



تولیدات دامی

دوره ۲۰ ■ شماره ۴ ■ زمستان ۱۳۹۷

صفحه‌های ۵۶۴-۵۵۳

تأثیر بیوچار محصول فرعی پسته بر فراسنجه‌های تخمیر برون تنی شکمبه‌ای و عملکرد میش‌های شیرده

اعظم میرحیدری^{۱*}، نورمحمد تربتی‌نژاد^۲، سعید حسینی^۳، پیروز شاکری^۳

۱. دانش‌آموخته دکتری، گروه تغذیه دام، دانشکده علوم دامی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران.
۲. استاد، گروه تغذیه دام، دانشکده علوم دامی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران.
۳. استادیار، بخش تحقیقات علوم دامی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان کرمان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرمان، ایران.

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۷/۰۸/۳۰

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۷/۰۷/۱۷

چکیده

به منظور بررسی تأثیر افزودن بیوچار محصول فرعی پسته به جیره میش‌های شیرده، دو آزمایش انجام شد. در آزمایش اول، تأثیر افزودن سطوح صفر، ۰/۵، یک و ۱/۵ درصد از بیوچار محصول فرعی پسته به جیره پایه در قالب یک طرح کاملاً تصادفی با چهار تیمار و سه تکرار بر فراسنجه‌های تخمیر شکمبه پس از ۲۴ ساعت انکوباسیون بررسی شد. در آزمایش دوم با افزودن سطح مطلوب بیوچار تعیین شده در آزمایش اول به جیره میش‌های شیرده، تأثیر آن بر عملکرد شیردهی و قابلیت هضم خوراک بررسی شد. در این آزمایش از هشت رأس میش شیرده نژاد کرمانی زایش دوم در اوایل شیردهی در قالب یک طرح مربع لاتین چرخشی طی دو دوره ۲۱ روزه استفاده شد. با افزایش سطح بیوچار در جیره‌ها تولید متان و غلظت نیترژن آمونیاکی کاهش خطی نشان دادند ($P < 0/01$) و pH به صورت خطی افزایش ($P < 0/01$) یافت. هم‌چنین با افزودن یک درصد بیوچار به جیره میش‌های شیرده تولید شیر، غلظت گلوکز خون و قابلیت هضم ماده خشک نسبت به جیره شاهد افزایش ($P < 0/05$) و غلظت نیترژن اوره‌ای خون کاهش ($P < 0/05$) یافت. به طور کلی افزودن سطح یک درصد بیوچار محصول فرعی پسته به جیره میش‌های شیرده می‌تواند سبب بهبود تولید شیر و قابلیت هضم ماده خشک شود.

کلیدواژه‌ها: بیوچار، تخمیر، متان، محصول فرعی پسته، میش.

مقدمه

استفاده شده و نوع زیست توده اولیه بر ویژگی های بیوچار مؤثر است، بنابراین اثرات بیوچارها بر تخمیر شکمبه می تواند متفاوت باشد. این مطالعه با هدف بررسی تأثیر سطوح مختلف بیوچار محصول فرعی پسته بر تخمیر شکمبه در شرایط آزمایشگاهی برای تعیین سطح مطلوب جهت استفاده در جیره میش های شیرده انجام شد. سپس تأثیر استفاده از بیوچار محصول فرعی پسته در جیره میش ها بر عملکرد شیرواری و قابلیت هضم مواد مغذی جیره تعیین شد.

مواد و روش ها

محصول فرعی پسته از یک پایانه فرآوری پسته در شهرستان سیرجان تهیه گردید و داخل حلب های کوچک دردار قرار داده شد. حلب های حاوی محصول فرعی پسته، داخل بشکه بزرگ تری با منافذی در ته گذاشته شدند. بشکه بزرگ با چوب پر شد و با یک در دودکش دار بسته شد. منبع حرارتی زیر بشکه قرار گرفت و همزمان چوب های داخل بشکه نیز مشتعل شدند. دمای داخل بشکه به وسیله ترمومتر اندازه گیری و به وسیله کم یا زیاد کردن شعله زیر بشکه، کنترل گردید. فرآیند سوختن به مدت سه ساعت در دمای حدوداً ۵۵۰ درجه سانتی گراد انجام شد. سپس مواد از داخل حلب ها خارج و با پاشش آب روی آن ها سرد شدند و در برابر آفتاب خشک گردیدند [۱]. نمونه ای از بیوچار محصول فرعی پسته با آسیاب (Arthur H. Thomas, Philadelphia, PA, USA) و با غربال یک میلی متری آسیاب شد. برای تعیین الیاف نامحلول در شوینده خنثی (NDF) و الیاف نامحلول در شوینده اسیدی (ADF) از دستگاه تجزیه فیبر (Fibertec 2010, Auto fiber analysis system (Foss Analytical, Denmark) استفاده شد. خاکستر خام نمونه ها به مدت ۱۲ ساعت در کوره الکتریکی با دمای ۵۵۰ درجه سانتی گراد

تخمیر میکروبی در شکمبه نشخوارکنندگان به علت اتلاف بخشی از انرژی خوراک (دو تا ۱۲ درصد از انرژی خام) به صورت متان و نیتروژن خوراک (۷۵ تا ۸۵ درصد) به صورت آمونیاک بازده مطلوبی ندارد و کاهش عملکرد حیوان و آلودگی های زیست محیطی را در پی دارد [۶]. بر اساس گزارش سازمان جهانی غذا و محصولات کشاورزی، حدود ۱۸ درصد از گازهای گلخانه ای جهان مربوط به بخش دامپروری است که ۳۵ درصد آن از گاز متان تشکیل شده است. اثر مخرب زیست محیطی گاز متان ۲۳ برابر دی اکسید کربن است. مطالعات نشان داده است هر سال حدود ۳۲ میلیون تن نیتروژن آمونیاکی در بخش کشاورزی تولید می شود که ۲۱ میلیون تن آن مربوط به نشخوارکنندگان می باشد [۲۱]. کاهش تولید متان و ترکیبات نیتروژنی در شکمبه سبب بهبود بازده انرژی و افزایش بهره وری در پرورش نشخوارکنندگان می شود. نتایج تحقیقات نشان داده است که بیوچار به روش های مختلف بر کاهش انتشار گازهای گلخانه ای مؤثر است [۵]. بیوچار ماده ای جامد، کربنی و متخلخل است که از سوختن زیست توده های مختلف کشاورزی و دامی در محیطی بدون اکسیژن یا با اکسیژن کم تولید می شود [۱]. بیوچار به دلیل اثر کاهنده بر انتشار متان [۵ و ۶]، بهبود جایگاه سکونت جهت رشد و تکثیر میکروبی (ساختار متخلخل و نواحی سطحی وسیع بیوچار) [۱۴] و افزایش ساخت پروتئین میکروبی در شکمبه [۱]، بهبود بازده خوراک [۱۱]، حاصلخیزی خاک مزارع و مراتع [۶] به جیره نشخوارکنندگان افزوده می شود. امروزه در مزارعی از کشورهای آلمان، استرالیا، سوئیس، ژاپن و چین با هدف بهبود هضم و بازده تبدیل خوراک، بهبود عملکرد حیوانات و تولید محصولات دامی ارگانیک از بیوچار در جیره دام ها استفاده می کنند [۱۱]. از آن جاکه درجه حرارت

تولیدات دامی

تعیین شد [۳]. ترکیبات شیمیایی بیوجار محصول فرعی پسته در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱. ترکیبات شیمیایی بیوجار محصول فرعی پسته (درصد)

۹۲/۸۱	ماده خشک
۹/۷۰	خاکستر خام
۶۹/۵۰	الیاف نامحلول در شوینده خشتی
۶۸/۸۴	الیاف نامحلول در شوینده اسیدی

تحقیق حاضر در قالب دو آزمایش انجام شد؛ در آزمایش اول تأثیر افزودن سطوح مختلف بیوجار محصول فرعی پسته (صفر، ۰/۵، ۱ و ۱/۵ درصد) به جیره پایه شامل: یونجه، کاه گندم، سبوس گندم، دانه جو، دانه ذرت، کنجاله سویا، مکمل معدنی و ویتامینی و نمک با نسبت ۴۰ درصد علوفه و ۶۰ درصد کنسانتره بر تولید گاز زمان ۲۴ ساعت، تولید متان، غلظت نیتروژن آمونیاکی، جمعیت پروتوزوا، pH و مقدار اسیدهای چرب فرار در شرایط آزمایشگاهی بررسی شد. در آزمایش دوم سطح انتخاب شده از بیوجار محصول فرعی پسته بر اساس بهبود فراسنجه‌های تخمیری در آزمایش اول، به جیره اضافه شد و تأثیر آن بر تولید و ترکیبات شیر، قابلیت هضم و متابولیت‌های خونی میش‌های شیرده نژاد کرمانی مورد بررسی قرار گرفت.

به‌منظور تعیین تأثیر استفاده از سطوح مختلف بیوجار محصول فرعی پسته بر تخمیرپذیری جیره پایه از روش تولید گاز استفاده شد [۱۰]. ابتدا یک جیره پایه براساس احتیاجات میش‌های شیرده با نسبت ۴۰ به ۶۰ علوفه به کنسانتره تنظیم شد و نسبت‌های صفر، ۰/۵، ۱ و ۱/۵ درصد از بیوجار محصول فرعی پسته به جیره پایه اضافه شد (جدول ۲). جیره‌ها با آسیاب مجهز به غربال یک میلی‌متری آسیاب شدند. مقدار ۲۵۰ میلی‌گرم از هر جیره

آزمایشی با شش تکرار (سه تکرار برای اندازه‌گیری تولید گاز، سه تکرار برای اندازه‌گیری تولید متان) در داخل شیشه‌های سرم ۵۰ میلی‌لیتری ریخته شد. مایع شکمبه دو ساعت بعد از وعده خوراک صبح از ۴ رأس گوسفند کرمانی مجهز به فیستولای شکمبه‌ای، هم‌سن (۲ ساله)، با وزن تقریباً برابر (۵۰/۵ کیلوگرم) که به‌صورت گروهی تغذیه می‌شدند، اخذ گردید. این گوسفندان با جیره مخلوط شامل: ۰/۵ کیلوگرم یونجه خشک، ۰/۲ کیلوگرم کاه گندم، ۰/۳ کیلوگرم جو، ۰/۲۵ کیلوگرم کنجاله پنبه‌دانه و ۰/۲۵ کیلوگرم مکمل ویتامینی و مواد معدنی در دو وعده تغذیه می‌شدند. مایع شکمبه در فلاسک دردار به آزمایشگاه منتقل شد و با ۴ لایه پارچه متقال و تحت گاز دی‌اکسیدکربن و دمای ۳۹ درجه سانتی‌گراد صاف شد. روز قبل از آزمایش محلول‌های مورد نیاز برای تهیه بزاق مصنوعی آماده شد. مقدار ۳۰ میلی‌لیتر محلول بافر و مایع شکمبه به هر یک از شیشه‌های حاوی نمونه اضافه گردید. به‌داخل هر شیشه ۱۵ ثانیه دی‌اکسیدکربن تزریق شد و بلافاصله درپوش لاستیکی شیشه‌ها گذاشته شد و با استفاده از محافظ‌های آلومینیومی مخصوص پرس گردید. شیشه‌ها به‌داخل انکوباتور شیکردار با سرعت ۱۲۰ دور در دقیقه و دمای ۳۹ درجه سانتی‌گراد منتقل شدند. به‌منظور تصحیح گاز تولیدی با منشأ مواد خوراکی از چهار شیشه فاقد نمونه استفاده شد. مقدار گاز تولیدی در ساعت‌های ۲، ۴، ۶، ۸، ۱۲، ۱۸، ۲۴ انکوباسیون تعیین شد. پس از پایان انکوباسیون، محتویات شیشه‌ها از میان چهار لایه پارچه صافی فیلتر شد و pH آن با دستگاه pH متر (pH Meter CG 804, SCHOTT GERATE) تعیین شد. غلظت نیتروژن آمونیاکی در مایع انکوباسیون با استفاده از معرف فنل هیپوکلریت و با دستگاه اسپکتوفتومتر در طول موج ۶۳۰ نانومتر تعیین شد. برای اندازه‌گیری مقدار متان تولیدشده، سود (۱۰ مولار) به محتویات شیشه‌ها اضافه

تولیدات دامی

کیلوگرم در دو دوره ۲۱ روزه (۱۴ روز عادت‌پذیری و هفت روز جمع‌آوری اطلاعات) در قالب یک طرح مربع لاتین چرخشی با دو تیمار (با دو مربع ۲×۲) استفاده شد. جیره‌های آزمایشی با انرژی قابل متابولیسم و پروتئین خام یکسان با ۶۰ درصد کنسانتره و ۴۰ درصد علوفه تنظیم شدند. در طول آزمایش می‌ش‌ها در جایگاه‌های انفرادی (۱/۵×۱/۵ متر) روزانه در دو نوبت تغذیه و یک نوبت در ساعت ۱۷:۰۰ شیردوشی شدند. خوراک روزانه پس از توزین به‌صورت آزاد در اختیار دام‌ها قرار گرفت. پس‌آخور در هفت روز آخر هر دوره اندازه‌گیری شد و خوراک مصرفی هر دام با کسر کردن پس‌آخور از خوراک توزیع‌شده محاسبه گردید. وزن‌کشی می‌ش‌ها در شروع و پایان هر دوره ۲۱ روزه قبل از خوراک‌دهی صبح انجام شد.

گردید. دی‌اکسید کربن توسط سود جذب شد و گاز باقی‌مانده به‌عنوان متان اندازه‌گیری شد [۹]. نمونه‌ای ۱۵ میلی‌لیتری از محتوبات شیشه‌ها با سه میلی‌لیتر اسید متاسفتریک ۲۵ درصد اسیدی شد و نمونه‌ها تا زمان تجزیه در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. غلظت اسیدهای چرب فرار در نمونه‌ها با استفاده از دستگاه کروماتوگرافی گازی (Philips-PU4410, UK) تعیین شد [۲۴]. برای شمارش پروتوزوآ یک میلی‌لیتر از مایع شکمبه صاف و به نه میلی‌لیتر فرمالدئید چهار درصد افزوده شد و به‌خوبی با هم مخلوط شدند و با استفاده از میکروسکوپ نوری با بزرگنمایی ۴۰ و لام نئوبار تعداد پروتوزوآ در هر میلی‌لیتر از مایع شکمبه شمارش شد [۸]. تعداد هشت رأس می‌ش شیرده کرمانی زایش دوم در اوایل دوره شیردهی با میانگین وزن ۳۷/۶۲±۲/۵۱

جدول ۲. اجزای تشکیل‌دهنده و ترکیب شیمیایی جیره‌های آزمایشی (درصد ماده خشک)

جیره‌های آزمایشی			شاهد	اجزای جیره (درصد)
بیوچار محصول فرعی پسته				
۱/۵	۱/۰	۰/۵	۰	سطح بیوچار
۳۱/۰	۳۱/۰	۳۱/۰	۳۱/۰	یونجه
۹/۸	۹/۸	۹/۸	۹/۸	کاه گندم
۱/۰	۱/۳	۱/۶	۲/۰	سبوس گندم
۴۹/۴	۴۹/۴	۴۹/۴	۴۹/۴	دانه جو
۱/۳	۱/۵	۱/۷	۱/۸	دانه ذرت
۴/۸	۴/۸	۴/۸	۴/۸	کنجاله سویا
۱/۰	۱/۰	۱/۰	۱/۰	مکمل معدنی و ویتامینی ^۱
۰/۲	۰/۲	۰/۲	۰/۲	نمک
				ترکیبات شیمیایی (درصد) ^۲
۱۲/۷۵	۱۳/۵۲	۱۳/۶۱	۱۳/۷۳	پروتئین خام
۰/۴۲	۰/۴۲	۰/۴۲	۰/۴۲	کلسیم
۰/۳۲	۰/۳۲	۰/۳۲	۰/۳۲	فسفر
۲/۵۵	۲/۵۷	۲/۵۸	۲/۶۰	انرژی قابل متابولیسم (مگاکالری در کیلوگرم)

۱. در هر کیلوگرم جیره: ۹۹/۲ میلی‌گرم منگنز، ۵۰ میلی‌گرم آهن، ۸۴/۷ میلی‌گرم روی، ۱۰ میلی‌گرم مس، ۱ میلی‌گرم ید، ۰/۲ میلی‌گرم سلنیوم، ۹۰۰۰ واحد بین‌المللی

ویتامین A، ۹۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین D، ۹۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین E.

۲. برآوردشده بر اساس NRC (2007).

تولیدات دامی

دوره ۲۰ ■ شماره ۴ ■ زمستان ۱۳۹۷

گاز و سایر فراسنجه‌های آزمایشگاهی استفاده شد. برای تجزیه داده‌ها از مدل‌های آماری زیر استفاده گردید و میانگین‌ها با آزمون توکی - کرامر در سطح خطای پنج درصد مورد مقایسه قرار گرفتند.

$$y_{ij} = \mu + T_i + R_m + \varepsilon_{ij} \quad \text{رابطه (۱)}$$

رابطه (۲) $y_{ijklm} = \mu + S_i + A_{(i)j} + P_{(i)k} + T_l + R_m + \varepsilon_{ijklm}$ که در این رابطه‌ها: y_{ijklm} و y_{ij} ، هر مشاهده؛ μ میانگین کل، k_i اثر مربع؛ $A_{(i)j}$ اثر حیوان داخل مربع؛ $P_{(i)k}$ اثر دوره داخل مربع؛ T_l و T_i اثر تیمار؛ R_m اثر باقیمانده تیمار و ε_{ijklm} و ε_{ij} اثر خطای آزمایشی می‌باشند.

نتایج و بحث

تأثیر افزودن سطوح مختلف بیوجار محصول فرعی پسته به جیره پایه در شرایط آزمایشگاهی بر فراسنجه‌های تخمیری در جدول ۳ نشان داده شده است. تولید گاز پس از ۲۴ ساعت انکوباسیون و جمعیت پروتوزوا تحت تأثیر افزودن بیوجار قرار نگرفت، اما تولید متان با سطوح ۰/۵، ۱ و ۱/۵ درصد بیوجار در مقایسه با گروه شاهد به ترتیب ۳۱، ۳۹ و ۲۵ درصد کاهش یافت ($P < 0/01$; جدول ۳). در تأیید نتایج این آزمایش گزارش شده است که با افزودن ۱/۱۶ درصد بیوجار حاصل از کاه میسکانتوس، کاه کلزا، سبوس برنج، تکه‌های چوب سفت و کاه گندم به محیط کشت در شرایط آزمایشگاهی، تولید متان به میزان چهار تا شش درصد کاهش یافت [۵] و یا در تحقیق دیگری افزودن ۰/۶ درصد از بیوجار سبوس برنج به جیره گاوهای زرد تولید متان را ۲۲ درصد نسبت به گروه شاهد کاهش داد [۱۴]. در مقابل با افزودن بیوجار حاصل از علوفه ذرت و چوب صنوبر به مقدار ۲۱ تا ۱۸۶ گرم به علوفه ری‌گراس خشک و سیلو شده مقدار تولید متان تحت تأثیر قرار نگرفت [۶]. با توجه به اثرات متفاوت بیوجار بر تولید متان در آزمایشات مختلف،

طی هفت روز آخر دوره‌ها شیر تولیدی ثبت شد و مقدار ۴۰ میلی‌لیتر از شیر هر روز داخل ظروف پلاستیکی ۵۰ میلی‌لیتر حاوی دی‌کرومات پتاسیم نمونه‌گیری شد. نمونه‌های شیر هر میش برای تعیین میزان پروتئین، چربی، لاکتوز، مواد جامد بدون چربی و کل مواد جامد با دستگاه میلکواسکن (SA: Milkotronic Lactoscan S, Denmark) به آزمایشگاه منتقل شد.

در شروع و انتهای دوره ۲۱ روزه از خون سیاهرگ گردنی میش‌ها سه ساعت بعد از وعده خوراک صبح نمونه‌برداری شد. سرم نمونه‌ها در چهار درجه سانتی‌گراد در سانتریفیوژ با سرعت $2000 \times g$ به مدت ۱۵ دقیقه جدا گردید. غلظت گلوکز، نیتروژن اوره‌ای، نیتروژن کل و تری‌گلیسرید و همچنین غلظت آنزیم‌های کبدی آلانین آمینو ترانسفراز (ALT) و آسپاراتات آمینو ترانسفراز (AST) با کیت‌های شرکت پارس آزمون و دستگاه اتوماتیک (Technicon RA 1000; Bayer Co., NY, USA) تعیین شد. برای تعیین قابلیت هضم مواد مغذی جیره‌های آزمایشی، نمونه‌گیری از خوراک مصرفی و مدفوع هر دام به صورت روزانه در هفت روز آخر دوره انجام گرفت. نمونه‌ها در آن خشک و آسیاب شدند و تا زمان تجزیه در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. قابلیت هضم ماده خشک، ماده آلی، الیاف نامحلول در شوینده خشتی و الیاف نامحلول در شوینده اسیدی با استفاده از نشانگر داخلی خاکستر نامحلول در اسید محاسبه گردید [۱۳].

داده‌های حاصل از آزمایش اول در قالب طرح آماری کاملاً تصادفی با چهار تیمار و سه تکرار (رابطه ۱) و داده‌های حاصل از آزمایش دوم در قالب یک طرح مربع لاتین چرخشی با دو تیمار و هشت تکرار (در قالب دو مربع 2×2) (رابطه ۲) با استفاده از برنامه آماری SAS ویرایش ۹/۱ و رویه GLM تجزیه آماری شدند. از چندجمله‌ای‌های متعامد برای بررسی روند تغییرات تولید

تولیدات دامی

آمونیاک خاک کاهش یافت که این اثر به ویژگی خاص بیوچارها در داشتن ظرفیت تبادل کاتیون بالا که سبب جذب کاتیون‌ها از جمله آمونیاک می‌شود نسبت داده شده است [۵]. به‌طور مشابه، با افزودن بیوچارهای حاصل از کاه میسکانتوس، کاه کلزا، سبوس برنج، تکه‌های چوب سفت و کاه گندم تولید شده در دو درجه حرارت ۵۵۰ و ۷۰۰ درجه سانتی‌گراد به محیط کشت انکوباسیون، غلظت آمونیاک کاهش یافت به‌طوری‌که بیشترین کاهش مربوط به بیوچارهای تولید شده در دمای ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد بود. این اثر به بالا بودن ظرفیت تبادل کاتیون بیوچارهای تولیدشده در دمای ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد نسبت داده شد (افزایش دمای پیرولیزیس باعث کاهش ظرفیت تبادل کاتیون می‌شود) که جذب بیشتر آمونیاک را در پی دارد [۵]. از این‌رو احتمالاً این ویژگی بر کاهش غلظت آمونیاک با افزودن بیوچار محصول فرعی پسته نیز مؤثر بوده است.

با افزایش سطح بیوچار محصول فرعی پسته در جیره‌ها، pH محیط انکوباسیون به‌صورت خطی افزایش ($P < 0/01$) یافت. مطابق با نتایج این تحقیق با افزودن بیوچار سبوس برنج به مقدار ۰/۶ درصد در جیره گاوهای زرد، pH شکمبه افزایش یافت [۱۴]. نتایج برخی از مطالعات نشان داده است، که گروه‌های عاملی با بار منفی در سطح بیوچار، به‌صورت بازهای لوئیس برای جذب کاتیون‌ها عمل می‌کنند و با جذب سریع یون‌های هیدروژن محیط، نقش بافر را ایفا کرده و از این طریق سبب متعادل شدن pH محیط می‌شوند [۷].

اطلاعات مربوط به تأثیر افزودن سطوح مختلف بیوچار محصول فرعی پسته به جیره‌های آزمایشی بر غلظت کل اسیدهای چرب فرار، اسید استیک، اسید پروپیونیک، اسید بوتیریک و نسبت اسید استیک به اسید پروپیونیک در جدول ۴ نشان داده شده است. افزودن

می‌توان نتیجه‌گیری کرد که ویژگی‌های خاص هر بیوچار از طریق نواحی سطحی و توزیع ذرات باردار و همچنین خصوصیات ویژه جذب (گروه‌های عامل و ماکرو منافذ) می‌تواند عامل مؤثری بر میزان کاهش انتشار متان باشند [۱۲].

مطالعات نشان داده است با افزودن بیوچار به خاک و محیط‌های تولید کمپوست، تعادل بین باکتری‌های متانوتروف و آرکی‌های متانوزن به سمت افزایش جمعیت متانوتروف‌ها تغییر می‌کند و سبب کاهش انتشار متان از خاک می‌شود [۲۲]. گزارش شده است که در شکمبه دام‌های نشخوارکنندگان نیز باکتری‌های اکسیدکننده متان مشابه با متانوتروف‌های موجود در خاک با جمعیت‌های کم وجود دارند [۲۳]. از این‌رو احتمالاً حضور بیوچار در محیط شکمبه جمعیت این گروه از میکروارگانیسم‌ها را تقویت می‌کند و در نتیجه انتشار متان کاهش می‌یابد. این دلایل می‌تواند کاهش تولید متان با افزودن بیوچار محصول فرعی پسته در این تحقیق را توجیه کنند.

در پایان انکوباسیون غلظت نیتروژن آمونیاکی با افزودن بیوچار محصول فرعی پسته به جیره‌های آزمایشی نسبت به جیره شاهد کاهش ($P < 0/01$) یافت به‌طوری‌که بیشترین کاهش مربوط به سطح یک درصد بیوچار محصول فرعی پسته بود. از آن‌جاکه محیط انکوباسیون آزمایشگاهی محیطی بسته است، کاهش غلظت آمونیاک می‌تواند ناشی از کاهش فعالیت پروتئولیتیک و آمین‌زدایی از ترکیبات نیتروژنی خوراک و یا افزایش استفاده آمونیاک برای ساخت پروتئین میکروبی یا هر دو عامل باشد [۵]. در این آزمایش با توجه به عدم تفاوت تیمارها در انرژی قابل استفاده برای رشد میکروبی (تولید گاز یا اسیدهای چرب فرار)، کاهش فعالیت باکتری‌های پروتئولیتیک و دامیناسیون می‌تواند عاملی مؤثر بر کاهش غلظت نیتروژن آمونیاکی با جیره‌های حاوی بیوچار باشد.

در بعضی از مطالعات با افزودن بیوچار به خاک مقدار

تولیدات دامی

تأثیر بیوجار محصول فرعی پسته بر فراسنجه‌های تخمیر برون‌تنی شکمبه‌ای و عملکرد میش‌های شیرده

و کاه گندم (۱/۱۶ درصد) تولید شده در دمای ۳۵۰ یا ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد به محیط انکوباسیون تأثیری بر تولید اسیدهای چرب فرار نداشت [۵]. در مقابل با افزودن بیوجارهای حاصل از علوفه ذرت و چوب صنوبر (۲۱ و ۱۸۶ گرم/کیلوگرم ماده خشک) تولیدشده در دمای ۳۵۰ یا ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد به علوفه ری‌گراس خشک و سیلو شده مقدار اسیدهای چرب فرار افزایش یافت [۶]. این تفاوت در تولید اسیدهای چرب فرار می‌تواند مربوط به تفاوت در نوع و مقدار بیوجار استفاده‌شده و هم‌چنین درجه حرارت تولید بیوجار باشد.

بیوجار محصول فرعی پسته به جیره تأثیری بر غلظت کل اسیدهای چرب فرار و غلظت مولاری هیچ‌یک از آن‌ها و هم‌چنین نسبت اسید استیک به اسید پروپیونیک نداشت (جدول ۴). در توافق با نتایج این تحقیق با افزودن بیوجارهای چوب درخت بلوط، چوب درخت لاله زیتنی و چوب کاج سفید (۸۱ گرم/کیلوگرم ماده خشک) تولیدشده در دمای ۱۱۱۰ درجه سانتی‌گراد به جیره پایه (علوفه گراس ارجارد) تغییری در تولید اسیدهای چرب فرار مشاهده نشد [۱۵]. هم‌چنین افزودن بیوجارهای حاصل از کاه میسکانتوس، کاه کلزا، سبوس برنج، تکه‌های چوب سفت

جدول ۳. میانگین گاز تولیدی، متان، pH، نیتروژن آمونیاکی و جمعیت پروتوزوآ در شرایط آزمایشگاهی با جیره‌های حاوی سطوح مختلف بیوجار محصول فرعی پسته

مقایسات متعامد	P-value	SEM	جیره‌های آزمایشی				فراسنجه‌ها	
			شاهد	بیوجار محصول فرعی پسته	۱/۵	۱/۰		۰/۵
درجه دو	خطی							
۰/۲۱	۰/۱۱	۰/۲۴	۱/۷۳۹	۲۷/۷۳	۲۶/۵۰	۲۸/۵۰	۳۲/۵	گاز تولید در ۲۴ ساعت (میلی‌لیتر در ۲۰۰ میلی‌گرم ماده خشک)
۰/۰۰۴	۰/۰۰۹	۰/۰۰۸	۰/۶۲۵	۱۲/۱۰ ^b	۹/۸۸ ^b	۱۱/۱۱ ^b	۱۶/۱۱ ^a	متان (میلی‌لیتر)
۰/۴۹	۰/۰۰۳	۰/۰۱	۰/۰۳۲	۶/۴۸ ^a	۶/۳۲ ^{ab}	۶/۳۰ ^{ab}	۶/۱۹ ^b	pH
۰/۰۱	<۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۵۷۲	۱۱/۰۲ ^{bc}	۱۰/۲۹ ^c	۱۲/۹۸ ^b	۱۵/۶۷ ^a	نیتروژن آمونیاکی (میلی‌گرم/دسی‌لیتر)
۰/۱۰	۰/۱۸	۰/۲۱	۱/۰۷	۷/۵	۸/۶	۸/۴	۵/۰	پروتوزوآ (Log10(cfu/ml))

a-c: تفاوت میانگین‌ها در هر ردیف با حروف نامشابه معنی‌دار است (P<۰/۰۵) / SEM: خطای استاندارد میانگین‌ها.

جدول ۴. میانگین غلظت اسیدهای چرب فرار حاصل از تخمیر جیره‌های حاوی سطوح مختلف بیوجار محصول فرعی پسته در

شرایط آزمایشگاهی

مقایسات متعامد	P-value	SEM	جیره‌های آزمایشی				فراسنجه‌ها (میلی‌مول/لیتر)	
			شاهد	بیوجار محصول فرعی پسته	۱/۵	۱/۰		۰/۵
درجه دو	خطی							
۰/۷۲	۰/۸۰	۰/۹۷	۴/۷۲	۵۳/۵	۵۵/۰	۵۴/۰	۵۲/۰	کل اسیدهای چرب فرار
۰/۶۲	۰/۳۰	۰/۴۷	۱/۴۴	۲۶/۵	۲۸/۰	۲۵/۰	۲۵/۰	اسید استیک
۰/۷۴	۰/۸۸	۰/۹۶	۱/۴۶	۱۳/۰	۱۲/۰	۱۲/۵	۱۲/۵	اسید پروپیونیک
۰/۶۴	۰/۸۳	۰/۹۵	۱/۵۲	۱۰/۵	۱۱/۰	۱۱/۰	۱۰/۰	اسید بوتیریک
۰/۴۰	۰/۵۱	۰/۴۳	۰/۱۷	۲/۱	۲/۴	۲/۰	۲/۰	اسید استیک/اسید پروپیونیک

SEM: خطای استاندارد میانگین‌ها.

تولیدات دامی

دوره ۲۰ ■ شماره ۴ ■ زمستان ۱۳۹۷

میش‌های با جیره حاوی بیوچار باشد. علاوه بر این تولید شیر و غلظت گلوکز خون در میش‌های دریافت‌کننده جیره حاوی بیوچار نسبت به گروه شاهد بیشتر بود که می‌تواند به نقش اساسی گلوکز در ساخت لاکتوز مربوط باشد. به‌طوری‌که لاکتوز تولید شده با ایجاد فشار اسمزی سبب جذب آب بیشتر در سلول‌های پستان شده و از این طریق مقدار شیر تولیدی را تحت تأثیر قرار می‌دهد [۱۸].

تأثیر افزودن یک درصد بیوچار محصول فرعی پسته به جیره میش‌های شیرده بر فراسنجه‌های خونی و آنزیم‌های کبدی در جدول ۶ نشان داده شده است. غلظت تری‌گلیسرید، کل پروتئین، کلسترول، آسپاراتات آمینو ترانسفراز و آلانین آمینو ترانسفراز سرم میش‌ها تحت تأثیر افزودن بیوچار به جیره قرار نگرفت، درحالی‌که میش‌های با جیره حاوی بیوچار غلظت گلوکز خون بیشتر و غلظت نیتروژن اوره‌ای خون کمتری نسبت به میش‌های گروه شاهد داشتند ($P < 0.05$; جدول ۶).

افزودن یک درصد بیوچار محصول فرعی پسته به جیره میش‌ها تأثیری بر مصرف ماده خشک، تغییرات وزن بدن، درصد ترکیبات شیر شامل؛ چربی، پروتئین، لاکتوز، مواد جامد فاقد چربی و کل مواد جامد میش‌ها نسبت به گروه شاهد نداشت. علی‌رغم عدم تفاوت در مقدار مصرف خوراک بین گروه‌های آزمایشی، میانگین شیر تولیدی و بازده تولید شیر با افزودن بیوچار محصول فرعی پسته به ترتیب ۱۲ و ۱۳ درصد نسبت به گروه شاهد افزایش یافت ($P < 0.05$; جدول ۵).

بهبود تولید شیر و بازده تولید آن تحت تأثیر عواملی مثل افزایش رشد و فعالیت‌های میکروبی از طریق بهبود در pH محیط شکمبه، افزایش مصرف خوراک و قابلیت هضم آن است [۱۶]. در این مطالعه، افزودن بیوچار اثری بر مصرف خوراک نداشت، از این‌رو افزایش pH محیط شکمبه (اثر بیوچار بر افزایش pH در آزمایش اول) و افزایش قابلیت هضم ماده خشک می‌تواند عامل مؤثر بر بهبود تولید شیر

جدول ۵. میانگین خوراک مصرفی و تغییرات وزن بدن، تولید و ترکیبات شیر میش‌های شیرده با افزودن یک درصد بیوچار محصول فرعی پسته به جیره

P-value	SEM	جیره‌های آزمایشی		فراسنجه‌های عملکردی
		یک درصد بیوچار محصول فرعی پسته	شاهد	
۰/۸۶	۸/۲۹	۶۸۴/۳	۶۹۴/۱	میانگین ماده خشک مصرفی (گرم در روز)
۰/۸۱	۸/۶۸	۴۷/۶	۵۰/۶	تغییرات وزن بدن (گرم در روز)
۰/۰۴	۱۰/۵۵	۳۰۱/۹	۲۶۹/۴	تولید شیر (گرم در روز)
۰/۰۳	۰/۰۱۷	۰/۴۴	۰/۳۸	بازده تولید شیر ^۱
۰/۱۹	۰/۲۰۲	۳/۳۱	۳/۷۰	چربی شیر (درصد)
۰/۰۹	۰/۱۶۷	۴/۲۹	۳/۸۶	پروتئین شیر (درصد)
۰/۷۴	۰/۰۹۳	۴/۳۴	۴/۳۰	لاکتوز شیر (درصد)
۰/۱۵	۰/۲۳۸	۹/۵۲	۹/۰۱	مواد جامد بدون چربی شیر (درصد)
۰/۵۸	۰/۱۳۳	۱۳/۲۳	۱۳/۳۳	کل مواد جامد شیر (درصد)

۱. کیلوگرم شیر تولیدی/کیلوگرم ماده خشک مصرفی

a-b: تفاوت میانگین‌ها در هر ردیف با حروف نامشابه معنی‌دار است ($P < 0.05$) / SEM: خطای استاندارد میانگین‌ها.

تولیدات دامی

دوره ۲۰ ■ شماره ۴ ■ زمستان ۱۳۹۷

کاهش غلظت نیتروژن اوره‌ای خون در گروه دریافت‌کننده جیره حاوی بیوچار نسبت به گروه شاهد می‌تواند در پاسخ به کاهش غلظت نیتروژن آمونیاکی داخل شکمبه باشد. نشان داده شده است که متعاقب کاهش غلظت نیتروژن آمونیاکی داخل شکمبه، غلظت نیتروژن اوره‌ای خون کاهش می‌یابد [۲]. کاهش غلظت نیتروژن اوره‌ای خون با کاهش غلظت آمونیاک در محیط کشت آزمایش اول با جیره‌های حاوی بیوچار تطابق دارد. از این رو احتمالاً با افزودن بیوچار محصول فرعی پسته به جیره میش‌های شیرده، جذب آمونیاک در سطح بیوچار افزایش یافته است و در نتیجه غلظت آمونیاک شکمبه و نیتروژن اوره‌ای خون نیز کاهش یافته است.

افزودن بیوچار به جیره میش‌های شیرده سبب افزایش قابلیت هضم ظاهری ماده خشک جیره شد ($P < 0/05$)، اما تأثیری بر قابلیت هضم ماده آلی، الیاف نامحلول در شوینده خنثی و الیاف نامحلول در شوینده اسیدی نداشت (جدول ۷). در توافق با نتایج این تحقیق، قابلیت هضم ماده خشک در بزهای مصرف‌کننده علوفه بوهینیا با افزودن بیوچار سبوس برنج افزایش یافت [۲۰].

منشأ گلوکز خون در نشخوارکنندگان پروپیونات تولیدشده در شکمبه، هضم آنزیمی نشاسته عبوری در روده کوچک، گلیسرول و اسیدهای آمینه گلوکوژنیک است [۱۷]. در این تحقیق افزودن بیوچار به جیره‌های پایه تأثیری بر غلظت پروپیونات (نتایج آزمایش اول) نداشت. همچنین با توجه به عدم تغییر وزن میش‌های با جیره حاوی بیوچار، نقش لیپولیز بافت‌ها در افزایش گلوکز خون از طریق گلیسرول منتفی می‌شود. علاوه بر این، نظر به کاهش غلظت نیتروژن اوره‌ای خون میش‌های با جیره حاوی بیوچار، افزایش گلوکز خون ناشی از تجزیه اسیدهای آمینه گلوکوژنیک نیست. از این رو افزایش نشاسته عبوری به روده کوچک می‌تواند عامل مؤثر بر افزایش گلوکز خون میش‌های با جیره حاوی بیوچار باشد. مطالعات نشان داده است ویژگی‌های خاص ساختاری بیوچارها در داشتن سطوح متخلخل، سبب انتقال مستقیم ترکیبات آلی خوراک از جمله نشاسته جای‌گیری‌شده در خلل و فرج بیوچار از شکمبه به روده می‌شود [۴] و از این طریق افزایش ورود نشاسته به روده کوچک و هضم آن، افزایش جذب گلوکز به داخل سیاهرگ باب کبد را در پی دارد.

جدول ۶. مقایسه میانگین غلظت فراسنجه‌های خون و آنزیم‌های کبدی میش‌های شیرده با افزودن یک درصد بیوچار محصول فرعی

پسته به جیره

P-value	SEM	جیره‌های آزمایشی		فراسنجه‌های خون
		یک درصد بیوچار محصول فرعی پسته	شاهد	
۰/۰۲	۱/۰۸۶	۴۰/۸۸	۳۶/۹۶	گلوکز (میلی‌گرم/دسی‌لیتر)
۰/۴۸	۰/۷۳۴	۲۶/۱۶	۲۵/۴۱	تری‌گلیسرید (میلی‌گرم/دسی‌لیتر)
۰/۰۱	۰/۸۳۶	۱۲/۴۹	۱۵/۹۶	نیتروژن اوره‌ای خون (میلی‌گرم/دسی‌لیتر)
۰/۱۹	۰/۰۹۵	۶/۳۳	۶/۱۵	پروتئین کل (میلی‌گرم/دسی‌لیتر)
۰/۴۹	۴/۵۲۵	۷۴/۳۷	۶۹/۹۳	کلسترول (میلی‌گرم/دسی‌لیتر)
۰/۵۴	۱۰/۵۳۶	۱۱۳/۴۳	۱۲۲/۷۵	آسپاراتات آمینوترانسفراز (AST) (IU l^{-1})
۰/۷۵	۱/۶۰۵	۳۴/۹۳	۳۵/۶۵	آلانین آمینو ترانسفراز (ALT) (IU l^{-1})

a-b: تفاوت میانگین‌ها در هر ردیف با حروف نامشابه معنی‌دار است ($P < 0/05$). SEM: خطای استاندارد میانگین‌ها.

تولیدات دامی

دوره ۲۰ ■ شماره ۴ ■ زمستان ۱۳۹۷

جدول ۷. میانگین قابلیت هضم مواد مغذی در میش‌های شیرده با افزودن یک درصد بیوجار محصول فرعی پسته به جیره

P-value	SEM	جیره‌های آزمایشی		قابلیت هضم (درصد)
		یک درصد بیوجار محصول فرعی پسته	شاهد	
۰/۰۳	۳/۰۳۸	۶۸/۹۳	۵۸/۷۹	ماده خشک
۰/۱۵	۲/۱۵۲	۵۲/۵۷	۴۷/۹۴	ماده آلی
۰/۳۳	۵/۰۱۶	۶۳/۷۵	۵۶/۶۴	الیاف نامحلول در شوینده خشی
۰/۴۹	۷/۴۸۷	۴۷/۳۱	۳۹/۹۶	الیاف نامحلول در شوینده اسیدی

a-b: تفاوت میانگین‌ها در هر ردیف با حروف نامشابه معنی‌دار است ($P < 0.05$). SEM: خطای استاندارد میانگین‌ها.

بیوجار از نظر مساحت سطح ویژه و تراکم منافذ، بر استقرار و رشد گونه‌های خاصی از میکروارگانیسم‌ها مؤثر است و از این طریق فرآیندهای هضم و تخمیر در شکمبه را تحت تأثیر قرار می‌دهند. بهبود زیستگاه میکروبی با حضور بیوجار در شکمبه، سبب رشد و توسعه بیوفیلم‌های حاوی جمعیت‌های مختلف میکروبی و ارتباط نزدیک‌تر باکتری‌ها در جهت تسهیل تبادل تولیدات نهایی آن‌ها می‌شود، که خود بهبود بازده انرژی و رشد میکروبی و در نهایت افزایش هضم و تخمیر خوراک را به دنبال دارد [۱۴].

با توجه به نتایج این تحقیق، افزودن بیوجار محصول فرعی پسته به جیره می‌تواند انتشار متان و تولید آمونیاک در شرایط آزمایشگاهی را کاهش دهد و علاوه بر این سطح یک درصد آن سبب بهبود تولید شیر و قابلیت هضم ماده خشک در میش‌های شیرده می‌شود. بنابراین استفاده از آن در سطح یک درصد در جیره میش‌های شیرده به‌عنوان یک افزودنی خوراکی قابل توصیه است.

منابع

۱. میرحیدری ا، تربتی نژاد ن، حسنی س و شاکری پ (۱۳۹۶) تأثیر استفاده از بیوجار حاصل از محصول فرعی پسته بر عملکرد، پروتئین میکروبی و برخی از فراسنجه‌های شکمبه و خون بره‌های پرواری. نشریه علوم دامی (پژوهش و سازندگی). ۱۱۷: ۱۶۲-۱۵۱.

هم‌چنین با افزودن یک درصد بیوجار سبوس برنج، قابلیت هضم ماده خشک در بزهای دریافت‌کننده ساقه کاساوا عمل‌آوری‌شده با اوره افزایش نشان داد [۱۲]. در تحقیقی با افزودن بیوجارهای چوب درخت بلوط، چوب درخت لاله زینتی و چوب کاج سفید (۸۱ گرم در کیلوگرم ماده خشک) به جیره پایه (علوفه گراس اُرچارد) به همراه دو اندازه ریز (کمتر از ۱۷۸ میکرون) و درشت (بیشتر از ۱۷۸ میکرون) ذرات بیوجارها، قابلیت هضم آزمایشگاهی با ذرات ریز بیوجار افزایش یافت [۱۵]. آن‌ها بیان کردند نوع و اندازه ذرات بیوجار با تأثیر بر مساحت سطح ویژه و درجه تخلخل فراهم‌شده در شکمبه اثر متقابل میکروارگانیسم‌ها و ذرات علوفه را تغییر می‌دهند، به طوری که ذرات ریزتر بیوجار سطح ویژه بالاتری نسبت به ذرات درشت‌تر فراهم می‌کنند.

تحقیقات نشان داده است در محیط‌های هضم بی‌هوایی، در حضور بیوجار میکروارگانیسم‌ها یا در عمق خلل و فرج بیوجار یا در سطح آن مستقر می‌شوند و انواع میکروارگانیسم‌ها از این نظر با هم متفاوت می‌باشند. به طوری که اندازه منافذ برای استقرار میکروبی باید دو تا پنج برابر بیشتر از اندازه میکروارگانیسم‌هایی باشد که در منافذ مستقر می‌شوند، زیرا ابقای و توسعه بیوفیلم میکروبی در منافذ بزرگ نسبت به تثبیت شدن میکروبی‌ها در منافذ کوچک آسان‌تر است [۱۹]. هم‌چنین ساختار

تولیدات دامی

- Ahmed MMM and Abdalla HA (2005) Use of different nitrogen sources in the fattening of yearling sheep. *Small Ruminant Research*. 56(1-3): 39-45.
- AOAC (2000) Association of official analytical chemists. *Official Methods of Analysis*. 17th ed., Arlington. VA.
- Belcher RW, Bontchev RP, Kim HS, Butler BB and MacKay J (2017) Biochars for use with animals [Online]. Available at: <https://patents.google.com/patent/US20170196812>. 2017-01-30. 2017-07-13 [accessed 26 Aug 2018; verified 29 May 2018].
- Cabeza I, Waterhouse T, Sohi S and Rooke JA (2018) Effect of biochar produced from different biomass sources and at different process temperatures on methane production and ammonia concentrations *in vitro*. *Animal Feed Science and Technology*. 237(1-7): 1-7.
- Calvelo Pereira R, Muetzel S, Camps Arbertain M, Bishop P, Hina K and Hedley M (2014) Assessment of the influence of biochar on rumen and silage fermentation: A laboratory-scale experiment. *Animal Feed Science Technology*. 196: 22-31.
- Cheng CH, Lehmann J and Engelhard MH (2008) Natural oxidation of black carbon in soils: Changes in molecular form and surface charge along a climosequence. *Geochimica et Cosmochimica Acta*. 72(6): 1598-1610.
- Dehority BA (1984) Evaluation of subsampling and fixation procedures used for counting rumen protozoa. *Applied and Environmental Microbiology* 48(1): 182-185.
- Demeyer D, Meulemeester MDE, Greave KDE and Gupta BW (1988) Effect of fungal treatment on nutritive value of straw. *The Faculty of Medicine* 53: 1811-1819.
- Fedorak PM and Hurdy DE (1983) A simple apparatus for measuring gas production by methanogenic cultures in serum bottles. *Environmental Technology* 4(10): 425-432.
- Gerlach A and Schmidt HP (2012) The use of biochar in cattle farming [Online]. Available at <https://www.biochar-journal.org/en/ct/9> (modified 17 April. 2018; accessed 17 September 2018; verified 01 August 2014).
- Hansen HH, Storm IMLD and Sell AM (2013) Effect of biochar on *in vitro* rumen methane production. *Animal Science* 62(4): 305-309.
- Huang QQ, Jin L, Xu Z, Barbieria LR, Acharyaa S, Hu TM, Stanford K, McAllister TA and Wang Y (2015) Effects of purple prairie clover (*Dalea purpurea*Vent) on feed intake, nutrient digestibility and faecal shedding of *Escherichia coli* O157: H7 in lambs. *Animal Feed Science and Technology* 207: 51-61.
- Leng RA, Preston TR and Inthapanya S (2012) Biochar reduces enteric methane and improves growth and feed conversion in local yellow cattle fed cassava root chips and fresh cassava foliage [Online]. Available at <http://www.lrrd.org/lrrd24/11/leng24199.htm> (accessed 6 November 2012; verified 5 June 2013). *Livestock Research for Rural Development*.
- McFarlane ZD, Myer PR, Cope ER, Evans ND, Bone TC, Biss BE and Mulliniks JT (2017) Effect of biochar type and size on *in vitro* rumen fermentation of orchard grass hay. *Agriculture Science* 8: 316-325.
- Minson DJ (1990) *Forage in Ruminant Nutrition*. 1st ed. Queensland, Australia
- Nafikov RA and Beitz DC (2007) Carbohydrate and lipid metabolism in farm animals. *Journal of Nutrition* 137(3): 702-705.
- Rigout S, Hurtaud C, Lemosquet S, Bach A and Rulquin H (2003) Lactational effect of propionic acid and duodenal glucose in cows. *Dairy Science* 86(1): 243-253.
- Samonin VV and Elikova EE (2004) A study of the adsorption of bacterial cells on porous materials. *Microbiology* 73(6): 696-701.
- Silivong P and Preston TR (2015) Growth performance of goats was improved when a basal diet of foliage of *Bauhinia acuminata* was supplemented with water spinach and biochar. *Livestock Research for Rural Development Online*. Available at <http://www.lrrd.org/lrrd27/3/sili27058.html> [accessed 3 March 2015; verified 15 September 2016].
- Shakeri P, Durmic Z, Vadhanabhuti J and Vercoe, PE (2017) Products derived from olive leaves and fruits can alter *in vitro* ruminal fermentation and methane production. *The Science of Food and Agriculture* 97: 1367-1372.
- Sonoki T, Furukawa T, Jindo K, Suto K, Aoyama M and Sanchez-Monedero MA (2013) Influence of biochar addition on methane metabolism during thermophilic phase of composting. *Basic Microbiology* 53(7): 617-621.
- Stocks PK and McCleskey CS (1964) Morphology and physiology of methanomonas methanooxidans. *primato bacteriology* 88(4): 1071-1077.
- Tabaru H, Kadota E, Yamada H, Sasaki N and Takeuchi A (1988) Determination of volatile fatty acids and lactic acid in bovine plasma and ruminal fluid by high performance liquid chromatography. *Veterinary Science* 50(5): 1124-1126.

Archive of SID



Animal Production

(College of Abouraihan – University of Tehran)

Vol. 20 ■ No. 4 ■ Winter 2018

Effects of pistachio by-product biochar on *in vitro* ruminal fermentation and performance of lactating ewes

Aazam Mirheidari^{1*}, Noor Mohammad Torbatinejad², Saeed Hassani², Pirouz Shakeri³

1. Former Ph. D. Student, Department of Animal Nutrition, Faculty of Animal Sciences, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran
2. Professor, Department of Animal Nutrition, Faculty of Animal Sciences, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran
3. Assistant Professor, Animal Science Research Department, Kerman Agricultural and Natural Resource Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Kerman, Iran

Received: October 9, 2018

Accepted: November 21, 2018

Abstract

Two experiments were conducted to assess the addition of pistachio by-product biochar (PBB) to lactating ewes' diet. In first experiment, the effects of the addition of different levels (0, 0.5, 1 and 1.5% diet on dry matter basis, DM) of PBB on rumen fermentation parameters after 24h of incubation were investigated in a completely randomized design with four treatments and three replications. Second experiment was designed to evaluate effect of feeding selected level of PBB on performance and nutrient digestibility of 8 lactating Kermanian ewes in a Latin square change-over design with two 21-day periods. Methane production and ammonia-N concentrations decreased linearly ($P < 0.01$), and pH increased linearly ($P < 0.01$) as the dietary level of PBB raised. With the addition of 1% PBB to the lactating ewes' diet, milk yield, blood glucose, digestibility of DM increased ($P < 0.05$) and blood urea nitrogen (BUN) decreased ($P < 0.05$) compared to control group. In general, adding 1% of PBB to lactating ewes' diet can improve milk yield and digestibility of DM.

Keywords: Biochar, Ewe, Fermentation, Methane, Pistachio by- product.