دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
پژوهشهای تولیدات دامی

"مقاله پژوهشی"

اثر افزودن مکمل لیکوپن بر فراسنجه‌های تخمیر، گوارش‌پذیری مواد مغذی و مصرف خوراک جیره بره‌پرواری در شرایط برون‌تنی و درون‌تنی

زهرا امینی‌فرد[۱]، علی کیانی[۲] و آرش آذرفر[۳]

۱- دانشجوی دکتری تغذیه دام، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد، ایران
۲- دانشیار گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد، ایران، (نویسنده مسوول: asglu86@gmail.com)
۳- استاد گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۸/۲۵ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۱۰/۱۲
صفحه: ۵۷ تا ۶۵

چکیده مبسوط

مقدمه و هدف: لیکوپن ($C_{40}H_{56}$) یک کاروتنوید محلول در چربی با بیش‌ترین فعالیت آنتی‌اکسیدانی در بین کاروتنوئیدها است. اثرات مثبت لیکوپن در کاهش تنش اکسیداتیو و بهبود کیفیت محصولات دامی گزارش شده است. انتظار می‌رود که افزودن آنتی‌اکسیدان‌های قوی مثل لیکوپن بتواند در بهبود شرایط مطلوب شکمبه و متعاقب آن هضم خوراک و سلامت دام مفید باشند. در این پژوهش تاثیرات سطوح مختلف لیکوپن بر پارامترهای تخمیر شکمبه‌ای به صورت برون‌تنی، و بر قابلیت هضم مواد مغذی و مصرف خوراک بره‌های پرواری بررسی شد.

مواد و روش‌ها: در این مطالعه، در مرحله اول تاثیر سطوح صفر (شاهد)، ۰/۴، ۰/۸، ۱/۶ و ۲/۴ میلی‌گرم لیکوپن در گرم ماده‌خشک در قالب یک طرح کاملا تصادفی بر گوارش‌پذیری و فراسنجه‌های هضم و تخمیر به روش آزمایشگاهی بررسی شد. در مرحله دوم، تأثیر جیره برگزیده شده از مرحلهٔ آزمایشگاهی (جیره با۲/۴ گرم در کیلوگرم ماده خشک مکمل لیکوپن) بر مصرف خوراک و قابلیت هضم مواد مغذی ۲۰ رأس بره پرواری بررسی شد.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که با افزایش سطح لیکوپن در جیره پتانسیل تولید گاز روند کاهشی داشت ($p<0/05$) و مقدار آن برای سطوح صفر (شاهد)، ۰/۴، ۰/۸، ۱/۶ و ۲/۴ میلی‌گرم لیکوپن در گرم ماده‌خشک به‌ترتیب ۶۵/۸، ۶۴/۵، ۶۴/۲، ۶۴/۲ و ۵۸/۴ میلی‌لیتر بود. افزایش سطوح لیکوپن باعث افزایش ضریب‌تفکیک (۴/۹۱، ۴/۹۲، ۵/۰۱، ۵/۱ و ۵/۴۴ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر) و تولید پروتئین‌میکروبی (۱۹۸، ۲۰۰، ۲۰۳، ۲۰۸ و ۲۲۰ میلی‌گرم) شد ($p<0/05$). افزودن لیکوپن به جیره سبب کاهش معنی‌داری در نیتروژن‌آمونیاکی شکمبه شد ($p<0/05$) و مقدار آن برای سطوح صفر، (شاهد)، ۰/۴، ۰/۸، ۱/۶ و ۲/۴ میلی‌گرم لیکوپن در گرم ماده‌خشک به‌ترتیب ۱۵/۵، ۱۵/۵، ۱۵/۴، ۱۵/۳ و ۱۵/۳ میلی‌گرم بر دسی‌لیتر بود. با این وجود میزان تولید اسیدهای‌چرب کوتاه‌زنجیر، انرژی قابل متابولیسم و گوارش‌پذیری ماده‌آلی تحت تاثیر لیکوپن قرار نگرفت. آزمایش هضم دومرحله‌ای تلی‌وتری نشان داد که لیکوپن تاثیر معنی‌داری بر هضم‌پذیری ماده خشک، الیاف نامحلول در شوینده خنثی و اسیدی نداشت. در آزمایش درون‌تنی، مکمل لیکوپن سبب افزایش مصرف ماده‌خشک مصرفی شد و هیچ تاثیری بر گوارش‌پذیری مواد مغذی جیره نداشت.

نتیجه‌گیری: افزودن لیکوپن به جیره بره‌پرواری سبب بهبود ضریب تفکیک و افزایش تولید پروتئین میکروبی در شرایط برون‌تنی شد و همچنین باعث افزایش مصرف خوراک بره‌های پرواری شد.

واژه‌های کلیدی: آنتی‌اکسیدان، پروتئین‌میکروبی، تولید گاز، ضریب‌تفکیک، مصرف‌خوراک

مقدمه

لیکوپن یک کاروتنوئید است که توسط گیاهان و میکروارگانیسم‌های فتوسنتزکننده تولید می‌شود و بدن انسان و حیوانات قادر به ساخت آن نیست و باید همراه با خوراک مصرف شود (۲۲). به‌طور کلی، کاروتنوئیدها ترکیبات آنتی‌اکسیدانی هستند که در گیاهان به رنگ‌های زرد، نارنجی و قرمز دیده می‌شوند (۷). لیکوپن در مقایسه با سایر کاروتنویئدها دارای اثر آنتی‌اکسیدانی قوی است به‌طوری که فعالیت آنتی‌اکسیدانی آن دو برابر بتاکاروتن و ۱۰ برابر ویتامین E گزارش شده است (۱۲). با این وجود مطالعات اندکی روی تاثیر سطوح کاروتنوئیدهای هم‌خانواده لیکوپن در دام های نشخوارکننده انجام شده است (۱۷،۱۱). به‌عنوان مثال افزودن بتاکاروتن به جیره دام‌های پرواری سبب ممانعت از اثرات منفی اسیدهای‌چرب‌غیراشباع بر جمعیت باکتری‌های سلولایتیک شکمبه در شرایط آزمایشگاهی شده است (۱۱). افزودن ویتامین E به جیره‌های پرکنسانتره سبب افزایش غلظت استات و پروپیونات، تعداد کل پروتوزوآها، سطح نیتروژن آمونیاک و کاهش سطح بوتیرات و لاکتات شکمبه در شرایط آزمایشگاهی شده است (۱۸). بررسی مطالعاتی که در آنها اثرات کاروتنوئیدها بر فعالیت میکروارگانیسم‌های شکمبه مطالعه شده است نشان می‌دهد که استفاده از ترکیبات کاروتنوئیدی در سطوح بالا سبب اختلال در رشد باکتری‌های شکمبه و هضم سلولز شده است (۱۱) در حالی‌که استفاده از آنها درسطوح پایین سبب افزایش فعالیت میکروارگانیسم‌های شکمبه شده است (۱۸).

لیکوپن به‌طور خاص مورد توجه پژوهشگران تغذیه دام قرار گرفته است. اخیرا گزارش شده است که افزودن لیکوپن به جیره سبب بهبود کیفیت و کاهش شاخص اکسیداسیون چربی در گوشت قرمز شده است (۲۹). در پژوهشی دیگر افزودن لیکوپن به جیره در دو هفته قبل از زایش سبب افزایش سطح ایمنوگلوبولین G در خون میش‌های آبستن و همچنین در آغوز تولیدی آن‌ها شده است (۸). با توجه به خاصیت آنتی‌اکسیدان‌هایی قوی لیکوپن این امکان وجود دارد که لیکوپن با حذف اثرات اکسیدانی اکسیژن محیط شکمبه بتواند در بهبود شرایط بی‌هوازی شکمبه و متعاقب آن هضم خوراک و سلامت دام مفید باشند. با این وجود تاکنون تاثیر لیکوپن بر فراسنجه‌های تخمیر شکمبه‌ای مطالعه نشده است.

با توجه به محدود بودن اطلاعات در ارتباط با تاثیر سطوح لیکوپن بر فراسنجه‌های تخمیر شکمبه‌ای، در این پژوهش تاثیر سطوح مختلف لیکوپن بر گوارش‌پذیری و فراسنجه‌های تخمیر شکمبه در شرایط برون‌تنی و تاثیر بهترین سطح انتخاب‌شده مکمل لیکوپن بر میزان مصرف خوراک و

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-02-21]
[DOR: 20.1001.1.22518622.1401.13.36.17.5]
[DOI: 10.52547/rap.13.36.57]

گوارش‌پذیری مواد مغذی در بره‌های پرواری در شرایط درون‌تنی بررسی شد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در بهار و تابستان ۱۳۹۸ در آزمایشگاه تغذیه دام و مزرعه دامپروری دانشکده کشاورزی دانشگاه لرستان انجام شد. مایع شکمبه مورد نیاز برای انجام آزمایش‌ها، از دو رأس گوسفند (با وزن ۰/۶ ± ۴۷ کیلوگرم) فیستولاگذاری شده تهیه شد. دام‌های مذکور حداقل به مدت دو هفته با جیره غذایی حاوی ۶۰ درصد علوفه و ۴۰ درصد کنسانتره تغذیه شدند. جیره گوسفندان فیستولادار حاوی ۴۰ درصد کاه گندم، ۱۰ درصد سیلاژ ذرت، ۱۰ درصد یونجه خشک، ۲۷ درصد بلغور ذرت، ۱۱ درصد سبوس گندم، ۰/۹ درصد اوره، ۰/۵۵ درصد کربنات کلسیم، ۰/۲۵ درصد مواد مکمل معدنی و ویتامین و ۰/۲۵ درصد نمک بر حسب ماده‌خشک بود که بر اساس جداول احتیاجات تغذیه‌ای کمیته تحقیقات ملی آمریکا تنظیم شد (۱۹).

برای تهیه لیکوپن از تفاله خشک گوجه‌فرنگی (تهیه شده از کارخانه روژین تاک کرمانشاه) استفاده شد. روغن تفاله گوجه‌فرنگی توسط دستگاه سوکسله در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد با استفاده از ترکیب حلال‌های اتانول و اتیل‌استات (با نسبت یک به دو) استخراج شد. سپس حلال‌های اضافی با استفاده از دستگاه روتاری در دمای ۳۵ درجه‌سانتی‌گراد از روغن جدا شد. به‌منظور به حداقل رساندن تاثیر نور بر اکسیداسیون لیکوپن موجود در روغن استخراج شده، همه وسایل و دستگاه‌های مورد استفاده با فویل آلومینیومی پوشیده شد. در مرحله بعد، روغن استخراج شده با نشاسته ژلاتینه‌شده مخلوط شد. برای این‌کار ابتدا ۱۰ میلی‌لیتر آب به ۱۰ گرم نشاسته اضافه شد و روی هیتر حرارت داده شد تا نشاسته به صورت ژلاتینه در آمد. سپس مقدار ۱۰ میلی‌لیتر روغن استخراج شده به‌تدریج به نشاسته اضافه شد و به مدت ۱۵ دقیقه با دستگاه همزن و روی هیتر کاملا مخلوط شد. خمیر زرد رنگ به‌دست آمده در لایه‌های نازک (قطر کمتر از یک سانتی‌متر) در فویل آلومینیومی صاف شد و سپس در دمای اتاق و در محیط کاملا تاریک به مدت ۷۲ ساعت نگه‌داری شدند تا خشک و سپس پودری گردد. ترکیب نهایی دارای سه درصد لیکوپن بود، یعنی هر گرم آن حاوی ۳۰ میلی‌گرم لیکوپن بود. تمامی مراحل کار و فرمولاسیون محصول تولید شده در شرکت گرین دام سیمرغ انجام شد.

انتخاب بهترین سطح لیکوپن در جیره بره پرواری (مرحله برون‌تنی)

آزمایش تولید گاز

مایع شکمبه قبل از خوراک‌دهی وعده صبح توسط پمپ خلاء جمع‌آوری و در یک فلاسک عایق که از قبل توسط گاز دی‌اکسیدکربن بی‌هوازی شده بود، در دمای ۳۹ درجه سانتی‌گراد به آزمایشگاه منتقل شد. قبل از تزریق به داخل ویال‌های آزمایشی، محتویات شکمبه توسط چهار لایه پارچه پنیر (تنظیف یا متقال) صاف شد. ابتدا مقدار ۲۵۰ میلی‌گرم از جیره آزمایشی (جدول ۱) کاملاً خشک آسیاب شده با اندازه ذرات یک میلی‌متر به داخل هر ویال ریخته شد (۱۵) و مقادیر ۰، ۳/۳ ، ۶/۷ ، ۱۳/۳ و ۲۰ میلی‌گرم از محصول حاوی لیکوپن ۳ درصد به ویال‌ها (هر تیمار ۷ ویال) اضافه شد. در نتیجه ویال‌ها به‌ترتیب داری صفر، ۱۰۰، ۲۰۰، ۴۰۰ و ۶۰۰ میلی‌گرم لیکوپن بود که معادل ۰، ۰/۴، ۰/۸، ۱/۶ و ۲/۴ میلی‌گرم در گرم ماده‌خشک جیره بود. سپس، به هر ویال که از قبل دمای آن با قرار دادن در بن‌ماری به ۳۹ درجه‌سانتی‌گراد رسیده بود، مقدار ۵ میلی‌لیتر مایع شکمبه صاف شده و ۲۰ میلی‌لیتر بزاق مصنوعی اضافه شد. به منظور اطمینان از شرایط بی‌هوازی، گاز دی‌اکسیدکربن به شیرابه شکمبه صاف شده و بزاق مصنوعی قبل و پس از تزریق به داخل ویال‌ها تزریق شد. تعداد سه ویال نیز به‌عنوان بلانک (بدون نمونه و فقط حاوی مایع شکمبه و بزاق مصنوعی) در نظر گرفته شد. بعد از بستن درب ویال‌ها با درپوش پلاستیکی و درب فلزی، ویال‌ها در بن‌ماری با دمای حدود ۳۹ درجه سانتی‌گراد برای مدت ۹۶ ساعت انکوبه شدند. میزان گاز تولیدی ویال‌ها (هفت تکرار در هر تیمار) توسط دستگاه فشارسنج دیجیتال در زمان‌های دو، چهار، شش، هشت، ۱۲، ۱۶، ۲۴، ۴۸، ۷۲ و ۹۶ ساعت پس از شروع انکوباسیون ثبت شد و بر اساس معادله رگرسیون، فشار گاز تولیدی هر ویال به حجم تبدیل شد (۲۷). فراسنجه‌های تولید گاز با استفاده از رابطه زیر براورد شد (۲۱).

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

در رابطه ذکر شده، b: حجم گاز تولیدی از بخش تخمیرپذیر نمونه (میلی‌لیتر)، c: نرخ تولید گاز در ساعت، t: مدت زمان انکوباسیون بر حسب ساعت و P: حجم گاز تولیدی (میلی‌لیتر) در زمان مورد نظر است.

تعداد سه ویال در هر تیمار به‌منظور تعیین گوارش‌پذیری شکمبه‌ای ماده خشک و ماده آلی، انرژی قابل متابولیسم و فراسنجه‌های تخمیری شکمبه و محاسبه تولید پروتئین میکروبی و اسیدهای‌چرب‌کوتاه‌زنجیر در نظر گرفته شد. درب این ویال‌ها پس از ۲۴ ساعت انکوباسیون پس از ثبت حجم گاز تولیدی باز شدند و pH محتویات ویال‌ها به وسیله دستگاه pH متر (مدل WTM، آلمان) اندازه‌گیری شد. محتویات هر ویال با ۲۰۰۰g به مدت ۲۰ دقیقه در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد سانتریفیوژ شد. مایع‌رویی (سوپرناتانت) جدا شد و بقایای هر ویال جمع‌آوری و خشک شد. میزان گوارش‌پذیری شکمبه‌ای ماده خشک از اختلاف وزن سوبسترای اولیه و وزن بقایا پس از انکوباسیون محاسبه شد..

میزان گوارش‌پذیری شکمبه‌ای ماده آلی (IVOMD) و انرژی قابل متابولیسم (ME) جیره‌های آزمایشی به‌ترتیب بر اساس رابطه‌های زیر تخمین زده شد (۱۶).

$$IVOMD\ (g/kg\ OM) = 148.8 + 8.89\ GAS + 0.45\ CP + 0.65\ XA$$

$$ME\ (MJ/kg\ DM) = 2.20 + 0.136\ GAS + 0.057\ CP + 0.0029\ CP^2$$

در معادله‌های ذکر شده GAS: حجم گاز خالص تولیدی برای ۲۰۰ میلی‌گرم سوبسترا پس از ۲۴ ساعت انکوباسیون، CP: میزان پروتئین خام به صورت گرم در ۱۰۰ گرم ماده خشک و XA: خاکستر به صورت گرم در ۱۰۰ گرم ماده خشک است.

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-02-21]
[DOR: 20.1001.1.22518622.1401.13.36.17.5]
[DOI: 10.52547/rap.13.36.57]

ضریب تفکیک یا عامل جدا کننده (PF[1]) بیان کننده نسبت تجزیه واقعی سوبسترا به حجم گاز تولید شده در دوره‌های زمانی انکوباسیون است و بر اساس فرمول‌های زیر محاسبه شد (۲۰).

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

$$PF = \frac{\text{میلی گرم ماده الی حقیقی هضم شده}}{\text{میلی لیتر گاز تولید شده}}$$

تولید پروتئین میکروبی (MPS) طبق فرمول زیر تخمین زده شد (۳).

MPS (mg/g DM) = mg ADS - (ml gas × 2.2 mg/ml)

که ADS سوبسترای هضم شده ظاهری و ۲/۲ عامل استوکیومتری بر حسب میلی‌گرم کربن، هیدروژن و اکسیژن مورد نیاز برای سنتز اسیدهای چرب کوتاه زنجیر است. غلظت اسیدهای چرب فرار کوتاه زنجیر بر اساس فرمول زیر محاسبه شد (۱۰).

SCFA (mmol/200 mg DM) = 0.0222GP - 0.0042

به‌منظور اندازه‌گیری نیتروژن آمونیاکی، نمونه‌های سوپرناتانت جمع‌اوری شده از ویال‌ها (پنج میلی‌لیتر) بلافاصلهً با یک میلی‌لیتر اسید کلریدریک ۰/۲ نرمال مخلوط و در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شد. سپس غلظت نیتروژن آمونیاکی مایع شکمبه با استفاده از معرف‌های فنول و هیپوکلرایت انجام شد. به این صورت که ۲/۵ میلی‌لیتر محلول فنل و ۲ میلی‌لیتر محلول هیپوکلریت را با یکدیگر مخلوط و سپس۵۰ میکرولیتر از نمونه به آن اضافه شد و در نهایت جذب نمونه‌ها با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر (مدل PG Instruments Ltd،UV/VIS T80) در طول موج ۶۳۰ نانومتر انجام شد (۴).

هضم دومرحله‌ای تلی‌وتری

برای این منظور، مقدار۲۵۰ میلی‌گرم از جیره آزمایشی درون ویال‌ها ریخته شد و سپس مقادیر ۰، ۰/۴، ۰/۸، ۱/۶ و ۲/۴ میلی‌گرم در گرم ماده‌خشک جیره که معادل صفر، ۱۰۰، ۲۰۰، ۴۰۰ و ۶۰۰ میلی‌گرم لیکوپن خالص بود به هر ویال افزوده شد. سپس ۵ میلی‌لیتر مایع شکمبه صاف شده و ۲۰ میلی‌لیتر بزاق مصنوعی به درون ویال‌های شیشه‌ای ریخته شد (۱۵). به منظور شبیه‌سازی شرایط شکمبه، ویال‌ها در دمای ۳۹ درجه سانتی‌گراد انکوبه شدند. برای هر تیمار ۷ تکرار در نظر گرفته شد. بعد از گذشت ۴۸ ساعت، جهت اعمال شرایط هضم شیردانی، محلولی متشکل از هیدروکلریدریک‌اسید–پپسین مرک ۱:۳۳۰۰ (۰/۵ گرم پپسین در ۱۰۰ میلی‌لیتر اسیدکلریدریک ۰/۱ نرمال) به ویال‌های آزمایشی اضافه شد و به مدت ۴۸ ساعت دیگر انکوباسیون ادامه یافت (۲۷). سپس ویال‌ها از روند انکوباسیون خارج و بقایای ویال‌ها صاف شدند. بقایای به دست آمده در آون با دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت خشک شدند و هضم‌پذیری ماده خشک، هضم‌پذیری الیاف نامحلول در شوینده خنثی و هضم‌پذیری الیاف نامحلول در شوینده اسیدی از اختلاف در خوراک اولیه و بقایا به دست آمد.

مرحله درون‌تنی

تعداد ۲۰ رأس بره نژاد افشاری (میانگین وزن زنده ۲۶/۳±۲ کیلوگرم، میانگین سنی ۱۵±۷۰ روزه) استفاده شد. بره‌ها به‌طور جداگانه در جایگاه‌های انفرادی (۱۵۰×۱۰۰×۱۰۰ سانتی‌متر به‌ترتیب طول، عرض و ارتفاع) با کف چوبی مجهز به سطل آب و خوراک نگهداری شدند. برای هر تیمار ۱۰ راس دام در نظر گرفته شد. آزمایش در یک دوره پروار ۷۵ روزه (۱۵ روز عادت‌پذیری و ۶۰ روز دوره اصلی آزمایش) و در قالب طرح کاملا تصادفی انجام گرفت. جیره طبق جداول احتیاجات بره پرواری تنظیم شد (۱۹) (جدول ۱). در ماه اول همه بره‌ها با جیره یکسان تغذیه شدند ولی در ماه دوم دوره پروار به بخش کنسانتره‌ای جیره ۱۰ راس از بره‌ها بهترین سطح لیکوپن انتخاب شده از مرحله برون‌تنی اضافه شد (سطح ۲/۴ میلی‌گرم لیکوپن) و تعداد ۱۰ راس بره باقی‌مانده به‌عنوان شاهد منظور شدند (شاهد). جیره‌های آزمایشی به‌صورت کاملاً مخلوط و در دو نوبت ۰۸:۰۰ صبح و ۱۶:۰۰ عصر در اختیار بره‌ها قرار گرفت. مقدار لیکوپن محاسبه شده به صورت ترکیب حاوی سه درصد لیکوپن؛ ابتدا با ۱۰۰ گرم از کنسانتره و در مرحله بعد با پنج کیلوگرم کنسانتره به صورت روزانه مخلوط شد. قبل از تغذیه خوراک وعده صبح، باقی‌مانده خوراک روز قبل از آخور جمع‌آوری و توزین شد. بره‌ها در طول دوره پروار دسترسی آزاد به خوراک و آب داشتند. بره‌ها در روز اول دوره آزمایش و پس از آن هر دو هفته یک‌بار قبل از خوراک‌دهی وعده صبح توزین شدند. مصرف خوراک به صورت روزانه تعیین شد. قابلیت هضم ظاهری جیره‌ها در دو نوبت در هفته چهارم و هشتم دوره پروار به روش استفاده از نشانگر داخلی خاکستر نامحلول در اسید اندازه‌گیری شد.

تجزیه آماری

تجزیه واریانس داده‌های مربوط به تولید گاز، تخمیر، گوارش‌پذیری نمونه‌ها، ماده‌خشک مصرفی و قابلیت هضم ظاهری با استفاده از رویه مختلط و توسط نرم‌افزار آماری SAS (۲۳) با استفاده از مدل آماری زیر صورت گرفت.

$$Y_{ijk}= \mu + T_i + e_{ijk}$$

در این مدل Y_{ijk}، μ، T_i و e_{ijk} به‌ترتیب رکورد مشاهده شده، میانگین کل، اثر تیمار آزمایشی iام و اثر خطای آزمایشی بود. مقایسه میانگین داده‌های به دست آمده با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای توکی و در سطح معنی‌داری ۵ درصد انجام شد. از مقایسات اورتوگونال (متعامد) برای تعیین اثرات خطی و غیرخطی سطوح مختلف لیکوپن و همچنین برای مقایسه تیمارهای حاوی لیکوپن در برابر شاهد استفاده شد.

1- Partitioning Factor

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-02-21]
[DOR: 20.1001.1.22518622.1401.13.36.17.5]
[DOI: 10.52547/rap.13.36.57]

جدول ۱- اجزای خوراکی و ترکیبات شیمیایی جیره آزمایشی حاوی سطوح مختلف لیکوپن
Table 1. Feed ingredients and chemical composition (%) of experimental diet containing different levels of lycopene

مواد خوراکی (درصد ماده‌خشک)		مواد مغذی جیره آزمایشی	
یونجه	۲۸/۵	ماده خشک (درصد وزن تر)	۸۹
دانه جو	۲۵	ماده آلی (درصد ماده‌خشک)	۹۵/۵
دانه ذرت	۲۳	پروتئین خام (درصد ماده‌خشک)	۱۶/۵
کنجاله سویا	۱۴/۳	پروتئین قابل متابولیسم	۱۲/۵
سبوس گندم	۵/۷	پروتئین غیر قابل تجزیه در شکمبه	۶
کربنات کلسیم	۰/۵۴	الیاف نامحلول در شوینده خنثی (درصد ماده‌خشک)	۲۴/۴
نمک طعام	۰/۵۴	الیاف نامحلول در شوینده اسیدی (درصد ماده‌خشک)	۱۲/۷
جوش شیرین	۰/۷۸	خاکستر (درصد ماده‌خشک)	۴/۵
دی‌کلسیم فسفات	۰/۹۳	انرژی قابل متابولیسم (مگاژول در کیلوگرم ماده‌خشک)	۱۱
مکمل مواد معدنی و ویتامین[1]	۰/۷۸		

۱- هر کیلوگرم مکمل مواد معدنی و ویتامین حاوی ۹۹/۲ میلی‌گرم منگنز، ۵۰ میلی‌گرم آهن، ۸۴/۷ میلی‌گرم روی، یک میلی‌گرم مس، یک میلی‌گرم ید، ۹۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین A، ۲۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین D و ۱۸ واحد بین‌المللی ویتامین E می‌باشد (رشد دانه کرج، ایران)

نتایج و بحث

انتخاب بهترین سطح لیکوپن در جیره بره پرواری (مرحله برون‌تنی)

آزمایش تولید گاز

نتایج آزمایش حاضر نشان داد (جدول ۲) با افزایش سطح لیکوپن در جیره پتانسیل تولید گاز کاهش معنی‌داری داشت ($p<۰/۰۵$) و مقدار آن برای سطوح صفر (شاهد)، ۰/۴، ۰/۸، ۱/۶ و ۲/۴ میلی‌گرم لیکوپن در گرم ماده‌خشک به‌ترتیب ۶۵/۸، ۶۴/۵، ۶۴/۲، ۶۴/۲ و ۵۸/۴ میلی‌لیتر بود. نتایج نشان داد که تولید گاز در تیمارهای مختلف تا ساعت ۲۴ تحت‌تاثیر لیکوپن قرار نگرفت، اما با افزایش زمان انکوباسیون در زمان‌های بیش از ۴۸ ساعت تاثیر لیکوپن بر روند تولید گاز مشهود بود. کم‌ترین مقدار تولید گاز در زمان ۷۲ و کل گاز تجمعی تولیدی زمان ۹۶ مربوط به ۲/۴ میلی‌گرم لیکوپن در گرم ماده‌خشک بود ($p<۰/۰۵$). این احتمال وجود دارد که حضور لیکوپن در شکمبه اثرات متفاوتی بر باکتری‌های تجزیه‌کننده بخش کربوهیدرات‌های محلول و باکتری‌های سلولایتیک داشته باشد. حجم گاز تولیدی پارامتری است که میزان گوارش‌پذیری جیره، مقدار محصولات نهایی تخمیر و تولید پروتئین میکروبی به‌وسیله باکتری‌های شکمبه را نشان می‌دهد. در واقع گاز تولید شده در نتیجه تخمیر کربوهیدرات‌ها به استات، پروپیونات و بوتیرات تولید می‌شود (۹). گازی تولیدی در ساعات اولیه ترجیحا تا ۱۶ ساعت که به شکل سریع تولید می‌شود، مربوط به تخمیر بخش کربوهیدرات‌های محلول است که باکتری‌های آمیلولیتیک در تولید آن بیش‌ترین سهم را دارند. در ساعت‌های بالای ۴۸ ساعت، بخش غیرنشاسته‌ای و الیافی جیره شروع به تخمیر شدن توسط باکتری‌های سلولاتیک می‌کند و به آرامی گاز تولید می‌شود.

تیمار حاوی ۲/۴ میلی‌گرم لیکوپن در گرم ماده‌خشک دارای بیش‌ترین نرخ تولید گاز بود. از نظر تولید گاز در زمان ۴۸، جیره حاوی ۲/۴ میلی‌گرم لیکوپن در گرم ماده‌خشک کم‌ترین میزان تولید گاز را داشت ($p<۰/۰۵$) و تفاوت معنی‌داری بین سایر تیمارها وجود نداشت. لیکوپن تاثیر معنی‌داری بر میزان گوارش‌پذیری ماده‌خشک و ماده‌آلی جیره‌ها نداشت و مقدار انرژی قابل‌متابولیسم و اسیدهای‌چرب فرار نیز تحت‌تاثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفت (جدول ۳). گاز تولید شده عمدتا در اثر تخمیر کربوهیدرات‌های محلول به اسیدهای چرب کوتاه زنجیر است. در یک آزمایش برون‌تنی با مقادیر ۰/۰۵، ۰/۱ و ۰/۲ میلی‌گرم لیکوپن در گرم ماده‌خشک خوراک سبب کاهش غلظت اسید استیک، اسید پروپیونیک و اسید بوتیریک نسبت به جیره شاهد در بره‌های پرواری شد (۳۰). البته در آزمایش حاضر غلظت اسیدهای‌چرب به تفکیک بررسی نشد و تنها با توجه به اینکه گاز در زمان ۱۶تفاوت معنی‌داری بین تیمارها وجود نداشت در نتیجه مقدار برآورد تولید اسیدهای چرب کوتاه‌زنجیر نیز تفاوت نداشت.

افزودن لیکوپن به جیره سبب افزایش خطی ضریب‌تفکیک و تولید پروتئین‌میکروبی شد. جیره حاوی ۲/۴ میلی‌گرم لیکوپن در گرم ماده خشک نسبت به شاهد میزان پروتئین میکروبی بالاتری داشت ($p<۰/۰۵$). مقدار طبیعی ضریب تفکیک از ۲/۷۵ تا ۴/۴۵ متغیر است که از نسبت ماده‌آلی هضم‌شده حقیقی (میلی‌گرم) به حجم گاز تولیدی (میلی‌لیتر) محاسبه می‌گردد و هرچقدر عدد آن بیش‌تر باشد نشان‌دهنده کیفیت بالاتر جیره است (۲). مقدار ضریب تفکیک بیانگر این است که چه مقدار از ماده‌آلی تجزیه‌شده در شکمبه به سمت تولید اسیدهای‌چرب کوتاه زنجیر و یا تولید توده میکروبی رفته است. هنگامی که ماده خوراکی در شرایط برون‌تنی انکوبه می‌شود، بخش کربوهیدراتی صرف تولید اسیدهای‌چرب کوتاه زنجیر، گاز (عمدتا دی‌اکسیدکربن و متان) و پروتئین‌میکروبی می‌شود. ضریب تفکیک بالاتر نشان‌دهنده این است که تجزیه‌پذیری مواد به جای تولید گاز به سمت تولید پروتئین میکروبی و اسیدهای چرب فرار هدایت شده است (۳). در آزمایش حاضر افزایش ضریب تفکیک نشان می‌دهد بخش قابل تخمیر جیره صرف تولید پروتئین میکروبی شده است. لیکوپن سبب بالا رفتن ضریب تفکیک شد که این تغییر همراه با افزایش مقدار تولید پروتئین میکروبی بوده است و تاثیری در میزان اسیدهای‌چرب کوتاه زنجیر نداشته است. مشابه با پژوهش حاضر، در مطالعه‌ای که بررسی سطوح مختلف بتاکاروتن (هم‌خانواده لیکوپن) روی تخمیر شکمبه‌ای بزها نشان داد سطوح ۲۰۰ و ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر بتاکاروتن باعث افزایش ضریب تفکیک و همچنین تولید پروتئین میکروبی شد (۳۱).

نتایج نشان داد افزودن لیکوپن به جیره بره‌های پرواری باعث کاهش نیتروژن‌آمونیاکی شکمبه شد ($p<۰/۰۵$) اما تاثیر

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-02-21]
[DOR: 20.1001.1.22518622.1401.13.36.17.5]
[DOI: 10.52547/rap.13.36.57]

معنی‌داری بر pH شکمبه نداشت (جدول ۳). هم‌راستا با نتایج آزمایش حاضر، در مطالعه‌ای افزودن بتاکاروتن در سطوح ۱۰، ۵۰، ۱۰۰، ۲۰۰ و ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر باعث کاهش نیتروژن‌آمونیاکی شد (۳۱). کاهش غلظت نیتروژن آمونیاکی در تیمارهای حاوی لیکوپن در مقایسه با شاهد ممکن است ناشی از تاثیر کاروتنویدها بر باکتری‌های سلولایتیک باشد. گزارشاتی وجود دارد که بتاکاروتن باعث رشد باکتری‌های سلولایتیک می‌شود چون باکتری‌های سلولایتیک از آمونیاک استفاده می‌کنند. افزایش غلظت اسید استیک در کل اسیدهای چرب فرار ممکن است نشان دهد که بتاکاروتن می‌تواند نوع تخمیر شکمبه را تغییر دهد (۱۱). همچنین در مطالعه‌ای استفاده از ۹۶۰ میلی‌گرم عصاره گیاهی حاوی آنتی‌اکسیدان در محیط شبیه‌ساز شکمبه‌ای باعث کاهش نیتروژن آمونیاکی شد (۱) و بیان شده است که کاهش تعداد باکتری‌های تولیدکننده آمونیاک نظیر کلستریدیوم استیکلندی وپپتواسترپتوکوکوس بی‌هوازی می‌تواند سبب تغییر کاهش تولید آمونیاک شود. لیکوپن معمولاً به عنوان یک آنتی‌اکسیدان چربی‌دوست در نظر گرفته می‌شود که برای محافظت از غشای سلول در برابر اکسیداسیون مهم است (۲۹). اکثر گونه‌های باکتری شکمبه؛ بی‌هوازی اجباری هستند که نسبت به تنش اکسیداتیو بسیار حساس هستند (۱۳) بنابراین به نظر می‌رسد اثر حضور لیکوپن در شکمبه می‌تواند احتمالا با اثرات آنتی‌اکسیدانی خود سبب حفظ یکپارچگی غشاهای میکروبی در برابر اکسیداسیون باشد. از این‌رو انتظار می‌رود که افزودن آنتی‌اکسیدان‌های قوی مثل لیکوپن با حذف اثرات اکسیدانی اکسیژن بتوانند در بهبود شرایط مطلوب شکمبه و متعاقب آن هضم خوراک مفید باشند هر چند دلیل قطعی برای این اثرات در منابع ذکر نشده است (۱۸). بنابراین ممکن است لیکوپن دارای توان تاثیرگذاری مثبت بر میکروارگانیسم‌های شکمبه بوده و رشد آن‌ها را تقویت کند.

آزمایش هضم دومرحله‌ای تلی‌وتری

آزمایش هضم دومرحله‌ای تلی‌وتری جیره‌های حاوی سطوح مختلف لیکوپن (جدول ۴) نشان داد که هضم‌پذیری ماده‌خشک، الیاف نامحلول در شوینده خنثی و اسیدی تحت تاثیر افزودن لیکوپن قرار نگرفت. نتایج آزمایش هضم دومرحله‌ای نشان داد استفاده از لیکوپن تا سطح ۲/۴ میلی‌گرم در گرم ماده‌خشک جیره هیچ اثر منفی بر هضم‌پذیری ماده‌خشک، الیاف نامحلول در شوینده‌خنثی و اسیدی ایجاد نکرد. به‌طورکلی مشخص شده است که تاثیر افزودن ترکیبات آنتی‌اکسیدان یا پروکسیدان بر فعالیت میکروارگانیسم‌های شکمبه بسته به دوز مورد استفاده و به جیره مصرفی متغیر است (۲۸،۵). در مطالعه‌ای افزودن ویتامین E به میزان ۳/۳ میلی‌گرم سبب اختلال در رشد باکتری‌های شکمبه شد و به تبع آن قابلیت هضم سلولز هم کاهش یافت (۱۱). در آزمایشی دیگر، استفاده از ۸ میلی‌گرم ویتامین E در خوراک‌های الیافی باعث اختلال در فعالیت میکروبی در شرایط آزمایشگاهی شد هر چند استفاده از ویتامین E در خوراک‌های نشاسته‌ای هیچ مشکلی برای فعالیت میکروارگانیسم‌های شکمبه ایجاد نکرد (۲۴). در آزمایش حاضر، افزودن سطوح مختلف لیکوپن تا مقدار ۲/۴ میلی‌گرم در گرم ماده‌خشک جیره نه تنها هیچ تاثیر منفی بر قابلیت هضم مواد مغذی نداشت بلکه باعث افزایش تولید پروتئین میکروبی شد.

جدول ۲- فراسنجه‌های تولید گاز جیره‌های آزمایشی حاوی سطوح مختلف لیکوپن

Table 2. Gas production parameters of experimental diets containing different levels of lycopene

	سطوح لیکوپن (میلی‌گرم در گرم ماده‌خشک)					SEM	احتمال معنی‌داری		
	۰	۰/۴	۰/۸	۱/۶	۲/۴		خطی	درجه دو	شاهد در مقابل لیکوپن
GP_{16}	۳۴/۴	۳۴/۹	۳۲/۹	۳۳/۱	۳۴/۹	۰/۸۴	۰/۷۳	۰/۱۵	۰/۶۳
GP_{24}	۴۵/۶	۴۴/۴	۴۵/۰۶	۴۴/۱	۴۳/۴	۰/۸۶	۰/۰۹	۰/۹۱	۰/۱۶
GP_{48}	$۵۴/۳^{a}$	$۵۴/۱^{a}$	$۵۴/۲^{a}$	$۵۳/۹^{a}$	$۵۰/۹^{D}$	۰/۷۲	<۰/۰۱	۰/۰۴	۰/۲
GP_{72}	$۶۰/۵^{a}$	$۵۹/۳^{D}$	$۵۹/۲^{D}$	$۵۸/۷^{D}$	$۵۷/۱^{c}$	۰/۳۹	<۰/۰۰۱	۰/۴۱	<۰/۰۱
TGP	$۶۱/۶^{a}$	$۶۰/۴^{D}$	$۵۹/۸^{D}$	$۵۹/۶^{D}$	$۵۷/۴^{c}$	۰/۳۱	<۰/۰۰۱	۰/۲۲	<۰/۰۰۱
b	$۶۵/۸^{a}$	$۶۴/۵^{D}$	$۶۴/۲^{D}$	$۶۴/۲^{D}$	$۵۸/۴^{c}$	۰/۲۹	<۰/۰۰۱	<۰/۰۰۱	<۰/۰۰۱
c	$۰/۰۳۵^{D}$	$۰/۰۳۶^{D}$	$۰/۰۳۶^{D}$	$۰/۰۳۵^{D}$	$۰/۰۴۹^{a}$	۰/۰۰۱	<۰/۰۰۱	<۰/۰۰۱	۰/۰۷

GP_{16}: مقدار گاز تولیدی پس از ۱۶ ساعت انکوباسیون (میلی‌لیتر)، GP_{24}: مقدار گاز تولیدی پس از ۲۴ ساعت انکوباسیون (میلی‌لیتر)، GP_{48}: مقدار گاز تولیدی پس از ۴۸ ساعت انکوباسیون (میلی‌لیتر)، GP_{72}: مقدار گاز تولیدی پس از ۷۲ ساعت انکوباسیون (میلی‌لیتر)، TGP: کل گاز تولیدی پس از ۹۶ ساعت انکوباسیون (میلی‌لیتر در۲۵۰ میلی‌گرم)، b: پتانسیل تولید گاز (میلی‌لیتر)، c: نرخ تولید گاز (میلی‌لیتر در ساعت)، SEM: اختلاف میانگین استاندارد

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-02-21]
[DOR: 20.1001.1.22518622.1401.13.36.17.5]
[DOI: 10.52547/rap.13.36.57]

جدول ۳- فراسنجه‌های تخمیر و گوارش‌پذیری ماده آلی جیره‌های آزمایشی حاوی سطوح مختلف لیکوپن
Table 3. Fermentation and digestibility parameters of organic matter in experimental diets containing different levels of lycopene

	سطوح لیکوپن (میلی‌گرم در گرم ماده‌خشک)					SEM	احتمال معنی‌داری		
	۰	۰/۴	۰/۸	۱/۶	۲/۴		خطی	درجه دو	شاهد در مقابل لیکوپن
PF	۴/۹۱^{b}	۴/۹۲^{b}	۵/۰۱^{b}	۵/۱^{b}	۵/۴۴^{a}	۰/۰۹۳	۰/۰۰۱	۰/۰۸	۰/۰۷
IVDMD	۶۵/۳	۶۶/۳	۶۷/۲	۶۶/۴	۶۶/۹	۱/۰۵	۰/۳۶	۰/۵۳	۰/۲۸
IVOMD	۶۴/۴	۶۵/۵	۶۶/۶	۶۵/۴	۶۴/۳	۱/۱۲	۰/۹۳	۰/۱۳	۰/۴۱
SCFA	۳/۰۴	۳/۰۸	۲/۹	۲/۹۱	۳/۰۸	۰/۰۷۵	۰/۷۳	۰/۱۵	۰/۶۳
پروتئین میکروبی (میلی‌گرم)	۱۹۸^{D}	۲۰۰^{D}	۲۰۳^{D}	۲۰۸^{ab}	۲۲۰^{a}	۳/۷۶	۰/۰۰۱	۰/۱۳	۰/۰۴
ME	۸/۲۶	۸/۲۷	۸/۲۲	۸/۲۲	۸/۲۷	۰/۰۲۳	۰/۷۳	۰/۱۵	۰/۶۳
pH	۶/۴۳	۶/۴۴	۶/۴۵	۶/۴۶	۶/۴۶	۰/۰۰۸	۰/۰۸	۰/۱۹	۰/۶۴
نیتروژن آمونیاکی (میلی‌گرم بر دسی‌لیتر)	۱۵/۵^{a}	۱۵/۵^{a}	۱۵/۴^{a}	۱۵/۳^{b}	۱۵/۳^{b}	۰/۰۲۸	۰/۰۰۲	۰/۵۴	۰/۰۰۲

PF: ضریب تفکیک (میلی‌گرم بر میلی‌لیتر)، IVDMD: گوارش‌پذیری ماده خشک (درصد)، IVOMD: گوارش‌پذیری ماده آلی (درصد)، SCFA: اسیدهای چرب کوتاه زنجیر (میلی‌مول)، ME: انرژی قابل متابولیسم (مگاژول بر کیلوگرم ماده خشک)، SEM: اختلاف میانگین استاندارد

جدول ۴- فراسنجه‌های هضم‌پذیری جیره‌های حاوی سطوح مختلف لیکوپن با روش هضم دو مرحله‌ای
Table 4. Digestibility parameters of experimental diets containing different levels of lycopene by two-step digestion method

	سطوح لیکوپن (میلی‌گرم در گرم ماده‌خشک)					SEM	احتمال معنی‌داری		
	۰	۰/۴	۰/۸	۱/۶	۲/۴		خطی	درجه دو	شاهد در مقابل لیکوپن
هضم‌پذیری ماده خشک (درصد)	۸۵/۱	۸۵/۷	۸۵/۳	۸۵/۷	۸۵/۵	۰/۲۸	۰/۳۱	۰/۵۶	۰/۵
هضم‌پذیری الیاف نامحلول در شوینده خنثی (درصد)	۵۶/۱	۵۵/۸	۵۶/۷	۵۶/۶	۵۶/۷	۰/۴۳	۰/۱۶	۰/۸۴	۰/۴
هضم‌پذیری الیاف نامحلول در شوینده اسیدی (درصد)	۴۸/۳	۴۸/۳	۴۸/۲	۴۸/۷	۴۸/۲	۰/۲۹	۰/۸۲	۰/۷	۰/۸۷

SEM: اختلاف میانگین استاندارد

مرحله درون‌تنی

نتایج آزمایش درون‌تنی مربوط به تاثیر مکمل لیکوپن بر ماده خشک مصرفی و قابلیت‌هضم مواد مغذی در جدول ۵ نشان داده شده است. هرچند تفاوت معنی‌داری بین ماده خشک مصرفی در ماه اول پروار مشاهده نشد ولی با افزودن لیکوپن به جیره در ماه دوم مصرف خوراک افزایش یافت (p=۰/۰۵). با این وجود قابلیت هضم ظاهری مواد مغذی تحت‌تاثیر مکمل لیکوپن قرار نگرفت. مشابه با آزمایش حاضر افزودن لیکوپن به خوراک بره‌های پرواری در یک دوره پروار چهار ماهه، باعث افزایش ماده خشک مصرفی شد (۱۲). در مقابل، در خرگوش‌های نر نیوزلند، مصرف خوراک تحت تأثیر افزودن لیکوپن جیره تحت شرایط عادی قرار نگرفت (۲۵). افزایش مصرف خوراک می‌تواند به دلیل خاصیت آنتی‌اکسیدانی لیکوپن با کاهش تنش اکسیداتیو ناشی از جیره‌های پرکنسانتره و همچنین تنش گرمایی در فصل انجام آزمایش (بین ماه‌های خرداد و تیر با میانگین دمای بالای ۳۶ درجه سانتی‌گراد) باشد. هر چند که دمای رکتوم در آزمایش حاضر اندازه‌گیری نشد اما گزارش شده است بره‌هایی که در معرض تنش گرمای محیط قرار می‌گیرند، دارای دمای رکتوم بیش از ۴۰/۵ درجه سانتی‌گراد هستند که این خود منجر به تنش اکسیداتیو می‌شود (۱۴) و در تشخیص تنش اکسیداتیو می‌تواند مورد توجه قرار گیرد.

جدول ۵- تاثیر مکمل حاوی لیکوپن بر میزان مصرف خوراک و قابلیت هضم مواد مغذی در بره‌های پرواری
Table 5. The effects of lycopene supplement on feed intake and nutrients digestibility in fattening lambs

	شاهد	لیکوپن	SEM	احتمال معنی‌داری
مصرف خوراک (گرم در روز)				
روز یک تا ۳۰	۱۵۶۱	۱۵۸۳	۲۲/۲	۰/۴۹
روز ۳۱ تا ۶۰	۱۸۸۹	۱۹۲۶	۱۳/۳	۰/۰۵
قابلیت هضم‌ظاهری ماده‌خشک (٪)				
روز ۲۲ تا ۲۸	۷۲/۲	۷۳	۱/۲	۰/۶۲
روز ۵۰ تا ۵۷	۷۴/۲	۷۵/۴	۰/۸۱	۰/۳۳
قابلیت هضم‌ظاهری ماده‌آلی (٪)				
روز ۲۲ تا ۲۸	۷۳/۱	۷۴	۱/۲۳	۰/۶۴
روز ۵۰ تا ۵۷	۷۶/۳	۷۵/۹	۰/۷۷	۰/۷۳
قابلیت هضم‌ظاهری NDF (٪)				
روز ۲۲ تا ۲۸	۶۵/۶	۶۴/۴	۱/۹۷	۰/۶۸
روز ۵۰ تا ۵۷	۶۷/۵	۷۰/۲	۱/۱۴	۰/۱۲
قابلیت هضم‌ظاهری ADF (٪)				
روز ۲۲ تا ۲۸	۵۱/۸	۵۴/۲	۲/۷	۰/۵۵
روز ۵۰ تا ۵۷	۵۷/۸	۶۱/۶	۱/۹۲	۰/۱۸

SEM: اختلاف میانگین استاندارد

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-02-21]
[DOR: 20.1001.1.22518622.1401.13.36.17.5]
[DOI: 10.52547/rap.13.36.57]

نتیجه‌گیری کلی

نتایج نشان داد که افزودن لیکوپن به جیره بره‌پرواری باعث افزایش ضریب تفکیک، افزایش تولید پروتئین میکروبی و کاهش نیتروژن آمونیاکی شکمبه شد. لیکوپن هیچ گونه تاثیر منفی بر فراسنجه‌های تخمیر و گوارش‌پذیری ترکیبات مغذی جیره در شرایط برون‌تنی نداشت. افزودن لیکوپن به جیره نشخوارکنندگان ممکن است از طریق کاهش اتلاف نیتروژن به شکل آمونیاک و افزایش تولید پروتئین میکروبی اثرات مفیدی در تخمیر شکمبه‌ای داشته باشد. در آزمایش درون‌تنی مکمل لیکوپن باعث افزایش مصرف خوراک شد ولی تاثیری بر گوارش‌پذیری مواد مغذی نداشت. برای روشن شدن نقش‌های خاص لیکوپن در اکوسیستم شکمبه پژوهش‌های تکمیلی ضروری است.

تشکر و قدردانی

نویسندگان از معاونت محترم پژوهشی و تحصیلات تکمیلی دانشگاه لرستان به‌خاطر همکاری و فراهم کردن زمینه پژوهش کمال تشکر و قدردانی را دارند.

منابع

1. Bagheri Varzaneh, M. 2018. Effect of *Scrophularia striata* extract on efficiency of degradation, concentration ofphenolic and flavonoid compounds and antioxidant activity in ruminal fluid using arumen simulation technique (RUSITEC). Animal production, 20(2): 269-281 (In Persian).
2. Blu, M. and E. Ørskov. 1993. Comparison of in vitro gas production and nylon bag degradability of roughages in predicting feed intake in cattle. Animal feed science and technology, 40(2-3): 109-119.
3. Blümmel, M., H. Steingaβ and K. Becker. 1997. The relationship between in vitro gas production ,in vitro microbial biomass yield and 15 N incorporation and its implications for the prediction of voluntary feed intake of roughages. British Journal of Nutrition, 77(6): 911-921.
4. Broderick, G. and J. Kang. 1980. Automated simultaneous determination of ammonia and total amino acids in ruminal fluid and in vitro media. Journal of dairy science, 63(1): 64-75.
5. Cattani, M., F. Tagliapietra, L. Bailoni and S. Schiavon. 2012. Synthetic and natural polyphenols with antioxidant properties stimulate rumen microbial growth in vitro. Animal Production Science, 52(1): 44-50.
6. Chauhan, S.S., P. Celi, E.N. Ponnampalam, B.J. Leury, F. Liu and F.R. Dunshea. 2014. Antioxidant dynamics in the live animal and implications for ruminant health and product (meat/milk) quality: role of vitamin E and selenium. Animal Production Science, 54(10): 1525-1536.
7. De Quirós, A.R.B. and H.S. Costa. 2006. Analysis of carotenoids in vegetable and plasma samples: A review. Journal of Food Composition and Analysis, 19(2-3): 97-111.
8. Fallah, R., A. Kiani, and M. Khaldari. 2021. Supplementing lycopene combined with corn improves circulating IgG concentration in pregnant ewes and their lambs. Tropical Animal Health and Production, 53(3): 1-9.
9. Getachew, G., H. Makkar and K. Becker. 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 Journal of Agricultural Science, 139(3): 341-352.
10. Getachew, G., M. Blümmel, H. Makkar and K. Becker. 1998. In vitro gas measuring techniques for assessment of nutritional quality of feeds: a review. Animal Feed Science and Technology, 72(3-4): 261-281.
11. Hino, T., N. Andoh and H. Ohgi. 1993. Effects of β-carotene and α-tocopherol on rumen bacteria in the utilization of long-chain fatty acids and cellulose. Journal of dairy science, 76(2): 600-605.
12. Jiang, H., Z. Wang, Y. Ma, Y. Qu, X. Lu, H. Guo and H. Luo. 2015. Effect of dietary lycopene supplementation on growth performance, meat quality, fatty acid profile and meat lipid oxidation in lambs in summer conditions. Small Ruminant Research, 131: 99-106.
13. Kamra, D.N. 2005. Rumen microbial ecosystem. Current science:124-135.
14. Marai, I., A. El-Darawany, A. Fadiel and M. Abdel-Hafez. 2007. Physiological traits as affected by heat stress in sheep, a review. Small ruminant research, 71(1-3): 1-12.
15. Marten, G. and R. Barnes. 1980. Prediction of energy digestibility of forages with in vitro rumen fermentation and fungal enzyme systems [ruminants, domesticated birds]. in Proc. Workshop on Standardization of Analytical Methodology for Feeds, Ottawa (Canada), 12-14 Mar 1979. IDRC.
16. Menke, K H. and H. Steingass. 1988. Estimation of the energetic feed value obtained from chemical analysis and in vitro gas production using rumen fluid. Animal Research and Development, 28: 7-55.
17. Mora, O., J.L. Romano, E. González, F.J. Ruiz and A. Shimada. 1999. In vitro and in situ disappearance of β-carotene and lutein from lucerne (Medicago sativa) hay in bovine and caprine ruminal fluids. Journal of the Science of Food and Agriculture, 79(2): 273-276.
18. Naziroğlu, M., T. Güler and A. Yüce. 2002. Effect of vitamin E on ruminal fermentation in vitro. Journal of Veterinary Medicine Series A, 49(5): 251-255.

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-02-21]
[DOR: 20.1001.1.22518622.1401.13.36.17.5]
[DOI: 10.52547/rap.13.36.57]

19. NRC. 2007. National Research Council, Nutrient requirements of small ruminants: Sheep, Goats, Cervids, and New World Camelids. Washington (DC, USA): National Academy of Sciences.
20. Olivera, R.M.P. 1998. Use of in vitro gas production technique to assess the contribution of both soluble and insoluble fractions on the nutritive value of forages. A thesis to the University of Aberdeen, Scotland, in partial fulfillment of the degree of Master of Science in animal nutrition.
21. Ørskov, E. and I. McDonald. 1979 .The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. The Journal of Agricultural Science, 92(2): 499-503.
22. Przybylska, S. 2020. Lycopene–a bioactive carotenoid offering multiple health benefits: a review. International Journal of Food Science & Technology, 55(1): 11-32.
23. SAS. 2005. User's Guide: Statistics, Version. Edition. SAS Inst. Inc., Cary, NC
24. Tagliapietra, F., M. Cattani, H.H. Hansen, G. Bittante and S. Schiavon. 2013. High doses of vitamin E and vitamin C influence in vitro rumen microbial activity. Animal Feed Science and Technology, 183(3-4): 210-214.
25. Tedesco, D., S. Galletti, S. Rossetti and P. Morazzoni. 2005. Dietary tea catechins and lycopene: effects on meat lipid oxidation. Indicators of milk and beef quality. EAAP Publ, 112: 437-442.
26. Theodorou, M.K., B.A. Williams, M.S. Dhanoa, A.B. McAllan, and J. France. 1994. A simple gas production method using a pressure transducer to determine the fermentation kinetics of ruminant feeds. Animal feed science and technology, 48(3-4): 185-197.
27. Tilley, J. and R. Terry. 1963. A two-stage technique for the in vitro digestion of forage crops. Grass and forage science, 18(2): 104-111.
28. Vázquez-Añón, M. and T. Jenkins. 2007. Effects of feeding oxidized fat with or without dietary antioxidants on nutrient digestibility, microbial nitrogen, and fatty acid metabolism. Journal of Dairy Science, 90(9): 4361-4367.
29. Xu CH., H. Lui, H. Jiang, Y. Qu and Y. Qu. 2017. Effect of dietary lycopene on rumen fermentation parameters. International Tropical Agriculture Conference, 102.
30. Xu, C., Y. Qu, D. L. Hopkins, C. Liu, B. Wang, Y. Gao, and H. Luo. 2018. Dietary lycopene powder improves meat oxidative stability in Hu lamb. Journal of the Science of Food and Agriculture.
31. Yan, H., L. Sun and G. Zhao. 2007. Effect of β-carotene on selected indices of in vitro rumen fermentation in goats. Journal of Animal and Feed Sciences, 16(2): 581-585.

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-02-21]
[DOR: 20.1001.1.22518622.1401.13.36.17.5]
[DOI: 10.52547/rap.13.36.57]

The Effect of Lycopene Supplementation on Fermentation Parameters, Nutrient Digestibility and Feed Intake of Fattening Lamb Diet *In Vitro* and *In Vivo*

Zahra Aminifard[1], Ali Kiani[2] and Arash Azarfar[3]

1- Ph.D. Student in Animal Nutrition, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Lorestan University, Khorramabad, Iran
2- Associate Professor Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Lorestan University, Khorramabad, Iran, (Corresponding author: asglu86@gmail.com)
3- Professor Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Lorestan University, Khorramabad, Iran
Received: 16 November, 2021 Accepted: 2 January, 2022

Extended Abstract

Introduction and Objective: Lycopene ($C_{40}H_{56}$) is a fat-soluble carotenoid with the highest antioxidant activity among carotenoids. Lycopene is effective on alleviating oxidative stress and improving the quality of animal products. It is expected that the addition of strong antioxidants such as lycopene can be useful in improving the optimal condition of the rumen and subsequent digestion and animal health. In this study the effects of using different levels of lycopene in on fermentation parameters *in vitro*; digestibility and feed intake of fattening lambs had been investigated.

Material and Methods: In this study, in first stage, the digestibility and fermentation parameters of diets containing 0 (control), 0.4, 0.8, 1.6 and 2.4 mg/g DM of lycopene were determined *in vitro* in a completely randomized design experiment. In Second stage, the effect of selected diets from the *in vitro* stage (diet with and without 2.4 g/kg lycopene supplement DM) on feed intake and nutrient digestibility was investigated *in vivo* using 20 male lambs.

Results: The results showed that increasing level of lycopene in the diet caused a linear decrease in gas production ($p<0.05$). Total gas productions were 65.8, 64.5, 64.2, 64.2 and 58.4 ml fin and control, 0.4, 0.8, 1.6 and 2.4 mg/g DM lycopene respectively. Adding lycopene to the diet increased partitioning factor (4.91, 4.92, 5.01, 5.1 and 5.44 mg/ml) and microbial protein synthesis (198, 200, 203, 208 and 220 mg) ($p<0.05$) but decreased ammonia nitrogen ($p<0.05$). However, pH, short-chain fatty acids metabolizable energy, dry matter and organic matter disappearance were not affected by lycopene. Results from Tilley and Terry experiment showed that lycopene had no significant effect on digestibility of dry matter, neutral detergent and acid detergents fiber. *In vivo* results showed that lycopene supplementation increased feed intake with no effect of nutrient digestibility in fattening lambs.

Conclusion: Lycopene supplementation increased partitioning factor, production of microbial protein *in vitro*, and increased feed intake of fattening lambs *in vivo*.

Keywords: Antioxidant, Feed intake, Gas production, Microbial protein, Partitioning factor

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-02-21]
[DOR: 20.1001.1.22518622.1401.13.36.17.5]
[DOI: 10.52547/rap.13.36.57]