

The effects of the coated buffer on feed digestibility and gastrointestinal health parameters in adult horses fed high concentrate

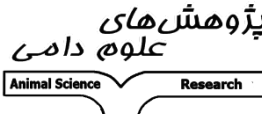

Shahpour Kheirabadi ¹, Mehdi Dehghan Banadaki ^{*2}, Kamran Rezayazdi ²

Received: January 6, 2024 Accepted: February 7, 2024

¹Ph.D Student, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Alborz, Iran.

²Professor, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Alborz, Iran.

*Corresponding author's email: dehghanb@ut.ac.ir

 <p>پژوهش‌های دامی علوم دامی Animal Science Research</p>	Journal of Animal Science/vol.34 No.3/ 2024/pp 53-63 https://animalscience.tabrizu.ac.ir	 <p>OPEN ACCESS</p>
© 2009 Copyright by Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran This is an open access article under the CC BY NC license (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/2.0/) DOI: 10.22034/as.2025.59959.1727		

Introduction: Horses are monogastric herbivores, meaning they do not have a multi-compartment stomach like cows, and digestion in their gastrointestinal system is unique compared to the other mammals. Their digestive system is primarily divided into two major parts: the foregut and hindgut, with the cecum and colon forming the major part of it (Rowe 1995). The consumed feed undergoes enzymatic digestion initially and then is fermented by microorganisms residing in the hindgut. The ability of horses to digest foregut carbohydrates is lower compared to other mammals (Johnson et al. 2019). Furthermore, breed modification and genetic advancements in performance horses have increased their daily energy and nutritional requirements. The consumption of forage alone cannot meet the needs of these horses, necessitating the addition of energy sources to increase the feed concentration. Grains are considered major energy sources, and excessive grain consumption with improper management can lead to various abnormalities (Figure 1) (Seabra 2021; Hanis 2023; Nielsen, B. 2008; Shirazi-Beechey 2008). Multiple solutions have been proposed for the management of grain consumption and control of hindgut acidosis in horses, including increasing access to feed, increasing the number of meals, enhancing access to forage, consuming high levels of buffer, prebiotic addition, and adding various commercial enzymes to the diet. In this study, the effect of coated buffer consumption on digestibility, blood metabolites, fecal pH and lactic acid concentration in horses consuming high levels of starch (at least two grams of starch per kilogram of body weight per feeding) was investigated (Salem et al. 2015; D. Józefiak et al. 2020).

Materials and Method: This research was conducted at an equestrian club located in the Tehran. Eighteen adult horses (weighing between 482 and 573 kilograms) were divided into 3 groups with 6 repetitions and were fed with 3 experimental treatments. The experimental period lasted 28 days (including a 7 days adaptation period and 21 days of sampling). The club's common daily diet was selected as the basal feed, and the treatments included: 1- Basal feed (devoid of additional buffer), 2- Basal feed + raw buffer, and 3- Basal feed + coated buffer (Table 1). Individual nutrition and daily feed intake were recorded. The buffer formulation in both treatments was prepared as a 2:1 ratio of sodium bicarbonate to sodium carbonate.

Results and Discussion: The dry matter intake and nutrient digestibility were measured (Table 3). The experimental treatments did not have a significant effect on the amount of feed intake. The digestibility of dry matter and NSC did not show significant differences among horses consuming different experimental treatments. However, NDF digestibility was significantly higher in animals

that consumed added buffer compared to the control treatment. Additionally, the protein digestibility in control group was significantly lower. According to various sources, the lower level of protein digestibility might be due to an increase in fermentation in the hindgut with the consumption of easily fermentable carbohydrates by bacteria and an increase in the percentage of microbial protein in feces (Abeyta et al. 2023).

The fecal pH level in the control group was significantly lower compared to the group consuming coated buffer, but there was no significant difference between the control group and the group consuming raw buffer. It has also been confirmed in various studies that fecal pH is influenced by the amount of non-structural carbohydrates (from 2.2 to 4.3 grams per kilogram of body weight) (Medina B. et al. 2002; de Fombelle et al. 2001). Furthermore, an increase in the consumption of NSC (primarily starch) leads to an increase in the population of anaerobic bacteria and lactic acid consumers in the cecum and large intestine, while the population of cellulolytic bacteria in the cecum decreases. This could confirm the observed result regarding the decrease in the percentage of NDF digestibility (Table 3) (Chaucheyras-Durand et al. 2022).

Conclusion: The results regarding the concentration of blood metabolites are presented in Table 4. The levels of glucose, urea nitrogen, phosphorus, calcium, and lactic acid in the plasma of different animals were statistically similar. Similar studies have also indicated that the concentration of urea nitrogen is affected by the amount of daily protein intake in horses (Muhonen 2008). Nevertheless, the total blood protein level in the group that consumed coated buffer was significantly higher, which may be attributed to the higher protein digestibility in this group.

Keywords: Sport horses, Acidosis, Coated buffer, Lameness, Starch

بررسی اثر مصرف بافر پوشش‌دار بر قابلیت هضم خوراک و فراسنجه‌های سلامت انتهای دستگاه گوارش در اسب‌های بالغ مصرف کننده کنسانتره زیاد

شاهپور خیرآبادی^۱، مهدی دهقان بناذکی^{۲*}، کامران رضایزدی^۲

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱۰/۱۶ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۱/۱۸

^۱ دانشجوی دکتری گروه علوم دامی دانشکده‌گان کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

^۲ استاد گروه علوم دامی دانشکده‌گان کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

* ایمیل نویسنده مسئول: dehghanb@ut.ac.ir

چکیده

زمینه مطالعاتی: مصرف مقادیر زیاد کنسانتره در اسب موجب بروز مشکلات گوارشی مانند اسیدوزیس انتهای دستگاه گوارش می‌شود. **هدف:** بررسی اثر مصرف بافر پوشش‌دار بر قابلیت هضم مواد مغذی، متابولیت‌های خونی، غلظت اسید لاکتیک و pH مدفوع در اسب‌های مصرف‌کننده سطوح بالای نشاسته. **روش کار:** پژوهش بر روی ۱۸ رأس اسب بالغ در سه گروه و شش تکرار انجام شد. به هر گروه، یک تیمار آزمایشی در قالب طرح کاملاً تصادفی اصلاح‌شده اختصاص یافت. طول دوره آزمایش ۲۸ روز (۷ روز عادت‌دهی و ۲۱ روز نمونه‌گیری) بود. جیره روزانه مرسوم باشگاه با افزایش سطح کنسانتره به عنوان خوراک پایه انتخاب شد و تیمارها شامل: ۱- خوراک پایه (شاهد)، ۲- خوراک پایه + ۱۰۰ گرم بافر خام، ۳- خوراک پایه + ۲۴۰ گرم بافر پوشش‌دار بود. نمونه خوراک، خون و مدفوع جهت آنالیز فراسنجه‌های موردنظر، آنالیز شیمیایی و محاسبه قابلیت هضم خوراک آزمایش شد. **نتایج:** مصرف بافر پوشش‌دار بر قابلیت هضم پروتئین و هضم فیبر نامحلول در شوینده خنثی، pH مدفوع، غلظت نیتروژن اوره‌ای خون و مقدار کل اسیدهای چرب فرار تأثیر معنی‌داری ($P < 0/05$) دارد. با اینحال، مقدار ماده خشک مصرفی تحت تأثیر مصرف تیمارهای آزمایشی قرار نگرفت. براساس نتایج، مصرف بافر پوشش‌دار می‌تواند موجب جلوگیری از بروز اسیدوزیس انتهای دستگاه گوارش شود که نتیجه آن کاهش بروز سایر ناهنجاری‌ها مانند لنگش است. نتیجه‌گیری نهایی: براساس نتایج این آزمایش مشخص شد، مصرف بافر پوشش‌دار می‌تواند موجب جلوگیری از بروز اسیدوزیس انتهای دستگاه گوارش شود که نتیجه آن کاهش بروز سایر ناهنجاری‌ها مانند لنگش است که عامل اصلی کاهش عملکرد در اسب‌های ورزشی محسوب می‌گردد.

واژگان کلیدی: اسب‌های ورزشی، اسیدوزیس انتهای دستگاه گوارش، بافر پوشش‌دار، لنگش

مقدمه

اسب‌ها علفخواران تک معده‌ای هستند، به این معنی که آنها همانند گاوها معده چندقسمتی ندارند و هضم خوراک در دستگاه گوارش اسب به شکل خاصی نسبت به سایر پستانداران متفاوت است. دستگاه گوارش آن‌ها در اصل به دو بخش عمده پیش‌سکومی و سکومی تقسیم می‌گردد که بخش عمده آن را سکوم و روده بزرگ تشکیل می‌دهد (رو و همکاران ۱۹۹۵). خوراک مصرفی در آن‌ها ابتدا در معرض هضم آنزیمی قرار می‌گیرد و سپس در انتهای دستگاه گوارش^۱ توسط میکروارگانسیم مستقر در آنجا، تخمیر می‌شود (هانیس و همکاران ۲۰۲۳). توانایی اسب در هضم پیش‌سکومی کربوهیدرات‌های غیرساختاری نسبت به سایر پستانداران پایین می‌باشد (جانسون و همکاران ۲۰۱۹). همچنین اصلاح نژاد و پیشرفت ژنتیکی در اسب‌های عملکردی^۲ موجب افزایش نیاز روزانه آن‌ها به انرژی و سایر مواد مغذی شده است که مصرف علوفه به تنهایی امکان تأمین نیاز این اسب‌ها را ندارد و افزودن منابع انرژی جهت افزایش غلظت خوراک ضروری است. غلات منابع عمده تأمین انرژی محسوب می‌گردند که مصرف مقادیر بالای غلات با مدیریت نامناسب موجب بروز ناهنجاری‌های مختلفی می‌گردد (شکل ۱) (نیلسن ۲۰۰۸، هانیس و همکاران ۲۰۲۳، شیرازی-بیچی ۲۰۰۸ و سیبرا و همکاران ۲۰۲۱).

همانند شکمبه نشخوارکنندگان، میکروارگانسیم انتهای دستگاه گوارش اسب بطور عمده شامل باکتری‌های تخمیرکننده فیبر است که حیات آن‌ها به مقدار سلولز و همی سلولز به عنوان منبع انرژی وابسته می‌باشد. این باکتری‌ها در pH ۶/۵ الی ۷ بهترین عملکرد خود را نشان می‌دهند و افت pH پائین‌تر از ۵/۸ به مدت طولانی موجب

کاهش کارایی یا مرگ آنها می‌گردد (پاگان و همکاران ۲۰۱۰).

تخمیر سریع نشاسته در انتهای دستگاه گوارش موجب افزایش ناگهانی غلظت اسیدهای چرب فرار آ (VFAs)، اسید لاکتیک و جمعیت باکتری‌های آمیلولایتیک می‌شود. علاوه بر این برخی از باکتری‌ها مانند *استرپتوکوکوس بوویس* در شرایط اسیدی مدل سوخت‌وساز خود را تغییر داده و به جای VFAs، اسید لاکتیک می‌کند. اسید لاکتیک اسید قوی‌تری نسبت به VFAs می‌باشد که تجمع آن موجب تخریب دیواره روده می‌گردد. در شرایط حاد حدود ۵۰ تا ۹۰ درصد از کل اسیدهای موجود در انتهای دستگاه گوارش را شامل می‌شود. همچنین تخریب دیواره روده باعث نفوذ سموم موجود در خوراک به گردش خون و بروز لنگش می‌گردد (ویس و همکاران ۲۰۰۰ و پاگان ۲۰۰۷).

اسیدوزیس شکمبه‌ای در گاوهای شیری پرتولید به دلیل مصرف مقادیر زیاد کنسانتره یک ناهنجاری مرسوم به شمار می‌رود، که افزودن بافرها و آلکالایزهای خوراکی به صورت خام مانند جوش شیرین، سسکوئی‌کربنات سدیم و اکسید منیزیم، به خوراک موجب کنترل تغییرات pH در شکمبه می‌گردد. اما با توجه به آناتومی دستگاه گوارش، مصرف این افزودنی‌ها به صورت غیرفرآوری شده در اسب مطلوب نمی‌باشد (پاگان ۲۰۰۷).

راهکارهای متعددی جهت کنترل اسیدوزیس انتهای دستگاه گوارش اسب ارائه شده است که شامل افزایش ساعات دسترسی به خوراک، افزایش تعداد وعده‌های خوراک‌دهی، افزایش دسترسی به علوفه، مصرف سطوح بالای بافر، تغذیه پری‌بیوتیک‌ها و افزودن انواع مختلف آنزیم‌های تجاری به خوراک می‌باشد.

³ Volatile Fatty Acids

¹ Hindgut

² Performance Horses

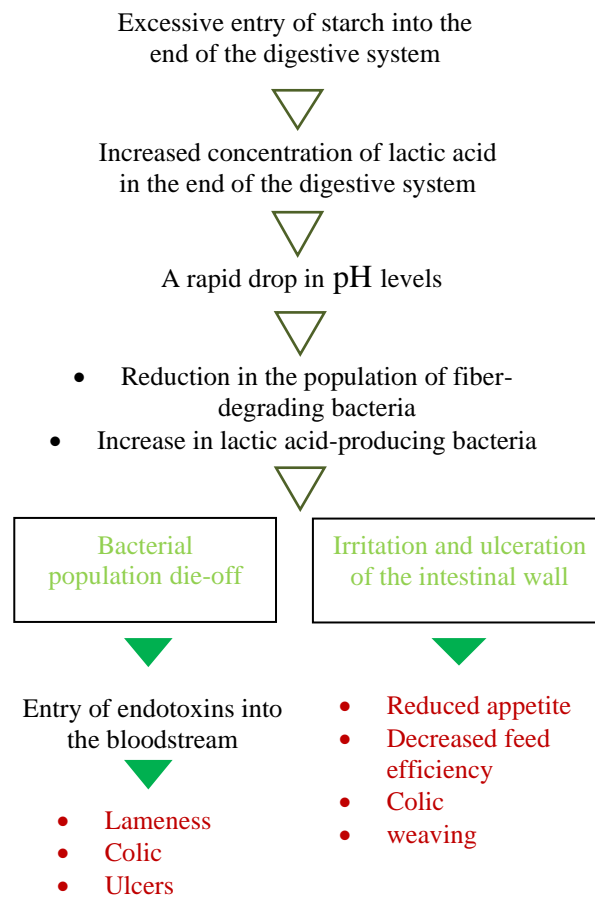


Figure 1. Schematic diagram of the hindgut acidosis

انتخاب شد و تیمارها شامل: ۱- خوراک پایه (عاری از بافر افزودنی)، ۲- خوراک پایه + بافر خام، ۳- خوراک پایه + بافر پوشش‌دار بود (جدول ۱۰). تغذیه بصورت انفرادی و خوراک مصرفی بصورت روزانه ثبت گردید. فرمولاسیون بافر در هر دو تیمار به صورت نسبت ۲ به ۱ سسکوئی کربنات سدیم به بیکربنات سدیم تهیه گردید.

در این آزمایش اثر مصرف بافر پوشش‌دار بر قابلیت هضم مواد مغذی، متابولیت‌های خونی، غلظت اسید لاکتیک و pH مدفوع در اسب‌های مصرف‌کننده سطوح بالای نشاسته (حداقل دو گرم نشاسته به ازای ۱ کیلوگرم وزن بدن در هر وعده خوراکدهی)، مورد بررسی قرار گرفت (خوزفیاک و همکاران ۲۰۲۰ و سالم و همکاران ۲۰۱۵).

مواد و روش‌ها

این پژوهش در یک باشگاه سوارکاری واقع در شهر تهران انجام شد. تعداد ۱۸ رأس اسب بالغ (وزن ۴۸۲ تا ۵۷۳ کیلوگرم) به ۳ گروه و ۶ تکرار تقسیم شدند و با ۳ تیمار آزمایشی تغذیه شدند. طول دوره آزمایش ۲۸ روز (شامل ۷ روز عادت دهی و ۲۱ روز نمونه برداری) بود. جیره روزانه مرسوم باشگاه به عنوان خوراک پایه

رقیق گردید و pH آنها اندازه‌گیری شد و مابقی آن جهت اندازه‌گیری غلظت اسید لاکتیک و غلظت اسیدهای چرب فرار به آزمایشگاه ارسال گردید (پاگان ۲۰۰۷). سپس ترکیب شیمیایی مواد خوراکی و مدفوع حیوانات در آزمایشگاه تغذیه دام دانشگاه تهران اندازه‌گیری گردید و قابلیت هضم نیز محاسبه شد. جهت تعیین غلظت متابولیت‌های خون و آنزیم‌های کبدی، در روزهای ۲۱ دوره آزمایشی ۱۰ میلی لیتر خون قبل از خوراک‌دهی نوبت صبح اخذ گردید. به‌منظور آنالیز فراسنجه‌های خونی، بلافاصله بعد از اخذ نمونه‌ها با استفاده از دستگاه سانتریفیوژ به مدت ۱۵ دقیقه با چرخش ۳۰۰۰ دور در دقیقه پلاسماهای نمونه‌های خونی جدا شده و سپس فراسنجه‌های موردنظر مانند گلوکز، کلسیم، فسفر و پروتئین تام با استفاده از کیت‌های بیوشیمیایی شرکت پارس‌آزمون توسط دستگاه الیزا ریدر (Hiperion model: MPR4+) و ازت اورهای پلاسما توسط دستگاه اتوماتیک اسپکتوفتومتری (Clima Plus, RAL, Madrid, Spain) در آزمایشگاه اندازه‌گیری شد. آزمایش در قالب یک طرح آماری کاملاً تصادفی دستکاری شده انجام شد. برای تجزیه آماری داده‌ها از نرم‌افزار آنالیز آماری SAS ورژن ۹/۱ با به‌کارگیری رویه GLM استفاده شد. معادله آماری برای داده‌هایی که فقط یک بار در زمان حاصل شد نیز بصورت زیر بیان شد:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + e_{ij} \quad \text{رابطه (۱)}$$

Y_{ij} = مقدار مشاهده شده از ام

μ = میانگین کل

T_i = اثر تیمار i ام

e = اثر اشتباه آزمایشی

نتایج و بحث

مصرف ماده خشک و قابلیت هضم مواد مغذی اندازه‌گیری شد (جدول ۳). تیمارهای آزمایشی اثر معنی‌داری بر مقدار خوراک مصرفی نداشتند. قابلیت هضم ماده

Table. 2) Ingredients of supplement

Ingredients	Unit	Amount
Calcium	mg	12000
Phosphorus	mg	45000
Lysine	mg	160000
Methionine	mg	70000
Threonine	mg	30000
Manganese	mg	260
Copper	mg	130
Iron	mg	210
Zinc	mg	300
Selenium	mg	1
Choline	mg	1200
Chromium	mg	2
Vitamin A	IU	28000
Vitamin E	IU	1250
Vitamin D	IU	3500
Vitamin K	mg	12.5
Vitamin C	mg	17
Biotin	mg	75
Folic acid	mg	15

Table. 1) Ingredients of basic diet

Feedstuffs	Percentage
Alfalfa	42.7
Concentrate	57.3
Nutrients	
Dry matter (%)	90.6
Digestible energy (Mcal/kg)	2.8
Crude protein	13.1
Ether extract	8.4
NSC	34.3
NDF	41.0
ADF	29.8
Calcium	0.7
Phosphorus	0.4

1. Commercial horse jumping concentrate from Saina Dam Co.

مصرف خوراک در این آزمایش بصورت حداقل ۲/۵ درصد وزن بدن در نظر گرفته شد. اسب‌ها حداقل ۱ درصد وزن بدن علوفه دریافت کردند و مصرف کنسانتره نیز در بازه ۶ کیلوگرم تا ۸ کیلوگرم در روز قرار داشت (پاگان ۲۰۰۷). نمونه خوراک و مدفوع در روزهای صفر و ۱۸، پس از وعده صبح (بلافاصله بعد از دفع) جهت اندازه‌گیری قابلیت هضم، غلظت اسید لاکتیک و pH مدفوع جمع‌آوری شد (پاگان و همکاران ۲۰۱۰). حدود ۵۰ گرم از مدفوع با نسبت ۳:۱ با آب مقطر

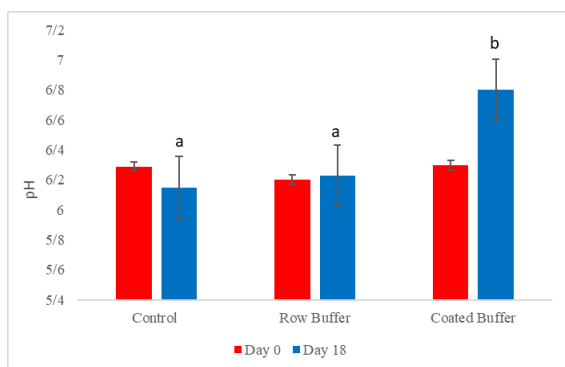


Figure 2. Effect of treatments on manure pH

همچنین با افزایش میزان مصرف کربوهیدرات‌های غیرساختاری (عمدتاً نشاسته) جمعیت باکتری‌های بی‌هوازی و مصرف‌کننده اسید لاکتیک در سکوم و روده بزرگ افزایش می‌یابد، اما جمعیت باکتری‌های سلولولایتیک در سکوم کاهش می‌یابد که می‌تواند نتیجه موجود را در رابطه با کاهش درصد قابلیت هضم فیبر نامطلوب در شوینده خنثی (جدول ۳) تأیید نماید (شوشیرس-دیورند و همکاران ۲۰۲۲). با تولید اسید لاکتیک به‌عنوان یک محصول جانبی توسط باکتری‌های تولیدکننده اسید لاکتیک عامل اصلی افت pH در انتهای دستگاه گوارش می‌باشد که موجب نشستی اتصالات بین سلولی مخاط^۱ روده و ورود مستقیم عوامل بیماری‌زا مانند LPS به خون حیوان می‌شود. این عوامل بعد از اسیدوزیس موجب بروز لنگش در اسب می‌گردند (ساجی و همکاران ۲۰۱۵).

خشک و کربوهیدرات‌های غیرساختاری میان اسب‌هایی که تیمارهای آزمایشی مختلف را مصرف کردند معنی‌دار نبود. قابلیت هضم فیبر نامطلوب در شوینده خنثی در حیواناتی که بافر افزوده مصرف کردند بصورت معنی‌داری از تیمار شاهد بالاتر بود. همچنین قابلیت هضم پروتئین در اسب‌هایی که تیمار عاری از بافر افزوده را مصرف کردند بصورت معنی‌داری ($P < 0.05$) پایین‌تر بود.

با توجه به منابع مختلف سطح پائین قابلیت هضم پروتئین می‌تواند به دلیل افزایش سطح تخمیر در انتهای دستگاه گوارش با مصرف کربوهیدرات‌های سهل‌التخمیر توسط باکتری‌ها و افزایش درصد پروتئین میکروبی مدفوع باشد (ابیتا و همکاران ۲۰۲۳). سطح pH مدفوع (شکل ۲) در گروه شاهد و گروه مصرف‌کننده بافر خام نسبت به گروه مصرف‌کننده بافر پوشش‌دار به صورت معنی‌داری پائین‌تر بودند. در آزمایشات مختلف نیز تأیید شده است که pH مدفوع تحت تأثیر مقدار کربوهیدرات‌های غیرساختاری (۲/۸۶ تا ۳/۴ گرم به ازای هر کیلوگرم وزن زنده) قرار می‌گیرد (مدینا و همکاران ۲۰۰۲ و د فامبل و همکاران ۲۰۰۱).

Table 3) Effect of different treatments on the digestibility of nutrients in the feed

Parameters	Treatments			SEM	P-Value
Consumable dry matter (kg/d)	14.3	15.1	14.8	0.66	0.297
Digestibility					
Dry matter	64.7	69.2	67.3	1.89	0.214
Crude Protein	63.1 ^b	67.5 ^b	74.9 ^a	2.05	0.033
Non-structural carbohydrates	77.4	73.8	81.2	1.93	0.071
NDF	56.9 ^a	62.6 ^b	64.1 ^b	1.59	0.012

معنی‌داری ($P < 0.05$) داشت، اما با گروهی که بافر خام مصرف کردند تفاوت معنی‌داری نداشت (شکل ۳).

میانگین غلظت اسید لاکتیک مدفوع در اسب‌هایی که بافر پوشش‌دار مصرف کردند نسبت به تیمار شاهد تفاوت

¹ Leaky gut

مطالعات مشابه نیز غلظت نیترژن اورهای را متأثر از مقدار پروتئین مصرفی روزانه اسب بیان کرده‌اند (موهونن ۲۰۰۸).

نتایج به دست آمده در رابطه با غلظت متابولیت‌های خونی در جدول ۴- نشان داده شده است. سطح گلوکز، نیترژن اورهای، فسفر، کلسیم و اسیدلاکتیک در پلاسمای حیوانات مختلف از لحاظ آماری یکسان بود.

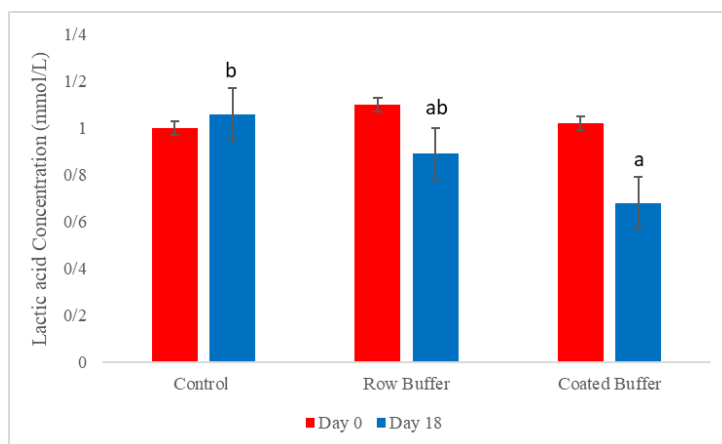


Figure 3. The effect of different treatments on the concentration of lactic acid in feces

فعالیت، سن، کمبود اکسیژن، اندوتوکسین‌ها، بر سطح اسیدلاکتیک خون موثر هستند و تحت تأثیر غلظت اسید لاکتیک مدفوع نیست (دله ساله و همکاران ۲۰۰۷، دنوتا و دایورس ۲۰۲۰).

با این وجود سطح پروتئین کل خون در گروهی که بافر پوشش‌دار را مصرف کردند به شکل معنی‌داری ($P < 0.05$) بالاتر بود که می‌تواند مربوط به قابلیت هضم بالاتر پروتئین در این گروه باشد. عوامل مختلفی مانند سطح

Table. 4) The effect of different treatments on blood metabolites level

Parameters	Treatments			SEM	P-Value
Glucose (mg/dl)	68.5	72.9	68.1	3.915	0.75
Total protein (g/dl)	6.4	6.7	6.6	0.094	0.61
BUN (g/l)	10.4 ^a	14.8 ^b	13.2 ^b	0.863	0.04
Lactic acid	1.19	1.41	1.35	0.057	0.54

(شفرد و همکاران ۲۰۱۴). نتایج حاصل از تعیین مقدار اسیدهای چرب فرار مدفوع در شکل ۴- آمده است که تفاوت معنی‌داری ($P < 0.05$) میان گروه مصرف‌کننده بافر پوشش‌دار با سایر گروه‌ها نشان می‌دهد.

تغییر جمعیت میکروبی انتهای دستگاه گوارش در زمان اسیدوزیس، موجب افزایش تولید اسیدهای چرب فرار و اسید لاکتیک در محیط روده می‌گردد. اما تاکنون مطالعات دقیقی در رابطه با این موضوع صورت نگرفته است

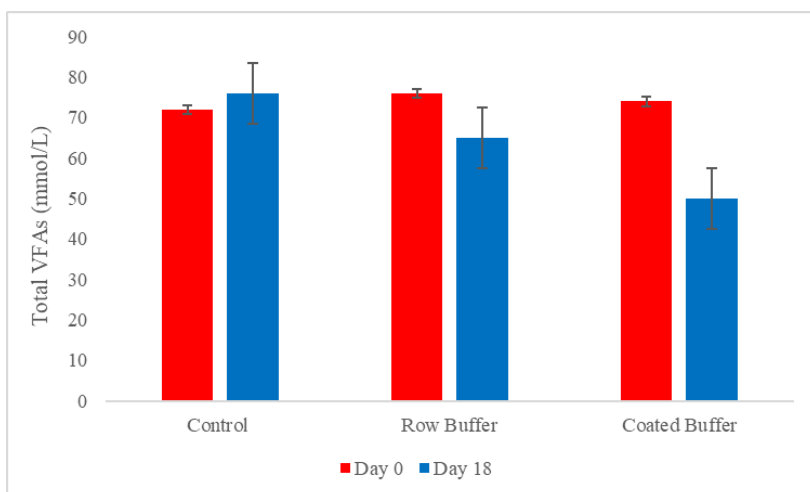


Figure 4. The effect of different treatments on the total amount of volatile fatty acids in feces

نتیجه‌گیری کلی

در نهایت براساس نتایج این آزمایش مشخص شد که مصرف بافر پوشش دار می‌تواند موجب جلوگیری از بروز اسیدوزیس انتهای دستگاه گوارش می‌شود که نتیجه آن کاهش بروز سایر ناهنجاری‌ها مانند لنگش که عامل اصلی کاهش عملکرد در اسب‌های ورزشی محسوب می‌گردد.

تشکر و قدردانی

این پروژه با حمایت مالی شرکت ساین دام افرند پارسیان و همکاری سرکار خانم مهندس پردیس السادات میرسید انجام شد که نویسندگان این مقاله کمال تشکر و قدردانی خود را تقدیم آنان می‌دارند.

منابع مورد استفاده

- Abeyta M, Horst E, Goetz B, Mayorga E, Rodriguez-Jimenez S, Caratzu M and Baumgard L, 2023. Effects of hindgut acidosis on production, metabolism, and inflammatory biomarkers in feed-restricted lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science* 106(4): 2890-2903.
- Chaucheyras-Durand F, Sacy A, Karges K and Apper E, 2022. Gastro-intestinal microbiota in equines and its role in health and disease: The black box opens. *Microorganisms* 10(12): 2517.
- De Fombelle A, Julliard V, Drogoul C and Jacotot E, 2001. Feeding and microbial disorders in horses: effects of an abrupt incorporation of two levels of barley in a hay diet on microbial profile and activities. *Journal of Equine Veterinary Science* 21(9): 439-445.
- Delesalle C, Dewulf J, Lefebvre R A, Schuurkes J A, Proot J, Lefere L and Deprez P, 2007. Determination of lactate concentrations in blood plasma and peritoneal fluid in horses with colic by an Accusport analyzer. *Journal of veterinary internal medicine* 21(2): 293-301.
- DeNotta S, L and Divers, T J, 2020. Clinical pathology in the adult sick horse: the gastrointestinal system and liver. *Veterinary Clinics. Equine Practice* 36(1): 105-120.
- Hanis F, Chung E L T, Kamalludin M H and Idrus Z, 2023. Effect of feed modification on the behavior, blood profile, and telomere in horses exhibiting abnormal oral behaviors. *Journal of Veterinary Behavior* 60: 28-36.
- Johnson J P, Stack J D, McGivney C L, Garrett M P and O'Brien P J, 2019. DGGR-lipase for effective diagnosis of pancreatitis in horses. *Comparative Clinical Pathology* 28: 1625-1636.
- Józefiak D, Komosa M, Maćkowiak P, Pruszyńska-Oszmałek E, Kołodziejski P, Świątkiewicz S, Rawski M, Kierończyk B, Bedford M and O'Neil H, 2020. Exogenous fibrolytic enzymes improve carbohydrate digestion in exercising horses. *Journal of Animal and Feed Sciences* 29(1).
- Medina B, Girard I, Jacotot E and Julliard V, 2002. Effect of a preparation of *Saccharomyces cerevisiae* on microbial profiles and fermentation patterns in the large intestine of horses fed a high fiber or a high starch diet. *Journal of animal science* 80(10): 2600-2609.
- Muhonen S, 2008. Metabolism and hindgut ecosystem in forage fed sedentary and athletic horses. Department of Animal Nutrition and Management, Swedish University of
- Nielsen B, 2008. Nutrient Requirements of Horses: Changes incorporated into the 2007 Horse NRC. Proceedings of the British Society of Animal Science.
- Pagan J D, 2007. NRC releases horse revisions: the National Research Council equine committee reviewed literature on equine nutrition and compiled a very useful and practical document for calculating nutrient requirements for various classes of horses. *Feedstuffs* 79(18): 12-14.
- Pagan J D, Lawrence T and Lawrence L, 2010. Feeding protected sodium bicarbonate attenuates hindgut acidosis in horses fed a high-grain ration. The impact of nutrition on the health and welfare of horses. 3(1): 19-22.
- Rowe J, Pethick D and Johnson K, 1995. Controlling acidosis in the equine hindgut. Recent advances in animal nutrition in Australia. 10: 136-143.
- Salem A Z, Elghandour M M, Kholif A E, Odongo N E, Jiménez F J, Montes-de-Oca R, Domínguez I A and Dibarrat J A, 2015. The effect of feeding horses a high fiber diet with or without exogenous fibrolytic enzymes supplementation on nutrient digestion, blood chemistry, fecal coliform count, and in vitro fecal fermentation. *Journal of Equine Veterinary Science*. 35(9): 735-743.
- Seabra J C, Dittrich J R and do Vale M M, 2021. Factors associated with the development and prevalence of abnormal behaviors in horses: Systematic review with meta-analysis. *Journal of Equine Veterinary Science*. 106: 103750.
- Shepherd M L, Ponder M A, Burk A O, Milton S C and Swecker W S 2014. Fibre digestibility, abundance of faecal bacteria and plasma acetate concentrations in overweight adult mares. *Journal of nutritional science*. 3: e10.
- Shirazi-Beechey S, 2008. Molecular insights into dietary induced colic in the horse. *Equine veterinary journal*. 40(4): 414-421.

- Suagee J K, Splan R K, Swyers K L, Geor R J and Corl B A, 2015. Effects of high-sugar and high-starch diets on postprandial inflammatory protein concentrations in horses. *Journal of Equine Veterinary Science*. 35(3): 191-197.
- Weiss D J, Evanson O A, Green B T and Brown D R, 2000. In vitro evaluation of intraluminal factors that may alter intestinal permeability in ponies with carbohydrate-induced laminitis. *American Journal of Veterinary Research*. 61(8): 858-861.