

The use of natural clinoptilolite in horse feeding

R.V. Nekrasov¹, A.A. Zelenchenkova¹, M.G. Chabaev¹, Ç. Tulunay², E.V. Shleg³

¹*Federal Science Center for Animal Husbandry named after Academy Member L.K. Ernst, E-mail: nek_roman@mail.ru*

²*Gordes Zeolit Madencilik Sanayi ve Ticaret A.Ş., Turkey, E-mail: info@gordeszeolite.com*

³*Horse-Riding Base, Russian Ministry of Defense, CSKA, E-mail: veugeniya@yandex.ru*

Submitted: 21.08.2017. Accepted: 15.10.2017

We provided an inclusion of the mineral supplement as clinoptilolite (Nat-Min 9000, fraction 0-1 mm, 70 g per horse/day, Nat-Min 200, fraction 0-0.2 mm, 28 g per head/day) in the ration of sports horses and this was provided a positive effect on the body of experimental animals as evidenced by data of blood biochemistry. The studied blood values were within the physiological norms, the usage of clinoptilolite led to optimization of the biochemical profile of sports horses. The use of the adsorption additive Nat-Min did not adversely affect the concentration of fat-soluble vitamins A and E in the blood of experimental animals. At the end of the experiment, the concentration of vitamins A and E in the blood of the animals of the 2nd test group were above the control by 0.95 - 5.50 µmol/L and by 6.78 - 12.09 µmol/L ($p < 0.05$) in 3rd test group compared to the control. At the same time, the concentration of vitamin B2 in the horse blood of experimental groups decreased by 0.0037 µmol/ml ($p < 0.05$) in 2nd experimental group and 0,0031 µmol/l in 3rd test group. The content of lysozyme in the blood of animals of the 2nd and 3rd test groups has increased relative to the control level by 0.13 and 0.16 µg/ml, respectively. Phagocytic activity in experimental groups has increased relative to control by 1.40%. A positive effect of the Nat-Min feed additive (fractions of 0-1 and 0-0.2 mm) on the physiological processes in the animals was also established. Variations of mineral additive fodder resulted in a generally equivalent positive biological effect, which makes it possible to recommend the use of clinoptilolite for horse feeding.

Key words: horses; clinoptilolite; adsorption; vitamins; mycotoxins; blood biochemistry; immunity

Применение природного клиноптилолита в кормлении лошадей

Р.В. Некрасов¹, А.А. Зеленченкова¹, М.Г. Чабаев¹, Ç. Tulunay², Е.В. Шлег³

¹ *Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр животноводства – ВИЖ имени академика Л.К. Эрнста», E-mail: nek_roman@mail.ru*

² *Gordes Zeolit Madencilik Sanayi ve Ticaret A.Ş., Turkey, E-mail: info@gordeszeolite.com*

³ *Конноспортивная база ФАУ МО РФ ЦСКА, E-mail: veugeniya@yandex.ru*

Включение нами в состав рациона кормления спортивных лошадей минеральной добавки клиноптилолита (Nat-Min 9000, фракция 0-1 мм - 70 г/гол./сут., Nat-Min 200, фракция 0-0,2 мм - 28 г/гол./сут.) обеспечило положительное влияние на организм подопытных животных, о чем свидетельствуют данные по биохимии крови. Изученные показатели крови находились в пределах физиологических норм, а скармливание клиноптилолита приводило к оптимизации биохимического профиля спортивных лошадей. Применение адсорбирующей добавки Nat-Min не оказало отрицательного воздействия на концентрацию жирорастворимых витаминов А и Е в крови подопытных животных. В конце опыта концентрация витаминов А и Е в крови животных 2-й опытной группы была выше контроля на 0,95 - 5,50 мкмоль/л и на 6,78 - 12,09 мкмоль/л ($p < 0,05$) в 3-й опытной группе соответственно, по сравнению с контролем. При этом, концентрация в крови витамина В₂ снизилась на 0,0037 мкмоль/мл ($p < 0,05$) во 2-й опытной и на 0,0031 мкмоль/л в 3-й опытной группе. Содержание лизоцима в крови животных 2-й и 3-й опытных групп увеличилось относительно уровня контроля на 0,13 и 0,16 мкг/мл соответственно.

Фагоцитарная активность в опытных группах увеличилась относительно контроля на 1,40%. Установлено положительное влияние кормовой добавки Nat-Min (фракций 0-1 и 0-0,2 мм) на физиологические процессы в организме животных. Различные варианты минеральной кормовой добавки приводили в целом к равноценному положительному биологическому эффекту, что позволяет рекомендовать применение клиноптилолита для питания лошадей.

Ключевые слова: лошади; клиноптилолит; адсорбция; витамины; микотоксины; биохимия крови; иммунитет

Введение

В настоящее время в кормлении животных все чаще используют адсорбирующие вещества для придания технологичности некоторым кормовым средствам и добавкам. Также применяют некоторые вещества подобного плана для получения дополнительной продукции или сокращения затрат корма на единицу продукции. Для этой цели пользуются различными силикагелями, в том числе аэросилом, активированным углем и бентонитами, диатомитом, трепелом и цеолитами (Petrukhin, 1989).

Природные цеолиты являются сравнительно новым видом минерального сырья. Их сложный минеральный состав, в который входят оксиды кремния, алюминия, железа, кальция, натрия, калия, фосфора определяют в них сочетание уникальных адсорбционных, каталитических, детоксикационных и пролонгирующих свойств (Kuznetsov et al., 1993).

В цеолитовых туфах содержится свыше 40 минеральных веществ, наибольший удельный вес среди которых занимают оксиды кремния, алюминия, железа, кальция, магния, натрия, калия, фосфора, а также цинк, медь, марганец, кобальт, селен и молибден (Romanov et al., 2000).

В малых дозах (1-5 % от массы кормового рациона) цеолиты положительно воздействуют на организм животных и птицы путем поддержания в пищеварительном тракте минерального баланса и оптимальной кислотности, выведению из организма продуктов метаболизма или ядовитых веществ, попавших с кормом, адсорбцией и стабилизацией органических соединений, содержания значительного количества доступных для усвоения катионов щелочных и щелочно-земельных металлов в форме оксидов кальция, магния, алюминия, натрия, калия, микроэлементов - марганца, меди, цинка, железа.

Установлено, что избирательная способность цеолитов элиминировать некоторые вещества из организма, наглядно проявляются в зависимости от размера частиц. Так, мелкая фракция (< 1 мм) минерала активнее участвует в обменных процессах по сравнению с крупной, при этом более крупная фракция выводит стронций и фосфор, тогда как мелкая способна выводить медь, хром, титан, кобальт, барий, бериллий, стронций.

При скармливании природных цеолитов повышается резистентность организма, продуктивные качества животных. Они профилактируют у животных желудочно-кишечные расстройства. Кроме того, благодаря уникальным буферным, ионообменным и сорбционным свойствам использование природных цеолитов позволяет включать синтетические азотистые вещества в рационы жвачных, не опасаясь их токсичности (Cicishvili et al., 1985; Petunkin, 1989; Kalachnyuk, 1989; Shadrin, 1990).

В то же время многие стороны влияния цеолитов на организм остаются неизученными, либо недостаточно изученными. Есть ряд работ, доказывающих эффективность использования цеолитов в питании лошадей. Так, по данным Ц.Ж. Жаргалова (Zhargalov et al., 2005) сделан вывод, что скармливание цеолитовой добавки Холинского месторождения в дозе 2% к сухому веществу рациона в составе концентратов при откорме жеребят улучшает переваримость основных питательных веществ рациона, увеличивает отложения азота, а также повышает мясные качества, улучшает оплату корма и экономически оправдано.

Активизация интенсивности окислительных процессов в желудочно-кишечном тракте лошадей, получавших с кормом природный цеолит, приводит к нормализации белкового, углеводного и жирового обмена, нарушенного вследствие интоксикации организма. Изменение кислотности желудочного содержимого в сторону ее снижения на фоне патологии не может не отразиться на функциональном состоянии желудка и пищеварительной системы в целом (Zhargalov et al., 2005).

Изучался эффект добавления биодоступного источника кремния (цеолит А) на изменение костного метаболизма у лошадей (Lang et al., 2001), однако в литературе пока что мало информации об использовании микотоксин-детоксицирующих агентов в исследованиях *in vivo* с такими видами животных, как лошади. Полимерный глюкоманнан (GM), адсорбирующий микотоксин, был испытан на эффективность в предотвращении микотоксикозов *Fusarium* (DON + DAS + фузаровой кислоты + ZEA) у лошадей. Доза 0,2% GM-полимера увеличивала потребление кормов лошадьми по сравнению с теми, кто получал пораженный микотоксинами рацион у без дополнительных средств. Дополнение GM-полимера предотвращало другие побочные эффекты, вызванные микотоксинами, такие как увеличение активности ГТТ в сыворотке крови (Raymond et al., 2003).

Сообщалось о некоторых случаях афлатоксикоза у лошадей, начиная с 1976 года. Сообщается, что симптомы включали анорексию, желтуху и быструю потерю веса непосредственно перед смертью. Образцы корма показали уровни AFB1 58,4 мкг / кг, что превысило предел, рекомендованный FDA (20 мкг/кг) (Greene & Oehme, 1976). В других отчетах упоминается, что содержание AFB1 в кормах для лошадей также было в допустимых пределах (10 мкг/кг), со средней концентрацией AFB1 1,98 ± 0,71 мкг / кг (Greene & Oehme, 1976; Basalan et al., 2004; Caloni & Cortinoivis, 2010).

Считается, что существует возможная связь между хронической обструктивной болезнью легких (ХОБЛ) и вдыхаемыми

микотоксинами. *A. fumigatus* и *Mycropolyspora faeni* являются потенциальными причинами ХОБЛ у лошадей, которая характеризуется астматическими симптомами, такими как хронический кашель, экспираторной одышки и снижением толерантности к физической нагрузке. Обонятельная и респираторная слизистая оболочка лошадей может подвергаться воздействию микотоксинов и других ксенобиотиков через вдыхание загрязненных частиц кормовой пыли (Caloni & Cortinovis, 2010).

Существующая информация о афлатоксикозе у лошадей неубедительна, хотя общая диета с концентрацией 500-1000 мкг/кг, как было показано, вызывает клинические изменения и воздействие на печень в зависимости от продолжительности воздействия (Meerdink, 2002). Лошади, страдающие афлатоксикозом, проявляют неспецифические клинические признаки, такие как неадекватность, депрессия, лихорадка, тремор, атаксия и кашель. Некроптические находки включают, при интоксикации через корм, коричневая печень с центробеллярным некрозом, желтухой, кровоизлиянием, экссудатами трахеи и коричневой мочой (Caloni & Cortinovis, 2010). Некоторые сорбенты микотоксинов с успехом используются на других видах животных. Многие из этих сорбентов включают продукты из клеточных стенок дрожжей, которые могут минимизировать негативные эффекты DON и других микотоксинов рода *Fusarium*.

Интересным направлением в изучении свойств цеолитов, является их адсорбирующая способность. В каждом регионе и в каждом конкретном природном месторождении цеолиты имеют разное геологическое происхождение, а, следовательно, разное количество примесей (в том числе и вредных для организма), разный элементарный состав, разную структуру и физико-химические свойства. В связи с этим накопленные сведения об эффективности их применения не могут быть механически перенесены на цеолиты других конкретных месторождений. В каждом отдельном случае требуется детальное изучение их свойств, разработка технических условий (ТУ) и рекомендаций по применению. В нашей работе изучен клиноптилолит (страна происхождения – Турция).

Все клиноптилолиты образуют ряды смесимости с цеолитами из подгруппы гейландита, которые очень близки к ним по физическим свойствам и имеют ту же химическую формулу. Например, аналогом клиноптилолита-Са в подгруппе гейландитов является гейландит-Са. Натуральный клиноптилолит это наиболее предпочитаемый тип, благодаря своим высоким адсорбционными, катионообменными, каталитическими и дегидратационными свойствам. Может использоваться в качестве химического сита, пищевой и кормовой добавки, а также абсорбента запаха и газа. Соответствие всем этим видам применения связано с большим количеством пористых пустот в его структуре, высокой термостойкостью и химически нейтральной структурой.

Изучаемая кормовая добавка из природного минерала Nat-Min 9000/Nat-Min 200 активно влияет на пищеварительную систему, поступая в рот животного вплоть до выхода его в виде стула. Способствует усвоению питательных веществ и увеличив до максимума усвоение некоторых питательных веществ, в максимально эффективным и обеспечивает до максимального эффекта питание здоровой пищей. Пищеварительная система улучшает пищеварение, обеспечивая баланс кислотности (рН). Благодаря постепенному выпуску аммиака, микроорганизмы в рубце жвачных животных обеспечивают последовательность в синтезе клеточного белка.

Ввиду недостаточности знаний, представляет научный и практический интерес, провести исследования в области эффективности использования природной кормовой добавки Nat-Min (клиноптилолит) на поголовье спортивных лошадей. В это связи **цель** настоящих исследований заключалась в изучении возможности использования минеральной кормовой добавки Nat-Min (9000 и 200) для оптимизации пищеварительных и обменных процессов, здоровья и выносливости лошадей.

Материал и методы исследований

Исследования проведены на 32 лошадях спортивных пород на базе конноспортивной базы ФАУ МО РФ ЦСКА г. Москва. По принципу животных-аналогов из них было сформировано 3 группы животных, по 10-11 голов в каждой. Подопытные животные получали основной рацион, состоящий из сена злакового, овса, пшеничных отрубей, травяных гранул, кукурузной дерты, премикса и соли. В рацион кормления лошадей второй опытной группы была включена адсорбирующая минеральная добавка Nat-Min 9000 (фракция 0-1 мм) в количестве 70 г/гол./сут., 3-й опытной - Nat-Min 200 (фракция 0-0,2 мм) в количестве 28 г/гол./сут. Скармливание производилось индивидуально согласно схеме исследования. Продолжительность скармливания клиноптилолита составила 80 дней.

Согласно данным атомно-эмиссионного анализа химический состав изучаемой кормовой добавки следующий: SiO₂ – 73,2-74,4 %; Al₂O₃ – 11,9-12,2%; Fe₂O₃ – 1,16-1,23%; CaO – 1,86-2,09%; MgO – 1,07-1,16%; TiO₂ – 0,080-0,081%; K₂O – 3,20-3,25%; Na₂O – 0,48-0,65%; MnO – 0,030%. По внешнему виду представляет собой порошок от белого до бежевого цвета, не растворимый в воде, рН 6,5-8,0. По данным анализа РКФА имеет следующий минеральный состав: клиноптилолит (до 80%), морденит (5-8%), кварц (2,5-4%), опалкристиобалит (30-32%), калиевый полево шпат (2-3 %), монтморрилонит (7-9%), мусковит (1%). Уровень содержания радионуклидов не превышает допустимых уровней.

Каналы минерала притягивают и необратимо связывают микотоксины. Сорбционная ёмкость составляет: по афлатоксину В₁ - не менее 98%, по зеараленону – не менее 84%, по охратоксину А – не менее 82%, по дезоксиниваленолу – не менее 61%, по Т-2 токсину – не менее 62%, по фумонизину В₁ - не менее 47%. Одновременная нейтрализация токсичных ионов аммония в нижних отделах кишечного тракта приводит к снижению концентрации мочевой кислоты в крови животных, уменьшает нагрузку на печень. Добавка предотвращает влияние микотоксинов на потери качества кормов, улучшает сохранность, рост и продуктивность, увеличивает эффективность использования кормов для сельскохозяйственных животных, в том числе птицы.

Корма, входящие в рацион животных, отбирались для химического анализа согласно ГОСТ Р ИСО 6497-2011. Химический состав кормов определен в химико-аналитической лаборатории ФГБНУ ФНЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста стандартными методами. Расчет рационов кормления проводился посредством программного комплекса КормОптимЭксперт (Версия 2016.15.1.1, ООО «Корморесурс»).

В ООО «Тест-Пушино» (г. Пушино Московской обл.) корма, используемые на конноспортивной базе ФАУ МО РФ ЦСКА, были следующие: зерно овса, отруби пшеничные, кукурузная дерть, травяные гранулы, были подвергнуты испытаниям на наличие в них микотоксинов – Т-2 токсин, НТ-2 токсин (ГОСТ 28001-88), ДОН (ГОСТ Р 5116-97), Зеараленон (ГОСТ 31691-2012), Охратоксин А (ГОСТ 32587-2013), Афлатоксин В1 (ГОСТ 31748-2012).

Условия содержания всех групп животных (температурный, влажностный световой режимы и газовый состав воздуха в помещении) были одинаковы и в пределах зоогигиенических норм. Ежедневно вели наблюдения за состоянием лошадей, поедаемостью кормов и изучаемой кормовой добавки.

В начале опыта и по его завершении был произведен забор цельной и стабилизированной крови от всех подопытных животных (N=32) для определения биохимических (общий белок, альбумины, глобулины, креатинин, мочевины, билирубин общий, холестерин общий, кальций, фосфор, щелочная фосфатаза, глюкоза, АСТ, АЛТ) и гематологических (гемоглобин, эритроциты, лимфоциты, гематокрит) показателей крови. Анализы крови проводили в отделе физиологии и биохимии с.-х. животных ФГБНУ ФНЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста по стандартным методикам.

Также в конце опыта был произведен забор крови для определения уровня неспецифического иммунитета подопытных животных (n=5) в лаборатории микробиологии ВИЖ им. Л.К. Эрнста с определением лизоцимной и бактерицидной активности сыворотки крови (ЛАСК и БАСК), а также фагоцитарной активности по общепринятым методикам.

Бактерицидная активность была определена фотонелометрическим методом, лизоцимная активностью методом В.И. Мутовина; фагоцитарная активность клеток крови - определением поглощающей и переваривающей способности клеток крови.

Для изучения влияния изучаемой кормовой добавки на возможную сорбцию витаминов изучаемой кормовой добавкой в конце опыта был произведен забор цельной и стабилизированной крови (n=5). В образцах крови на базе ООО «ХромсистемСлаб» («Лаборатория хроматографических систем») определяли концентрацию витаминов А, В₂ и Е. Определение витаминов производилось на высокоэффективной жидкостной системе SYKAM (Германия) с детекторами фирмы Shimadzu: UV/VIS – детектор SPD-M20A (спектрофотометрический детектор (УФ) и FLD-детектор RF-20A US (флуоресцентный детектор). Хроматографическое разделение происходило на обращенно-фазных колонках на основе руководства по определению витаминов А, В₂ и Е в сыворотке/плазме методом ВЭЖХ.

Коэффициент перевода для витамина А из мг/л в мкмоль/л = 3,49; для витамина Е из мг/л в мкмоль/л = 2,32; для витамина В₂ из мкг/л в нмоль/л = 2,657.

Полученные материалы были обработаны с использованием метода дисперсионного анализа (ANOVA), посредством программы Statistica 10. Данные в таблицах приведены как среднее арифметическое (M), среднеквадратическая ошибка (m) и уровень значимости (p). Результаты исследований считали высоко достоверными при p < 0,001 и достоверными при p < 0,01 и p < 0,05. При 0,05 < p < 0,1 нами была принята тенденция к достоверности полученных данных. При p > 0,1 разницу считали недостоверной.

Результаты

При скармливании кормовой добавки было отмечено, что животные охотно ее поедали, отказа от приема зафиксировано не было. В начале исследований нами были проведены анализы на содержание микотоксинов, наиболее часто встречаемых в изучаемых нами кормах рациона подопытных лошадей - Т-2 токсин, НТ-2 токсин, дезоксиниваленол (ДОН), зеараленон, охратоксин А, афлатоксин В1 (табл. 1). Содержание микотоксинов в кормах, входящих в рацион кормления подопытных лошадей было в пределах нормы. Но при этом в образце зерна кукурузы обнаружено превышение норматива (ТР ТС 015/2011) по содержанию дезоксиниваленола (1,38 мг/кг).

Таблица 1. Содержание микотоксинов в исследуемых образцах кормов конноспортивной базы

Корм	Фактическое содержание, мг/кг						Норма*, мг/кг, не более
	Т-2 токсин	НТ-2 токсин	Дезоксиниваленол	Зеараленон	Охратоксин А	Афлатоксин В1	
Овёс	0,016	0,036	<0,1	<0,005	н/о	н/о	0,1/-/1,0/1,0/0,005/0,005
Кукуруза	0,041	0,081	1,38	0,047	<0,0001	н/о	0,1/-/1,0/1,0/0,005/0,005
Отруби пшеничные	0,006	0,047	<0,1	<0,005	0,0004	н/о	0,1/-/1,0/1,0/0,005/0,005
Травяные гранулы	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о	<0,0002	0,1/-/1,0/1,0/0,005/0,005

н/о – не определяли. *Технический регламент Таможенного союза «О безопасности зерна», ТР ТС 015/2011.

С целью изучения влияния минеральной кормовой добавки Nat-Min на обменные процессы в организме подопытных животных были проанализированы данные, полученные в ходе биохимических и морфологических исследований крови (табл. 2). Анализ полученных данных показывает, что общие гематологические показатели лошадей находились в пределах физиологических норм.

Таблица 2. Сравнительные динамические изменения показателей крови подопытных лошадей в период опыта (апрель-июль)

Показатель	Группа					
	контрольная		2		3	
	Начало опыта - апрель n=10	Конец опыта - июль n=8	Начало опыта - апрель n=11	Конец опыта - июль n=11	Начало опыта - апрель n=11	Конец опыта - июль n=10
Общий белок, г/л	67,67±1,40	73,12±1,98 ^a	68,49±1,39	73,67±1,97 ^a	66,52±1,59	71,60±1,98
Альбумин, г/л	36,33±0,62	35,88±0,49	35,65±0,72	35,64±0,48	36,96±0,51	37,25±0,84
Глобулин, г/л	31,33±1,80	37,25±1,65 ^a	32,84±1,25	38,03±2,01 ^a	29,56±1,85	34,35±2,35
A/G соотношение	1,20±0,10	0,97±0,04 ^a	1,10±0,05	0,96±0,06	1,31±0,09	1,14±0,10
Холестерин, ммоль/л	3,15±0,15	3,03±0,15	2,96±0,07	2,71±0,07 ^a	2,93±0,09	2,89±0,06
Мочевина, ммоль/л	8,20±0,42	6,85±0,36 ^a	7,90±0,33	7,86±0,48	7,89±0,28	7,26±0,19
АЛТ, МЕ/л	9,50±0,81	7,44±0,61	7,70±0,57	8,73±0,64	6,79±0,54	9,49±0,83 ^a
АСТ, МЕ/л	225,32±27,28	103,11±3,71 ^c	202,89±12,49	105,62±2,17 ^c	189,16±9,85*	89,36±4,50 ^{*c}
Креатинин, мкмоль/л	131,94±10,39	107,84±9,52	119,31±10,74	105,66±9,11	120,78±7,64	126,46±9,74
Билируб. общий, мкмоль/л	28,04±2,72	30,64±1,88	28,05±2,72	26,04±1,60	27,65±2,22	31,41±2,23
Щелочная фосфатаза, МЕ/л	236,62±31,15	245,38±26,68	260,39±30,12	269,16±34,96	270,81±34,48	230,14±29,95
Глюкоза, ммоль/л	4,72±0,26	4,77±0,27	4,46±0,13	4,66±0,10	4,33±0,20	4,65±0,17
Кальций, ммоль/л	3,17±0,05	3,36±0,06 ^a	3,40±0,08*	3,29±0,06	3,18±0,05	3,43±0,05 ^b
Фосфор, ммоль/л	0,98±0,08	1,21±0,12	0,99±0,05	1,06±0,07	0,96±0,06	1,31±0,15 ^a
Ca/P отношение	4,48±0,43	3,84±0,44	4,53±0,31	4,00±0,27	4,49±0,33	3,89±0,62
Лейкоциты, 10 ⁹ /л	7,63±0,57	7,27±0,50	6,98±0,83	7,69±0,30	8,28±0,86	8,08±0,55
Эритроциты, 10 ¹² /л	10,24±0,28	9,42±0,33	9,87±0,34	9,37±0,28	10,34±0,28	9,78±0,21
Гемоглобин, г/л	129,41±3,28	127,43±2,68	125,49±3,35	128,72±2,47	127,69±3,44	127,56±1,84
Гематокрит, %	52,52±1,50	52,47±1,47	51,26±1,50	52,07±1,14	51,93±1,40	52,28±1,22

Достоверность: между опытными группами и контролем отдельно за каждый период взятия: *p<0,05; **p<0,01; ***p<0,001; внутри одной группы июль-апрель, а – p<0,05; b – p<0,01; c – p<0,001.

Исследование биохимического состава крови - один из важнейших диагностических методов для оценки клинического и физиологического состояния. Однако в коневодстве недостаточно изучены вопросы биохимического статуса крови. Существенный фактор, который влияет на функциональное и физиологическое состояние животных - сезон года. Происходящие в организме изменения обусловлены сочетанием факторов внешней среды и реактивными способностями организма.

По данным О.А. Федосова, А.А. Терехина, О.В. Баковецкой, Н.Н. Крючковой, С.В. Панина, максимальная концентрация в крови общего белка, альбуминовой фракции, щелочной фосфатазы зафиксированы весной – летом. Концентрация общего белка в сыворотке крови является сложным комплексным показателем и зависит от соотношения образования и разрушения альбуминов и глобулинов, которые в свою очередь являются производными синтетической активности печени, плазмоцитов и других клеток. По нашим данным, достоверное увеличение внутри каждой из групп отмечается в июле в 1-й контрольной и 2-й опытной группах по общему белку на 5,45 и 5,18 г/л (p<0,05) и его глобулиновой фракции на 5,92 и 5,19 г/л (p<0,05) соответственно.

Мочевина является конечным продуктом азотистого обмена, по- которому судят об интенсивности и большей глубине преобразования белков в организме и ее определение считается важным параметром в исследовании метаболизма белков в организме животных. Данные табл. 2 показывают, что концентрация мочевины в крови животных всех опытных групп по завершению опыта уменьшилась по сравнению с началом. Наибольшее снижение наблюдается в 1-й контрольной группе, так здесь данный показатель снизился на 1,35 ммоль/л или на 16,46% (p<0,05), тогда как во 2-й опытной на 0,04 ммоль/л или на 0,51%, в 3-й опытной группе на 0,63 ммоль/л или на 7,98%. Следовательно, мы можем предположить, что применение клиноптилолита позволило уменьшить резкое снижение концентрации мочевины в крови. Процессы переаминирования стоят границе белкового и углеводного обмена, этим и объясняется важность исследования аминотрансфераз. Исследование активности АЛТ и АСТ в сыворотке крови является показателем полноценности белкового питания, интенсивности его обмена в организме и характеризует функциональное состояние печени животных. Уровень АЛТ в крови достоверно повысился в 3-й опытной группе в июле против апреля на 2,70 МЕ/л (p<0,05), тогда как АСТ снизился на 99,80 МЕ/л (p<0,05; p<0,001). При этом в 1-й контрольной и 2-й опытной группах так же отмечается достоверное снижение АСТ в июле на 122,21 и 97,27 МЕ/л (p<0,001) соответственно. Одним из факторов такого снижения АСТ может обуславливаться понижением концентрации в крови тренируемых лошадей витамина В₆.

Холестерин, как продукт жирового обмена, входит в состав протоплазмы клеток, его много в тканях головного мозга, периферической нервной системы, надпочечников, половых желез и печени. Стерины служат предшественниками

половых гормонов, кортикостероидов, желчных кислот, витаминов группы D. Во 2-й опытной группе отмечалось достоверное снижение холестерина на 0,25 ммоль/л ($p < 0,05$) по сравнению с контрольными животными в июле. Важную роль в обеспечении нормального функционирования живого организма играют минеральные вещества. Содержание минеральных элементов в теле и тканях животных в обычных условиях относительно постоянно, однако в конце опыта наблюдалось достоверное увеличение содержания кальция в крови лошадей контрольной и 3-й опытной групп на 0,19 ммоль/л ($p < 0,05$) и 0,25 ммоль/л ($p < 0,01$) соответственно по сравнению с началом опыта. При этом в 3-й опытной группе данный показатель в июле был выше показателя 1-й контрольной группы лошадей на 0,07 ммоль/л; также в 3-й группе наблюдалось достоверное увеличение фосфора в крови в июле на 0,35 ммоль/л ($p < 0,05$). Надо заметить, что, изучая клиноптилолит Nat-Min 9000 (фракция 0-1 мм) и Nat-Min 200 (фракция 0-0,2мм) в кормлении свиней (физиологический двор ФГБНУ ФНЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста), мы также наблюдали достоверные аналогичные изменения концентрации в крови подопытных животных холестерина, АСТ, кальция и фосфора при скармливании животным тех же фракций, что и в данном опыте на лошадях.

Задача сорбентов состоит в том, чтобы притянуть к себе как можно больше токсинов, удержать их и вывести из организма, не причинив ему вреда. Важно понимать, что большинство сорбентов действуют неизбирательно, и могут адсорбировать и полезные вещества, в том числе витамины, микроэлементы.

Нами также было изучено влияние скармливания клиноптилолита (различные фракции) на содержание витаминов (А, В₂, Е) в крови подопытных лошадей в конце экспериментов (табл. 3).

Таблица 3. Концентрация некоторых витаминов в крови спортивных лошадей (n=5)

Группа	Витамин, мкг/мл			Витамин, мкмоль/л		
	А	Е	В ₂	А	Е	В ₂
контрольная	2,71±0,71	8,70±2,11	14,05±0,74	8,86±2,29	16,39±3,83	0,0389±0,0009
2	2,19±0,45	9,04±1,00	12,94±0,90	9,81±0,35	23,17±1,26	0,0352±0,0011*
3	3,57±0,87	10,61±1,92	13,31±1,11	14,36±2,0	28,42±2,31*	0,0358±0,0018
Норма	0,23-1,1	12,2-13,0	10-50	-	-	-

Достоверно при *- $p < 0,05$; ** - $p < 0,01$; *** - $p < 0,001$.

Применение адсорбирующей добавки Nat-Min в кормлении спортивных лошадей не оказало отрицательного воздействия на содержание жирорастворимых витаминов А и Е. Более того, концентрация витаминов А и Е в крови животных 2-й опытной группы была выше контроля на 0,95 - 5,50 мкмоль/л и на 6,78 - 12,09 мкмоль/л ($p < 0,05$) в 3-й опытной группе) мкмоль/л соответственно, по сравнению с контролем. При этом, концентрация в крови витамина В₂ в опытных группах снизилась на 0,0037 мкмоль/мл при $p < 0,05$ во 2-й опытной, и на 0,0031 мкмоль/л в 3-й опытной группе, что требует дальнейшего изучения влияния скармливания клиноптилолита на концентрацию данного витамина в крови лошадей.

В исследованиях сербских ученых отмечалась адсорбция витаминов В₁, В₂ и В₆ в кислых и нейтральных растворах при 37° С уже в первые 10 минут контакта. В последующие 3 часа величина сорбционного параметра не изменялась. Показано, что сорбционная способность клиноптилолита (взятого из месторождения в Сербия) к витаминам выше в кислой среде (Basic et al., 2011).

Скармливание клиноптилолита положительно сказалось на уровне неспецифической резистентности подопытных спортивных лошадей (табл. 4).

Таблица 4. Показатели неспецифического иммунитета подопытных животных (n=5)

Показатель	Группа		
	контрольная	2	3
Общий белок, г/л	72,35±3,09	71,90±3,22	72,13±4,14
% лизиса	20,29±5,96	28,57±3,78	30,29±5,56
Лизоцим, мкг/мл сыворотки	0,39±0,09	0,52±0,06	0,55±0,09
уд.ед.а, ед.а/мг белка	1,27±0,33	1,84±0,19	1,99±0,39
БАСК, %	86,72±0,35	85,97±1,70	86,33±0,93
ФА, %	26,00±2,42	27,40±2,77	27,40±1,72
ФИ, %	1,63±0,16	1,63±0,05	1,71±0,22
ФЧ	0,43±0,08	0,45±0,05	0,48±0,09

Достоверно при *- $p < 0,05$; ** - $p < 0,01$; *** - $p < 0,001$.

Содержание лизоцима в крови животных 2-й и 3-й опытных групп увеличилось относительно уровня контроля на 0,13 и 0,16 мкг/мл соответственно. Фагоцитарная активность в опытных группах незначительно увеличилась относительно контроля на 1,40%. Фагоцитарный индекс был выше на 0,08% в 3-й опытной группе, фагоцитарное число увеличилось у лошадей 2-й и 3-й опытных групп на 0,02 и 0,05 м.т. по сравнению с контролем, что свидетельствует о повышении резистентности организма лошадей, которым скармливался клиноптилолит.

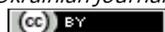
Таким образом, в результате проводимых исследований было установлено положительное влияние кормовой добавки Nat-Min (фракций 0-1 и 0-0,2 мм) на физиологические процессы в организме животных. Различные варианты минеральной кормовой добавки приводили в целом к равноценному положительному биологическому эффекту, что позволяет рекомендовать применение клиноптилолита в питании лошадей.

References

- Bachman, S.E., Galyean, M.L., Smith, G.S., Hallford, D.M., Graham, J.D. (1992). Early aspects of locoweed toxicosis and evaluation of a mineral supplement or clinoptilolite as dietary treatments. *J Anim Sci.*, 70(10), 3125-3132.
- Basalan, M., Hsmogullar, S.E., Hsmogullar, A.A., Flaz, A. (2004) Fungi and aflatoxin B1 in horse and dog feeds in Western Turkey. *Revue de Médecine Vétérinaire*, 156, 248-252.
- Basic, Z., Kilibarda, V., Dobric, S., Resanovic, R. (2011). In vitro study of vitamins B₁, B₂ and B₆ adsorption on zeolite. *Vojnosanitetski pregled*, 68(1), 15-20.
- Caloni, F., Cortinovic, C. (2010) Toxicological effects of aflatoxins in horses. *The Veterinary Journal*, 188(3), 270-273. doi:10.1016/j.tvjl.2010.06.002.
- Cicishvili, G.V., Andronikashvili, T.G., Kirov, G.N., Filizova, L.D. (1985). *Prirodnye ceolity*. Moscow. Khimiya (in Russian).
- Fejsakova, M., Kottferova, J., Dankulinova, Z., Haladova, E., Matos, R., Mino, I. (2013). Some possible factors affecting horse welfare assessment. *Acta Veterinaria Brno*, 82, 447-451.
- Jacobi, U., Vrzgula, L., Blazovský, J., Havassy, I., Ledecký, V., Bartko, P. (1984). The effect of zeolite (clinoptilolite) on the post-feeding dynamics of N metabolism in the portal vein, jugular vein and the rumen fluid of bulls. *Vet Med (Praha)*, 29(4), 207-16 (in Slovak).
- Kalachnjuk, G.I. (1990). *Fiziko-biohimicheskoe i prakticheskoe obosnovanie skarmlivanija ceolitov*. *Vestnik selskohozyastvennoy nauki*, 3, 56-64. (in Russian)
- Karásková, K., Suchý, P., Straková, E. (2015). Current use of phytogetic feed additives in animal nutrition: a review. *Czech J. Anim. Sci.*, 60(12), 521-530
- Katsoulos, P.D., Karatzia, M.A., Polizopoulou, Z., Florou-Paneri, P., Karatzias, H. (2015). Effects of prolonged consumption of water with elevated nitrate levels on certain metabolic parameters of dairy cattle and use of clinoptilolite for their amelioration. *Environ Sci Pollut Res Int.*, 22(12), 9119-26. doi: 10.1007/s11356-014-4060-8. Epub 2015 Jan 13.
- Kuznecov, S.G., Bataev, A.P., Stecenko, I.I. (1993). *Prirodnye ceolity v kormlenii zhivotnyh*. *Zootehnija*, 9, 13-15. (in Russian)
- Lang, K.J., Nielsen, B.D., Waite, K.L., Hill, G.A., Orth, M.W. (2001). Increased plasma silicon concentrations and altered bone resorption in response to sodium zeolite a supplementation in yearling horses. *Journal of Equine Veterinary Science*, 21(11), 550-555.
- Leung, S., Barrington, S., Wan, Y., Zhao, X., El-Husseini, B. (2007). Zeolite (clinoptilolite) as feed additive to reduce manure mineral content. *Bioresour Technol.*, 98(17), 3309-3316. Epub 2006 Aug 14.
- Mikesova, K., Hartlova, H., Zita, L., Chmelikova, E., Hulkova, M., Rajmon, R. (2014). Effect of evening primrose oil on biochemical parameters of thoroughbred horses under maximal training conditions. *Czech Journal of Animal Science*, 59, 488-493.
- Nutrient Requirements of Horses*. (2007). Sixth Revised Edition. Washington, DC: The National Academies Press.
- Petruhin, I.V. (1989). *Korma i kormovye dobavki*. Moscow. RosAgroPromIzdat (in Russian)
- Petunkin, N.I. (1989). *Osnovnye napravlenija i problemy issledovanija primenenija ceolitov v sel'skom hozjajstve* (pp. 34-43). In: *Primenenie prirodnyh ceolitov v narodnom hozjajstve*. Moscow (in Russian).
- Raymond, S.L., Smith, T.K., Swamy, H.V.L.N. (2003). Effects of feeding a blend of grains naturally contaminated with *Fusarium* mycotoxins on feed in-take, serum chemistry, and hematology of horses, and the efficacy of a polymeric glucomannan mycotoxin adsorbent. *Journal of Animal Science*, 81(9), 2123-2130.
- Romanov, G.A., Bajkova, S.N., Balakirev, A.N. (2000). *Ceolity: jeffektivnost' i primenenie v sel'skom hozjajstve*. Moscow. FGNU RosInformAgrotech (in Russian).
- Safronov, G.V. (1988). *Perspektivy ispol'zovanija prirodnyh ceolitovyh tufov v narodnom hozjajstve*. *Ispol'zovanie ceolitov Sibiri i Dal'nego Vostoka*. (in Russian).
- Shadrin, A.M. (1998). *Prirodnye ceolity Sibiri v zhivotnovodstve, veterinarii i ohrane okruzhajushhej sredy*. Novosibirsk (in Russian).
- Svitakova A., Schmidova J., Pesek P., Novotna A. (2014). Recent development in cattle, pig, sheep and horse breeding – a review. *Acta Veterinaria Brno*, 83, 327-340.
- Zhargalov, C.Zh., Tarnueva, Ju.A., Tarmakova, S.S., Zhargalov, Zh.Zh. (2005). *Sekretorno-motornaja dejatel'nost' zheludka loshadej zabajkal'skoj porodny v norme i pri ostrom rasshirenii*. Ulan-Udje. Buryat State Agrarian Academy (in Russian)

Citation:

Nekrasov, R.V., Zelenchenkova, A.A., Chabaev, M.G., Tulunay, ç., Shleg, E.V. (2017). The use of natural clinoptilolite in horse feeding. *Ukrainian Journal of Ecology*, 7(4), 5-11.



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0. License