به نام آنکه جان را فکرت آموخت

بدین وسیله گواهی می شود جناب آقای **دکتر سید هادی ابراهیمی** مقاله خود با عنوان:

" تأثیر پرتوی مادون قرمز و سطح مصرف دانه ذرت بر پاسخ گلایسمیک اسب‌های بالغ"

را در **پنجمین کنگره ملی بهداشت و بیماری های اسب**

که در روزهای **بیست سوم و بیست و چهارم آذر ماه یکهزار و چهارصد** در دانشگاه شهید باهنر کرمان برگزار گردید،

به صورت **سخنرانی** ارائه نمودند.

دبیر علمی
دکتر امید آذری

رئیس کنگره
دکتر محمد مهدی علومی

تأثیر پرتوی مادون قرمز و سطح مصرف نشاسته دانه ذرت بر پاسخ گلایسمیک اسب‌های بالغ

فهیمه وارسته[۱]، سید هادی ابراهیمی[۲*]، سعید زره داران[۳]، عباسعلی ناصریان[۴]

[۱] دانشجوی ارشد تغذیه دام، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
[۲] استادیار گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
[۳] استاد گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
[۴] استاد گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
shebrahimi@um.ac.ir

چکیده

به منظور بررسی اثر فرآوری پرتوی مادون قرمز و سطح مصرف نشاسته دانه ذرت بر پاسخ گلایسمیک اسب های بالغ، آزمایشی در قالب یک طرح فاکتوریل ۳×۲ گردان در طول مدت ۳ هفته در مجموعه پرورش اسب رادان هورس انجام شد. تیمارهای آزمایشی شامل: دانه ذرت خام آسیاب شده ودانه ذرت میکرونیزه فلیک بودند که هر یک در سه سطح مصرف (۱، ۱/۵ و ۲ گرم نشاسته به ازای هر کیلو گرم وزن بدن) در تغذیه ۶ اسب بالغ با متوسط سنی۷ سال تغذیه شده و غلظت گلوکز خون آنها در ساعات ۱۵ دقیقه قبل و ۳۰، ۶۰، ۱۲۰، ۹۰، ۱۸۰، ۲۴۰ و ۳۰۰ دقیقه بعد از تغذیه اندازه گیری شد. نتایج نشان داد نوع فرآوری برمساحت زیر منحنی پاسخ گلایمسیک اسب های مورد آزمایش تاثیر معنی داری داشت طوریکه دانه ذرت میکرونیزه فلیک دارای مساحت زیر منحنی پاسخ گلایسمیک بیشتری($p<0.001$) نسبت به دانه ذرت خام آسیاب شده بود. اما بین سطوح مصرف نشاسته ذرت در این مطالعه اثر معناداری مشاهده نشد. به طور کلی نتایج این مطالعه نشان داد سطح پایین مصرف ذرت فرآوری شده با پرتوی مادون قرمز اثر بخشی لازم برای فراهمی بیشتر انرژی را دارد و چون فراهمی بیشتر گلوکز در نتیجه هضم بیشتر نشاسته در روده باریک بوده لذا نشاسته کمتری به روده بزرگ منتقل و خطر اسیدوز متابولیکی انتهای دستگاه گوارش را کاهش خواهد داد.

کلمات کلیدی: اسب بالغ، ذرت، پاسخ گلایسمیک، گلوکز، میکرونیزاسیون، نشاسته

مقدمه:

انرژی مهم ترین ماده مغذی مورد نیاز غذایی در اسب بوده و منبع اصلی تامین انرژی در اسب گلوکز می باشد که از طریق مصرف غلاتی مانند ذرت، جودوسر و جو فراهم می گردد. هضم آنزیمی نشاسته ی این غلات در روده کوچک سبب تولید گلوکز می شود که مستقیما جذب خون شده وبرای مصارف گوناگون به بخش های مختلف بدن منتقل و به شکل گلیکوژن در کبد و عضلات ذخیره می شود(۹). مولکول‌های بزرگ نشاسته موجود در دانه غلات با توجه به زمان محدود حرکت مواد در روده کوچک اسب، به آسانی قابل هضم با آنزیم آمیلاز روده‌ای نیستند و بنابراین در صورت مصرف غلات خام، مقادیر قابل ملاحظه‌ای از نشاسته خوراک به صورت هضم نشده از روده کوچک اسب عبور کرده و به کولون و سکوم (روده بزرگ) می‌رسد (۹). در این صورت نشاسته در روده بزرگ مورد تخمیر بی‌هوازی قرار گرفته و مقادیر زیاد این تخمیر موجب شرایط اسیدی روده بزرگ شده که به سلامت دام لطمه می‌زند (۱۳).

دانه جو دوسر از لحاظ قابلیت هضم آنزیمی مناسب ترین نوع غله برای مصرف اسب شناخته شده است(۲۸). غلات دیگر به ویژه ذرت، علیرغم محتوی نشاسته بیشتر، به دلیل دارا بودن مولکول‌های بزرگ نشاسته به راحتی و در زمان کوتاه ماندگاری مواد در روده کوچک، بطور کامل با آمیلاز روده‌ای قابل هضم نیستند و در مطالعه (۲۵) نشان داده شد که

در سطوح پایین مصرف نشاسته (۱۳۰-۱۴۰ گرم به ازای هر ۱۰۰ کیلوگرم وزن بدن از جودوسر، جو یا ذرت به عنوان یک وعده غذایی)، ۸۰ درصد نشاسته در روده کوچک هضم شد، اما هنگامی که سطح مصرف نشاسته دو برابر شد (۲۵۰-۲۷۰ گرم / ۱۰۰ کیلوگرم وزن بدن)، قابلیت هضم نشاسته در روده کوچک به ۵۰-۵۵٪ کاهش یافت بنابراین نوع دانه و فرآوری آن بر راندمان هیدرولیز نشاسته در روده کوچک تأثیر می گذارد. چنانچه غلات مورد استفاده در جیره به گونه‌ای فرآوری شوند که قبل از ورود به روده بزرگ در محل روده کوچک به شکل کامل هضم و جذب شوند، نه تنها با راندمان بیشتری استفاده می‌شوند بلکه از بروز بیماری‌های متابولیکی نظیر اسیدوز نیز جلوگیری می‌شود (۲۲).طبق مطالعه (۲۲) فرآوری دانه ذرت با روش میکرونیزاسیون برای قابل استفاده کردن محتوی انرژی بالای آن برای اسب می‌باشد. میکرونیزه کردن به نوعی فرآوری پخت گفته می‌شود که در آن موادی از قبیل غلات، حبوبات، دانه های روغنی و... با استفاده از اشعه مادون قرمز در زمان کوتاه و حرارت بالا فرآوری می گردند (۲۰).

در خصوص سطح ایمن و مطمئن نشاسته مطالعات نشان داده اند که سطح۲ گرم نشاسته به ازای هر کیلوگرم وزن بدن به عنوان سطح بهینه مصرف توصیه شده که منجر به اختلال متابولیکی در روده بزرگ نمی شود(۲۹). با این حال بر اساس نتایج مطالعات (۲۶) حداکثر سطح مجاز نشاسته توصیه شده در یک وعده ۳ تا ۴ گرم به ازای یک کیلوگرم وزن بدن است. در مطالعه ی دیگری تغذیه کمتر از ۳۰۰ گرم نشاسته به ازای ۱۰۰کیلوگرم وزن بدن توصیه شده است(۲۷). بنابر مطالعه (۲۸)، در صورت مصرف ۳۰۰ گرم نشاسته به ازای هر ۱۰۰ کیلوگرم وزن بدن، تمام نشاسته جودوسر در روده کوچک هضم می شود اما ۲۰ درصد نشاسته جو و ۳۴ درصد نشاسته ذرت از بخش پیش سکومی دستگاه گوارش عبور کرده و به روده بزرگ می رسد بنابراین در این سطح نیز نیز بسته به ماهیت غلات غیرفرآوری ممکن است در ایجاد اختلالات دستگاه گوارش نگرانی هایی وجود داشته باشد. درنتیجه در صورت فرآوری غلات و افزایش ژلاتیناسیون نشاسته، مصرف سطوح بالاتری از نشاسته قابل تحمل می شود(۲۸). با توجه به تسهیل هضم نشاسته ژلاتینه شده در روده باریک، در صورت نیاز به مصرف سطوح بالاتر نشاسته در هنگام فعالیت زیاد اسب، سطح گلوکز خون نیز افزایش خواهد یافت (۲۹). لذا هدف از انجام این مطالعه بررسی پاسخ گلایسمیک اسب های بالغ به فرآوری دانه ذرت و سطح مصرف آن می باشد(۲۹).

مواد و روش ها

تهیه و فرآوری دانه ذرت:

دانه ذرت وارداتی ابتدا با توری ۴ میلی متری غربال شده و با افزودن ۱۰ درصد آب آشامیدنی مرطوب و پس از یک ساعت نگهداری در دمای اتاق به مدت ۶۰ ثانیه در دستگاه میکرونایزر فلیکر با ظرفیت یک تن در ساعت (طراحی، ساخت و ثبت اختراع شده توسط شرکت فرآوردانه فردوسی مشهد) در معرض پرتوی مادون قرمز قرار گرفت و بلافاصله با یک فلیکر مجهز به دو غلطک با فاصله ۱ میلی متر ورقه شد. ذرت خام از همان بچ با دستگاه آسیاب چکشی با توری سایز ۵ میلی‌متر آسیاب شد. تیمارهای آزمایشی شامل دانه ذرت خام و میکرونیزه بودکه هر کدام در سه سطح مورد استفاده قرار گرفت به نحوی که بتوانند میزان ۱، ۱/۵ و ۲ گرم نشاسته را به ازای هر کیلوگرم وزن بدن در هر وعده تامین کنند. این سطوح نشاسته در مطالعات قبلی به عنوان سطوح نشاسته مصرف شده در اسب گزارش شده بود(۱۶).

تغذیه اسب ها و نمونه گیری خون:

شش اسب بالغ وسا لم، با وزن بدن بین ۳۰۱ تا ۴۶۳ کیلوگرم، در قالب یک طرح فاکتوریل ۳×۲ گردان (Change over) برای بررسی پاسخ گلوکز خون به تغذیه ۶ نوع دانه ذرت (دو نوع فرآوری و هر نوع در سه سطح

مصرف) استفاده شدند. اسب‌ها در اصطبل‌های جداگانه نگهداری می شدند و در طول روز دسترسی آزاد به آب داشتند. در روزهای غیرنمونه‌گیری، اسب‌ها دو بار در روز با یونجه با کیفیت متوسط به میزان دو درصد وزن بدن و یک کیلوگرم کنسانتره در دو وعده (حاوی ۳۵ درصد جو میکرونیزه فلیک،۳۳ درصد ذرت میکرونیزه فلیک، ۵ درصد کلزای میکرونیزه فلیک، ۲۷ درصد پلت پروتئینی (شامل ۵۶ درصد کنجاله سویا،۱۷ درصد سبوس گندم، ۸ درصد تفاله چغندرقند، ۵ درصد دانه جو و یک درصد کربنات کلسیم، ۱ درصد مونو کلسیم فسفات،۲ درصد نمک ۳ درصد مکمل مینراله،۳ درصد مکمل ویتامینه،۱ درصد گلوماتین و ۱ درصد بنتونیت)) تغذیه شدند. اسب‌ها روز قبل از نمونه گیری آخرین وعده یونجه را ساعت ۷ شب و آخرین وعده کنسانتره را ۱۴ بعدازظهر مصرف کردند. ساعت ۷ صبح روز نمونه گیری تغذیه تیمار های آزمایشی آغاز و در فواصل ۳۰، ۶۰، ۹۰، ۱۲۰، ۱۸۰، ۲۴۰ و ۳۰۰ دقیقه پس از تغذیه دانه ذرت نمونه از سیاهرگ گردن نمونه‌گیری خون انجام شد.۱۵ دقیقه قبل از تغذیه اسب ها نیز به روش مشابهی نمونه خون تهیه گردید (زمان صفر) آزمایش به نحوی طراحی شده بود که پس از هر روز نمونه گیری ۲ روز فاصله استراحت وجود داشت (۱۶).

نمونه های خون در ونوجکت‌های حاوی عوامل ضد انعقاد گلیکولیتیک، اگزالات پتاسیم و فلوراید سدیم جمع آوری و تا زمان سانتریفیوژ روی یخ نگهداری شد. پس از جمع آوری آخرین نمونه خون، نمونه ها با دستگاه سانتریوفیوژ در دور ۳۰۰۰ بار در دقیقه به مدت ۱۰ دقیقه سانتریفیوژ شد و پلاسمای خون جدا شده در میکرتیوب های ۲ سی سی منتقل و تا انجام آزمایشات بعدی در فریزر ۲۰- درجه سانتیگراد نگهداری شد. تست گلوگز خون در آزمایشگاه مبنا کرج با دستگاه اتوآنالایزر مدل BT1500 و کیت گلوگز شرکت فرآسامد پارسیان انجام گردید.

آنالیز آماری

تجزیه و تحلیل داده های این مطالعه به صورت طرح فاکتوریل ۳×۲ گردان (Change over) با رویه MIX و با استفاده از نرم افزار SAS 9.4 انجام شد. اثر روز و حیوان به ترتیب به عنوان اثرات ثابت و تصادفی در مدل قرارداده شد و اثر آنها در نظر گرفته شد. مدل آماری استفاده شده عبارت بود از:

$$Yijkl= \mu + A\,i + Bj + ABij + CK + Hl + eijkl$$

Yij :متغییر وابسته

μ: میانگین کل

Ai:اثر نوع فرآوری

Bj:اثر سطح مصرف

ABij : اثر متقابل نوع فرآوری و سطح مصرف نشاسته

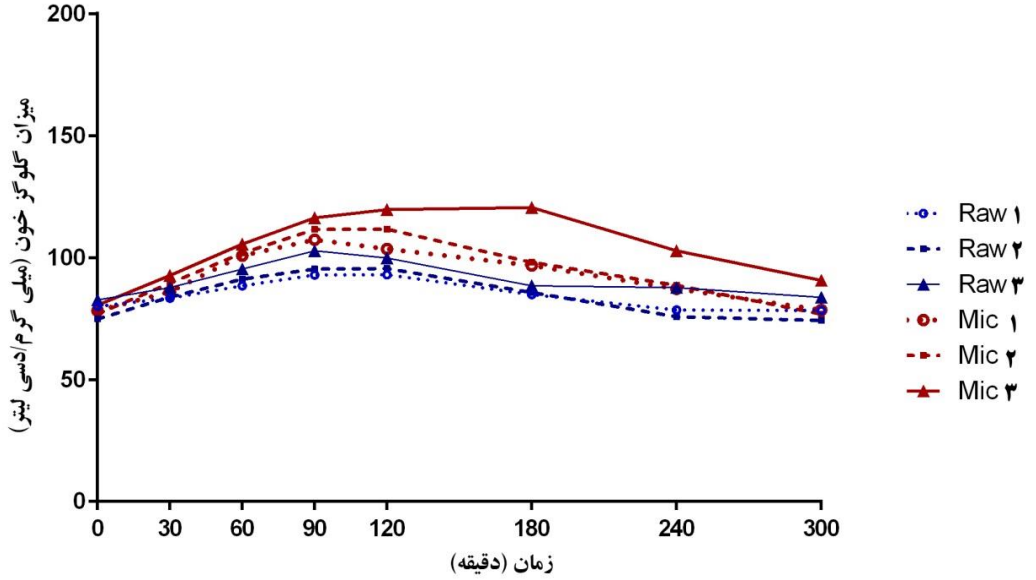
CK:اثر تصادفی حیوان

Hl:اثر ثابت روز

eijk: اثرات باقی مانده (خطای آزمایشی)

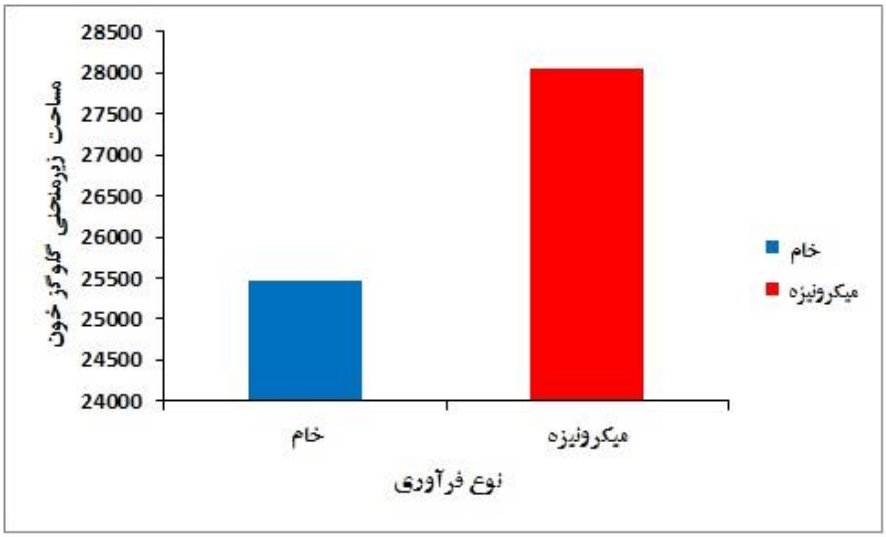
اثر نوع فرآوری، سطح مصرف و اثر متقابل آنها نیز مورد آنالیز آماری قرار گرفت و از بین این عوامل تنها اثر فرآوری بر میزان پاسخ گلایسمیک معنی دار بود.

نتایج

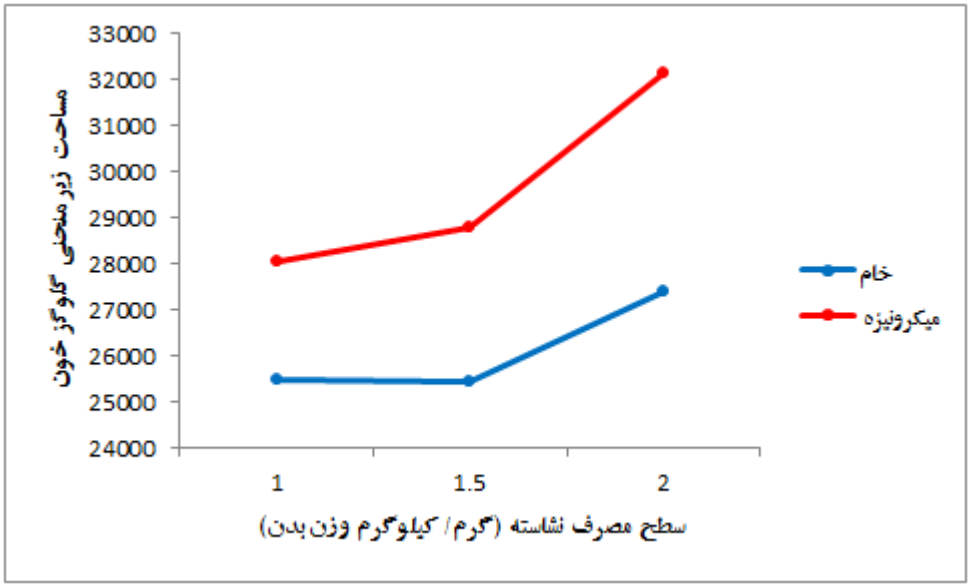


شکل ۱- تاثیر نوع فرآوری و سطح مصرف نشاسته بر پاسخ گلایسمیک اسب های بالغ. Raw1-3 و Mic 1-3 به ترتیب سطح دانه ذرت خام و میکرونیزه برای تامین ۱، ۱/۵ و ۲ گرم نشاسته به ازای هر کیلوگرم وزن بدن را نشان می دهد.

شکل ۱ سطح گلوکز خون اسب های تغذیه شده با تیمار های مختلف را قبل و بعد از تغذیه در زمانهای مختلف نشان می دهد. به طور کلی نوع فرآوری دانه ذرت اثر معنی داری ($p<0.001$) بر پاسخ گلایسمیگ اسب های مورد آزمایش در زمان های مختلف داشت اما سطح مصرف نشاسته تاثیر معنی داری بر گلوکز خون اسب ها نداشت. شکل ۲ نیز اثر اصلی نوع فرآوری بر مساحت زیر منحنی پاسخ گلایسمیک اسب های تغذیه شده با دانه ذرت را نشان می دهد. همانطور که درشکل۲ نشان داده شده است فرآوری میکرونیزاسیون در مقایسه با ذرت خام آسیاب شده باعث ایجاد پاسخ گلایسمیک بالاتری ($p<0.001$) در اسب های مورد آزمایش شد.



شکل ۲: تاثیر نوع فرآوری دانه ذرت بر مساحت زیر منحنی پاسخ گلایسمیگ اسب های بالغ.



شکل۳: اثر سطح مصرف نشاسته (گرم/کیلوگرم وزن بدن) و نوع فرآوری بر مساحت زیر منحنی گلوکز خون اسب های بالغ

باوجود اینکه اثر سطوح فراهمی نشاسته بر مساحت زیر منحنی گلوکز خون معنادار نشد همانطور که در شکل ۳ نشان داده شده است مساحت زیر منحنی گلوکز خون برای هر سه سطح فراهمی نشاسته (۰،۵،۱/۱و۲ گرم /کیلوگرم وزن بدن) در دانه ذرت میکرونیزه فلیک بیشتر از د انه ذرت خام آسیاب شده بود.

بحث و نتیجه گیری

غلاتی که با روش های حرارتی مانند اکسترود کردن، میکرونیزه کردن یا غلطک با بخارفرآوری می شوند قابلیت هضم آنزیمی بالاتری نسبت به غلات آسیاب شده که با روش های مکانیکی فرآوری شده اند، دارند(۸). طبق مطالعه (۱۵) ژلاتینه شدن نشاسته جو در روش فرآوری غلطک با بخار نسبت به دانه کامل جو و و جو خام آسیاب شده افزایش یافت. در مطالعه ی دیگری(۲۲)، با هدف بررسی تآثیر نوع فرآوری بر قابلیت هضم آنزیمی مشخص شده بود که رست شدن به اندازه میکرونیزاسیون برای بهبود قابلیت هضم نشاسته پیش سکومی مؤثر نبود؛ بنابراین فرآوری مناسب برای جو و ذرت، میکرونیزاسیون است.عواملی که بر دسترسی گلوکز یا همان پاسخ گلایسمیک تآثیر می گذارند شامل نوع غلات مصرفی، سطح مصرف و نوع فرآوری خوراک می‌باشند. فرآوری غلات مانند آسیاب کردن، میکرونیزه کردن، منبسط کردن و پلت کردن دانه‌های غلات باعث بهبود قابلیت هضم پیش سکومی نشاسته و در نتیجه افزایش دسترسی به گلوکز می‌شوند (۱۱). هنگامی که پاسخ گلایسمیک بین ذرت آسیاب شده، غلطک زده با بخار و ذرت ترک خورده مقایسه شد، بیشترین پاسخ گلایسمیک مربوط به ذرت غلطک زده با بخار بود که سطح مصرف نشاسته ذرت به مقدار ۲ گرم به ازای یک کیلوگرم وزن بدن در هر وعده بود(۵) و (۷).

در این مطالعه نشان داده شد، باتوجه اینکه مساحت زیر منحنی پاسخ گلایسمیک برای ذرت فرآوری شده با مادون قرمز نسبت به دانه ذرت خام آسیاب شده بطور معناداری بالاتر بود احتمالا قابلیت هضم آنزیمی نشاسته ذرت میکرونیزه فلیک بیشتر و امکان دسترسی به گلوکز بالاتر بود. بنابراین از آنجایی که بین سطوح مصرف نشاسته (۱، ۱/۵ و ۲ گرم نشاسته به ازای یک کیلوگرم وزن بدن) در دانه ذرت خام آسیاب شده و در دانه ذرت میکرونیزه فلیک تفاوت معناداری وجود نداشت استفاده ازسطح ۳ (۲گرم نشاسته به ازای یک کیلوگرم از وزن بدن)به عنوان بالاترین سطح نشاسته در این آزمایش نسبت به سطح یک (۱گرم نشاسته به ازای یک کیلوگرم از وزن بدن) و سطح دو(۱/۵گرم نشاسته به ازای یک کیلوگرم از

وزن بدن) در دانه ذرت خام آسیاب شده و دانه ذرت میکرونیزه فلیک به معنی هدررفت نشاسته دانه است و همچنین درصورت فراهمی نشاسته در سطح ۳ (۲گرم نشاسته به ازای یک کیلوگرم از وزن بدن) در دانه ذرت خام به دلیل پایین بودن قابلیت هضم ،میزان جذب گلوگز و مساحت زیر منحنی پاسخ گلایسمیک نسبت به دانه ذرت میکرونیزه فلیک امکان ایجاد خطر مشکلات متابولیکی در روده بزرگ بیشتر است.

تشکر و قدردانی

این پژوهش با حمایت معاونت پژوهش و فناوری دانشگاه فردوسی مشهد انجام شده است (۳/۵۵۹۲۳). از شرکت فرآوردانه فردوسی مشهد به خاطر تامین دانه ذرت خام و میکرونیزه و بخشی از هزینه های اجرای طرح سپاسگزاری می شود. همکاری مجموعه پرورش اسب اصیل رادان هورس در اجرای این طرح پژوهشی قابل تقدیر است. نویسندگان مقاله از آقایان حاج حمید رادان، امان آق و علی ستوده کمال تشکر را دارند.

منابع

1) Douglas, J. H., et al. "Influence of infrared (micronization) treatment on the nutritional value of corn and low-and high-tannin sorghum." *Poultry Science* 70.7 (1991): 1534-1539.
2) Emami, Shahram, et al. "Impact of micronization on rapidly digestible, slowly digestible, and resistant starch concentrations in normal, high-amylose, and waxy barley." Journal of agricultural and food chemistry 58.17 .(2010)‹: 9793-9799.
3) Fahrenholz, Charles. "Cereal grains and byproducts: What's in them and how are they processed." Advances in Equine Nutrition (JD Pagan Ed.) .(1994)‹: 57-70.
4) Garner, H. E., et al. "Changes in the caecal flora associated with the onset of laminitis." *Equine Veterinary Journal* 10.4 .(1978)‹: 249-252
5) Geor, R. J. "Digestive strategy and flexibility in horses with reference to dietary carbohydrates." The impact of nutrition on the health and welfare of horses. Wagenen, The Netherlands: Wageningen Academic Publishers .(2010)‹: 17-28.
6) Granfeldt, Yvonne, Ann-Charlott Eliasson, and Inger Björck. "An examination of the possibility of lowering the glycemic index of oat and barley flakes by minimal processing." The Journal of nutrition 130.9 .(2000)‹: 2207-2214.
7) Harris, Patricia, and Raymond J. Geor. "Primer on dietary carbohydrates and utility of the glycemic index in equine nutrition." Veterinary Clinics of North America: Equine Practice 25.1 .(2009)‹: 23-37.
8) Hoekstra, K. E., et al. "Effect of corn processing on glycemic response in horses." Proceedings of the XVI Equine Nutrition and Physiology Symposium of The Equine Nutrition and Physiology Society. 1999.
9) Hoffman, Rhonda M. "Carbohydrate metabolism and metabolic disorders in horses." Revista Brasileira de Zootecnia 38 (2009): 270-276.
10) Jose-Cunilleras, E., L. E. Taylor, and K. W. Hinchcliff. "Glycemic index of cracked corn, oat groats and rolled barley in horses." *Journal of animal science* 82.9 (2004): 2623-2629.
11) Julliand, V., A. De Fombelle, and M. Varloud. "Starch digestion in horses: the impact of feed processing." Livestock science 100.1 .(2006)‹: 44-52.
12) McCurdy, S. M. 1992. Infrared processing of dry peas, canola, and canola screenings. Journal of Food Science. 57:941-944.
13) McCURDY, SANDRA M. "Infrared processing of dry peas, canola, and canola screenings." Journal of food science 57.4 .(1992)‹: 941-944.
14) NRC_HORSE_2007
15) Philippeau, Christelle, Marie Varloud, and Véronique Julliand. "Mobile bag starch prececal disappearance and postprandial glycemic response of four forms of barley in horses." Journal of animal science 92.5 (2014): 2087-2093.
16) Rodiek, Anne V., and Carolyn L. Stull. "Glycemic index of ten common horse feeds." *Journal of equine veterinary science* 27.5 (2007): 205-211.
17) Sakač, M., Ristić, M., Lević, J.: Effects of Microwave Heating on the Chemico-nutritional Value of Soybeans, Acta Alimentaria 25(1996)2, 163-169
18) Sharma, G. K. (2009). Micronization. DRDO Science Spectrum, 169-171.

19) Shiau, S. Y. and S. P. Yang. 1982. Effect of micronizing temperature on the nutritive value of sorghum. J. Food Sci. 47:965-968. South and Ross, 1993
20) Shiau, S. Y., and S. P. Yang. "Effect of micronizing temperature on the nutritive value of sorghum." Journal of Food Science 47.3 .(1982)؛: 965-968.
21) Svihus, Birger, Anne Kjersti Uhlen, and Odd Magne Harstad. "Effect of starch granule structure, associated components and processing on nutritive value of cereal starch: A review." Animal Feed Science and Technology 122.3-4 (2005): 303-320.
22) Thorringer, Nana W., Martin R. Weisberg, and Rasmus B. Jensen. "The effects of processing barley and maize on metabolic and digestive responses in horses." Journal of Animal Science 98.12 (2020): skaa353.
23) Tóthi, Róbert. Processed grains as a supplement to lactating dairy cows. 2003.
24) Willard, Judy G., et al. "Effect of diet on cecal pH and feeding behavior of horses." Journal of animal science 45.1 .(1977)؛: 87-93.
25) Geor, Ray J., and Pat A. Harris. "How to minimize gastrointestinal disease associated with carbohydrate nutrition in horses." *Proceedings of the Annual Convention of the AAEP*. Vol. 53. 2007
26) Potter GD, Arnold FF, Householder DD, et al. Digestion of starch in the small or large intestine of the equine. Pferdeheilkunde 1992;1:107–111
27) Kienzle E. Small intestinal digestion of starch in the horse. Revue Med Vet 1993;145:199–204
28) De Fombelle A, Julliand V, Drogoul C, et al. Feeding and microbial disorders in horses: part 1—effects of an abrupt incorporation of two levels of barley in a hay diet on microbial profile and activities. J Equine Vet Sci 2001;21:439–445
29) Vervuert, Ingrid, et al. "Effect of feeding increasing quantities of starch on glycaemic and insulinaemic responses in healthy horses." The Veterinary Journal 182.1 (2009): 67-72.