(DOI): 10.22034/AEJ.2020.125244

بررسی تجزیه‌پذیری و فراسنجه‌های تخمیری جیره‌های حاوی برگ درخت کُنار هندی و روغن آفتابگردان در تغذیه نشخوارکنندگان

- **محمود دشتی‌زاده:** گروه علوم دامی، دانشکده علوم دامی و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، اهواز، ایران
- **محسن ساری*:** گروه علوم دامی، دانشکده علوم دامی و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، اهواز، ایران
- **حسن فضائلی:** بخش تحقیقات تغذیه دام، موسسه تحقیقات علوم دامی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران

تاریخ دریافت: آذر ١٣٩٨ تاریخ پذیرش: اسفند ١٣٩٨

چکیده

به‌منظور بررسی افزودن برگ کنار (*Ziziphus mauritiana*) حاوی تانن و روغن آفتابگردان به‌عنوان منبع اسیدهای چرب غیراشباع با چند پیوند دوگانه (غنی از اسیدلینولئیک) در جیره‌های پرکنسانتره بر گاز تولیدی و هم‌چنین تجزیه‌پذیری آن‌ها این آزمایش انجام شد. در این آزمایش، فراسنجه‌های تجزیه‌پذیری و تخمیری با استفاده از روش‌های تولید گاز و کیسه نایلونی مقایسه شد. تولید گاز و نرخ تجزیه‌پذیری در زمان‌های صفر، ٤، ٨، ١٦، ٢٤، ٤٨، ٧٢ و ٩٦ ساعت اندازه‌گیری شد. تیمارهای آزمایشی شاهد، جیره حاوی ٢٠ درصد برگ کُنار، جیره حاوی ٢/٥ درصد روغن آفتابگردان و جیره حاوی ٢٠ درصد برگ کُنار و ٢/٥ درصد روغن آفتابگردان (به‌ترتیب ١ تا ٤) در قالب طرح کاملاً تصادفی با چینش فاکتوریل ٢×٢ بود. نتایج نشان داد که مقدار بخش تند تجزیه، ٣٧/٧٢ (P=٠/٠٩)، کند تجزیه، ٤٩/٤١ (P=٠/٠٦) و نرخ ثابت تجزیه‌پذیری، ٠/٠٥٧٣ (P=٠/٠٨) ماده خشک در بین تیمارهای مختلف تحت تاثیر افزودن برگ کُنار، تمایل به کاهش نشان داد. تجزیه‌پذیری موثر ماده خشک در سرعت‌های عبور مختلف (٧٤/٠٧، ٦٦/٥٢ و ٦١/٦٠ به‌ترتیب برای تجزیه‌پذیری موثر ٠/٠٢، ٠/٠٤ و ٠/٠٦) در تیمار کُنار نسبت به سایر تیمارها، کاهش یافت (P=٠/٠٢). تجزیه‌پذیری موثر پروتئین خام جیره‌ها برای نرخ‌های عبور ٠/٠٢، ٠/٠٤ و ٠/٠٦ کاهش نشان داد (به‌ترتیب ٩٣/٨٠، ٩٠/٣٢ و ٨٧/٦٠). افزایش معنی‌دار (P<٠/٠١) بین تیمارها از نظر تولید گاز تجمعی در همه ساعات انکوباسیون (٢ تا ٩٦) در اثر افزودن روغن آفتابگردان مشاهده شد. فراسنجه‌های تولید گاز شامل پتانسیل تولید گاز، ١٠٥/٠٤ (P<٠/٠١) و نرخ تولید گاز، ٠/١١٠ (P=٠/٠٦) نیز تحت تاثیر افزودن روغن آفتابگردان، به‌طور معنی‌داری افزایش یافتند. انرژی متابولیسمی و ماده آلی قابل هضم در اثر افزودن روغن آفتابگردان افزایش یافت (P<٠/٠١). مقدار ماده آلی حقیقی هضم شده (TOMD) و تولید توده میکروبی (MB) در اثر افزودن برگ کُنار افزایش یافت (P<٠/٠١). به‌طورکلی نتایج آزمایش حاضر نشان می‌دهند که افزودن برگ کُنار و روغن آفتابگردان به جیره می‌تواند فراسنجه‌های تجزیه‌پذیری و الگوی تخمیر جیره‌ها را تحت تاثیر قرار دهد ولی برهم‌کنش قابل توجهی بین این دو عامل وجود ندارد، بدین معنی که اثر هرکدام از این عوامل در جیره مستقل از هم عمل می‌کنند. از سوی دیگر، مصرف جداگانه و یا مخلوط برگ کنار حاوی تانن و روغن آفتابگردان، اثر سوئی بر عملکرد شکمبه به روش آزمایشگاهی نداشت.

کلمات کلیدی: تولید گاز، تجزیه‌پذیری، برگ کُنار، روغن آفتابگردان

* پست الکترونیکی نویسنده مسئول: mohsensari@gmail.com

(DOI): 10.22034/AEJ.2020.125244

مقدمه

نتایج بسیاری از مطالعات نشان می‌دهد که افزودن علوفه درختان (*Leucaena leucocephala*, *Gliricidia sepium*, *Ziziphus mauritiana*,etc.) به جیره نشخوارکنندگان می‌تواند کاربرد علوفه خشبی با کیفیت پایین را عمدتاً از طریق تأمین پروتئین میکروبی شکمبه بهبود بخشد. فزون بر این، ارزش غذایی علوفه‌های خشبی کم‌کیفیت و گراس‌ها می‌تواند به‌طور عمده با کمک علوفه درختان بهبود یابد (FAO، ۱۹۹۷). درخت کُنار، گیاهی مقاوم به خشکی و بومی مناطق رویشی جنوب ایران است. این گیاه پس از کاشت به مراقبت اندکی به لحاظ آبیاری و جلوگیری از چرای مفرط دام نیاز دارد و از لحاظ سازگاری اقلیمی، در شرایط آب و هوایی گرم و خشک رشد می‌کند. برگ درختان کُنار در دوره‌های حساس سال که کیفیت و مقدار گیاهان مرتعی محدود است، منبع مهم علوفه برای نشخوارکنندگان در بیش‌تر قسمت‌های جنوب ایران است. وجود تانن‌ها و برخی ترکیبات فنلی در برگ‌های درختچه‌ها و درختان که از نظر مواد مغذی مهم هستند، استفاده از آن‌ها به‌عنوان خوراک حیوانات را مختل می‌کند (Tolera و همکاران، ۱۹۹۷). برگ کُنار، پروتئین خام بیش‌تر و الیاف خام کم‌تری نسبت به گیاهان خانواده گندمیان دارد. استفاده از برگ کُنار در تغذیه بزهای نگه‌داری شده در مناطق خشک اتیوپی نشان می‌دهد که مصرف ماده خشک، قابلیت هضم و وزن بدن، با مصرف برگ کُنار به‌طور معنی‌داری افزایش یافت که نشان می‌دهد برگ کُنار می‌تواند به‌عنوان مکمل خوراکی، در فصل خشک استفاده شود (Dawd و همکاران، ۲۰۰۳). ماده خشک، ماده آلی، پروتئین خام، چربی خام، دیواره سلولی، دیواره سلولی منهای همی‌سلولز، انرژی خام و میزان تانن برای برگ کُنار به‌ترتیب ۹۴/۶۱، ۸۳/۳۰، ۱۴/۵۶، ۱/۷۷، ۳۳/۹۰، ۱۸/۵۵ درصد، ۴۴۴۷/۲۶ کالری در گرم و ۳/۹۵ درصد گزارش شده است (دشتی‌زاده و همکاران، ۱۳۹۸). چربی‌ها و روغن‌های گیاهی به‌طور معمول برای افزایش تراکم انرژی جیره غذایی با نیازهای انرژی بالا، مورد استفاده قرار می‌گیرند. از سایر مزایای افزودن آن‌ها می‌توان به افزایش جذب مواد مغذی محلول در چربی، افزایش راندمان تولید شیر به‌دلیل انتقال مستقیم برخی اسیدهای چرب چربی‌ها به آن، اثر بازدارندگی اسیدهای چرب بلندزنجیر بر تولید متان و افزایش اسیدهای چرب مفید برای سلامت انسان اشاره کرد. روغن آفتابگردان که اسیدهای چرب پالمیتیک اسید، استئاریک اسید، اولئیک اسید و لینولئیک اسید به‌ترتیب ۸/۳۰، ۷/۲۰، ۳۰/۲ و ۵۱/۲ درصد از اسیدهای چرب آن را تشکیل می‌دهند (Garcia و همکاران، ۲۰۱۹). یک منبع متراکم انرژی است که آن را به مواد خوراکی جذاب برای استفاده در جیره‌های پرواری و بهبود الگوی اسیدهای چرب لاشه مطرح می‌سازد. نشان داده شده است که استفاده از روغن آفتابگردان در جیره بره‌های پرواری، افزایش غلظت اسید لینولئیک کونژوگه موجود در گوشت را در پی داشت (Karami و همکاران، ۲۰۱۳). نرخ و میزان تخمیر ماده خشک در شکمبه، عوامل بسیار مهمی در بهره‌وری تخمیر در نشخوارکنندگان می‌باشند. سال‌ها از روش کیسه نایلونی برای ارائه تخمین نرخ و میزان تجزیه‌پذیری ماده خشک علوفه استفاده شده است (Mehrez و Ørskov، ۱۹۷۷). از طرف دیگر Menke و همکاران (۱۹۷۹) و Menke و Steingass (۱۹۸۸) تکنیک آزمایشگاهی تولید گاز را برای ارزیابی ارزش غذایی علوفه‌ها و تخمین نرخ و میزان تجزیه‌پذیری ماده خشک به‌طور غیرمستقیم با استفاده از تولید گاز تولید شده در خلال تخمیر توسعه دادند. روش آزمایشگاهی تولید گاز به‌طور گسترده‌ای برای ارزیابی ارزش غذایی علوفه لگوم (Evitayani و همکاران، ۲۰۰۴) و برگ‌های درختان حاوی تانن استفاده شده است (Rubanza و همکاران، ۲۰۰۳). روش آزمایشگاهی تولید گاز و کیسه نایلونی با عملکرد حیوان (Ørskov، ۱۹۸۹)، مصرف خوراک (Blummel و Ørskov، ۱۹۹۳؛ Kamalak و همکاران، ۲۰۰۵)، تولید پروتئین میکروبی (Krishnamoorthy و همکاران، ۱۹۹۱) و قابلیت هضم در حیوان زنده (Khazaal و همکاران، ۱۹۹۳؛ Kamalak و همکاران، ۲۰۰۵) همبستگی خوبی دارد. بررسی اثر منفی ترکیبات فنلی بر تخمیر میکروبی با استفاده از روش in situ دشوار است. دراین مورد، روش‌های آزمایشگاهی در تشخیص ترکیبات ضدتغذیه‌ای در خوراک‌ها قابل اطمینان‌تر است (Rubanza و همکاران، ۲۰۰۳؛ Osuga و همکاران، ۲۰۰۵). روش تولید گاز در شرایط آزمایشگاهی، یک سیستم بسته با تامین محدود مایع شکمبه است جایی‌که در صورت وجود هر ترکیب ضدمغذی، احتمالاً فعالیت میکروب‌های شکمبه را تحت تأثیر قرار خواهد داد. در مقابل، روش in situ با اثر رقت مرتبط است، که ناشی از یک سیستم باز با محیط گسترده‌تر شکمبه و عرضه فراوان مقدار مایع شکمبه به محتوای کیسه نایلونی است (Apori و همکاران، ۱۹۹۸). تانن‌های متراکم اگرچه در غلظت بالا (بیش از ۶ درصد ماده خشک)، به‌عنوان ترکیبات ضدمغذی درنظر گرفته می‌شوند با این وجود، در مقادیر کم با جلوگیری از نفخ، افزایش بهره‌وری هضم پروتئین جیره و به‌عنوان ضدانگل و آنتی‌اکسیدان، اثرات مفیدی بر نشخوارکنندگان دارند (Makkar و همکاران، ۲۰۰۳). براساس بررسی‌های صورت گرفته، تاکنون پژوهشی که اثر برگ کُنار با داشتن تانن و افزودن روغن آفتابگردان به‌عنوان منبع اسیدهای چرب غیراشباع با چند پیوند دوگانه (غنی از اسیدلینولئیک) در جیره‌های پرکنسانتره بر گاز تولیدی و هم‌چنین تجزیه‌پذیری آن‌ها را در شکمبه مورد بررسی قرار داده باشد، در دست نیست. بنابراین، این پژوهش جهت بررسی اثرات هم‌افزایی تانن برگ کنار هندی و روغن آفتابگردان با بهره‌گیری از توانایی تانن در اثرگذاری بر میکروارگانیسم‌های شکمبه و تغییر مسیر بیوهیدروژنه کردن اسیدهای چرب غیراشباع، انجام شد.

(DOI): 10.22034/AEJ.2020.125244

مواد و روش‌ها

جمع‌آوری نمونه‌ها و تعیین ترکیب شیمیایی: از یک قطعه باغ ۴۰ هکتاری با پوششی از درختان کُنار در شهرستان دشتی از استان بوشهر در خرداد ۱۳۹۷ براساس روش تصادفی منظم، از برگ‌ها نمونه‌برداری شد. نمونه‌های برداشت‌شده به محل ایستگاه تحقیقات علوم دامی تنگستان مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی بوشهر حمل و جهت خشک‌شدن در محوطه کف سیمانی در سایه پخش شدند. برگ‌ها پس از خشک‌شدن خرد شده و به‌صورت کوپه آماده شده و از قسمت‌های مختلف آن نمونه‌برداری به‌عمل آمد به‌نحوی‌که ۴ نمونه اصلی به‌دست آمد. برای تعیین ترکیب شیمیایی برگ کُنار، به‌میزان نیم کیلوگرم نمونه تهیه و به آزمایشگاه ارسال شد. میزان ماده‌خشک، پروتئین خام، خاکستر خام و چربی خام نمونه‌های خوراک با استفاده از روش‌های استاندارد تجزیه تقریبی (AOAC، ۲۰۰۱)، مقدار الیاف نامحلول در شوینده خنثی (NDF) به‌روش Van Soest و همکاران (۱۹۹۱) و مقدار الیاف نامحلول در شوینده اسیدی (ADF) مطابق روش Goering و Van Soest (۱۹۷۰) اندازه‌گیری شد. برای محاسبه مقدار تانن در ابتدا مقدار ۱۰ میلی‌متر از محلول اسید اگزالیک ۰/۱ نرمال با ۱۰ میلی‌متر اسیدسولفوریک رقیق شده (۱:۴) مخلوط شد و در دمای ۶۰ تا ۷۰ درجه سانتی‌گراد نگه داشته و با پرمنگنات پتاسیم تهیه شده تیتر شد تا تغییر رنگ داد و میلی‌متر پرمنگنات پتاسیم مصرف شده یادداشت شد و در ادامه با انجام محاسبات، مقدار تانن تعیین شد (Makkar و همکاران، ۱۹۹۵).

تهیه جیره‌های مورد مطالعه: برای انجام آزمایش‌های تجزیه پذیری و تولیدگاز، جیره‌های این پژوهش‌شامل: ۱-شاهد(جیره معمول بدون استفاده از برگ کُنار و روغن آفتابگردان)، ۲- جیره حاوی ۲۰ درصدبرگ‌کُنار، ۳-جیره‌حاوی ۲/۵ درصدروغن‌آفتابگردان و ۴- جیره حاوی ۲۰ درصد برگ کُنار و ۲/۵ درصد روغن آفتابگردان بود که با استفاده از جداول استاندارد (NRC، ۲۰۰۷) تنظیم شد که ترکیب شیمیایی جیره‌های استفاده شده در جدول ۱ نشان داده شده است.

جدول ۱: اقلام و ترکیب شیمیایی جیره‌های آزمایشی

ترکیبات	جیره‌ها			
	شاهد	برگ کُنار	روغن آفتابگردان	برگ کُنار و روغن آفتابگردان
کاه	۵	۵	۵	۵
یونجه	۲۵	۵	۲۵	۵
ذرت	۲۵	۲۵	۲۱	۲۱
جو	۲۰	۲۰	۲۱	۲۱
سبوس گندم	۱۳/۲	۱۳/۲	۱۳/۷	۱۳/۷
کنجاله سویا	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰
برگ کُنار	۰	۲۰	۰	۲۰
روغن آفتابگردان	۰	۰	۲/۵	۲/۵
نمک	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵
آهک	۰/۸	۰/۸	۰/۸	۰/۸
مکمل معدنی-ویتامینی[1]	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵
ترکیب شیمیایی[2]				
انرژی قابل متابولیسم (مگاکالری در کیلوگرم)	۲/۶۱	۲/۵۸	۲/۷۶	۲/۷۳
پروتئین خام (درصد)	۱۵/۱	۱۴/۷	۱۵/۱	۱۴/۷
عصاره اتری (درصد)	۲/۶	۲/۶	۵	۵
NDF (درصد)	۲۹/۵	۲۶/۱	۲۹/۵	۲۶/۱
ADF (درصد)	۱۸/۸	۱۳/۶	۱۸/۹	۱۳/۶

۱- مکمل معدنی-ویتامینی (کیلوگرم مکمل ویتامینی دارای 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، ۱۲۰ میلی‌گرم ید و ۱/۱ میلی‌گرم سلنیوم). ۲- بر حسب درصد ماده خشک

آزمایش تولید گاز: برای انجام آزمایش تولید گاز، از ۴ رأس گوسفند نر بالغ (عربی) با وزن ۱/۵±۴۵ کیلوگرم و سن تقریبی ۱/۵ ساله که با جیره‌های بر پایه علوفه، خوراک‌دهی شده بودند، مایع شکمبه گرفته شد. پیش از آغاز آزمایش، عملیات بهداشتی شامل واکسیناسیون و استفاده از داروهای انگلی داخلی و خارجی برای دام‌ها اعمال شد. مایع شکمبه پیش از وعده غذایی نوبت صبح، جمع‌آوری شد و پس از آن با عبور از پارچه متقال ۴ لایه، صاف شد و بی‌درنگ به‌درون فلاسک آب گرم با دمای ۳۹ درجه، قرار گرفته و به آزمایشگاه منتقل‌شد. آزمایش تولید گاز براساس روش اصلاح شده Menke و همکاران (۱۹۷۹) انجام شد و به‌جای استفاده از صفحات گردان برای

(DOI): 10.22034/AEJ.2020.125244

قرار دادن شیشه‌ها، ازحمام آب گرم استفاده می‌شود (Blummel و Ørskov، ۱۹۹۳) و میزان نمونه از ۲۰۰ به ۵۰۰ میلی‌گرم، میزان بافر به ۲ برابر و حجم محیط کشت از ۳۰ به ۴۰ میلی‌لیتر افزایش یافت (Blummel و همکاران، ۱۹۹۷؛ Makar و همکاران، ۱۹۹۵). این روش مانند روش تولید گاز با استفاده از سرنگ می‌باشد، با این تفاوت که به‌جای حجم گاز تولید شده، فشار حاصل از تولید گاز اندازه‌گیری شده و با استفاده از یک رابطه رگرسیونی معادله بین فشار و حجم گاز تولیدی (منحنی استاندارد) به‌دست آمد (Theodorou و همکاران، ۱۹۹۴). در این روش، به‌جای سرنگ ۱۰۰ میلی‌لیتر، از ویال‌های ۱۰۰میلی‌لیتری استفاده شد. در ادامه، گاز تولیدی در زمان‌های ۲، ۴، ۶، ۸، ۱۶، ۲۴، ۴۸، ۷۲ و ۹۶ ساعت پس از انکوباسیون با استفاده از دستگاه فشارسنج اندازه‌گیری شد. پس از اتمام زمان‌های مورد نظر، ویال‌ها تخلیه شدند. داده‌های گاز تولیدی با استفاده از مدل نمایی Ørskov و Mc Donald (۱۹۷۹) تجزیه شده و فراسنجه‌های تولید گاز به‌دست آمد:

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

در این معادله P= نشان‌دهنده پتانسیل تولید گاز، b، نشان‌دهنده تولید گاز از بخش قابل تخمیر (میلی‌لیتر)، c، بیانگر نرخ تولید گاز (میلی‌لیتر بر ساعت)، t= نشان‌دهنده زمان و e، عدد نپری می‌باشند.

عامل تفکیک (PF=Partitioning Factor) بیان‌کننده نسبت تجزیه واقعی سوبسترا به حجم گاز تولیدی در دوره‌های زمانی انکوباسیون یا به‌عبارتی، نسبت میلی‌گرم مواد حقیقی هضم‌شده بر میلی‌لیتر حجم گاز خالص تولیدی (GP) است (Blummel و همکاران، ۱۹۹۷). برای برآورد این عامل، پس از پایان انکوباسیون در ساعت ۲۴، محتوای ویال‌ها به‌طور کامل در ارلن ریخته شد و با ۲۰ میلی‌لیتر محلول شوینده خنثی مخلوط و به‌مدت یک ساعت جوشانده شد. سپس نمونه‌ها صاف شده و باقی‌مانده درون بوته‌های چینی با وزن خالی مشخص، ریخته شدند. بوته‌های چینی به آون (دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد، ۲۴ساعت) منتقل گردید تا نمونه‌ها خشک شود. سپس بوته‌های چینی از آون خارج و به دسیکاتور منتقل تا خنک شوند. بعد از سرد شدن، بوته‌های چینی وزن شدند. سپس بوته‌های حاوی باقی‌مانده به کوره الکتریکی (۵۵۰ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۳/۵ ساعت) منتقل گردیده تا خاکستر به‌دست آید. بعد از این زمان، بوته‌ها به دسیکاتور منتقل و پس از سرد شدن به‌دقت وزن شدند. در نهایت برای محاسبه PF از روابط زیر استفاده شد:

خاکستر – باقی‌مانده – مقدار اولیه = ماده آلی حقیقی هضم شده (میلی‌گرم)

میلی‌لیتر گاز تولید شده÷میلی‌گرم ماده آلی حقیقی هضم شده=عامل تفکیک

برای تعیین قابلیت هضم حقیقی و ظاهری ماده آلی از معادلات زیر استفاده شد. قابلیت هضم ظاهری ماده آلی (OMD) با استفاده از معادلات Menke و Steingass (۱۹۸۸):

OMD= Organic matter digestibility (%) =
16.49 + 0.9042 (GP) + 0.0492 (% CP) + 0.0387 (% Ash)

قابلیت هضم آزمایشگاهی ماده آلی با استفاده از معادله پیشنهادی Menke و همکاران (۱۹۷۹) تعیین شد:

IVOMD= In vitro organic matter digestibility (%) =
14.88 + 0.8893 (GP) + 0.448 (% CP) + 0.651× (% Ash)

که در این معادلات GP= گاز تولیدی در طی ۲۴ ساعت، CP= درصد پروتئین خام ماده انکوبه شده، Ash= درصد خاکستر ماده انکوبه شده

برآورد انرژی قابل متابولیسم(ME) براساس مگاژول/کیلوگرم ماده خشک(DM)، با در دست داشتن گاز تولید شده (میلی‌لیتر) و پروتئین خام (CP) و عصاره اتری (EE) نمونه انکوباسیون شده براساس گرم بر کیلوگرم ماده خشک براساس (معادلات Menke و Steingass، ۱۹۸۸) برای خوراک‌ها انجام شد:

ME (MJ/kg) =1.06+0.157(GP) + 0.084 (CP) + 0. 22 × EE - 0.081×Ash

از معادلات پیشنهاد شده توسط Blummel و همکاران (۱۹۹۷) برای محاسبه توده میکروبی تولید شده، استفاده شد:

(PF–۲/۲)حجم گاز خالص(میلی‌لیتر)= (BM) تولید توده میکروبی (میلی‌گرم)

اسیدهای چرب کوتاه‌زنجیر(Short chain fatty acids)طبق رابطه گزارش شده توسط Getachew و همکاران (۲۰۰۲) به شکل زیر محاسبه شد:

SCFA (mmol/۲۰۰mg DM) =- ۰/۰۰۴۲۵ + ۰/۰۲۲۲GP

در این معادلات GP گاز تولید شده از ۲۰۰ میلی‌گرم نمونه خوراک پس از ۲۴ ساعت انکوباسیون (حداکثر مقدار تولید گاز) بود.

تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای: برای تعیین تجزیه‌پذیری، سه گوسفند فیستولاگذاری شده مورد استفاده قرار گرفت که به‌مدت ۱۴ روز با جیره‌ای که حاوی ۷۰ درصد کاه، ۳۰ درصد یونجه بود در حد نگه‌داری تغذیه شدند. نمونه تهیه شده از جیره‌های آزمایشی را با آسیاب مخصوص آسیاب کرده و سپس ۵ گرم از نمونه را، در هر کیسه نایلونی (به ابعاد ۱۰×۲۱ سانتی‌متر، با قطر منافذ بین ۴۵ تا ۵۰ میکرومتر) ریخته و دهانه کیسه‌ها به‌وسیله حلقه‌های پلاستیکی بسته شد. کیسه‌های نایلونی محتوی نمونه‌ها از طریق فیستوله شکمبه‌ای در داخل شکمبه، غوطه‌ور گردیدند. برای هر زمان در هر دام ۳ تکرار (کیسه) درنظر گرفته شد. کیسه‌های محتوی هر ماده خوراکی را در فواصل زمانی ۰، ۴، ۸، ۱۶، ۱۲، ۲۴، ۴۸، ۷۲ و ۹۶ ساعت انکوباسیون از شکمبه خارج کرده و جهت توقف سریع‌تر تخمیر میکروبی بر مواد خوراکی داخل کیسه، بلافاصله در آب سرد قرار داده شدند. سپس به‌مدت ۵۰ تا ۶۰ دقیقه، کیسه‌ها را در ماشین لباسشویی با آب سرد شستشو داده و با سرعت ۶۰۰ دور در دقیقه آبگیری نموده و سپس به‌مدت ۴۸ ساعت در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد نگه‌داری نموده تا خشک شوند. پس از توزین و تعیین میزان ماده خشک ناپدید شده در نمونه‌ها، مقدار پروتئین خام مطابق روش‌های استاندارد (۹۸۱،۱۰) تعیین شد. درصد تجزیه‌پذیری مواد مغذی با استفاده از رابطه زیر محاسبه شدند: = درصد تجزیه‌پذیری مواد

۱۰۰×((مقدار ماده اولیه در نمونه/ مقدار ماده باقی‌مانده در کیسه)- ۱)

(DOI): 10.22034/AEJ.2020.125244

با استفاده از نرم‌افزار SAS (۲۰۰۹) و روش nline، میزان ناپدید شدن مواد مغذی در زمان t و همچنین پارامترهای a، b و c براساس مدل‌نمایی ($P= a+ b (1- e^{-ct})$ Orskov) و McDonald، ۱۹۷۹) محاسبه شدند که در آن P نشان‌دهنده تجزیه‌پذیری ماده خشک (درصد)، a بخش سریع تجزیه (درصد)، b بخش کند تجزیه (درصد)، c سرعت تجزیه (درصد در ساعت) و a + b بخش بالقوه قابل تجزیه (درصد) را نشان می‌دهد. از آن‌جاکه این رابطه فقط درصد تجزیه‌پذیری بالقوه (Potential degradability) یعنی a+b را نشان می‌دهد و عوامل دیگر از جمله سرعت تجزیه و سرعت عبور مواد از شکمبه را در نظر نمی‌گیرد، به همین جهت رابطه زیر برای بیان دقیق‌تر تجزیه‌پذیری در شکمبه ارائه گردیده است. در رابطه زیر که توسط Orskov و McDonald (۱۹۷۹) و McDonald (۱۹۸۱) پیشنهاد شد، تجزیه‌پذیری موثر مواد خوراکی محاسبه شد: $P = a + [(b×c)/ (c+k)]$

a = بخش سریع تجزیه، b= بخش آهسته تجزیه، c = سرعت تجزیه، k = سرعت عبور مواد از شکمبه

مقدار k براساس سطوح مصرف خوراک توسط دام برآورد می‌شود و مقدار آن در سه سطح برابرنگه‌داری،دو برابر نگه‌داری و بیش از دو برابر نگه‌داری، به‌ترتیب ۰/۰۲، ۰/۰۴ و ۰/۰۶ می‌باشد (Orskov و همکاران، ۱۹۸۸). ضرایب a، b و c با استفاده از رابطه مدل‌نمایی محاسبه شدند.

تجزیه آماری: تجزیه و تحلیل داده‌های حاصل از این آزمایش، در قالب طرح کاملاً تصادفی با آزمایش فاکتوریل با استفاده از رویه MIXEDنرم‌افزار آماری SAS۹/۲(۲۰۰۹) انجام شد.مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن و با سطح اطمینان ۹۵ درصد انجام شد.

نتایج

تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای ماده خشک: نتایج به‌دست آمده از تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای‌ماده‌خشک تیمارهای مختلف در جدول ۲ ارائه شده است. ناپدید شدن ماده خشک از کیسه‌های انکوباسیون شده در شکمبه،با افزایش‌زمان انکوباسیون افزایش یافت. بالاترین مقدار ناپدید شدن در زمان صفر، که نشان‌دهنده اجزای شیمیایی محلول در آب است، در جیره روغن مشاهده شد به‌طوری‌که ۳۷/۳۷ درصد ماده خشک این جیره در زمان صفر ناپدید شد. کم‌ترین مقدار ناپدید شدن در زمان صفر نیز در جیره‌های کُنار (۳۴/۱۲ درصد) و مخلوط (۳۴/۱۰ درصد) مشاهده شد. در پایان دوره انکوباسیون، همه‌جیره‌ها نسبت به جیره شاهد، افزایش معنی‌داری نشان دادند (P<۰/۰۵).

تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای پروتئین خام: نتایج به‌دست آمده از تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای پروتئین خام تیمارهای مختلف آزمایشی در جدول ۳ ارائه شده است. ناپدید شدن پروتئین خام از کیسه‌های انکوبه‌شده‌در شکمبه،با افزایش‌زمان‌انکوباسیون افزایش یافت. بالاترین مقدار ناپدید شدن پروتئین خام در زمان صفر مشاهده شد به‌طوری‌که در تمام تیمارها بیش از ۶۰ درصد پروتئین خام جیره‌ها در زمان صفر ناپدید شد. بخش سریع تجزیه تحت تاثیر برهم‌کنش روغن و برگ کُنار قرار گرفت (P=۰/۰۵). با استفاده از برگ کُنار در جیره، بخش سریع تجزیه افزایش یافت (۶۵/۰ در برابر ۶۳/۲) درحالی‌که با استفاده از برگ کُنار در جیره حاوی روغن،کاهش در بخش‌سریع‌تجزیه مشاهده شد(۶۱/۰ در برابر ۶۵/۳) که این رفتار متفاوت،معنی‌دار شدن برهم‌کنش دو عامل را در پی داشت. بخش کند تجزیه، بالقوه قابل تجزیه و نرخ ثابت تجزیه‌پذیری پروتئین خام در بین تیمارهای مختلف تفاوت معنی‌داری نداشت (P>۰/۰۵). نرخ ثابت تجزیه‌پذیری در جیره حاوی کُنار (۰/۱۲) تمایل به کاهش نشان داد (P=۰/۰۷). تجزیه‌پذیری موثر پروتئین خام جیره‌ها تحت تاثیر استفاده از برگ کُنار برای نرخ‌های عبور ۰/۰۲، ۰/۰۴ و ۰/۰۶ کاهش یافت.

فراسنجه‌های تولید گاز: نتایج حاصل از تولید گاز تجمعی و فراسنجه‌های تخمیر شکمبه‌ای تیمارهای مختلف با آزمون تولید گاز در جدول ۴ ارائه شده است. برهم‌کنش بین برگ کُنار و روغن آفتابگردان بر تولیدگاز تجمعی در ساعات مختلف انکوباسیون معنی‌دار نبود. تولید گاز تجمعی در همه ساعات انکوباسیون (۲ تا ۹۶) بین تیمارهای‌آزمایشی‌تحت‌تاثیر روغن‌آفتابگردان افزایش یافت. جیره‌های مخلوط‌حاوی روغن و برگ کُنار و روغن به تنهایی، نسبت به جیره‌های کُنار و شاهد در همه‌ساعت‌های انکوباسیون‌تولیدگاز تجمعی بیش‌تری داشتند. پتانسیل تولید گاز (P<۰/۰۰۱) و نرخ تولید گاز (P=۰/۰۶) نیز تحت تاثیر افزودن روغن آفتابگردان قرار گرفت. پتانسیل تولید گاز در جیره مخلوط حاوی روغن آفتابگردان و برگ کُنار بیش‌ترین (۱۱۲/۸۱) و در تیمار شاهد (۸۵/۳) کم‌ترین مقدار بود. نرخ تولید گاز در تیمار کُنار کم‌ترین مقدار در مقایسه با سایر تیمارها داشت (۰/۰۸۱ در برابر ۰/۰۹۸). انرژی متابولیسمی (مگا کالری بر کیلوگرم)، ماده آلی قابل هضم (درصد) و اسیدهای چرب کوتاه زنجیر (میلی‌مول بر لیتر) در اثر افزودن روغن آفتابگردان افزایش معنی‌داری (P<۰/۰۰۱) نشان داد (جدول ۵). ماده آلی حقیقی هضم شده (میلی‌گرم) و تولید توده میکروبی (میلی‌گرم) در اثر افزودن برگ کُنار افزایش معنی‌داری نشان داد (P<۰/۰۰۱) و نرخ تولید گاز در جیره کُنار تمایل به کاهش نشان داد (P=۰/۰۶).تفاوت معنی‌داری در اثرات متقابل بین برگ کُنار و روغن مشاهده نشد (P>۰/۰۵).

(DOI): 10.22034/AEJ.2020.125244

جدول ۲: تجزیه‌پذیری ماده خشک جیره‌ها

زمان انکوباسیون (ساعت)	جیره‌ها				سطح احتمال		
	شاهد (درصد)	برگ کُنار (درصد)	روغن آفتابگردان (درصد)	برگ کُنار و روغن آفتابگردان(درصد)	اشتباه معیار میانگین	اثر کُنار	اثر روغن آفتابگردان	کُنار×روغن آفتابگردان
۰	۳۵/۹^{b}	۳۴/۱^{c}	۳۷/۳^{a}	۳۴/۱^{c}	۰/۴۳	۰/۰۳	۰/۰۴	۰/۰۰۰۱
۴	۵۷/۳	۵۲/۴	۵۸/۵	۵۳/۳	۱/۳۲	۰/۰۷	۰/۶۹	۰/۹۵
۸	۶۴/۴	۵۷/۰	۶۳/۰	۵۷/۹	۱/۳۶	۰/۰۲	۰/۹۱	۰/۶۳
۱۶	۶۷/۱	۶۴/۲	۷۱/۲	۶۴/۴	۱/۸۲	۰/۲۳	۰/۵۷	۰/۶۲
۲۴	۷۹/۷	۷۵/۷	۷۹/۴	۷۶/۳	۰/۸۰	۰/۰۳	۰/۹۳	۰/۷۸
۴۸	۸۵/۴^{a}	۷۹/۱^{b}	۸۴/۷^{a}	۸۵/۴^{a}	۱/۰۱	۰/۰۸	۰/۰۸	۰/۰۴
۷۲	۸۷/۰	۸۶/۴	۸۷/۰	۸۷/۲	۰/۴۳	۰/۸۸	۰/۶۹	۰/۷۱
۹۶	۸۷/۹^{b}	۸۹/۴^{a}	۸۹/۳^{a}	۸۹/۲^{a}	۰/۲۲	۰/۰۶	۰/۱۰	۰/۰۲
فراسنجه‌های تجزیه‌پذیری								
تند تجزیه (a)	۳۸/۵	۳۷/۷	۳۹/۸	۳۷/۳	۰/۴۶	۰/۰۹	۰/۶۰	۰/۳۵
کند تجزیه (b)	۴۷/۵	۴۹/۴	۴۷/۴	۵۱/۲	۰/۶۷	۰/۰۶	۰/۴۶	۰/۴۱
نرخ ثابت تجزیه‌پذیری (c)	۰/۱۰۳۶	۰/۰۵۷۳	۰/۰۸۹۶	۰/۰۶۰۳	۰/۰۱	۰/۰۸	۰/۷۸	۰/۶۶
پتانسیل قابل تجزیه (a+b)	۸۶/۰	۸۷/۱	۸۷/۲	۸۸/۶	۰/۵۸	۰/۳۴	۰/۳۱	۰/۹۱
تجزیه‌پذیری موثر (ED) (۰/۰۲)	۷۷/۲^{ab}	۷۴/۰^{b}	۷۷/۷^{a}	۷۵/۴^{ab}	۰/۶۱	۰/۰۲	۰/۳۶	۰/۶۴
تجزیه‌پذیری موثر (ED) (۰/۰۴)	۷۱/۴	۶۶/۵	۷۱/۶	۶۷/۸	۰/۹۷	۰/۰۲	۰/۶۶	۰/۷۴
تجزیه‌پذیری موثر (ED) (۰/۰۶)	۶۷/۲	۶۱/۶	۶۷/۲	۶۲/۷	۱/۱۲	۰/۰۲	۰/۷۶	۰/۷۸

میانگین‌های هر ردیف با حروف غیرمشابه دارای اختلاف معنی‌دار است (P<۰/۰۵).

جدول ۳: تجزیه‌پذیری پروتئین خام جیره‌ها

زمان انکوباسیون	جیره‌ها				سطح احتمال		
	شاهد (درصد)	برگ کُنار (درصد)	روغن آفتابگردان (درصد)	برگ کُنار و روغن آفتابگردان (درصد)	اشتباه معیار میانگین	اثر کُنار	اثر روغن آفتابگردان	کُنار×روغن آفتابگردان
۰	۶۲/۷	۶۳/۹	۶۴/۹	۶۰/۲	۰/۶۹	۰/۱۳	۰/۵۲	۰/۰۲
۴	۸۹/۸	۷۹/۷	۸۴/۰	۸۰/۵	۰/۳۳	۰/۲۱	۰/۸۶	۰/۹۱
۸	۸۹/۴	۸۸/۰	۹۰/۶	۸۸/۰	۰/۴۹	۰/۰۵	۰/۵۰	۰/۵۱
۱۶	۹۲/۵	۹۱/۲	۹۲/۷	۹۱/۲	۰/۴۸	۰/۲۰	۰/۹۴	۰/۹۱
۲۴	۹۴/۷	۹۴/۳	۹۵/۲	۹۴/۸	۰/۵۵	۰/۷۳	۰/۷۰	۰/۹۸
۴۸	۸۴/۱	۹۸/۰	۹۸/۲	۹۷/۸	۰/۲۶	۰/۷۱	۰/۹۱	۰/۷۸
۷۲	۹۹/۸	۹۹/۸	۹۹/۸	۹۹/۷	۰/۰۸	۰/۹۸	۰/۹۷	۰/۹۴
۹۶	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۰/۰۰	۰	۰	۰
فراسنجه‌های تجزیه‌پذیری								
تند تجزیه (a)	۶۳/۲	۶۵/۰	۶۵/۳	۶۱/۰	۰/۷۷	۰/۳۶	۰/۵۲	۰/۰۵
کند تجزیه (b)	۳۴/۳	۳۳/۳	۳۲/۴	۳۶/۷	۱/۰۰	۱/۰۰	۰/۷۲	۰/۲۴
نرخ ثابت تجزیه‌پذیری (c)	۰/۲۱	۰/۱۲	۰/۲۰	۰/۱۶	۰/۰۱	۰/۰۷	۰/۶۱	۰/۴۴
پتانسیل قابل تجزیه (a+b)	۹۷/۵	۹۸/۴	۹۷/۸	۹۷/۷	۰/۳۳	۰/۶۲	۰/۸۲	۰/۵۵
تجزیه‌پذیری موثر (ED) (۰/۰۲)	۹۴/۳	۹۳/۸	۹۴/۷	۹۳/۷	۰/۱۵	۰/۰۱	۰/۵۷	۰/۳۷
تجزیه‌پذیری موثر (ED) (۰/۰۴)	۹۱/۶	۹۰/۳	۹۲/۱	۹۰/۴	۰/۳۰	۰/۰۱	۰/۵۲	۰/۷۵
تجزیه‌پذیری موثر (ED) (۰/۰۶)	۸۹/۴	۸۷/۶	۸۹/۹	۸۷/۸	۰/۴۴	۰/۰۲	۰/۶۲	۰/۸۵

جدول۴: مقایسه میانگین‌های اثرات ساده[1] و متقابل جیره‌های حاوی برگ کُنار و روغن آفتابگردان بر تولید گاز تجمعی[2] و فراسنجه‌های تولید گاز

تیمار (جیره غذایی)	ساعات انکوباسیون							فراسنجه‌ها[3]	
	۲	۴	۶	۸	۱۲	۲۴	۴۸	۷۲	۹۶	پتانسیل تولید گاز	نرخ تولید گاز
شاهد	۶/۷۲^{b}	۱۶/۶۹^{b}	۳۱/۱۷^{b}	۴۸/۱۴^{b}	۶۷/۲۷^{b}	۷۳/۰۹^{b}	۷۷/۸۶^{b}	۸۳/۸۷^{c}	۹۰/۲۸^{c}	۸۵/۳۸^{c}	۰/۰۹۰ ^{ab}
برگ کُنار	۵/۵۲^{b}	۱۶/۶۳^{b}	۳۱/۳۷^{b}	۴۹/۷۸^{b}	۶۹/۲۱ ^{ab}	۷۴/۵۹^{b}	۸۰/۶۸^{b}	۸۹/۸۰^{bc}	۹۹/۰۰ ^{bc}	۹۱/۹۴ ^{bc}	۰/۰۸۱^{b}
روغن آفتابگردان	۱۱/۷۷^{a}	۲۸/۴۱^{a}	۴۸/۴۶^{a}	۶۹/۸۹^{a}	۸۷/۶۴^{a}	۸۹/۸۶^{a}	۹۶/۰۹ ^{ab}	۱۰۵/۱۰ ^{ab}	۱۱۴/۲۰ ^{ab}	۱۰۵/۰۴ ^{ab}	۰/۱۱۰^{a}
برگ کُنار و روغن آفتابگردان	۱۱/۸۶^{a}	۲۷/۲۳^{a}	۴۶/۳۴ ^{ab}	۶۶/۹۶^{a}	۸۸/۳۴^{a}	۹۱/۷۱^{a}	۱۰۰/۷۷^{a}	۱۱۲/۸۴^{b}	۱۲۴/۲۰^{a}	۱۱۲/۸۱^{a}	۰/۰۹۴ ^{ab}
اشتباه معیار میانگین	۱/۱۶	۲/۱۷	۳/۰۰	۳/۵۲	۳/۷۶	۳/۵۴	۳/۹۶	۳/۹۷	۴/۲۹	۳/۷۲	۰/۰۰۴
اثر کُنار	۰/۷۸	۰/۸۶	۰/۸۴	۰/۹۰	۰/۸۳	۰/۷۹	۰/۵۴	۰/۲۶	۰/۱۳	۰/۲۲	۰/۱۶
اثر روغن آفتابگردان	۰/۰۱	<۰۰۰۱	<۰۰۰۱	<۰۰۰۱	<۰۰۰۱	۰/۰۱	<۰۰۰۱	<۰۰۰۱	<۰۰۰۱	<۰۰۰۱	۰/۰۶
کُنار×روغن آفتابگردان	۰/۷۵	۰/۸۷	۰/۸۱	۰/۶۸	۰/۹۲	۰/۹۷	۰/۸۸	۰/۸۸	۰/۸۲	۰/۹۱	۰/۶۷

۱: میانگین‌های هر ستون با حروف غیرمشابه دارای اختلاف معنی‌دار است (P<۰/۰۵)، ۲: براساس میلی‌لیتر گاز تولیدی به ازای ۵۰۰ میلی‌گرم ماده خشک نمونه، ۳: پتانسیل تولید گاز براساس میلی‌لیتر و نرخ تولید گاز براساس میلی‌لیتر در ساعت

(DOI): 10.22034/AEJ.2020.125244

جدول۵: مقایسه میانگین‌های اثرات ساده[1] و متقابل جیره‌های غذایی حاوی برگ کُنار و روغن آفتابگردان بر میانگین فراسنجه‌های تخمیر شکمبه‌ای

تیمار (جیره غذایی)	ME (مگاکالری بر کیلوگرم)	TOMD (میلی‌گرم)	OMD (درصد)	PF (میلی‌گرم بر لیتر)	MB (میلی‌گرم)	EMB	SCFA (میلی‌مول)
شاهد	۱/۷۲^{b}	۲۱۷/۷^{a}	۴۴/۰۲^{b}	۷/۵۰^{ab}	۱۵۳/۴^{ab}	۷۰/۵۶^{a}	۰/۶۴^{b}
برگ کُنار	۱/۷۵^{b}	۲۳۴/۲^{a}	۴۴/۰۶^{b}	۸/۳۰^{a}	۱۶۸/۵^{a}	۷۱/۹۷^{a}	۰/۶۵^{b}
روغن آفتابگردان	۲/۰۸^{a}	۱۸۷/۶^{b}	۵۰/۵۳^{a}	۵/۲۱^{c}	۱۰۸/۵^{c}	۵۷/۷۸^{b}	۰/۷۹^{a}
برگ کُنار و روغن آفتابگردان	۲/۱۳^{a}	۲۲۰/۴^{a}	۵۰/۳۰^{a}	۶/۰۴^{bc}	۱۳۹/۶^{b}	۶۳/۲۵^{b}	۰/۸۱^{a}
اشتباه معیار میانگین	۰/۰۶	۵/۴۴	۱/۲۷	۰/۴۱	۶/۵۵	۱/۷۹	۰/۰۳
اثر کُنار	۰/۷۰	۰/۰۰	۰/۹۶	۰/۲۱	۰/۰۰	۰/۱۵	۰/۷۹
اثر روغن آفتابگردان	<۰۰۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	<۰۰۰۱	<۰۰۰۱	<۰۰۰۱	۰/۰۱
کُنار×روغن آفتابگردان	۰/۹۳	۰/۲۸	۰/۹۵	۰/۹۸	۰/۲۸	۰/۳۹	۰/۹۷

۱: میانگین‌های هر ستون با حروف غیرمشابه دارای اختلاف معنی‌دار است (P<۰/۰۵)، ME : انرژی متابولیسمی، TOMD: ماده آلی قابل هضم واقعی، OMD : ماده آلی قابل هضم، PF: عامل تفکیک، MB: توده میکروبی تولید شده، EMB: بازده توده میکروبی تولید شده، SCFA: اسیدهای چرب کوتاه زنجیر

بحث

نتایج جدول ۲، نشان داد که مقدار بخش تند تجزیه (a)، کند تجزیه (b)، پتانسیل قابل تجزیه (a+b)، نرخ ثابت تجزیه‌پذیری (c) و تجزیه‌پذیری موثر ماده خشک (ED) در بین تیمارهای مختلف از نظر اثرات ساده افزودن روغن آفتابگردان، تفاوت معنی‌داری نداشت (P>۰/۰۵) که این یافته با نتایج چاشنی‌دل و همکاران (a ۱۳۹۸) و Grummer (۱۹۸۸) هماهنگ است. آن‌ها از سه‌سطح روغن کتان در جیره بره‌های پرواری استفاده کردند و تفاوت معنی‌داری در این شاخص‌ها مشاهده نکردند. Vergass و همکاران (۲۰۱۷) نیز با افزودن ۲ درصد روغن آفتابگردان، تفاوت معنی‌داری بین تیمارها از نظر ناپدید شدن ماده خشک و پروتئین خام مشاهده نکردند. مقدار بخش تند تجزیه (P=۰/۰۹) و نرخ ثابت تجزیه‌پذیری (P=۰/۰۸) ماده خشک در بین تیمارهای مختلف از نظر اثرات ساده افزودن برگ کُنار، تمایل به کاهش نشان داد و مقدار بخش کند تجزیه تمایل به افزایش نشان داد (P=۰/۰۶). تجزیه‌پذیری موثر ماده خشک در سرعت‌های عبور مختلف در تیمار کُنار نسبت به سایر تیمارها، کاهش معنی‌داری نشان داد (P=۰/۰۲). Apdini و همکاران (۲۰۱۷)، بیان کردند که مکمل تانن متراکم، اثر کاهشی بر تجزیه‌پذیری ماده خشک، پروتئین خام و NDF دارد. آن‌ها با استفاده از ۳ درصد تانن متراکم و ۵ درصد روغن سویا در جیره، تجزیه‌پذیری ماده خشک را در تیمارهای شاهد، حاوی تانن و حاوی تانن و روغن به‌ترتیب ۳۸/۴، ۳۱ و ۳۳/۸ درصد گزارش کردند که کاهش مشاهده شده با استفاده از تانن با یافته‌های مطالعه کنونی با استفاده از برگ کُنار مطابقت دارد. هم‌چنین هماهنگ با یافته‌های حاضر، نتایج چاشنی‌دل و همکاران (b۱۳۹۸)، نشان داد که مقدار بخش تند تجزیه، کند تجزیه و بالقوه قابل تجزیه در تیمار شاهد نسبت به تیمارهای حاوی سطوح مختلف پوست انار به‌عنوان منبع تانن، به‌طور معنی‌داری بیش‌تر بود و ثابت نرخ تجزیه‌پذیری ماده خشک تفاوتی نداشت. دلیل احتمالی کاهش مقدار تجزیه‌پذیری ماده خشک، می‌تواند به‌علت اتصال تانن‌ها به مولکول‌های بزرگ‌مانند پروتئین‌ها، کربوهیدرات‌های ساختمانی و نشاسته باشد که در نتیجه، آن‌ها را از دسترس میکروارگانیسم‌های میکروبی شکمبه خارج کرده و بنابراین، تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای کاهش می‌یابد (Silanikove و همکاران، ۲۰۰۶). Kamel و همکاران (۲۰۱۹) گزارش کردند که افزودن تانن (۲۰ و ۴۰ گرم در کیلوگرم ماده خشک) به جیره، نرخ تجزیه‌پذیری را در مقایسه به گروه شاهد کاهش داد. در دیگر مطالعات، تفاوت معنی‌داری در تجزیه‌پذیری پروتئین خام جیره‌ها در اثر افزودن ۱/۵، ۳ و ۴ درصد روغن کتان (چاشنی‌دل و همکاران، a۱۳۹۸) و ۲ درصد روغن آفتابگردان (Kamel و همکاران، ۲۰۱۹) مشاهده نشد که با نتایج مطالعه حاضر (جدول ۳) مطابقت دارد. اما Jenkins و Fotouhi (۱۹۹۰)، کاهش معنی‌دار تجزیه‌پذیری نیتروژن در جیره‌های با روغن کتان گزارش کردند. هم‌سو با این نتایج، Ikweegbu و Sutton (۱۹۸۲)، اثر مشابهی با افزودن روغن کتان در جیره گوسفند مشاهده کردند و این نتیجه را به کاهش جمعیت پروتوزوآی شکمبه مرتبط دانستند (Machmullar و همکاران، ۱۹۹۸). استفاده از روش کیسه‌های نایلونی برای بررسی اثر روغن‌های گیاهی، نتایج متغیری داشته‌است. اثرگذاری‌های متفاوت مقدار و نوع چربی‌ها و انواع اسیدهای چرب غیراشباع لینولنیک و لینولئیک بر فراسنجه‌های تجزیه‌پذیری می‌تواند تحت تاثیر میزان غیراشباع بودن و اثرگذاری‌های بعدی آن‌ها بر جمعیت میکروبی دستگاه گوارش باشد. فزون بر این، ممکن است سرعت و دامنه متفاوت زیست هیدوژنه شدن اسیدهای چرب در شکمبه نیز بتواند بخشی از این تفاوت‌های مشاهده شده را توجیه کند (Maia و همکاران، ۲۰۱۰). مشخص است که تغییرات شایان توجهی از یک حیوان به حیوان دیگر در پاسخ میکروب‌های شکمبه به روغن جیره وجوددارد (Belenguer و همکاران، ۲۰۱۰). Kamel و همکاران (۲۰۱۹)، گزارش کردند که افزودن مکمل تانن کوائبراکو (۲۰ و ۴۰ گرم در کیلوگرم ماده خشک) به جیره، اثرات کاهشی بر مقدار بخش کند تجزیه، بالقوه قابل تجزیه و نرخ ثابت تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای پروتئین خام دارد که در مطالعه حاضر نیز نرخ ثابت تجزیه‌پذیری تمایل به

(DOI): 10.22034/AEJ.2020.125244

کاهش نشان داد. وجود نتایج متناقض در مورد افزودن روغن به جیره نشخوارکنندگان ممکن است هم به‌علت نوع و مقدار استفاده شده روغن و هم به ترکیب جیره پایه باشد. افزودن روغن آفتابگردان (۱، ۲، ۴ و ۵ درصد) تولید گاز را افزایش داد هر چند که انتظار می‌رفت با افزودن روغن آفتابگردان، فعالیت تخمیر و هضم جیره مخلوط به علت اثر ضدمیکروبی اسیدهای چرب غیراشباع روغن، مختل شود. فزون بر این، افزودن روغن آفتابگردان تا ۴ و ۵ درصد اثر منفی بر تخمیر شکمبه‌ای نداشت (Elghandour و همکاران، ۲۰۱۷). هماهنگ با نتایج پژوهش حاضر (جداول ۴ و ۵)، Narimani-Rad و همکاران (۲۰۱۱)، اثر مثبتی با افزودن ۲/۵ درصد روغن آفتابگردان به جیره بر پایه کنسانتره حاوی علوفه یونجه و دانه جو در نسبت ۴۰: ۶۰ و اثر منفی بر تولید گاز با افزودن ۵ درصد روغن آفتابگردان مشاهده کردند. Narimani-Rad و همکاران (۲۰۱۲)، با افزودن روغن آفتابگردان با سطوح مشابه (۲/۵ و ۵ درصد) به جیره‌های بر پایه علوفه (نسبت ۶۰ به ۴۰ و ۵۰ به ۵۰ علوفه به کنسانتره)، اثری بر تولید و فراسنجه‌های تولید گاز مشاهده نکردند. جیره با نسبت ۵۰ به ۵۰ علوفه به کنسانتره در مقایسه با جیره با نسبت ۶۰ به ۴۰ علوفه به کنسانتره در دو سطح روغن آفتابگردان (۲/۵ و ۵ درصد)، دارای تولید گاز، مقدار بخش تند تجزیه (a)، کند تجزیه (b)، پتانسیل قابل تجزیه (a+b)، بیش‌تری بود که نشان می‌دهد افزایش محتوای کنسانتره جیره می‌تواند با عرضه پیش‌ماده قابل تخمیر بیش‌تر، تولید گاز را تحت تاثیر قرار دهد. Narimani-Rad و همکاران (۲۰۱۱)،نتیجه گرفتند که‌افزودن ۵ درصد روغن آفتابگردان به جیره‌های بر پایه کنسانتره (نسبت ۶۰ به ۴۰ کنسانتره به علوفه)، باعث کاهش معنی‌دار حجم گاز تولیدی، بخش تند تجزیه (a) و کند تجزیه (b) شد ولی افزودن ۲/۵ درصد روغن آفتابگردان تفاوت معنی‌داری با گروه شاهد ایجاد نکرد. Kubelkoval و همکاران(۲۰۱۸)، با افزودن ۱۰ درصدروغن منداب، ۱۰ درصد روغن آفتابگردان و ۱۰ درصد روغن کتان به روش آزمایشگاهی، مشاهده کردند که به‌طورکلی روغن، به‌طور معنی‌داری کل گازهای تخمیری را کاهش داد که با نتایج پژوهش حاضر متناقض است. این تناقض ممکن است تنها به‌علت سطح بالای روغن مورداستفاده در این آزمایشات باشد. به‌نظر می‌رسد که ۱۰ درصد روغن موجب اختلال در هضم‌پذیری مواد فیبری در جیره پرعلوفه شده باشد. مشخص شده است که پوشش روغن، می‌تواند مانعی برای اتصال میکروبی به ذرات خوراک باشد. اسیدهای چرب غیراشباع می‌توانند برای برخی میکروارگانیسم‌های شکمبه‌ای به‌ویژه باکتری‌های فیبرولتیک سمی باشد (Maia و همکاران، ۲۰۱۰). گزارش شده است که تانن، تولید گاز تجمعی را احتمالاً با تشکیل کمپلکس ماکرومولکولی کاهش می‌دهد و از فعالیت آنزیمی میکروارگانیسم‌های غیرهوازی شکمبه‌ای جلوگیری می‌کند (McSweeny و همکاران، ۲۰۰۱؛ Makkar، ۲۰۰۳). Getachew و همکاران (۲۰۰۸) گزارش کردند که تانیک و گالیک اسید، نرخ تخمیرپذیری آزمایشگاهی را کاهش می‌دهد. نشان داده شده است که تانن‌ها احتمالاً از طریق اختلال در میکروارگانیسم‌های شکمبه، باعث کاهش در تولید گاز می‌شوند (Tabacco و همکاران، ۲۰۰۶). Apdini و همکاران(۲۰۱۷)،بیان کردند که پتانسیل تولید گاز با افزودن تانن متراکم (۱۰۴ میلی‌لیتر) و روغن سویا (۱۱۱ میلی‌لیتر)، با اثر متقابل معنی‌دار بین دو مکمل (۹۹ میلی لیتر) در مقایسه با گروه شاهد (۱۲۸ میلی‌لیتر) کاهش یافت که با یافته‌های مطالعه کنونی مطابقت ندارد. آن‌ها ۳ درصد تانن متراکم و ۵ درصد روغن سویا به جیره‌ها افزوده بودند که احتمالاً باعث اثرات منفی بر تولید گاز شده است ولی در مطالعه حاضر، ۲ درصد تانن متراکم در برگ کُنار موجود بوده که سطح تانن جیره را به حدود ۰/۴ درصد می‌رساند که احتمالاً برای اختلال در فعالیت‌های میکروبی کافی نبوده است. تمایل به کاهش در نرخ تولید گاز در جیره کُنار نسبت به سایر تیمارها احتمالاً به‌علت اتصال تانن‌ها به کربوهیدرات‌هاست که به‌آسانی در دسترس فلور میکروبی قرار نمی‌گیرند (Mirzaei-Aghsaghali و همکاران، ۲۰۱۱). تانن‌ها می‌توانند از طریق پیوند هیدروفوبی و هیدروژنی با پروتئین‌ها و کربوهیدرات‌ها و همچنین اثر بر میکروارگانیسم‌های شکمبه (McSweeny و همکاران، ۲۰۰۱)، میزان تولید گاز را کاهش دهد. تانن‌های متراکم، همبستگی معکوسی با گاز تولیدی دارد. پژوهشگران دیگر، یافته‌های مشابهی در ارتباط بین تانن متراکم و گاز تولیدی گزارش کردند (Getachew و همکاران، ۲۰۰۰). در پژوهش حاضر، عامل تفکیک از محدوده بیان شده به‌وسیله Blummel و همکاران (۱۹۹۷) بالاتر است. بالاترین عامل تفکیک، مربوط به جیره کُنار (۸/۳۰ میلی‌گرم بر لیتر) بود که افزایش معنی‌دار نسبت به سایر تیمارها داشت. تانن، می‌تواند علت این تفاوت باشد زیرا از طریق پیوند با مواد مغذی، تولید گاز را کاهش داده و در نتیجه عامل تفکیک، بزرگ‌تر می‌شود. طبق نظر Blummel و همکاران (۱۹۹۷)، افزایش عامل تفکیک، نشان‌دهنده بهبود بازده تخمیر و تولید پروتئین میکروبی است. عامل تفکیک پایین‌تر، نشان‌دهنده این است که ماده آلی تجزیه شده، بیش‌تر در جهت تولید اسیدهای چرب فرار مصرف شده است تا تولید توده میکروبی (Blummel و همکاران، ۱۹۹۷)، اصل پذیرفته شده در تغذیه نشخوارکنندگان، حداکثر کردن تولید پروتئین میکروبی از خوراک تخمیرشده در شکمبه است، به گونه‌ای که با افزایش بازدهی پروتئین میکروبی، پروتئین عبوری از شکمبه به روده باریک، افزایش یافته و در مقابل، اتلاف کربن خوراک در قالب گازهای تخمیری کاهش می‌یابد (Anele و همکاران، ۲۰۱۱). در مطالعه حاضر، بازدهی تولید پروتئین میکروبی در محدوده ۵۷/۷ و ۷۱/۹ میلی‌گرم متغیر بود که بیش‌ترین مقدار متعلق به جیره کُنار (۷۱/۹۷ میلی‌گرم) بود. میزان

(DOI): 10.22034/AEJ.2020.125244

اسیدهای چرب کوتاه زنجیر در جیره‌های مورد مطالعه از ۰/۶۴ تا ۰/۸۱ میلی‌مول متغیر بود. Getachew و همکاران(۲۰۰۲)،نشان دادند که اسیدهای چرب کوتاه زنجیر و گازهای تولید شده (به‌طور عمده متان و دی‌اکسیدکربن) حاصل از تخمیر کربوهیدرات‌ها هستند و چربی‌ها و پروتئین‌ها نقش اندکی‌دارند.همبستگی‌خوبی بین اسیدهای چرب کوتاه زنجیر و تولید گاز وجود دارد و تولید گاز، شاخص خوبی برای تولید اسیدهای چرب فرار است، که ارتباط مثبتی با تولید توده میکروبی دارد (Menke و Steingass، ۱۹۸۸؛ Liu و همکاران، ۲۰۰۲). افزایش تولید گاز به مفهوم تجزیه بیش‌تر مواد آلی و تولید اسیدهای چرب بیش‌تر است. در آزمایش حاضر به‌دلیل افزایش گاز تولیدی حاصل از تیمارهای روغن و مخلوط روغن و کُنار، میزان اسیدهای چرب افزایش یافت. افزودن برگ کُنار حاوی تانن، تجزیه‌پذیری ماده خشک و پروتئین و پتانسیل و نرخ تولید گاز را کاهش داد که این موضوع نشان می‌دهد جیره‌های دارای برگ کُنار به‌علت دارا بودن تانن، کم‌تر تحت تاثیر فعالیت میکروبی موجود در شکمبه واقع شده و از شکمبه عبور می‌کنند. افزودن روغن آفتابگردان (۲/۵ درصد) به جیره مخلوط، اثری بر تجزیه‌پذیری ماده خشک و پروتئین نداشت ولی پتانسیل و نرخ تولید گاز را افزایش داد. افزودن هم‌زمان روغن و برگ کُنار حاوی تانن تاثیری بر فعالیت تخمیری و هضمی شکمبه نداشت. بدین‌معنی که اثر هرکدام از این عوامل در جیره مستقل از هم عمل می‌کنند. از سوی دیگر، مصرف جداگانه و یا مخلوط برگ کنار حاوی تانن و روغن آفتابگردان، اثر سوئی بر عملکرد شکمبه به روش آزمایشگاهی نداشت.

منابع

۱. **چاشنی‌دل، ی.؛ کاظمی، س.م. و تیموری‌یانسری، ا.، ۱۳۹۸.** اثر سطوح مختلف روغن کتان بر عملکرد، تجزیه‌پذیری، برخی از فراسنجه‌های خونی و صفات کمی و کیفی گوشت در بره‌های پرواری. نشریه پژوهش‌های علوم دامی ایران. جلد ۱۱، شماره ۲، صفحات ۱۳۳ تا ۱۴۹.

۲. **چاشنی‌دل، ی.؛ قدیری‌پایین‌لموکی. م. و تیموری‌یانسری، ا.، ۱۳۹۸.** اثرسطوح مختلف پوست انار بر فراسنجه‌های تخمیر شکمبه، تجزیه‌پذیری، تولید گاز و جمعیت پروتوزوآ در گوسفند زل. نشریه علوم دامی. شماره ۱۲۳، صفحات ۱۸۳ تا ۱۹۶.

۳. **دشتی‌زاده، م.؛ کبیری‌فرد، ع.م.؛ خاج، ح. و کمالی، ا.ا.، ۱۳۹۸.** تعیین ارزش غذایی سرشاخه دو گونه درخت کنار-(*Ziziphus spina-christi*, *Ziziphus mauritiana*) در تغذیه گوسفند. فصلنامه محیط زیست جانوری. دوره ۱۱، شماره ۲، صفحات ۶۹ تا ۷۶.

۴. **Anele, U.Y.; Sudekum, K.H.; Hummel, J.; Arigbede, O.M.; Oni A.O.; Olanite, J.A. and Jolaosho, A.O., 2011.** Chemical characterization, in vitro dry matter and ruminal crude protein degradability and microbial protein synthesis of some cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp) haulm varieties. Anim. Feed Sci. Technol. Vol. 163, pp: 161-169.

۵. **Apdini, T.A.P.; Dijkstra, J.; Ribeiro Menezes, D.; da Silva Santana, A.; Rodriges de Lima, P. and Fróes Garcez Neto, A., 2017.** Effect of Tannin and Soybean Oil Supplementation on Gas Production, Degradability and Ruminal Fermentation. Abstract from Tropentag, Bonn, Germany.

۶. **Apori, S.O.; Castro, F. B.; Shand W.J. and Orskov, E.R., 1998.** Chemical composition, in Sacco degradation and in vitro gas production of some browse plants. Anim. Feed Sci. Technol. Vol. 76, pp: 129-137.

۷. **Association of Official Analytical Chemists (AOAC). 2001.** Official Methods of Analysis, 12th edn. AOAC, Washington, DC. pp: 129-136.

۸. **Belenguer, A.; Toral, P.G.; Frutos, P. and Hervás, G., 2010.** Changes in the rumen bacterial community in response to sunflower oil and fish oil supplements in the diet of dairy sheep. J. Dairy Sci. Vol. 93, pp: 3275-3286.

۹. **Blummel, M. and Bullerdieck, P., 1997.** The need to complement gas production measurements with residue determination from in sacco degradability to improve the prediction of voluntary intake of hays. Animal Sci. Vol. 64, pp: 71-75.

۱۰. **Blummel, M. and Orskov. E.R., 1993.** Comparison of in vitro gas production and nylon bag degradability of roughages in predicting of food intake in cattle. Anim. Feed Sci. Technol. Vol. 40, pp: 109-119.

۱۱. **Dawd, K.Y.; Musimba, N.K.R.; Ekaya, W.N. and Farah, KO., 2003.** The nutritional value of Ziziphus spina–christi for goat production among the pastoralists of Kalu district, South Wello, Ethiopia. African J. Range and Forage Sci. Vol. 20, No. 3, pp: 265-270.

۱۲. **Elghandour, M.M.Y.; Vallejo, L.H.; Salem, A.Z.M.; Salem, M.Z.M.; Camacho, L.M.; Buendía R.G. and Odongo, N.E., 2017**. Effects of Schizochytrium microalgae and sunflower oil as sources of unsaturated fatty acids for the sustainable mitigation of ruminal biogases methane and carbon dioxide. J. Cleaner Prod. Vol. 168, pp: 1389-1397.

۱۳. **Evitayani, L.W.; Fariani, A.; Ichinohe, T.; Abdulrazak, S.A. and Fujihara. T., 2004.** Comparative rumen degradability of some legume forages between wet and dry season in west Sumatra, Indonesia. Asian-Aust. J. Anim. Sci. Vol. 17, No. 8, pp: 1107-1111.

۱۴. **FAO. 1997.** Tree Foliage in Ruminant Nutrition. In: Animal Production and Health. Paper 139. ed. R.A. Leng.

۱۵. **García, E.M.; Agustín, L.A.; Zimerman, M.; Hernández, O.; Ignacio, A.J. and Azucena, N.M., 2019.** Enhanced oxidative stability of meat by including tannin-rich leaves of woody plants in goat diet. Asian-Aust. J. Anim. Sci. Vol. 32, No. 9, pp: 1439-1447.

۱۶. **Getachew, G.; Makkar, H.P.S. and Becker, K., 2002.** Tropical browses: contents of phenolic compounds, in vitro gas production and stoichiometric relationship between short chain fatty acid and in vitro gas production. The J. Agric. Sci. Vol. 139, pp: 341-352.

۱۷. **Getachew, G.; Makkar, H.P.S. and Becker, K., 2000.** Effect of polyethylene glycol on in vitro degradability and microbial protein synthesis from tannin-rich browse and herbaceous legumes. Brit. J. Nutr. Vol. 84, pp: 73-83.

۱۸. **Getachew, G.; Pittroff, W. and Putnama, D.H., 2008**. The influence of addition of gallic acid, tannic acid, or quebracho tannins to alfalfa hay on in vitro rumen fermentation and microbial protein synthesis. Anim. Feed Sci. Technol. Vol. 140, pp: 444-461.

۱۹. **Goering, H.K. and Van Soest, P.J., 1970.** Forage Fiber Analysis (Apparatus Reagents, Procedures and Some Applications). Agriculture Handbook. United States Department of Agriculture, Washington DC.

۲۰. **Grummer, R.R., 1988.** Influence of prilled fat and cacium salt of palm oil fatty acids on ruminal fermentation and nutrient digestibility. J. Dairy Sci. Vol. 71, pp: 117-122.

۲۱. **Ikweegbu, O.A. and Sutton. J.D., 1982.** The effect of varing the amount of linseed supplementation on rumen metabolism in sheep. Brit. J. Nutr. Vol. 48, pp: 365-369.

۲۲. **Jenkins, T.C. and Fotouhi. N., 1990.** Effects of Lecithin and Corn oil on site of digestion, ruminal fermentation and microbial protein synthesis in sheep. J. Animal Sci. Vol. 2, pp: 460-466.

۲۳. **Kamalak, A.; Canbolat, O.; Gurbuz, Y. and Ozay, O., 2005.** Prediction of dry matter intake and dry matter

(DOI): 10.22034/AEJ.2020.125244

based diets for ruminant. Bull. Env. Pharmacol. Life Scien. Vol. 1, No. 12, pp: 73-77.

۴۱. **National Research Council (NRC). 2007.** Nutrient requirements of small ruminants: sheep, goats, cervids, and New World camelids. National Academy Press, Washington, DC.

۴۲. **Ørskov, E.R. and McDonald, I., 1979.** The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. The Journal of Agricultural Science. Vol. 92, No. 2, pp: 499-503.

۴۳. **Orskov, E.R., 1989.** Recent advances in evaluation of roughages as feeds for ruminants. In: Advances in animal nutrition (Ed. Farell, D.J.,), pp: 102-108. University of New England Printery, Armidale.

۴۴. **Osuga, I.M.; Abdulrazak, S.A.; Ichinohe, T. and Fujihara, T., 2005.** Chemical composition, degradation characteristics and effects of tannin on digestibility of some brose species from Kenya harvested during wet season. Asian-Aust. J. Anim. Sci. Vol. 18, No. 1, pp: 54-60.

۴۵. **Patra, A.K., 2014.** A meta-analysis of the effect of dietary fat on enteric methane production, digestibility and rumen fermentation in sheep, and a comparison of these responses between cattle and sheep. Livest. Sci. Vol. 162, pp: 97-103.

۴۶. **Roy, A.; Mandal, G.P. and Patra, A.K., 2017.** Effects of different vegetable oils on rumen fermentation and conjugated linoleic acid concentration in vitro, Veterinary World. Vol. 10, No. 1, pp: 11-16.

۴۷. **Rubanza, C.D.K.; Shem, M.N.; Otsyina, R.; Ichinohe, T.; and Fujihara, T., 2003.** Nutritive evaluation of some browse tree legume foliages native to semi arid areas in western Tanzania. Asian-Aust. J. Anim. Sci. Vol. 16, No. 10, pp: 1429-1437.

۴۸. **SAS Institute Inc. 2009.** SAS/STAT User's Guide: Version 9.2. 2nd edn. SAS Institute Inc; Cary, NC, USA.

۴۹. **Silanikove, N.; Landau, S.; O, D.; Kababya, D.; Bruckental, I. and Nitsan, Z., 2006**. Analytical approach and effects of condensed tannins in carob pods (*Ceratonia siliqua*) on feed intake, digestive and metabolic responces of kids. Livest. Sci. Vol. 1, pp: 29-38.

۵۰. **Tabacco, E.; Borreani, G. and Crovetto, G.M., 2006**. Effect of chestnut tannin on fermentation quality, proteolysis, and protein rumen degradability of alfalfa silage. J. Dairy Sci. Vol. 89, No. 12, pp: 4736-4746.

۵۱. **Theodorou, M.K.; Williams, B.A.; Dhanoa, M.S.; McAllan, A.B. and France, J., 1994.** A simple gas production method using a pressure transducer to determine the fermentation kinetics of ruminant feedstuffs. Anim. Feed Sci. Technol. Vol. 48, pp: 185-197.

۵۲. **Tolera, A.; Khazaal, K. and Orskov, E.R., 1997.** Nutritive evaluation of some browses species. Anim. Feed Sci. Technol. Vol. 67, pp: 181-195.

۵۳. **Valentin, S.F.; Williams, P.E.V.; Forbes, J.M. and Sauvant, D., 1999.** Comparison of the in vitro gas production technique and the nylon bag degradability technique to measure short and long term processes of degradation of maize silage in dairy cows. Anim. Feed Sci. Technol. Vol. 78, pp: 81-99.

۵۴. **Van Soest, P.J.; Robertson, J.D. and Lewis, B.A., 1991.** Methods for dietary fibre, eutral detergent fibre and non starch polysaccharides in relation to animal nutrition. J. Dairy Sci. Vol. 74, pp: 3583-3597.

۵۵. **Vargas, J.E.; Andrés, S.; Yáñez Ruiz, D.R. and López, S., 2011.** The effect of olive, sunflower or linseed oils on the fermentation pattern and methane production in the rumen simulating technique. Options Méditerranéennes. Vol. 99, pp: 163-168.

۵۶. **Vargas, J.E.; Andrés, S.; Snelling, T.J.; López-Ferreras, L.; Yáñez-Ruíz, D.R.; García-Estrada, C. and López, S., 2017.** Effect of sunflower and marine oils on ruminal microbiota, in vitro fermentation and digesta fatty acid profile. Frontiers in Microbiology. Vol. 8, pp: 1124.

digestibilities of some forages using gas production techniques in sheep. Turkish J. Vet. Anim. Sci. Vol. 29, pp: 517-523.

۲۴. **Kamel, H.E.M.; Al-Dobaibb, S.N. and Salem, A.Z.M., 2019.** Dietary supplementation of sunflower oil and quebracho tannins in sheep feeding: In vivo nutrient digestibility, nitrogen utilization and in vitro ruminal degradation kinetics. doi: 10.1002/jsfa.9651.

۲۵. **Karami, M.; Ponnampalam, E.N. and Hopkins, D.L., 2013.** The effect of palm oil and canola oil (saturated versus polyunsaturated- fatty acids) on feedlot performance, plasma and tissue fatty acid profiles and meat quality in goats. Meat Sci. Vol. 94, pp: 165-169.

۲۶. **Khazaal, K.; Markantonatos, X.; Nastis, A. and Orskov, E.R., 1993.** Changes with maturity in fibre composition and levels of extractable polyphenols in Greek browse: effect on vitro gas production and in sacco dry matter degradation. J. Sci. Food Agric. Vol. 63, pp: 237-244.

۲۷. **Krishnamoorthy, H.; Steingass, H. and Menke, K.H., 1991.** Preliminary observations on the relationships between gas production and microbial protein synthesis in vitro. Arch. Fur Tier. Vol. 41, pp: 521-526.

۲۸. **Kubelková1, P.; Jalč2, D.; Jančík1, F. and Homolka1, P., 2018**. In vitro ruminal fermentation and fatty acid production by various oil seeds. South African J. Animal Sci. Vol. 48, No. 3, pp: 526-534.

۲۹. **Liu, J.X.; Susenbeth, A. and Südekum, K.H., 2002.** In vitro gas production measurements to evaluate interactions between untreated and chemically treated rice straws, grass hay, and mulberry leaves. J. Anim. Sci. Vol. 80, No. 2, pp: 517-524.

۳۰. **Machmullar, A.; Ossowki, D.A.; Wanner, A. and Kreuzer, M., 1998**. Potential of various fatty feeds to reduce methane release from rumen fermentation in vitro. Animal Feed Sci. Technol. Vol. 71, pp: 117-130.

۳۱. **Maia, M.R.; Chaudhary, L.C.; Bestwick, C.S.; Richardson, A.J.; McKain, N.; Larson, T.R.; Graham, I.A. and Wallace, R.J., 2010.** Toxicity of unsaturated fatty acids to the biohydrogenating ruminal bacterium, Butyri vibrio fibrisolvens. BMC Microbiology. Vol. 18, No. 10, pp: 52-62.

۳۲. **Makkar, H.P.S.; Blümmel, M. and Becker, K., 1995.** Formation of complexes between polyvinily pyrorolidones or polyethylene glycols and their implication in gas production and true digestibility in vitro techniques. Br. J. Nutr. Vol. 73, pp: 897-913.

۳۳. **Makkar, H., 2003.** Effects and fate of tannins in ruminant animals, adaptation to tannins, and strategies to overcome detrimental effects of feeding tannin-rich feeds. Small Rumin. Res. Vol. 49, pp: 241-256.

۳۴. **Mcsweeny, C.S.; Palmer, B.; McNeill, D.M. and Krause, D.O., 2001.** Microbial interaction with tannin: nutritional consequences for ruminants. Anim. Feed Sci. Technol. Vol. 91, pp: 83-93.

۳۵. **Mehrez, A.Z. and Orskov, E.R., 1977.** A study of artificial fibre bag technique for determining the digestibility of feeds in the rumen. J. Agric. Sci. Vol. 88, pp: 645-650.

۳۶. **Menke K.H. and Steingass, H., 1988.** Estimation of the energetic feed value obtained from chemical analysis and in vitro gas production using rumen fluid. Anim. Res. Develop. Vol. 28, pp: 7-55.

۳۷. **Menke, K.H.; Raab, L.; Salewski, A.; Steingass, H.; Fritz, D. and Schneider, W., 1979.** The estimation of the digestibility and metabolisable energy content of ruminant feedingstuffs from the gas production when they are incubated with rumen liquor. J. Agric. Sci. Vol. 93, pp: 217-222.

۳۸. **Mirzaei-Aghsaghali, A.; Maheri-Sis, N.; Mansouri, H.; Razeghi, M.E.; Shayegh, J. and Aghajanzadeh-Golshani, A., 2011.** Evaluating nutritional value of apple pomace for ruminants using in vitro gas production technique. Annals of Biol. Res. Vol. 2, pp: 100-106.

۳۹. **Narimani-Rad, M.; Kiyani Nahand, M.; Aghdam Shahryar, H.; Maheri-Sis, N.; Salamatdoust nobar, R. and Lotfi, A., 2011.** Influence of sunflower oil supplementation on in vitro gas production of mixed ration for ruminants. European J. Experimental Biol. Vol. 1, No. 4, pp: 125-129.

۴۰. **Narimani-Rad, M.; Aghdam Shahryar, H.; Kiyani Nahand, M. and Lotfi, A., 2012.** Effect of sunflower oil supplementation on in vitro fermentation patterns of forage

(DOI): 10.22034/AEJ.2020.125244

Scientific Research Journal of Animal Environment Vol. 12, No. 4, Winter 2020

Investigation of degradability and fermentation parameters of diets containing Konar (*Ziziphus mauritiana*) leaves and sunflower oil in ruminants

- **Mahmoud Dashtizadeh:** Department of Animal Sciences, Faculty of Animal Sciences and Food Industry, Khuzestan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Ahvaz, Iran
- **Mohsen Sari*:** Department of Animal Sciences, Faculty of Animal Sciences and Food Industry, Khuzestan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Ahvaz, Iran
- **Hasan Fazaeli:** Department of Animal Nutrition Research, Animal Science Research Institute of Iran, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Karaj, Iran

Received: November 2019 Accepted: February 2020

Keyword: Gas production, Degradability, Konar leaves, Sunflower oil

Abstract

This experiment was coducted in order to investigate the inclusion of Konar *(Ziziphus mauritiana)* leaves containing tannins and sunflower oil as a source of poly unsaturated fatty acids (full of linoleic acid) in high concentrate diets on gas production and degradability. In this experiment the degradability and fermentation parameters by were compared by using *in situ* and gas production techniques. Gas production and degradation rate were measured at 0, 4, 8, 16, 24, 48, 72 and 96 hours in a completely randomized design with factorial arrangement of treatments. Dietary treatments were control, 20% Konar leaves, 2.5 % sunflower oil and, 2.5 % sunflower oil +20% Konar leaves. The results showed that dry matter soluble fraction (a), 37.72 ($P<0.09$), potentially degradable insoluble fraction (b), 49.41 ($P<0.06$) and constant degragation rate (c), 0.0573 ($P<0.08$) tended to decrease using Konar leaf. Effective dry matter degradability at different passage rates (74.07, 66.52 and 61.60 for effective degradability of 0.02, 0.04 and 0.06, respectively) decreased in diets containing Konar leaf ($P <0.02$). Effective degradability of crude protein significantly decreased (93.80, 90.32 and 87.60, respectively) at the passage rates of 0.02 ($P<0.01$), 0.04 ($P<0.01$) and 0.06 ($P<0.02$). Significant differences ($P<0.01$) were observed between treatments in terms of cumulative gas production at all incubation hours (2 to 96) between treatments due to addition of sunflower oil. Gas production potential, 105.04 ($P<0.01$) and gas production rate, 0.110 ($P<0.06$) were significantly increased by addition of sunflower oil. An increase in true organic matter digestibility (TOMD) and microbial mass production (MB) ($P<0.01$) observed using Konar leaves in the diet. Totally, the results of this study showed that addition of Konar leaves and sunflower oil to the diet could affect fermentative and degradability parameters of diets with little interaction. This means that the effect of each of factors in the diet is independent. On the other hand, separate or mixed using of konar leaves containing tannins and sunflower oil had no adverse effect on ruminal function in vitro.

* Corresponding Author's email: mohsensari@gmail.com