

УДК 636.11:612.11/.12

ПОКАЗАТЕЛИ КРОВИ ЛОШАДЕЙ ЧИСТОКРОВНОЙ АРАБСКОЙ ПОРОДЫ В РАЗНЫЕ ПЕРИОДЫ СКАКОВОГО СЕЗОНА

А.А. ИВАНОВ, В.Х. ХОТОВ, Л.В. ПЕТРИКЕЕВА

РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

Были исследованы показатели крови скаковых лошадей чистокровной арабской породы четырех лет и старше, проходивших испытания на Центральном московском ипподроме в 2012-2014 гг. Выявлены статистически значимые ($p < 0,05$) различия значений ряда гематологических и биохимических показателей сыворотки крови в разные периоды скакового сезона: начало (май – первая половина июня), середина (вторая половина июня – август) и конец (сентябрь). Значения эритроцитарных индексов МСV, МСН и МСНС были выше в начале и середине сезона по сравнению с концом сезона, при этом общее количество эритроцитов (RBC), напротив, увеличивалось в сентябре. Количество тромбоцитов (PLT) не различалось в период с мая по август, но увеличивалось ($p = 0,0057$) в конце скакового сезона. Значимых различий показателей гематокрита (HCT) и гемоглобина (HGB) в исследуемой группе животных обнаружено не было. В середине сезона зафиксировано максимальное ($p = 0,0098$) количество лейкоцитов (WBC) с максимальным количеством нейтрофилов (Neut) $62,15 \pm 1,39\%$ и минимальным содержанием лимфоцитов (Lym) $31,59 \pm 1,34\%$, различий по процентному содержанию моноцитов (Mon), эозинофилов (Eoz) и базофилов (Bas) не выявлено.

Биохимические показатели включали в себя определение активности сывороточных ферментов: аспаратаминотрансферазы (АСТ), креатинфосфокиназы (КФК), лактат-дегидрогеназы (ЛДГ), щелочной фосфатазы (ЩФ), гамма-глутамилтрансферазы (ГГТ), а также концентрации кальция (Ca), неорганического фосфора (P) и сывороточного железа (Fe). Значимые различия в течение скакового сезона были обнаружены по активности ЩФ и ЛДГ, которые имели наивысшую концентрацию в период со второй половины июня по август. Различий по остальным изученным ферментам не выявлено ($p > 0,05$). Концентрация Fe в середине сезона достигала максимума по сравнению с концом сезона ($p = 0,0002$) $34,53 \pm 1,90$ мкмоль/л при рекомендуемой исследующей лабораторией норме до 25,00 мкмоль/л. Изменение концентрации Ca и P в сыворотке крови в разные периоды скакового сезона не обнаружено.

Ключевые слова: чистокровные арабские лошади, ипподромные испытания, общий анализ крови, биохимические показатели сыворотки крови.

Скачки чистокровных арабских лошадей – важный сегмент интернациональной скаковой индустрии. Во Всемирную федерацию скачек арабских лошадей IFANR

(international federation of arabian horse racing authorities) входят более 30 стран. Российская Федерация была одной из стран-основателей, которые в 1999 г. в Париже учредили эту организацию, куда также вошли Франция, Германия, Бельгия ОАЭ, Катар, Швейцария, Великобритания, Австрия, Голландия, США, Польша, Турция и др. [5]. Большая часть скачек арабских лошадей в России проходит на Центральном Московском, Пятигорском, Краснодарском и Казанском ипподромах.

Сезон испытаний в зависимости от климатических условий регионов начинается в апреле и заканчивается в октябре [6]. В средней полосе России, как правило, он продолжается с мая по сентябрь. Это очень напряженный и ответственный период для скаковых лошадей, в жизни их владельцев, тренеров и жокеев. Современная подготовка лошадей высокого скакового класса требует интенсивных режимов тренировки и предъявляет высокие требования к работе организма животного [7, 2, 4]. Хорошие результаты выступлений связаны с экстремальным функционированием всех систем жизнеобеспечения лошади. Адаптационные изменения, возникающие в процессе тренинга, повышают работоспособность и спортивный потенциал при одновременном возможном появлении функциональных нарушений. В результате перенапряжений, хронических микротравм и других деструктивных процессов может возникнуть изменение трофики и структуры отдельных тканей и органов, что создает условия для их повреждения и возникновения заболеваний [1]. Показатели крови являются важнейшей составляющей комплексной оценки состояния организма. Это чувствительный и тонкий индикатор, так как в большинстве случаев изменение морфологического и биохимического состава крови обусловлено изменением физиологической деятельности различных систем и органов [3, 7, 9, 10].

Чтобы иметь возможность грамотно составить режим и интенсивность тренировок и выступлений скаковой лошади, необходимо знать изменения в функционировании организма, возникающие в течение скакового сезона. Нами было выделено три периода: начало (май – первая половина июня), середина (вторая половина июня – август) и конец (сентябрь).

Цель работы состояла в том, чтобы выявить показатели крови, значения которых различаются в разные периоды скакового сезона.

Материал и методы исследования. В исследование было включено 77 образцов крови, полученных от чистокровных арабских лошадей старшего возраста, участвовавших в ипподромных испытаниях на Центральном Московском ипподроме в скаковых сезонах 2012-2014 гг. Все животные были клинически здоровы и допущены к участию. Забор крови осуществлялся на следующее утро после скачки, в 6 ч, до кормления, и немедленно отправлялся в лабораторию.

Лабораторные анализы были выполнены на базе лаборатории АРТВЕТ (г. Москва). Они включали в себя показатели общего анализа крови (ОАК) и ряд биохимических показателей сыворотки крови: гематокрит (HCT), концентрацию гемоглобина в цельной крови (HGB), средний объем эритроцита (MCV), среднее содержание гемоглобина в эритроците (MCH), среднюю концентрацию гемоглобина в эритроцитарной массе (MCHC), абсолютное количество тромбоцитов (PLT), абсолютное количество лейкоцитов (WBC) и лейкоцитарную формулу; определение активности ферментов аспартатаминотрансферазы (АСТ), креатинфосфокиназы (КФК), лактатдегидрогеназы (ЛДГ), щелочной фосфатазы (ЩФ); гамма-глутамил-трансферазы (ГГТ), а также концентрацию кальция (Ca), неорганического фосфора (P) и железа (Fe) в сыворотке крови. Показатели ОАК были определены с помощью

автоматического гематологического анализатора MINDRAY BC-2300. Биохимический анализ сыворотки крови проводили на автоматическом биохимическом анализаторе URIT-8030.

Процедуры статистического анализа выполнялись с помощью статистических пакетов SAS9,4 и STATISTICA 10. Критическое значение уровня статистической значимости при проверке нулевых гипотез принималось равным 0,05.

Результаты исследования и его обсуждение. Были обнаружены различия ($p < 0,05$) между значениями ряда морфологических и биохимических показателей крови в разные периоды скакового сезона (табл. 1).

Зафиксировано, что максимальное количество эритроцитов было выше в конце сезона по сравнению с началом и серединой ($p = 0,0080$). Значения эритроцитарных индексов MCV, MCH и MCHC не различались в начале и середине сезона (рис. 1-3), но имели статистически значимо меньшее ($p < 0,05$) значение в сентябре.

В исследуемой группе животных количество тромбоцитов было выше ($p = 0,0057$) в конце сезона по сравнению с началом и серединой: 167,13 тыс/мл, 192,11 тыс/мл и 331,44 тыс/мл соответственно.

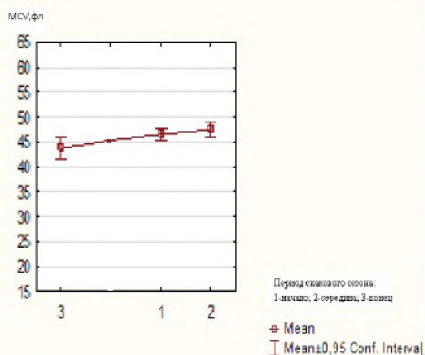


Рис. 1. Показатель MCV в разные периоды скакового сезона

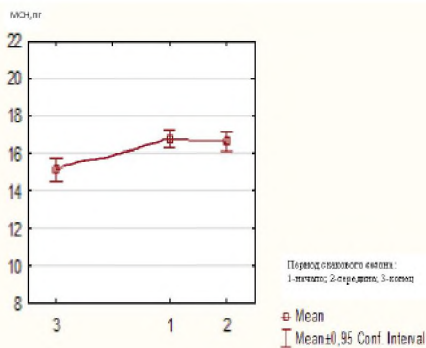


Рис. 2. Показатель MCH в разные периоды скакового сезона

В середине скакового сезона показатель WBC имел максимальное значение – $9,46 \pm 0,32$ тыс/мкл (рис. 4); при этом относительное количество сегментоядерных нейтрофилов было выше, чем в начале и конце сезона ($p = 0,0527$), а процентное количество лимфоцитов зафиксировано минимальное – $31,59 \pm 1,34\%$. Такая реакция может иметь место при большом количестве патологических процессов. Наиболее вероятной причиной повышения содержания нейтрофилов и понижения относительного количества лимфоцитов в данном случае является стрессовый лейкоцитоз, вызванный выходом кортизола под воздействием стрессовой ситуации. Этот гормон провоцирует нейтрофилию, лимфопению и эозинопению. Нейтрофилия возникает из-за мобилизации маргинального (пристеночного) пула и уменьшения возможности миграции этих клеток из крови в периферические ткани, а также за счет мобилизации резервов костного мозга. Лимфопения – результат сокращения выхода лимфоцитов из лимфоидной ткани [9].

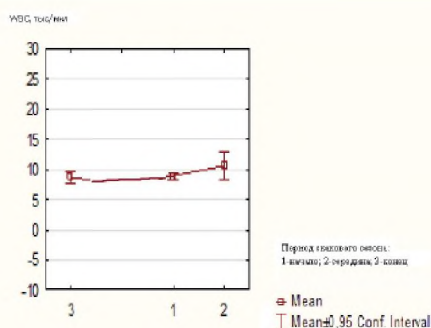
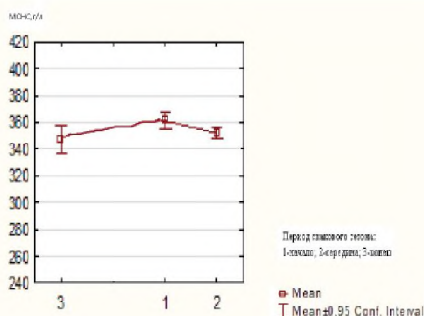


Рис. 3. Показатель МОНС в разные периоды скакового сезона

Рис. 2. Показатель МОН в разные периоды скакового сезона

Т а б л и ц а

Сравнительная характеристика показателей крови у лошадей 4-х лет и старше в разные периоды скакового сезона

Показатель	M ± m			Уровни значимости «р»	
	начало скакового сезона n = 16	середина скакового сезона n = 45	конец скакового сезона n = 16	Критерий Краскела-Валлиса	Критерий Ван дер Вардена
RBC, млн/мкл	8,85 ± 0,19	8,85 ± 0,13	9,93 ± 0,39	0,0096	0,0080
MCV, фл	46,56 ± 0,53	46,78 ± 0,44	43,75 ± 1,05	0,0361	0,0152
MCH, пк	16,77 ± 0,20	16,41 ± 0,13	15,11 ± 0,29	0,0001	<0001
MCHC, г/л	361,06 ± 2,77	352,00 ± 2,03	347,50 ± 4,82	0,0016	0,0018
PLT, тыс/мкл	167,13 ± 39,79	192,11 ± 32,24	331,44 ± 82,15	0,0026	0,0057
WBC, тыс/мкл	8,91 ± 0,27	9,46 ± 0,32	8,71 ± 0,43	0,0123	0,0098
Neut, с/я, %	56,88 ± 2,82	62,15 ± 1,39	61,50 ± 1,99	0,0721	0,0527
Lym, %	37,25 ± 2,67	31,59 ± 1,34	33,69 ± 1,97	0,0592	0,0315
ЩФ, У/Л	453,75 ± 17,82	508,35 ± 43,57	315,28 ± 15,65	0,0002	0,0011
ЛДГ, У/Л	321,29 ± 59,25	535,40 ± 37,66	443,67 ± 34,25	0,0051	0,0049
Fe, мкмоль/л	31,27 ± 2,96	34,53 ± 1,90	21,38 ± 1,55	0,0002	0,0002

Биохимические маркеры в большей мере ориентированы на выявление механизмов нарушения или текущих сдвигов метаболизма отдельных тканей организма [2, 8, 9]. По данным ряда исследователей, такой экзогенный фактор, как предельная скоростная физическая нагрузка, является травмирующим и вызывает патологические изменения ультраструктуры костной и мышечной тканей [1, 3, 8, 10]. Самые высокие средние показатели активности ферментов сыворотки крови скаковых

арабских лошадей ЩФ и ЛДГ были в середине скакового сезона: $508,35 \pm 43,57$ U/L и $535,40 \pm 37,66$ U/L соответственно. Повышение активности может быть обусловлено рядом причин. При высокой интенсивности скаковой работы наиболее вероятным является увеличение синтеза ферментов как ответной реакции на воздействие высокой физической нагрузки и выход ферментов в кровь вследствие полного или частичного разрушения клетки.

Лактатдегидрогеназа – важный фермент углеводного обмена, который в отсутствие кислорода катализирует обратимую реакцию превращения пировиноградной кислоты в молочную. Повышение активности ЛДГ сыворотки крови при острой физической нагрузке используется как индикатор повреждения клеток скелетной мускулатуры. Клетки мышечной ткани из-за недостатка кислорода переходят на анаэробное дыхание, образуемая молочная кислота негативно влияет на структуру и работоспособность мышечной ткани. Исходя из этого, можно сделать вывод о том, что наибольшее напряжение скелетной мускулатуры приходится на середину скакового сезона.

В костной ткани на протяжении всей жизни протекают процессы разрушения старой кости и образования новой, что составляет цикл ремоделирования. Костное ремоделирование – цепь последовательных процессов, благодаря которым кость растет и обновляется [1]. Повышенная активность фермента ЩФ – основного фермента остеобластов – у скаковых лошадей отражает активный процесс адаптации костной ткани к предельной скоростной работе. Предполагают, что ЩФ участвует в формировании и минерализации остеоида костного матрикса. Физическая нагрузка является важнейшей детерминантой костной массы, которая возрастает при увеличении механической нагрузки и снижается при ее уменьшении. Костная ткань выполняет разнообразные функции в организме лошади, претерпевая в условиях напряженной мышечной деятельности значительные изменения. По данным исследователей, после умеренной нагрузки у молодых животных наблюдалось ускорение процессов созревания костной и хрящевой тканей. После более интенсивной и длительной нагрузки выявлено уплотнение и расширение кортикального слоя, обнаружены явления остеосклероза. Негативная выраженность данных изменений проявляется в болевых синдромах и травматичности [1].

Повышенная активность щелочной фосфатазы в середине скакового сезона говорит о высокой нагрузке на костную ткань, из-за чего в ней происходят адаптационные изменения. Это важно учитывать при разработке программ тренировок и выступлений скаковых лошадей.

Концентрация сывороточного железа в середине сезона достигала максимума – $34,53$ мкмоль/л (рис. 5). Отметим, что рекомендуемая исследующей лабораторией норма составляет $14,3$ - $25,0$ мкмоль/л. Известно, что концентрация уровня железа

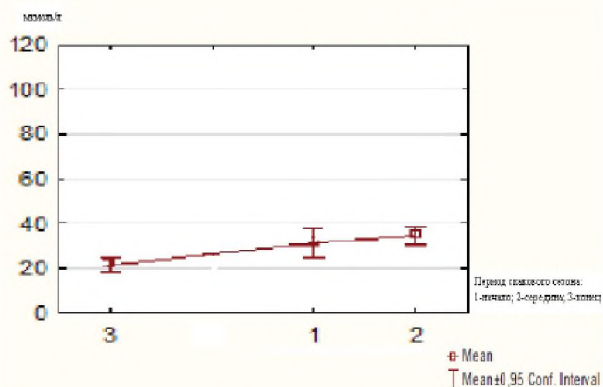


Рис. 5. Концентрация сывороточного железа в разные периоды скакового сезона

в сыворотке крови подвержена суточным колебаниям – максимальная в утренние часы. Показатель концентрации сывороточного железа является отражением содержания, в первую очередь – транспортного пула железа. Превышение нормальных значений может свидетельствовать об избыточном накоплении железа. Состояния избыточного накопления железа в организме, по своей природе, гетерогенны. Негативное влияние на организм может возникнуть вследствие накопления избыточного железа во внутренних органах и тканях, приводящего к тяжелым заболеваниям [3]. Все сказанное говорит о том, что владельцам и тренерам скаковых лошадей следует внимательно следить за количеством поступающего в организм лошади железа, особенно в составе различных подкормок, т.к. дефицит железа очень редко встречается у лошадей из-за высокого содержания в кормах.

Заключение

Количество эритроцитов и тромбоцитов увеличивается в конце скакового сезона, а значения эритроцитарных индексов (МСV, МСН и МСНС) уменьшаются.

В середине скакового сезона было зафиксировано максимальное количество лейкоцитов. В этот период процентное содержание сегментоядерных нейтрофилов было максимальным, а относительное количество лимфоцитов – минимальным.

В середине скакового сезона были самые высокие средние значения показателей активности ферментов ЩФ и ЛДГ, что говорит о напряженной работе и соответствующей функциональной перестройке мышечной и костной тканей. В этот же период была зафиксирована максимальная концентрация сывороточного железа.

Библиографический список

1. *Абрамова Т.Ф.* Остеопороз и физическая активность: Научно-методическое пособие / Т.Ф. Абрамова, Т.М. Никитина, Н.И. Кочеткова, Н.В. Студеникина, К.И. Никитина. М.: ООО «Скайпринт», 2013. 112 с.
2. *Алексеев М.Ю.* Биохимический контроль тренинга / М.Ю. Алексеев // Коневодство и конный спорт. 1977. № 7. С. 29-30.
3. *Дурманов Н.Д.* Диагностика и коррекция нарушений обмена железа в спорте высших достижений: Методические рекомендации для врачей клубов / Н.Д. Дурманов, А.С. Филимонов. М.: «КХЛ», 2010. 84 с.
4. *Ласков А.А.* Тренинг и испытания скаковых лошадей / А.А. Ласков, А.В. Афанасьев, О.А. Балакшин, Э.М. Пэрн; Под ред. А.А. Ласкова. М.: Колос, 1982. 222 с.
5. Официальный сайт интернациональной ассоциации скачек арабских лошадей – IF-AHR // Режим доступа: <http://www.ifahr.net/about-ifahr.php>
6. Правила испытаний племенных лошадей верховых пород на ипподромах Российской Федерации: Офиц. текст. М., 2008. 64 с.
7. *Allen B.V.* Effects of training and time of day of blood sampling on the variation of some common haematological parameters in normal thoroughbred racehorses / B.V. Allen, D.G. Powell // Proceedings of the First International Conference on Equine Exercise Physiology. Oxford, 1982. P. 328-335.
8. *Judson G.J.* Biochemical changes in thoroughbred racehorses following submaximal and maximal exercise / G.J. Judson, H.C. Frauenfelder, G.J. Mooney // Proceedings of the First International Conference on Equine Exercise Physiology. Oxford, 1982. P. 408-415.
9. *Satue K.* Physiological Factors in the Interpretation of Equine Hematological Profile / K. Satue, A. Hernandez, A. Munoz // Hematology – Science and Practice. March, 2012. P. 573-596
10. *Snow D.H.* Post – race blood biochemistry in thoroughbreds / D.H. Snow, D.K. Mason, S.W. Ricketts, T.A. Douglas // Proceedings of the First International Conference on Equine Exercise Physiology. Oxford, 1982. P. 389-399.

HAEMATOLOGICAL PARAMETERS OF ARABIAN RACEHORSES IN DIFFERENT PERIODS OF HORSE RACING SEASON

A.A. IVANOV, V.KH. KHOTOV, L.V. PETRIKKEVA

Russian Timiryazev State Agrarian University

The influence of period of horse racing season on various hematological and serum biochemical parameters were studied among 4-year-old purebred Arabian horses and older. The horses were examined in Central Moscow Hippodrome in 2012-2014. There are three periods in horse racing season: the beginning of a period (May – the first half of June), the middle (the second half of June – August) and the ending (September). Significant differences ($p < 0.05$) were found. RBC indices: MCV, MCH, MCHC were significantly higher in the beginning and in the middle than in the ending, whereas absolute RBC count (RBC) was maximal in September. From May to August the absolute PLT count (PLT) did not change ($p > 0.05$) but increased ($p = 0.0057$) at the end of the racing season. Hematocrit (HCT) and blood hemoglobin concentration (HGB) remained unchanged. In the middle of the horse racing season absolute WBC count (WBC) was maximal ($p = 0.0098$), with maximal segmented neutrophils (Neut) $62.15 \pm 1.39\%$ and minimal lymphocytes (Lym) $31.59 \pm 1.34\%$. Monocytes (Mon), eosinophils (Eoz) and Basophils (Bas) did not change.

Biochemical parameters consist of serum activities of aspartate aminotransferase (AST), creatine phosphokinase (CK), lactic dehydrogenase (LDH), alkaline phosphatase (ALP), gamma glutamyltransferase (GGT) and serum concentration of calcium (Ca), inorganic phosphorus (P) and serum iron (Fe). Activities from the second half of June to August of LDH and ALP were maximal ($p < 0.05$) Another studied enzymes remained unchanged ($p > 0.05$). The concentration of Fe was maximal in the middle of season ($p = 0.0002$) 34.53 ± 1.90 $\mu\text{mol/l}$ but it is important that normal rate, recommended by laboratory, ranges from 14.3 to 25.00 $\mu\text{mol/l}$. Changes in the concentration of Ca and P in blood serum in different periods of the season are not found.

Key words: purebred arabian horses, horse racing, hematology and serum biochemistry parameters.

References

1. Abramova T.F. Osteoporoz i fizicheskaya aktivnost. Nauchno-metodicheskoe posobie / T.F. Abramova, T.M. Nikitina, N.I. Kochetkova, N.V. Studenkina, K.I. Nikitina. M.: OOO «Skyprint».
2. Alexeev M.Y. Biohimicheskiy kontrol treninga / M.Y. Alexeev // Konevodstvo i konniy sport. 1977. № 7. P. 29-30.
3. Durmanov N.D. Diagnostika i korrektsia narusheniy obmena zheleza v sporte vysshih dostizheniy. Metodicheskie rekomendatsii dlya vrachey klubov / N.D. Durmanov, A.S. Filimonov. M.: «KHL», 2010. 84 p.
4. Laskov A.A. Trening i ispytania skakovykh loshadey / A.A. Laskov, A.V. Afanasyev, O.A. Balakshin, E.M. Pern: Pod red. A.A. Laskova. M.: Kolos, 1982. 222 p.
5. Ofitsialniy sait internatsionalnoy assotsiatsii skachek arabskiikh loshadey – IFAHR // rezhim dostupa: <http://www.ifahr.net/about-ifahr.php>
6. Pravila ispytaniy plemennykh loshadey verkhovykh porod na ippodromakh Rossiyskoy Federatsii: Ofitsialniy text. M., 2008. 64 p.
7. Allen B.V. Effects of training and time of day of blood sampling on the variation of some common hematological parameters in normal thoroughbred racehorses / B.V. Allen, D.G. Pow-

ell // Proceedings of the First International Conference on Equine Exercise Physiology. Oxford, 1982. P. 328-335.

8. *Judson G.J.* Biochemical changes in thoroughbred racehorses following submaximal and maximal exercise / G.J. Judson, H.C. Frauentfelder, G.J. Mooney // Proceedings of the First International Conference on Equine Exercise Physiology. Oxford, 1982. P. 408-415.

9. *Satue K.* Physiological Factors in the Interpretation of Equine Hematological Profile / K. Satue, A. Hernandez, A. Munoz // Hematology – Science and Practice. March, 2012. P. 573-596.

10. *Snow D.H.* Post – race blood biochemistry in thoroughbreds / D.H. Snow, D.K. Mason, S.W. Ricketts, T.A. Douglas // Proceedings of the First International Conference on Equine Exercise Physiology. Oxford, 1982. P. 389-399.

Иванов Алексей Алексеевич – д.б.н., проф., зав. кафедрой физиологии, этологии и биохимии животных РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 127550, Москва, ул. Тимирязевская, 49; тел.: (499) 976-39-19; e-mail: ayvanov@timacad.ru

Хотов Владимир Хасанович – к.с.-х.н., профессор кафедры коневодства РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 127550, Москва, ул. Тимирязевская, 49; тел.: (499) 976-10-41; e-mail: ulreeka@gmail.com

Петрикеева Лидия Владимировна – аспирант кафедры коневодства РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 127550, Москва, ул. Тимирязевская, 49; тел.: (499) 976-10-41; e-mail: ulreeka@gmail.com

Ivanov Aleksey Alekseevich – Doctor of Biological Sciences, Professor, Head of the Department of Animal Physiology, Ethology and Biochemistry, Russian Timiryazev State Agrarian University (127550, Moscow, Timiryazevskaya str., 49; tel.: +7 (499) 976-39-19; e-mail: ayvanov@timacad.ru).

Khotov Vladimir Khasanovich – PhD (Agriculture), professor of the Faculty of horse breeding, Russian Timiryazev State Agrarian University (127550, Moscow, Timiryazevskaya str., 49; tel.: +7 (499) 976-10-41; e-mail: ulreeka@gmail.com).

Petrikeeva Lidiya Vladimirovna – candidate of the department of horse breeding, Russian Timiryazev State Agrarian University (127550, Moscow, Timiryazevskaya str., 49; tel.: +7 (499) 976-10-41; e-mail: ulreeka@gmail.com).