



تولیات دامی

دوره ۱۸ ■ شماره ۱ ■ بهار ۱۳۹۵

صفحه‌های ۴۹-۳۹

بررسی هضم و تخمیر جیره‌های حاوی بخش‌های متفاوت درخت سوبابل

شهین نسیمی اصفهانی^۱، مرتضی چاجی^{۲*}، طاهره محمدآبادی^۲ و محمد بوجارپور^۳

۱. کارشناس ارشد، گروه علوم دامی، دانشکده علوم دامی و صنایع غذایی، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان

۲. دانشیار، گروه علوم دامی، دانشکده علوم دامی و صنایع غذایی، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان

۳. استادیار، گروه علوم دامی، دانشکده علوم دامی و صنایع غذایی، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۴/۰۵/۰۲

تاریخ وصول مقاله: ۱۳۹۳/۱۲/۰۱

چکیده

قابلیت هضم و فراسنجه‌های تخمیری جیره‌های حاوی برگ، غلاف، و دانه درخت سوبابل (با نام علمی *Leucaena leucocephala*) در گوسفند با روش‌های هضم دومرحله‌ای و تولید گاز تعیین شد. جیره‌های آزمایشی شامل صفر (شاهد)، ۲۵، ۵۰، ۷۵، و ۱۰۰ درصد برگ، غلاف، و دانه سوبابل بودند که جایگزین علوفه یونجه در جیره گوسفندان شدند. در مقایسه با جیره شاهد، جیره حاوی ۵۰ درصد دانه سوبابل تولید گاز بیشتری داشت ($P < 0/05$). در بین جیره‌های حاوی برگ سوبابل بیشترین مقدار ماده آلی واقعاً هضم شده مربوط به سطح ۱۰۰ درصد برگ سوبابل بود. سطح ۱۰۰ درصد جایگزینی با یونجه در مقایسه با سایر مقادیر جایگزینی غلاف، بیشترین عامل تفکیک‌کننده و بازده تولید توده میکروبی را داشت ($P < 0/05$). قابلیت هضم ماده خشک، الیاف نامحلول در شونده خنثی و اسیدی جیره‌های حاوی غلاف در همه سطوح، کمتر از جیره شاهد بود ($P < 0/05$). قابلیت هضم الیاف نامحلول در شونده خنثی و اسیدی در جیره‌های حاوی برگ سوبابل تا سطح ۷۵ درصد جایگزینی برگ سوبابل با یونجه تفاوتی با شاهد و با یکدیگر نداشتند. با افزایش مقدار دانه سوبابل در جیره قابلیت هضم ماده خشک، الیاف نامحلول در شونده خنثی و اسیدی از جیره شاهد بیشتر بود، به طوری که اختلاف برای سطوح ۷۵ و ۱۰۰ درصد دانه سوبابل معنی‌دار بود ($P < 0/05$). براساس نتایج تحقیق حاضر، برگ و دانه سوبابل را می‌توان بدون وجود اثر منفی بر هضم و تخمیر تا ۱۰۰ درصد جایگزین یونجه کرد. استفاده از دانه سوبابل به صورت جایگزین با یونجه در جیره گوسفندان می‌تواند ارزش غذایی جیره را افزایش دهد.

کلیدواژه‌ها: ترکیب شیمیایی، تولید توده میکروبی، تولید گاز، عامل تفکیک‌کننده، قابلیت هضم.

مقدمه

درختان چندمنظوره می‌توانند با شاخه‌های خود علوفه مغذی و خوش‌خوراک را در طول فصل خشک و حین کمبود سرشاخه ایجاد کنند. همچنین آن‌ها نقش ویژه‌ای در تأمین پروتئین و انرژی در طول فصل خشک برای حیوانات (به‌خصوص بز و گوسفند) دارند. شاخ و برگ این درختان به‌عنوان یک منبع نیتروژن ارزان‌قیمت، انرژی، مواد معدنی، و ویتامین‌ها مطرح است و می‌توانند با داشتن پروتئین عبوری در تهیه اسیدهای آمینه روده‌ای کمک کنند [۱۹].

سوبابل (با نام علمی *Leucaena leucocephala*) از تیره بقولات (لگومینوز) و زیرتیره میموزیده است. نام‌های دیگر آن لم، کاسیس، و کاتین است. نام آن از لئو به معنی سفید و از سفالا به معنی سر است. معمولاً آن‌را به‌عنوان درخت آلوچه وحشی نیز می‌شناسند. در هندوستان آن‌را به کوبابل (*Kubabul*) محبوب یا سوبابل (*Subabul*) می‌شناسند [۷] زیرا برای تولید علوفه نیز استفاده می‌شود و به‌عنوان درخت جنگ نیز شناخته شده است. ارزش علوفه‌ای سوبابل برای دام مشابه یونجه است، به همین دلیل، به این گیاه یونجه مناطق گرمسیری نیز گفته می‌شود [۷]. این درخت بومی مکزیک و جنوب تکزاس است و در ایران در استان‌های خوزستان، هرمزگان، و سیستان و بلوچستان کشت می‌شود. میزان پروتئین خام برگ سوبابل ۲۳/۵ و الیاف نامحلول در شوینده خنثی آن ۳۸/۶ درصد است [۷]. غلاف خشک و سبز سوبابل به‌طور متوسط حاوی ۱۶ درصد پروتئین خام و ۳۵/۶ درصد فیبر خام است [۲۷]. بتاکاروتن، ویتامین D، کلسیم، پتاسیم، و منیزیم عمده‌ترین ویتامین‌ها و مواد معدنی موجود در برگ‌ها هستند و مواد معدنی سوبابل قابل مقایسه با سویا است. مقدار پروتئین خام دانه سوبابل ۲۷/۸ و مقدار الیاف نامحلول در شوینده خنثی آن ۴۹/۱ درصد بود [۲]. قابلیت هضم ماده خشک سوبابل ۷۰-۵۰ درصد بود و ۶۰ درصد پروتئین سوبابل عبوری است [۲].

سوبابل دارای مواد ضدتغذیه‌ای اگزالات، میموزین، تانن، ساپونین، و آلکالوئیدها است. مقدار میموزین در برگ سوبابل یک تا ۴/۴ و در دانه ۳/۶ تا ۵ درصد ماده خشک است. سوبابل حاوی تانن نیز است که مقدار آن در برگ و دانه به ترتیب ۲/۷ و ۰/۱ درصد است [۲۷]. میزان مواد ضدتغذیه‌ای سوبابل با توجه به اقلیم و محل رویش، فصل، اندازه برش، نوع و رقم درخت، و قسمت‌های گوناگون گیاه متفاوت است. با توجه به زیادبودن قیمت منابع پروتئینی، مطالعاتی در جهت استفاده از منابع جایگزین در جیره نشخوارکنندگان صورت گرفته است. گیاهانی که ارزش تغذیه‌ای مشابه با یونجه داشته باشند، می‌توانند هزینه تولیدات دامی را کاهش دهند زیرا با توجه به قیمت زیاد یونجه و ناکافی بودن آن کشت در استان و نیز وجود حوضچه‌ها و استخرهای بسیار بزرگ پرورش ماهی‌های گرم آبی در استان خوزستان، رقابت شدیدی در مصرف یونجه وجود دارد که به افزایش قیمت یونجه و کمبود آن در استان می‌انجامد. ارزش تغذیه‌ای سوبابل مانند هر گیاه دیگری با توجه به عوامل زیادی همچون شرایط اقلیمی متفاوت است. هدف از پژوهش حاضر، بررسی قابلیت هضم و تخمیر بخش‌های گوناگون درخت سوبابل به‌عنوان جایگزینی برای یونجه در جیره گوسفندان است.

مواد و روش‌ها

نمونه‌های برگ، غلاف، دانه سوبابل، و شاخه کامل آن (فقط برای ترکیب شیمیایی) از محوطه دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان و جاده اهواز-ملاثانی در اواخر اسفند (زمستان) و اوایل شهریور (تابستان) جمع‌آوری و در شرایط طبیعی سایه خشک و سپس آسیاب شدند. جیره‌های تهیه‌شده برای آزمایش حاضر شامل برگ، غلاف، و دانه سوبابل به‌صورت مخلوطی از دو فصل بودند. در جیره‌های آزمایشی، برگ، غلاف، و دانه سوبابل در سطح صفر، ۲۵، ۵۰، ۷۵، و ۱۰۰ درصد جایگزین یونجه در جیره گوسفندان پرواری شد (جدول ۱).

تولیدات دامی

بررسی هضم و تخمیر جیره‌های حاوی بخش‌های متفاوت درخت سوبابل

جدول ۱. مواد خوراکی و ترکیب شیمیایی جیره شاهد آزمایشی گوسفند پرواری استفاده‌شده در آزمایش[†]

مقدار (درصد)	مواد خوراکی
۳۰	علوفه یونجه
۲۰	کاه گندم
۱۰	سبوس گندم
۲	کنجاله سویا
۳۶	دانه جو
۰/۷	آهک
۰/۳	نمک
۱	مکمل مواد معدنی-ویتامینی ^۱
۱۰۰	جمع
ترکیب شیمیایی (برحسب ماده خشک)	
۲/۳۰	انرژی قابل متابولیسم (مگا کالری بر کیلوگرم محاسبه‌شده)
۰/۹۷	انرژی خالص شیردهی (مگا کالری بر کیلوگرم محاسبه‌شده)
۱۳/۹۰	پروتئین (درصد اندازه‌گیری شده) ^۲
۳۹	الیاف نامحلول در شوینده خنثی (درصد اندازه‌گیری شده)
۱۹/۲۵	الیاف نامحلول در شوینده اسیدی (درصد اندازه‌گیری شده)
۰/۵۲	کلسیم (درصد محاسبه‌شده)
۰/۳۲	فسفر (درصد محاسبه‌شده)

[†] در سایر جیره‌های آزمایشی (۱۲ جیره)، مقادیر ۲۵، ۵۰، ۷۵، و ۱۰۰ درصد برگ، غلاف، و دانه سوبابل جایگزین یونجه در جیره شاهد شد. ۱. مقدار ویتامین‌ها در هر کیلوگرم جیره: ویتامین A ۵۰۰۰۰۰ واحد بین‌المللی، ویتامین D₃ ۱۰۰۰۰۰ واحد بین‌المللی، ویتامین E ۱۰۰ واحد بین‌المللی، مقدار مواد معدنی در هر کیلوگرم جیره: منگنز ۲۰۰۰، آهن ۳۰۰۰، روی ۳۰۰۰، مس ۲۸۰، ید ۱۰۰، سلنیوم ۱، منیزیم ۲۰۰۰۰، کبالت ۱۰۰، کلسیم ۱۹۵۰۰۰، فسفر ۹۰۰۰۰ و سدیم ۵۵۰۰۰ میلی‌گرم.

(۶ تکرار برای هر جیره)، از روش هضم دو مرحله‌ای استفاده شد [۲۴]. مایع شکمبه از چهار رأس گوسفند عربی که حدود ۳۰ روز با جیره نگهداری (پروتئین ۱۰ درصد و انرژی متابولیسمی ۲/۱ مگا کالری در کیلوگرم ماده خشک جیره) تغذیه شدند (شامل یونجه خشک، کاه گندم، پیت باگاس عمل‌آوری شده با بخار، کنجاله سویا، دانه جو، سبوس گندم، دانه ذرت، اوره، و مکمل معدنی-ویتامینی)، قبل از خوراک‌دهی صبح، جمع‌آوری و پس از صاف کردن

برای تعیین ماده خشک (آون ۹۰ درجه سلسیوس، ۲۴ ساعت)، الیاف نامحلول در شوینده خنثی (NDF) [۲۵] و اسیدی (ADF)، خاکستر (کوره الکتریکی ۵۵۰ درجه سلسیوس، ۳ ساعت)، تانن کل برای برگ، غلاف، دانه، و شاخه کامل سوبابل [۱] و لیگنین [۹] با روش استاندارد اندازه‌گیری شدند. پروتئین خام با روش کلدال اندازه‌گیری شد. عصاره اتری (EE) با روش سوکسله تعیین شد. برای اندازه‌گیری قابلیت هضم جیره‌های آزمایشی

تولیدات دامی

دوره ۱۸ ■ شماره ۱ ■ بهار ۱۳۹۵

کاملاً تصادفی (رابطه ۲) و با نرم افزار آماری SAS تحلیل شدند. میانگین‌ها با روش آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح احتمال کمتر از ۵ درصد مقایسه شدند.

$$Y_{ij} = \mu + T_i + E_{ij} \quad (2)$$

در این رابطه: Y_{ij} مقدار عددی مشاهده شده، μ میانگین جامعه، T_i اثر تیمار i و E_{ij} اثر باقی مانده است.

نتایج و بحث

در مقایسه اجزای سوبابل (مخلوط دو فصل) با یکدیگر، صرف نظر از یونجه، کمترین میزان پروتئین مربوط به غلاف سوبابل بود و تفاوت d از نظر پروتئین بین برگ، دانه، و شاخه کامل سوبابل وجود نداشت. بیشترین مقدار NDF و ADF را غلاف داشت. بیشترین و کمترین مقدار خاکستر مربوط به برگ و دانه سوبابل و کمترین مقدار چربی مربوط به غلاف شد و تفاوت معنی داری بین میزان چربی برگ، دانه، و شاخه کامل سوبابل نبود. از نظر عددی، بیشترین مقدار تانن مربوط به برگ سوبابل و کمترین مقدار تانن مربوط به دانه سوبابل بود.

در مقایسه یونجه و اجزای (مخلوط دو فصل) سوبابل، میزان پروتئین یونجه به طور معنی داری از تمام اجزای سوبابل غیر از غلاف کمتر بود ($P < 0/05$). میزان NDF و ADF یونجه به طور معنی داری از غلاف مخلوط شده دو فصل کمتر و از برگ و دانه بیشتر بود ($P < 0/05$) و تفاوت معنی داری با شاخه سوبابل نداشت. مقدار چربی خام یونجه از برگ، دانه، و شاخه کامل کمتر بود ($P < 0/05$) ولی تفاوت معنی داری بین چربی غلاف و یونجه وجود نداشت. خاکستر یونجه از دانه بیشتر و از برگ سوبابل کمتر بود ($P < 0/05$) و تفاوت معنی داری از نظر خاکستر با غلاف و شاخه کامل نداشت.

با چهار لایه تنظیف، در دمای ۳۹ درجه سلسیوس به آزمایشگاه منتقل شد. برای تعیین قابلیت هضم آزمایشگاهی از لوله های ۱۰۰ میلی لیتری حاوی ۰/۵ گرم از جیره های آزمایشی، ۴۰ میلی لیتر بزاق مصنوعی، و ۱۰ میلی لیتر مایع شکمبه، استفاده شد. لوله های حاوی مخلوط بزاق و مایع شکمبه در دمای ۳۹ درجه سلسیوس قرار گرفتند. پس از گذشت ۴۸ ساعت از شروع آزمایش، به هر لوله آنزیم پپسین (شرکت مرک-۱:۳۳۰۰) و اسیدکلریدریک اضافه شد. پس از ۴۸ ساعت، مواد باقیمانده در لوله شسته و در آون (۴۸ ساعت در دمای ۶۰ درجه سلسیوس) خشک شدند. قابلیت هضم ماده خشک، NDF، و ADF باتوجه به اختلاف ماده اولیه و مواد باقیمانده در پایان آزمایش هضم، محاسبه شد.

تولید گاز جیره های آزمایشی (۶ تکرار برای هر جیره) در سرنگ های شیشه ای ۱۰۰ میلی لیتری حاوی ۳۰۰ میلی گرم از جیره های آزمایشی آسیاب شده، ۲۰ میلی لیتر بزاق مصنوعی، و ۱۰ میلی لیتر مایع شکمبه اندازه گیری شد [۱۷]. مقدار گاز تولیدی در ۲، ۴، ۶، ۸، ۱۶، ۲۴، ۴۸، ۷۲، و ۹۶ ساعت پس از انکوباسیون ثبت و از رابطه ۱ برای برازش روند تولید گاز استفاده شد:

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

در این رابطه: P تولید گاز در زمان t ، b تولید گاز از بخش قابل تخمیر (میلی لیتر)، c نرخ تولید گاز (میلی لیتر در ساعت)، و t زمان انکوباسیون است.

ماده آلی واقعاً هضم شده، عامل تفکیک کننده (PF)، تولید توده میکروبی، و بازده تولید توده میکروبی برای شش تکرار هر تیمار با روش های توصیه شده اندازه گیری شد [۵]. اسیدیته محیط کشت ها با دستگاه pH متر اندازه گیری شد. داده های حاصل از آزمایش در قالب طرح

تولیدات دامی

جدول ۲. ترکیب شیمیایی علوفه یونجه و برگ، غلاف، دانه، و شاخه کامل سوبابل مخلوط دو فصل زمستان و تابستان (برحسب درصد)

اجزا	پروتئین خام	الیاف نامحلول در شوینده خشتی	الیاف نامحلول در شوینده اسیدی	عصاره اتری	خاکستر	تانن	لیگنین
برگ	۲۳/۲۹ ^a	۲۹/۸۴ ^c	۱۸/۴۱ ^d	۵/۲۷ ^a	۱۳/۳۸ ^a	۳/۱۲	۱۱/۰۴ ^a
غلاف	۱۵/۱۰ ^b	۶۴/۶۸ ^a	۵۴/۹۴ ^a	۱/۳۹ ^b	۹/۸۸ ^b	۲/۱۸	۱۱/۶۴ ^a
دانه	۲۳/۲۹ ^a	۳۷/۱۸ ^c	۲۳/۹۷ ^c	۵/۰۸ ^a	۴/۷۲ ^c	۱/۴۵	۰۴/۲۰ ^c
شاخه کامل	۲۱/۳۵ ^a	۳۸/۳۵ ^c	۲۶/۸۴ ^{bc}	۴/۴۱ ^a	۱۰/۳۹ ^b	۲/۵۹	۸/۸۵ ^b
یونجه	۱۴/۲۳ ^b	۴۰/۷۷ ^b	۲۸/۰۱ ^b	۱/۶۰ ^b	۱۰ ^b	-	۹/۰۰ ^b
SEM	۰/۷۷	۱/۶۹	۱/۱۶	۰/۳۲	۰/۶۰	۰/۵۱	۰/۶۲
P- Value	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۰۱	۰/۰۰۰۰۱	۰/۰۰۰۰۱	۰/۲۷	۰/۰۱۸

a-c: تفاوت اعداد در هر ستون با حروف غیرمشابه، معنی دار است ($P < 0/05$).

SEM: خطای استاندارد میانگین‌ها

گوناگون برگ سوبابل و جیره شاهد تفاوتی نداشتند (جدول ۳). قابلیت هضم NDF و ADF برگ سوبابل تا سطح ۷۵ درصد جایگزینی با علوفه یونجه به نسبت جیره شاهد اختلاف معنی داری نداشت، اما در سطح ۱۰۰ درصد کمتر از شاهد بود ($P < 0/05$). با افزایش سطح برگ سوبابل از ۳/۵ به ۴/۶ درصد در جیره، وزن بدن زنده گاوهای دورگه، میزان قابلیت هضم ماده خشک و الیاف کاهش یافت که با نتایج تحقیق حاضر مطابقت دارد [۱۳]، هرچند که کاهش هضم ماده خشک در آزمایش عددی بود. همچنین قابلیت هضم NDF ماده خشک جیره در حضور برگ سوبابل کاهش یافت [۱۹]. کاهش قابلیت هضم جیره‌های آزمایشی حاوی برگ سوبابل را می‌توان به بیشتر بودن میزان لیگنین برگ سوبابل (۱۱/۰۴ درصد) در مقایسه با یونجه (۹ درصد) نسبت داد [۱۹]. لیگنین با ایجاد شرایط نامساعد در شکمبه و کاهش فعالیت میکروبی قابلیت هضم را کاهش می‌دهد [۱۰]. وجود مواد ضد تغذیه‌ای چون تانن و ساپونین از عوامل تأثیرگذار در

از نظر مقدار و نرخ تولید گاز، عامل تفکیک‌کننده، تولید توده میکروبی، بازده تولید توده میکروبی، و pH بین جیره‌های شاهد و جیره‌های حاوی برگ سوبابل اختلاف معنی داری وجود نداشت، در حالی که مقدار ماده آلی واقعاً هضم شده در جیره حاوی ۱۰۰ درصد برگ سوبابل به‌طور معنی داری در مقایسه با بقیه سطوح و جیره شاهد بیشتر بود ($P < 0/05$) (جدول ۲). در تحقیق حاضر، PF در جیره حاوی سطوح ۷۵ و ۱۰۰ به‌طور عددی بیشتر از شاهد بود. مطابق با آزمایش حاضر، در آزمایش دیگری میزان PF برگ سوبابل در مقایسه با یونجه بیشتر بود [۲۲]. علت بیشتر بودن میزان PF تانن برگ سوبابل بیان شد و در مقایسه‌ای که بین برگ سوبابل و آکاسیا انجام گرفت، میزان PF آکاسیا به دلیل بیشتر بودن مقدار تانن، بیشتر از سوبابل بود (جدول ۲). مقدار pH در جیره‌های حاوی سطوح گوناگون برگ سوبابل با یکدیگر و با جیره شاهد اختلاف معنی داری نداشت. قابلیت هضم ماده خشک جیره‌های حاوی سطوح

تولیدات دامی

دوره ۱۸ ■ شماره ۱ ■ بهار ۱۳۹۵

با جیره شاهد را می توان به تانن های موجود در غلاف سوبابل ربط داد (جدول ۲). تانن ها با اتصال به پروتئین ها و مواد معدنی و ویتامین ها، آن ها را از دسترس میکروارگانیسم ها خارج می کنند. همچنین تانن های متراکم به طور مستقیم با اثر بر متانوژن ها و از طرف دیگر با کاهش تولید گاز هیدروژن به طور غیرمستقیم موجب کاهش تولید متان می شوند [۱۷]. دلیل دیگر کاهش متان، کاهش پروتوزوا در حضور تانن هاست، زیرا پروتوزوا ارتباط تنگاتنگی با متانوژن ها دارند [۲۳]. همچنین لیگنین بیشتر غلاف (۱۱/۶۴ درصد) در مقایسه با یونجه (۹ درصد) می تواند یکی از دلایل دیگر کاهش تولید گاز در سطح ۱۰۰ درصد غلاف سوبابل باشد [۱۵].

کاهش هضم پذیری برگ سوبابل هستند (جدول ۲) [۸]. تانن ها از اتصال میکروب ها به ذرات غذایی جلوگیری می کنند و موجب کاهش تجزیه میکروبی می شوند [۱۲]. تانن ها و ساپونین در علوفه سوبابل از طریق تخریب غشای پروتوزوا، موجب کاهش جمعیت پروتوزوا می شوند و به دلیل نقش مهم پروتوزوا در هضم الیاف، قابلیت هضم الیاف کاهش می یابد [۲۳].

مقدار تولید گاز در جیره های حاوی غلاف سوبابل تا سطح ۷۵ درصد اختلافی با جیره شاهد نداشتند (جدول ۴)، اما در سطح ۱۰۰ درصد جایگزینی غلاف سوبابل، تولید گاز به طور معنی داری به نسبت جیره شاهد و سایر سطوح کاهش یافت ($P < 0/05$). دلیل کاهش پتانسیل تولید گاز در سطح ۱۰۰ درصد غلاف سوبابل در مقایسه

جدول ۳. قابلیت هضم و فراسنجه های تولید گاز جیره های حاوی برگ سوبابل جایگزین شده با یونجه

P- Value	SEM	درصد جایگزینی					فراسنجه
		۱۰۰	۷۵	۵۰	۲۵	۰	
۰/۴۹	۳/۱۰	۷۲/۴۲	۷۷/۴۶	۷۸/۷۶	۷۷/۲۷	۷۸/۴۳	تولید گاز از بخش قابل تخمیر (میلی لیتر)
۰/۴۵	۰/۰۷	۰/۰۲۹	۰/۰۲۸	۰/۰۲۹	۰/۰۲۴	۰/۰۲۵	نرخ تولید گاز (میلی لیتر در ساعت)
۰/۵۸	۰/۲۵	۵/۱۵	۴/۸۸	۴/۶۶	۴/۵۸	۴/۷۷	عامل تفکیک کننده (میلی گرم بر میلی لیتر)
۰/۲۰	۷/۰۹	۱۱۱/۸۳	۹۹/۹۲	۹۴/۴۶	۸۶/۳۷	۹۵/۷۵	تولید توده میکروبی (میلی گرم)
۰/۶	۰/۰۲	۵۷/۱۴	۵۴/۷۵	۵۲/۶۱	۵۲/۰۰	۵۳/۸۸	بازده تولید توده میکروبی (درصد)
۰/۰۰۱	۲/۲۲	۱۹۵/۶۰ ^a	۱۸۲/۴۰ ^b	۱۶۸/۱۰ ^c	۱۶۶/۱۰ ^c	۱۷۷/۶۵ ^b	ماده آلی واقعاً هضم شده (میلی گرم)
۰/۰۷	۲/۰۰	۶۶/۵۱	۶۸/۱۷	۶۶/۶۲	۶۸/۵۱	۷۰/۶۰	قابلیت هضم ماده خشک (درصد)
۰/۰۴	۴/۰۰	۳۵/۲۰ ^b	۴۶/۸۴ ^{ab}	۴۶/۳۴ ^{ab}	۵۰/۴۹ ^a	۵۴/۶۷ ^a	قابلیت هضم NDF (درصد)
۰/۰۴	۴/۰۰	۲۹/۸۳ ^b	۴۱/۱۲ ^{ab}	۳۹/۵۶ ^{ab}	۴۵/۳۶ ^a	۴۷/۱۶ ^a	قابلیت هضم ADF (درصد)
۰/۳	۰/۰۴	۶/۴۸	۶/۵۰	۶/۳۵	۶/۵۴	۶/۶۰	pH

a-c: در هر ردیف، اختلاف اعداد با حروف غیرمشابه معنی دار است ($P < 0/05$).

SEM: خطای استاندارد میانگین ها

تولیدات دامی

دوره ۱۸ ■ شماره ۱ ■ بهار ۱۳۹۵

جدول ۴. قابلیت هضم و فراسنجه‌های تولید گاز جیره‌های حاوی غلاف سوبابل جایگزین شده با یونجه

P- Value	SEM	درصد جایگزینی					فراسنجه
		۱۰۰	۷۵	۵۰	۲۵	۰	
۰/۰۴	۳/۹۲	۶۲/۸۰ ^b	۷۳/۹۸ ^a	۷۹/۶۵ ^a	۸۰/۴۶ ^a	۷۸/۴۳ ^a	تولید گاز از بخش قابل تخمیر (میلی لیتر)
۰/۲۲	۰/۰۰۱	۰/۰۱۹	۰/۰۲۲	۰/۰۲۱	۰/۰۲۹	۰/۰۲۵	نرخ تولید گاز (میلی لیتر در ساعت)
۰/۰۰۰۸	۰/۱۱	۵/۱۲ ^a	۳/۶۷ ^b	۳/۵۷ ^c	۴/۳۳ ^b	۴/۷۷ ^a	عامل تفکیک کننده (میلی گرم بر میلی لیتر)
۰/۰۰۲۰	۴/۱۸	۷۷/۵۰ ^b	۵۱/۸۲ ^d	۵۰/۹۶ ^d	۸۲/۲۲ ^{ab}	۹۵/۷۵ ^a	تولید توده میکروبی (میلی گرم)
۰/۰۰۱	۰/۰۱	۵۷/۰۷ ^a	۳۹/۹۷ ^c	۳۸/۳۳ ^c	۴۹/۲۱ ^b	۵۳/۸۸ ^{ab}	بازده تولید توده میکروبی (درصد)
۰/۰۰۳	۵/۱۹	۱۳ ^b	۱۲۹/۷۵ ^b	۱۳۲/۷۰ ^b	۱۶۸/۹۵ ^a	۱۷۷/۶۵ ^a	ماده آلی واقعاً هضم شده (میلی گرم)
۰/۰۱	۲/۲	۵۸/۲۲ ^b	۵۹/۳۹ ^b	۶۳/۴۲ ^b	۶۱/۳۴ ^b	۷۰/۶۰ ^a	قابلیت هضم ماده خشک (درصد)
۰/۰۰۰۱	۲/۱۵	۳۱/۸۳ ^c	۳۲/۵۴ ^c	۴۱/۴۳ ^b	۳۳/۰۳ ^c	۵۴/۶۷ ^a	قابلیت هضم NDF (درصد)
۰/۰۰۰۲	۲/۳۶	۲۷/۴۷ ^b	۲۸/۱۷ ^b	۳۲/۷۳ ^b	۳۰/۸۱ ^b	۴۷/۱۶ ^a	قابلیت هضم ADF (درصد)
۰/۰۰۶	۰/۰۲	۶/۴۸ ^b	۶/۴۶ ^b	۶/۴۷ ^b	۶/۴۷ ^b	۶/۶ ^a	pH

a-d: در هر ردیف، اختلاف اعداد با حروف غیرمشابه معنی دار است ($P < 0/05$). SEM: خطای استاندارد میانگین‌ها

تان‌ها اثر ضد پروتوزوایی دارند (جدول ۲). پروتوزوای شکمبه دارای خاصیت پایدارکنندگی شکمبه هستند که احتمالاً به علت هضم سریع و ذخیره نشاسته به وسیله پروتوزوای مژکدار است [۱۲].

قابلیت هضم ماده خشک، NDF، و ADF جیره‌های حاوی غلاف سوبابل در مقایسه با جیره شاهد کمتر بود ($P < 0/05$) (جدول ۴). یکی از دلایل کاهش قابلیت هضم جیره‌ها نسبت شاهد لیگنین و تانن بیشتر غلاف به نسبت یونجه است (جدول ۲) [۱۵]. با افزایش مقدار لیگنین قابلیت هضم مواد مغذی همچون ماده خشک، NDF، و ADF کاهش می‌یابد [۱۲] و تانن‌ها موجب کاهش تعداد پروتوزوای می‌شوند [۲۳]. پروتوزوای نقش مهمی در هضم الیاف و پلی ساکاریدها به ویژه سلولز دارند. تقریباً ۲۵ تا ۳۳ درصد از هضم فیبر شکمبه بر عهده پروتوزوای است، بنابراین با کاهش پروتوزوای منطقی است که قابلیت هضم کم شود. تانن‌ها به طور مستقیم با اثر مهارکنندگی بر خود

بیشترین میزان PF و بازده تولید توده میکروبی در سطح ۱۰۰ درصد غلاف سوبابل مشاهده شد (جدول ۳). مقدار PF منعکس کننده میزان تجزیه شدن سوباسترا به گازهای تخمیری، اسید چرب فرار کوتاه‌زنجیر، و توده میکروبی است. با افزایش تولید گاز، میزان PF کاهش می‌یابد [۴]. همچنین در تحقیق حاضر، کمترین میزان گاز تولیدی مربوط به سطح ۱۰۰ درصد غلاف سوبابل بود.

ماده آلی واقعاً تجزیه شده در جیره دارای ۲۵ درصد غلاف بیشتر از سایر جیره‌های حاوی آن بود که علت آن می‌تواند کم‌تر بودن غلظت تانن آن به نسبت سایر سطوح جایگزینی باشد، زیرا تانن‌ها با ایجاد کمپلکس با مواد مغذی و حضور این کمپلکس در بقایای هضم می‌تواند موجب تخمین کمتری از ماده آلی قابل هضم شوند [۱۰]. مقدار pH در تمام سطوح جایگزینی غلاف سوبابل در مقایسه با جیره شاهد پایین‌تر بود ($P < 0/05$) (جدول ۴). دلیل احتمالی آن می‌تواند وجود تانن در غلاف باشد، زیرا

تولیدات دامی

مقدار PF، تولید توده میکروبی، بازده تولید توده میکروبی، و ماده آلی واقعاً هضم شده در تمام سطوح دانه سوبابل و جیره شاهد اختلاف معنی داری نداشتند (جدول ۵). میزان pH محیط حاوی دانه سوبابل در تمام سطوح جایگزینی به طور معنی داری به نسبت جیره شاهد پایین تر بود ($P < 0/05$). وجود ترکیب ضد تغذیه ای ساپونین در دانه سوبابل در مقایسه با یونجه می تواند عامل کاهش pH باشد، زیرا ساپونین ها و تانن ها اثر ضد پروتوزوایی دارند و با کاهش پروتوزوای میزان pH نیز کاهش می یابد.

قابلیت هضم ماده خشک جیره شاهد و تمام سطوح جایگزین با یکدیگر تفاوت معنی داری نداشتند. قابلیت هضم NDF و ADF جیره های آزمایشی در سطح ۷۵ درصد و بیشتر به طور معنی داری بیشتر از جیره شاهد بود (جدول ۵) یکی از دلایل افزایش قابلیت هضم جیره های حاوی دانه، میزان لیگنین دانه سوبابل (۴/۲ درصد) در مقایسه با یونجه (۹ درصد) است [۲۱]. دلیل دیگر بیشتر بودن میزان پروتئین و مواد معدنی دانه سوبابل در مقایسه با یونجه است (جدول ۲). افزودن سوبابل موجب افزایش پروتئین جیره می شود و همچنین نیتروژن آمونیاکی شکمبه با افزایش مصرف سوبابل زیاد می شود [۱۶] و بخش اعظمی از جمعیت میکروبی شکمبه از آمونیاک به عنوان منبع نیتروژنی برای رشد خود استفاده می کنند و کاهش غلظت آن به عنوان فاکتور محدود کننده برای رشد میکروارگانیسم ها در نظر گرفته شد [۱۶]. همچنین کربوهیدرات های محلول دانه (۹۷ درصد) موجب هم زمانی بهتر پروتئین و انرژی و رشد میکروارگانیسم ها می شود [۱۵]. نتایج آزمایش حاضر با گزارش های محققان دیگر که بیان کردند با جایگزینی دانه سوبابل به جای دانه خردل در جیره های گوسفندان در حال رشد در سطح ۲۵ درصد، قابلیت هضم DM، NDF، و ADF افزایش می یابد، تطابق داشت و می توان دلیل آن را اثر پروتئین دانه بر فعالیت

باکتری های هاضم الیاف یا آنزیم های مترشحه از آنها می توانند سبب ممانعت از فعالیت میکروارگانیسم های شکمبه شوند. آنها موجب عدم فعالیت اندوگلوکاناز خارج سلولی در برخی باکتری های هضم کننده فایبر می شوند [۱۴]. تمامی این موارد موجب کاهش قابلیت هضم می شود.

جیره های حاوی دانه سوبابل در سطح ۵۰ و ۱۰۰ درصد بیشترین و کمترین مقدار تولید گاز را در مقایسه با جیره شاهد و سایر سطوح دانه سوبابل داشتند ($P < 0/05$) (جدول ۵). در سطح ۱۰۰ درصد دانه سوبابل نرخ تولید گاز بیشتری به نسبت سایر تیمارها مشاهده شد ($P < 0/05$). علت بیشتر بودن پتانسیل تولید گاز تا سطح ۵۰ درصد جایگزینی را شاید بتوان به پروتئین بیشتر و خاکستر کمتر دانه در مقایسه با یونجه نسبت داد (جدول ۲). پروتئین و خاکستر جیره روی تولید گاز به طور مستقیم و به ترتیب به صورت مثبت و منفی اثر می گذارند [۳۵]. میکروارگانیسم های شکمبه برای رشد و تکثیر خود نیاز به پروتئین دارند و با تأمین مناسب آن جمعیت میکروبی و به دنبال آن سرعت عبور و تجزیه نیز زیاد می شود [۱۱]. با افزایش دانه سوبابل مقدار نیتروژن آمونیاکی قابل دسترس زیاد می شود و میکروارگانیسم ها از این نیتروژن برای رشد و تکثیر خود استفاده می کنند [۳]. از طرف دیگر، احتمالاً به سبب وجود مقادیر کربوهیدرات های محلول در دانه سوبابل [۱۸]، هم زمانی مناسبی بین منابع پروتئین و کربوهیدرات اتفاق افتاده که موجب بهبود عملکرد میکروارگانیسم ها شده است [۲۶]. علت کاهش پتانسیل تولید گاز در سطح ۱۰۰ درصد دانه سوبابل را می توان به وجود اسید آمینه میموزین موجود در دانه که اثر منفی بر تولید گاز دارد، نسبت داد [۲۲]. همچنین ممکن است ترکیبات ضد تغذیه ای همانند ساپونین [۲۰] و تانن موجود در دانه سوبابل [۲۷] موجب کاهش تولید گاز در سطح ۱۰۰ درصد شده باشند.

تولیدات دامی

بررسی هضم و تخمیر جیره‌های حاوی بخش‌های متفاوت درخت سوبابل

جایگزینی با یونجه قابل توصیه است، این موضوع باید با آزمایش‌های دامی نیز تأیید شود. باتوجه به رایگان بودن سوبابل در خوزستان، استفاده از آن قابل توصیه است. جایگزینی دانه سوبابل به جای یونجه در جیره گوسفندان می‌تواند ارزش غذایی جیره را افزایش دهد. البته برای اطمینان از ارزش غذایی سوبابل، انجام آزمایش‌های تکمیلی با دام توصیه می‌شود.

میکروبی و هضم نیتروژن در شکمبه دانست [۲۱]. ممکن است هم‌زمانی بین منبع کربوهیدرات قابل دسترس و نیتروژن موجود در دانه سوبابل و تأمین این ماده مغذی در باکتری‌های هضم‌کننده فیبر سبب بهبود هضم‌پذیری شود [۶]. بنابراین، برگ و دانه سوبابل را می‌توان بدون وجود اثر منفی بر هضم و تخمیر تا ۱۰۰ درصد جایگزین یونجه کرد. در مورد غلاف براساس آزمایش تولید گاز تا ۷۵ درصد

جدول ۵. قابلیت هضم و فراسنجه‌های تولید گاز جیره‌های حاوی دانه سوبابل جایگزین شده با یونجه

P- Value	SEM	درصد جایگزینی					فراسنجه
		۱۰۰	۷۵	۵۰	۲۵	۰	
۰/۰۰۰۵	۰/۰۰۰۱	۷۰/۱۰ ^c	۷۷/۲۷ ^b	۸۴/۱۴ ^a	۷۸/۶۶ ^b	۷۸/۴۳ ^b	تولید گاز از بخش قابل تخمیر (میلی لیتر)
۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۰۱	۰/۰۴۰ ^a	۰/۰۳۱ ^b	۰/۰۳۰ ^b	۰/۰۲۸ ^b	۰/۰۲۵ ^b	نرخ تولید گاز (میلی لیتر در ساعت)
۰/۶۰	۰/۴۸	۵/۴۹	۴/۸۹	۴/۳۳	۴/۸۶	۴/۷۷	عامل تفکیک‌کننده (میلی گرم بر میلی لیتر)
۰/۶۹	۱۵/۱۸	۱۱۶/۵۷	۹۳/۲۵	۸۵/۸۶	۹۹/۲۶	۹۵/۷۵	تولید توده میکروبی (میلی گرم)
۰/۶۲	۰/۰۴	۵۹/۹۰	۵۳/۰۶	۴۹/۱۲	۵۴/۷۲	۵۳/۸۸	بازده تولید توده میکروبی (درصد)
۰/۷۷	۱۳/۹۱	۱۹۴/۵۵	۱۷۰/۲۵	۱۷۴/۶۵	۱۸۱/۲۰	۱۷۷/۶۵	ماده آلی واقعاً هضم‌شده (میلی گرم)
۰/۳۰	۱/۰۰	۷۴/۰۱	۷۳/۰۵	۷۰/۷۹	۷۱/۴۵	۷۰/۶۰	قابلیت هضم ماده خشک (درصد)
۰/۰۰۱	۱/۰۰	۶۰/۹۷ ^{ab}	۶۲/۴۷ ^a	۵۸/۰۶ ^{bc}	۵۶/۰۱ ^c	۵۴/۶۷ ^c	قابلیت هضم NDF (درصد)
۰/۰۰۱	۱/۹	۵۳/۷۰ ^b	۵۸/۱۰ ^a	۴۶/۲۴ ^c	۴۶/۶۳ ^c	۴۷/۱۶ ^c	قابلیت هضم ADF (درصد)
۰/۰۰۰۱<	۰/۰۲	۶/۴۲ ^b	۶/۴۲ ^b	۶/۴۵ ^b	۶/۴۹ ^b	۶/۶ ^a	pH

a-c: در هر ردیف، اختلاف اعداد با حروف غیرمشابه معنی‌دار است (P<۰/۰۵). SEM: خطای استاندارد میانگین‌ها

منابع

- Association of Official Analytical Chemists (2002) Official Method of Analysis. 15th ed. AOAC Arlington.
- Babualim AR and Weston H (1984) The contributions of *Leucaena leucocephala* to post Ruminant digestible protein for sheep fed tropical pasture hay supplemented with urea and mineral. Animal Production in Australia. 15: 255-258.
- Barros-Rodriguez M, Solorio-Sanchez J, Kuvera J, Ayala-Burgos A, Sandoval-Castro C and Solis-Perez G (2012) Productive performance and urinary excretion of mimosine metabolites by hair sheep grazing in a silvopastoral system with high densities of *Leucaena leucocephala*. Tropical Animal Health and Production. 44: 1873-1878.
- Blümmel M, Steingab H and Becker K (1997) The relationship between in vitro gas production, in vitro microbial biomass yield and 15N incorporation and its implications for prediction of voluntary feed intake of

تولیدات دامی

دوره ۱۸ ■ شماره ۱ ■ بهار ۱۳۹۵

- roughages. *British Journal of Nutrition*. 77: 911-921.
5. Blummel M and Orskov ER (1993) Comparison of in vitro gas production and nylon bag degradability of roughages of predicting feed intake in cattle. *Animal Feed Science and Technology*. 40: 109-119.
 6. Choi CW, Vanhatol A, Ahvenjarvi S and Huhtanen P (2002) Effect of several protein supplements on flow of soluble non-ammonia nitrogen from the forestomuch and milk production in dairy cows. *Animal Feed Science and Technology*. 102: 15-33.
 7. Clavera T and Rezz R (2003) The performance of goats browsing *Leucaena leucocephala* in the semi arid areas of northwest venezuela. *Revista Científica, FCV-LUZ*. 4(6): 460-463.
 8. Garcia GW, Ferguson TU, Neckles FA and Archibald KAE (1991) The value and forage productivity of *Leucaena leucocephala*. *Animal Feed Science and Technology*. 60(1): 29-41.
 9. Goering HK and Van Soest PJ (1970) Forage fiber analysis (Apparatus, reagent, procedures and some applications). *Agriculture Handbook*, No. 379, ARS-USDA, Washington, DC.
 10. Hassan Sallam SMA, Da Silva Bueno IC, De Godoy PB, Eduardo FN, Schmidt Vittib DMS and Abdalla AL (2010) Ruminant fermentation and tannins bioactivity of some browses using a semi-automated gas production technique. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*. 12: 1-10.
 11. Hassoun P, Fulcheri C and Nabenza S (2002) Feeding dairy heifers untreated or urea treated fibrous sugarcane residues effect on dry matter intake, growth and metabolic parameters. *Animal Feed Science Technology*. 100: 31-41.
 12. Hristov AN, Ivan M, Rode LM and McAllister TA (2001) Fermentation characteristics and rumen ciliate protozoal populations in cattle fed medium or high barley based diets. *Journal of Animal Science*. 79: 515-524.
 13. Hulman B, Emyr O and Preston TR (1977) Comparison *Leucaena leucocephala* and groundnut cake as protein sources for beef cattle fed ad libitum molasses-urea in Mauritius. *Tropical Animal Production*. 3: 1-8.
 14. Jones GA, McAllister TA, Muir AD and Cheng KJ (1994) Effects of sainfoin (*Onobrychis Vicifolia Scop*) condensed tannins on growth and proteolysis by four strains of ruminal bacteria. *Applied and Environmental Microbiology*. 60: 1374-1378.
 15. Keitirele PW (2012) Fodder potential of leaves and pods of planted *Leucaena diversifolia* and *L. leucocephala* species in semi-arid Botswana. *International Research Journal of Agricultural Science and Soil Science*. 2(10): 445-450.
 16. Khy Y, Wanapat M, Haitook T and Cherdthong A (2012) Effect of *Leucaena leucocephala* pellet (LLP) supplementation on rumen fermentation efficiency and digestibility of nutrient in swamp buffalo. *The Journal of Animal and Plant*. 22(3): 564-569.
 17. Menke KH, Raab L, Salewski A, Steingass H, Fritz D and Schneider W (1979) The estimation of the digestibility and metabolisable energy content of ruminant feeding stuffs from the gas production when they are incubated with rumen liquor. *The Journal of Agricultural Science*. 93: 217-222.
 18. Nighat A, Mahboob AK, Rashid AK and Aijaz A (2007) Physico-chemical and toxicological studies of different parts of *Leucaena leucocephala*. *Pakistan Journal of Pharmacology*. 14(2): 13-16.
 19. Paengkoum P (2010) Effect of neem (*Azadirachta indica*) and *Leucaena leucocephala* fodders on digestibility, rumen

- fermentation and nitrogen balance of goats fed corn silage. *Journal of Animal and Veterinary Advances*. 9(5): 883-886.
20. Poonam S and Push P (1994) Chemical composition of *Leucaena leucocephala* seeds. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*. 45(1): 5-13.
21. Sallam SMA (2005) Nutrition value assessment of the alternative feed researches by gas production and rumen fermentation in vitro. *Research Journal of Agriculture and Biological Science*. 1(2): 200-209.
22. Soltan YA, Morsy AS, Sallam SMA and Louvandini H (2012) Comparative in vitro evaluation of forage legumes (*prosopis*, *acacia*, *atriplex* and *Leucaena*) on ruminal fermentation and methanogenesis. *Journal of Animal and Feed Sciences*. 21: 759-772.
23. Supreena S and Peangkoum P (2011) Effect of *Leucaena leucocephala* (Lam.) Lauryl Sulfate and Sodium in Meat Goat Diets on Nematode Eggs and Protozoa Interaction in the Rumen. *Journal of Agricultural Science and Technology*. 1: 1291-1294.
24. Tilley JMA and Terry RA (1963) A two stage technique for the indigestion of forage crops. *Journal of the British Grassland Society*. 18: 104-111.
25. Van Soest PJ, Robertson JB and BA Lewis (1991) Methods of dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*. 74: 3583-3597.
26. Waldo DR (1968) Nitrogen metabolism in the ruminant. *Journal of Dairy Science*. 51(2): 265-275.
27. Yadav PS and Yadav IS (1988) Proximate composition, tannin and mimosine content in different parts of cultivars of subabul. *Indian Journal of Animal Science*. 58(8): 953-958.