase and decreased level of creatinine. In group III, an activity of alanine aminotransferase, alkaline phosphatase and total bilirubin level were decreased compared to group II. In group II, the amount of lipid peroxidation products was increased versus control and the indicators of antioxidant protection was decreased. In group III, the amount of peroxidation products was lower than in group II. Concluded that the use of drinking water enriched with molecular hydrogen ameliorates hematological parameters and antioxidant status in small long-tailed chinchilla with fur cutting syndrome under conditions of cage keeping.

Keywords: *chinchillas, Chinchilla lanigera, drinking water, molecular hydrogen, fur defects, hematological parameters, antioxidant status.*

Problemy biologii produktivnykh zhivotnykh (Productive Animal Biology), 2024. 2: 64-72.

Поступило в редакцию: 19.05.2024

Получено после доработки: 20.06.2024

Сведения об авторах:

Петров Дмитрий Валерьевич, зав. лаб.; 1941-65@mail.ru

Остренко Константин Сергеевич, д.б.н., доц., зав. лаб.; ostrenkoks@gmail.com

Каркищенко Владислав Николаевич, д.м.н., проф., дир.; scbmt@yandex.ru

Панина Елена Витальевна, к.б.н., доц.; epanina@rgau-msha.ru