Archive of SID

Iranian Journal of Animal Science Research
Vol. 10, No. 1, Spring 2018, p. 35-46

نشریه پژوهشهای علوم دامی ایران
جلد ۱۰، شماره ۱، بهار ۱۳۹۷، ص. ۴۶-۳۵

بررسی ارزش غذایی و خصوصیات تخمیر شکمبه‌ای غلاف کهور

حسن علی عربی[1*]- فرشته علی‌پور[2]- پویا زمانی[1]- داریوش علی‌پور[1]- مصطفی ملکی[3] - خلیل زابلی[3]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۹/۱۴
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۰۴/۲۱

چکیده

کهور پوشش گیاهی غالب مناطق بیابانی جنوب ایران می‌باشد. میوه کهور (غلاف) دارای ارزش غذایی زیادی است و می‌توان آنرا به مصرف دام رساند. این آزمایش جهت بررسی ارزش غذایی و خصوصیات تخمیر شکمبه‌ای غلاف کهور در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام شد. غلاف کهور از مناطق مختلف استان هرمزگان تهیه شد. سپس، ترکیب شیمیایی، کینتیک تخمیر شکمبه‌ای در زمان‌های مختلف انکوباسیون (به‌روش آزمون تولید گاز) و قابلیت هضم به‌روش دو مرحله‌ای (برون‌تنی) در اجزای مختلف آن در ۳ تیمار (غلاف کامل، پوسته غلاف و دانه) و در ۳ تکرار تعیین شد. در نهایت، اجزای مختلف پروتئین در غلاف کامل و پوسته غلاف برآورد گردید. نتایج نشان داد پروتئین خام در غلاف کامل، پوسته غلاف و دانه به ترتیب ۱۲/۱۵، ۱۰/۶۵ و ۳۶/۵۳ درصد بود. حجم گاز تولید شده در طول ۱۲۰ ساعت انکوباسیون و پتانسیل تولید گاز در پوسته غلاف به‌طور معنی‌داری بیشتر از سایر بخش‌ها بود (P<۰/۰۵). قابلیت هضم ماده خشک، ماده آلی و ماده آلی در ماده خشک و انرژی قابل متابولیسم در دانه به‌طور معنی‌داری بیشتر از سایر بخش‌ها بود (P<۰/۰۵). مقدار پروتئین محلول (SP)، ازت غیر پروتئینی (A) و پروتئین با سرعت تجزیه بالا (B1) در پوسته غلاف به‌طور معنی‌داری بیشتر از غلاف کامل بود (P<۰/۰۱). به‌طور کلی نتایج نشان داد غلاف کهور از نظر ترکیب شیمیایی، قابلیت هضم و انرژی زایی دارای ارزش غذایی نسبتاً خوبی است. غلاف کهور از نظر ترکیب شیمیایی و قابلیت هضم، دارای ارزش غذایی خوبی بوده و می‌تواند به‌عنوان بخشی از جیره غذایی دام‌های مناطق گرمسیر استفاده شود.

واژه های کلیدی: ارزش غذایی، آزمون تولید گاز، غلاف کهور و قابلیت هضم.

مقدمه

شناخت منابع خوراکی مورد استفاده در تغذیه دام و طرح و برنامه‌ریزی در راستای استفاده بهینه از پتانسیل‌های بالقوه مواد خوراکی گام موثری در توسعه صنعت دامپروری کشور است. در سالهای اخیر به سبب افزایش جمعیت و تقاضای روز افزون محصولات و فرآورده‌های دامی در کشور و در برخی موارد مدیریت نامناسب در جهت پاسخ به این نیاز کشور، عدم تعادل دام و مرتع و تخریب مراتع موجب شده که استفاده از منابع خوراکی بومی هر منطقه با کمترین هزینه و کارایی زیاد از اولویت تحقیقاتی باشد.

کهور[4] گیاهی است که به‌صورت درخت و درختچه در اکثر مناطق گرمسیر جهان پراکنده می‌باشد. این گیاه بومی نواحی جنوب غربی آمریکا، آمریکای مرکزی و شمال آمریکای جنوبی می‌باشد. پراکنش این گیاه در مناطق گرم و خشک جهان مانند آفریقا، استرالیا و جنوب آسیا (بخصوص در کشورهای هندوستان، پاکستان و ایران) می‌باشد (۲۸). تولید غلاف (میوه) در هر درخت از مقدار کم تا ۴۰۰ کیلوگرم متغییر است و از هر هکتار حدود ۱۵ تن محصول (غلاف) به دست می‌آید. میزان تولید غلاف کهور در سطح جهان در حدود ۴-۳ میلیون تن تخمین زده می‌شود (۳۳). با توجه به مقاومت زیاد این گیاه به کم آبی، آب و هوای گرم و تابستان داغ و طولانی در مناطق گرمسیر، در ایران پوشش عمده مناطق جنوبی کشور (سواحل خلیج فارس و دریای عمان) بخصوص در استان‌های خوزستان (اطراف شهرهای اهواز، سوسنگرد، آبادان، بهبهان و امیدیه)، بوشهر (بندر کنگان، اهرم و

۱- دانشیار گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران،
۲- دانش آموخته کارشناسی ارشد تغذیه دام، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران،
۳- استادیار گروه علوم دامی،دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران.
(*- نویسنده مسئول: (Email: h_aliarabi@yahoo.com
DOI: 10.22067/ijasr.v1397i1.60772

4- Prosopis juliflora

www.SID.ir

Archive of SID

برازجان)، هرمزگان (نواحی شرق، مرکز و غرب استان) تا سیستان و بلوچستان (بندر چاه بهار و ایرانشهر) از این گیاه تشکیل شده است (۲۷). از این گیاه در تثبیت شن‌های روان در مناطق بیابانی و ایجاد سایه در کنار جاده‌های برون شهری استفاده می‌شود و تاکنون بیش از هزاران هکتار از مناطق بیابانی کشور به‌وسیله این گیاه جنگل‌کاری شده است (۲۷). درخت کهور در زمره درختان علوفه‌ای محسوب می‌گردد. غلاف کهور که به شکل میوه لوبیا است شامل یک کپسول و تعدادی دانه است که پس از رسیدن، به رنگ زرد بوده و دارای پروتئین و کربوهیدرات قابل‌توجهی است. یکی از مهم‌ترین موارد استفاده از این غلاف (میوه درخت کهور) به‌عنوان خوراک دام می‌باشد. زیرا غلاف رسیده آن خوش‌خوراک بوده و دارای ارزش غذایی بالایی است (۱۶). بر اساس تحقیقات صورت گرفته، غلاف کهور دارای ۱۲ درصد پروتئین خام با قابلیت هضم بالا (۷۲ درصد) می‌باشد (۱۶). همچنین در تحقیق دیگری درصد ماده خشک، پروتئین خام، الیاف نامحلول در شوینده خنثی، الیاف نامحلول در شوینده اسیدی و چربی خام غلاف کهور به ترتیب ۹۳/۶، ۱۷/۳، ۷۹/۸، ۲۵/۵ و ۳/۶ درصد گزارش شد (۷). پریرا و همکاران (۳۱) نیز پس از بررسی ترکیب شیمیایی غلاف کهور، مقدار ماده خشک، ماده آلی، پروتئین خام و چربی خام آنرا به ترتیب ۹۲/۲، ۹۶/۲، ۷/۲ و ۱/۶ گزارش کردند. در رابطه با کاربرد غلاف کهور در تغذیه دام نیز تحقیقات مختلفی صورت گرفته است. طبق گزارش ساوال و همکاران (۳۶) غلاف کهور را می‌توان بین ۵۰-۱۰ درصد در جیره گوسفندان استفاده نمود و دانه‌های موجود در غلاف دارای ۳۷-۳۱ درصد پروتئین هستند. همچنین، در یک تحقیق دیگر، مقادیر صفر، ۲۵۰ و ۵۰۰ گرم در کیلوگرم ماده خشک جیره از غلاف کهور در جیره بره‌های نر رامبویه استفاد شد و مشخص گردید که مصرف خوراک و افزایش وزن بره ها در گروه‌های تیمار شده با غلاف کهور بالاتر بود (۳۰).

با توجه به موارد فوق، آزمایش حاضر به منظور بررسی ترکیب شیمیایی، تعیین ارزش غذایی و خصوصیات تخمیر شکمبه‌ای غلاف کهور در شرایط برون‌تنی (*in vitro*) به‌روش آزمون تولید گاز طراحی گردید.

مواد و روش‌ها

تهیه و آماده‌سازی نمونه

میوه کهور به صورت کاملاً خشک و رسیده از مناطق مختلف استان هرمزگان (غلاف‌های ریخته شده در پای درختان) تهیه شده و به آزمایشگاه تغذیه دام دانشگاه بوعلی سینا منتقل شد. سپس دانه، غلاف خالی (پوسته) و غلاف کامل هر کدام جداگانه با آسیاب رومیزی (Glen Creston، انگلستان) مجهز به الک ۱ میلی‌متری آسیاب شدند.مایع شکمبه مورد نیاز از ۳ راس گوسفند نر مهربان مجهز به فیستولا که از جیره‌ای بر پایه علوفه و کنسانتره و مطابق نیاز نگهداری تغذیه می‌شدند به‌دست آمد. مایع شکمبه گرفته شده (قبل از خوراک‌دهی صبح) توسط پارچه متقال چهار لایه صاف شده و سریعاً در شرایط بیهوازی و داخل فلاسک به آزمایشگاه تغذیه دام منتقل شد. در آزمایشگاه، مایع صاف شده در یک ارلن درب‌دار ریخته شد و پس از وارد نمودن گاز دی‌اکسیدکربن درب آن محکم بسته و در انکوباتور در دمای ۳۹ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد تا جهت آزمون تولید گاز و قابلیت هضم آزمایشگاهی مورد استفاده قرار گیرد.

تعیین ترکیب شیمیایی

درصد ماده خشک و ترکیب شیمیایی (ماده آلی، خاکستر خام، چربی خام و پروتئین خام) به روش AOAC (۵)، کربوهیدرات غیر فیبری[1] به روش NRC (۲۹)، الیاف نامحلول در شوینده خنثی[2] و الیاف نامحلول در شوینده اسیدی[3] نیز با روش ون سوست و همکاران (۴۱) تعیین شدند.

آزمون تولید گاز

آزمون تولید گاز در دو مرحله و با استفاده از سرنگ‌های شیشه‌ای مطابق روش های استاندارد انجام شد (۲۴). در مرحله اول به منظور بررسی کنیتیک تخمیر شکمبه‌ای در زمان‌های انکوباسیون متوالی (۱۲۰ساعته)، ۲۰۰ میلی‌گرم نمونه آسیاب شده خشک به داخل سرنگ‌های شیشه‌ای ریخته شد (به جزسرنگ‌های بلانک) و سپس مقدار ۳۰ میلی‌لیتر مایع شکمبه بافری شده به داخل سرنگ‌ها افزوده شد (در ۳ اجرای جداگانه و در هر اجرا ۳ تکرار) و به مدت۱۲۰ساعت در داخل حمام بن‌ماری با دمای ۳۹ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد. حجم گاز تولیدی در زمان‌های ۰، ۲، ۴، ۶، ۸، ۱۲، ۲۴، ۴۸، ۷۲، ۹۶ و ۱۲۰ ساعت پس از انکوباسیون، ثبت و به صورت تجمعی محاسبه گردید و سپس داده‌های حاصل از آزمون تولید گاز با استفاده از معادله ۱ برازش شد (۲۴).

$$GP_{120} = b(1 - e^{-ct}) \quad (۱)$$

در معادله ۱، GP120 حجم گاز تولید شده (میلی‌لیتر بر گرم ماده آلی) در طول ۱۲۰ ساعت انکوباسیون، b حداکثر ظرفیت تولید گاز (میلی‌لیتر بر گرم ماده آلی)، c سرعت تولید گاز (h-1) و t زمان انکوباسیون (ساعت) می‌باشد.

برای برآورد قابلیت هضم ماده آلی (OMD)، قابلیت هضم ماده آلی در ماده خشک (DOMD)، انرژی قابل متابولیسم (ME) و مقدار اسیدهای چرب فرار کوتاه زنجیر تولید شده (SCFA) از حجم گاز

1- Non Fiber Carbohydrate
2- Neutral Detergent Fiber
3- Acid Detergent Fiber

www.SID.ir

Archive of SID

تولید شده در زمان ۲۴ ساعت انکوباسیون و مطابق معادلات ۲، ۳، ۴ و ۵ استفاده شد (۲۵ و ۲۰) :

$$OMD_{(\%DM)} = 14.88 + 0.889GP + 0.45CP + 0.0651Ash \quad (۲)$$

$$DOMD_{(\%DM)} = OMD \times OM \quad (۳)$$

$$ME_{(Mj/kg\,DM)} = 2.20 + 0.136GP + 0.057CP + 0.0029\,CP^2 \quad (۴)$$

$$SCFA_{(mmol)} = 0.0222GP - 0.00425 \quad (۵)$$

در معادلات فوق، GP: حجم گاز تولیدی تصحیح شده در طول ۲۴ ساعت انکوباسیون (میلی‌لیتر بر ۲۰۰ میلی‌گرم ماده خشک)، CP: پروتئین‌خام (درصد ماده خشک)، Ash: خاکسترخام (درصد ماده خشک) و OM: ماده آلی (درصد ماده خشک) می‌باشد.

در مرحله دوم، آزمون تولید گاز ۲۴ ساعته به‌منظور بررسی قابلیت هضم نمونه‌ها انجام شد. روند اجرای این آزمایش کاملاً مشابه آزمایش قبل (انکوباسیون ۱۲۰ ساعته) بود، به‌استثنای اینکه مقدار نمونه آسیاب شده خشک که به داخل هر سرنگ ریخته می‌شد ۵۰۰ میلی‌گرم و حجم مخلوط مایع شکمبه و محلول کشت که به‌داخل سرنگها تزریق می‌شد، ۴۰ میلی‌لیتر بود (۲۱). در پایان انکوباسیون محتویات باقی‌مانده در داخل سرنگ‌ها (مواد هضم نشده) به‌داخل لوله‌های فالکون ۵۰ میلی‌لیتری تخلیه شده (وزن خالی این لوله ها قبلاً ثبت شد) و سریعاً pH محتویات داخل آنها با استفاده از pH متر دیجیتالی (مدل Weilheim کشور آلمان) ثبت شد. سپس، محتویات داخل لوله‌های فالکون سانتریفوژ شد (با ۲۵۰۰ rpm، به مدت ۲۰ دقیقه و دمای ۴ درجه) و از مایع بالایی آن برای اندازه‌گیری کل اسیدهای چرب فرار نمونه‌برداری و به فریزر با دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد منتقل شد. سپس باقی‌مانده مایع بالایی داخل لوله‌ها دور ریخته شد و لوله‌های فالکون به‌همراه رسوب داخل آنها به آون (۶۵ درجه و به مدت ۴۸ ساعت) منتقل شدند تا پس از خشک شدن، فراسنجه‌های مربوط به این آزمایش محاسبه شود (۲۱). قابلیت هضم حقیقی ماده آلی (IVTOMD) و فاکتور تفکیک[1] (مقدار ماده آلی ناپدید شده واقعی (برحسب میلی‌گرم) به حجم گاز تولیدی (بر حسب میلی‌لیتر) در طول ۲۴ ساعت انکوباسیون) بر اساس روش مکار (۲۱) و مطابق معادله ۶ تعیین شد :

$$TIVOMD_{(\%DM)} = (C - D)/C \quad (۶)$$

در معادله ۶، C وزن ماده آلی موجود در نمونه قبل از انکوباسیون و D وزن ماده آلی هضم نشده بعد از انکوباسیون است.

برای محاسبه پروتئین میکروبی تولید شده[2] (MB)، محتویات داخل هر کدام از لوله‌های فالکون (بقایای هضم نشده) به مدت یک ساعت در محلول NDS جوشانده شد و رسوب باقی‌مانده با استفاده از کاغذ صافی و پمپ خلا صاف شد و مقدار پروتئین میکروبی تولید شده مطابق معادله ۷ محاسبه گردید (۲۱).

$$MB_{(mg)} = E - F \quad (۷)$$

در معادله ۷، E وزن رسوب قبل از جوشاندن در محلول ان دی اف و F وزن رسوب بعد از جوشاندن است.

مقدار کل اسیدهای چرب فرار نیز با استفاده از دستگاه مارخام اندازه‌گیری شد (۶).

تعیین قابلیت هضم به روش برون‌تنی

اندازه‌گیری قابلیت هضم برون‌تنی با استفاده از روش دو مرحله‌ای تلی و تری (۳۹) انجام شد. ابتدا محلول بزاق مصنوعی و پپسین–اسید کلریدریک هر کدام به‌طور جداگانه تهیه شدند و سپس محلول بزاق مصنوعی با مایع شکمبه‌ای که از ۳ رأس گوسفند نر مهربان به‌دست آمده بود مخلوط شد. روش انجام این آزمایش به‌این صورت بود که در ابتدا مقدار ۰/۵ گرم از هر نمونه در ۳ تکرار به داخل لوله‌های فالکون ۵۰ میلی‌لیتری ریخته شد (۳ عدد لوله فالکون هم به‌عنوان بلانک در نظر گرفته شد). سپس بزاق مصنوعی مطابق دستورالعمل مربوطه تهیه شد و به نسبت ۴ به ۱ با مایع شکمبه صاف شده با هم مخلوط شدند و مقدار ۳۵ میلی‌لیتر از این مخلوط به داخل هر یک از لوله‌ها ریخته شد و به مدت ۴۸ ساعت در انکوباتور با دمای ۳۹ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد. در پایان این مرحله، همه لوله‌ها سانتریفوژ شدند و مایع رویی آنها دور ریخته شد. به محتویات باقی مانده در داخل هر لوله مقدار ۳۵ میلی‌لیتر محلول پپسین – اسید کلریدریک اضافه شد و مجدداً به مدت ۴۸ ساعت در انکوباتور با دمای ۳۹ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد. در نهایت، بقایای هضم نشده داخل لوله‌ها با استفاده از کاغذ صافی صاف شدند. رسوب باقی مانده پس از خشک شدن، در داخل کوره الکتریکی سوزانده شد.

ارزیابی کیفیت پروتئین بر اساس CNCPS[3]

به منظور تعیین پروتئین حقیقی در نمونه‌ها از تانگستیک اسید به عنوان عامل رسوب دهنده استفاده شد (۱۵) و غلظت پروتئین رسوب کرده که همان پروتئین حقیقی است تعیین شد (۱۶). در نهایت اجزای مختلف پروتئین محاسبه گردید (۳۸).

طرح آماری

کلیه داده‌ها با استفاده از رویه GLM و در قالب طرح کاملاً تصادفی با استفاده از نرم افزار SAS ویرایش ۹/۱ آنالیز شدند (۳۵). مدل آماری استفاده شده $Yij=\mu+Ti+eij$ بود که در آن Yij مقدار

1- Partitioning factor
2- Microbial Protein
3- Cornell Net Carbohydrate and Protein System

www.SID.ir

Archive of SID

مشاهده تیمار i ام در تکرار j ام، μ اثر میانگین، Ti اثر تیمار i ام و eij اثر خطای آزمایش مربوط به تیمار i ام در تکرار j ام بود. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح خطای ۵ درصد انجام گرفت.

نتایج و بحث

نتایج مربوط به ترکیب شیمیایی بخش‌های مختلف غلاف کهور در جدول ۱ آورده شده است. همانطور که مشاهده می‌شود، به جز DM و ADF ، بخش‌های مختلف غلاف کهور تفاوت معنی‌داری را در ترکیب شیمیایی نشان دادند. به‌طوریکه برای مثال دانه کهور دارای بیشترین مقدار CP، EE و ADL بود (p< ۰/۰۵). درصد DM غلاف کهور بین ۹۵/۴۵ – ۹۳ درصد گزارش شده است که مطابق با یافته‌های تحقیق حاضر می‌باشد (۳، ۷ و ۱۹). همچنین، درصد CP در غلاف کامل بین ۱۷/۲ – ۱۲/۲۵ درصد (۳)، در پوسته غلاف ۱۳/۳ درصد (۳۳) و در دانه بین ۳۰– ۲۰ درصد (۳۶) گزارش شده است.

جدول ۱- ماده خشک و ترکیب شیمیایی بخش‌های مختلف غلاف کهور (برحسب درصد ماده خشک)[۱]

Table 1- Dry matter and chemical composition of different parts of mesquite pod (based on DM)[1]

اجزاء Components	ترکیب شیمیایی[۲] Chemical composition[2]								
	ماده خشک DM	ماده آلی OM	چربی خام EE	پروتئین خام CP	خاکستر خام Ash	فیبر نامحلول در شوینده خنثی NDF	فیبر نامحلول در شوینده اسیدی ADF	کربوهیدارت های غیر علوفه ای NFC	لیگنین ADL
غلاف کامل Whole pod	93.61	96.32[a]	4.55[b]	12.15[b]	3.67[b]	45.10[a]	25.47	34.65[b]	11.69[b]
پوسته غلاف Husk	93.45	95.29[b]	2.80[c]	10.65[b]	4.70[a]	47.53[a]	29.55	34.79[a]	9.14[c]
دانه Seed	93.70	96.70[a]	12.17[a]	36.53[a]	3.30[b]	40.07[b]	16.87	7.43[c]	16.64[a]
P-value	0.1715	0.0198	0.0001	0.0001	0.0198	0.0003	0.1038	0.0001	0.0003
SEM	0.223	0.255	0.053	1.399	0.255	0.793	3.518	0.006	0.546

[۱] حروف متفاوت درهر ستون نشان‌دهنده وجود اختلاف آماری معنی‌دار می‌باشد (P<۰/۰۵).

[۲] ماده خشک (DM)، ماده آلی (OM)، چربی خام (EE)، پروتئین خام (CP)، خاکستر خام (Ash)، الیاف نامحلول در شوینده خنثی (NDF)، الیاف نامحلول در شوینده اسیدی (ADF)، کربوهیدرات‌های غیر فیبری (NFC) و لیگنین (ADL).

[1] Means with different superscript letters in column are significantly different (P<0.05).

[2] Dry matter (DM), Organic matter (OM), Ether extract (EE), Crude protein (CP), Neutral detergent fiber (NDF), Acid detergent fiber (ADF), Non fiber carbohydrate (NFC) and acid detergent lignin (ADL).

به نظر می‌رسد عدم تفاوت معنی‌دار در درصد CP بین غلاف کامل و پوسته غلاف در تحقیق حاضر، با وجود اینکه غلاف در برگیرنده دانه نیز می‌باشد، احتمالاً به خاطر وزن کم دانه در داخل غلاف (سهم دانه در غلاف کامل از نظر وزنی، ۷/۵ درصد است) باشد. درصد EE در غلاف کامل کهور نیز بین ۶/۲ – ۱/۳۳ درصد (۷)، در پوسته غلاف ۲ درصد (۲۶) و در دانه ۱۴/۵ درصد (۳۲) گزارش شده است. باتیستا و همکاران (۷) نیز مقدار NDF و NFC در غلاف کامل کهور را به‌ترتیب ۴۰/۲ – ۲۵/۹۳ درصد و ۵۰ درصد گزارش کرده‌اند. پریرا و همکاران (۳۱) درصد ماده خشک، ماده آلی، پروتئین خام و چربی خام غلاف کهور را به ترتیب ۹۲/۲، ۹۶/۲، ۷/۲ و ۱/۶ درصد گزارش کردند. همانطور که ملاحظه می‌گردد، بخش زیادی از نتایج تحقیق حاضر در رابطه با ترکیب شیمیایی غلاف کهور با نتایج گزارش شده توسط سایر محققین همخوانی دارد و تفاوت های موجود نیز احتمالاً مربوط به واریته گیاه، نحوه استحصال، روش نگهداری و سایر عوامل می‌باشد.

نتایج مربوط به تخمیر شکمبه‌ای در انکوباسیون متوالی و فراسنجه‌های برآورد شده از آن در جدول ۲ آورده شده است. همانطور که مشاهده می‌گردد، بین پوسته غلاف و دانه آن از نظر آماری در تمام فراسنجه‌های برآورد شده در جدول ۲ تفاوت معنی‌داری مشاهده شد (p<۰/۰۵). اما غلاف کامل و پوسته غلاف به استثنای حجم گاز تولید شده در ۱۲۰ ساعت انکوباسیون (GP_{120}) و پتانسیل تولید گاز (b) تفاوت معنی‌داری با هم نداشتند. به‌طوریکه GP_{120} و b در پوسته غلاف به طور معنی‌داری بیشتر از سایر بخش‌ها بود (p< ۰/۰۵). تولید گاز اصولاً نتیجه تخمیر کربوهیدرات‌ها به استات، پروپیونات و بوتیرات است (۲۴). افزایش سهم کربوهیدرات‌های جیره و نیز فعالیت میکروبی باعث افزایش تولید گاز می‌شود. در حالیکه میزان گاز تولید شده چربی ناچیز است (۱۲). لذا تفاوت در ترکیب شیمیایی خوراک‌ها می تواند منجر به تفاوت در میزان تولید گاز گردد (۱۴). مطالعات

www.SID.ir

Archive of SID

اندکی در رابطه با بررسی کینتیک تخمیر شکمبه‌ای غلاف کهور صورت گرفته است و بیشتر مطالعات انجام شده مربوط به برگ و سرشاخه کهور می‌باشد. در آزمایشی که توسط سانتوز و همکاران (۳۴) در خصوص استفاده از عصاره غلاف کهور (سطوح صفر، ۲۵، ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر مایع شکمبه) به همراه سبوس گندم به روش آزمون تولید گاز استفاده شده بود، مشاهده شد که با افزایش غلظت عصاره فوق، حجم گاز تولید شده در طول ۳۶ ساعت انکوباسیون روند کاهشی نشان داد. ایشان بیان کردند که غلاف کهور ممکن است حاوی ترکیباتی باشد که همانند یونوفرها عمل کرده و بر روی باکتری‌های گرم مثبت اثر محدود کنندگی داشته باشد. این باکتری‌ها عمدتاً از نوع فیبرولایتیک هستند که به همراه متانوژن‌ها در تولید گاز دی‌اکسید کربن و متان نقش مهمی دارند و مهار این باکتری‌ها می‌تواند سبب کاهش حجم گاز تولید شده گردد. همچنین، عبدالرزاق و همکاران (۱) حجم گاز تولید شده توسط غلاف کامل کهور را در ۲۴ و ۴۸ ساعت انکوباسیون به ترتیب ۴۱/۷ و ۴۷/۶ میلی‌لیتر بر گرم ماده خشک گزارش نمودند. کمتر بودن حجم گاز تولید شده در دانه نسبت به سایر بخش‌ها، احتمالاً مربوط به درصد کم NFC و درصد بالای پروتئین و چربی در آن می‌باشد (۱۴).

جدول ۲- تخمیر شکمبه‌ای در انکوباسیون متوالی و فراسنجه‌های برآورده شده (به ازای ۱ گرم ماده آلی)[۱]

Table 2- Ruminal fermentation in Continuous incubation and estimated parameters (for 1 g OM)[1]

اجزاء Components	فرآسنجه های تخمیری تخمین زده شده [۲] Fermentation estimated Parameters[2]							
	حجم گاز تولید شده در ۱۲۰ ساعت GP_{120}	پتانسیل تولید گاز b	سرعت تولید گاز c	حجم گاز تولید شده در ۲٤ ساعت GP_{24}	قابلیت هضم ماده آلی OMD	انرژی قابل متابولیسم ME	ماده آلی قابل هضم در ماده خشک DOMD	اسیدهای چرب کوتاه زنجیر SCFA
غلاف کامل Whole pod	331.06[b]	317.48[b]	0.1215[a]	269.47[a]	60.96[a]	9.23[a]	54.86[a]	1.14[a]
پوسته غلاف Husk	362.44[a]	343.62[a]	0.1204[a]	287.32[a]	63.42[a]	9.60[a]	56.28[a]	1.20[a]
دانه Seed	307.89[b]	298.23[b]	0.1631[b]	214.32[b]	51.67[b]	7.81[b]	46.71[b]	0.91[b]
P-value	0.0046	0.0071	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
SEM	4.061	8.222	0.006	6.628	1.187	0.173	1.006	0.028

[۱] حروف متفاوت در هر ستون نشان‌دهنده وجود اختلاف آماری معنی‌دار می‌باشد (P<۰/۰۵).

[۲] GP_{120}: حجم گاز تولید شده پس از ۱۲۰ ساعت انکوباسیون (ml/g OM)، b: پتانسیل تولید گاز (ml/g OM)، c: سرعت تولید گاز (/h)، GP_{24}: حجم گاز تولید شده پس از ۲۴ ساعت انکوباسیون (ml/g OM)، OMD: قابلیت هضم ماده آلی (درصد)، ME: انرژی متابولیسمی (MJ/kg DM)، DOMD: ماده آلی قابل هضم در ماده خشک (درصد)، SCFA: اسیدهای چرب کوتاه زنجیر تولید شده (mmol).

[1]Means with different superscript letters in column are significantly different (P<0.05).

[2]GP_{120}: Volume of gas produced after 120 h of incubation (ml/g OM), b: Potential of gas production (ml/g OM), c: Rate of gas production (/h), GP_{24}: Volume of gas produced after 24 h of incubation (ml/g OM), OMD: Organic matter digestibility (percentage), ME: Metabolizable energy (MJ/kg DM), DOMD: Digestible organic matter in dry matter (percentage) and SCFA: Short chain fatty acid (mmol)

بین میزان تجزیه‌پذیری در شکمبه (تولید گاز) با مقدار لیگنین، رابطه منفی وجود دارد. افزایش محتوای لیگنین در دیواره سلول گیاهی سبب می‌شود که میکروارگانیسم‌های شکمبه دسترسی کمتری به مواد مغذی داخل سلول گیاهی داشته باشند. لذا با کاهش فعالیت میکروبی، قابلیت هضم و تولید گاز کاهش می‌یابد (۱۰). بوباکر و کایولی (۱۰) در نتایج خود به این نکته اشاره کرده‌اند که لیگنین موجب کاهش قابلیت هضم و کاهش تولید گاز می‌گردد. بخش پوسته غلاف بیشترین مقدار SCFA را داشت. زیرا غلظت این فراسنجه، با تولید گاز رابطه مثبت و مستقیم دارد و تولید گاز انعکاسی از تولید SCFA می‌باشد (۱۴).همچنینکومار و دملو (۱۷) به حضور فاکتورهای ضد تغذیه‌ای مانند تانن، سیانوژن، ساپونین و آلکالوئیدها در میوه کهور اشاره کرده‌اند. در پژوهشی که توسط سانتوز و همکاران (۳۴) انجام شد، مشخص گردید که غلاف کهور حاوی ترکیبات پلی‌فنولیک و توکسین‌هایی است که ممکن است اثر بازدارندگی بر تولید گاز در شکمبه داشته باشد.

نتایج مربوط به فراسنجه‌های تخمیر شکمبه‌ای در آزمون تولید گاز ۲۴ ساعته در جدول ۳ ارایه شده است. حجم گاز تولید شده در طول ۲۴ ساعت انکوباسیون (GP_{24}) در دانه کمترین و در پوسته غلاف بیشترین مقدار بود و تفاوت معنی‌داری در این رابطه بین بخش‌های مختلف غلاف مشاهده شد (P< ۰/۰۱). بیشترین مقدار فاکتور تفکیک و توده میکروبی تولید شده در دانه مشاهده شد. پوسته غلاف بیشترین مقدار TIVOMD را دارا بود و مقدار pH نیز در دانه بیشرین و در پوسته غلاف کمترین مقدار بود.

همانطور که قبلاً ذکر شد، در مطالعه سانتوز و همکاران (۳۴)

www.SID.ir

Archive of SID

استفاده از سطوح صفر، ۲۵، ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر مایع شکمبه) به همراه سبوس گندم به مدت ۳۶ ساعت در آزمون تولید گاز، علی‌رغم اینکه روند تولید گاز یک روند کاهشی بود. اما مقدار ماده خشک تجزیه شده و توده میکروبی تولید شده تفاوت معنی‌داری بین تیمارها نشان ندهند. پریرا و همکارن (۳۱) نیز نتایج مشابهی گزارش کردند و بیان نمودند که استفاده از عصاره غلاف کهور به همراه سبوس گندم بدون اثر بر تجزیه‌پذیری ماده خشک، سبب کاهش حجم گاز تولیدی شد که علت آن بدلیل کاهش تولید متان بود. بررسی فاکتور تفکیک شاخصی از این موضوع است که سوبسترای تخمیر شده می‌تواند به دو مسیر شامل تولید اسیدهای چرب فرار و یا تولید توده میکروبی سوق یابد. فاکتور تفکیک کمتر نشان می‌دهد که سوبسترای تجزیه شده به سمت تولید گاز و تولید اسیدهای چرب کوتاه زنجیره(SCFA) رفته و مقدار بیشتر آن بیانگر تولید توده میکروبی بیشتر یا بازده تولید توده میکروبی بیشتر می‌باشد (۹). از آزمون تولید گاز برای تخمین قابلیت هضم برون‌تنی و ME در نشخوارکنندگان استفاده می‌شود (۴). مشاهده pH کمتر برای پوسته غلاف نسبت به سایر بخش‌ها، احتمالاً مربوط به وجود فاکتور تفکیک کمتر است که نشان‌دهنده تولید SCFA بیشتر می‌باشد (۹).

جدول ۳- فراسنجه‌های تخمیر شکمبه‌ای در آزمون تولید گاز ۲۴ ساعته (به ازای ۱ گرم ماده آلی)[۱]

Table 3- Ruminal fermentation parameters at 24 h gas production (for 1 g OM)[1]

اجزاء Components	فرآسنجه های تخمیر شکمبه[۲] Rumen fermentation parameters[2]					
	حجم گاز تولید شده در ۲۴ ساعت GP_{24}	ضریب تفکیک PF	توده میکروبی MB	قابلیت هضم واقعی ماده آلی TIVOMD	اسیدیته pH	کل اسیدهای چرب فرار TVFA
غلاف کامل Whole pod	253.08[b]	3.09[b]	24.75[b]	70.40[b]	6.68[b]	63.33
پوسته غلاف Husk	305.12[a]	2.88[c]	25.60[b]	78.20[a]	6.61[c]	69.00
دانه Seed	171.23[c]	4.93[a]	82.60[a]	76.32[a]	6.80[a]	49.17
P-value	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.2709
SEM	3.627	0.061	4.097	0.006	0.016	7.985

[۱] حروف متفاوت درهر ستون نشان‌دهنده وجود اختلاف آماری معنی‌دار می‌باشد (P<۰/۰۵).

[۲] GP_{24}: حجم گاز تولید شده پس از ۲۴ ساعت انکوباسیون (ml/g OM)،PF: ضریب تفکیک (mg/ml)، MB: توده میکروبی (mg)، AIVDMD: قابلیت هضم ظاهری ماده خشک (درصد)، TIVOMD: قابلیت هضم واقعی ماده آلی (درصد)، TVFA: کل اسیدهای چرب فرار تولید شده (mmol).

[1]Means with different superscript letters in column are significantly different (P<0.05).

[2]GP_{24}: Volume of gas produced after 24 h of incubation (ml/g OM), PF: Partitioning factor (mg/ml), MB: Microbial biomass (mg), AIVDMD: Apparent *in vitro* dry matter digestibility (percentage), TIVOMD: True *in vitro* organic matter digestibility (percentage), TVFA: Total volatile fatty acid (mmol).

نتایج مربوط به درصد قابلیت هضم و انرژی قابل متابولیسم برآورد شده توسط روش تلی و تری (۳۹) در بخش‌های مختلف غلاف کهور در جدول ۴ ارایه شده است. از نظر مقادیر IVDMD، IVOMD، DOMD و ME دانه به‌طور معنی‌داری بیشترین مقدار را در مقایسه با سایر بخش‌های غلاف دارا بود (P< ۰/۰۵). اما در رابطه با مقادیر فوق، تفاوت معنی‌داری بین غلاف کامل و پوسته غلاف مشاهده نشد. با توجه به اینکه دانه بخش اندکی از غلاف کامل را شامل می‌شود (۷/۵ درصد)، لذا هرچند مقادیر موجود در جدول ۴ در غلاف کامل از نظر عددی بیشتر از پوسته غلاف بود، اما تفاوت بین آنها معنی‌دار نبود. بلال و همکاران (۸) قابلیت هضم ماده خشک غلاف کامل کهور بین ۹۰ – ۶۴ درصد گزارش نمودند. همچنین، عالم‌زاده و همکاران (۲) مقدار IVDMD و IVOMD پوسته غلاف را به ترتیب ۶۳/۵ و ۶۴/۲۹ درصد گزارش کرده‌اند. تفاوت در مقادیر گزارش شده احتمالاً می‌تواند به‌دلیل تأثیر گونه و رقم گیاه بر قابلیت هضم مواد خوراکی باشد. افزایش معنی‌دار قابلیت هضم دانه در مقایسه با سایر بخش‌های غلاف، احتمالاً به دلیل محتوای زیاد EE، CP، OM و نیز محتوای کم ADF و NDF آن می‌باشد. زیرا ارزش غذایی بالاتر در یک نمونه خوراک از طریق افزایش فعالیت میکروبی شکمبه، سبب افزایش قابلیت هضم آن می‌گردد. همچنین، محتوای NDF و ADF عامل تعیین کننده‌ای در مقدار قابلیت هضم می‌باشد و هر چقدر این مقادیر در یک نمونه خوراک کمتر باشند، قابلیت هضم بیشتر می‌شود. از مقدار DOMD به عنوان پیش‌بینی کننده ME استفاده می‌شود و همانطور که مشاهده می‌شود با افزایش این مقدار، ME نیز افزایش یافته است (۲۲).

همانطور که قبلا ذکر شد، درصد لیگنین در دانه به طور معنی‌داری بیشتر از سایر بخش‌ها بود (p< ۰/۰۵) و از آنجا که لیگنین سبب کاهش قابلیت هضم می‌گردد، لذا وجود لیگنین قاعدتاً می‌بایست سبب کاهش قابلیت هضم دانه می‌شد. احتمالاً در روش هضم دو

www.SID.ir

Archive of SID

مرحله‌ای برون‌تنی، بخش زیادی از لیگنین (ترکیبات فنولیک) در طول آزمایش به‌صورت محلول در آمده است و اثر آن بر کاهش هضم در نظر گرفته نشده است. به عبارت دیگر، این وضعیت باعث تخمین بیش از حد قابلیت هضم ماده خشک در این نوع خوراک‌ها گردیده است (۱۰). لازم به ذکر است که آزمون تولید گاز فقط صرفاً هضم میکروبی است. اما آزمایش تلی و تری هضم میکروبی توأم با هضم اسیدی است. از آنجا که هضم اسیدی می‌تواند اجزای خوراک را به‌طور متفاوت‌تری در مقایسه با هضم میکروبی هضم کند، لذا نسبت به آزمون تولید گاز نتایج متفاوتی می‌تواند داشته باشد. همچنین، همانطور که قبلاً ذکر گردید، غلاف کهور حاوی مواد ضد تغذیه ای است. این ترکیبات ممکن است از طریق کاهش فعالیت میکروبی در شکمبه در فرآیند تولید گاز اخلال ایجاد کنند. اما در روش تلی و تری (در مرحله هضم اسیدی)، این ترکیبات ممکن است اثرگذار نباشند.

جدول ٤- قابلیت هضم آزمایشگاهی (*in vitro*) بخش‌های مختلف غلاف کهور (روش تلی و تری)[1]

Table 4-*In vitro* digestibility of different parts of mesquite (Tilley and Terry method)[1]

اجزاء Components	قابلیت هضم [۲] Digestibility[2]			
	درصد قابلیت هضم ماده خشک IVDMD	درصد قابلیت هضم ماده آلی IVOMD	درصد ماده آلی قابل هضم در ماده خشک DOMD	انرژی قابل متابولیسم ME
غلاف کامل Whole pod	77.53[b]	75.84[b]	72.91[b]	11.445[b]
پوسته غلاف Husk	77.20[b]	75.29[b]	72.82[b]	11.22[b]
دانه Seed	81.42[a]	79.02[a]	76.96[a]	12.40[a]
P-value	0.0143	0.0349	0.0143	0.0302
SEM	0.968	0.902	0.889	0.271

[1] حروف متفاوت درهر ستون نشان‌دهنده وجود اختلاف آماری معنی‌دار می‌باشد (P<۰/۰۵).

[۲] IVDMD: درصد قابلیت هضم ماده خشک، IVOMD: درصد قابلیت هضم ماده آلی، DOMD: درصد ماده آلی قابل هضم در ماده خشک، ME: انرژی قابل متابولیسم (MJ/kg DM) که از رابطه ME=DOMD(g/kg DM)*0.0157 برآورد گردید.

[1]Means with different superscript letters in column are significantly different (P<0.05).

[2]IVDMD: *In vitro* dry matter digestibility (percentage), IVOMD: In vitro organic matter digestibility (percentage), DOMD: Digestible organic matter in dry matter (percentage), ME: Metabolizale energy that was estimated from the equation: ME=DOMD(g/kg DM)*0.0157.

نتایج مربوط به اجزای مختلف پروتئین در جدول ۵ آورده شده است. همانطور که ملاحظه می‌شود، اجزای پروتئین در بخش‌های مختلف غلاف کهور تفاوت بسیار معنی‌داری نشان دادند (P<۰/۰۱). غلظت پروتئین محلول (SP)، ازت غیر پروتئینی (A) و پروتئین با سرعت تجزیه بالا (B_1) در پوسته غلاف به‌طور معنی‌داری بیشتر از غلاف کامل است (P<۰/۰۱). در بخش دانه نیز با افزایش SP ، مقدار A و B_1 نیز افزایش یافت. اما میزان افزایش B_1 در دانه بیشتر بود. باتیستا و همکاران (۷) غلظت SP در غلاف کامل کهور را ۶۳۵ گرم بر کیلوگرم پروتئین خام گزارش کردند که نزدیک به مقدار آن در این تحقیق می‌باشد. علت بالا بودن بخش A (ازت غیر پروتئینی) در پوسته، احتمالاً مربوط به محتوای بالای کربوهیدرات‌های محلول و غیر ساختاری در آن است. کربوهیدرات‌های محلول و غیر ساختاری در تأمین انرژی مورد نیاز میکروب‌های شکمبه مشارکت داشته و در اثر تجزیه‌پذیری بالای پروتئین در شکمبه، نهایتاً تولید ازت آمونیاکی افزایش می‌یابد. بخش A، مولکول‌های کوچکی هستند که شامل پپتیدها، اسیدهای آمینه آزاد، اسیدهای نوکلئیک، آمیدها، آمین‌ها، نیترات و آمونیاک می‌باشد (۳۷). هر چقدر مقدار پروتئین حقیقی در خوراک بیشتر باشد، مقدار A در آن کمتر است. بنابراین، پوسته غلاف چون حاوی A بیشتری است، لذا پروتئین حقیقی کمتری نسبت به دو بخش دیگر غلاف دارد. مقدار پروتئین نامحلول در شوینده خنثی (NIDP) در بخش‌های مختلف غلاف کهور به‌طور بسیار معنی‌داری با هم تفاوت نشان دادند (P<۰/۰۱). علت بالا بودن NIDP در غلاف کامل نسبت به پوسته، احتمالاً به دلیل محتوای بالای پروتئین خام غلاف کامل در مقایسه با پوسته و ایجاد پیوند بیشتر بین دیواره سلولی و ازت پروتئینی می‌باشد (زیرا با توجه به عدم معنی‌دار بودن تفاوت درصد NDF بین پوسته و غلاف کامل، اثر آن در نظر گرفته نمی‌شود). هر چقدر مقدار NIDP در یک خوراک بیشتر باشد، آن خوراک پتانسیل بالاتری برای تأمین پروتئین عبوری از شکمبه خواهد داشت. اسیدهای آمینه موجود در پروتئین عبوری در هضم پس از شکمبه‌ای خیلی موثر تر مورد استفاده دام قرار می‌گیرند. زیرا میکروب‌های شکمبه ممکن است آنها را تجزیه کنند (۴۰). با توجه به بالا بودن غلظت NIDP در غلاف کامل، به نظر می‌رسد که غلاف

www.SID.ir

Archive of SID

کامل کهور نسبت به دو بخش دیگر آن پتانسیل بالاتری از نظر تأمین اسیدهای آمینه و پروتئین با کیفیت بالا را برای دام داشته باشد. بیشتر بودن مقدار NIDP در غلاف کامل و پوسته غلاف در مقایسه با دانه نیز احتمالاً مربوط به درصد NDF بالاتر آن و در نتیجه تشکیل پیوند بیشتر بین ازت پروتئینی با اجزای دیواره سلولی این دو بخش نسبت به دانه می‌باشد. لازم به ذکر است که باتیستا و همکاران (۷) مقدار NIDP در غلاف کهور را ۱۵۱ گرم بر کیلوگرم پروتئین خام گزارش نمودند.

جدول ۵- اجزای پروتئین (به‌روش CNCPS) در بخش‌های مختلف غلاف کهور (گرم بر کیلوگرم پروتئین خام)[۱]

Table 5- Protein fractionation (estimated by CNCPS method) of different parts of mesquite pod (g/kg CP)[1]

اجزاء Components	اجزاء پروتئین[۲] Protein Fractions[2]						
	پروتئین محلول SP	ازت غیر پروتئینی A	پروتئین با سرعت تجزیه بالا B_1	پروتئین با سرعت تجزیه متوسط B_2	پروتئین با سرعت تجزیه پایین B_3	پروتئین متصل به دیواره سلولی بدون همی سلولز C	پروتئین متصل به دیواره سلولی NDIP
غلاف کامل Whole pod	103.96[c]	53.23[c]	51.60[c]	699.86[a]	93.46[a]	99.06[b]	193.50[a]
پوسته غلاف Husk	385.53[b]	213.03[a]	175.00[b]	450.33[c]	23.93[b]	135.56[a]	159.10[b]
دانه Seed	465.93[a]	194.86[b]	272.86[a]	460.03[b]	1.46[c]	64.60[c]	64.33[c]
P-value	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
SEM	1.979	1.527	1.523	0.509	0.792	1.398	1.552

[۱] حروف متفاوت درهر ستون نشان‌دهنده وجود اختلاف آماری معنی‌دار می‌باشد (P<۰/۰۵).

[۲] SP: پروتئین محلول، A: ازت غیر پروتئینی، B_1: پروتئین با سرعت تجزیه بالا، B_2: پروتئین با سرعت تجزیه متوسط، B_3: پروتئین با سرعت تجزیه پایین، C: پروتئین متصل به دیواره سلولی بدون همی سلولز (ADIP)، NDIP: پروتئین متصل به دیواره سلولی.

[1] Means with different superscript letters in column are significantly different (P<0.05).

[2] SP: Soluble protein, A: Non protein nitrogen, B_1: protein with highly rates of degradation, B_2: protein with intermediate rates of degradation, B_3: protein with slowly rates of degradation, C: Protein binded to ADF (ADIP), NDIP: protein binded to NDF.

پروتئین متصل به دیواره سلولی بدون همی سلولز (بخش C) نیز در بخش‌های مختلف غلاف کهور تفاوت بسیار معنی‌داری نشان دادند (p<۰/۰۱). مقدار C برآوردی از مقدار ازت غیر قابل هضم در خوراک است و باید تا حد امکان مقدار آن پایین باشد (۱۱). همچنین، هضم شکمبه‌ای و روده‌ای این بخش نیز صفر درصد در نظر گرفته می‌شود (۱۳). در این رابطه، بخش C در دانه کمترین مقدار را داشت و این نشان می‌دهد که کیفیت دانه از این لحاظ مناسب می‌باشد. به نظر می‌رسد که علت پایین بودن بخش C در دانه کهور در مقایسه با دو بخش دیگر، مربوط به درصد ADF کم آن و در نتیجه کمتر بودن تعداد پیوندهای بین ازت پروتئینی با ADF آن باشد.

اگر یک مقایسه‌ای بین ارزش غذایی غلاف کهور و یک خوراک معمول مانند علوفه یونجه صورت بگیرد، مشخص خواهد شد که بر اساس ترکیب شیمیایی و ضریب قابلیت هضم نسبتاً خوب غلاف کهور، این ماده می‌تواند به عنوان یک ماده خوراکی مناسب در جیره غذایی دام‌ها بخصوص در مناطق گرمسیر استفاده شود. در مطالعه‌ای که توسط عسکری (۴) انجام شد، درصد قابلیت هضم ماده خشک، ماده آلی، پروتئین خام، الیاف خام و تی‌دی‌ان غلاف کهور به ترتیب ۶۰/۹۸، ۶۲/۱۶، ۴۸/۱، ۵۱/۳، و ۶۰/۸۷ درصد و در یونجه (با گلدهی کامل) به ترتیب ۵۸/۱۵، ۵۷/۹۳، ۶۹، ۴۹/۴ و ۵۵ درصد گزارش شد.

نتیجه‌گیری کلی

به‌طور کلی، نتایج این آزمایش نشان داد که با توجه به ترکیب شیمیایی غلاف کهور از قبیل پروتئین خام، ماده آلی و نیز انرژی قابل متابولیسم و همچنین قابلیت هضم ماده خشک و ماده آلی آن، این ماده خوراکی دارای ارزش غذایی خوبی می‌باشد. بر این اساس، با توجه به شرایط آب و هوایی جنوب کشور و وجود گیاه کهور به مقدار فراوان و نیز کمبود مراتع گیاهی و منابع خوراکی در مناطق فوق، به نظر می‌رسد پس از انجام آزمایشات بیشتر درون‌تنی، استفاده از این ماده خوراکی می‌تواند در تأمین بخشی از نیازهای غذایی دام‌های این منطقه مورد توجه قرار گیرد.

www.SID.ir

Archive of SID

منابع

1- Abdulrazak, S. A., T. Awano, T. Ichinohel, T. Fujiharal, and J. Nyangagas. 2000. Nutritive evaluation of Prosopis juliflora fruits and leaves from Kenya. Chemical composition and *in vitro* gas production.Animal Science, P. O. Box 536 Njoro Kenya.

2- Alemzadeh, B., H. Fazaeli, A. Kardooni, and S. Noroozy. 2008. Effect of Prosopis juliflora pods in the diet of fattening Arabic lambs. Pajouhesh & Sazandegi: No 75: 181-188. (In Persian)

3- Andrade-Montemayor, H., F. Alegría-Ríos, M. Pacheco-López, H. Aguilar- Borjas, F. L. O. Villegas-Díaz, R. Basurto-Gutiérrez, H. Jiménez- Severiano, H. R. Vera-Avila. 2009. Effect of dry roasting on composition, digestibility and degradability of fiber fractions of mesquite pods (Prosopis laevigata) as feed supplement in goats. Trop. Subtrop. Agroecosyst., Pp:1–7.

4- Askari F. 2005. The nutritive value of twigs and fruits (Pods with seeds) Prosopis cineraria and Acacia tortilis. Pajouhesh and Sazandegi, 68: 48-55. (In Persian).

5- Association of Official Analytical Chemists. 2000. Official Methods of Analysis, 16th ed. USDA,

6- Barnett, A. G. and R. L. Reid. 1957. Studies on the production of volatile fatty acid production from fresh grass. Journal of Agriculture Science, 48: 315-321.

7- Batista, A. M., A. F. Mustafa, J. J. Mckinnon, and S. Kermasha. 2002. *In situ* ruminal and intestinal nutrients digestibilities of mesquite (Prosopic juliflora) pods. Animal feed science and technology, 100: 107-112.

8- Belal, S. O., Y. A. Abdullah, and A. Fatima. 2008. The effect of partial replacement of barley grains by Prosopis juliflora pods on growth performance, nutrient intake, digestibility, and carcass characteristics of Awassi lambs fed finishing diets. Animal Feed Science and Technoligy, 146: 42–54.

9- Blummel, M., K. P. Aiple, H. Steingass, and K. Becker. 1999. A note on the stoichiometrical relationship of short chain fatty acid production and gas formation in vitro in feedstuffs of widely different quality. J. AnimalPhysi. And anim Nutri. 81:157-167.

10- Boubaker, A. G. and C. Kayouli. 2005. *In vitro* gas production and its relationship to *in situ* disappearance and chemical composition of some Mediterranean browse species. Journal of Feed Science and Technology, 123: 303-311.

11- Chamberlain, A. T., and J. M. Wilkinson. 2000. Feeding the dairy cow. (2nd ed.). United Kingdom: Chalcombe Publications, Lincoln.

12- Deaville, E. R., and D. I. Givens. 2001. Use of the automated gas production technique to determine the fermentation kinetics of carbohydrate fractions in maize silage. Animal Feed Science and Technology, 93: 205-215.

13- Fox D. G., L. O. Tedeschi, T. P. Tylutki, J. B. Russell, M. E. Van Amburgh, L. E. Chase, A, N. Pell, and T. R. Overton. 2004. The Cornell net carbohydrate and protein system model for evaluating herd nutrition and nutrient excretion. Animal Feed Science and Technology, 112: 29–78.

14- Getachew, G., E. J. Peters, and P. H. Robinson. 2004. *In vitro* gas production provides effective method for assessing ruminant feeds. Cal. Agriculture, 58: 1-12.

15- Greenberg, N. A., and W. P. Shipe. 1979. Comparison of the abilities of trichloroacetic, picric, sulfosalicylic and tungstic acid to precipitate protein hydro lysates and proteins. Journal of Food Science, 44: 735-737.

16- Habit, M. A., T. D. Conitreras, and R. H. Gonzalez. 1981. Prosopis tamarugo fodde tree for arid zones. FAO Plant Production and Protection Paper, No. 25: 110.

17- Kumar, R., and J. P. F. D'Mello. 1995. Anti-nutritional factors in forage legumes. In: D'Mello J. P. F. and C. Devendra(eds). Tropical legumes in animal nutrition. CAB International, Wallingford, Oxon, UK, pp.95 –133.

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

19- Mahgoub, O., I. T. Kadim, N. E. Forsberg, D. S. Al-Ajmi, N. M. Al-Saqri, A. S. Al-Abri, and K. B. Annamalai. 2005. Evaluation of meskit (Prosopis juliflora) pods as a feed for goats. Animal Feed Science and Technology, 121: 319-327.

20- Makkar, H. P. S. 2005. *In vitro* gas methods for evaluation of feeds containing phytochemical. Animal Feed Science and Technology, 123/124: 291-302.

21- Makkar, H. P. S. 2010. *In vitro* screening of feed resources for efficiency of microbial protein synthesis. 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. 107–144.

22- McDonald, P., A. R. Edwards, J. F. D. Greenhalp, and C. A. Morgan. 2002. Animal nutrition. (6th Ed), Prentice Hall, London.

23- McDougall, E. I. 1948. Studies on ruminant saliva.The composition and output of sheep saliva. Biochemistry Journal, 43: 99-109.

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

www.SID.ir

Archive of SID

25- Menke, K. H., L. Raab, A. Salewski, H. Steingass, D. Fritz, and W. Schneider. 1979. The estimation of digestibility and metabolizable energy content of ruminant feedstuffs from the gas production when they incubated with rumen liquor *in vitro*. Journal of Agricultural Science, 92: 217- 222.
26- Meyer, D., R. Becker, M. R. gumbmann, H. Neukom, and R. M. Saunders. 1986. Processing composition, nutritional evaluation and utilization of mesquite (prosopis spp.) pods as raw material for the food industry. Journal Agriculture Food Chem., 34: 914-919.
27- Moslemi, N. M. 2010. Study of nutritive value and phenolic compounds of Prosopis cinararia and Prosopis juliflora in different growth stages. The thesis submitted for the degree of M.SC, Department of animal science, Zabol University. (In Persian)
28- Muthana, K. D., and G. D. Arora. 1983. Prosopis juliflora (Swartz) D.C., a fast growing tree to bloom in the desert. Central Arid Zone Research Institute, Jodhpur, 342 003, India.21 pp.
29- National Research Council. 2001. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 7th ed. The National Academies Press,
30- Pena-Avelino, L. Y., J. M. Pinos-Rodríguez, B. I. Juárez-Flores, and L. Yáñez-Estrada. 2016. Effects of Prosopis laevigata pods on growth performance, ruminal fermentation and blood metabolites in finishing lambs. South African Journal of Animal Science, 46 (4): 360-365.
31- Pereira T. C. J., M. L.A. Pereira, J. V. Moreira, J. A. G. Azevêdo, R. Batista, V. F. Paula, B. S. Oliveira and E. J. Santos. 2017. Effects of alkaloid extracts of mesquite pod on the products of in vitro rumen fermentation. Environmental Science and Pollution Research, 24:4301–4311.
32- Pereira, T. C. J., M. L. A. Pereira, S. C. A. Oliveira, L. S. Argôlo, H. G. O. Silva, P. M. D. Santos, P. J. P. Almeida, and A. B. D. Santos. 2013. Mesquite pod meal in diets for lactating goats. Revista Brasileira de Zootecnia, 42 (2): 102-108.
33- Riveros, F. 1992. The genus Prosopis and its potential to improve livestock production in arid and semi-arid regions. Animal Production and Health Paper, Rom, Pp: 257-276.
34- Santos, E. T., M. L. A. Pereira , C. F. P.G. Silva, L. C. Souza-Neta, R. Geris, D. Martins, A. E. G. Santana, L. C. A. Barbosa , H. G., O. Silva, G. C. Freitas, M. P. Figueiredo, F. F. Oliveira and R. Batista. 2013. Antibacterial activity of the alkaloid-enriched extract from *Prosopis juliflora* pods and its influence on *in vitro* ruminal digestion. International Journal of Molecular Sciences, 14: 8496-8516.
35- SAS. 2001. SAS Institute Inc., Cary, NC, USA
36- Sawal, R. K., R. Ratan, and S. B. S. Yadar. 2004. Mesquite (Prosopis juliflora) pods as a feed resource livestick, A review. Asian Aust. Journal Animal Science, 17 (5): 719-725.
37- Schwab, C. G., T. P. Tylutki, R. S. Ordway, C. Sheaffer, and M. D. Stern. 2003. Characterization of Proteins in Feeds. Journal of Dairy Science, 86:88–103.
38- Sniffen, C. J., J. D. O'Connor, P. J. Van Soest, D. G. Fox, and J. B. Russell. 1992. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability.Journal of Animal Science, 70 (11):3562-3577.
39- Tilley, J. M. A., and R. A. Terry. 1963. A two-stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. Journal British Grasland Society, 18: 104-111.
40- Van Soest, P. J. 1994. Nutritional ecology of the ruminant. 2nd ed, Cornell University Press, Ithaca, NY.
41- Vansoest, P. J., J. B. Robertson, and B. A. Lewis. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. Journal of Dairy Science, 74: 3588-3590.

www.SID.ir

Archive of SID

Iranian Journal of Animal Science Research
Vol. 10, No. 1, Spring 2018, p. 35-46

نشریه پژوهشهای علوم دامی ایران
جلد ۱۰، شماره ۱، بهار ۱۳۹۷، ص. ۴۶-۳۵

Evaluation of Nutritional Value and Ruminal Fermentation of Mesquitepod

H. Aliarabi[1*]- F. Alipour[2]- P. Zamani[1]- D. Alipour[1]- M. Maleki[3] - K. Zaboli[3]

Received: 04-12-2016
Accepted: 12-07-2017

Introduction Mesquite is the dominant flora of southern Iran. Whole pod contains capsule and some seeds which its color, after ripen, is yellow and contains considerable protein and carbohydrate. One of the most important usage of this pod is as animal feed, because the ripen pod is palatable and has high nutritional value. This study was conducted to evaluate chemical composition, ruminal fermentation and digestibility of different parts of mesquite plant as a completely randomized design.

Materials and Methods Mesquite pod was collected from different areas of Hormozgan province. Whole pod, husk and seed were grounded separately. Chemical composition of different parts of mesquite pod (dry matter, organic matter, ash, ether extract, crude protein, non fiber carbohydrate, neutral detergent fiber, acid detergent fiber and lignin) was separately determined. *In vitro* gas production test (IVGPT) was conducted at two parts. For this purpose, rumen fluid was obtained from three fistulated rams before the morning feeding. The rams were fed twice daily with a diet containing alfalfa hay and commercial concentrate to meet their requirements. The collected ruminal fluid was pooled in a flask and was transported under anaerobic conditions to the laboratory. Rumen fluid was filtered through four layers cheesecloth and then mixed continuously with CO_2 and maintained at 39 ^{o} C before the usage. After pre-incubation, the rumen fluid was mixed with buffered mineral solution at the ratio of 1:2 rumen fluid to mineral buffer (V/V). At first part of IVGPT to evaluate kinetics of ruminal fermentation at different incubation time (120 hours), 200 mg of dried and grounded sample was transfer to glass syringe. Syringes were filled with 30 ml of medium (consisting of 10 ml of rumen fluid and 20 ml of buffer solution). The values of produced gas at 0, 2, 4, 6, 8, 12, 24, 48, 72, 96 and 120 hours after incubation time were determined. At second part of IVGPT, 500 mg sample with 40 ml medium incubated for 24 hour and amount of produced gas, apparent dry matter digestibility, true organic matter digestibility and partitioning factor of samples were measured. Total gas production of each syringe (at first and second parts of IVGPT) was corrected for blank which contained only rumen fluid. Two stages *in vitro* digestibility was done. Different parts of protein in whole pod and husk were estimated based on CNCPS method.

Results and Discussion Results showed that there were significant differences for chemical compositions of different parts of mesquite pod except for dry matter (DM) and acid detergent fiber ($P<0.05$). As seed had highest values of crude protein (CP), ether extract (EE) and lignin ($P<0.05$). Percentages of crude protein in whole pod, husk and seed were 12.15, 10.65 and 36.53 respectively. But difference between whole pod and husk was not significant. No significant difference of crude protein content of whole pods and husk is probably due to low weight of seeds in the pod (percentage of seeds in pod was 7.5 percent). Volume of produced gas at 120 hours incubation (GP_{120}) and the potential of gas production (b) for husk were significantly higher than those of other parts ($P<0.05$). The highest amounts of partitioning factor and produced microbial protein were observed in seed. Husk had highest value of short chain fatty acid (SCFA). *In vitro* dry matter digestibility (IVDMD), *in vitro* organic matter digestibility (IVOMD), *in vitro* digestible organic matter in dry matter (IVDOMD) and metabolizable energy (ME) were significantly higher in seed compared to other parts ($P<0.05$). No significant difference was observed between the whole pod and husk. Protein components in different parts of mesquite pod showed very significant differences ($P<0.01$). Concentration of soluble protein (SP), non protein nitrogen (A) and highly degradable protein (B_1) were significantly higher in husk than whole pod ($P<0.05$). Protein bonded to NDF (NIDP) in different parts of pod showed significant differences ($P<0.05$). Concentration of soluble protein (SP), non protein nitrogen (A) and protein with highly rates of degradation (B1) were significantly higher in husk than those of whole pod ($P<0.01$).Soluble and non-structural carbohydrates participate in supply of energy for ruminal microbes and due to high rumen protein degradation, ammonia nitrogen produced is increased. Part A includes small molecules that contain peptides, free amino acids, nucleic acids, amides, amines, nitrates and ammonia. The higher amount of the true protein in feed, the lower amount of part A. Husk has more part A than other two parts of the pod (seed and whole pod), so it contains lower true protein compared to other parts of the pod. The reason for the high protein bonded to NDF (NIDP) in the whole pods compared to husk is probably due to the higher content of crude protein in the whole pod compared to husk so more links between cell wall and protein nitrogen. The higher the NIDP content in a feed, the higher potential for bypass protein.

www.SID.ir

Archive of SID

Conclusion Overall results showed that when considering chemical composition, digestibility and ME, mesquite has relatively high nutritional value. Considering the southern Iran's climate and the fact that mesquite is the dominant flora of this part of Iran, mesquite can be used as a part of diet for ruminants.

Keywords: Digestibility, Gas test technique, Mesquite pod, Nutritional value.

www.SID.ir