Archive of SID

پژوهش‌های علوم دامی
Animal Science Researches

نشریه پژوهش‌های علوم دامی/ جلد ۲۸ شماره ۲/ سال۱۳۹۷/ صفحات ۳۵ تا ۵۰

تأثیر فرآیند پلت بر ترکیب شیمیایی، بخش‌های نیتروژن‌دار و خصوصیات تجزیه پذیری کنسانتره تجاری با استفاده از دو روش برون تنی

مسلم باشتنی*[۱]، همایون فرهنگ‌فر[۱] و فاطمه گنجی[۲]

تاریخ دریافت: ۹۵/۲/۲۸ تاریخ پذیرش: ۹۵/۱۰/۱۱

[۱] استاد گروه علوم دامی دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند

[۲] دانش آموخته دکتری تغذیه دام دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند

*مسئول مکاتبه: mbashtani@birjand.ac.ir

چکیده

زمینه مطالعاتی: فرآوری غلات می‌تواند باعث استفاده بهینه از آنها گردد، اتلاف مواد مغذی را کاهش دهد و نیز موجب استفاده دام‌ها از خوراکی متعادل‌تر گردد که در مدیریت تغذیه حیوان بسیار مهم است. **هدف**: هدف از این پژوهش، تعیین اثرات حرارت دادن پلت بر ترکیب شیمیایی، بخش‌های نیتروژن‌دار و تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای ماده خشک و پروتئین‌خام در یک نوع کنسانتره تجاری بود. **مواد و روش**: به منظور انجام آزمایش از سه مرحله تهیه کنسانتره نمونه‌برداری صورت گرفت. تیمارهای آزمایش عبارت بودند از: ۱- کنسانتره آردی قبل از پلت کردن، ۲- کنسانتره آردی که حرارت را دریافت کرده و از کاندیشنر عبور کرده و ۳- کنسانتره حرارت داده شده و پلت شده. فراسنجه‌های تجزیه پذیری ماده خشک و پروتئین خام نمونه‌ها با استفاده از دو رأس گاو هلشتاین مجهز به فیستولای شکمبه‌ای با دو روش کیسه‌های نایلونی و تولید گاز اندازه‌گیری شد. **نتایج**: نتایج نشان داد فرآیند پلت تغییر محسوسی بر ترکیب شیمیایی (ماده خشک، پروتئین خام، چربی خام، خاکستر، فیبر نامحلول در شوینده خنثی، فیبر نامحلول در شوینده اسیدی) کنسانتره تجاری نداشت. میزان نیتروژن غیر پروتئینی تحت تأثیر عمل‌آوری حرارتی کاهش یافت. نیتروژن نامحلول در شوینده خنثی (NDIN) و نیتروژن نامحلول در شوینده اسیدی (ADIN) تحت تأثیر فرآیند حرارتی افزایش یافت هرچند این افزایش در مورد نیتروژن نامحلول در شوینده اسیدی معنی‌دار نبود. حرارت پلت باعث کاهش معنی‌دار بخش b ماده خشک و پروتئین خام کنسانتره تجاری گردید که در مورد پروتئین خام با کاهش معنی‌دار نرخ تجزیه پذیری همراه بود. حرارت پلت باعث کاهش بخش با پتانسیل تولید گاز گردید که نتایج روش کیسه‌های نایلونی را تأیید می‌کرد. **نتیجه‌گیری نهایی**: نتیجه گرفته شد که حرارت فرآیند پلت باعث کاهش تجزیه پذیری ماده خشک و پروتئین خام به‌خصوصًا بخش کند تجزیه (b) در هر دو روش کیسه‌های نایلونی و تولید گاز می‌شود. بنابراین فرآیند حرارتی طی پلت کردن کنسانتره راهبرد مناسبی در کاهش تجزیه پذیری شکمبه‌ای کنسانتره و تأمین پروتئین عبوری مورد نیاز گاوهای شیری می‌باشد.

واژگان کلیدی: پلت کردن، تجزیه پذیری شکمبه‌ای، تولید گاز، کیسه‌های نایلونی، کنسانتره

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

فرآوری خوراک یکی از عوامل مهم مؤثر بر مصرف خوراک توسط دام و همچنین قابلیت هضم خوراک است (دن و همکاران ۱۹۹۹). فرآوری غلات می‌تواند باعث استفاده بهینه از آنها گردد، اتلاف مواد مغذی را کاهش دهد و نیز موجب استفاده دام‌ها از خوراکی متعادل‌تر گردد که در مدیریت تغذیه حیوان بسیار مهم است. فرآوری به روش غلتک زدن با بخار باعث ایجاد تغییرات فیزیکی و شیمیایی در دانه غلات می‌شود. بخار دادن دانه غلات باعث ژلاتینه شدن نشاسته شده در نتیجه باعث افزایش هضم پذیری نشاسته در کل دستگاه گوارش می‌گردد. از طرف دیگر غلتک زدن دانه غلات نیز باعث افزایش سطح در معرض حمله میکروبی و متلاشی شدن بافت گرانولی نشاسته می‌گردد که این تغییرات نیز باعث افزایش بیشتر قابلیت هضم غلات می‌شود (هانتیگتون ۱۹۹۷؛ اون و همکاران ۱۹۹۷). از آنجایی که بخش مهمی از ترکیب کنسانتره مورد استفاده در خوراک دام ترکیبی از دانه‌های خوراکی مختلف می‌باشد و غالباً دارای پوسته سختی بوده که حدود ۱۶ درصد ماده خشک دانه را شامل می‌شود (آپلکوئیست ۱۹۷۲) و همانند سد مؤثری در برابر حمله میکروبی در شکمبه عمل می‌کند، لذا هضم دانه به میزان ناچیزی در نشخوارکنندگان صورت می‌گیرد مگر پوشش دانه شکسته شود. از طرفی در نتیجه شکسته شدن پوسته، پروتئین دانه به سرعت در شکمبه تجزیه می‌شود (مادسن و همکاران ۱۹۸۵). بنابراین روش‌های عمل آوری که پوسته دانه را می‌شکند اما تجزیه پذیری پروتئین را در شکمبه کاهش می‌دهد، سبب افزایش ارزش تغذیه‌ای آن برای نشخوارکنندگان می‌شود. عمل آوری حرارتی سبب ایجاد پل‌های عرضی در داخل و بین زنجیره‌های پپتیدی با کربوهیدرات‌ها شده و حلالیت پروتئین را کاهش می‌دهد که خود سبب کاهش حساسیت به تجزیه در شکمبه می‌شود (زولیچ و همکاران ۱۹۹۳). اکبریان و همکاران (۲۰۱۰) نشان دادند فرآیند حرارتی تف دادن سبب کاهش تجزیه پذیری مؤثر ماده خشک و بخش سریع تجزیه دانه سویا می‌شود. ثابت نرخ تجزیه ماده خشک دانه سویا در شکمبه نیز از ۸/۱۵ به ۴/۹۶ درصد کاهش پیدا می‌کند. استرن (۱۹۸۵) نشان داد که فرآوری حرارتی سویا به شکل اکسترود کردن در دمای ۱۴۹ درجه سانتی‌گراد تجزیه پذیری پروتئین در شکمبه را در مقایسه با سویای خام کاهش می‌دهد. نتایج مطالعه کراس (۱۹۹۱) نشان داد فرآیند اکسترود کردن دانه سویا در ۱۲۰ درجه سانتی گراد بدون اثر منفی بر روی قابلیت هضم پروتئین، تجزیه پذیری مؤثر پروتئین را از ۸۹ به ۷۰ درصد کاهش می‌دهد. ون سوست (۱۹۸۷) پیشنهاد کرد دمای مناسب جهت فرآوری حرارتی وابسته به فاکتورهای زیادی شامل: میزان رطوبت، میزان و ساختار کربوهیدرات، میزان پروتئین و حضور باندهای سولفیدی است. بنابراین دمای مناسب با توجه به تغییر در این پارامترها و پروتئین سایر اجزاء جیره تغییر می‌کند. هدف از این پژوهش، تعیین اثرات حرارت دادن پلت بر ترکیب شیمیایی، بخش‌های نیتروژن‌دار و تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای ماده خشک و پروتئین‌خام در یک نوع کنسانتره تجاری بود.

مواد و روش‌ها

نمونه‌های کنسانتره از کارخانه خوراک دام و طیور نگین واقع در شهرستان گناباد از توابع استان خراسان رضوی گرفته شد. به منظور انجام آزمایش از سه مرحله تهیه کنسانتره نمونه‌برداری صورت گرفت، کنسانتره آردی که وارد دستگاه پلت زن نشده بود، مرحله کاندیشنر[1] یا مرحله‌ای که کنسانتره آردی داخل دستگاه تحت تأثیر بخار آب با درجه حرارت ۸۰-۷۰ درجه سانتی‌گراد قرار داشت و مرحله سوم زمانی که کنسانتره از مرحله کاندیشنر عبور کرده و سرد شده و بصورت پلت درآمده بود. بنابراین تیمارهای آزمایشی بر اساس نمونه‌های گرفته شده عبارت بودند از ۱- کنسانتره آردی قبل از پلت کردن، ۲- کنسانتره آردی که حرارت را دریافت کرده و از کاندیشنر عبور کرده و ۳- کنسانتره حرارت داده شده و پلت شده. نمونه برداری سه بار در طول یک‌ماه انجام گرفت و در نهایت برای هر تیمار نمونه‌ها با هم مخلوط و یک نمونه گرفته شد. ترکیب خوراکی کنسانتره شامل

[1] Conditioner

www.SID.ir

Archive of SID

مخلوط کاملی از جو:۳۱ ٪، ذرت: ۲۰٪، سبوس گندم: ۲۲٪، کنجاله سویا: ۱۳٪، تفاله چغندر: ۵ ٪، تفاله گندم: ۴٪، مکمل مواد معدنی[۱]: ۱٪، نمک: ۱٪، کربنات کلسیم: ۱٪، جوش شیرین: ۱٪ و ملاس: ۱٪ بود. تجزیه تقریبی نمونه‌های کنسانتره از جمله ماده خشک، پروتیئن خام، چربی خام و خاکستر به روش AOAC (۱۹۹۰) تعیین شد. الیاف نامحلول در شوینده خنثی و اسیدی به روش ون سوست (۱۹۹۱) و با کمک دستگاه آنکوم اندازه‌گیری شد. بخش‌های نیتروژن‌دار بر اساس روش لیسترا و همکاران (۱۹۹۶) اندازه‌گیری گردید. بخش تجزیه پذیری ماده خشک و پروتئین با استفاده از روش کیسه‌های نایلونی (ارسکوف و مکدونالد ۱۹۷۹) و دو رأس گاو دارای فیستولای شکمبه‌ای که در سطح نگهداری تغذیه می‌شدند انجام شد. جیره گاوها حاوی ۷۰ درصد علوفه و ۳۰ درصد کنسانتره (شامل ۳۵ درصد دانه جو، ۱۸ درصد دانه ذرت، ۱۰ درصد کنجاله سویا، ۱۵ درصد کنجاله کلزا، ۱۱/۵ درصد سبوس گندم، ۷ درصد ملاس، ۱ درصد مکمل معدنی-ویتامینی، ۲ درصد پودر صدف و ۰/۵ درصد نمک (بر حسب ماده خشک) بود که در دو نوبت صبح و عصر در اختیار حیوانات قرار گرفت.

مقدار ۳ گرم از هر ماده‌ی غذایی داخل کیسه‌های نایلونی از جنس الیاف پلی‌استر مصنوعی به ابعاد ۶×۱۲ سانتی‌متر و قطر منافذ ۵۰ میکرومتر ریخته شد و تجزیه پذیری با سه تکرار و در زمان‌های ۰، ۲، ۴، ۸، ۱۶، ۲۴ و ۴۸ ساعت اندازه‌گیری شد. برای تخمین ضرایب a، b و c از معادله ارسکوف و مکدونالد (۱۹۷۹) استفاده شد.

$$P = a + b\,(1 - e^{-ct})$$

که در این معادله:

P= مقدار ناپدید شدن در زمان t، a= بخش سریع تجزیه، b= بخش کند تجزیه، c= ثابت نرخ تجزیه و t= مدت زمان انکوباسیون در شکمبه (ساعت) می‌باشد.

برای اندازه‌گیری گاز تولیدی از روش منک و همکاران (۱۹۷۹) استفاده شد. بعد از آسیاب کردن نمونه‌ها مقدار ۲۰۰ میلی‌گرم از هر نمونه در داخل سرنگ‌های شیشه‌ای مدرج با حجم ۱۵۰ سی‌سی قرار داده شد. برای هر نمونه ماده خوراکی ۳ تکرار (سرنگ) در نظر گرفته شد. شیرابه شکمبه حدود یک ساعت قبل از تغذیه صبح از دو رأس گاو هلشتاین از طریق فیستولای شکمبه‌ای جمع آوری، مخلوط و صاف گردیده و در فلاسک محتوی گازکربنیک به آزمایشگاه منتقل شد. مایع شکمبه صاف شده و تازه و محیط کشت تهیه شده مطابق روش منک و همکاران (۱۹۷۹) و روش تصحیح شده منک و استینگاس (۱۹۸۸) به نسبت‌های ۱ (مایع شکمبه) به ۲ (محیط کشت) با هم مخلوط شد. برای هر ۳ تکرار یک عدد سرنگ شاهد قرار داده شد و گاز تولیدی سرنگ‌های اصلی حاوی نمونه خوراکی تصحیح گردید. در زمان‌های ۲، ۴، ۶، ۸، ۱۲، ۲۴ و ۴۸ ساعت پس از قرار دادن سرنگ‌ها در انکوباتور، موقعیت پیستون و میزان گاز تولیدی قرائت و ثبت گردید. ضرایب b و c با استفاده از معادله زیر تخمین زده شد:

$$P = b\,(1 - e^{-ct})$$

که در این معادله:P= حجم تولید گاز در زمان t، b= بخش دارای پتانسیل تولید گاز، e= عدد نپرین، c= نرخ تولید گاز (درصد در ساعت) و t= زمان قرار دادن نمونه در حمام آب گرم است. حجم گاز تولیدی بر اساس وزن نمونه خوراک در هر زمان با استفاده از رابطه‌ی $V=(V_t-V_b))/W\times(200$ تصحیح گردید که در این رابطه، V حجم گاز تصحیح شده (میلی‌لیتر) به ازای ۲۰۰ میلی‌گرم ماده خشک نمونه خوراک، V_t حجم گاز تولیدی در سرنگ‌های حاوی نمونه خوراک (میلی‌لیتر)، V_b حجم گاز تولیدی در سرنگ‌های فاقد نمونه خوراک (میلی‌لیتر)، W وزن ماده خشک نمونه خوراک (میلی‌گرم) می‌باشد. مقدار اسیدهای چرب کوتاه زنجیر، قابلیت هضم ماده آلی و انرژی قابل متابولیسم با استفاده از رابطه‌های ذیل برآورد شد (منک و استینگس ۱۹۸۸؛ پایا و همکاران ۲۰۰۷).

SCFA (mmol/۲۰۰ mg DM)= ۰/۰۲۲۲GP– ۰/۰۰۴۲۵

ME (MJ/kg DM)=۱/۰۶+ ۰/۱۵۷ GP + ۰/۰۰۸ CP + ۰/۰۰۲۲ EE + ۰/۰۰۸۱ Ash

[۱]. ترکیب مکمل مواد معدنی استفاده شده به ازای هر کیلوگرم جیره شامل: سولفات منگنز ۲۴۸ میلی‌گرم، سولفات آهن ۱۲۵ میلی‌گرم، اکسید روی ۲۱۱ میلی‌گرم، سولفات مس ۲۵ میلی‌گرم، یدات کلسیم ۲۵ میلی‌گرم، سلنیوم ۰/۵ میلی‌گرم، کولین ۶۲۵ میلی‌گرم، آنتی‌اکسیدان ۲/۵ میلی‌گرم بود.

www.SID.ir

Archive of SID

DOM (% DM) = ۹ + ۰/۹۹۱ GP + ۰/۰۵۹۵ CP + ۰/۰۱۸۱ Ash

ME = انرژی قابل متابولیسم (مگاژول در کیلوگرم)، DOM = ماده آلی قابل هضم (درصد)، CP = پروتئین خام (گرم در کیلوگرم ماده خشک)، OM = ماده آلی (گرم در کیلوگرم ماده خشک)، Ash = خاکستر (گرم در کیلوگرم ماده خشک)، EE = چربی خام (گرم در کیلوگرم ماده خشک)، Gas = تولید گاز (میلی‌لیتر به ازای ۲۰۰ میلی‌گرم ماده خشک در ۲۴ ساعت تخمیر پایه) (منک و استینگس ۱۹۸۸).

تجزیه آماری داده‌های مربوط به ترکیبات شیمیایی و خصوصیات تجزیه پذیری ماده خشک و پروتئین خام تیمارهای آزمایشی با نرم‌افزار آماری SAS (۲۰۰۲) نسخه ۹,۱ در قالب طرح کاملاً تصادفی و مقایسه میانگین‌ها با آزمون توکی‌کرامر در سطح ۵ درصد خطا انجام شد. مدل آماری طرح بصورت زیر می‌باشد.

$$Y_{ij}= \mu+T_j+e_{ij}$$

Y_{ij}= مقدار هر مشاهده، μ= میانگین کل، T_i= اثر تیمار، e_{ij}= اثر خطای آزمایشی

نتایج و بحث

ترکیب شیمیایی کنسانتره خام و پلت شده با حرارت

ترکیب شیمیایی کنسانتره خام و پلت شده بر حسب ماده خشک در جدول ۱ آمده است. میزان ماده خشک کنسانتره خام و پلت شده مانند هم بود و بنابراین تحت تأثیر عمل آوری حرارتی قرار نگرفت. پروتئین خام تحت تأثیر فرآیند حرارتی اندکی کاهش یافت. مقدار چربی خام و خاکستر افزایش یافت. کربوهیدرات غیر فیبری در کنسانتره عمل آوری شده با حرارت کمتر از کنسانتره خام بود. در مجموع به نظر می‌رسد فرآیند حرارتی تغییر محسوسی بر ترکیب شیمیایی کنسانتره نداشته است. در آزمایشی که توسط شمعی و همکاران (۲۰۱۵) به منظور بررسی اثر نوع فرآیند حرارتی بر ترکیب شیمیایی، تجزیه پذیری و تخمیر پذیری برون تنی پسماندهای لپه پاک‌کنی انجام شد، فرآوری با انواع روش‌های حرارتی تأثیر معنی‌داری بر غلظت پروتئین خام نداشت. به هرحال کمترین پروتئین خام از نظر عددی مربوط به نمونه اتوکلاو شده بود که در مقایسه با تیمار شاهد کاهش یافت. نبود خاصیت اکسید کنندگی در فرآوری‌های انجام گرفته یکی از دلایل عدم تغییر در غلظت پروتئین خام پسماندهای فرآوری شده عنوان شد. استفاده از انواع روش‌های فرآوری تأثیر معنی‌داری در کاهش یا افزایش غلظت الیاف نامحلول در شوینده خنثی نداشت. با این حال، بیشترین غلظت آن در نمونه‌های فرآوری شده با اتوکلاو و تفت داده شده بود که با نتیجه برسانی (۱۹۹۳) مطابق بود. علت افزایش الیاف نامحلول در شوینده خنثی و کاهش پروتئین خام تشکیل کمپلکس پروتئین – الیاف در اثر تغییرات شیمیایی ناشی از حرارت گزارش شده است.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱- ترکیب شیمیایی کنسانتره خام و پلت شده با حرارت (درصد ماده خشک)

Table 1- Chemical composition of raw and heat-pelleted concentrate (% DM)

مورد Item	تیمار** Treatment**			P-value	SEM
	۱	۲	۳		
ماده خشک DM	94.8	94.8	94.8	0.3505	0.168
پروتئین خام CP	18.59	18.17	17.83	0.0505	0.168
چربی خام Fat	1.17	1.76	1.76	0.493	0.566
خاکستر Ash	6.68	7.03	8.08	0.0673	0.354
فیبر نامحلول در شوینده خنثی NDF	26.84	26.98	26.47	0.474	0.529
فیبر نامحلول در شوینده اسیدی ADF	14.72	14.92	14.53	0.423	0.586
کربوهیدرات غیر فیبری* NFE	47.08	46.06	45.85	0.376	0.424

*کربوهیدرات غیر فیبری از طریق تفاضل درصد پروتئین خام، چربی خام، خاکستر و فیبر نامحلول در شوینده خنثی از ۱۰۰ محاسبه شد.

**تیمار ۱: کنسانتره آردی خام، تیمار ۲: کنسانتره آردی حرارتی، تیمار ۳: کنسانتره حرارتی پلت شده

*Non-fibrous carbohydrate was calculated by subtracting the percentage of crude protein, crude fat, ash and neutral detergent fiber of 100.

**Treatment: 1. Raw Flour Concentrate, 2. Heated flour concentrate, 3. Heat-pelleted concentrate

بخش‌های نیتروژن‌دار کنسانتره خام و پلت شده با حرارت

میزان بخش‌های نیتروژن‌دار کنسانتره خام و پلت شده با حرارت در جدول ۲ نشان داده است. در مجموع فرآیند حرارتی طی عمل پلت سازی منجر به کاهش پروتئین خام در مقایسه با تیماری که حرارت ندیده بود، گردید هرچند بین تیمارها تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. غلظت نیتروژن غیر پروتئینی تحت تأثیر عمل آوری حرارتی کاهش یافت. نیتروژن نامحلول در شوینده خنثی تحت تأثیر فرآیند حرارتی افزایش یافت و در عوض بخش B_2 کاهش یافت. نیتروژن محلول در شوینده اسیدی (بخش B_3) تحت تأثیر فرآیند حرارتی افزایش یافت هرچند این افزایش معنی‌دار نبود. نیتروژن نامحلول در شوینده اسیدی نیز تحت تأثیر فرآیند حرارتی افزایش یافت. بیشترین میزان ADIN در تیمار پلت در مقایسه با دو تیمار دیگر مشاهده شد.

مطالعات اندکی در خصوص تأثیر فرآیندهای حرارتی بر بخش‌های نیتروژن‌دار کنسانتره مخلوط شده صورت گرفته است و اغلب گزارشات موجود مربوط به اجزاء خوراکی موجود در کنسانتره می‌باشد. به عنوان مثال در مطالعه فتحی نسری (۲۰۱۱) تف دادن و تف دادن به همراه ذخیره سازی حرارتی سبب کاهش معنی‌دار میزان نیتروژن غیر پروتئینی و نیتروژن محلول در بافر دانه سویا شد. اما برخلاف نتایج این آزمایش میزان نیتروژن نامحلول در شوینده اسیدی و نیتروژن نامحلول در شوینده خنثی تحت تأثیر عمل آوری حرارتی کاهش یافت که یکی از دلایل آن کاهش مقدار پوسته سویا گزارش شد. فرآیند حرارتی تف دادن در دمای ۱۴۵ درجه سانتی‌گراد سبب کاهش میزان نیتروژن محلول در بافر فسفات – بورات دانه سویا شد و میزان نیتروژن غیر پروتئینی نیز در دانه سویا تف داده کمتر از دانه سویا خام بود. مطابق با نتایج این آزمایش میزان نیتروژن نامحلول در شوینده خنثی دانه سویای خام تحت تأثیر فرآیند حرارتی تف دادن افزایش یافت (اکبریان و همکاران ۲۰۱۰). برنارد (۱۹۹۰) گزارش کرد تف دادن کنجاله سویا سبب افزایش نیتروژن غیرمحلول در شوینده اسیدی (ADIN) شده و افزایش

www.SID.ir

Archive of SID

درجه حرارت از ۱۰۲ به ۱۸۵ درجه سانتی‌گراد سبب افزایش ADIN از ۵/۶ به ۵۹/۵ درصد شده است. در مطالعه این محققین افزایش ADIN در درجه حرارت ۱۱۵ و ۱۳۰ درجه سانتی‌گراد غیرمعنی‌دار ولی در ۱۴۵ درجه سانتی‌گراد تا سه برابر افزایش پیدا کرده است. در بسیاری از آزمایشات افزایش ADIN را نتیجه شکل‌گیری محصولات میلارد می‌دانند. همچنین در آزمایشی که توسط خراسانی و همکاران (۲۰۱۱) به منظور بررسی تأثیر فرآیندهای حرارتی تف دادن و اکسترود کردن بر ترکیب شیمیایی، خصوصیات تجزیه پذیری و قابلیت هضم شکمبه‌ای- روده‌ای ماده خشک و پروتئین خام دانه سویا صورت گرفت، میزان نیتروژن غیر پروتئینی تحت تأثیر عمل آوری حرارتی کاهش یافت اگرچه اختلاف معنی‌داری در این خصوص بین فرآیند تف دادن و اکسترود کردن مشاهده نشد. نیتروژن محلول در بافر دانه سویا تحت تأثیر عمل آوری حرارتی تف دادن و اکسترود کردن کاهش یافت. نیتروژن نامحلول در شوینده اسیدی دانه سویا کاهش یافت ولی نیتروژن نامحلول در شوینده خنثی تحت تأثیر عمل آوری حرارتی تف دادن و اکسترود کردن قرار نگرفت.

جدول ۲- بخش‌های مختلف نیتروژن در کنسانتره خام و پلت شده با حرارت (گرم نیتروژن به ازاء کیلوگرم ماده خشک)

Table 2- Nitrogen fractions in raw and heat-pelleted concentrate (g N/kg DM)

بخش‌های نیتروژن‌دار Nitrogen fractions	تیمار* Treatment*			P-value	SEM
	1	2	3		
CP	185.9	181.7	178.3	0.050	0.168
NPN	16.9	15.3	14.5	0.160	0.358
TP	169.0	166.4	163.8	0.124	0.366
BSP	25.6	30.8	28.9	0.727	0.453
BIP	160.3	150.8	149.4	0.347	0.529
NDIN	78.4 ^{b}	92.5 ^{ab}	110.8 ^{a}	0.042	0.685
B_2	81.9 ^{a}	58.3 ^{ab}	38.5 ^{b}	0.027	0.824
B_3	31.0	41.3	46.5	0.541	0.957
ADIN	47.4	54.3	64.3	0.204	0.588

*تیمار ۱: کنسانتره آردی خام، تیمار ۲: کنسانتره آردی حرارتی، تیمار ۳: کنسانتره حرارتی پلت شده
CP= پروتئین خام، NPN: نیتروژن غیرپروتئینی، TP: پروتئین حقیقی، BSP: پروتئین محلول در بافر، NDIN= نیتروژن نامحلول در شوینده خنثی، BIP-NDIN= (B2) نیتروژن نامحلول در بافر اما محلول در شوینده خنثی، NDIN-ADIN= (B_3) نیتروژن محلول در شوینده اسیدی، ADIN= نیتروژن نامحلول در شوینده اسیدی
درج حروف غیرمشابه در هر ردیف بیانگر تفاوت معنی‌دار ($P < ۰/۰۵$) است.

*Treatment: 1. Raw Flour Concentrate, 2. Heated flour concentrate, 3. Heat-pelleted concentrate
CP= Crude Protein, NPN= Non Protein Nitrogen, TP=True Protein, BSP= Buffer Soluble Protein, NDIN= Neutral Detergent Insoluble N, B2= Buffer Insoluble Protein, B3= Acid Detergent Soluble N, ADIN= Acid Detergent Insoluble N
Different letters in each row indicates significant difference ($P<0.05$).

www.SID.ir

Archive of SID

فراسنجه‌های تجزیه پذیری ماده خشک کنسانتره خام و پلت شده با حرارت

میزان تجزیه پذیری ماده خشک در جدول ۳ و میانگین فراسنجه‌های آن در تیمارهای آزمایشی در جدول ۴ نشان داده شده است. با توجه به داده‌های جدول ۳ تجزیه پذیری ماده خشک در ساعات مختلف انکوباسیون تا ساعت ۸ تحت تأثیر فرآیند حرارتی تا حدودی افزایش یافت ولی از زمان ۱۶ تا ۴۸ ساعت انکوباسیون روند کاهشی در تجزیه پذیری ماده خشک تحت تأثیر حرارت پلت مشاهده شد. در زمان ۱۶ و ۴۸ اختلاف آماری معنی‌داری بین تیمارها مشاهده شد. در زمان ۱۶ بین تیمار یک و دو و تیمار یک و سه اختلاف معنی‌داری مشاهده گردید درحالیکه تجزیه‌پذیری ماده خشک در تیمار دو و سه تفاوت معنی‌داری نداشت. در زمان ۴۸ بین تیمار یک و سه اختلاف معنی‌داری مشاهده شد. بنابراین با افزایش زمان انکوباسیون تجزیه‌پذیری ماده خشک تحت تأثیر حرارت پلت کاهش یافت. با توجه به نتایج موجود در جدول ۴ میانگین بخش سریع تجزیه ماده خشک کنسانتره خام و حرارت داده شده مشابه همدیگر است و حرارت دادن این بخش را تحت تأثیر قرار نداده است. تفاوت معنی‌دار ($P<۰/۰۵$) بین میانگین ضرایب تجزیه پذیری بخش کند تجزیه و تجزیه پذیری مؤثر ماده خشک تحت تأثیر فرآیند حرارتی مشاهده شد. بنابراین در مجموع فرآیند حرارتی طی عمل پلت سازی منجر به کاهش بخش کند تجزیه ماده خشک گردید بدون اینکه تغییر معنی‌داری در بخش سریع تجزیه ماده خشک ایجاد شود. در مطالعه اکبریان و همکاران (۲۰۱۰) فرآیند حرارتی تف دادن سبب کاهش تجزیه پذیری مؤثر ماده خشک و بخش سریع تجزیه دانه سویا شد. ثابت نرخ تجزیه ماده خشک دانه سویا در شکمبه نیز از ۸/۱۵ به ۴/۹۶ درصد کاهش پیدا کرد. همچنین بخش کند تجزیه دانه عمل آوری شده در مقایسه با دانه سویای خام افزایش داشت که در این مورد با نتایج این آزمایش مغایر بود. در مطالعه نواک و همکاران (۲۰۰۵) اکسترود کردن در دمای ۱۴۵، ۱۵۵ و ۱۶۵ درجه سانتی‌گراد سبب کاهش بخش سریع تجزیه ماده خشک شد. تجزیه پذیری مؤثر و ثابت نرخ تجزیه ماده خشک دانه سویا توسط فرآیند اکسترود کردن کاهش یافت.

جدول ۳- میزان تجزیه‌پذیری ماده خشک کنسانتره خام و پلت شده با حرارت در زمان‌های مختلف انکوباسیون در شکمبه

Table 3- Degradability parameters of dry matter raw and heat-pelleted concentrate at different times of incubation in the rumen

تیمار* Treatment *	زمان انکوباسیون (ساعت) Incubation time (h)						
	۰	۲	٤	۸	١٦	٢٤	٤٨
۱	0.147	0.353	0.412	0.521	0.744 [a]	0.808	0.889 [a]
۲	0.147	0.353	0.436	0.514	0.699 [b]	0.723	0.861 [ab]
۳	0.174	0.359	0.451	0.582	0.654 [b]	0.745	0.840 [b]
SEM	0.015	0.046	0.022	0.020	0.017	0.024	0.007
P-value	0.423	0.256	0.493	0.108	0.006	0.624	0.010

*تیمار ۱: کنسانتره آردی خام، تیمار ۲: کنسانتره آردی حرارتی، تیمار ۳: کنسانتره حرارتی پلت شده

*Treatment: 1. Raw Flour Concentrate, 2. Heated flour concentrate, 3. Heat-pelleted concentrate

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۴- فراسنجه‌های تجزیه پذیری و تجزیه پذیری مؤثر شکمبه‌ای ماده خشک

Table 4- Ruminal degradability and effective degradability of dry matter

تیمار** Treatment**	ضرایب تجزیه پذیری* Degradability coefficients*			تجزیه پذیری مؤثر در نرخ عبور (درصد در ساعت) Effective degradability (%/KP)		
	a	b	c	0.02	0.05	0.08
1	0.181	0.714 [a]	0.093	0.768 [a]	0.644 [a]	0.564
2	0.206	0.661 [ab]	0.081	0.737 [b]	0.627 [b]	0.557
3	0.201	0.622 [b]	0.094	0.734 [b]	0.617 [b]	0.540
SEM	0.015	0.017	0.004	0.003	0.003	0.005
P-value	0.238	0.030	0.224	<0.001	0.006	0.071

*a= بخش سریع تجزیه b= بخش کند تجزیه c= ثابت نرخ تجزیه در ساعت

**تیمار ۱: کنسانتره آردی خام، تیمار ۲: کنسانتره آردی حرارتی، تیمار ۳: کنسانتره حرارتی پلت شده

حروف غیرمشابه در هر ستون بیانگر تفاوت معنی‌دار (P < ۰/۰۵) است.

*a= High degradation section, b= Low degradation section, c= Degradation rate

**Treatment: 1. Raw Flour Concentrate, 2. Heated flour concentrate, 3. Heat-pelleted concentrate

Different letters in each column indicates significant difference (P<0.05).

فراسنجه‌های تجزیه پذیری پروتئین خام کنسانتره خام و پلت شده با حرارت

میزان تجزیه پذیری پروتئین خام در جدول ۵ و میانگین فراسنجه‌های آن در تیمارهای آزمایشی در جدول ۶نشان داده شده است. با توجه به داده‌های جدول ۵ تجزیه پذیری پروتئین خام در ساعات مختلف انکوباسیون تحت تأثیر فرآیند حرارتی کاهش یافت. در این رابطه بین تیمارها در زمان صفر، ۸ و ۴۸ اختلاف آماری معنی‌داری مشاهده شد (P<۰/۰۵). بخش‌های مختلف تجزیه پذیری پروتئین خام تیمارهای آزمایشی در جدول ۶ آمده است. با توجه به نتایج موجود در جدول ۶ تفاوت معنی دار (P<۰/۰۵) بین میانگین ضرایب تجزیه پذیری مختلف و تجزیه پذیری مؤثر پروتئین خام تحت تأثیر فرآیند حرارتی مشاهده شد. بیشترین میانگین بخش کند تجزیه در تیمار حاوی کنسانتره آردی خام (۰/۷۳۶۰) مشاهده شد (P<۰/۰۵). تفاوت معنی‌داری بین تیمارها به لحاظ ثابت نرخ تجزیه پذیری مشاهده شد (P<۰/۰۵). بین تیمار کنسانتره آردی حرارتی و کنسانتره حرارتی پلت شده از نظر ثابت نرخ تجزیه پذیری تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد.

در مطالعه نواک و همکاران (۲۰۰۵) اکسترود کردن در تمام دماهای اعمال شده سبب کاهش بخش سریع تجزیه و ثابت نرخ تجزیه پروتئین خام شد. همچنین تجزیه پذیری مؤثر پروتئین خام دانه سویا توسط فرآیند اکسترود کردن کاهش یافت. فالدت و همکاران (۱۹۹۱) گزارش کردند که ثابت نرخ تجزیه پروتئین خام دانه سویا در اثر فرآیند تف دادن در دمای ۱۱۰ و ۱۲۰ درجه سانتی گراد کاهش یافت (از ۰/۱۷۴ به ۰/۰۹ درصد در ساعت). تف دادن سویا سبب کاهش تجزیه پذیری شکمبه‌ای پروتئین خام گردید. میزان تجزیه پذیری شکمبه‌ای دانه سویا با افزایش مدت زمان تف دادن کاهش یافت و بهترین مدت زمان تف دادن ۳ ساعت پیشنهاد شد. گانش و گریو (۱۹۹۰) نیز مشاهده کردند عمل آوری حرارتی تف دادن در دمای ۱۲۵، ۱۵۰ و ۱۶۵ درجه سانتی‌گراد سبب کاهش بخش سریع تجزیه پروتئین خام دانه سویا گردید و بخش کند تجزیه دانه سویا تحت تأثیر فرآیند تف دادن افزایش یافت. اما ثابت نرخ تجزیه و تجزیه پذیری مؤثر دانه سویا تحت تأثیر فرآیند تف دادن قرار نگرفت.

وانگ و همکاران (۱۹۹۷) گزارش نمودند که حرارت دادن دانه کلزا با استفاده از امواج (میکرونیزاسیون)[1] تجزیه

www.SID.ir

Archive of SID

پذیری ماده خشک و پروتئین خام آن را در شکمبه کاهش داد. سایر محققین نیز نتایج مشابهی از کاهش تجزیه پذیری پروتئین خام دانه کلزا در اثر انواع فرآیندهای حرارتی را گزارش نمودند (فارلی و همکاران ۱۹۹۲ و خراسانی و همکاران ۱۹۹۲). نتایج اغلب محققین نشان داد تأثیر حرارت بر تجزیه پذیری نیتروژن تابع زمان و دما در طی عمل آوری است.

طی مطالعه‌ای، مشتاقی‌نیا و اینگالس (۱۹۹۵) بیان کردند که تیمارهای حرارتی از طریق فرآیند دناتوره شدن و واکنش میلارد (واکنش ایجاد شده بین گروه آلدئید قند و گروه‌های آمین و اسید آزاد پروتئین) سبب کاهش تجزیه پذیری پروتئین مواد خوراکی در شکمبه می‌گردند. از سوی دیگر ووراجن (۱۹۹۵) عنوان کردند که تاخوردن و دناتوره شدن پروتئین با حرارت موجب واسرشتگی پروتئین می‌شود و از این طریق سطح آبگریزی پروتئین را افزایش و بنابراین تجزیه پذیری شکمبه‌ای پروتئین خام را کاهش می‌دهد (NRC,2001؛ ونسوست ۱۹۹۴). بر اساس مطالعات درباره تأثیر تیمارهای حرارتی بر بخش‌های مختلف پروتئین، بیشتر محققان به این نتیجه رسیده‌اند که حرارت دادن باعث کاهش پروتئین قابل تجزیه مؤثر در شکمبه می‌شود و فرآوری‌های حرارتی منابع پروتئینی مثل کنجاله سویا را روش مؤثری برای تغییر مقدار هضم شکمبه‌ای پروتئین خام، از طریق افزایش بخش غیرقابل هضم شکمبه‌ای پروتئین خام، از طریق افزایش بخش غیرقابل هضم پروتئین در شکمبه عنوان کرده‌اند (کانبولات و همکاران ۲۰۰۵). گزارش‌ها حاکی از این است که پرتوتابی امواج ریزموج از طریق کاهش اتصالات عرضی و ایجاد تغییرات فیزیکی و شیمیایی و همچنین واسرشتگی پروتئین سبب کاهش حلالیت پروتئین، کاهش بخش سریع تجزیه شده است و با افزایش بخش کند تجزیه سبب افزایش پروتئین عبوری شده است (صادقی و شورنگ ۲۰۰۸؛ ماهری-سیس و همکاران ۲۰۱۱). از نظرگاه تغذیه عملی گاوهای شیری پرتولید، این نتایج می‌تواند مفید واقع شود؛ چراکه در این حیوانات مشکل بالا بودن سطح نیتروژن آمونیاکی در شکمبه وجود دارد (پفیفر و هیرستو ۲۰۰۵) که علاوه بر اتلاف منابع با ارزش پروتئینی به شکل آمونیاک، باعث کاهش بازده تولیدمثلی و افزایش تأثیرات زیست محیطی به واسطه افزایش دفع نیتروژن به محیط و افزایش تولید گازهای گلخانه‌ای می‌شود (فتحی نسری و همکاران ۲۰۰۶ و پفیفر و هیرستو ۲۰۰۵).

در مجموع در کنسانتره عمل آوری شده تجزیه پذیری مؤثر ماده خشک و پروتئین خام با توجه به کاهش ثابت نرخ تجزیه و رابطه مستقیم با نرخ تجزیه پذیری، کاهش یافت. هرچند سازوکار حفاظتی پروتئین‌ها از تجزیه شکمبه‌ای در خوراک‌های فرآوری شده توسط حرارت بسیار پیچیده است ممکن است واکنش‌های شیمیایی (از قبیل واکنش میلارد) که در طول فرآوری حرارتی ایجاد می‌شود، مسئول کاهش تجزیه پذیری شکمبه‌ای باشد. این واکنش‌ها باعث تبدیل پروتئین خوراک به ترکیباتی مقاوم به تجزیه در شکمبه می‌شوند (صادقی و شورنگ ۲۰۰۸). بنابراین فرآیند حرارتی طی پلت کردن کنسانتره راهبرد مناسبی در کاهش تجزیه پذیری شکمبه‌ای کنسانتره و تأمین پروتئین عبوری مورد نیاز گاوهای شیری می‌باشد. حرارت دادن همراه با فشار و بخار می‌تواند با حفاظت پروتئین دانه از دسترسی میکروبها در شکمبه روش مؤثری در افزایش راندمان استفاده از پروتئین با ارزش دانه‌ها باشد. بویژه در مورد غلاتی مانند جو که تجزیه پذیری ماده خشک آن در شکمبه زیاد است انجام برخی فرآیندهای فیزیکی و شیمیایی، موجب کاهش تجزیه پذیری و در نهایت بهبود بازده استفاده از خوراک خواهد شد (رابینسون و مک نوین ۱۹۹۴).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۵- میزان تجزیه‌پذیری پروتئین خام کنسانتره خام و پلت شده با حرارت در زمان‌های مختلف انکوباسیون در شکمبه

Table 5- Degradability parameters of crude protein raw and heat-pelleted concentrate at different times of incubation in the rumen

تیمار* Treatment*	زمان انکوباسیون (ساعت) Incubation time (h)						
	0	2	4	8	16	24	48
1	0.280 [a]	0.462	0.517	0.631 [a]	0.703	0.804	0.934 [ab]
2	0.271 [ab]	0.365	0.441	0.423 [ac]	0.674	0.708	0.957 [a]
3	0.227 [b]	0.384	0.434	0.489 [b]	0.674	0.768	0.945 [b]
SEM	0.013	0.049	0.011	0.009	0.031	0.035	0.004
P-value	0.049	0.111	0.665	<0.001	0.101	0.500	0.032

* تیمار ۱: کنسانتره آردی خام، تیمار ۲: کنسانتره آردی حرارتی، تیمار ۳: کنسانتره حرارتی پلت شده

*Treatment: 1. Raw flour concentrate, 2. Heated flour concentrate, 3. Heat-pelleted concentrate

جدول ۶- فراسنجه‌های تجزیه پذیری و تجزیه پذیری مؤثر شکمبه‌ای پروتئین خام کنسانتره خام و پلت شده با حرارت (درصد ماده خشک)

Table 6. Degradability parameters and ruminal effective degradability of crude protein raw and heat-pelleted concentrate

تیمار** Treatment **	ضرایب تجزیه پذیری* Degradability coefficients*			تجزیه پذیری مؤثر در نرخ عبور (درصد در ساعت)		
	a	b	c	0.02	0.05	0.08
1	0.221	0.736 [a]	0.068 [a]	0.801	0.689 [a]	0.621 [a]
2	0.224	0.719 [a]	0.048 [b]	0.800	0.633 [b]	0.551 [b]
3	0.245	0.598 [b]	0.038 [b]	0.795	0.633 [b]	0.550 [b]
SEM	0.012	0.018	0.005	0.004	0.008	0.008
P-value	0.231	0.001	0.011	0.654	0.005	0.002

*a= بخش سریع تجزیه b= بخش کند تجزیه c= ثابت نرخ تجزیه در ساعت

** تیمار ۱: کنسانتره آردی خام، تیمار ۲: کنسانتره آردی حرارتی، تیمار ۳: کنسانتره حرارتی پلت شده

حروف غیرمشابه در هر ستون بیانگر تفاوت معنی‌دار ($P < ۰/۰۵$) است.

*a= High degradation section, b= Low degradation section, c= Degradation rate

**Treatment: 1. Raw Flour Concentrate, 2. Heated flour concentrate, 3. Heat-pelleted concentrate

Different letters in each column indicates significant difference (P<0.05).

فراسنجه‌های تولید گاز

میزان تولید گاز در جدول ۷ و میانگین فراسنجه‌های آن در تیمارهای آزمایشی در جدول ۸ نشان داده شده است. با توجه به داده‌های جدول ۷ بیشترین مقدار تولید گاز در ساعات مختلف انکوباسیون در تیمار یک و کمترین مقدار آن در تیمار سه مشاهده و با گذر زمان به میزان گاز تولیدی افزوده شد. با توجه به جدول ۸ نیز بیشترین مقدار بخش b در تیمار یک مشاهده شد هرچند تفاوت معنی داری بین تیمارها در این خصوص وجود نداشت. کمالک و همکاران (۲۰۰۵) گزارش کردند که بخش b (بخش نامحلول در آب ولی قابل تخمیر) تحت تأثیر عواملی از قبیل حلالیت، ساختمان فیزیکی گیاه و میزان دیواره سلولی قرار دارد. کاهش بخش b در اثر حرارت پلت در تیمار دوم و سوم را می‌توان به کاهش حلالیت خوراک ارتباط داد هرچند تفاوت مشاهده شده معنی دار نبود. بین تیمارهای آزمایشی از نظر نرخ تولید گاز در ساعت تفاوت معنی داری مشاهده نشد.

با توجه به اینکه ارزش غذایی مواد خوراکی و محصولات فرعی همبستگی بسیار بالایی با میزان تولید گاز در ۲۴ ساعت ابتدایی انکوباسیون دارد (منک و استینگاس ۱۹۸۸).

www.SID.ir

Archive of SID

لذا بالا بودن تولید گاز در ۲۴ ساعت اولیه دلیل بر بالا بودن ارزش غذایی مواد خوراکی است. تأثیر تیمارهای حرارتی در کاهش گاز تولیدی توسط سایر محققان نیز گزارش شده است (پرند و تقی‌زاده ۲۰۱۱ و ماهری و همکاران ۲۰۱۱). طی پژوهش ماهری و همکاران (۲۰۱۱) تأثیر زمان‌های مختلف پرتودهی ریزموج بر ارزش غذایی و ویژگیهای تخمیری تفاله گوجه فرنگی، مطالعه و گزارش شد که پرتوتابی ریزموج باعث کاهش تولید گاز می‌گردد علت کاهش تولید گاز در اثر افزایش زمان‌های پرتوتابی ریزموج، کاهش حلالیت ماده خشک خوراک در اثر حرارت عنوان شده است (صادقی و شورنگ ۲۰۰۸). نتایج این مطالعه در مورد تأثیر فرآیند تف دادن بر مقدار گاز تولیدی با نتایج مطالعه پرند و تقی‌زاده (۲۰۱۱) مطابقت داشت. این محققان علت کاهش گاز تولیدی در اثر تفت دادن دانه جو را تغییر ساختار سه‌بعدی پروتئین دانه جو در اثر حرارت و کاهش قابلیت هضم پروتئین دانسته‌اند. افزون بر این کانبولات و همکاران (۲۰۰۵) درباره تأثیر اتوکلاو دانه گلرنگ و کنجاله سویا بر مقدار گاز تولیدی، مطالعه و کاهش گاز تولیدی را گزارش کردند.

جدول ۷- مقدار تولید گاز کنسانتره خام و پلت شده با حرارت در زمان‌های مختلف انکوباسیون (میلی‌لیتر به ازای ۲۰۰ میلی‌گرم ماده خشک)

Table 7- The amount of gas production raw and heat-pelleted concentrate at different times of incubation (ml/200 mg DM)

تیمار* Treatment*	زمان انکوباسیون (ساعت) Incubation time (h)					
	2	4	6	8	24	48
1	3.66	9.33	18.66	22.00	55.99	56.66
2	2.33	6.66	16.99	20.33	49.33	50.00
3	1.00	5.99	13.99	15.66	46.66	47.33
SEM	1.138	1.753	1.972	2.419	2.762	2.762
P-value	0.323	0.418	0.308	0.237	0.123	0.123

*تیمار ۱: کنسانتره آردی خام، تیمار ۲: کنسانتره آردی حرارتی، تیمار ۳: کنسانتره حرارتی پلت شده

**Treatment: 1. Raw Flour Concentrate, 2. Heated flour concentrate, 3. Heat-pelleted concentrate

جدول ۸- فراسنجه‌های تولید گاز کنسانتره خام و پلت شده با حرارت

Table 8- Gas production parameters of raw and heat-pelleted concentrate

تیمار* Treatment*	پارامترها** Parameters**	
	b	c
1	63.981	0.059
2	55.717	0.051
3	56.605	0.059
SEM	2.520	0.005
P-value	0.112	0.489

*تیمار ۱: کنسانتره آردی خام، تیمار ۲: کنسانتره آردی حرارتی، تیمار ۳: کنسانتره حرارتی پلت شده

**b: حجم گاز تولیدی از بخش نامحلول در آب ولی قابل تخمیر (میلی‌لیتر) c: ثابت نرخ تولید گاز (میلی‌لیتر بر ساعت)

*Treatment: 1. Raw Flour Concentrate, 2. Heated flour concentrate, 3. Heat-pelleted concentrate

**b: Degradability of water insoluble (ml), c: Rate constant (ml/h)

در جدول ۹ میزان اسیدهای چرب کوتاه زنجیر، انرژی قابل متابولیسم و قابلیت هضم برآوردی تیمارهای آزمایشی با روش تولید گاز ارائه شده است. میزان اسید چرب کوتاه زنجیر تیمار یک در مقایسه با تیمار دو و سه بیشتر بود ($P<۰/۰۵$). انرژی قابل متابولیسم تیمار یک بالاتر از تیمار دو و سه برآورد شد ($P<۰/۰۵$). قابلیت

www.SID.ir

Archive of SID

هضم ماده آلی نیز در تیمار یک بیشتر از دو تیمار دیگر برآورد شد (P<۰/۰۵). عمل آوری حرارتی باعث کاهش این فراسنجه‌ها شد (P<۰/۰۵). دلیل این امر را می‌توان کاهش حجم گاز تولیدی در اثر این فرآوری دانست زیرا این فراسنجه‌ها از طریق معادلات رگرسیونی بر اساس داده‌های حاصل از تولید گاز و تجزیه تقریبی مواد خوراکی بدست می‌آیند و فراوری حرارتی باعث کاهش حجم گاز شده است. صادقی و شورنگ (۲۰۰۸) علت کاهش تولید گاز را کاهش حلالیت ماده خشک خوراک در اثر حرارت عنوان کردند. مطابق با نتایج این آزمایش، در آزمایش شمعی و همکاران (۲۰۱۵) روش‌های مختلف عمل آوری حرارتی منجر به کاهش این فراسنجه‌ها گردید.

جدول ۹- فراسنجه‌های تخمینی کنسانتره خام و پلت شده با حرارت با استفاده از روش تولید گاز

Table 9- Estimated parameters for raw and heat-pelleted concentrate using gas production technique

تیمار* Treatment*	SCFA	ME	DOM
1	1.227 a	11.905 a	76.404 a
2	1.090 b	10.852 b	69.904 b
3	1.031 c	10.506 c	67.314 c
SEM	0.003	0.005	0.131
P-value	<0.001	<0.001	<0.001

* تیمار ۱: کنسانتره آردی خام، تیمار ۲: کنسانتره آردی حرارتی، تیمار ۳: کنسانتره حرارتی پلت شده

SCFA: اسیدهای چرب کوتاه زنجیر (میلی‌مول در ۲۰۰ میلی‌گرم ماده خشک)، ME = انرژی قابل متابولیسم (مگاژول در کیلوگرم ماده خشک)، DOM = ماده آلی قابل هضم (درصد ماده خشک)

حروف غیرمشابه در هر ستون بیانگر تفاوت معنی‌دار (P < ۰/۰۵) است.

*Treatment: 1. Raw Flour Concentrate, 2. Heated flour concentrate, 3. Heat-pelleted concentrate

SCFA: Short-chain fatty acid (mmol/200 mg DM). ME: Metabolizable energy (MJ/kg DM), DOM: Digestible organic matter (% DM)

Different letters in each column indicates significant difference (P<0.05).

نتیجه‌گیری کلی

نتایج آزمایش نشان داد عمل آوری حرارتی طی عمل پلت کردن کنسانتره تأثیر معنی‌داری بر ترکیب شیمیایی نداشت اما تجزیه پذیری مؤثر ماده خشک و پروتئین خام با توجه به کاهش ثابت نرخ تجزیه کاهش یافت. بنابراین فرآیند حرارتی طی پلت کردن کنسانتره راهبرد مناسبی در کاهش تجزیه پذیری شکمبه‌ای کنسانتره و تأمین پروتئین عبوری مورد نیاز گاوهای شیری می‌باشد. همچنین نتایج کلی روش کیسه‌های نایلونی و تولید گاز مشابه بود و در هر دو روش اثر حرارت پلت باعث کاهش تجزیه پذیری بخش کند تجزیه پذیر گردید.

منابع مورد استفاده

Akbariyan A, Khorvash M, Ghorbani GH, Dehghan M, Shourang P, Ghasemi A and Jafari M, 2010. Degradability of soybean seeds processed with physical methods with nylon bag and polyacrylamide gel electrophoresis. 4th Animal Science Congress, College of Agriculture and Natural Resources, Karaj. pp:2410-2414. (In Persian).

AOAC, 1990.Official methods of analysis of the association of official analytical chemists.15thed. Washington, DC. USA.

Appelquist LA, 1972. Chemical constituents of rapeseed.cultivation, composition, processing and utilization.Amesterdam, The Netherlands. Pp. 123-127.

Bernard J K, 1990. Effect of raw or roasted whole soybeans on digestibility of dietary nutrients and milk production of lactating dairy cows. Journal of Dairy Science 73:3231.

Bressani T, 1993. Grain quality of common beans. Food Reviews International 9: 237-297.

www.SID.ir

Archive of SID

Canbolat O, Kamalak A, EfeE, Sahin M and Ozkan C O, 2005. Effect of heat treatment on in situ rumen degradability and in vitro gas production of full-fat soyabeans and soyabean meal. Animal Feed Science and Technology 138: 143-148.

Cros P, Vernay M and Moncoulon R, 1991. In situ evaluation of the ruminal and intestinal degradability of extruded whole horse beans. Reprod Nutr. Develop. 31: 249-257.

Dann HM, Varga GA and Putnan DE, 1999. Improving energy supply late gestation and earlypostpartum dairy cows. Journal of Dairy Science 82: 1765-1778.

Datt C and Singh G, 1995. Effect of protein supplementation on in vitro digestibility and gas production of wheat straw. Indian Journal of Dairy Sience 48:357-361.

Faldet MA, Voss VL, Broderick GA and Saller LD, 1991.Chemical, In Vitro and In Situ evaluation of heat-treated soybean proteins.Journal of Dairy Science 74:2548-2554.

Farlay A, Legay F, Bauchart D, Poncet C and Mdoreau, 1992.Effect of a supply of raw or extruded rapeseeds on digestion in dairy cows.Journal of Animal Science 70:915-923.

Fathi Nasri MH, 2005. Impact of the use of raw and heated soybeans on digestive factors, milk production and composition Holstein cows. PhD thesis. Ferdowsi University of Mashhad. (In Persian).

Fathi Nasri MH, Daneshmesgaran M, Valizadeh R, Nikkhah A, Emami MH and Heravi mousavi AR, 2006. Effect of heating (roasting) on the chemical composition, Nitrogen fractions, degradability coefficients, Ruminal and Post-Ruminal disappearance dry matter and crude protein of two varieties (Sahar and Williams), whole soybean seeds. Journal of Food Science and Technology 2(1): 23-35. (In Persian).

GaneshD and Grieve DG, 1990. Effect of roasting raw soybeans at three temperatures on in situ dry matter and nitrogen disappearance in dairy cows. Journal of Dairy Science 73: 3222-3230.

Goelema JO, Spreeuwenberg MAM, Hof G, Van der poel A and Tamminga S, 1998. Effect ofpressure toasting on the rumen degradability and intestinal digestibility of whole and broken peas, lupinsand faba beans and a mixture of these feedstuffs. Animal Feed Science and Technology 76: 35-50.

Huntington GB, 1997. Starch utilization by ruminants: From basics to the bunk. Journal of Animal Science 75:852-867.

Kamalak A, Canbolat O, Erol A, Kilinc C, Kizilsimesk M, Ozkan CO and Ozkose E, 2005. Effect of variety on chemical composition, in vitro gas production, Metabolizable energy and organic matter digestability of alfalfa hays.Livestock Research for Rural Development.17(7). http:// cipav.org.co/lrrd17/7/cont1707 htm

Khanum SA, Yaqoob T,Sadaf S, Hussain M, Jabbar MA, Hussain HN, Kausar R and Rehman S, 2007. Nutritional evalution of varius feedstuffs for livestock production using in vitro gas method. Pakistan Veterinary Journal 27(3): 129-133.

Khorasani GR, de Boer G and Kennelly JJ, 1992. Effect of canola fat on ruminal and total tract digestion, plasma hormones and metabolites in lactating dairy cows. Journal of Dairy Science 75:492-501.

Khorasani H, 2011. Effects of roasting and extruding heat processes on chemical composition, fractions degradability and intestinal digestibility of dry matter and crude protein of whole soybeans. MSc thesis. University of Birjand. (In Persian).

Licitra G, Hernandez T and Van soest PJ, 1996. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. Animal Feed Science and Technology 57: 347-358.

Madsen J and Hvesplund PG, 1985. Protein degradation in the rumen. Acta Agric. Scand. 25(Suppl.1):103-124.

Menke KH and Steingass H, 1988. Estimation of the energetic feed value obtained from chemical analysis and in vitro gas production using rumen fluid. Animal Research and Development 28: 7-55.

Maheri N, Egbali M, Aghazadeh A, Mirzaei A and Golshani A, 2011. Effects of MicrowaveIrradiation on Ruminal Protein Degradation of Tomato Pomace. International Journal of Animal &Veterinary Advances 3: 177-181.

Maheri-Sis N, Eghbali-Vaighan M, Mirza-Aghazadeh A, Shaddel-Telli A.A, Mirzaei-Aghsaghali A and Aghajanzadeh-Golshani A, 2011. Effects of Microwave Irradiation on Ruminal Protein Degradationof Tomato Pomace. International Journal of Animal and Veterinary Advances 3: 177-181.

www.SID.ir

Archive of SID

Menke KH, Raab L, Salewski A, Steingass H, Fritz D and Schneder W, 1979. The estimation of the digestibility and metabolizable energy content of ruminant feeding stuffs from the gas production when they are incubated with rumen liquor in vitro. Journal of Agricultural Science 93: 217-222.

Moshtaghi, Nia SA and IngallsJ R, 1995. Influence of moist heat treatment on ruminal and intestinaldisappearance of amino acids from rapeseed meal. Journal of Dairy Science 78: 1552-1560.

National Research Council, 2001.Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 7th Rev ed, NationalAcademy of Science, Washington, DC.

Nowak W, Michalak S and Wylegala S, 2005. In situ evaluation of ruminal degradability and intestinal digestibility of extruded soybeans.Czech. Journal of Animal Science 50: 281-287.

OrskoveERand McDonaldI, 1979. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. Journal of Agricultural Science 92: 499-503.

Owean FN, Serist D S, Hill WJ and Gill DR, 1997. The effect of gran source and grain processing on performance of feedlot cattle: A review. Journal of Animal Science 75:868-879.

Parand A and Taghizadeh A, 2011. Investigation of the digestibility of processed barley grain by different methods using gas production method and two sources of microbial enzymes. Journal of Animal Science Researches(Agricultural Science) 4(2): 1-13. (In Persian).

Paya H, Taghizadeh A, Janmohammadi H and Moghadam GA, 2007.Nutrient digestibility and gas production of some tropical feeds used in ruminant diets estimated by the in vivo and in vitro gas production techniques. American Journal of Animal and Veterinary Science 2(4):108-113.

Pfeffer E and Hristov AN, 2005. Nitrogen and Phosphorus Nutrition of Cattle: Reducing theEnvironmental impact of cattle operation. CABI. Wallingford. UK.

Robinson PH and McNiven MA, 1994. Influence of flame roasting and feeding frequency of barley on performance of dairy cows. Journal of Dairy Science 77: 3631-3643.

SAS, 2002.SAS/STAT User's Guide (Version 8.01 Edition). SAS Inst. Inc., Cary, NC

Sadeghi AA and Shawrang P, 2008. Effect of microwave irradiation on ruminal dry matter, protein andstarch degradation characteristics of barley grain. Animal Feed Science and Technology 141, 184-194.

Shamee F, Pirmohammadi R and Khalilvandi behroozyar H, 2015. Effect of heat treatments on chemical composition, in situ degradability and in vitro fermentability of chick pea pre-cleaning wastes. Iranian Journal of Animal Science 46(3): 247-261. (In Persian).

Stern, MD., Santos KA and Satter LD, 1985. Protein degradation in rumen and amino acid absorption in small intestine of lactating dairy cattle fed heat-treated whole soybeans. Journal of Dairy Science 68: 45-56.

Vansoest PJ, 1987. Nutritional ecology of ruminat cornell university press. Ithaca, NewYoork, U.S.A 374 pp.

Van Soest PJ, Robertsone JB and BA Lewis, 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and nonstarch polysacacharides in relation to animal nutrition. Journal of Dairy Science 74: 3583-3597.

Van Soest PJ, 1994. Nutritional Ecology of the Ruminant.Second Edition.Cornel University.

Voragen AGJ, Gruppen H, Marsman GJP and MulA J, 1995. Effect of sommanufacturing technologies on chemical, physical and nutritional properties of feed.InGarnsworthy, P.C., Cole, D.J.A. (Eds.), Recent Advances in Animal Nutrition. Nottingham University Press, Nottingham, UK, Pp. 93-126.

Wang Y, McAlister TA, Zobell DR and Cheng KJ, 1997. The effect of micronization of full-fat canola seed on digestion in the rumen and total tract of dairy cows. Canadian Journal of Animal Science 77:431-440.

Zollitsch W, Wetscherek W and Lettner F, 1993. Use of differently processed full-fat soybeans in a diet for pig fattening. Animal Feed Science and Technology 41:237-246.

www.SID.ir

Archive of SID

Effect of pelleting on the chemical composition, nitrogen fractions and degradability characteristics of a commercial concentrates by two *in vitro* method

M Bashtani[*1], H Farhangfar[1] and F Ganji[2]

Received: May 17, 2016 Accepted: December 31, 2016
[1]Professor, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, University of Birjand, Iran
[2]Former PhD Student, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, University of Birjand, Iran
[*]Corresponding author: mbashtani@birjand.ac.ir

Introduction: In this experiment the chemical composition, nitrogen fractions, degradation characteristics and gas production of raw and pelleted concentrate were determined. Food processing is one of the most important factors affecting feed intake and digestibility of feed which may be used to optimize fermentation and digestion (Dann et al., 1999). Cereal processing can make optimal use of them, reduce nutrient losses, and also make livestock more balanced, which is very important in animal nutrition management. The aim of this study was to determine the effect of pelleting on the chemical composition, nitrogen fractions and degradability characteristics of commercial concentrates by two in vitro methods.

Material and methods: This study was carried out at the Research Farm, Faculty of Agriculture, University of Birjand, Iran. In order to prepare experimental treatments, concentrate samples were prepared in three stages. Step mash concentrates or Mash that was not inserted into pelleted machine, conditioner stage or phase that concentrates flour inside the machine under the influence of water vapor was 80-70 ° C and the third stage when the concentrates from the crossing conditioner cooled and turned into pellets. The treatments were: 1. mash concentrates before pelleting, 2. mash concentrates that has received heat and the pass conditioner and 3. Heated and pelleted concentrates. Degradability parameters of the samples were measured after incubation for 0, 2, 4, 8, 16, 24 and 48 hours in the rumen of two fistulated Holstein cows. The DM and CP degradation data were fitted by exponential equation P=a+b (1-e–ct). Effective degradability (ED) were calculated using of equation ED = a + {(cb)/(c + k)} and taking into consideration passing rate (k) 0.02, 0.05 and 0.08 per hour. The gas production was recorded after 0, 2, 4, 6, 8, 12, 24 and 48 h of incubation. The data at the different times was analyzed using completely randomized design.

Results and discussion: The results showed the pellet process had no appreciable change on chemical composition (DM, CP, Fat, Ash, NDF, ADF) of concentrate. The non-protein nitrogen (NPN) decreased under the influence of heat processing. Neutral detergent insoluble nitrogen (NDIN) increased under the influence of heat processing ($P<0.05$). Acid detergent insoluble nitrogen (ADIN) also increased under the influence of heat process but no significant difference observed. The lowest NPN was observed in heat-pelleted concentrate. Pellet heating caused a significant reduction in part b of dry matter and crude protein commercial concentrates. The rate of degradability in crude protein was associated with a significant reduction. There was a significant difference between the mean degradability coefficients and the effective degradation of crude protein under the influence of heat process. The highest mean slow part of degradation was observed in control treatment (0.7360). Significant difference was observed between treatments in terms of fixed rate of degradability ($P <0.05$), but there was no significant difference between two and three treatments. Pellet heating reduced part with the potential gas production that confirmed the results of the nylon bags method. According to the obtained data in this study, short chain fatty acid (SCFA), metabolizable energy (ME) and digestible organic matter (DOM) of experimental treatments showed significant differences ($P<0.05$).

www.SID.ir

Archive of SID

Conclusions: It was concluded that pellet heating reduces the dry matter and crude protein degradability, especially in both gas production and nylon bag technique. Therefore heat process during pelleting concentrate is a good strategy to reduce ruminal degradability of concentrate and supply bypass protein requirement of dairy cows.

Keywords: Concentrates, Gas Production, Nylon Bags, Pelleting, Ruminal Degradability

www.SID.ir