



تولیات دامی

دوره ۱۸ ■ شماره ۴ ■ زمستان ۱۳۹۵

صفحه‌های ۴۹۰-۷۱۹

بررسی فراسنجه‌های هضمی و تخمیری جیره‌های حاوی برگ توت سیاه

مرتضی چاجی^{۱*}، زهرا امینی‌فرد^۲، مختار حیدری^۳

۱. دانشیار، گروه علوم دامی، دانشکده علوم دامی و صنایع غذایی، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان، ملائانی - اهواز
۲. دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد، گروه علوم دامی، دانشکده علوم دامی و صنایع غذایی، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان، ملائانی - اهواز
۳. دانشیار، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان، ملائانی - اهواز

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۴/۰۲/۲۹

تاریخ وصول مقاله: ۱۳۹۴/۱۰/۳۰

چکیده

آزمایش حاضر به منظور بررسی ترکیب شیمیایی و خصوصیات هضمی و تخمیری برگ توت سیاه و یا جیره‌های حاوی مقادیر صفر، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد از آن، توسط جمعیت کامل میکروارگانیسم‌ها یا قارچ‌های شکمبه گوسفند، انجام گرفت. ماده خشک، پروتئین خام، الیاف نامحلول در شوینده ختنی (NDF) و اسیدی (ADF)، خاکستر و تانن برگ توت سیاه به ترتیب ۹۶/۵، ۱۹/۳۰، ۳۶/۸۲، ۱۵/۹۰، ۹/۳۱ و ۰/۳۰ درصد بود. مقدار عامل تفکیک‌کننده، ماده آلی واقعاً تجزیه شده، تولید توده میکروبی و بازده آن در توت سیاه بیشتر از علوفه یونجه بود ($P < 0/05$). با افزایش مقدار برگ توت در جیره تولید گاز افزایش یافت، به طوری که جیره حاوی ۳۰ درصد برگ توت بیشترین پتانسیل تولید گاز را داشت ($P < 0/05$). با افزایش مقدار برگ توت در جیره تجزیه دیواره سلولی، قابلیت هضم ماده آلی، انرژی قابل متابولیسم و اسیدهای چرب کوتاه زنجیر افزایش یافت ($P < 0/05$). بنابراین، جایگزین کردن علوفه یونجه با برگ توت در جیره اثر منفی بر فعالیت هضمی میکروارگانیسم‌ها، به ویژه قارچ‌های جدا شده شکمبه که بیشتر هاضم الیاف و بخش‌های سخت گیاه هستند، ندارد و می‌توان از برگ توت به دلیل پروتئین بیشتر و الیاف کمتر، به جای یونجه در جیره بره‌های پرواری استفاده کرد.

کلیدواژه‌ها: الیاف، پروتئین، تانن، توده میکروبی، قارچ‌های شکمبه

مقدمه

استفاده از بقایای زراعی و باغی در تغذیه دام با تأمین بخشی از خوراک مورد نیاز دام‌ها، هزینه تولید فرآورده‌های دامی را کاهش می‌دهد [۹]. علوفه‌های نواحی گرمسیری پروتئین و انرژی قابل هضم پایینی دارند که باعث مصرف کم و عملکرد ضعیف حیوانات می‌شوند. برای حل این محدودیت، از برخی درختان و درختچه‌ها که دارای محتوای پروتئین و قابلیت هضم متوسط تا بالایی هستند، بهره‌برداری شده است. در این میان، توت‌ها از جمله منابع خوراکی غیرمتعارف هستند. به دلیل بالا بودن محتوای پروتئین و قابلیت هضم ماده خشک و خوش خوراکی بالا، برگ توت یک علوفه استثنایی برای نشخوارکنندگان به شمار می‌رود [۷ و ۲۷].

توت تیره بزرگی از گیاهان گلدار بدون گلبرگ متعلق به خانواده موراسه است که دارای ۷۳ جنس و ۱۰۰۰ گونه می‌باشد. توت سفید و توت سیاه از مهمترین گونه‌های توت می‌باشند. توت سفید یا موروس *آلبا* درختی است به ارتفاع ۱۸ تا ۲۰ متر که به منظور بهره‌گیری از ارزش غذایی برگ‌های آن در پرورش و تغذیه کرم‌های ابریشم در انواع پاکوتاه، متوسط و بلند کشت می‌شود. این درخت بومی چین است و در بسیاری از کشورهای آسیایی از جمله ایران یافت می‌شود. توت سیاه (*Morus nigra*) به ارتفاع ۴ تا ۱۰ متر می‌باشد که شاخه‌های کوتاه و متعدد دارد و در کتب سنتی با نام‌های توت اسود، توت شامی و در فرانسه به نام میوریر-نویرو در انگلیسی با نام بلک مالبری آورده شده است. در ایران با نام‌های توت سیاه و توت شرابی معروف است [۱]. در تحقیقات انجام شده به منظور مقایسه ترکیبات شیمیایی توت سفید و توت سیاه، مقادیر ماده خشک، پروتئین خام، ADF، NDF و خاکستر توت سیاه به ترتیب ۴۲/۲، ۱۶/۰۶، ۲۲/۰۸، ۱۹/۴۶ و ۱۷/۵ درصد و برای توت سفید به ترتیب ۴۶/۲۷، ۱۸/۷۳، ۱۹/۳۸،

۱۷/۳۳ و ۱۵/۴ درصد گزارش شده است [۱۳]. برگ توت سیاه دارای ویتامین‌های A، C و املاح روی، پتاسیم، کلسیم، آهن و منیزیم می‌باشد [۱۴]. از دیگر محاسن توت می‌توان به قابلیت رشد آن در طیف گسترده‌ای از شرایط آب و هوایی اشاره کرد [۱۳].

اخیراً برگ توت به عنوان منبع تغذیه ای در دسترس برای نشخوارکنندگان و برخی حیوانات تک‌معدده‌ای مورد توجه زیادی قرار گرفته است. به عنوان مثال، در تحقیقات بر روی ارزش غذایی برگ درخت توت سفید در تغذیه گوسفندان با استفاده از روش آزمایشگاهی، مقدار پروتئین برگ درخت توت سفید ۱۸ تا ۲۵ درصد براساس ماده خشک بود، لذا منبع مناسبی برای تأمین پروتئین جیره است [۱۳]. شاخه و برگ توت سفید بسیار قابل هضم بوده و از نظر محتوی پروتئین خام مناسب است، به طوری که برگ‌های بالغ آن از ۲۰ تا ۲۴ درصد پروتئین خام دارند. برگ توت خوراکی بسیار مناسب برای حیوانات با تولید بالا می‌باشد و می‌تواند به صورت تازه و یا خشک در ترکیب جیره استفاده شود [۷]. ارزش غذایی توت به عنوان یکی از محصولات گیاهی به مراتب بالاتر از علوفه‌های متداول بوده و قابل مقایسه با کنسانتره است [۶]. شاخ و برگ توت را می‌توان به عنوان یک مکمل در جیره‌های علوفه‌ای با کیفیت پایین و یا به عنوان جزء اصلی جیره استفاده کرد. استفاده از برگ توت به عنوان مکمل در جیره نشخوارکنندگان بازدهی بهتری را داشته است [۲۷]. زمانی که برگ توت سیاه به مقدار صفر، ۰/۵، ۱ و ۱/۵ درصد برحسب ماده خشک در جیره بزه‌ها استفاده شد، افزایش وزن زنده به میزان ۶۰، ۷۵، ۸۵ و ۱۰۱ گرم در روز به دست آمد [۶]. به عبارت دیگر، بالاترین افزایش وزن مربوط به بالاترین مقدار برگ توت در جیره بود.

قارچ‌ها بین ۸ تا ۲۵ درصد توده زنده شکمبه را تشکیل می‌دهند و می‌توانند لیگنین را در شکمبه محلول نمایند

تولیدات دامی

دوره ۱۸ ■ شماره ۴ ■ زمستان ۱۳۹۵

کشت اختصاصی قارچ‌های شکمبه، شامل جیره شاهد (صفر درصد برگ توت) و جایگزینی ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد برگ توت سیاه به جای علوفه یونجه بود. بدین ترتیب مقدار برگ توت یا یونجه در کل جیره‌های آزمایشی صفر، ۷/۵، ۱۵، ۲۲/۵ و ۳۰ درصد بود. جیره‌ها طبق جداول احتیاجات غذایی استاندارد تنظیم شدند [۲۳] (جدول ۱).

ترکیبات شیمیایی برگ توت سیاه شامل الیاف نامحلول در شوینده خنثی [۲۹] پروتئین خام، ماده خشک، خاکستر، الیاف نامحلول در شوینده اسیدی و تانن با روشهای استاندارد اندازه‌گیری شد [۴]. در آزمایش تولید گاز، مایع شکمبه از چهار رأس بره عربی پروراری که به مدت ۶ هفته با جیره‌ای شامل یونجه خشک، کاه گندم، ختن (خوراک توسعه نیشکر)، کنجاله سویا، دانه جو، سبوس گندم، دانه ذرت، اوره و مکمل معدنی و ویتامینی تغذیه شده بودند، پیش از خوراکدهی صبح، جمع‌آوری و پس از صاف نمودن با پارچه چهار لایه نخی، در دمای ۳۹ درجه سلسیوس به آزمایشگاه منتقل شد. مطابق روش متداول مایع شکمبه صاف شده و با بزاق مصنوعی به نسبت یک به دو (۱۰ میلی‌لیتر مایع شکمبه و ۲۰ میلی‌لیتر بزاق مصنوعی) مخلوط شد [۲۱]. مقدار ۳۰۰ میلی‌گرم ماده خشک از نمونه مورد آزمایش (۵ تکرار از هر نمونه) درون ویال‌های شیشه‌ای ۱۰۰ میلی‌لیتری ریخته شد. درب ویال‌ها با استفاده از درپوش لاستیکی و پوشش آلومینیومی به طور کامل بسته و در حمام بن‌ماری با دمای ۳۹ درجه سلسیوس قرار داده شدند و در زمان‌های ۲، ۴، ۶، ۱۲، ۲۴، ۳۶، ۴۸، ۷۲ و ۹۶ ساعت مقدار گاز تولید شده در هر زمان ثبت شد.

ماده آلی واقعاً تجزیه شده، اسیدهای چرب کوتاه زنجیر، عامل تفکیک‌کننده (PF)، تولید توده میکروبی و بازده آن [۱۱]، انرژی قابل متابولیسم (ME) و قابلیت هضم ماده آلی با استفاده از رابطه‌های ۱ تا ۶ محاسبه شدند. از مدل نمایی (رابطه ۷) برای محاسبه پتانسیل تولید گاز استفاده شد [۲۱].

[۳]. قارچ‌ها روی بافت‌های لیگنینی شده نظیر اسکلاترانشیم و زایلیم که در شکمبه و نگاری بیشتر از بافت‌های دیگر ماندگاری دارند، تشکیل کلنی می‌دهند. فعالیت سلولولازی و زایلنازی قارچ‌ها از فعالیت ارگانسیم‌های سلولیتیک عالی شکمبه و پروتوزوآها بیشتر است [۲]. محتوی فیبر یا لیگنوسلولز جیره عامل تعیین‌کننده برای حضور جمعیت عادی قارچ‌ها در شکمبه می‌باشد. در مطالعه اثر نوع علوفه، مشخص شد که هنگام تغذیه یونجه تعداد و فعالیت هضمی قارچ‌ها در شکمبه در مقایسه با برموداگراس بیشتر است [۳]. جیره‌های حاوی سیلوی سورگوم یا ذرت، تعداد قارچ‌های بی‌هوازی در شکمبه را کاهش می‌دهند [۱۲]. لذا، جمعیت قارچ‌ها در شکمبه با نوع ترکیب جیره تغییر خواهد کرد، این امر تأکید می‌کند که در حین استفاده از منابع غذایی جدید باید فعالیت قارچ‌ها نیز مورد توجه قرار گیرد.

با وجود ویژگی‌های تغذیه‌ای خوب در این گونه گیاهی، اطلاعات محدودی در رابطه با خصوصیات تغذیه‌ای، سطح قابل استفاده در جیره و راه کارهای مناسب احتمالی در بهره‌گیری بهینه از برگ توت سیاه در تغذیه دام‌های نشخوارکننده اهلی وجود دارد. هدف از انجام پژوهش حاضر، تعیین ترکیبات شیمیایی برگ توت سیاه منطقه ملاثانی خوزستان و بررسی هضم و تخمیر جیره‌های حاوی سطوح مختلف برگ توت به صورت جایگزین با کل یا بخشی از علوفه یونجه در جیره بود.

مواد و روش‌ها

برگ‌های توت سیاه در مرحله میوه‌دهی در ماه خرداد از منطقه ملاثانی جمع‌آوری شدند و جهت انجام آزمایشات مورد استفاده قرار گرفتند. نمونه‌ها پس از خشک شدن در آون به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۶۰ درجه سلسیوس، با استفاده از آسیاب چکشی دارای الک یک میلی‌متری آسیاب شدند. جیره‌های آزمایشی مورد استفاده در آزمایش تولید گاز و

تولیدات دامی

جدول ۱. مواد خوراکی و ترکیب شیمیایی جیره‌های آزمایشی

درصد جایگزینی برگ توت سیاه با علوفه یونجه					مواد خوراکی (%)
۱۰۰	۷۵	۵۰	۲۵	۰	
۳۶	۳۶	۳۶	۳۶	۳۶	جو
۲	۲	۲	۲	۲	کنجاله سویا
۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	سیوس گندم
۳۰	۲۲/۵۰	۱۵	۷/۵۰	۰	برگ توت سیاه
۰	۷/۵۰	۱۵	۲۲/۵۰	۳۰	علوفه یونجه
۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	کاه گندم
۱	۱	۱	۱	۱	مکمل مواد معدنی و ویتامینی ^۱
۰/۷۰	۰/۷۰	۰/۷۰	۰/۷۰	۰/۷۰	آهک
۰/۳۰	۰/۳۰	۰/۳۰	۰/۳۰	۰/۳۰	نمک
۲/۲۶	۲/۲۶	۲/۲۶	۲/۲۵	۲/۲۵	انرژی قابل متابولیسم (مگا کالری بر کیلوگرم ماده خشک)
۱۳/۴۰	۱۳/۳۰	۱۳/۱۰	۱۲/۹۰	۱۲/۷۰	پروتئین خام (%)
۳۷/۷۰	۳۸/۱۰	۳۸/۶۰	۳۹/۱۰	۳۹/۵۰	الیاف نامحلول در شوینده خنثی (%)
۱۹/۰۰	۲۰/۳۰	۲۱/۶۰	۲۲/۹۰	۲۴/۲۰	الیاف نامحلول در شوینده اسیدی (%)
۸/۸۲	۸/۵۷	۷/۳۱	۷/۱۵	۷/۰۱	خاکستر (%)

۱- در هر کیلوگرم مکمل ۶۰۰ هزار واحد بین‌المللی ویتامین A، ۲۰۰ هزار واحد بین‌المللی ویتامین D، ۲۰۰ میلی‌گرم ویتامین E، ۲۵۰۰ میلی‌گرم آنتی‌اکسیدان، ۱۹۵ گرم کلسیم، ۸۰ گرم فسفر، ۲۱۰۰۰ میلی‌گرم منیزیم، ۲۲۰۰ میلی‌گرم منگنز، ۳۰۰۰ میلی‌گرم آهن، ۳۰۰ میلی‌گرم مس، ۳۰۰ میلی‌گرم روی، ۱۰۰ میلی‌گرم کبالت، ۱۲ میلی‌گرم ید و ۱/۱ میلی‌گرم سلنیوم وجود دارد.

رابطه (۱) در پایان آزمایش تولید گاز) - (خاکستر ماده باقیمانده)

$$\text{OMD (g/kg OM)} = 148.8 + 8.89 \text{ GP} + 4.5 \text{ CP} + 0.651 \text{ Ash}$$

رابطه (۲) $\text{PF (mg}^{-1} \text{ mL)} = \text{ماده آلی واقعا تجزیه شده} \div \text{(میلی لیتر گاز تولیدی)}$

$$\text{ME (MJ/kg DM)} = 2.20 + 0.136 \text{ Gp} + 0.057 \text{ Cp} + 0.0029 \text{ CP}^2$$

رابطه (۳) تولید توده میکروبی (میلی گرم) = (میلی گرم ماده آلی واقعا تجزیه شده) - (میلی لیتر گاز تولیدی × ضریب استوکیومتری)

$$\text{SCFA (mmol/200 mg}^{-1} \text{ DM)} = -0.00425 + 0.0222 \text{ GP}$$

رابطه (۴) ماده آلی واقعا تجزیه شده (میلی گرم) = (ماده باقیمانده

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

رابطه (۷)

تولیدات دامی

دوره ۱۸ ■ شماره ۴ ■ زمستان ۱۳۹۵

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \varepsilon_{ij} \quad \text{رابطه (۸)}$$

در این رابطه، Y_{ij} مقدار عددی مشاهده شده، μ میانگین جامعه، T_i اثر تیمار و ε_{ij} اثر خطای آزمایش می‌باشد.

نتایج و بحث

مقدار ماده خشک، پروتئین خام، الیاف نامحلول در شوینده خنثی و اسیدی، خاکستر و تانن برگ توت سیاه در جدول ۲ آمده است. مقدار پروتئین آن نسبت به علوفه یونجه بیشتر و مقدار NDF و ADF آن کمتر بود. در مطالعات انجام شده بر روی برگ توت سیاه، مقدار پروتئین آن را ۱۴ تا ۱۶ درصد، NDF، ۲۲ تا ۴۲ درصد و ADF را ۱۹ تا ۲۴/۹ درصد مشاهده کرده‌اند [۱۳ و ۱۷]. محتوی کم ADF برگ توت نشان‌دهنده قابلیت استفاده بهتر توسط میکروارگانیزم‌های شکمبه و در نتیجه تولید توده میکروبی بیشتر می‌باشد (جدول ۳). مقدار تانن اندازه‌گیری شده در مطالعه حاضر ۰/۳ درصد بود که کم تر از مطالعات گذشته (۰/۷۴ تا ۴/۹ درصد) بود [۱۳ و ۱۷]. شرایط محیطی و فصلی، خاک و عوامل دیگر می‌توانند دلیل این تفاوت‌ها باشند [۱۸].

در این رابطه‌ها، GP کل تولید گاز در ۲۴ ساعت (میلی لیتر)، CP درصد پروتئین خام، Ash درصد خاکستر، P تولید گاز در زمان (میلی لیتر)، b میلی لیتر تولید گاز از بخش قابل تخمیر (پتانسیل تولید گاز) و c ثابت نرخ تولید گاز (میلی لیتر در ساعت) ماده خوراکی می‌باشند.

در آزمایش کشت اختصاصی قارچ‌های شکمبه، قارچ‌ها از شکمبه جدا و خالص شدند. برای جداسازی قارچ‌های شکمبه، بعد از گرفتن مایع شکمبه و صاف کردن آن، ابتدا پروتوزوای موجود در نمونه‌های مایع شکمبه با ۱۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۱۰ دقیقه با استفاده از سانتریفیوژ (هرمل، آلمان) جدا شدند. سپس، محلول آنتی‌بیوتیک (پنی‌سیلین، استرپتومایسین و کلرامفنیکل هر کدام به مقدار ۰/۱ میلی گرم در میلی لیتر) به محیط کشت اضافه شد. محصول نهایی به دست آمده حاوی قارچ‌های بی‌هوازی شکمبه است [۳۰]. در روز نهم رشد قارچ‌های شکمبه‌ای، از هر تیمار دو تکرار انتخاب، خشک و توزین شدند و ناپدید شدن ماده خشک و NDF نمونه‌ها توسط قارچ‌ها، با توجه به مقدار اولیه و باقیمانده محاسبه شد.

داده‌های حاصل از آزمایش با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS (نسخه ۹/۱) با رویه GLM در قالب طرح کاملاً تصادفی (رابطه ۸) تجزیه و میانگین‌ها با استفاده از آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح خطای پنج درصد مقایسه شدند.

جدول ۲. ترکیبات شیمیایی برگ توت سیاه و علوفه یونجه (برحسب درصد ماده خشک)

ترکیب شیمیایی	برگ توت سیاه	علوفه یونجه
ماده خشک	۹۶/۵۰	۹۰
پروتئین خام	۱۹/۳۱	۱۵/۵۰
الیاف نامحلول در شوینده خنثی	۳۶/۸۲	۴۳
الیاف نامحلول در شوینده اسیدی	۱۵/۹۰	۳۱/۲۰
خاکستر	۹/۳۱	۱۱
تانن	۰/۳۰	-

تولیدات دامی

دوره ۱۸ ■ شماره ۴ ■ زمستان ۱۳۹۵

جدول ۳. فرآسنجه‌ها و خصوصیات مختلف حاصل از تولید گاز برگ توت سیاه و علوفه یونجه

مورد	برگ توت سیاه	علوفه یونجه	SEM	P-value
پتانسیل تولید گاز (میلی لیتر به ازای ۳۰۰ میلی گرم)	۶۴/۶۲	۶۲/۷۲	۱/۸۹	۰/۴۹
نرخ تولید گاز (میلی لیتر در ساعت)	۰/۰۲۶ ^b	۰/۰۳ ^a	۰/۰۰۰۹	۰/۰۱۳
ماده آلی واقعاً تجزیه شده (میلی گرم)	۲۴۹/۶۶ ^a	۲۰۳/۸۶ ^b	۳/۰۴	۰/۰۰۰۴
عامل تفکیک کننده (میلی گرم بر میلی لیتر)	^a ۸/۷۶	۷/۰۹ ^b	۰/۲۵	۰/۰۰۹
تولید توده زنده میکروبی (میلی گرم)	۱۸۶/۸۶ ^a	۱۴۰/۵۲ ^b	۳/۳۷	۰/۰۰۶
بازده تولید توده میکروبی (%)	۷۴/۸۳ ^a	۶۸/۹۲ ^b	۰/۹۰	۰/۰۰۹
قابلیت هضم ماده آلی (%)	۵۰/۱۰	۵۰/۶۰	۱/۹۸	۰/۷۶
انرژی قابل متابولیسم (مگاژول بر کیلوگرم ماده خشک)	۸/۱۶	۷/۹۷	۰/۱۶	۰/۴۲
اسیدهای چرب کوتاه زنجیر (میلی مول بر ۲۰۰ میلی گرم ماده خشک)	۰/۶۴	۰/۷۰	۰/۰۲	۰/۱۵

SEM: خطای استاندارد میانگین‌ها

a-b: تفاوت میانگین‌ها با حروف متفاوت در یک ردیف، معنی دار است ($P < 0.05$).

عامل مؤثر دیگر در بهبود تولید توده زنده و پروتئین میکروبی برگ توت در آزمایش حاضر، ممکن است انرژی بالاتر برگ توت در مقایسه با علوفه یونجه باشد (جدول ۳). در همین راستا، در آزمایشی در گاوهای شیرده سطح بالاتر انرژی خوراک در برابر سطح پایین‌تر آن منجر به افزایش قابلیت هضم مواد مغذی و تولید پروتئین خام میکروبی در شکمبه شد که موید نتایج آزمایش حاضر می‌باشد [۳۲]. در گوساله‌های نر بالغ سیمینتال با افزایش سطح انرژی جیره و افزایش تجزیه پذیری پروتئین جیره (مقایسه کنجاله سویا با پودر خون) مقدار پروتئین رسیده به روده از منشاء میکروبی و قابلیت هضم NDF و ADF افزایش یافت. به عبارت دیگر، تولید توده میکروبی در شکمبه و قابلیت هضم ظاهری الیاف در کل دستگاه گوارش افزایش نشان داد [۸]. بنابراین، ماهیت پروتئین مواد خوراکی و جیره‌ها نیز از عوامل تأثیرگذار بر هضم و تولید توده میکروبی است. در آزمایش‌های دیگر نیز تأثیر ماهیت پروتئین از نظر ظرفیت تجزیه پذیری در شکمبه بر متابولیسم نیتروژن در گاو شیری و تولید توده میکروبی اثبات شده است [۲۶].

فرآسنجه‌های تولید گاز برگ توت سیاه در جدول ۳ نشان داده شده است. برگ توت سیاه پتانسیل تولید گاز ($P > 0.05$)، ماده آلی واقعاً تجزیه شده، عامل تفکیک کننده، انرژی قابل متابولیسم، تولید توده میکروبی و بازده تولید توده میکروبی بالاتری نسبت به علوفه یونجه داشت ($P < 0.05$). از دلایل آن می‌توان به پایین‌تر بودن مقادیر الیاف نامحلول در شوینده خنثی و اسیدی برگ توت سیاه نسبت به علوفه یونجه اشاره کرد. به‌طور کلی، منابع خوراکی که NDF پایین‌تری دارند، پتانسیل تولید گاز آن‌ها بالاتر است [۲۲]. از طرف دیگر، بیشتر بودن پروتئین برگ توت نسبت به علوفه یونجه ممکن است باعث افزایش تولید توده میکروبی و در نتیجه افزایش قابلیت هضم شده باشد. با افزایش مقدار پروتئین در جیره (بین ۳۲ تا ۴۴ درصد) قابلیت هضم مواد مغذی به‌ویژه پروتئین خام افزایش می‌یابد [۱۶ و ۳۱]. در آزمایش دیگری نیز با افزایش مقدار پروتئین جیره (از ۷/۵ تا ۱۳ درصد شامل: ۷/۵، ۹، ۱۱ و ۱۳ درصد) قابلیت هضم مواد مغذی به‌ویژه الیاف نامحلول در شوینده خنثی و پروتئین افزایش یافت [۲۴].

تولیدات دامی

دوره ۱۸ ■ شماره ۴ ■ زمستان ۱۳۹۵

به پروتئین و انرژی برای رشد سریع‌تر باشد. ممکن است بخش زیادی از افزایش هضم، تجزیه‌پذیری دیواره سلولی، انرژی قابل متابولیسم و غیره به دلیل وجود پروتئین بیشتر، ماده آلی قابل تجزیه بالاتر، توده میکروبی بیشتر و انرژی قابل متابولیسم بیشتر برگ توت نسبت به علوفه یونجه باشد که با تأمین هم‌زمان انرژی، پروتئین و آمونیاک مورد نیاز امکان رشد میکروارگانیسم‌ها و در نتیجه حداکثر هضم مواد مغذی را فراهم نموده است، به طوری که در جیره‌های با شاخص هم‌زمانی پروتئین و انرژی بالاتر، بیشترین مقدار هضم مواد مغذی و فعالیت میکروارگانیسم‌ها گزارش شده است [۱۰ و ۲۸]. از طرف دیگر، برای حداکثر رشد میکروارگانیسم‌های شکمبه و در نتیجه حداکثر شدن توان هضم الیاف و سایر مواد مغذی در جیره‌های دارای انرژی و پروتئین بالا، مقدار نیتروژن آمونیاکی مایع شکمبه که منشاء آن از پروتئین جیره است، باید بالای ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر باشد [۲۰].

با افزایش سطح برگ توت در جیره، تولید گاز افزایش یافت، به طوری که جیره شاهد دارای کمترین پتانسیل تولید گاز و جیره حاوی ۳۰ درصد برگ توت (۱۰۰ درصد جایگزینی با علوفه یونجه) دارای بیشترین پتانسیل تولید گاز بود ($P < 0/05$) (جدول ۴). مقدار ماده آلی واقعاً تجزیه شده، عامل تفکیک‌کننده، تولید توده میکروبی و بازده تولید توده میکروبی تحت تأثیر جیره‌های آزمایشی قرار نگرفت. مقدار تجزیه دیواره سلولی، قابلیت هضم ماده آلی، انرژی قابل متابولیسم و اسیدهای چرب کوتاه زنجیر با افزایش برگ توت در جیره افزایش یافتند ($P < 0/05$) که احتمالاً به دلیل کمتر بودن الیاف نامحلول در شوینده خشتی و اسیدی برگ توت نسبت به علوفه یونجه می باشد (جدول ۲). افزایش میزان گاز تولیدی در جیره‌های حاوی برگ توت ممکن است به دلیل بیشتر بودن پروتئین برگ توت در مقایسه با علوفه یونجه و دسترسی هم‌زمان میکروارگانیسم‌ها

جدول ۴. فراسنجه‌های تولید گاز جیره‌های حاوی مقادیر مختلف برگ توت سیاه

P-value	SEM	درصد جایگزینی علوفه یونجه با برگ توت سیاه					فراسنجه
		۱۰۰	۷۵	۵۰	۲۵	شاهد	
۰/۰۴۷	۵	۸۰/۶۸ ^a	۷۵/۸۴ ^{ab}	۷۱/۵۱ ^{ab}	۶۷/۱۴ ^{bc}	۵۹/۰۳ ^c	b) (میلی‌لیتر به ازای ۳۰۰ میلی‌گرم)
۰/۱	۰/۰۰۲	۰/۰۲۸	۰/۰۳	۰/۰۲۷	۰/۰۳۳	۰/۰۳۵	c) (میلی‌لیتر در ساعت)
۰/۹	۱۴/۵۱	۱۸۸/۴	۱۷۰/۱	۱۷۶/۲۵	۱۸۰/۳۵	۱۷۲/۵۵	ماده آلی واقعاً تجزیه شده (میلی‌گرم)
۰/۸۷	۰/۸۲	۵/۱۸	۵/۳۴	۶/۳۵	۵/۸۸	۵/۹۱	عامل تفکیک‌کننده (میلی‌گرم بر میلی‌لیتر)
۰/۹۷	۱۸/۵۵	۱۰۹/۸۶	۹۹/۹۳	۱۱۵/۲۳	۱۱۱/۷۸	۱۰۶/۹۸	تولید توده میکروبی (میلی‌گرم)
۰/۸۸	۵/۵۹	۵۸/۲۱	۵۸/۳۵	۶۵/۳۷	۶۱/۴	۶۰/۷	بازده تولید توده میکروبی (%)
۰/۰۱	۳/۱۳	۵۳/۸۶ ^a	۴۸/۳۶ ^{ab}	۵۱/۳۵ ^{ab}	۴۴/۷۵ ^{ab}	۴۱/۱ ^b	تجزیه دیواره سلولی (%)
۰/۰۴	۱۲/۷۶	۵۲۸/۶ ^a	۵۱۰/۴۶ ^{ab}	۵۰۲/۸۸ ^{ab}	۴۸۴/۴۵ ^b	۴۷۵/۲۸ ^b	قابلیت هضم ماده آلی (%)
۰/۰۴	۰/۲	۸/۱ ^a	۸/۰۱ ^a	۶۱۷/ab	۷/۳۳ ^{ab}	۷/۲۷ ^b	انرژی قابل متابولیسم (مگاژول بر کیلوگرم ماده خشک)
۰/۰۰۱	۰/۰۳	۰/۹۵ ^a	۰/۸۸ ^{ab}	۰/۸۴ ^{bc}	۰/۷۷ ^c	۰/۷۴ ^c	اسیدهای چرب کوتاه‌زنجیر (میلی‌مول بر ۳۰۰ میلی‌گرم ماده خشک)

SEM: خطای استاندارد میانگین‌ها

a-b: تفاوت میانگین‌ها با حروف متفاوت در یک ردیف، معنی‌دار است ($P < 0/05$).

تولیدات دامی

دوره ۱۸ ■ شماره ۴ ■ زمستان ۱۳۹۵

حین چرا از یک مرتع دارای علوفه‌های جوان و آبدار (دارای لگوم یا گراس به صورت سبز و پر برگ) در مقایسه با همان مرتع، زمانی که بالغ شده باشد، تنها شمار معدودی قارچ در شکمبه مشاهده شد [۵ و ۱۹]. همچنین، با افزودن سهم علوفه خشک در جیره گاو تعداد قارچ‌های شکمبه حیوان افزایش یافت [۱۹]. بنابراین، شاید علت اینکه در جیره‌های حاوی برگ توت در مقایسه با علوفه یونجه تفاوت هضم ماده خشک و الیاف فقط عددی بود، گواه این امر باشد که از نظر NDF اختلاف بین این دو ماده خوراکی و حتی جیره‌های آزمایشی قابل توجه نبوده است.

قابلیت هضم ماده خشک و NDF توسط قارچ‌های شکمبه برای جیره‌های مختلف با افزایش مقدار برگ توت در جیره تنها از نظر عددی افزایش داشت (جدول ۵). لذا نتایج این بخش نشان داد که جایگزین کردن برگ توت در جیره با علوفه یونجه که بخشی از الیاف جیره را فراهم می‌کند، اثر منفی بر فعالیت هضمی قارچ‌ها که نقش مهمی در هضم الیاف و بخش‌های سخت گیاه دارند و در واقع وجود این بخش‌ها برای رشد آنها ضروری است، نداشت [۱۵ و ۲۵]. از طرف دیگر، محتوی فیبر یا لیگنوسولوز جیره بر فعالیت هضمی قارچ‌ها و تعداد آنها تأثیر می‌گذارند. در

جدول ۵. مقایسه اثر جایگزینی علوفه یونجه با سطوح مختلف برگ توت بر قابلیت هضم مواد مغذی ت وسط قارچ‌های جدا شده از شکمبه

جیره‌ها (%)	قابلیت هضم ماده خشک (%)	قابلیت هضم الیاف نامحلول در شوینده خنثی (%)
شاهد (بدون برگ توت سیاه)	۴۷/۹۶	۱۴/۴۱
۲۵	۴۹/۳	۱۴/۹۸
۵۰	۴۹/۴۵	۱۴/۳۵
۷۵	۴۸/۷۵	۱۴/۱۲
۱۰۰	۵۰/۷۳	۱۵/۳
SEM	۱/۴۴	۰/۶۵
P-value	۰/۷۳	۰/۵۱

SEM: خطای استاندارد میانگین‌ها

منابع

۱. بی‌مقدار م، تقی‌زاده ا و مهمان‌نوازی (۱۳۹۱) تعیین مدل‌های هضمی برگ شاه توت (*Morus Nigra*) فرآوری شده و نشده با خاکستر چوب با استفاده از روش کیسه‌های نایلونی. پنجمین کنگره علوم دامی ایران.

2. Akin DE and Borneman WS (1990) Role of rumen fungi in fiber degradation. *Journal of Dairy Science*. 73: 3023-3032.

با توجه به نتایج این آزمایش، برگ توت سیاه از نظر ارزش تغذیه‌ای، به‌ویژه مقدار پروتئین خام بیشتر و الیاف کم‌تر بر علوفه یونجه برتری دارد و می‌توان از آن در تغذیه بره‌ها استفاده نمود.

تشکر و قدردانی

بدین وسیله از مسئولین محترم دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان برای فراهم آوردن زمینه انجام آزمایش قدردانی می‌شود.

تولیدات دامی

دوره ۱۸ ■ شماره ۴ ■ زمستان ۱۳۹۵

3. Akin DE and Windham WR (1989) Influence of diet on rumen fungi. In: Nolan JA, Leng RA and Demeyer DL (Eds.), The Roles of Protozoa and Fungi in Ruminant Digestion. Armidale, Australia: Penambul Books. Pp. 75-81 .
4. Association of Official Analytical Chemists (2002) Official Method of Analysis. 15th ed. AOAC Arlington.
5. Bauchop T (1989) Biology of gut anaerobic fungi. *BioSystems*. 23: 53-64.
6. Benavides JE (2000) Utilization of mulberry in animal production systems. In: Mulberry for Animal Production. Animal Production and Health Series. FAO, Rome.
7. Boschini CF (2002) Nutritional quality of mulberry cultivated for ruminant feeding. In: Mulberry for Animal Production. Animal Production and Health Series. FAO, Rome.
8. Cecava MJ, Merchen NR, Berger LL, Mackie RL and Fahey-Jr GC (1991) Effects of dietary energy level and protein source on nutrient digestion and ruminal nitrogen metabolism in steers. *Journal of Dairy Science*. 69: 223-2243.
9. Crada AD, Manterola BH, Sirhan AL and Escobar JP (1995) Study of ag industrial residues used as animal feeds. X. Study of availability and nutritive value of five horticultural crop residues from the central zone of Chile. *Avances-en-Produccion Animal*. 20: 191-209.
10. Chumpawadee S, Sommart K, Vongpralub T and Pattarajinda V (2006) Effects of synchronizing the rate of dietary energy and nitrogen release on ruminal fermentation, microbial protein synthesis, blood urea nitrogen and nutrient digestibility in beef cattle. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*. 19: 181-188.
11. Getachew G, Makkar HPS and Becker K (2002) Tropical browses: content of phenolic compounds, in vitro gas production and stoichiometric relationship between short chain fatty acids and in vitro gas production. *Journal of Agricultural Science*. 139: 341-352.
12. Grenet E, Breton A, Barry P and Fonty G (1989) Rumen anaerobic fungi and plant substrate colonization as affected by diet composition. *Animal Feed Science and Technology*. 26: 55-70.
13. Guven I (2012) Effect of species on nutritive value of mulberry leaves. *Kafkas Universitesi Veteriner Fakultesi Dergisi*. 18(5): 865-869.
14. Hager TJ, Howard LR, Liyanage R, Lay JO and Prior RL (2008) Ellagitannin composition of blackberry as determined by HPLC-ESI-MS and MALDI-TOF-MS. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 56(3): 661-669.
15. Ho YW, Abdullah N and Jalaludin S (1991) Fungal colonisation of rice straw and palm press fibre in the rumen of cattle and buffalo. *Animal Feed Science and Technology*. 34: 311-321 .
16. Jiang Q, Li G, Zhang T, Zhang H, Gao X, Xing X, Zhao J and Yang F (2015) Effects of dietary protein level on nutrients digestibility and reproductive performance of female mink (*Neovison vison*) during gestation. *Animal Nutrition*. 1: 65-69.
17. Kamalak A, Canbolat O, Gurbuz Y, Ozay O, Ozkan CO and Sakarya M (2004) Chemical composition and in vitro gas production characteristics of several tannin containing tree leaves. *Livestock Research for Rural Development*. 16(6):
18. Khanal RC and Subba DB (2001) Nutritional evaluation of leaves from some major fodder trees cultivated in the hills of Nepal. *Animal Feed Science Technology*. 92: 17-32.

19. Kostyukovsky VA, Okunev N and Tarakanov BV (1991). Description of two anaerobic fungal strains from the bovine rumen and influence of diet on the fungal population in vivo. *Journal of General Microbiology*. 137: 1759-1 764.
20. Leng RA (1991) Application of biotechnology to nutrition of animals in developing countries. FAO Animal Production and Health, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.
21. Menke K and Steingass HH (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.
22. Nitipot P and Sommart K (2003) Evaluation of ruminant nutritive value of cassava starch industry by products, energy feed sources and roughages using in vitro gas production technique. *Proceeding of Annual Agricultural, Seminar for year 2003, KKU*. Pp. 179-190.
23. NRC (2007) Nutritional requirements of small ruminants. National Academy Press, Washington, D.C., USA.
24. Oliveira CAA, Azevedo JF, Martins JA, Barreto MP, Silva VP, Jullian V and Almeida FQ (2015) The impact of dietary protein levels on nutrient digestibility and water and nitrogen balances in eventing horses. *Journal of Animal Science* 93: 229-237
25. Orpin CG, Greenwood Y, Hall FJ and Paterson IW (1985) The rumen microbiology of seaweed digestion in Orkney sheep. *Journal of Applied Bacteriology*. 58: 585-596.
26. Reynal SM and Broderick GA (2005) Effect of dietary level of rumen degraded protein on production and nitrogen metabolism in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 88: 4045-4064.
27. Sanchez MD (2001) Mulberry: An exceptional forage available almost worldwide. *Animal production and health division*. FAO, Rome.
28. Seo JK, Kim MH, Yang JY, Kim HJ, Lee CH, Kim KH and Ha JK (2013) Effects of synchronicity of carbohydrate and protein degradation on rumen fermentation characteristics and microbial protein synthesis. *Asian-Australian Journal of Animal Sciences*. 26(3): 358-365.
29. Van Soest PJ, Robertson JB and Lewis BA (1991) Methods of dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*. 74: 3583-3597.
30. Zhang Y, Gao W and Meng Q (2007) Fermentation of plant cell walls by ruminal bacteria, protozoa and fungi and their interaction with fibre particle size. *Archives of Animal Nutrition*. 61(2): 114-125.
31. Zhang T, Zhang H, Wu X, Guo Q, Liu Z, Qian W, Gao X, Yang F and Li G (2015) Effects of dry dietary protein on digestibility, nitrogen-balance and growth performance of young male mink. *Animal Nutrition*. 1: 60-64.
32. Zhou XQ, Zhang YD, Zhao M, Zhang T, Zhu D, Bu DP and Wang JQ (2015) Effect of dietary energy source and level on nutrient digestibility, rumen microbial protein synthesis, and milk performance in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 98(10): 7209-7217.