نشریه پژوهش در نشخوارکنندگان
جلد دوم، شماره دوم، ۱۳۹۳
http://ejrr.gau.ac.ir

اثر منبع انرژی بر فعالیت برخی آنزیم‌های هیدرولیتیک بخش‌های مختلف شیرابه شکمبه و ابقای نیتروژن در گوسفند تغذیه شده با جیره حاوی کود مرغی فرآوری شده

***ایوب عزیزی شترخفت[۱]، افروز شریفی[۱]، داود میرمحمدی[۲]، جواد رضائی[۳]، علی کیانی[۴] و حسن فضائلی[۵]**

[۱]دانشجویان دکتری تغذیه دام دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان، [۲]دانشجوی دکتری تغذیه دام دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، [۳]استادیار گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس، [۴]استادیار گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی دانشگاه لرستان و [۵]استاد موسسه تحقیقات علوم دامی کشور

تاریخ دریافت: ۹۲/۱۲/۱۲؛ تاریخ پذیرش: ۹۳/۰۳/۱۳

چکیده

این مطالعه به‌منظور بررسی اثر افزودن منابع مختلف انرژی (شامل ذرت، جو و ملاس) به جیره دارای کود مرغی فرآوری شده با حرارت (به‌عنوان مکمل نیتروژنی) بر فعالیّت برخی آنزیم‌های هیدرولیتیک شکمبه شامل کربوکسی متیل سلولاز، میکروکریستالین سلولاز، فعالیّت تجزیه کاغذ صافی و آلفا آمیلاز در بخش‌های مختلف شیرابه شکمبه (شامل بخش جامد، خارج سلولی و درون سلولی) و ابقای نیتروژن انجام گرفت. به‌این منظور از ۱۵ رأس گوسفند نر مغانی در قالب طرح کاملاً تصادفی متعادل با ۳ تیمار و ۵ تکرار استفاده گردید. جیره‌های آزمایشی شامل جیره دارای ذرت (یونجه، کاه گندم، کود مرغی و ذرت)، جیره دارای جو (یونجه، کاه گندم، کود مرغی و جو) و جیره دارای ملاس (یونجه، کاه گندم، کود مرغی و ملاس) به‌عنوان منبع انرژی‌زا بودند. فعالیّت آنزیم کربوکسی متیل سلولاز و فعالیّت تجزیه کاغذ صافی در بخش‌های جامد، خارج سلولی، درون سلولی و کل (مجموع هر سه بخش) شیرابه گوسفندان تغذیه شده با جیره دارای ملاس در مقایسه با سایر تیمارها بیشتر بود ($P<۰/۰۵$). همچنین، استفاده از ملاس در جیره، در مقایسه با منابع نشاسته‌ای (ذرت و جو)، سبب

*نویسنده مسئول: azizi.msc.modares@gmail.com

افزایش فعالیّت آلفا آمیلاز در بخش جامد، درون سلولی و کل شیرابه شکمبه و ابقاء نیتروژن گردید (P<۰/۰۵). فعالیّت آنزیم میکروکریستالین سلولاز در جیره‌های آزمایشی مشابه بود (P>۰/۰۵). در مجموع، نتایج آزمایش نشان داد که مکمل نمودن جیره دارای کود مرغی با ملاس در مقایسه با ذرت و جو سبب افزایش فعالیّت آنزیم‌های هیدرولیتیک شکمبه و ابقاء نیتروژن در گوسفند شد.

واژه‌های کلیدی: آنزیم‌های سلولایتیک و آمیلولتیک شکمبه، ابقاء نیتروژن، منبع انرژی، کود مرغی، گوسفند

مقدمه

کمبود جهانی خوراک دام موجب افزایش سهم هزینه تغذیه دام گردیده و درآمدهای ناشی از تولید فرآورده‌های دامی را تحت تأثیر قرار داده است. به‌منظور جبران این کمبود، بهره‌برداری و استفاده بهینه از پس‌ماندها و تولیدات جنبی کشاورزی به‌عنوان خوراک در تغذیه نشخوارکنندگان برای بهبود تولیدات دامی اجتناب‌ناپذیر است (نگیس و همکاران، ۲۰۰۷). تاکنون پژوهش‌هایی در این زمینه انجام گرفته، و تجربیات مختلفی نیز به‌دست آمده است که از آن جمله فرآوری و مصرف کود مرغی در تغذیه نشخوارکنندگان را می‌توان نام برد.

ارزش تغذیه‌ای کود مرغی به‌عنوان خوراک دام بیشتر به‌دلیل محتوای قابل ملاحظه پروتئین خام و مواد معدنی آن است (جوردن، ۲۰۰٤؛ الِمام و همکاران، ۲۰۰۹). همچنین، استفاده از این پس‌ماند در تغذیه دام، هزینه جیره را کاهش داده و سبب کاهش آلودگی‌های زیست محیطی ناشی از ذخیره‌سازی یا رهاسازی کود مرغی در محیط نیز می‌شود (الِمام و همکاران، ۲۰۰۹). هرچند، وجود عوامل بیماری‌زا و باقیمانده‌های دارویی در کود مرغی یک محدودیت برای مصرف آن به‌صورت خام در نشخوارکنندگان است. با این حال، روش‌های مناسب فرآوری پیش از تغذیه، عوامل بیماری‌زا را به طور قابل توجهی کاهش، و خوش‌خوراکی آن را افزایش می‌دهد (بکشی و فونتنوت، ۱۹۹۸؛ نگودیگا و اوون، ۲۰۰۹).

حدود ٦۰-٤۰ درصد محتوای پروتئین خام کود مرغی با منشأ نیتروژن غیر پروتئینی[1] است که به سرعت در شکمبه تجزیه می‌گردد (ون‌ریسن، ۲۰۰۱). اسید اوریک بخش عمده نیتروژن غیر پروتئینی

1- Non Protein Nitrogen (NPN)

کود مرغی را تشکیل می‌دهد. در گزارشی، تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای اسید اوریک ۹۶ درصد به‌دست آمده است (زین و همکاران، ۱۹۹۶). محتوای بالای خاکستر در کود مرغی ممکن است انرژی قابل دسترس آن را کاهش دهد. بنابراین، در زمان تغذیه سطوح بالای کود مرغی، اغلب منابع کربوهیدراتی سهل‌الهضم جهت افزایش بازدهی استفاده از نیتروژن غیر پروتئینی کود مرغی توسط میکروب‌های شکمبه با جیره دارای این پس‌ماند مکمل‌سازی می‌شوند (ماویمبلا و همکاران، ۱۹۹۷). سرعت تخمیر قندها در شکمبه بیشتر از نشاسته است. بنابراین، می‌توان از ملاس که یک فرآورده ارزان و قابل دسترس بوده و غنی از ساکارز است به‌عنوان یک مکمل مناسب جهت هم‌زمانی با منابع پروتئین خام قابل تجزیه در شکمبه مانند کود مرغی استفاده نمود. چون نرخ و میزان تخمیر منابع مختلف انرژی در شکمبه متفاوت است، بنابراین انتظار می‌رود که مکمل نمودن آن‌ها با کود مرغی فعالیّت آنزیمی شکمبه را تحت تأثیر قرار دهد.

آنزیم‌های خارج سلولی مترشحه باکتری‌ها وقتی در محیط شکمبه رها می‌شوند، باکتری‌هایی که ترشحات آنزیمی برون‌سلولی ندارند نیز می‌توانند از محصولات استفاده نمایند. راحت‌ترین بخش برای نمونه‌برداری از محتویات شکمبه، بخش مایع است. باکتری‌های شناور آزاد از مواد مغذی محلول استفاده می‌کنند، اما این مواد به سرعت ناپدید می‌شوند. بسیاری از باکتری‌های شناور آزاد در یک فاز انتقالی به سر می‌برند. برخی باکتری‌ها متصل به خوراک هستند و در مورد آن‌ها اطلاعات کمتری وجود دارد. کمپلکس میکروبی شکمبه شامل آنزیم‌هایی است که به‌صورت همکوش عمل می‌کنند (راسل، ۲۰۰۲). تجزیه خوراک توسط آنزیم‌های میکروبی شکمبه باعث فراهم شدن کربن، انرژی، آمینواسیدها و ویتامین‌ها برای میزبان می‌شود. فعالیّت آنزیمی شکمبه شامل آنزیم‌های تجزیه‌کننده پلیمرهای دیواره سلولی (سلولازها، زایلانازها، بتاگلوکونازها، پکتینازها)، آمیلازها، پروتئازها، فیتازها و آنزیم‌های تجزیه‌کننده سموم گیاهی می‌باشد. تجزیه مؤثر خوراک در شکمبه نیازمند وجود کمپلکس کاملی از آنزیم‌های مختلف است و این امر اهمیّت دانستن فعالیّت آنزیمی در شکمبه دام را نشان می‌دهد (سینکلر و همکاران، ۱۹۹۶).

پلی‌ساکاریدهای موجود در جیره‌های نشخوارکنندگان توسط ترکیبی از فعالیّت باکتری‌ها، پروتوزوا و قارچ‌های شکمبه به کمک آنزیم‌های هیدرولیتیک مختلف تجزیه می‌شوند. فعالیّت آنزیم‌های میکروبی انعکاس کیفی از میکروب‌های دخیل در هضم خوراک است. به‌منظور بررسی فعالیّت میکروبی شکمبه، تعیین وضعیت آنزیم‌های هیدرولیتیک در اکوسیستم مزبور یکی از مهم‌ترین

فراسنجه‌ها به‌شمار می‌رود، زیرا این آنزیم‌ها نشان‌دهنده میزان حضور میکروب‌های تجزیه‌کننده الیاف هستند (سالیوا و همکاران، ۱۹۸۷).

جمعیّت میکروبی شکمبه به نوع خوراک مصرفی دام و تغییرات الگوی آنزیمی ناشی از مصرف خوراک بسیار حساس است. تغییرات میکروبی شکمبه و الگوی آنزیمی با تغییر نسبت علوفه به کنسانتره در جیره توسط کامرا و همکاران (۲۰۰۳) و آگاروال و همکاران (۲۰۰٤) گزارش شده است. این محققین گزارش کردند که میزان فعالیّت کربوکسی متیل سلولاز و زایلاناز با افزایش میزان علوفه در جیره افزایش می‌یابد. در حالی‌که هریستو و همکاران (۱۹۹۹) و مارتین و مایکلت- دوره‌آ (۱۹۹۵) نشان دادند که با تغییر جیره از علوفه به سطوح بالای غلات، فعالیّت سلولاز و زایلاناز کاهش، ولی فعالیت آمیلاز افزایش می‌یابد.

بر این اساس، هدف از انجام پژوهش حاضر بررسی اثر افزودن منابع کربوهیدرات مختلف (شامل ذرت، جو و ملاس) به جیره دارای کود مرغی فرآوری شده با حرارت (به‌عنوان مکمل نیتروژنی) بر فعالیّت آنزیم‌های سلولایتیک و آمیلاز در بخش‌های مختلف شیرابه شکمبه و میزان ابقای نیتروژن در گوسفند بود.

مواد و روش‌ها

کود مرغی مورد استفاده: کود مرغی فرآوری شده با حرارت به‌صورت آسیاب (با اندازه ذرات ٦ میلی‌متر) و بسته‌بندی شده از کارخانه فرآوری واقع در حومه شهرستان سبزوار تهیه شد و به انبار خوراک دام مؤسسه تحقیقات علوم دامی کشور واقع در کرج منتقل گردید. به‌منظور حذف مواد بیماری‌زا و بهبود کیفیت، کود مرغی با فرآیند حرارتی ویژه‌ای، شامل حدود ۲۳ درصد رطوبت‌دهی و سپس پخت توسط فشار بخار آب در دیگ‌های مخصوص در درجه حرارت ۸۵-۷۵ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۳۰ دقیقه فرآوری شده بود.

کود مرغی مورد استفاده مخلوطی از فضولات (ادرار و مدفوع)، مواد بستر شامل تراشه چوب، پر و ریخت و پاش خوراک (حدود ٦-٥ در کل جیره تغذیه شده به طیور) بود. ترکیب شیمیایی کود مرغی فرآوری شده در جدول ۱ گزارش شده است. از اطلاعات مذکور جهت تنظیم جیره‌های آزمایشی استفاده گردید.

جدول ۱- میانگین ترکیب شیمیایی و انرژی قابل متابولیسم در کود مرغی فرآوری شده با حرارت.

ماده مغذی	کود مرغی فرآوری شده
ماده خشک (گرم در کیلوگرم وزن تازه نمونه فرآوری شده)	۹۳۰±۷/۱
ماده آلی (گرم در کیلوگرم وزن خشک)	۸۱٦±٦/۲
پروتئین خام (گرم در کیلوگرم وزن خشک)	۲۳۸±٥/۲
نیتروژن غیرپروتئینی (گرم نیتروژن در کیلوگرم کل نیتروژن)	٤٥۱±۱٤
پروتئین حقیقی (گرم در کیلوگرم پروتئین خام)	٥٤۹±۱٤
پروتئین قابل متابولیسم (گرم در کیلوگرم وزن خشک)	۱٤٥±۱/۳
چربی خام (گرم در کیلوگرم وزن خشک)	۲۲/۳±۰/۱
الیاف نامحلول در شوینده خنثی (گرم در کیلوگرم وزن خشک)	۳٥۳±٤/۹
الیاف نامحلول در شوینده اسیدی (گرم در کیلوگرم وزن خشک)	۱۸٥±۲/۳
کربوهیدرات‌های غیر فیبری (گرم در کیلوگرم وزن خشک)	۲۰۳±۲/۹
نشاسته (گرم در کیلوگرم وزن خشک)	۱۹/۲±۰/۳٤
لیگنین (گرم در کیلوگرم وزن خشک)	۷٥±۱/۲
کلسیم (گرم در کیلوگرم وزن خشک)	۱٦/٤±۰/۲۱
فسفر (گرم در کیلوگرم وزن خشک)	۹/٤±۰/۱۳
انرژی قابل متابولیسم[1] (مگاژول در کیلوگرم ماده خشک)	۹/۳±۰/۱

اعداد داخل جدول میانگین به‌دست آمده از ٤ نمونه کود مرغی می‌باشد.

۱- انرژی قابل متابولیسم کود مرغی بر اساس معادله زیر محاسبه گردید (دشک و همکاران، ۱۹۹۸):

ME (MJ/kg DM)= digestible OM (g/g DM)×18.5 (MJ/kg DOM)×0.80.

دام‌ها و جیره‌های آزمایشی: این آزمایش با استفاده از ۱۵ رأس گوسفند نر نژاد مغانی حدود ۲/۵-۲ ساله با میانگین وزن زنده ٦۳±۲/۳ کیلوگرم در قالب طرح کاملاً تصادفی متعادل با ۳ جیره آزمایشی (۳ تیمار) و ۵ گوسفند در هر تیمار (۵ تکرار) در سالن پرورش دام مؤسسه تحقیقات علوم دامی کشور اجرا گردید. به‌منظور بررسی دقیق اثر مکمل‌سازی کود مرغی جیره با منابع مختلف انرژی (شامل ذرت، جو و ملاس) بر فعالیّت آنزیم‌های شکمبه، اجزای خوراکی مورد استفاده (به‌جز منابع انرژی) و نسبت آن‌ها در جیره‌های آزمایشی یکسان در نظر گرفته شد. جیره‌های آزمایشی شامل مقدار ۲٤۰ گرم ذرت، جو و ملاس به‌عنوان منبع انرژی بودند. جیره‌ها بر اساس احتیاجات غذایی توصیه شده (انجمن

ملی تحقیقات، ۲۰۰۷) تنظیم شدند و از نظر انرژی قابل متابولیسم و پروتئین خام مشابه بودند. اقلام خوراکی و ترکیب شیمیایی جیره‌های آزمایشی در جدول ۲ ارائه شده است.

ترکیب شیمیایی کود مرغی فرآوری شده و جیره‌های آزمایشی بر اساس روش‌های استاندارد AOAC (۱۹۹۰) اندازه‌گیری شد. محتوای ماده خشک با خشک کردن در آون مجهزبه فن، خاکستر خام با سوزاندن نمونه در کوره الکتریکی، پروتئین خام با روش کجلدال، و چربی خام با استفاده از روش سوکسله تعیین شد (AOAC، ۱۹۹۰). الیاف نامحلول در شوینده خنثی توسط روش ون‌سوست و همکاران (۱۹۹۱) و الیاف نامحلول در شوینده اسیدی و نشاسته توسط روش AOAC (۱۹۹۰) تعیین گردید. برای تعیین لیگنین از روش روبرتسون و ون‌سوست (۱۹۸۱) استفاده شد. میزان پروتئین قابل متابولیسم کود مرغی فرآوری شده با استفاده از تکنیک تجزیه‌پذیری ***in situ*** محاسبه گردید (AFRC، ۱۹۹۲). غلظت کربوهیدرات‌های غیرالیافی کود مرغی از فرمول زیر محاسبه شد:

(خاکستر خام (درصد) + چربی خام (درصد) + پروتئین خام (درصد) + الیاف نامحلول در شوینده خنثی (درصد))- ۱۰۰ = کربوهیدرات‌های غیرالیافی (درصد)

دام‌های آزمایشی به‌صورت تصادفی به هریک از تیمارهای مورد بررسی اختصاص یافتند. طول دوره آزمایش ۲۸ روز، شامل ۲۱ روز عادت‌پذیری دام‌ها به جیره‌های آزمایشی و قفس‌های متابولیسمی بود و در هفته آخر نمونه‌های شیرابه شکمبه جهت ارزیابی فعالیّت آنزیمی از حیوانات گرفته شد. جیره‌های آزمایشی دوبار در روز (۸ صبح و ٤ عصر)، و در حد اشتها در اختیار حیوانات قرار گرفت و آب آشامیدنی و بلوک‌های مواد معدنی- ویتامینی در طول شبانه‌روز به‌صورت آزاد در دسترس دام‌ها بود.

جدول ۲- ترکیب مواد خوراکی، شیمیایی و انرژی قابل متابولیسم جیره‌های آزمایشی.

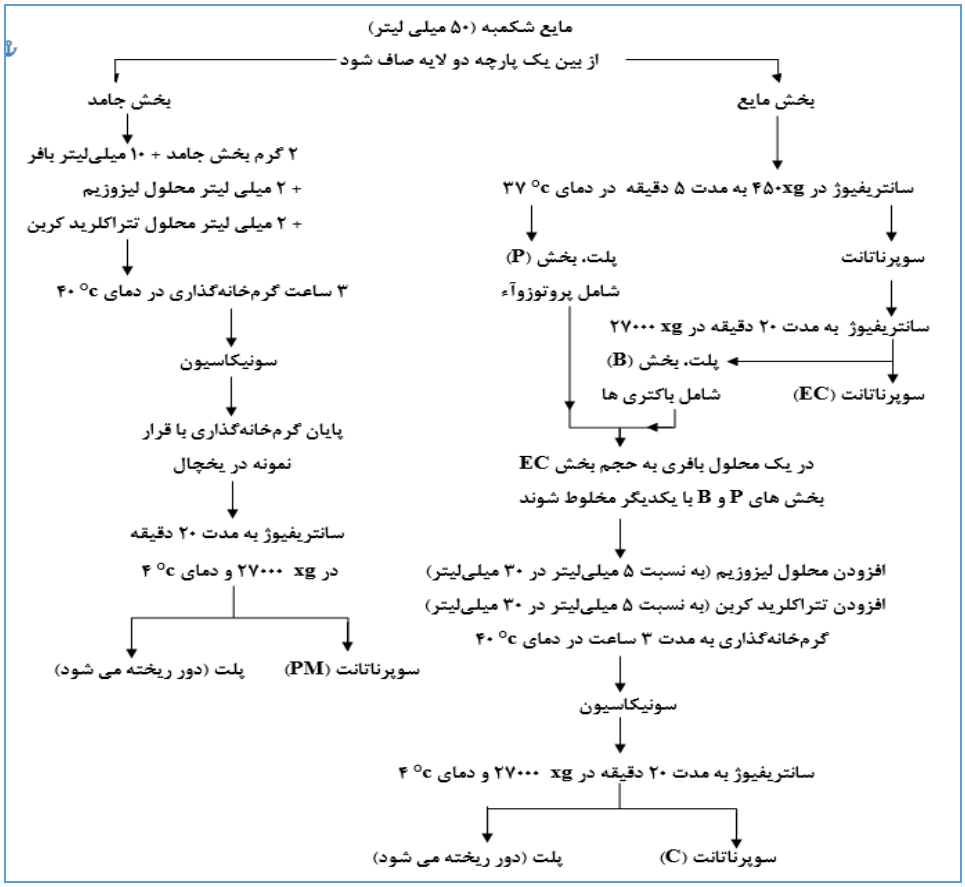
	جیره‌ها (بر حسب نوع مکمل کربوهیدرات)		
	ذرت	جو	ملاس
ترکیب اجزای خوراکی (گرم در کیلوگرم ماده خشک)			
یونجه	۲۶۰	۲۶۰	۲۶۰
کاه گندم	۲۶۰	۲۶۰	۲۶۰
کود مرغی فرآوری شده	۲۴۰	۲۴۰	۲۴۰
دانه ذرت خرد شده	۲۴۰	–	–
دانه جو خرد شده	–	۲۴۰	–
ملاس چغندر قند	–	–	۲۴۰
ترکیب شیمیایی (گرم در کیلوگرم ماده خشک)			
ماده خشک	۹۲۸	۹۳۳	۹۲۳
ماده آلی	۹۰۱	۸۹۷	۸۷۸
پروتئین خام	۱۲۳	۱۲۵	۱۲۱
الیاف نامحلول در شوینده خنثی	۴۲۲	۴۵۲	۳۷۷
الیاف نامحلول در شوینده اسیدی	۲۶۹	۲۷۱	۲۵۲
لیگنین	۶۲/۹	۶۵/۲	۶۰/۴
کلسیم	۶/۶	۶/۷	۶/۹
فسفر	۳/۴	۳/۵	۲/۶
انرژی قابل متابولیسم (مگاژول در کیلوگرم ماده خشک)	۹/۴	۸/۹۱	۸/۷۰

نمونه‌گیری از شیرابه شکمبه: پس از دوره عادت‌پذیری و در طول هفته آخر دوره آزمایش، به‌منظور اندازه‌گیری فعالیّت آنزیم‌های هیدرولیتیک شکمبه شامل کربوکسی متیل سلولاز، میکروکریستالین سلولاز، فعالیّت تجزیه کاغذ صافی و آلفا آمیلاز، نمونه‌های شیرابه شکمبه طی سه روز متوالی توسط لوله مری ۶ ساعت پس از خوراک‌دهی وعده صبح از دام‌ها جمع‌آوری، و بلافاصله توسط یک فلاسک عایق با دمای ۳۹ درجه سانتی‌گراد به آزمایشگاه انتقال داده شدند.

بخش‌بندی شیرابه شکمبه: به‌منظور بخش‌بندی آنزیم‌های مورد بررسی در شیرابه شکمبه به سه بخش جامد[1]، خارج سلولی[2] و درون سلولی[3]، ابتدا شیرابه (حدود ۵۰ میلی‌لیتر) توسط دو لایه پارچه متقال

1- Particulate Material
2- Extracellular
3- Cellular

صاف گردید و مواد باقیمانده روی پارچه به‌عنوان بخش جامد در نظر گرفته شد. برای جداسازی بخش‌های پروتوزوایی و باکتریایی، ابتدا شیرابه با دور ٤٥٠×g به‌مدت ٥ دقیقه در دمای ٣٧ درجه سانتی‌گراد سانتریفیوژ گردید. پلت به‌دست آمده به‌عنوان بخش پروتوزوایی در نظر گرفته شد. مایع شفاف رویی (سوپرناتانت) مجدداً با دور ٢٧٠٠٠×g به‌مدت ٢٠ دقیقه در دمای ٤ درجه سانتی‌گراد سانتریفیوژ گردید. پلت به‌دست آمده در این مرحله به‌عنوان بخش باکتریایی مشخص شد. در نهایت، مایع شفاف رویی به‌عنوان منبع آنزیم‌های خارج سلولی مورد استفاده قرار گرفت.



شکل ١- بخش‌بندی شیرابه شکمبه و استخراج آنزیم‌های هیدرولیتیک، برگرفته از آگاروال (٢٠٠٠).

PM، میکروب‌های چسبیده به مواد خوراکی در شکمبه؛ EC، بخش خارج سلولی (شیرابه شکمبه)؛ C، بخش درون سلولی (میکروب‌های معلق در مایع شکمبه)

استخراج آنزیم‌ها از بخش‌های مختلف و تخمین فعالیّت آنزیمی: آنزیم‌های شکمبه‌ای مورد آزمایش در بخش‌های مختلف شیرابه شکمبه طبق روش هریستو و همکاران (۱۹۹۹) استخراج گردید.

محاسبه فعالیّت آنزیمی: فعالیت آنزیم‌های هیدرولیتیک در هر حیوان در هر یک از سه بخش شیرابه شکمبه طبق روش آگاروال (۲۰۰۰) محاسبه گردید. گلوکز آزاد شده در اثر فعالیّت هر یک از آنزیم‌های مورد آزمون بر اساس روش میلر (۱۹۵۹) تخمین زده شد. فعالیّت‌های آنزیمی بر اساس این فرض که یک واحد آنزیم توانایی تولید ۱ نانو مول گلوکز در هر دقیقه در هر میلی‌لیتر از مایع شکمبه را تحت شرایط مخلوط واکنش دارد محاسبه گردید.

محاسبه ابقاء نیتروژن: در طول هفته آخر آزمایش، هر روز قبل از خوراک‌دهی وعده صبح میزان کل مدفوع هر دام جمع‌آوری و توزین شد و سپس یک نمونه ۱۰۰ گرمی از آن (هاریس، ۱۹۷۰) جهت اندازه‌گیری میزان پروتئین خام گرفته شد. همچنین، در این مدت میزان ادرار روزانه هر حیوان در ظرف‌های حاوی ۱۰۰ میلی‌لیتر اسید سولفوریک ۱۰ درصد جمع‌آوری گردید و ۱۰ درصد از حجم کلی آن به آزمایشگاه منتقل شد. میزان نیتروژن ابقاء شده از اختلاف نیتروژن مصرفی و نیتروژن دفعی (مجموع نیتروژن دفع شده از طریق مدفوع و ادرار) تعیین گردید.

طرح آزمایشی و تجزیه آماری داده‌ها: تجزیه واریانس داده‌های به‌دست آمده با استفاده از رویه GLM و توسط نرم‌افزار آماری SAS نسخه ۹,۱ (۲۰۰۱) در قالب طرح کاملاً تصادفی متعادل با ۳ تیمار (جیره آزمایشی) و ۵ تکرار (حیوان به ازای هر جیره) صورت گرفت. مدل آماری طرح به‌صورت $Y_{ij}= \mu + T_i + e_{ij}$ بود، که در آن Y_{ij}: مقدار عددی هر مشاهده، μ: میانگین هر صفت، T_i: اثر تیمار (منبع انرژی) و e_{ij}: خطای آزمایشی بود. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن و در سطح معنی‌داری ۵ درصد مورد ارزیابی قرار گرفت.

نتایج

تأثیر جیره‌های آزمایشی بر فعالیت آنزیم‌های هیدرولیتیک بخش‌های مختلف شکمبه در جدول ۳ ارائه شده است. در همه آنزیم‌های مورد بررسی (شامل کربوکسی متیل سلولاز، میکروکریستالین سلولاز، فعالیّت تجزیه کاغذ صافی و آلفا آمیلاز) بیشترین میزان فعالیت آنزیمی در بخش جامد و کمترین در بخش خارج سلولی شیرابه شکمبه مشاهده گردید.

جدول ۳- تأثیر منابع مختلف کربوهیدراته بر فعالیت آنزیم‌های هیدرولیتیک شکمبه در گوسفندان تغذیه شده با جیره‌های آزمایشی.

	جیره‌ها (بر حسب نوع منبع کربوهیدرات)				
	ذرت	جو	ملاس	خطای استاندارد	معنی‌داری
	کربوکسی متیل سلولاز[1]				
بخش جامد	٤٥٦^{c}	٤٨٧^{b}	٥٢٣^{a}	٧/٨٧	<٠/٠١
بخش خارج سلولی	٤٠/٦^{b}	٤١/٥^{b}	٤٨/٧^{a}	٣/٣٤	٠/٠٢
بخش سلولی	٧٥/٦^{b}	٧٣/٣^{b}	٨٠/١^{a}	٣/٩٨	٠/٠٣
کل	٥٧٢^{c}	٦٠٢^{b}	٦٥٢^{a}	٨/٠٦	<٠/٠١
	میکروکریستالین سلولاز (آویسلاز)[1]				
بخش جامد	١٦٢	١٥٩	١٦٥	٥/٥٥	٠/٢٣
بخش خارج سلولی	١٤/٢	١٣/٥	١٥/٣	٠/٣٦	٠/٣٤
بخش سلولی	٣٢/٣	٣٤/٥	٣٥/٠	٢/٤١	٠/٣٦
کل	٢٠٩	٢٠٧	٢١٥	٣/٠١	٠/٢٩
	فعالیّت تجزیه کاغذ صافی[1]				
بخش جامد	٣٩٢^{b}	٤٠٧^{b}	٤٣٦^{a}	٦/٧٧	<٠/٠١
بخش خارج سلولی	١٧/٥^{c}	٢١/٧^{b}	٢٧/٨^{a}	١/٨١	<٠/٠١
بخش سلولی	٦١/٢^{b}	٦٩/٧^{a}	٧٢/٥^{a}	٣/٨٣	<٠/٠١
کل	٤٧١^{c}	٤٩٨^{b}	٥٣٦^{a}	٧/٥٥	<٠/٠١
	آلفا آمیلاز[1]				
بخش جامد	٥٦١^{c}	٥٨٧^{b}	٦٢٣^{a}	٩/٤٥	<٠/٠١
بخش خارج سلولی	٦٧/٩	٧٣/٥	٧٥/٧	٤/٥٠	٠/١٧
بخش سلولی	٢٣٠^{b}	٢٣٧^{b}	٢٦١^{a}	٨/٨١	<٠/٠١
کل	٨٥٩^{c}	٨٩٨^{b}	٩٦٠^{a}	١٠/٩	٠/٠١

فعالیّت همه آنزیم‌ها بر حسب نانو مول گلوکز آزاد شده در هر دقیقه می‌باشد، حروف غیرمشابه در هر ردیف نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد می‌باشد.

فعالیت آنزیم کربوکسی متیل سلولاز و فعالیت تجزیه کاغذ صافی در بخش جامد، خارج سلولی، درون سلولی و کل (مجموع هر سه بخش) شیرابه در گوسفندان تغذیه شده با جیره دارای کود مرغی مکمل شده با ملاس در مقایسه با سایر تیمارها بیشتر بود ($P<٠/٠٥$). همچنین، فعالیت کربوکسی متیل سلولاز در بخش جامد و کل شیرابه ($P<٠/٠١$) و فعالیت تجزیه کاغذ صافی ($P<٠/٠٥$) در بخش خارج سلولی، درون سلولی و کل شیرابه شکمبه با تغذیه جیره دارای جو بیشتر از جیره مکمل شده با ذرت بود. استفاده از ملاس در جیره دارای کود مرغی، در مقایسه با منابع نشاسته‌ای (ذرت و جو)، سبب افزایش فعالیت آلفا آمیلاز در بخش جامد، سلولی و کل شیرابه شکمبه گردید ($P<٠/٠٥$)، هرچند فعالیت بخش خارج سلولی آلفا آمیلاز بین تیمارها یکسان بود ($P>٠/٠٥$). همچنین، در گوسفندان تغذیه شده با جیره دارای جو فعالیت

آلفا آمیلاز در بخش جامد و کل شیرابه بیشتر از دام‌های تغذیه شده با جیره دارای ذرت بود (P<۰/۰۵). آنزیم میکروکریستالین سلولاز تحت تأثیر نوع منبع انرژی‌زای استفاده شده در جیره قرار نگرفت و در بین تیمارهای آزمایشی فعالیت مشابهی را نشان داد (P>۰/۰۵).

همان‌طوری که در جدول ٤ نشان داده شده است مکمل کردن کود مرغی با ذرت، جو و ملاس تأثیری بر میزان نیتروژن مصرفی و نیتروژن دفع شده از طریق مدفوع نداشت (P>۰/۰۵). هر چند، میزان نیتروژن دفع شده از طریق ادرار و کل نیتروژن دفعی در گوسفندان تغذیه شده با جیره دارای ملاس در مقایسه با گوسفندان تغذیه شده با ذرت افزایش یافت (P<۰/۰۵). مقدار نیتروژن ابقاء شده در همه دام‌ها مثبت بود و مکمل نمودن کود مرغی با ملاس بیشترین مقدار ابقاء نیتروژن را در مقایسه با سایر جیره‌ها به خود اختصاص داد (P<۰/۰۵).

جدول ٤- اثر جیره‌های آزمایشی بر توازن نیتروژن (گرم در روز).

	جیره‌ها (بر حسب نوع منبع کربوهیدرات)				
	ذرت	جو	ملاس	خطای استاندارد	معنی‌داری
نیتروژن مصرفی	۲۳/۸	۲٤/٥	۲٥/٦	۰/٥۰	۰/۱۳
نیتروژن دفعی مدفوع	۷/٦۰	۷/٦۰	۷/٥۲	۰/۱۸۲	۰/۹٤
نیتروژن دفعی ادرار	۸/۱۱^{a}	٦/۹۸^{b}	٦/٤۸^{b}	۰/٤۱۳	۰/۰٤٥
کل نیتروژن دفعی	۱٥/۷^{a}	۱٤/٦^{b}	۱٤/۱^{b}	۰/٤۰	۰/۰۳٥
نیتروژن ابقاء شده	۸/۲۰^{b}	۹/۸۳^{b}	۱۱/٤^{a}	۰/٤۷	۰/۰۱٥

حروف غیرمشابه در هر ردیف نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح ٥ درصد می‌باشد.

بحث

در ابتدا ذکر این نکته اهمیت دارد که در طول دوره آزمایشی هیچ‌گونه علائم بیماری و حذف دام مشاهده نگردید و مصرف کود مرغی فرآوری شده بدون تأثیر منفی بر سلامت دام صورت گرفت، زیرا یکی از مسائل مهم در مصرف پس‌ماندها در تغذیه دام، نداشتن اثر منفی بر سلامت دام است (الِمام و همکاران، ۲۰۰۹؛ اوبیدات و همکاران، ۲۰۱۱).

میزان ماده خشک کود مرغی مورد استفاده در این پژوهش به‌دلیل فرآوری حرارتی اعمال شده بالا بود (جدول ۱). اگرچه رطوبت معیار تغذیه‌ای مهمی به‌شمار نمی‌رود، اما رطوبت بیش از ۲٥ درصد

سبب می‌گردد که به سختی بتوان کود را با سایر اقلام جیره مخلوط نمود. به‌علاوه، کود مرغی با محتوای رطوبت زیاد حرارت زیادی در داخل توده کود تولید می‌کند و سبب دگرگون شدن ساختمان پروتئین خام و به‌دنبال آن کاهش قابلیت استفاده از آن در نشخوارکنندگان می‌شود (جاکوب و همکاران، ۱۹۹۷). از طرفی، رطوبت کمتر از ۱۲ درصد نیز اغلب سبب گرد و خاکی شدن این فرآورده و کاهش خوشخوراکی جیره می‌شود (رافین و مک‌کیسکی، ۱۹۹۱). کود مرغی مورد استفاده در آزمایش حاضر دارای کیفیت مناسبی جهت استفاده به‌عنوان خوراک دام در تغذیه نشخوارکنندگان بود، زیرا گزارش شده است که کود مرغی با کیفیت مناسب باید دارای حدود ۳۰۰-۲۰۰ گرم پروتئین خام در کیلوگرم ماده خشک باشد (باگلی و ایوانز، ۱۹۹۸). ممکن است عواملی مانند زمان جمع‌آوری کود، نوع مواد بستر، میزان خاکستر خام و سطح تغذیه پرندگان سبب تغییر در میزان و ماهیت پروتئین خام کود مرغی در مناطق مختلف گردد (ابدول و همکاران، ۲۰۰۸). محتوای بالای انرژی قابل متابولیسم کود مرغی در پژوهش حاضر در مقایسه با دیگر یافته‌ها، احتمالاً به‌دلیل مقدار کمتر خاکستر خام و الیاف نامحلول در شوینده اسیدی باشد، زیرا بین میزان انرژی قابل متابولیسم و مجموع خاکستر خام و الیاف نامحلول در شوینده اسیدی در این فرآورده رابطه معکوسی به‌دست آمده است (دشک و همکاران، ۱۹۹۸). به‌علاوه، تفاوت در قابلیت دسترسی انرژی کود مرغی به عواملی مانند فرآیند حرارتی، میزان خاکستر خام و الیاف بستگی دارد (بولان و همکاران، ۲۰۰۵).

میزان فعالیت کل به‌دست آمده از آنزیم‌های مورد بررسی در این آزمایش مشابه با میزان فعالیت کل گزارش شده توسط میرمحمدی (۲۰۱۳) در بره‌های پرواری است که فعالیّت کل در آنزیم‌های کربوکسی متیل سلولاز، میکروکریستالین سلولاز، آلفا آمیلاز و فعالیّت تجزیه کاغذ صافی را به‌ترتیب در دامنه ٥٢٤-٢٨٢، ٢٠٣-١٤٣، ١٦٠٢-١٢٤٢ و ٣٢٤-٢١٩ نانومول گلوکز آزاد شده در هر دقیقه گزارش نمودند. مشخص شده است که تعداد بیشتر میکروب‌های وابسته به بخش جامد سبب افزایش فعالیت آنزیم‌های فیبرولیتیک شده و عمدتاً در هضم فیبر دخیل هستند (چنگ و همکاران، ١٩٨٤؛ چنگ و مک‌آلیستر، ۱۹۹۷؛ راگوانسی و همکاران، ۲۰۰۷). همان‌گونه که ملاحظه شد، میزان فعالیّت آنزیم‌های میکروبی در بخش جامد شیرابه شکمبه در مورد همه آنزیم‌های بررسی شده به مراتب بیشتر از دو بخش دیگر یعنی بخش خارج سلولی و بخش درون سلولی بود (جدول ۳). از طرفی، کمترین میزان فعالیت آنزیمی مربوط به بخش خارج سلولی شیرابه شکمبه بود. وجود حداکثر فعالیت آنزیمی در بخش جامد شیرابه شکمبه نشان‌دهنده کلونیزه شدن ذرات خوراک توسط میکروب‌هاست. میزان

فعالیّت آنزیمی کمتر در بخش سلولی شیرابه به‌این سبب است که میکروب‌های سلولولایتیک به ذرات خوراکی متصل شده‌اند و جمعیت میکروب‌های آزاد در بخش مایع بسیار کمتر است (آگاروال و همکاران، ۲۰۰۰؛ راگوانسی و همکاران، ۲۰۰۷). حداقل غلظت آنزیم‌های تجزیه کننده الیاف در بخش خارج سلولی شیرابه شکمبه قابل انتظار بود، زیرا این آنزیم‌ها به پوشش سلولی متصلند و تنها مقدار کمی از آن‌ها به‌دلیل تخریب یا تجزیه مکانیکی میکروب‌های تجزیه کننده الیاف به بخش مایع سلولی آزاد می‌شود (میناتو و همکاران، ۱۹٦٦؛ آگاروال و همکاران، ۲۰۰۰). نتایج آزمایش حاضر مطابق با یافته‌های میرمحمدی (۲۰۱۳) در بره‌های پرواری است که فعالیّت آنزیم‌های هیدرولیتیک (شامل کربوکسی متیل سلولاز، میکروکریستالین سلولاز، آلفا آمیلاز، فعالیّت تجزیه کاغذ صافی و پروتئاز) در بخش جامد، درون سلولی و خارج سلولی شکمبه را به‌ترتیب در دامنه ۸۱-۷۲، ۲۱-۱٤ و ۹-٦ درصد از کل فعالیّت گزارش کردند. همچنین، میناتو و همکاران (۱۹٦٦) دریافتند که ۷۰-۵۰ درصد باکتری‌های شکمبه متصل به ذرات خوراک هستند.

میزان فعالیت کربوکسی متیل سلولاز در بخش جامد، خارج سلولی، درون سلولی و کل شیرابه شکمبه نسبت به بخش‌های مربوطه در آنزیم میکروکریستالین سلولاز بیشتر بود. آنزیم‌های کربوکسی متیل سلولاز بر روی بخش میانی زنجیر سلولز اثر نموده و از طریق هیدرولیز آنرا پاره می‌نماید و تولید دو زنجیر کوتاه‌تر می‌کند. اما میکروکریستالین سلولاز به قسمت انتهایی آزاد زنجیره حمله نموده و طی مراحل متوالی سلوبیوز را تولید می‌نماید (دانش‌مسگران و همکاران، ۲۰۱۱). بنابراین، افزایش فعالیّت کربوکسی متیل سلولاز نسبت به میکروکریستالین سلولاز احتمالاً به‌خاطر وجود سوبسترای بیشتر برای آن باشد و مطابق با یافته‌های سایر محققین است (راگوانسی و همکاران، ۲۰۰۷؛ میرمحمدی، ۲۰۱۳)

تغییرات فعالیت آنزیمی به‌علت نوع منبع انرژی‌زای مصرفی (ملاس، ذرت و جو) احتمالاً به‌دلیل تغییرات رخ داده در جمعیت میکروبی شکمبه بوده است؛ به‌عبارت دیگر نوع جیره تغذیه شده به حیوانات باعث تغییر جمعیت میکروبی و متعاقب آن تغییر در الگوی آنزیمی شده است (کامرا و همکاران، ۲۰۱۰). استفاده از ملاس در جیره دام باعث افزایش خطی محتوای کل باکتری‌ها شده است. دو جمعیت غالب شامل کوکسی‌های ساده و باکتری‌های میله‌ای کوتاه افزایش یافته‌اند که در گوارش سلولز اهمیت دارند (پیت، ۱۹۸۳). سایر گزارش‌ها نیز افزایش جمعیت کل باکتریایی شکمبه را با مصرف ملاس در جیره‌های مختلف گزارش کرده‌اند (الیاس و همکاران، ۱۹٦۸؛ پریستون و همکاران، ۱۹٦۸). در مجموع، در مورد اثر ملاس بر نوع جمعیّت میکروبی اطلاعات زیادی وجود ندارد (پیت،

۱۹۸۳). استفاده از ملاس همچنین باعث افزایش جمعیت آن دسته از باکتری‌ها می‌شود که قندها را سریعاً تجزیه می‌کنند و ممکن است توان تجزیه منابع نیتروژنه غیرپروتئینی را نیز داشته باشند (نیووانیاکپا و باترورث، ۱۹۸۷؛ مارستیو و همکاران، ۲۰۰۵).

افزایش فعالیّت آنزیم‌های کربوکسی متیل سلولاز، تجزیه کاغذ صافی و آلفا آمیلاز در بخش‌های مختلف شکمبه با تغذیه جیره دارای ملاس، احتمالاً به‌دلیل همزمانی مطلوب کربوهیدرات‌های محلول ملاس با محتوای نیتروژن غیرپروتئینی کود مرغی بوده که با سرعت بیشتری نسبت به نشاسته در شکمبه تخمیر شده، و سوبستراهای لازم برای رشد میکروبی را فراهم نموده است (چمبرلین و همکاران، ۱۹۹۳؛ عزیزی شترخفت و همکاران، ۲۰۱۳). در مطالعات دیگر نیز هم‌زمانی مطلوب تأمین پروتئین خام و انرژی در شکمبه بازدهی میکروب‌ها در جذب نیتروژن و استفاده از آدنوزین تری فسفات[1]، برای رشد میکروبی، را بهبود داده است (سینکلر و همکاران، ۱۹۹۳؛ ریچاردسون و همکاران، ۲۰۰۳). مطابق با نتایج این تحقیق، در سیستم کربوهیدرات و پروتئین خالص کرنل[2] نیز گزارش شده که میکروارگانیسم‌های تخمیر کننده کربوهیدرات‌های محلول حدود ۱۸ درصد پروتئین میکروبی بیشتری نسبت به میکروارگانیسم‌های تخمیر کننده نشاسته ذرت مرطوب تولید می‌کنند (اسنیفن و همکاران، ۱۹۹۲). مشخص شده است که باکتری‌های سلولولایتیک و آمیلولایتیک به سرعت روی کربوهیدرات‌های محلول کلنی تشکیل می‌دهند و این امر دسترسی به سوبسترا برای تجدید رشد سایر باکتری‌های فیبرولایتیک را تسهیل می‌کند (کوسترتون و چنگ، ۱۹۸۲؛ راگوانسی و همکاران، ۲۰۰۷)، که این مسأله ممکن است دلیل دیگر افزایش فعالیّت آنزیمی شکمبه با تغذیه جیره دارای ملاس در مقایسه با ذرت و جو باشد.

بهبود ابقاء نیتروژن در گوسفندان تغذیه شده با جیره دارای ملاس احتمالاً به‌دلیل دفع کمتر نیتروژن از طریق ادرار بود و نیز مطابق با نتایج فعالیت آنزیمی شکمبه است. در پژوهش‌های آروکی و همکاران (۲۰۰٤) و راگوانسی و همکاران (۲۰۰۷) نیز افزایش فعالیّت آنزیم‌های فیبرولیتیک شکمبه سبب بهبود توازن تأمین انرژی و نیتروژن در شکمبه شده که متعاقب آن رشد میکروبی، مصرف خوراک و بازدهی استفاده از مواد مغذی بهبود یافت. همچنین، هچ و بیسون (۱۹۷۲) با جایگزین کردن ۱۰ و ۱۵ درصد ملاس به‌جای ذرت افزایش ابقاء نیتروژن را در گوساله‌ها گزارش نمودند که مطابق

1- Adenosine Triphosphate
2- Cornell Net Carbohydrate and Protein System (CNCPS)

نتایج آزمایش حاضر است. در آزمایش دیگری مکمل نمودن جیره با ساکارز ابقاء نیتروژن را در گوسفند بهبود داد (ستوه و همکاران، ۱۹۹٦). هر چند، در آزمایش برودریک و رادلوف (۲۰۰٤)، جایگزین نمودن سطوح مختلف ساکارز به‌جای ذرت بازدهی استفاده از نیتروژن در جیره گاو شیری را به‌طور خطی کاهش داد.

نتیجه‌گیری

نتایج یافته‌های آزمایش حاضر نشان داد که مکمل نمودن جیره دارای کود مرغی با ملاس فعالیّت آنزیم‌های هیدرولیتیک شکمبه و ابقای نیتروژن را در گوسفند در مقایسه با ذرت و جو افزایش می‌دهد و چنین جیره‌هایی قابل کاربرد است.

سپاسگزاری

به‌این وسیله نویسندگان مراتب قدردانی خود را از مدیریت و کارکنان مؤسسه تحقیقات علوم دامی کشور به‌دلیل فراهم نمودن زمینه انجام این پژوهش اعلام می‌دارند. همچنین، از آقای دکتر کومار مانجو تریپاتی و خانم دکتر ریتا کابریتا به جهت کمک‌های علمی ارزنده صمیمانه قدردانی می‌گردد.

منابع

Abdul, S.B., Yashim, S.M., and Jokthon, G.E. 2008. Effects of supplementing sorghum stover with poultry litter on performance of Wadara cattle. Am.-Eurasian J. Agron. 1(1): 16-18.

Agarwal, N. 2000. Estimation of fiber degrading enzyme. In: Feed Microbiology (edsChaudhary, L.C., Agarwal, N., Kamra, D.N., Agarwal, D.K.,), pp. 278–291. CAS Animal Nutrition, IVRI, Izatnagar, India.

Agarwal, N., Agarwal, I., Kamra, D.N., and Chaudhary, L.C. 2000. Diurnal variations in the activities of hydrolytic enzymes in different fractions of rumen contents of Murrah buffalo. J. Appl. Anim. Res. 18: 73–80.

Agarwal, N., Saxena, J., Saha, S., Chaudhary, L.C., and Kamra, D.N. 2004. Changes in fermentation characteristics, microbial populations and enzyme profile in the rumen of buffaloes affected by roughage level in the diet. Bubalusbubal. 111: 81–90.

Agricultural and Food Research Council. 1992. Nutrient Requirements of Ruminant Animals: Protein. Technical Committee on Responses to Nutrients, Report No. 10, Nutrition Abstracts and Reviews, Series B, 62(2): 787–835.

Arroquy, J.I., Cochran, R.C., Villarreal, M., Wickersham, T.A., Llelwellyn, D.A., Titgemeyer, E.C., Nagaraja, T.G., Johnoson, D.E., and Gnad, D. 2004. Effect of level of rumen degradable protein and type of supplemental non-fibre carbohydrate on intake and digestion of low quality hay by beef cattle. Anim. Feed Sci. Technol. 115: 83-99.

Association of Official Analytical Chemists. 1990. Official Method of Analysis. 15th Ed. Assos. Off. Anal. Chem. Washington, DC.

Azizi-Shotorkhoft, A., Rezaei, J., and Fazaeli, H. 2013. The effect of different levels of molasses on the digestibility, rumen parameters and blood metabolites in sheep fed processed broiler litter. Anim. Feed Sci. Technol. 179: 69-76.

Bagley, C.P., and Evans, R.R. 1998. Broiler litter as a feed or fertilizer in livestock operations. Extension specialist and head of North Mississippi research and extension centre.

Bakshi, M.P.S., and Fontenot, J.P. 1998. Processing and nutritive evaluation of broiler litter as livestock feed. Anim. Feed Sci. Technol. 74: 337-345.

Bolan, N.S., Mahimairaja, S., Singh, J., and Bhandral, R. 2005. The beneficial use and the environmental management of poultry litter. Institute of Natural Resources, Massey University, Palmerstone, North New Zealand.

Broderick, G.A., and Radloff, W.J. 2004. Effect of molasses supplementation on the production of lactating dairy cows fed diets based on alfalfa and corn silage. J. Dairy Sci. 87: 2997-3009.

Chamberlain, D.G., Robertson, S., and Choung, J.J. 1993. Sugars versus starch as supplements to grass silage: effects on ruminal fermentation and the supply of microbial protein to the small intestine, estimated from the urinary excretion of purine derivatives in sheep. J. Sci. Food Agric. 63: 189–194.

Cheng K-J., and McAllister, T.A. 1997. Comport mentation in the rumen. In The rumen microbial ecosystem (eds PN Hobson and CS Stewart), pp. 492-522. Chapman and Hall, London.

Cheng, K-J., Stewart, C.S., Dinsdate, D., and Cosertor, J.W. 1984. Electron microscopy of bacteria involved in the digestion of plant walls. Anim. Feed Sci. Technol. 10: 93-120.

Costerton, J.W., and Cheng, K-J. 1982. Microbe-microbe interactions at surface.In Experimental microbial ecology (eds RG Burns and JH Slater), Pp. 275-290. Blackwell Scientific, London.

Danesh Mesdaran, M., Tahmasbi, A.M., and Vakili, A.R. 2011. Digestion and Metabolism in Ruminants. Ferdowsi University of Mashhad Publication, 261p, (In Persian).

Deshck, A., Abo-Shehada, M., Allonby, E., Givens, D.I., and Hill, R. 1998. Assessment of the nutritive value for ruminants of poultry litter. Anim. Feed Sci. Technol. 73: 29–35.

Elemam, M.B., Fadelelseed, A.M., and Salih, A.M. 2009. Growth performance, digestibility, N-balance and rumen fermentation of lambs fed different levels of deep-stack broiler litter. Res. J. Anim. and Vet. Sci. 4: 9-16.

Elias, A., Preston, T.R. Willis, M.B., and Sutherland, T.M. 1968. Intensive beef production from sugar cane. 4. Molasses/urea as a substitute for grain in low-fiber diets. Rev. Cubana Cienc. Agri. (Eng. Ed.) 2:55-63.

Harris, L.E. 1970. Nutrition research techniques for domestic and wild animals. Vol. 1. Utah State University, Logon, Utah. USA.

Hatch, C.F., and Besson, W.M. 1972. Effect of different levels of cane molasses on nitrogen and energy utilization in urea rations for steers. J. Anim. Sci. 35: 854-858.

Hristov, A.N., McAllister, T.A., and Cheng, K.J. 1999. Effect of diet, digesta processing, freezing and extraction procedure on some polysaccharide degrading activities of ruminal contents. Can. J. Anim. Sci. 79: 73-81.

Jacob, J.P., Kunkle, R.S., Trevola, R.S., Miles, R.D., and Mather, F.B. 1997. Broiler litter, Part 1: A feed ingredient for ruminants. University of Florida. Cooperative Extension service. Institute of Food and Agricultural Science.

Jordaan, J.D. 2004. The influence of bedding material and collecting period on the feeding value of broiler and layer litter. Department of Animal, Game and Grassland Science, University of the Free State. South Africa.

Kamra, D.N., Agarwal, N., and McAllister, T.A. 2010. Screening for compounds enhancing fiber degradation. In: Vercoe, P.E., Makkar, H.P.S., Schlink, A.C. (Eds.), *In vitro* Screening of Plant Resources for Extra-nutritional Attributes in Ruminants: Nuclear and Related Methodologies. IAEA, Dordrecht, the Netherlands, Pp. 85–107.

Kamra, D.N., Saha, S., Bhatt, N., Chaudhary, L.C., and Agarwal, N. 2003. Effect of diet one nzyme profile, biochemical changes and in sacco degradability of feeds in the rumen of buffalo. Asian-Aust. J. Anim. Sci. 16: 374–379.

Marsetyo, M., Nolan, J.V., and Thwaites, C.J. 2005. The effect of molasses supplementation on rumen fermentation, microbial protein synthesis and nitrogen retention in sheep kept under high ambient temperature and fed urea-treated barley straw. Majalah Ilmiah Peternakan. 8(3).

Martin, C., and Michalet-Doreau, B. 1995. Variations in mass and enzyme activity of rumen microorganisms: Effect of barley and buffer supplements. J. Sci. Food Agric. 67: 407–413.

Mavimbela, D.T., Van Ryssen, J.B.J., and Last, R. 1997. The effect of high broiler diets as survival diet on the health of sheep. J.S. Afr. Vet. Assoc. 68:121–124.

Miller, J.L. 1959. Modified DNS method for reducing sugars. Anal. Chem. 31: 426–429.

Minato, H., Endo, A., Higuchi, M., Ootomo, Y., and Uemura, T. 1966. Ecological treatise on the rumen fermentation.1.The fractionation of bacteria attached to the rumen digesta solids. J. Gen. Appl. Microbiol.12: 39-53.

Mirmohammadi, D. 2013. Effect of physical form in diets with and without broiler litter on the performance of fattening lambs. M.Sc. Thesis, Tarbiat Modares University. (In Persian)

Negesse, T., Patra, A.K., Dawson, L.J., Tolera, A., Merkel, R.C., Sahlu, T., and Goetsch, A.L. 2007. Performance of Spanish and Boer×Spanish doelings consuming diets with different levels of broiler litter.Small Rumin. Res. 69: 187-197.

Ngodigha, E.M., and Owen, O.J. 2009. Evaluation of the bacteriological characteristics of poultry litter as feedstuff for cattle. Sci. Res. Essays. 4(3): 188-190.

NRC. 2007. National Research Council: Nutrient Requirements of Small Ruminants, Sheep, Goats, Cervide and New York Camelids. National Academy of Science, Washington, D.C.

Nuwanyakpa, M., and Butterworth, M. 1987. Effects of urea, molasses, molasses-urea, noug cake and legume hay on the intake and digestibility of teff straw by highland sheep. In: Utilization of agricultural by-products as livestock feeds in Africa. Edited by D.A., Little and A.N., Said. Proceedings of a workshop held at Ryall's Hotel, Blantyre, Malawi.

Obeidat, B.S., Awawdeh, M.S., Abdullah, A.Y., Muwalla, M.M., Abu Ishmais, M.A., Telfah, B.T., Ayrout, A.J., Matarneh, S.K., Subih, H.S., and Osaili, T.O. 2011. Effects of feeding broiler litter on performance of Awassi lambs fed finishing diets. Anim. Feed Sci. Technol. 165: 15-22.

Pate, F.M. 1983. Molasses in Beef Nutrition. University of Florida. Range Cattle Research and Education Center. National Feed Ingredients Association West Des Moines, Iowa.

Preston, T.R., Elias, A., and Willis, M.B. 1968. Intensive beef production from sugar cane. 7. The performance of bulls given high levels of molasses/urea at different dilutions. Rev. Cubana Cienc. Agri. (Eng. Ed.) 2: 263-268.

Raghuvansi, S.K.S., Prasad, R., Tripathi, M.K., Mishra, A.S., Chaturvedi, O.H., Misra, A.K., Saraswat, B.L., and Jakhmola, R.C. 2007. Effect of complete feed blocks or grazing and supplementation of lambs on performance, nutrient utilisation, rumen fermentation and rumen microbial enzymes. Animal. 1:221–226.

Richardson, J.M., Wilkinson, R.G., and Sinclair, L.A. 2003. Synchrony of nutrient supply to the rumen and dietary energy source and their effects on the growth and metabolism of lambs. J. Anim. Sci. 81: 1332–1347.

Robertson, J.B. Van Soest, P.J. 1981. The detergent system of analysisand its application to human foods. In: James, W.P.T., Theander, O. (Eds.), The Analysis of Dietary Fibre in Food, Marcel Dekker, NY, USA, pp. 123–158. (Chapter 9).

Ruffin, B.G., and McCaskey, T.A. 1991. Feeding of broiler litter to beef cattle. Albama Cooperative Extension Service, Elburn University, Circular, ANR- 557.

Russel, J.B. 2002. Rumen Microbiology and Its Role in Ruminant Nutrition. J.B. Russell Publ. Co., Ithaca, NY.

SAS. 2001. Statistical Analysis System: Users Guide, Statistics, version 8.2. SAS Institute. Carry, N.C., USA.

Selinger, L.B., Forsberg, C.W., and Cheng, K.J. 1996. The rumen: a unique source of enzymes for enhancing livestock production. Anaerobe. 2: 263–284.

Silva, A.T., Wallace, R.J., and Orskov, E.R. 1987. Use of particle-bound microbial activity to predict the rate and extent of fibre degradation in the rumen. Brit. J. Nutr. 57: 407-415.

Sinclair, L.A., Garnsworthy, P.C., Newbold, J.R., and Buttery, P.J. 1993. Effect of synchronizing the rate of dietary energy and nitrogen release on rumen fermentation and microbial protein synthesis in the sheep. J. Agric. Sci. 120: 251-263.

Sniffen, C.J., O'Connor, J.D., Van Soest, P.J., Fox, D.G., and Russell, J.B. 1992. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets. II. Carbohydrate and protein availability. J. Anim. Sci. 70: 3562-3577.

Sutoh, M., Obara, Y., and Miyamoto, S. 1996. The effect of sucrose supplementation on kinetics of nitrogen, ruminal propionate and plasma glucose in sheep. J. Agri. Sci. 126: 99-105.

Van Ryssen, J.B.J. 2001. Poultry litter as a feedstuff for ruminants: a South African scene. S. Afr. J. Anim. Sci. 2: 1–8.

Zinn, R.A., Barajas, R., Montan, M., and Shen, Y. 1996. Protein and energy value of dehydrated poultry excreta in diets for feedlot cattle. J. Anim. Sci. 74: 2331–2335.

Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources
J. of Ruminant Research, Vol. 2(2), 2014
http://ejrr.gau.ac.ir

Effect of energy source on some hydrolytic enzymes activities in different fractions of rumen liquor and N retention in sheep fed diet containing heat-processed broiler litter

[*]A. Azizi-Shotorkhoft[1], A. Sharifi[1], D. Mirmohammadi[2], J. Rezaei[3], A. Kiani[4] and H. Fazaeli[5]

[1]Ph.D. Students of Khuzestan Ramin Agricultural and Natural Resources University, [2]Ph.D. Student of Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, [3]Assistant Prof., Dept. of Animal Science, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University, [4]Assistant Prof., Dept. of Animal Science, Faculty of Agriculture, Lorestan University, [5]Professor, Animal Science Research Institute of Iran

Received: 03/03/2014; Accepted: 06/03/2014

Abstract

This research was carried out to investigate the effect of adding different energy sources (*i.e.*, corn, barley and molasses) into diet containing heat-processed broiler litter (HBL; as nitrogen supplement) on activities of some ruminal hydrolytic enzymes in different fractions (*i.e.*, particulate material, extra cellular or cellular) of rumen liquor and nitrogen retention in sheep. The assessed enzymes were included carboxymethyl-cellulase, microcrystalline-cellulase, filter paper degrading activities and α-amylase. Fifteen Moghani male sheep were used in a completely randomized design with three treatments and five replicates. The experimental diets were corn diet (alfalfa, wheat straw, HBL, corn grain), barley diet (alfalfa hay, wheat straw, HBL, barley grain) and molasses diet (alfalfa, wheat straw, HBL, molasses). For carboxymethyl-cellulase and filter paper degrading activities, the particulate material, extracellular, cellular and total (sum of all of three fractions) activities were higher ($P<0.05$) in those sheep fed diet contained molasses compared with other treatments. Moreover, the particulate material, cellular and total α-amylase activities and nitrogen retention enhanced ($P<0.05$) in molasses diet than starchy (corn or barley) diets. Dietary treatments had no effect ($P>0.05$) on microcrystalline-cellulase activity. Overall, results of this study showed that supplementing HBL containing diet with molasses increased the activities of rumen hydrolytic enzymes and nitrogen retention in sheep.

***Keywords*:** Rumen Cellulolytic and Amylolytic Enzymes; Nitrogen Retention; Energy Source; Broiler Litter; Sheep

* Corresponding author; azizi.msc.modares@gmail.com