

گوارش پذیری دانه‌های غلات فرآوری شده در اسب ترکمن به روش کیسه‌های نایلونی متحرک

- عبدالحکیم توغدوری (نویسنده مسئول)
استادیار گروه تغذیه دام و طیور دانشکده علوم دامی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.
- نورمحمد تربتی نژاد
استاد گروه تغذیه دام و طیور دانشکده علوم دامی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.
- تقی قورچی
استاد گروه تغذیه دام و طیور دانشکده علوم دامی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.
- آشورمحمد قره‌باش
استادیار گروه علوم دامی دانشکده کشاورزی دانشگاه گنبد کاووس.

تاریخ دریافت: شهریور ۱۳۹۲ تاریخ پذیرش: دی ۱۳۹۲

شماره تماس نویسنده مسئول: ۰۹۱۱۳۷۰۶۸۵۱

Email: Toghutory@gau.ac.ir

چکیده

این آزمایش، جهت تعیین گوارش پذیری دانه جو و ذرت فرآوری شده در اسب نژاد ترکمن با استفاده از روش کیسه‌های نایلونی متحرک انجام شد. بدین منظور، از چهار راس مادیان ترکمن استفاده شد. غلات آزمایشی شامل جو و ذرت بودند که به چهار شکل مختلف شامل پولکی شده با بخار، فرآوری شده با اسحه مادون قرمز، پلت شده و بدون فرآوری مورد استفاده قرار گرفتند. خوراک‌های مورد نظر به مقدار یک گرم در داخل هر کیسه ریخته شدند و توسط لوله بینی - معده‌ای به داخل دستگاه گوارش فرستاده شدند. جمع آوری کیسه‌ها از طریق مدفوع انجام گرفت و پس از شستشو و خشک کردن آن‌ها مقدار ماده خشک، نشاسته، پروتئین خام و عصاره اتری نمونه‌ها اندازه‌گیری و گوارش پذیری هر کدام محاسبه گردید. اطلاعات حاصل از آزمایش به صورت طرح کاملاً تصادفی با آرایش فاکتوریل ۲×۴ تجزیه و تحلیل شدند. نتایج نشان دادند که گوارش پذیری ماده خشک جو بالاتر از ذرت می‌باشد ($P < 0/05$)، همچنین، میکرونیزه کردن غلات باعث افزایش گوارش پذیری ماده خشک نسبت به سایر روش‌های فرآوری گردید ($P < 0/05$). گوارش پذیری نشاسته بین دو غله تفاوتی نداشت، ولی میکرونیزه کردن و پولکی کردن غلات باعث افزایش گوارش پذیری نشاسته نسبت به سایر روش‌های فرآوری شد ($P < 0/05$). مقایسه جداگانه تاثیر فرآوری بر دانه جو و ذرت نشان داد که پلت کردن ذرت باعث افزایش گوارش پذیری پروتئین خام نسبت به جو می‌شود ($P < 0/05$). گوارش پذیری عصاره اتری بین دو غله تفاوت معنی‌داری داشت و دانه ذرت دارای گوارش پذیری بالاتری نسبت به دانه جو بود ($P < 0/05$). به طور کلی، می‌توان این گونه نتیجه‌گیری نمود که فرآوری با مادون قرمز و پولکی کردن با بخار، سبب بهبود گوارش پذیری ماده خشک و نشاسته در دستگاه گوارش اسب می‌شوند و فرآوری، تاثیر بیشتری بر دانه جو داشت.

واژه‌های کلیدی: فرآوری غلات، گوارش پذیری، روش کیسه‌های نایلونی متحرک، اسب ترکمن.

Animal Science Journal (Pajouhesh & Sazandegi) No 110 pp: 45-54

Digestibility of processed cereal grain by mobile nylon bag technique in Turkmen Horse

1:Abdolhakim Toghdory (Corresponding Author)

Assistant Prof., Dept. of Animal and Poultry Nutrition, Faculty of Animal Sciences, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Email: Toghdory@gau.ac.ir

2:Nour-Mohammad Torbatinejad

Professor, Dept. of Animal and Poultry Nutrition, Faculty of Animal Sciences, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

3:Taghi Ghoorchi

Professor, Dept. of Animal and Poultry Nutrition, Faculty of Animal Sciences, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

4:Ashur-Mohammad Gharehbash

Assistant Prof., Dept. of Animal Sciences, Faculty of Agriculture, Gonbade Kavous University

Received: September 2013

Accepted: January 2014

This experiment was conducted to determine the digestibility of processed barley and corn grains in Turkmen horse by mobile nylon bag technique. Four Turkmen mares used in the experiment. Experimental cereals include barley and corn grains that used in four different forms include: Steam flaked, micronized, pelleted and without processing. The mobile bag filled with 1 g of one of experimental feeds and incubated through a nasogastric tube in gastrointestinal tract. Bags were collected from the faeces and after washing and drying the bags, dry matter, starch, crude protein and ether extract measured and digestibility coefficients calculated. Data were analyzed in complete randomized design with 2×4 factorial arrangement. The results showed that dry matter digestibility of barley was higher than corn ($P<0.05$), and also micronizing of cereals increased dry matter digestibility than other processing methods ($P<0.05$). Starch digestibility wasn't differ between two cereals, but micronizing and steam flaking increased starch digestibility than other processing methods ($P<0.05$). Individual comparison of processing effects showed increase in crude protein digestibility of pelleted corn ($P<0.05$). Digestibility of ether extract was higher in corn grain ($P<0.05$). In conclusion, micronizing and steam flaking can improve dry matter and starch digestibility in gastrointestinal tract of horses and processing have more effect on barley grain.

Key words: Cereals processing, digestibility, Mobile nylon bag technique, Turkmen horse

مقدمه

همچنین، باعث مصرف آب بیشتر نسبت به جیره‌های با فیبر پایین می‌شود. به عبارت دیگر نسبت بالای علوفه، غلظت انرژی کل جیره را کاهش می‌دهد و در مقابل، وزن بدن بالا خود افزایش نیاز به انرژی را در پی خواهد داشت. به همین دلیل مربیان و سوارکاران علاقه‌مند به محدود کردن مقدار علوفه مصرفی، به ویژه در اسب‌های با تمرینات کوتاه مدت هستند (Zeyner و همکاران، ۲۰۰۴). یکی از روش‌های تغذیه بی‌خطر غلات به اسب، استفاده از غلات با گوارش‌پذیری بالای روده‌ای می‌باشد. به هر حال این دانه‌ها ممکن است همیشه قابل دسترس نباشد و یا در شرایطی ممکن است که تغذیه آن‌ها اقتصادی نباشد. در چنین شرایطی، فرآوری غلات می‌تواند به‌عنوان ابزاری برای افزایش گوارش‌پذیری نشاسته و یک استراتژی جایگزین برای انتخاب دانه

به دلیل گوارش‌پذیری پایین کربوهیدرات‌های دیواره سلولی، انرژی تامین شده از جیره‌های علوفه‌ای نمی‌تواند احتیاجات انرژی برای تمرینات فیزیکی شدید در اسب را تامین نماید، به همین دلیل در جیره اسب‌های ورزشی از خوراک‌های کنسانتره‌ای که عمدتاً شامل دانه‌های غلات و نشاسته بالاست استفاده می‌گردد (Jouany و همکاران، ۲۰۰۸). مشخص شده است که تغذیه مقادیر بالای نشاسته باعث افزایش خطر ابتلا به اختلالات گوارشی مانند ضایعات سطحی ماهیچه، معده، روده بزرگ و عملکرد غیرعادی میکروفلور روده و نهایتاً کولیک و لنگش می‌شود (Hudson و همکاران، ۲۰۰۱). مواد خشبی مانند علوفه ممکن است مشکلات مربوط به مصرف سطوح بالای نشاسته را کاهش دهد، اما تغذیه فیبر بالا وزن بدن اسب را افزایش می‌دهد و

فرآوری مورد استفاده باید از لحاظ هزینه مقرون به صرفه بوده و محصول تولیدی باید دارای خوش خوراکی بالایی برای اسب‌ها باشد (Rosenfeld and Austbø, ۲۰۰۹). روش کیسه‌های نایلونی متحرک یک روش ساده و در عین حال دقیق جهت تعیین تجزیه‌پذیری خوراک می‌باشد. در این روش، مشکلات مربوط به نگه داری حیوان در قفس یا در فضای بسته وجود ندارد و نیاز به جمع آوری کل مدفوع نمی‌باشد، به نمونه‌های کوچکی از خوراک نیاز است و ارزیابی خوراک‌های مختلف در یک زمان و به صورت سریع مقدور می‌باشد (Hyslop, ۲۰۰۶). این روش با وجود این که در اسب کمتر استفاده و بررسی شده است، ولی می‌تواند یک روش انتخابی برای این منظور باشد. داده‌های حاصل از این روش قابل استفاده برای محاسبه تجزیه‌پذیری موثر بوده و می‌تواند نتایج بسیار مفیدی از روند تجزیه‌پذیری خوراک‌ها در بخش‌های مختلف دستگاه گوارش اسب ارائه نماید. اطلاعات حاصله می‌تواند جهت بازنگری ارزش غذایی خوراک‌ها و ارزیابی صحیح جیره در گروه‌های مختلف اسب استفاده گردد (Hyslop, ۲۰۰۶). هدف از اجرای این آزمایش، تعیین گوارش-پذیری دانه جو و ذرت فرآوری شده (میکرونیزه شده، پولکی شده با بخار و پلت شده) در اسب نژاد ترکمن با استفاده از روش کیسه‌های نایلونی متحرک (*in sacco*) بود.

مواد و روش‌ها

حیوانات مورد استفاده

به منظور انجام این پژوهش، از چهار راس مادیاں ۶ تا ۱۰ ساله ترکمن و با وزن بدن 425 ± 25 کیلوگرم استفاده شد. هر یک از اسب‌ها در جایگاه انفرادی 6×5 متر مربع نگه داری شدند. بستر اسب‌ها از کود حیوانی خشک و تراشه چوب بود. جیره‌ها در دو وعده صبح و عصر (ساعت ۸ صبح و ۶ عصر) و آب به صورت آزادانه در اختیار آن‌ها قرار داده شد. مقدار مورد نظر کنسانتره به صورت جداگانه در دو وعده صبح و عصر در اختیار آن‌ها قرار داده شد. در این پژوهش از جیره پایه یکسان برای همه اسب‌ها استفاده گردید که اجزاء مواد خوراکی و مقدار آن‌ها در جدول ۱ نشان داده شده است.

باشد. فرآوری دانه می‌تواند باعث افزایش دامنه دانه‌های قابل استفاده در جیره اسب شود (James و همکاران، ۲۰۰۱). گوارش نشاسته وابسته به چندین عامل می‌باشد که مهمترین آن‌ها سطح مصرف خوراک، منشا گیاهی، ژنوتیپ و فرآوری دانه غلات می‌باشد (Julliard و همکاران، ۲۰۰۶). دانه‌ها می‌توانند تحت فرآوری مکانیکی (غلطک زدن، خرد کردن و آسیاب کردن)، فرآوری حرارتی (پختن و میکرونیزه کردن)، حرارتی-مکانیکی (پولکی کردن، ترکانیدن و اکستروود کردن) یا فرآوری خشک یا مرطوب (غلطک زدن با بخار، خرد کردن همراه با بخار، پولکی کردن با بخار، برشته کردن با فشار، اکستروود کردن با بخار، پلت کردن) قرار گیرند (Julliard و همکاران، ۲۰۰۶).

بهترین بازده غذایی زمانی است که بیشترین گوارش سوبسترا در روده کوچک اتفاق افتد. فرآوری حرارتی باعث می‌شود که نشاسته به سهولت در روده کوچک گوارش شود. اگرچه گوارش‌پذیری کلی نشاسته در دستگاه گوارش اسب بالاست، ولی ثابت شده است که ظرفیت گوارش در روده کوچک محدود است. نشاسته گوارش نشده که به سکوم وارد می‌شود ممکن است باعث اختلال در دستگاه گوارش شود. بهبود گوارش‌پذیری در روده کوچک در نتیجه فرآوری، ریسک اختلالات گوارشی در اسب را کاهش می‌دهد، به علاوه، فرآوری حرارتی باعث بهبود کیفیت بهداشتی و پایداری هوای دانه می‌شود و قابلیت ذخیره سازی طولانی مدت را افزایش می‌دهد (Sarkijarvi and Saastamoinen, ۲۰۰۶). Julliard و همکاران (۲۰۰۶)، نتایج آزمایش‌هایی که در این زمینه انجام دادند را جمع‌بندی نموده و اظهار داشتند که فرآوری خوراک، فاکتور اصلی کنترل کننده میزان گوارش پیش‌سکومی نشاسته است. این موضوع مشخص است که فرآوری حرارتی باعث افزایش گوارش‌پذیری دانه‌ها می‌شود، ولی در مورد این که در کدام بخش از دستگاه گوارش این بهبود اتفاق می‌افتد، آزمایش‌های کمی انجام شده است. اکثر روش‌های فرآوری غلات برای اسب‌ها، خرد کردن و پلت کردن می‌باشد. این فرآوری‌ها با استفاده از حرارت نسبی پایین انجام می‌شود. فرآوری با حرارت بالا مانند اکستروود کردن و میکرونیزه کردن، کمتر مورد استفاده قرار می‌گیرد. تکنولوژی

جدول ۱- جیره مورد استفاده برای اسب‌ها در طول آزمایش

مقدار	مواد مغذی	درصد در جیره	مواد خوراکی
۲/۶۵	انرژی (مگا کالری در کیلوگرم)	۴۰	دانه غلات (جو و ذرت)
۱۲/۳	پروتئین خام (درصد)	۱۵	زیره گندم
۳۴۵	نشاسته (گرم در کیلوگرم)	۸	تفاله چغندر قند
۸	کلسیم (گرم در کیلوگرم)	۱۰	سبوس گندم
۵	فسفر (گرم در کیلوگرم)	۲	مکمل مواد معدنی و ویتامینی
		۰/۳	نمک
		۱۲/۵	کاه گندم
		۱۲/۲	یونجه خشک

فرآوری غلات مورد استفاده

غلات مورد استفاده در این آزمایش شامل دانه جو و ذرت بودند که این غلات بیشترین استفاده در تغذیه اسب در ایران را دارند. هر یک از غلات به چهار صورت فرآوری و استفاده شدند. روش‌های فرآوری عبارت بودند: ۱- پولکی کردن با بخار^۱ ۲- پف دادن با اشعه مادون قرمز^۲ (میکرونیزه)، ۳- پلت کردن^۳ و ۴- بدون فرآوری. جهت پولکی کردن با بخار ابتدا دانه‌ها بوسیله بخار داغ مرطوب و پخته شده و سپس از میان غلطک‌های داغ عبور کرده که با این عمل دانه به صورت ورقه درآمد. برای پف دادن با اشعه مادون قرمز، تسمه نقاله متحرک و نازکی دانه‌ها را به صورت ردیف‌های منظم از میان اشعه مادون قرمز عبور داده و دانه‌ها به طور موثری تحت تاثیر امواج کوتاه قرار گرفتند. میزان حرارت حدود ۱۱۰ تا ۱۳۰ درجه سانتیگراد و به مدت یک دقیقه بود. برای پلت کردن دانه جو و ذرت ابتدا آسیاب شدند و سپس به دیگ پخت منتقل شدند و از سوراخ‌های دای شماره ۶ که مخصوص پلت اسب بود عبور داده شدند (James و همکاران، ۲۰۰۱).

تهیه و قراردادن کیسه‌های نایلونی متحرک

دانه‌های غلات قبل از قرار دادن در داخل کیسه‌های نایلونی متحرک با آسیاب آزمایشگاهی یک میلی‌متری آسیاب شدند تا

^۱ - Steam Flaking

^۲ - Micronizing

^۳ - Pelleting

^۴ - Nasogastric Tube

شبه سازی جوییدن غلات توسط حیوان ایجاد شود (Rosenfeld and Austbø, ۲۰۰۹). کیسه‌های نایلونی مورد استفاده از جنس داکرون (الیاف پلی استر مصنوعی) بود که نسبت به گوارش میکروبی و شرایط دستگاه گوارش مقاوم است. ابعاد کیسه‌ها ۱×۶ سانتی متر بوده و قطر منافذ کیسه‌ها ۵۰ میکرون بود که اجازه ورود و خروج میکروارگانیسم‌های دستگاه گوارش به داخل کیسه‌ها را بدهد و از خروج مواد تجزیه نشده جلوگیری کند. دوخت کیسه‌ها با استفاده از دستگاه پرس پلاستیک انجام شد. داخل هر کیسه یک گرم نمونه خوراک ریخته شد و قبل و بعد از خوراک ریختن وزن آن‌ها ثبت شد و شماره گذاری روی کیسه‌ها با ماژیک غیر قابل انحلال انجام شد (شکل ۱). در هر بار کیسه گذاری برای هر اسب ۱۶ الی ۲۰ کیسه نایلونی توسط لوله بینی- معده‌ای^۴ از طریق بینی به داخل دستگاه گوارش فرستاده شد (شکل ۲). بعد از عبور دادن لوله بینی- معده‌ای از طریق بینی و مری و رسیدن آن به معده، کیسه‌های داخل لوله با استفاده از یک لیتر آب و پمپ دستی به داخل معده خالی شدند. در هر مرحله کیسه گذاری از همه انواع فرآوری هر دو غله استفاده شده تا مقدار خطا به حداقل برسد (شکل ۲). کیسه‌ها حدود ۲۴ ساعت پس از کیسه گذاری از طریق مدفوع جمع آوری شدند (Macheboeuf و همکاران، ۱۹۹۶). پس از جمع آوری، کیسه‌ها با ماشین شستشو مخصوص شسته و سپس در آون خشک

تجزیه و تحلیل آماری

طول دوره شامل ۱۴ روز عادت‌پذیری به جیره و ۳۰ روز کیسه-گذاری و جمع آوری کیسه‌ها بود. برای افزایش مقدار نمونه، عملیات کیسه‌گذاری برای هر اسب چند مرتبه انجام شد تا مقدار کافی نمونه‌ها برای تجزیه شیمیایی فراهم شود. اطلاعات حاصل از آزمایش به صورت طرح کاملاً تصادفی با آرایش فاکتوریل ۲×۴ و با رویه GLM نرم افزار آماری SAS (۱۹۹۶) تجزیه و تحلیل گردیدند، به طوری که نوع غله (دو غله) و نوع فرآوری (چهار نوع) دو عامل اصلی آزمایش بودند. مدل آماری به صورت زیر بوده و مقایسات میانگین‌ها با آزمون توکی در سطح معنی‌داری ۵ درصد انجام شد.

$$Y_{ij} = \mu + P_i + C_j + PC_{ij} + e_{ij}$$

در این مدل:

Y_{ij} = متغیر وابسته، μ = میانگین کل، P_i = اثر نوع فرآوری، C_j = اثر نوع غله، PC_{ij} = اثر متقابل نوع فرآوری و نوع غله و e_{ij} = اثرات باقی مانده (خطای آزمایشی) می باشد.



شکل ۲- کیسه‌گذاری با استفاده از لوله بینی- معده‌ای

گردیدند. پس از به‌دست آوردن وزن دقیق نمونه باقی مانده در داخل کیسه‌ها، درصد گوارش‌پذیری ماده خشک، نشاسته، پروتئین خام و عصاره اتری هر یک از نمونه‌ها پس از کسر مواد باقی مانده از مقدار اولیه، محاسبه گردید.

تجزیه شیمیایی نمونه‌ها

ترکیبات شیمیایی نمونه‌های خوراک و محتوی کیسه‌های نایلونی، طبق روش AOAC (۲۰۰۵) تعیین شدند. بر این اساس رطوبت با استفاده از آن، پروتئین خام با استفاده از دستگاه کلدال اتوماتیک (Behr Labor-Technik GmbH, D-40599 (Dusseldorf)، عصاره اتری با استفاده از دستگاه سوکسله (Behrotest, Et2, Germny) و خاکستر با استفاده از کوره اندازه‌گیری شدند. مقدار نشاسته با استفاده از روش آنترون-اسید سولفوریک تعیین گردید و از نشاسته خالص به عنوان استاندارد استفاده شد و در نهایت مقدار نشاسته هر نمونه به صورت گرم در هر یک کیلوگرم ماده خشک گزارش شد (Southgate, ۱۹۷۶).



شکل ۱- کیسه‌های نایلونی متحرک استفاده شده در آزمایش

نتایج و بحث

فرآوری‌ها در هر دو غله بسیار اندک بود و با توجه به این که هدف اصلی آزمایش بررسی گوارش‌پذیری مواد خوراکی فرآوری شده بود، مقدار مواد مغذی خوراک‌ها پس از فرآوری از لحاظ آماری مورد مقایسه قرار نگرفتند.

تأثیر روش‌های مختلف فرآوری بر ترکیبات شیمیایی دانه جو و ذرت در جدول ۲ نشان داده شده است. جهت جلوگیری از تأثیر نوع رقم جو و ذرت بر ترکیبات شیمیایی فرآوری‌های مختلف، مقدار دانه جو و ذرت مورد نیاز از یک محل خریداری شدند تا از ایجاد خطای احتمالی جلوگیری شود. تفاوت بین مواد مغذی انواع

جدول ۲- ترکیبات شیمیایی دانه جو و ذرت پس از فرآوری آنها

ترکیبات شیمیایی (گرم در کیلوگرم ماده خشک)					نوع فرآوری	نوع غله
خاکستر	عصاره اتری	نشاسته	پروتئین خام	ماده خشک		
۳۱	۲۷	۵۶۰	۱۱۸	۹۱۵	پولکی با بخار	جو
۳۳	۲۶	۵۶۴	۱۲۱	۹۴۴	میکرونیزه	
۲۹	۲۶	۵۵۶	۱۱۴	۹۱۹	پلت	
۲۹	۲۸	۵۶۱	۱۱۰	۹۱۰	بدون فرآوری	
۱۶	۴۱	۶۳۸	۹۳۴	۸۷۱	پولکی با بخار	ذرت
۱۷	۴۰	۶۳۰	۹۳۰	۸۹۰	میکرونیزه	
۱۶	۴۰	۶۲۳	۹۱۲	۸۷۶	پلت	
۱۵	۴۲	۶۳۲	۹۲۸	۸۸۳	بدون فرآوری	

جدول ۳- گوارش پذیری ماده خشک و مواد مغذی دانه جو و ذرت با فرآوری های مختلف (درصد)

اثر فاکتوریل	دانه جو			دانه ذرت			خطای استاندارد	غلغله فرآوری	غلغله فرآوری	غلغله فرآوری	اثر فاکتوریل
	پولکی	پلت	میکرونیزه	بدون فرآوری	پولکی	پلت					
ماده خشک	۸۰/۵۵	۷۹/۴۷	۸۱/۲۵	۷۹/۱۲	۷۲/۴۰	۷۳/۱۲	۸۰/۱۷	۷۲/۸۲	۳/۳۶	*	NS
نشاسته	۸۷/۲۰ ^{ab}	۸۵/۱۰ ^{ab}	۹۰/۳۰ ^a	۸۵/۷۰ ^{ab}	۸۷/۵۰ ^{ab}	۸۰/۵۷ ^b	۸۰/۴۵ ^a	۸۳/۷۵ ^b	۲/۸۴	*	NS
پروتئین	۷۰/۱۲ ^b	۶۸/۵۵ ^b	۷۰/۴۲ ^b	۶۹/۳۲ ^b	۷۳/۸۲ ^b	۸۰/۵۰ ^a	۷۲/۶۰ ^b	۷۱/۹۱ ^b	۳/۱۳	NS	NS
عصاره اتری	۲۶/۰۰	۲۷/۲۲	۲۶/۶۲	۲۵/۷۲	۳۸/۴۰	۳۸/۱۰	۳۷/۷۲	۳۸/۳۵	۵/۸۳	NS	NS

میانگین هایی که در هر ردیف دارای حروف غیر مشترک هستند، دارای اختلاف معنی دار هستند ($P < 0.05$). NS: عدم اختلاف معنی دار

گوارش پذیری پروتئین خام این روند عکس بود و اثر متقابل پلت و دانه ذرت باعث افزایش ($P < 0.05$) گوارش پذیری پروتئین خام نسبت به سایر روش ها در هر دو غله گردید (جدول ۳). Rosenfeld and Austbø (۲۰۰۹)، در آزمایش خود که با استفاده از ۴ راس اسب نروژی انجام شد تاثیر روش های مختلف فرآوری و نوع غله را بر گوارش پذیری مواد مغذی بررسی نمودند و گزارش کردند که روش فرآوری و نوع غله اثر متقابلی بر گوارش پذیری مواد مغذی نداشت. گوارش پذیری ماده خشک، نشاسته، پروتئین خام و عصاره اتری دانه جو و ذرت بدون در نظر گرفتن تاثیر روش فرآوری در جدول ۴ نشان داده شده است.

گوارش پذیری ماده خشک، نشاسته، پروتئین خام و عصاره اتری دانه جو و ذرت با فرآوری های مختلف در جدول ۳ نشان داده شده است. گوارش پذیری ماده خشک و عصاره اتری تحت تاثیر اثر متقابل روش فرآوری و نوع غله قرار نگرفت ولی اثر متقابل نوع دانه و روش فرآوری بر گوارش پذیری نشاسته و پروتئین خام، معنی دار بود (جدول ۳) ($P < 0.05$). بیشترین میزان گوارش پذیری مربوط به روش فرآوری میکرونیزه بود که در هر دو غله بالا بود. روش فرآوری پلت بر روی دانه ذرت دارای اثر متقابل بود و باعث کاهش گوارش پذیری نشاسته نسبت به سایر روش های فرآوری گردید (جدول ۳). در مورد

مشاهده شده است. Hussein و همکاران (۲۰۰۴) در آزمایشی، اثرات استفاده از دانه غلات مختلف بر گوارش‌پذیری مواد مغذی خوراک را بررسی نموده و گزارش کردند که استفاده از دانه غلات باعث افزایش گوارش‌پذیری ماده خشک نسبت به تیمار شاهد گردید، ولی گوارش‌پذیری ماده خشک بین دانه جو، ذرت، یولاف لخت و یولاف معمولی تفاوتی نداشت. در مورد تاثیر روش‌های مختلف فرآوری دانه غلات بر گوارش‌پذیری ماده خشک در اسب بررسی چندانی صورت نگرفته است و بیشتر مطالعات بر تاثیر روش‌های فرآوری بر روی تغییرات انسولین و گلوکز خون تمرکز کرده‌اند (Vervuert و همکاران، ۲۰۰۴). McLean و همکاران (۱۹۹۹)، تاثیر فرآوری فیزیکی را بر گوارش‌پذیری ماده خشک و نشاسته بررسی نمودند.

نتایج این محققین نشان داد که میکرونیزه و اکستروود کردن دانه ذرت باعث افزایش گوارش‌پذیری ماده خشک از ۸۶ به حدود ۹۴ درصد می‌شود و عمده ترین دلیل آن را شکسته شدن باندهای فیبری غیرقابل تجزیه در اثر گرمای حاصل از فرآوری فیزیکی-حرارتی دانستند. Hintz و همکاران (۱۹۷۱) اظهار نمودند که فرآوری های فیزیکی از قبیل غلطک زدن با آسیاب کنگره دار یا غلطک زدن خشک، تاثیری بر گوارش‌پذیری ماده خشک غلات ندارد.

گوارش‌پذیری ماده خشک، یکی از مهمترین فاکتورهای تاثیر گذار بر عملکرد دام و حتی گوارش‌پذیری سایر مواد مغذی می باشد (Hussein و همکاران، ۲۰۰۴). در این آزمایش، میانگین گوارش‌پذیری ماده خشک دانه جو بالاتر از دانه ذرت بود (جداول ۳ و ۴) ($P < 0.05$). تاثیر روش‌های مختلف فرآوری بر گوارش‌پذیری ماده خشک بدین صورت است که فرآوری با اشعه مادون قرمز (میکرونیزه) باعث افزایش گوارش‌پذیری ماده خشک نسبت با سایر روش‌ها گردید ($P < 0.05$) و سایر فرآوری ها مانند پولکی کردن و پلت کردن، گوارش‌پذیری یکسانی با تیمار بدون فرآوری داشتند (جداول ۳ و ۵) ($P > 0.05$).

De Fombelle و همکاران (۲۰۰۴) در آزمایشی، گوارش-پذیری ماده خشک غلات از قبیل گندم، یولاف، جو و ذرت را بررسی نمودند. این محققین اظهار نمودند که گوارش‌پذیری دانه ذرت به طور معنی داری از دانه جو بالاتر بود (۸۰/۵ در مقابل ۶۸/۵ درصد) ($P < 0.05$). یافته های این محققین با نتایج حاصل از آزمایش جاری متفاوت است، به طوری که در آزمایش حاضر گوارش‌پذیری دانه جو بالاتر از دانه ذرت بود. البته De Fombelle و همکاران (۲۰۰۴) در آزمایش خود از لیکور دستگاه گوارش اسب در آزمایشگاه جهت گوارش‌پذیری ماده خشک استفاده کردند که این موضوع احتمالاً منشا اختلاف

جدول ۴- گوارش‌پذیری ماده خشک و مواد مغذی دانه جو و ذرت (درصد)

خطای استاندارد	نوع دانه		
	ذرت	جو	
۲/۵۳	۷۴/۶۳ ^b	۸۰/۱۰ ^a	ماده خشک
۲/۲۳	۸۵/۰۶	۸۷/۰۷	نشاسته
۳/۸۷	۷۴/۷۱	۶۹/۶۰	پروتئین خام
۵/۱۲	۳۸/۱۴ ^a	۲۶/۳۹ ^b	عصاره اتری

میانگین هایی که در هر ردیف دارای حروف غیر مشترک هستند، دارای اختلاف معنی دار هستند ($P < 0.05$).

از آزمایش جاری بود. در حضور آب و حرارت، فرآوری غلات باعث ژلاتینه شدن گرانول‌های نشاسته می‌شود، در نتیجه باعث شل شدن ساختار فشرده گرانول‌ها شده و مجدداً حلالیت نشاسته افزایش یافته و حساسیت نشاسته به آنزیم‌ها بیشتر می‌شود. با افزایش حرارت در طول فرآوری میزان ژلاتینه شدن افزایش می‌یابد (Zinn و همکاران، ۲۰۰۲).

Murray و همکاران (۲۰۰۱) در آزمایشی چگونگی تغییر در بخش‌های مختلف نشاسته (نشاسته سهل الهضم، نشاسته کند تجزیه و نشاسته مقاوم) در جو، ذرت، گندم، سورگوم و سیب زمینی را زمانی که با درجه حرارت پایین (۸۳-۹۴°C) و یا بالا (۱۴۵°C-۱۳۵) اکستروود شدند، مورد بررسی قرار دادند.

آن‌ها دریافتند که غلات اکستروود شده در دمای بالا، حاوی نشاسته سهل الهضم بالایی نسبت به غلات فرآوری نشده یا فرآوری شده در دمای پایین بودند. در آزمایش ما تنها تیمارهای میکرونیزه شده، حرارت بالایی نزدیک به آزمایش Murray و همکاران (۲۰۰۱) دریافت کردند، بنابراین، وجود غلظت بالایی از نشاسته سهل الهضم در تیمار میکرونیزه دور از انتظار نیست.

گوارش پذیری نشاسته دانه جو و ذرت در جدول ۴ و فرآوری‌های مختلف آن‌ها در جدول ۳ و ۵ نشان داده شده است. دانه جو و ذرت بدون در نظر گرفتن روش فرآوری از لحاظ گوارش پذیری نشاسته تفاوت معنی‌داری نداشتند، ولی بین فرآوری‌های مختلف تفاوت معنی‌داری ($P < 0.05$) مشاهده شد (جدول ۳ و ۵). به این صورت که پولکی کردن و میکرونیزه کردن غلات باعث افزایش گوارش پذیری نشاسته نسبت به تیمار پلت شد.

در آزمایشی Rosenfeld and Austbø (۲۰۰۹) گوارش-پذیری نشاسته دانه جو، ذرت و یولاف را با استفاده از تکنیک کیسه‌های نایلونی متحرک بررسی نموده و گزارش کردند که گوارش پذیری کل نشاسته جو ۹۶ درصد بود که بالاتر از آزمایش حاضر بود (۸۷/۰۷) که احتمالاً به دلیل نوع رقم جو مورد استفاده بوده است. در مورد دانه ذرت هم فرآوری‌های فیزیکی - حرارتی (اکستروود و میکرونیزه)، باعث افزایش گوارش‌پذیری نشاسته گردید ولی در کل میانگین گوارش‌پذیری نشاسته دانه ذرت حدود ۸۵ درصد بود که از میانگین دانه جو (۸۷/۰۷) یک مقدار پایین تر بود. در آزمایش Rosenfeld and Austbø (۲۰۰۹)، میانگین گوارش‌پذیری نشاسته دانه ذرت ۹۱ درصد بود که بالاتر

جدول ۵- گوارش پذیری ماده خشک و مواد مغذی غلات با فرآوری‌های مختلف (درصد)

خطای استاندارد	نوع فرآوری				
	بدون فرآوری	میکرونیزه	پلت	پولکی شده	
۳/۲۶	۷۵/۹۷ ^b	۸۰/۷۱ ^a	۷۶/۳۰ ^b	۷۶/۴۷ ^b	ماده خشک
۴/۱۲	۸۴/۷۲ ^{ab}	۸۹/۳۷ ^a	۸۲/۸۳ ^b	۸۷/۳۵ ^a	نشاسته
۲/۸۷	۷۰/۶۲	۷۱/۵۱	۷۴/۵۲	۷۱/۹۷	پروتئین خام
۲/۲۴	۳۲/۰۳	۳۲/۱۷	۳۲/۶۶	۳۲/۲۰	عصاره اتری

میانگین‌هایی که در هر ردیف دارای حروف غیر مشترک هستند دارای اختلاف معنی‌دار هستند ($P < 0.05$).

فیزیکی یا فیزیکی - حرارتی نتوانستند تغییری در گوارش‌پذیری پروتئین خام ایجاد کنند. در جدول ۳، تاثیر هر یک از روش‌های فرآوری بر روی دانه جو و ذرت و اثرات متقابل آن‌ها نشان داده شده است. در همه روش‌های فرآوری به جز روش پلت کردن، گوارش‌پذیری پروتئین خام دانه جو و ذرت یکسان بود و تفاوت

گوارش‌پذیری پروتئین خام در بین دو غله جو و ذرت تفاوت معنی‌داری ($P > 0.05$) نداشت (جدول ۴)، به طوری که گوارش-پذیری پروتئین خام ذرت ۷۴/۷۱٪ و دانه جو ۶۹/۶۰٪ بود. همچنین، روش‌های مختلف فرآوری بر گوارش‌پذیری پروتئین خام تاثیر معنی‌داری نداشتند (جدول ۴). هیچ کدام از فرآوری‌های

ماده مغذی در خوراک بر گوارش‌پذیری آن ماده مغذی تاثیر می‌گذارد و هر چه مقدار آن بالاتر باشد گوارش‌پذیری نیز افزایش خواهد یافت. Sarkijarvi and Saastamoinen (۲۰۰۶) در آزمایشی تاثیر روش‌های مختلف فرآوری را بر گوارش‌پذیری عصاره اتری و سایر مواد مغذی بررسی نموده و بیان داشتند که فرآوری‌های حرارتی و یا فیزیکی بر گوارش‌پذیری عصاره اتری تاثیری نداشته است.

نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از این مطالعه نشان می‌دهند که فرآوری تکنولوژیکی غلات می‌تواند گوارش‌پذیری ماده خشک و نشاسته را در دستگاه گوارش اسب بهبود ببخشد و بنابراین، موجب افزایش ارزش تغذیه‌ای غلات و کاهش خطر ابتلا به کولیک و لنگش می‌شود. با توجه به نتایج حاصله می‌توان فرآوری با مادون قرمز (میکرونیزه) را بهترین نوع فرآوری دانست و پولکی کردن با بخار را در رتبه بعدی قرار داد. به هر حال، در انتخاب نوع فرآوری در تغذیه اسب باید هزینه فرآوری دانه در رابطه با بهبود در عملکرد ارزیابی شود و اقتصادی بودن آن مهمترین نقش را در انتخاب خواهد داشت. البته دسترسی به امکانات انجام هر کدام از فرآوری‌ها در منطقه نیز باید مد نظر قرار گیرد.

منابع

- AOAC. (2005). International official methods of analysis, XXI. Gaithersburg, M. D.: AOAC International.
- De Fombelle, A., Veiga, L., Drogoul, C. and Julliard, V. (2004). Effect of diet composition and feeding pattern on the prececal digestibility of starches from diverse botanical origins measured with the mobile nylon bag technique in horses. *J. Anim. Sci.* 82: 3625–3634.
- Hintz, H. F., Hogue, D. E., Walker, E. F., Lowe, J. E. and Schryver, H. F. (1971). Apparent digestion in various segments of the digestive tract of ponies fed diets with varying roughage-grain ratios. *J. Anim. Sci.* 32:245-248.

آماری معنی دار نداشتند. ولی پلت کردن دانه ذرت موجب افزایش گوارش‌پذیری پروتئین خام نسبت به دانه جو پلت شده گردید (جدول ۳) ($P < 0.05$). Hussein و همکاران (۲۰۰۴) در آزمایش خود، گوارش‌پذیری ظاهری کل پروتئین خام جو، ذرت و یولاف را به ترتیب ۷۹/۷، ۷۷/۳ و ۷۹/۱ درصد گزارش نمودند. این یافته‌ها کمی با نتایج آزمایش حاضر متفاوت است. در آزمایش جاری، متوسط گوارش‌پذیری پروتئین خام غلات حدود ۷۲ درصد به دست آمد. البته Hussein و همکاران (۲۰۰۴) در آزمایش خود گوارش‌پذیری را با استفاده از جمع آوری کل مدفوع محاسبه نمودند که ممکن است اختلاف مشاهده شده ناشی از این عامل باشد. در مورد پروتئین خام آن چه که مهم است گوارش‌پذیری پیش سکومی پروتئین خام می‌باشد. در آزمایش حاضر امکان محاسبه گوارش‌پذیری پیش سکومی نبود، ولی Rosenfeld and Austbø (۲۰۰۹) در آزمایش خود هیچ گونه تفاوتی در گوارش‌پذیری پیش سکومی پروتئین خام بین غلات فرآوری نشده و فرآوری شده با حرارت مشاهده نکردند. پروتئین خام خوراک که از گوارش در روده کوچک گریخته‌اند، در بخش خلفی به آمونیاک تبدیل می‌شوند که توسط باکتری‌های سنتز کننده پروتئین خام مصرف می‌شوند، هرچند پروتئین خام باکتریایی برای اسب‌ها سودمند نمی‌باشد. گوارش‌پذیری عصاره اتری در بین دو غله تفاوت معنی‌داری داشت و دانه ذرت دارای گوارش‌پذیری بالاتری نسبت به دانه جو بود (جدول ۳ و ۴) ($P < 0.05$)، به طوری که میانگین آن در جو و ذرت به ترتیب ۲۶/۳۹ و ۳۸/۱۴ درصد بود. همچنین، در همه انواع فرآوری‌ها گوارش‌پذیری عصاره اتری دانه ذرت بالاتر از دانه جو بود (جدول ۳) ($P < 0.05$). Hussein و همکاران (۲۰۰۴) در آزمایش خود گوارش‌پذیری عصاره اتری را بررسی نموده و اظهار نمودند که گوارش‌پذیری عصاره اتری دانه یولاف، ذرت و جو به ترتیب ۵۴/۳، ۳۵/۸ و ۲۲/۳ بوده است که تفاوت معنی‌داری بین آن‌ها وجود داشت. در این آزمایش، گوارش‌پذیری عصاره اتری دانه ذرت به مراتب بالاتر از جو بود که می‌تواند به دلیل بالا بودن میزان عصاره اتری دانه ذرت نسبت به دانه جو باشد، چون سطح هر

- Hudson, J. M., Cohen, N. D., Gibbs, P. G. and Thompson, J. A. (2001). Feeding practices associated with colic in horses. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 219 (10): 1419-1425.
- Hussein, H. S., Vogedes, L., Fernandez, G. and Frankeny, R. (2004). Effects of cereal grain supplementation on apparent digestibility of nutrients and concentrations of fermentation end-products in the feces and serum of horses consuming alfalfa cubes. *J. Anim. Sci.* 82: 1986-1996.
- Hyslop, J. (2006). In situ and mobile bag methodology to measure the degradation profile of processed feeds in different segments of the equine digestive tract. *Livest. Sci.* 100: 18-32.
- James, R., Wendy, B. and Simon, B. (2001). Safe and effective grain feeding for horses. Publication No. 01/148. Project No. UNE-62A.
- Jouany, J. P., Gobert, J., Medina, B., Bertin, G. and Julliand, V. (2008). Effect of live yeast culture supplementation on apparent digestibility and rate of passage in horses fed a high-fiber or high-starch diet. *J. Anim. Sci.* 86:339-347.
- Julliand, V., de Fombelle, A. and Varloud, M. (2006). Starch digestion in horses: The impact of feed processing. *Livest. Sci.* 100:44-52.
- Macheboeuf, D., Poncet, C., Jestin, M. and Martin-Rossett, W. (1996). Use of a mobile bag technique with caecum fistulated horses as an alternative method for estimating pre-caecal and total tract nitrogen digestibility. In proceedings of the 47th annual meeting of the European association of animal production, lillehammer, Norway, pp. 296. Rome: EAAP.
- McLean, B.M.L., Hyslop, J., Longland, A., Cuddeford, D. and Hollands, T. (1999). In: BSAS (Ed.), Effect of physical processing on in situ degradation of maize and peas in the caecum of ponies. British Society of Animal Science, Scarborough, UK, p. 134.
- Murray, S. M., Flickinger, E. A., Patil, A. R., Merchen, N. R., Brent, J. L. and Fahey, G. C. (2001). In vitro fermentation characteristics of native and processed cereal grains and potato starch using ileal chyme from dogs. *J. Anim. Sci.* 79: 435-444.
- Rosenfeld, I. and Austbø, D. (2009). Digestion of cereals in the equine gastrointestinal tract measured by the mobile bag technique on caecally cannulated horses. *Anim. Feed Sci. Technol.* 150: 249-258.
- Sarkijarvi, S. and Saastamoinen, M. (2006). Feeding value of various processed oat grains in equine diets. *Livest. Sci.* 100: (1) 3-9.
- SAS. (1996). SAS Users Guide: Statistics (Version 6/12 Ed.) SAS Inst. Inc., Cary.
- Southgate, D.A.T. (1976). Determination of food carbohydrates, applied Science, Publishers Ltd., London, pp. 108-109.
- Vervuert, I., Coenen, M. and Bothe, C. (2004). Effects of corn processing on the glycaemic and insulinaemic responses in horses. *J. Anim. Physiol. a. Anim. Nutr.* 88 : 348-355
- Zeyner, A., Geibler, C. and Dittrich, A. (2004). Effects of hay intake and feeding sequence on variables in faeces and faecal water (dry matter, pH value, organic acids, ammonia, buffering capacity) of horses. *J. Anim. Physiol. a. Anim. Nutr.* 88: 7-19.
- Zinn, R. A., Owens, F. N. and Ware, R. A. (2002). Flaking corn: processing mechanics, quality standards, and impacts on energy availability and performance of feedlot cattle. *J. Anim. Sci.* 80, 1145-1156.

♦ ♦ ♦ ♦ ♦ ♦ ♦ ♦ ♦ ♦ ♦ ♦ ♦ ♦ ♦ ♦