مجله تحقیقات دامپزشکی
دوره ۷۶، شماره۱، ۱۴۰۰، ۴۳-۳۱
مقاله پژوهشی

اثر افزودن گیاه دارویی کاکوتی بر عملکرد رشد، قابلیت هضم مواد مغذی و برخی شاخصه‌های کیفی گوشت بره‌های پرواری عربی-رومانف

پروین علی‌میرزایی[۱]، مرتضی چاجی[۲]

[۱] دانش‌آموخته تغذیه دام، گروه علوم دامی، دانشکده علوم دامی و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، اهواز، ملاثانی، ایران
[۲] گروه علوم دامی، دانشکده علوم دامی و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، اهواز، ملاثانی، ایران

تاریخ دریافت: ۱۹ مرداد ماه ۱۳۹۹، **تاریخ پذیرش:** ۲۲ مهر ماه ۱۳۹۹
10.22059/jvr.2020.293367.2995 https://dorl.net/dor/20.1001.1.20082525.1400.76.1.5.3

چکیده

زمینهٔ مطالعه: استفاده از افزودنی‌هایی نظیر گیاهان دارویی ممکن است منجر به بهبود فرآیند هضم و تخمیر و در نتیجه تولید حیوان شود.

هدف: آزمایش حاضر با هدف تعیین بهترین مقدار استفاده از گیاه کاکوتی در جیره بره‌های پرواری و یافتن اثر آن بر ویژه‌گی‌های هضمی، تخمیری، عملکردی، خونی و کیفی لاشه و گوشت انجام شد.

روش‌کار: مقادیر مختلف کاکوتی (۰، ۰/۲، ۰/۴، ۰/۶، ۰/۸، ۱ درصد) به یک جیره بره پرواری افزوده شد و بهترین جیره با روش تولید گاز انتخاب شد، سپس در تغذیه بره‌های نر با میانگین وزن ۲±۴۱ کیلوگرم در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۳ تیمار و ۶ تکرار استفاده شد. جیره‌های انتخاب شده برای تغذیه بره‌ها شامل: جیره شاهد (فاقد کاکوتی) و جیره شاهد مکمل شده با مقادیر ۰/۲ یا ۰/۴ درصد کاکوتی بودند. مصرف خوراک، قابلیت هضم مواد مغذی، عملکرد پروار، فراسنجه‌های خونی و تخمیری شکمبه، جمعیت پروتوزوآ، برخی ویژه‌گی‌های کیفی گوشت اندازه‌گیری شدند. در پایان دوره بره‌ها کشتار و اجزای لاشه مورد تجزیه و وزن کشی قرار گرفت.

نتایج: نتایج آزمایش نشان داد که پتانسیل تولید گاز، عامل تفکیک، ماده آلی واقعاً تجزیه شده، ماده خشک مصرفی، قابلیت هضم ظاهری ماده خشک، ماده آلی، پروتئین، الیاف نامحلول در شوینده خنثی، الیاف نامحلول در شوینده اسیدی، غلظت گلوکز، کلسترول، تری‌گلیسرید، نیتروژن اوره‌ای خون، جمعیت پروتوزوآ، تحت تأثیر جیره‌های آزمایشی قرار نگرفت. برای میانگین افزایش وزن روزانه، کل اضافه وزن بره‌ها، تولید توده میکروبی بین جیره‌های آزمایشی تفاوت معنی‌داری وجود داشت و در تیمار حاوی ۰/۲ درصد کاکوتی بیشترین مقدار بود. ویژه‌گی آنتی اکسیدانی و شاخص‌های رنگ سنجی و pH گوشت تحت تأثیر تیمارها قرار نگرفت.

نتیجه‌گیری نهایی: در کل طبق آزمایش‌های دامی بهترین مقدار استفاده از گیاه کاکوتی ۰/۲ درصد بود که در برخی از صفات تخمیری و عملکردی بهبود ایجاد کرد.

کلمات کلیدی: تولید گاز، خاصیت آنتی اکسیدانی، فراسنجه‌های خونی، قابلیت هضم، شاخص‌های رنگ سنجی

کپی‌رایت © تحقیقات دامپزشکی: دسترسی آزاد؛ کپی‌برداری، توزیع و نشر برای استفاده کامل با ذکر منبع آزاد است.

نویسنده مسئول: مرتضی چاجی، گروه علوم دامی، دانشکده علوم دامی و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، اهواز، ملاثانی، ایران
پست الکترونیکی: chaji@asnrukh.ac.ir

مقدمه

میکروارگانیسم‌های شکمبه مواد آلی غذایی را تخمیر و اسید چرب فرار و پروتئین میکروبی تولید می‌کنند که به عنوان منابع انرژی و پروتئین مورد مصرف حیوان نشخوارکننده قرار می‌گیرد، اما این روند به دلیل اتلاف انرژی به صورت متان و نیتروژن آمونیاکی ناکارایی دارد که موجب کاهش عملکرد تولیدی حیوان و نیز آزاد شدن آلاینده‌های زیست محیطی در اتمسفر زمین می‌شود (۳۴). از این رو همواره متخصصین تغذیه نشخوارکنندگان با استفاده از افزودنی‌های مختلف نظیر گیاهان دارویی به دنبال بهبود فرآیند تخمیر شکمبه بوده‌اند (۸). در دهه‌های اخیر گیاهان دارویی به علت قابلیتی که به عنوان جایگزینی برای مواد محرک رشد و آنتی‌بیوتیک در تغذیه دام

و طیور دارند توجه زیادی را به خود جلب کرده‌اند. اما عمده تحقیقات انجام شده در شرایط آزمایشگاهی صورت گرفته است و اکنون نیاز به تحقیقات بیشتری روی دام زنده می‌باشد (۴).

گیاه کاکوتی از گیاهان دارویی خانواده نعنائیان است که دارای خاصیت ضد میکروبی بالایی هستند (۱۸). مواد مؤثره گیاه کاکوتی عبارتند از: پولگون (۳۸ درصد)، پی‌پریتنون (۱۹/۶ درصد)، کارواکرول (۵/۴ درصد)، نئومنتول (۵ درصد)، ۱و۸ سینئول (۳/۵ درصد)، منتول (۳ درصد)، ورینون (۲/۳ درصد)، تیمول (۱/۸ درصد)، گاما-ترپنن (۰/۸)، اوژنول (۰/۵درصد)، لینالول (۰/۵درصد)، ایزومنتیل-استات (۰/۳ درصد)، بتاپینن (۰/۲ درصد) می‌باشد (۲۰).

اثر افزودن کارواکرول به جیره پایه حاوی جو یا گندم بر مصرف ماده خشک، افزایش وزن، بازده خوراک، در بره‌های در حال رشد گزارش شده است (۱۲). اثر تیمول، کارواکرول و اوگنول (مواد مؤثره موجود در کاکوتی) در محیط کشت بر غلظت کل اسیدهای چرب فرار، نسبت مولی پروپیونات و نسبت استات بر پروپیونات نیز مورد بررسی قرار گرفته است (۴).

افزودن کاکوتی به جیره گوسفند دالاق باعث بهبود قابلیت هضم ماده خشک شد و تأثیری بر pH مایع شکمبه و فراسنجه‌های خونی نداشت (۳۲). در مطالعه‌ی دیگری نیز اثر افزودن گیاهان کاکوتی به شیر گاو بر مصرف خوراک روزانه، وضعیت ابتلا به اسهال، فاکتورهای خون‌شناسی تأثیری نداشت و باعث کاهش جمعیت باکتری‌های بیماریزای (*اشرشیاکولی*) مدفوع گوساله‌های مورد بررسی شد (۱۵).

اگر چه اطلاعات محدودی درباره تأثیر گیاه کاکوتی یا برخی از مواد مؤثره آن که با نعنا یا پونه مشترک است وجود دارد، اما اطلاعاتی از مواد مؤثره اصلی آن نظیر پولگون و پی‌پریتنون، یا خود گیاه کامل وجود نداشت یا بسیار محدود بود. بنابراین، با توجه به داده‌های محدود در رابطه با تأثیر گیاه کاکوتی در تغذیه نشخوارکنندگان، به ویژه بر عملکرد پروار، خصوصیات لاشه و خواص آنتی اکسیدانی گوشت، این تحقیق سعی داشت تا اثر گیاه کاکوتی بر مصرف خوراک، ویژگی‌های هضمی و تخمیری، فراسنجه‌های خونی و شکمبه‌ای، ترکیب لاشه و خواص آنتی اکسیدانی گوشت بره‌های نر پرواری را مورد بررسی قرار دهد.

مواد و روش‌کار

مطالعه حاضر در دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان انجام گرفت. برای تعیین مقدار مطلوب استفاده از کاکوتی در جیره بره‌های پرواری، مقادیر مختلف گیاه کاکوتی شامل صفر، ۰/۲، ۰/۴، ۰/۶، ۰/۸، ۱ درصد به صورت سرک به یک جیره بره پرواری (جدول ۱) اضافه شد و قابلیت هضم و تخمیر آن‌ها با استفاده از روش تولید گاز اندازه‌گیری شد. در مرحله دوم، بر اساس نتایج مربوط به فراسنجه‌های هضم و تخمیر از آزمایش تولید گاز، جیره‌هایی برای تغذیه بره‌های پرواری برگزیده و مورد استفاده قرار گرفتند.

تیمارهای برگزیده برای آزمایش دامی شامل جیره شاهد و جیره‌های حاوی مقادیر ۰/۲ و ۰/۴ درصد کاکوتی در ماده خشک بودند. جهت اجرای این بخش از مطالعه ۱۸ راس بره نر حاصل از نسل اول آمیخته عربی-رومانف با میانگین سن ۴ ماه (۱۶±۱۲۰ روز) و وزن زنده ۲±۴۱ کیلوگرم انتخاب شدند و به صورت تصادفی به هر جیره شش راس دام اختصاص یافت. گوسفندان در قفس‌های متابولیکی به صورت انفرادی نگه‌داری شدند. آزمایش در یک دوره ۷۰ روزه شامل ۱۰ روز عادت پذیری و ۶۰ روز رکوردگیری در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام گرفت. جیره‌ها طبق جداول استانداردهای غذایی (۲۷) تنظیم شدند (جدول ۱) و به صورت کاملاً مخلوط روزانه در ساعت‌های ۸ و ۱۶ در اختیار دام‌ها قرار داده شدند. آب تازه نیز به طور مداوم در اختیار آن‌ها قرار داشت.

جدول۱. درصد مواد خوراکی و غلظت مواد مغذی جیره آزمایشی پایه (بر اساس ماده خشک).

ماده‌ی خوراکی	(درصد در جیره)
علوفه خشک یونجه	۱۳
سرشاخه نیشکر	۱۲
علوفه ذرت سیلوشده	۱۵
دانه جو	۲۰
دانه ذرت	۲۰
سبوس گندم	۱۳
کنجاله سویا	۶
مکمل ویتامینی-معدنی[1]	۰/۷
نمک‌طعام	۰/۳
ترکیب شیمیایی	
الیاف نامحلول در شوینده خنثی (درصد)	۶۵/۹۵
الیاف نامحلول در شوینده اسیدی (درصد)	۲۳/۸
ماده آلی (درصد)	۹۲/۳
پروتئین خام (درصد)	۱۳/۴۵
انرژی‌قابل‌متابولیسم (مگاکالری بر کیلوگرم)	۲/۷۷

[1]هر کیلوگرم مکمل حاوی: منگنز ۲۰۰۰ میلی‌گرم، آهن ۳۰۰۰ میلی‌گرم، روی ۳۰۰۰ میلی‌گرم، مس ۲۸۰ میلی‌گرم، ید ۱۰۰ میلی‌گرم، سلنیوم ۱ میلی‌گرم، منیزیوم ۲۰۰۰۰ میلی‌گرم، کبالت ۱۰۰ میلی‌گرم، کلسیم ۱۹۵۰۰۰ میلی‌گرم، فسفر ۹۰۰۰۰ میلی‌گرم، سدیم ۵۵۰۰۰ میلی‌گرم. ویتامین A ۵۰۰۰۰۰ واحد بین المللی، ویتامین D3 ۱۰۰۰۰۰ واحد بین المللی، ویتامین E ۱۰۰ واحد بین المللی.

جهت تعیین ترکیب مواد مغذی جیره‌ها و گیاه کاکوتی، نمونه‌ها در آون با دمای ۹۰ درجه سلسیوس به مدت ۲۴ ساعت خشک و با آسیاب دارای الک یک میلی‌متری پودر شدند. الیاف نامحلول در شوینده خنثی (NDF) با استفاده از روش Van Soest و همکاران در سال ۱۹۹۱ (۳۵) با حذف خاکستر، پروتئین خام (روش کلدال)، خاکستر (کوره الکتریکی، دمای ۵۵۰ درجه سلسیوس به مدت ۳/۵ ساعت) و الیاف نامحلول در شوینده اسیدی (ADF) با روش استاندارد (۳) اندازه‌گیری شدند.

به منظور تعیین قابلیت هضم ظاهری جیره‌ها، ماده خشک مصرفی، باقیمانده خوراک و کل مدفوع دفعی گوسفندان به صورت روزانه در طی ۷ روز از اواخر دوره آزمایش ثبت شد. هر روز پس از توزین مقدار مدفوع و باقیمانده خوراک، درصد ثابتی از آن در سردخانه نگهداری شد و در پایان دوره نمونه گیری، نمونه‌های مربوط به باقیمانده و یا مدفوع هر دام با هم مخلوط شد و یک نمونه از باقیمانده خوراک و یا مدفوع برای آنالیزهای بعدی در سردخانه منفی ۲۰ درجه سلسیوس نگهداری شد. پس از خشک کردن نمونه‌ها در آون، قابلیت هضم هر یک از مواد مغذی بر اساس مقدار آن در خوراک مصرفی، باقیمانده و مدفوع محاسبه شد (۲،۳۲).

برای بررسی خصوصیات تخمیری شکمبه، در روز ۳۵، سه ساعت بعد از خوراک دهی صبح شیرابه شکمبه به روش لوله معدی به صورت مجزا از گوسفندان تغذیه شده با جیره‌های آزمایشی جمع آوری شد و مقدار اولیه و رویی آن که با بزاق آغشته بود دور ریخته شد. بلافاصله pH با دستگاه pH متر (WTW 3110, Germany) اندازه‌گیری شد. غلظت نیتروژن آمونیاکی شکمبه با استفاده از فنول- هیپوکلریت با روش اسپکتوفتومتری و منحنی استاندارد اندازه‌گیری شد (۷).

برای شمارش پروتوزوآی شکمبه در آزمایشگاه مطالعات کشت و تخمیر میکروبی شکمبه‌ی گروه علوم دامی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، بخشی از مایع شکمبه اخذ شده برای اندازه‌گیری pH و نیتروژن آمونیاکی، بعد از صاف کردن با چهار لایه پارچه نخی، با نسبت مساوی با محلول فرمالدهید تجاری ۳۷ درصد مخلوط شد و فریز گردید. روز آزمایش یک میلی‌لیتر مایع شکمبه با چند قطره محلول رنگ‌آمیزی برلیانت گرین و یا متیلن‌بلو مخلوط گردیده و پس از گذشت یک شب تعداد و جنس و گونه پرتوزوآ روی لام مخصوص شمارش شدند (۱۳).

برای سنجش فراسنجه‌های خونی، در پایان دوره در حدود ۴ ساعت پس از خوراک‌دهی نوبت صبح از طریق ورید وداج از بره‌ها خون‌گیری شد. نمونه گرفته شده داخل لوله‌های حاوی ماده ضد انعقاد ریخته شد. پلاسما توسط سانتریفیوژ در دور ۳۰۰۰ به مدت ۱۵ دقیقه جدا و در فریزر نگه‌داری شد. فراسنجه‌های خونی شامل، گلوکز، نیتروژن اوره‌ای، تری‌گلیسیرید و کلسترول با استفاده از کیت‌های آزمایشگاهی شرکت پارس آزمون در آزمایشگاه تغذیه پیشرفته گروه علوم دامی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان اندازه‌گیری شدند.

جهت بررسی عملکرد رشد و پروار، وزن‌کشی بره‌ها قبل از شروع آزمایش و سپس هر ۱۵ روز یک‌بار قبل از تغذیه صبح با اعمال ۱۲ ساعت گرسنگی انجام شد. با در نظر گرفتن مقدار خوراک مصرفی و تغییرات وزن، ضریب تبدیل، بازده خوراک و میانگین افزایش وزن روزانه و وزن نهایی محاسبه شد. بعد از اتمام دوره آزمایش با رعایت حداقل ۱۲ تا ۱۴ ساعت گرسنگی، بره‌های هر تیمار برای بررسی تأثیر جیره‌های آزمایشی بر ویژه‌گی‌های لاشه طبق تعریف محققین (۱۴) ذبح شدند.

پس از ذبح حیوانات، رنگ گوشت عضله راسته، واقع شده بین دنده‌های ۱۲ و ۱۳، بر اساس سامانه L^* (روشنایی)، A^* (قرمزی) و B^* (زردی)، مورد سنجش قرار گرفت. بررسی کیفیت رنگ با استفاده از دستگاه رنگ‌سنج (Konica Minolta مدل CR 400 ساخت کشور ژاپن) با سه بار اندازه‌گیری برای هر نمونه انجام شد. متوسط این مقادیر جهت آنالیز مورد استفاده قرار گرفت.

به منظور تعیین pH گوشت ۲۴ و ۴۸ ساعت پس از کشتار حدود ۵ گرم از عضله راسته ناحیه دنده ۱۲و ۱۳ چرخ و در ۴۵ میلی‌لیتر آب مقطر به مدت یک دقیقه هموژن شده و سپس از کاغذ صافی مخصوص (واتمن متوسط) عبور داده شد. سپس با استفاده از دستگاه pH متر دیجیتالی (WTW 3110, Germany) pH در دمای ۲۴ درجه سلسیوس اندازه‌گیری شد (۳۳).

به منظور تعیین سطح مقطع ماهیچه، پس از کشتار عضله راسته ناحیه دنده ۱۲ و ۱۳ را برش داده و سطح ماهیچه را روی کاغذ کالک قرار داده و با خودنویس شکل سطح را ترسیم نموده سپس شکل بدست آمد با دستگاه پلانی‌متر (Planimeter-

PLACOM Digital ساخت کشور ژاپن، پردازش شد و سطح مقطع ماهیچه بدست آمد.

میزان اکسیداسیون چربی لاشه از طریق اندازه‌گیری تیوباربیتوریک اسید و با استناد به روش Botsoglou و همکاران در سال ۲۰۰۲ در آزمایشگاه شیمی مواد غذایی گروه صنایع غذایی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان تعیین شد (۶).

آزمایش تولید گاز: مقدار گاز تولیدی حاصل از تخمیر شکمبه‌ای جیره‌ها اندازه‌گیری شد (۱۹). مقدار ۰/۲ گرم از ماده خشک جیره‌های آزمایشی در داخل ویال‌های ۱۰۰میلی‌لیتری شیشه‌ای ریخته شد و همراه با مایع شکمبه و بزاق مصنوعی (با نسبت ۲:۱ به ترتیب مقدار ۱۰ و ۲۰ میلی‌لیتر) انکوبه شد. برای هر جیره چهار تکرار در نظر گرفته شد. فشار گاز تولیدی در زمان‌های ۲، ۴، ۶، ۸، ۱۰، ۱۲، ۲۴، ۴۸، ۷۲، ۹۶، ۱۲۰ ساعت قرائت گردید. فراسنجه‌های تولید گاز با استفاده از مدل نمایی بدست آمد: $P= b(1-e^{-ct})$، در این معادله P: پتانسیل تولید گاز، b: تولید گاز از بخش قابل تخمیر (میلی‌لیتر)، c: نرخ تولید گاز (میلی‌لیتر بر ساعت)، t: زمان، e: عدد نپری می‌باشند (۲۸). مایع شکمبه لازم برای این آزمایش از دو راس گوسفند تغذیه شده با جیره بر پایه علوفه قبل از خوراکدهی صبح تهیه شد و پس از اختلاط مورد استفاده قرار گرفت.

این آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی اجرا گردید. داده‌ها با نرم افزار آماری SAS نسخه ۹/۴ مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفتند. مقایسه میانگین‌ها توسط آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال خطای ۵ درصد انجام گرفت.

نتایج

ترکیب شیمیایی گیاه کاکوتی مورد استفاده در مطالعه حاضر در جدول ۲ نشان داده شده است.

پتانسیل و نرخ تولید گاز جیره‌های حاوی مقادیر مختلف گیاه کاکوتی در جدول ۳ نشان داده شده است. با افزودن گیاه کاکوتی به صورت سرک به جیره برای تمامی سطوح، پتانسیل تولید گاز نسبت به شاهد افزایش یافت ($P<۰/۰۵$). تیمارهای ۰/۴، ۰/۶، ۰/۸ و ۱ درصد کاکوتی نسبت به تیمار شاهد و تیمار ۰/۲ درصد کاکوتی پتانسیل تولید گاز بیشتری داشتند ($P<۰/۰۵$). نرخ تولید گاز غیرمعنی‌دار بود.

جدول ۲. ترکیب شیمیایی گیاه کاکوتی استفاده شده در آزمایش (درصد ماده خشک).

ترکیب شیمیایی	گیاه کاکوتی
ماده ی خشک	۸۸/۳
پروتئین خام	۱۱
الیاف نامحلول در شوینده خنثی	۴۴/۵
الیاف نامحلول در شوینده اسیدی	۳۳/۷
چربی خام	۱/۵
فیبرخام	۳۳/۶
خاکستر	۱۱/۲۶
ماده آلی	۸۸/۷۴

نتایج جدول ۳ نشان داد که ماده آلی واقعاً تجزیه شده، عامل جداکننده، تولید توده میکروبی و بازده تولید توده میکروبی تحت تأثیر سطوح مختلف گیاه کاکوتی قرار گرفت ($P<۰/۰۵$). ماده آلی واقعاً تجزیه شده در تیمار ۰/۲ و ۰/۴ درصد کاکوتی به طور معنی‌داری نسبت به سایر تیمارهای حاوی کاکوتی افزایش داشت، اما تفاوتی با شاهد نداشت. مقدار عامل جداکننده، تولید توده میکروبی و بازده تولید توده میکروبی در تیمار ۰/۲ درصد کاکوتی از سایر تیمارهای حاوی کاکوتی بیشتر بود ($P<۰/۰۵$)، اما با شاهد فقط اختلاف عددی بود.

با توجه با نتایج این بخش از آزمایش جیره شاهد و تیمارهای حاوی ۰/۲ و ۰/۴ درصد کاکوتی برای آزمایش‌های بعدی در بره‌های پرواری مورد استفاده قرار گرفت.

طبق جدول ۴، استفاده از گیاه کاکوتی در جیره اثر معنی‌داری بر مصرف خوراک نداشت. قابلیت هضم ظاهری ماده خشک، NDF، ADF، پروتئین خام و ماده‌آلی جیره‌های آزمایشی تحت تأثیر گیاه کاکوتی قرار نگرفت.

نیتروژن آمونیاکی و pH مایع شکمبه تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفت (جدول۵). با افزایش سطح گیاه کاکوتی در جیره، غلظت نیتروژن آمونیاکی مایع شکمبه روند کاهشی غیرمعنی‌داری داشت. اثر جیره‌های آزمایشی بر فراسنجه‌های خونی گوسفندان غیرمعنی‌دار بود. نیتروژن اوره‌ای خون تمایل به کاهش نشان داد.

از نظر جمعیت کل یا جنس‌های مختلف پروتوزوآ تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای آزمایشی وجود نداشت (جدول ۶). با افزودن گیاه کاکوتی به جیره، تراکم پروتوزوآ از نظر عددی کاهش پیدا کرد. بیشترین جمعیت *انتودینیوم* و *رومینانتیوم* مربوط به تیمار شاهد بود. بیشترین جمعیت *اپی‌دینیوم* مربوط به تیمار ۰/۲ درصد گیاه کاکوتی بود.

جدول ۳. اندازه‌گیری فراسنجه‌های تولید گاز و فراسنجه‌های تخمیری جیره‌های آزمایشی حاوی سطوح مختلف گیاه کاکوتی در شرایط آزمایشگاهی.

	تیمار (درصد کاکوتی افزوده شده به جیره پایه)							
فراسنجه	صفر	۰/۲	۰/۴	۰/۶	۰/۸	۱/۰	SEM	*P*-Value
پتاسیل تولید گاز (میلی‌لیتر)	۳۵/۲^{b}	۳۸/۹^{b}	۴۰/۸^{a}	۴۷/۵^{a}	۴۴/۵^{a}	۴۷/۹^{a}	۱/۸۵	۰/۰۰۰۳
نرخ تولید گاز (میلی‌لیتر در ساعت)	۰/۰۸	۰/۰۸	۰/۰۸	۰/۰۸	۰/۰۷	۰/۰۷	۰/۰۵	۰/۳
ماده آلی واقعا تجزیه شده (میلی گرم)	۱۸۱^{a}	۱۹۱/۵^{a}	۱۸۹^{a}	۱۵۳/۵^{b}	۱۶۱^{b}	۱۳۲/۵^{c}	۵/۵۰	۰/۰۰۱
عامل تفکیک (میلی گرم بر میلی لیتر)	۱۰/۵^{a}	۱۰/۳^{a}	۷/۹^{b}	۷^{b}	۷/۷^{b}	۵/۵^{c}	۰/۴۳	۰/۰۰۱
تولید توده میکروبی (میلی گرم)	۱۴۳/۱^{ab}	۱۵۰/۸^{a}	۱۳۶/۴^{b}	۱۰۴/۹^{c}	۱۱۴/۶^{c}	۷۹/۸^{d}	۲/۸۸	<۰۰۰۱
بازده تولید توده میکروبی (درصد)	۷۹^{a}	۷۸^{a}	۷۲^{b}	۶۸^{b}	۷۱^{b}	۶۰^{c}	۰/۰۱	۰/۰۰۰۸

جدول ۴. درصد قابلیت هضم مواد مغذی در بره‌های پرواری تغذیه شده با جیره‌های حاوی گیاه کاکوتی.

	تیمار (درصد کاکوتی افزوده شده به جیره پایه)				
شاخص	صفر	۰/۲	۰/۴	SEM	*P*-value
ماده خشک	۶۰/۳	۶۵/۹	۶۲/۶	۲/۲۷	۰/۵
ماده آلی	۸۷/۸	۸۹/۸	۹۱/۲	۲/۶۳	۰/۶
NDF	۵۵/۹	۵۹/۶	۶۰/۵	۳/۰۶	۰/۶
ADF	۴۵/۱	۴۲/۳	۴۳/۱	۴/۵	۰/۹
پروتئین خام	۸۳/۷	۸۵/۹	۸۵/۲	۴/۳۰	۰/۹
ماده خشک مصرفی	۰/۹۱۰	۱/۴۱۶	۱/۵۴۱	۰/۰۶	۰/۳

جدول ۵. فراسنجه‌های تخمیری شکمبه‌ای و خون بره‌های پرواری تغذیه شده با جیره‌های حاوی گیاه کاکوتی.

	تیمار (درصد کاکوتی افزوده شده به جیره پایه)				
فراسنجه‌ها	صفر	۰/۲	۰/۴	SEM	*P*-value
فراسنجه‌های شکمبه‌ای					
pH شکمبه	۶/۲	۶/۳	۶/۱	۰/۱۲	۰/۵
نیتروژن آمونیاکی (میلی‌گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر)	۸/۱	۷/۲	۶/۳	۰/۷۲	۰/۰۷
فراسنجه‌های خونی (میلی‌گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر)					
گلوکز	۷۰	۷۹/۸	۷۶/۶	۳/۸۳	۰/۲
نیتروژن اوره‌ای (BUN)	۱۱/۳	۱۰/۳	۹/۷	۰/۸۴	۰/۰۸
کلسترول	۵۳/۱	۵۵/۱	۵۳/۵	۵/۰۸	۰/۹
تری گلیسرید	۱۵/۱	۲۰	۲۰/۵	۱/۹۹	۰/۱

جدول ۶. جمعیت پروتوزوآ (سلول در میلی‌لیتر مایع شکمبه ×۱۰^{۴}) بره‌های پرواری تغذیه شده با جیره‌های حاوی گیاه کاکوتی.

	تیمار (درصد کاکوتی افزوده شده به جیره پایه)				
پروتوزوآ	صفر	۰/۲	۰/۴	SEM	*P*-value
جنس انتودینیوم	۵/۳	۵/۱	۴/۸	۱/۸۵	۰/۹
انتودینیوم لانگی نوکلیتوم	۳/۵	۳/۶	۳/۱	۱/۴۹	۰/۹
انتودینیوم رکتانگولاتوم	۱/۸	۱/۵	۱/۶	۰/۷۸	۰/۹
جنس اپی دینیوم	۰/۱۶	۰/۸۳	۵/۵۰	۰/۴۳	۰/۵
اپی دینیوم کواداتوم	۰/۱۶	۰/۸	۰/۵	۰/۴۳	۰/۵
داسیتریکا رومینانتیوم	۲/۵	۱/۸	۰/۳	۱/۲۳	۰/۴
جمیعت کل پروتوزوآ	۷/۹	۷/۷	۵/۶	۱/۷۶	۰/۵

جدول ۷. عملکرد رشد بره‌های پرواری تغذیه شده با جیره‌های حاوی گیاه کاکوتی.

	تیمار (درصد کاکوتی افزوده شده به جیره پایه)				
	صفر	۰/۲	۰/۴	SEM	*P*-value
وزن اولیه، کیلوگرم	۳۹/۷	۴۱/۶	۴۳/۵	۲/۴۵	۰/۵
وزن ۱۵ روزگی، کیلوگرم	۴۰/۸	۴۴/۹	۴۴/۷	۲/۴۵	۰/۴
وزن ۳۰ روزگی، کیلوگرم	۴۲/۹	۴۶/۱	۴۷	۲/۶۲	۰/۵
وزن ۴۵ روزگی، کیلوگرم	۴۵/۱	۴۹/۷	۴۹/۱	۲/۵۹	۰/۴
وزن ۶۰ روزگی (نهایی)، کیلوگرم	۴۹/۱	۵۵/۳	۵۵/۱	۲/۶۹	۰/۲
میانگین افزایش وزن روزانه، گرم (۱۵-۱)	۷۱[b]	۲۲۰[a]	۷۸[b]	۳۰	۰/۰۰۷
میانگین افزایش وزن روزانه، گرم (۳۰-۱۶)	۱۴۰	۸۸	۱۴۸	۳۰	۰/۴
میانگین افزایش وزن روزانه، گرم (۴۵-۳۱)	۱۴۵	۲۳۸	۱۵۰	۳۰	۰/۰۹
میانگین افزایش وزن روزانه، گرم (۶۰-۴۶)	۲۶۵[b]	۳۷۴[a]	۳۹۶[a]	۵۰	۰/۰۲
میانگین افزایش وزن روزانه کل دوره (گرم)	۱۵۶[b]	۲۲۸[a]	۱۹۲[ab]	۱۰	۰/۰۴۸
اضافه وزن، کیلوگرم (۱۵-۱ روزگی)	۱/۱[b]	۳/۳[a]	۱/۲[b]	۰/۴۶	۰/۰۰۷
اضافه وزن، کیلوگرم (۳۰-۱۶ روزگی)	۲/۱	۱/۲	۲/۳	۰/۵۲	۰/۴
اضافه وزن، کیلوگرم (۴۵-۳۱ روزگی)	۲/۲	۳/۶	۲/۱	۰/۴۷	۰/۰۹
اضافه وزن، کیلوگرم (۶۰-۴۶ روزگی)	۴	۵/۶	۶	۰/۸۶	۰/۲
اضافه وزن کل دوره، کیلوگرم (۶۰-۰ روزگی)	۹/۴۰[b]	۱۳/۷۰[a]	۱۱/۵۵[ab]	۱/۱۵	۰/۰۵
ضریب تبدیل (۱۵-۱ روزگی)	۷/۷	۴/۳	۵/۲	۱/۶۱	۰/۳
ضریب تبدیل (۳۰-۱۶ روزگی)	۵/۲	۷/۲	۷/۸	۰/۶۶	۰/۱
ضریب تبدیل (۴۵-۳۱ روزگی)	۷/۳	۳/۸	۴	۱/۵۴	۰/۲
ضریب تبدیل (۶۰-۴۶ روزگی)	۶/۲[b]	۴[a]	۵/۱[c]	۰/۳۴	۰/۰۰۵
ضریب تبدیل کل (۶۰-۰ روزگی)	۸/۸	۷/۶	۸/۱	۰/۵۳	۰/۲
بازده خوراک، درصد (۱۵-۱ روزگی)	۱۲/۹۸[b]	۲۳/۲۵[a]	۱۹/۲۳[a]	۰/۰۱	۰/۰۰۱
بازده خوراک، درصد (۳۰-۱۶ روزگی)	۱۹/۲۳[a]	۱۳/۸۸[b]	۱۲/۸۲[b]	۰/۰۱	۰/۰۱
بازده خوراک، درصد (۴۵-۳۱ روزگی)	۱۳/۶۹	۲۶/۳۱	۲۵	۰/۰۶	۰/۳
بازده خوراک، درصد (۶۰-۴۶ روزگی)	۱۶/۱۲	۲۵	۱۹/۶۰	۰/۰۶	۰/۶
بازده خوراک کل، درصد (۶۰-۰ روزگی)	۱۱/۳۶	۱۳/۱۵	۱۲/۳۴	۰/۰۰۸	۰/۳

ضریب تبدیل (در هر دوره زمانی)=(خوراک مصرفی / افزایش وزن) × ۱۰۰

بازده خوراک (در هر دوره زمانی)=(افزایش وزن / خوراک مصرفی) × ۱۰۰.

نتایج جدول ۷ نشان داد میانگین افزایش وزن روزانه ۱۵-۱، ۶۰-۴۶ روزگی و کل دوره (۶۰-۰ روزگی)، اضافه وزن ۱۵-۱ روزگی و اضافه وزن کل دوره (۶۰-۰ روزگی)، ضریب تبدیل ۶۰-۴۶ روزگی، بازده خوراک ۱۵-۱ و ۳۰-۱۶ روزگی و بازده خوراک کل دوره (۶۰-۰ روزگی) تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار گرفتند ($P<۰/۰۵$). وزن اولیه بره‌ها از نظر آماری یکسان بود و اوزان میان دوره و نهایی تحت تأثیر جیره‌ها قرار نگرفتند.

نتایج جدول ۸ نشان داد که وزن زنده قبل از کشتار تحت تأثیر تیمارها قرار نگرفت. به لحاظ عددی تیمار حاوی ۰/۲ درصد کاکوتی بیشترین مقدار و تیمار حاوی ۰/۴ درصد کاکوتی کمترین مقدار را داشت. وزن پوست در تیمار شاهد و ۰/۲درصد کاکوتی نسبت به تیمار ۰/۴ درصد کاکوتی تفاوت معنی‌داری داشت ($P<۰/۰۵$). وزن کلیه‌ها در تیمار ۰/۲ درصد کاکوتی نسبت به تیمار شاهد و ۰/۴ درصد کاکوتی دارای تفاوت معنی‌داری بود ($P<۰/۰۵$). وزن قلوگاه در تیمار ۰/۴ درصد کاکوتی نسبت به تیمار شاهد و ۰/۲ درصد کاکوتی دارای تفاوت معنی‌داری بود ($P<۰/۰۵$). بیشترین وزن قلوگاه در تیمار ۰/۴ درصد کاکوتی و کمترین مربوط به تیمار ۰/۲ درصد کاکوتی بود. وزن کله در تیمار ۰/۲ درصد کاکوتی نسبت به تیمار شاهد و ۰/۴ درصد کاکوتی دارای تفاوت معنی‌داری بود ($P<۰/۰۵$). بیشترین وزن کله در تیمار ۰/۲ درصد کاکوتی و کمترین وزن متعلق به تیمار ۰/۴ درصد کاکوتی بود.

طبق جدول ۹، از نظر میانگین pH گوشت بین تیمارها تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. تیمارهای آزمایشی بر شاخص A، B و L تأثیر معنی‌داری نداشتند. نتایج نشان داد غلظت مالون دی آلدئید بین تیمارهای آزمایشی تفاوت معنی‌داری نداشت. اما در تیمارهای حاوی گیاه کاکوتی نسبت به شاهد

کاهش عددی مشاهده شد. با افزایش مقدار کاکوتی مالون دی آلدئید نیز کاهش یافت.

جدول ۸. وزن زنده (کیلوگرم) و وزن بخش‌های مختلف لاشه (گرم) بره‌های تغذیه شده با جیره‌های آزمایشی حاوی گیاه کاکوتی.

	تیمار (درصد کاکوتی افزوده شده به جیره پایه)				
تفکیک لاشه	صفر	۰/۲	۰/۴	SEM	*P*-value
وزن زنده	۵۴/۹	۵۸/۸	۵۴/۱	۲/۴۸	۰/۴
پوست	۵۸۱۶/۷[a]	۵۷۸۶/۷[a]	۴۳۸۲[b]	۲۵۸/۴	۰/۰۱
پاچه	۱۰۳۷/۳	۱۰۹۲	۹۹۲/۶	۶۳/۹	۰/۵
جگر	۸۶۳/۳	۹۴۴	۹۶۵/۳	۱۰۵/۲	۰/۷
جگر سفید	۶۴۱/۳	۶۶۸/۶	۶۲۲/۶	۶۷	۰/۸
قلب	۲۱۳/۳	۱۹۶/۷	۳۶۲/۷	۱۲۰/۷	۰/۵
چربی اطراف قلب	۱۴۶	۱۰۱/۳	۱۱۹/۳	۲۰/۲	۰/۳
کلیه‌ها	۱۰۷/۳[b]	۱۲۹/۳[a]	۱۱۲[b]	۳/۱	۰/۰۰۶
چربی اطراف کلیه	۴۳۵/۳	۵۴۲	۵۱۲/۷	۱۰۶/۳	۰/۷
معده پر	۶۸۲۹	۶۵۹۷	۷۱۸۱	۷۱۹/۱	۰/۸
ران	۲۵۷۲/۷	۳۰۸۱/۳	۳۱۱۴	۳۳۴/۹	۰/۴
سردست	۲۳۳۵/۳	۲۵۹۰/۷	۲۳۸۵/۳	۱۰۵/۹	۰/۲
روده بزرگ	۱۹۶۰	۱۶۰۶/۷	۱۷۳۶/۷	۹۹/۶	۰/۱
طول ماهیچه	۵۶/۳	۵۷/۲	۵۴/۱	۲/۱	۰/۶
عرض ماهیچه	۳۴/۶	۳۷/۳	۴۱/۳	۳/۲	۰/۴
گردن	۲۹۶۱	۹۷۴	۸۱۱	۱۱۷۵/۶	۰/۴
راسته	۳۵۱۶	۲۲۸۶/۱	۲۵۰۰/۷	۶۲۹/۴	۰/۴
پیش سینه	۱۷۴۳/۳	۱۷۷۹/۳	۱۳۰۶	۱۴۵/۵	۰/۱
طحال	۶۶/۶	۸۴/۶	۶۶	۶/۵	۰/۱
بیضه	۴۷۲/۶	۴۶۶	۲۶۹/۳	۶۰/۴	۰/۰۹
وزن نیم لاشه	۲۷/۲	۲۹/۸	۲۶/۴	۱/۱۲	۰/۱
چربی دستگاه گوارش	۱۵۷۲/۷	۱۲۹۰	۱۹۶۶	۲۴۷/۷	۰/۲
قلوگاه	۹۶۵[b]	۸۹۱[b]	۱۱۲۶[a]	۳۰/۶	۰/۰۰۴
کله	۲۷۲۹/۳[b]	۳۰۹۹/۳[a]	۲۶۸۰[b]	۵۴/۴	۰/۰۰۳
نگاری	۱۱۷/۳	۱۳۶/۶	۱۳۰	۱۶/۶	۰/۷
هزارلا	۲۳۸	۲۲۴/۶	۲۳۳/۳	۱۸/۷	۰/۸
شیردان	۴۹۰	۴۳۰/۶	۳۵۹/۳	۵۱/۴	۰/۲
سطح مقطع	۲۱/۹	۲۴/۹	۱۶/۹	۲/۶	۰/۱
روده پر	۳۹۳۸/۷	۳۹۷۷	۳۷۱۹/۳	۱۸۶/۶	۰/۶
روده کوچک	۶۷۰	۷۱۲	۶۹۲	۵۳/۵	۰/۸
شکمبه	۹۵۲/۶	۱۰۵۸/۶	۹۸۲/۶	۶۶/۸	۰/۵
چربی لگن	۳۳۲/۷	۳۷۸	۴۶۴/۷	۸۰/۲	۰/۵

جدول ۹. تأثیر جیره‌های حاوی کاکوتی بر تغییرات اکسایشی مالون دی آلدئید (میلی‌گرم در کیلوگرم)، ویژه‌گی‌های رنگ سنجی و pH گوشت بره‌ها.

	تیمار (درصد کاکوتی افزوده شده به جیره پایه)				
شاخص	صفر	۰/۲	۰/۴	SEM	*P*-value
تغییرات اکسایشی مالون دی آلدئید					
۲۴ ساعت بعد کشتار	۰/۳۰	۰/۲۶	۰/۲۴	۰/۰۹	۰/۸
۴۸ ساعت بعد کشتار	۰/۴۳	۰/۳۶	۰/۳۳	۰/۱۰	۰/۹۰
ویژه‌گی‌های رنگ سنجی					
L*	۳۵/۱	۲۴/۹	۲۰/۸	۱۱/۲	۰/۶۰
A*	۱۱	۱۰/۸	۱۰/۸	۰/۸۰	۰/۹۰
B*	۸/۶۴	۷/۴۹	۸/۰۲	۰/۵	۰/۳۰

pH	۵/۱۰	۵/۲۰	۵/۰۷	۰/۱۰	۰/۵۰

L= روشنی-تیرگی، A= رنگ سبز تا قرمز، B= زردی-آبی.

بحث

گیاه کاکوتی دارای مواد مغذی با ارزش از جمله پروتئین و کربوهیدرات می‌باشد که میکروارگانیسم‌های موجود در شکمبه می‌توانند از تجزیه این مواد انرژی مورد نیاز خود را برای ساخت پیکره سلولی مهیا سازند؛ لذا، از دلایل احتمالی افزایش پتانسیل تولید گاز در تیمار حاوی گیاه کاکوتی نسبت به شاهد شاید افزایش سوبسترای در دسترس میکروارگانیسم‌ها باشد. هرچند، مقدار یا نسبت کاکوتی استفاده شده در جیره‌ها کم بوده است، لذا تأثیر ترکیب شیمیایی بر فراسنجه‌ی تولید گاز می‌تواند تا حدی محدود باشد و در کنار مواد مؤثره آن باعث این تغییرات شده باشد. گیاه زنیان (دارای تیمول و گاما ترپینن مشابه کاکوتی) باعث افزایش درصد متان، غلظت اسیدهای چرب استیک و بوتیریک، دی‌اکسیدکربن، هیدروژن و در نتیجه تولید گاز شده است (۲۴) که با مطالعه حاضر مطابقت دارد. دیگران نیز با افزایش مقدار عصاره گل گاو زبان (دارای مواد مؤثره مشابه کاکوتی) افزایش خطی معنی‌دار گاز تولیدی را مشاهده کردند (۲۶)، دلیل افزایش کل گاز تولیدی در طی دوره تخمیر را افزایش قند محلول در محیط به دلیل حضور عصاره گیاه دانستند.

ماده آلی واقعاً تجزیه شده در تیمار ۰/۲ و ۰/۴ درصد کاکوتی به طور معنی‌داری نسبت به سایر تیمارهای حاوی کاکوتی افزایش داشت. تولید توده میکروبی و بازده تولید توده میکروبی در تیمار ۰/۲ درصد کاکوتی از سایر تیمارهای حاوی کاکوتی بیشتر بود ($P<۰/۰۵$)، اما با شاهد فقط اختلاف عددی بود. موافق با نتایج مطالعه حاضر برای سطوح بالاتر از ۰/۴ درصد، پژوهشگران گزارش کردند در حضور ماده مؤثره نعناع (منتول مشابه کاکوتی)، آنزیم‌های کربوکسیل متیل سلولاز و زایلاناز مهار شده و در نهایت تجزیه پذیری ماده آلی کاهش می‌یابد که این امر را ناشی از مهار فعالیت باکتری‌های *فیبروباکتر سوکسینوژنس* و قارچ‌ها دانسته‌اند (۱). گزارش شد که سطوح بالای اسانس مروتلخ (۸-۱ سینئول مشابه کاکوتی) موجب کاهش تولید توده میکروبی و بازده توده میکروبی شد (۲۹)، لذا شاید اثر کاهشی سطوح بالاتر کاکوتی را بتوان به این عوامل ارتباط داد.

استفاده از گیاه کاکوتی در جیره اثر معنی‌داری بر مصرف خوراک نداشت. استفاده از سطح ۵ درصد گیاه نعناع فلفلی (دارای پولگون مشابه کاکوتی) تأثیر معنی‌داری بر مصرف ماده خشک گاوهای شیرده نداشت (۱۶) که موافق با نتایج مطالعه حاضر است. تحقیقات نشان داده است مصرف ماده خشک می‌تواند توسط برخی عوامل مانند دوره عادت پذیری، اثر متقابل گیاهان دارویی با دیگر ترکیبات جیره و سطح مصرف آن‌ها در جیره، تحت تأثیر قرار گیرد. از طرفی، اثرات گیاهان دارویی بر مصرف خوراک در نشخوارکنندگان به طور عمده تحت تأثیر نوع گیاه و مقدار استفاده از آن در جیره قرار دارد (۴)، در مطالعه حاضر در تیمارهای حاوی ۰/۲ و ۰/۴ درصد گیاه کاکوتی میانگین مصرف خوراک دام در کل دوره تمایل به افزایش داشت؛ دلیل افزایش خوراک در سطوح مختلف کاکوتی را می‌توان به عطر و رایحه گیاه کاکوتی نسبت به شاهد بیان کرد که سبب تحریک اشتها در دام‌ها می‌شود. لینالول (یکی از ترکیبات موجود در گل میمونی سازویی و کاکوتی) دارای خاصیت اشتها آور در جیره بوده و فرایند هضم را در حیوانات تحریک می‌کند (۱۰). به نظر می‌رسد میزان لینالول در حدی نبوده است که بتواند تغییر معنی‌داری در میزان مصرف خوراک ایجاد کند.

در مطالعه حاضر، قابلیت هضم ظاهری ماده خشک، NDF، ADF، پروتئین خام و ماده آلی جیره‌های آزمایشی تحت تأثیر گیاه کاکوتی قرار نگرفت. در مطالعه دیگری با افزودن گیاه کاکوتی به شیر تغذیه شده به گوساله‌های هلشتاین، اثر معنی‌داری بر قابلیت هضم ماده‌خشک در گوساله‌های هلشتاین مشاهده نشد (۱۵). در مطالعه‌ای توسط Ahmadi و همکاران در سال ۲۰۱۵ مشخص شد که قابلیت هضم ماده خشک، NDF، ADF و پروتئین خام تحت تأثیر سطوح مختلف اسانس نعناع فلفلی (دارای پولگون مشابه کاکوتی) قرار نگرفت (۲) که با نتایج حاصل از مطالعه حاضر همسو می‌باشد. پژوهشگران گزارش کردند که سطوح مختلف کاکوتی باعث بهبود درصد قابلیت هضم ماده خشک جیره نسبت به تیمار شاهد شده است (۳۲). در مطالعه‌ای نشان داده شده که سطح ۵ درصد گیاه نعناع (دارای پولگون مشابه کاکوتی) باعث کاهش قابلیت هضم ماده‌خشک، ماده‌آلی، پروتئین‌خام، NDF و ADF جیره گاوهای هلشتاین شد (۱۶) که با مطالعه حاضر مغایرت داشت.

با افزایش سطح گیاه کاکوتی در جیره، غلظت نیتروژن آمونیاکی مایع شکمبه روند کاهشی غیرمعنی‌داری داشت. مواد مؤثره گیاهان دارویی با مهار کردن پروتئازهای باکتریایی موجب کاهش یا ممانعت از هضم پروتئین و در نتیجه غلظت آمونیاک شکمبه شده در نهایت موجب مصرف آن‌ها در روده می‌شوند (۳۶). برخی مواد مؤثره در گیاهان دارویی از دآمیناسیون اسیدهای آمینه ممانعت می‌کنند، همچنین، به علت دارا بودن خاصیت چربی دوستی با اتصال مستقیم به غشای سلول باکتری و یا به‌طور غیرمستقیم با صدمه زدن به پروتئین‌های غشای پلاسمایی باعث تغییر سیالیت غشای پلاسمایی و یا موجب تجزیه‌ی سلول می‌شود (۹)، این عمل سرعت رشد باکتری‌ها را کاهش می‌دهد و موجب تغییراتی در تخمیر و پروفایل اسیدهای چرب می‌شود (۱۱). مواد مؤثره از جمله آنتول، کارواکرول و یوگنول (مواد مؤثره موجود در کاکوتی) موجب کاهش نیتروژن آمونیاکی و کاهش در اسید چرب فرار و در کل میزان تخمیر شکمبه شده‌اند (۸). برخی از پژوهشگران گزارش کردند افزودن سطوح مختلف اسانس نعنا (دارای پولگون مشابه کاکوتی) تأثیر معنی‌داری بر غلظت نیتروژن آمونیاکی شکمبه گوسفند ماکویی نداشت (۲).

pH شکمبه یکی از متغیرترین شاخص‌ها در محیط تخمیر است. پروتوزوآ یکی از عوامل مؤثر در تولید هیدروژن است و افزایش یا کاهش هیدروژن در محیط شکمبه سبب pH اسیدی یا قلیایی می‌شود (۲۳)، از آن‌جا که جمعیت پروتوزوآیی تیمارهای مطالعه حاضر تفاوتی نداشتند (جدول ۶) لذا عدم تغییر شاید به همین دلیل باشد. در مطالعه‌ای توسط Salamat و همکاران در سال ۲۰۱۵ گزارش شد که استفاده از سطوح مختلف (۲۵ و ۵۰ گرم در روز به ازای هر راس) کاکوتی تأثیر معنی‌داری بر pH مایع شکمبه گوسفند دالاق نداشته است (۳۲).

در مطالعه حاضر اثر جیره‌های آزمایشی بر فراسنجه‌های خونی گوسفندان غیرمعنی‌دار بود. نیتروژن اوره‌ای خون تمایل به کاهش نشان داد که در راستای کاهش عددی نیتروژن آمونیاکی شکمبه بود، زیرا نیتروژن اوره‌ای خون به‌طور معمول تابعی از نیتروژن آمونیاکی شکمبه می‌باشد. پژوهشگران گزارش کردند که افزودن اسانس نعناع فلفلی (دارای منتول مشابه کاکوتی) (۱۶)، یا کاکوتی (۱۵) به شیر گوساله‌های هلشتاین یا جیره بره‌ها (۳۲) اثری بر غلظت فراسنجه‌های پلاسمای خون نداشت که موافق با مطالعه حاضر است.

با افزودن گیاه کاکوتی به جیره، تراکم پروتوزوآ از نظر عددی کاهش پیدا کرد. خاصیت ضد میکروبی اسانس‌های گیاهی علیه دامنه وسیعی از میکروارگانیسم‌ها از جمله پروتوزوآ به اثبات رسیده است (۴). در مطالعه Newbold و همکاران در سال ۲۰۰۴ افزودن برگ اکالیپتوس باعث کاهش جمعیت پروتوزوآی شکمبه شد، از آنجایی که ترکیب اصلی مؤثره برگ اکالیپتوس ۱ و ۸ سینئول (مشابه کاکوتی) است، احتمالاً این ترکیبات از طریق ایجاد پیوند با استرول غشای سلولی پروتوزوآ سبب تغییر نفوذپذیری سلول شده و در نهایت به تجزیهٔ سلولی پروتوزوآ انجامیده است (۲۶)، اما در مطالعه حاضر تأثیری بر جمعیت پروتوزوآ مشاهده نشد که احتمالاً ناشی از سطح گیاه در جیره و در نتیجه ماده مؤثره کم‌تر آن در مقایسه با مطالعه ذکر شده باشد.

وزن نهایی در تیمار شاهد به طور غیر معنی‌داری کمتر از دیگر تیمارها بود. دلیل این امر احتمالاً ناشی از افزایش وزن روزانه کمتر باشد که احتمالاً خود ناشی از ماده خشک مصرفی کمتر توسط بره‌های این گروه می‌باشد. اما میانگین افزایش وزن روزانه ۱۵-۱، ۶۰-۴۶ روزگی و کل دوره (۶۰-۰ روزگی)، اضافه وزن ۱۵-۱ روزگی و اضافه وزن کل دوره (۶۰-۰ روزگی) و بازده خوراک کل (۶۰-۰ روزگی) در تیمار حاوی ۰/۲ درصد کاکوتی بالاترین مقدار بود ($P<۰/۰۵$). ضریب‌تبدیل خوراک ۶۰-۴۶ روزگی نیز در تیمار حاوی ۰/۲ درصد کاکوتی به طور معنی‌داری بهتر از سایر تیمارها بود. برخی از پژوهشگران گزارش دادند که با تغذیه ۲۰۰ میلی‌گرم کارواکرول (یکی از مواد مؤثره موجود در کاکوتی) در دو جیره بر پایه جو و ذرت افزایش میانگین وزن روزانه نسبت به جیره شاهد مشاهده شده است (۱۲). مطالعات انجام شده در مورد استفاده از سینامالدئید و اوژنول (ماده مؤثره دارچین مشابه کاکوتی) در جیره بره‌های پرواری (۱۲) و گاوهای گوشتی (۳۸) نشان داد که وزن نهایی، افزایش وزن روزانه و ضریب‌تبدیل خوراک تحت تأثیر جیره‌های آزمایشی قرار نگرفتند. ترکیبات فعال و مؤثر موجود در اسانس‌های گیاهی با مهار پروتئازهای باکتریایی موجب کاهش هضم پروتیئن در شکمبه و مورد استفاده قرار گرفتن آن‌ها در روده می‌شود و پس از جذب در روده باریک به طور مؤثری در بدن حیوان نشخوارکننده مورد استفاده قرار می‌گیرد که منجر به افزایش و بهبود بازده تولیدی حیوان می‌شود (۱۱). به نظر می‌رسد انتقال مکان هضم بخشی از پروتئین‌های جیره از شکمبه به روده باریک توانسته بازده تولیدی حیوان را بهبود

بخشد و این بهبود با افزایش وزن روزانه قابل مشاهده است. متابولیت‌های ثانویه گیاهان به دلیل خاصیت ضد میکروبی خود می‌توانند در جمعیت میکروبی شکمبه تغییر ایجاد کنند که این تغییرات در نهایت منجر به افزایش بازده تخمیر و بهبود استفاده از مواد مغذی می‌شود (۱۱).

از نظر میانگین pH گوشت بین تیمارها تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. یکی از دلایل تغییر pH گوشت بره، ممکن است تفاوت در ذخیره سازی گلیکوژن پس از کشتار یا تفاوت در واکنش به استرس کشتار باشد که خود به‌سبب نوعی از فعالیت‌های آنزیمی است (۵). بعد از کشتار pH گوشت اکثر حیوانات اهلی حدود ۶/۲ است (۳۷). جدایی سرهای اکتین و میوزین برای خروج عضلات از حالت انقباض نیاز به انرژی دارند. از آنجا که بعد از کشتار شرایط بی‌هوازی برقرار است از فسفات‌های پر انرژی و گلیکوژن استفاده می‌شود. طی این فرآیند علاوه بر تولید انرژی جهت خروج از جمود، pH به تدریج کاهش می‌یابد و به حدود ۵/۲ می‌رسد (۳۷). روند کاهش pH و میزان نهایی آن بر کیفیت گوشت بسیار تأثیرگذار است. نشان داده شده در صورتی که دام دارای کمبود ذخایر انرژی قابل مصرف، تحت شرایط بی‌هوازی، یا سوخت و ساز شدید باشد، قبل از کاهش دما به حد کافی یا عدم کاهش دما در زمان مناسب، pH کاهش یافته و گوشت حالت رنگ پریده و نرم پیدا کرده و ظرفیت نگهداری آب در آن به شدت پایین می‌آید این وضعیت در pH بالاتر از حد طبیعی (۵/۸) صورت می‌گیرد (۵). مقدار pH گوشت بزغاله‌های مهابادی ۲۴ پس از کشتار در تیمارهای حاوی اسانس آویشن دارای تفاوت معنی‌داری نبود (۱۷) که با مطالعه حاضر مطابقت دارد.

تیمارهای آزمایشی بر شاخص A، B و L تأثیر معنی‌داری نداشت. فاکتور L از فاکتورهای رنگ‌سنجی نشان‌دهنده میزان روشنی–تیرگی نمونه‌ها می‌باشد. دامنه مقادیر این فاکتور بین ۰ تا ۱۰۰ است که عدد صفر نشان دهنده سیاهی و عدد صد نشان دهنده‌ی سفیدی یا روشنی نمونه می‌باشد. فاکتور A از فاکتورهای رنگ‌سنجی نشان دهنده‌ی میزان رنگ قرمزی‌سبزی نمونه‌ها می‌باشد. این فاکتور بین A– تا A+ تغییر کرده که A– نشان دهنده‌ی رنگ سبز و A+ نشان دهنده‌ی قرمزی رنگ نمونه می‌باشد. فاکتور B از فاکتورهای رنگ‌سنجی نشان دهنده‌ی میزان زردی-آبی نمونه‌ها می‌باشد. این فاکتور بین B– تا B+ تغییر کرده که B– نشان دهنده‌ی رنگ آبی و B+ نشان دهنده‌ی رنگ زرد نمونه می‌باشد (۳۰).

در مطالعه Hozhabri و همکاران در سال ۲۰۱۳، تفاوت معنی-داری در شاخص روشنایی، قرمزی، زردی در بین تیمارهای دریافت کننده اسانس آویشن (دارای تیمول و کاواکرول مشابه کاکوتی) در گوشت بزغاله‌های پرواری مهابادی مشاهده نشد (۱۷). شاخص‌های روشنایی، قرمزی و زردی در گوشت تازه گاو در بین تیمارهای دریافت کننده اسانس زنیان (دارای پی-سیمین مشابه کاکوتی) دارای تفاوت معنی‌داری با یکدیگر بودند (۳۰).

از لحاظ، مقدار مالون دی‌آلدئید بین تیمارهای آزمایشی تفاوت معنی‌داری وجود نداشت، با افزایش کاکوتی، مالون دی‌آلدئید نیز کاهش عددی یافت. یکی از روش‌های اندازه‌گیری اکسیداسیون چربی‌ها در غذاهای گوشتی تعیین اندیس TBA یا همان تیوباربیتوریک اسید است؛ این اندیس معرف میلی‌گرم مالون آلدئید در هر۱۰ کیلوگرم گوشت می‌باشد. پس از نگهداری گوشت به مدت ۱ سال در فریزر و اندازه‌گیری این اندیس در فواصل زمانی مختلف، مشخص شد که دامنه تغییر آن از ۰/۴۷ تا ۶/۴۷ متغیر است. از این رو همیشه و در روند افزایش و کاهش این اندیس مبنای تفسیر نتایج قرار می‌گیرد. افزایش زمان نگه‌داری گوشت در یخچال (۴ درجه سلسیوس) در روزهای مختلف باعث افزایش مقدار اکسیداسیون چربی‌ها می‌شود (۲۱). با افزایش غلظت عصاره‌ها مهار اکسیداسیون بهبود یافت و عدد تیوباربیتوریک اسید کاهش پیدا کرد، این اثر آنتی اکسیدانی را به محتوای فنولی عصاره‌ها نسبت می‌دهند که در واقع افزایش غلظت ترکیبات فنولی منجر به افزایش گروه‌های فعال برای مهار رادیکال آزاد می‌گردد؛ مشخص شده است که گیاهان دارویی و به طور خاص گونه‌های تیره چتریان و نعناعیان، ویژگی آنتی اکسیدانی بالایی دارند. اسانس مرزنجوش حاوی مقدار زیادی تیمول و کارواکرول (مشابه کاکوتی) می‌باشد، این ترکیبات شیمیایی با دادن اتم‌های هیدروژن از فعالیت رادیکال‌های آزاد جلوگیری می‌کنند و بدین وسیله اکسیداسیون چربی‌ها را به تأخیر می‌اندازد (۲۲). در مطالعه‌ای گزارش کردند که با افزودن خرفه (دارای فلاونوئید مشابه کاکوتی) به جیره بره پرواری مالون دی‌آلدئید گوشت تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی و زمان قرار گرفت (۳۱). اگرچه، در مطالعه حاضر کاکوتی باعث تأثیر معنی‌دار بر کاهش مالون دی‌آلدئید نشد، اما مقدار آن را نسبت به جیره شاهد کاهش داد، لذا شاید مقدار استفاده از آن عامل این تفاوت غیر معنی‌دار باشد و استفاده بیشتر از آن اثر معنی‌داری برجای بگذارد.

به طور کلی نتایج مطالعه حاضر نشان داد که افزودن گیاه کامل کاکوتی به عنوان مکمل به جیره گوسفندان پرواری باعث افزایش پتانسیل تولید گاز، ماده آلی واقعاً تجزیه شده و تولید توده میکروبی شد. از طرفی تأثیر آن در افزایش یا بهبود مصرف خوراک، قابلیت هضم ماده خشک، ماده آلی، پروتئین و NDF، فراسنجه‌های شکمبه‌ای و خونی، کیفیت و خواص آنتی اکسیدانی گوشت بره‌های پروار به‌صورت عددی بود. با این حال، منجر به افزایش برخی از شاخصه‌های عملکرد پروار نظیر میانگین افزایش وزن روزانه، کل اضافه وزن دوره، ضریب تبدیل و بازده خوراک شد. بنابراین، به نظر می‌رسد استفاده از گیاه کاکوتی به‌ویژه سطح ۰/۲ درصد آن در جیره بره‌های پرواری، بتواند اثرات مفیدی بر عملکرد، فراسنجه‌های تخمیری و نظیر آن داشته باشد.

سپاسگزاری

از مسئولین محترم دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان برای همه کمک‌ها سپاسگزاری می‌شود.

تعارض منافع

بین نویسندگان تعارض در منافع گزارش نشده است.

References

1. Agarwal, N., Shekhar, C., Kumar, R., Chaudhary, L.C., Kamra, D.N. (2009). Effect of peppermint (*Mentha piperita*) oil on *in vitro* methanogenesis and fermentation of feed with buffalo rumen liquor. Anim Feed Sci Tech, 148, 321-327. https:// doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2008.04.004
2. Ahmadi, A., Pirmohammadi, R., Sahrayiblordi, M., Parsayimehr, Kh. (2015). Effect of peppermint (*Mentha Piperita L.*) on digestibility and rumen fermentation of makuei sheep. Anim Sci, 28(1), 65-70. (In Persian). https://10.22092/ASJ.2015.101348
3. AOAC Authors. (2006). Association of Analytical Communities. (7th ed.) MD, LIPD, FA, Gaithersburg, USA.
4. Benchaar, C., Calsamiglia, S., Chaves, A.V., Fraser G.R., Colombatto, D., McAllister, T.A., Beauchemin, K.A. (2008). A review of plant derived essential oils in ruminant nutrition and production. Anim Feed Sci Tech, 145, 209-228. https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2007.04.014
5. Bekhit, A.A., Hopkins, D.L., Geesink, G., Bekhit, A.A., Franks, P. (2014). Exogenous proteases for meat tenderization. Crit Rev Food Sci, 54(8), 1012-1031. https://doi.org/10.1080/10408398.2011.623247
6. Botsoglou, N.A., Florou-Paneri, P., Christaki, E., Fletouris, D.J., Spais, A.B. (2002). Effect of dietary oregano essential oil on performance of chickens and on iron-induced lipid oxidation of breast, thigh and abdominal fat tissues. Br Poult Sci, 43, 223-230. https://doi.org/10.1080/00071660120121436
7. Brodrick, G.A., Kang, J. H. (1980). Automated simultaneous determination of ammonia and total amino acids in ruminal fluid and *in vitro* media. J Dairy Sci, 63, 64-75. https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(80)82888-8
8. Busquet, M., Calsamiglia, S., Frevet, A., Camel, C. (2006). Plant extract of feet *in vitro* rumen microbial fermentation. J Dairy Sci, 89, 761-771. https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(06)72137-3
9. Burt, S. (2004). Essential oils: Their antibacterial properties and potential applications in foods- a review. Int J Food Microbiol, 94, 223–253. https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2004.03.022
10. Çabuk, M., Bozkurt, M., Alcicek, A., Akbas, Y., Kucukyilmaz, K. (2006). Effect of an herbal essential oil mixture on growth and internal organ weight of broilers from young and old breeder flocks. S Afr J Anim Sci, 36(2), 135-141. http://dx.doi.org/10.4314/sajas.v36i2.3996
11. Calsamiglia, S., Busquet, M., Cardozo, P.W., Castillejos, L., Ferret, A. (2007). Invited review: Essential oils as modifiers of rumen microbial fermentation. J Dairy Sci, 90, 2580-2595. https://doi.org/10.3168/jds.2006-644
12. Chaves, A.V., Dugan, M.E.R., Stanford, K., Dugan, M.E.R., Gibson, L.L., Bystrom, J.M., McAllister, T.A., Van Herk, F., Bencher, C. (2011). Adoseresponse of cinnamaldehyde supplementation on intake, ruminal fermentation, blood metabolites, growth performance, and carcass characteristics of growing lambs. Livest Sci, 141, 213-220. https://doi.org/10.1016/j.livsci.2011.06.006
13. Dehority, B.A. (2003). Rumen Microbiology. (1st ed.) Nottingham University Press. Nottingham, UK. p. 323.
14. Fisher, A.V., Boer, H.de. (1994). The EAAP standard method of sheep carcass assessment. Carcass measurements and dissection procedures Report of the EAAP Working Group on Carcass Evaluation, in cooperation with the CIHEAM Instituto Agronomico Mediterraneo of Zaragoza and the CEC Directorate General for Agriculture in Brussels. Livest Prod Sci, 38, 149-159. https://doi.org/10.1016/0301-6226(94)90166-X
15. Ghahhari, N., Ghoorchi, T., Vakili S.A. (2016). Effect of adding herbs (*Ziziphora clinopodioides, Mentha spicata and Mentha pulegium*) in milk on performance, blood metabolites and fecal microbial population on Holstein calves. Iranian J Anim Sci Res, 8(1), 57-71. (In Persian). https://doi.org/10.22067/ijasr.v8i1.45333
16. Hosoda, K., Kuranoto, K., Eruden, B., Nishida, T., Shona, S. (2006). The Effects of Three Herbs as Feed Supplements on Blood Metabolites, Hormones, Antioxidant Activity, IgG Concentration, and Ruminal Fermentation in Holstein Steers. Asian Austral J Anim, 19(1), 35-41. https://doi.org/10.5713/ajas.2006.35
17. Hozhabri, A., Ganjkhanlou, M., Zali, A., Emami, A., Akbari Afjani, A. (2013). Effect of fish oil and thyme on meat quality and meat oxidative stability of Mahabadi kids. J Anim Sci Res, 23(4), 71-81. (In Persian)
18. Mahboubi, M., Haghi, Gh. (2008). Antimicrobial activity and chemical composition of *Mentha pulegium* L. essential oil. J Ethnopharmacol, 119, 325-327. https://doi.org/10.1016/j.jep.2008.07.023

19. Menke, K.H., Steingass, H. (1988). Estimation of the energetic feed value obtained from chemical analysis and gas production using rumen fluid. Anim Res Develop, 28, 7–55.
20. Minooeian Haghighi, M. H., Khosravi, A.R. (2013). Inhibition and destruction effects of *Cuminum cyminum, Ziziphora clinopodioides and Nigella sativa* essences on aspergillus cells M.H. J Babol Uni Med Sci, 15(6), 25-35. (In Persian). https://doi.org/10.18869/acadpub.jbums.15.6.25
21. Mirshekar, R., Dastar, B., Shabanpour, B. (2015). Effects of Green tea, Echinacea and Rosemary extracts on shelf life of broiler thigh meat. Anim Sci, 28(1), 179-186. (In Persian). https://doi.org/10.22092/ASJ.2015.101359
22. Montoya, G., Londono, J., Yassin, L., Vasquez, G., Rojas, M., Ramirez, R. (2007). Monoterpenos aromáticos thymol carvacrol: Aproximaciones de sus posibles papeles en procesos claves de la patología cardiovascular. Scientia Et Technica, 33, 27–32. http://dx.doi.org/10.22517/23447214.5825
23. Morgavi, D.P., Forano, E., Martin, C., Newbold, C.J. (2010). Microbial ecosystem and methanogenesis in ruminants. Animal, 4(7), 1024-1036. https://doi.org/10.1017/S1751731110000546
24. Nemati, F., Roozbehan, Y., Karimi Torshizi, M.A., Rezaei, J. (2012). An investigation of the effect of some medicinal plants on *in vitro* ruminal fermentation parameters. Iranian J Anim Sci, 43 (2), 193-206. (In Persian). https://doi.org/10.22059/IJAS.2012.28528
25. Newbold, C.J., McIntosh, F.M., Williams, P., Riccardo, L., Wallace. R.J. (2004). Effects of a specific blend of essential oilcompounds on rumen fermentation. Anim Feed Sci Tech, 114, 105-112. https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2003.12.006
26. Nooriansarvar, M.E., Roozbehan, Y. (2012). The influence of *Echium amoenum* extract on *in vitro* ruminal fermentation, protozoa population and reduction of methane production. Iranian J Anim Sci, 43(2), 287-296. (In Persian). https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2013.06.002
27. National Research Council (2007). Nutrient Requirements of Small Ruminants, sheep, goats, cervids, and New World camelids. The National Academy press, Washington, DC, USA. p. 244-270.
28. Orskov, E.R., McDonald, P. (1979). The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighed according to rate of passage. J Agric Sci, 92, 499-503. https://doi.org/10.1017/S0021859600063048
29. Ouladshanbe, Y., Sari, M., Chaji, M., Mohammadabadi, T. and Boojarpour, M. (2014). Investigating the effects of *Salvia mirzayanii* essential oil on rumen microbial fermentation and nutrient digestibility using gas production and dual flow continuous culture system. Iranian J Anim Sci Res, 6(1), 54-65. (In Persian). https://doi.org/10.22067/ijasr.v6i1.21016
30. Pasbani, E., Amiri, S. (2017). Evaluating the effect of aleo vera gel coating and solid lipid nano-particles containing thymol seed (*Carum copticum*) essential oil on shelf life of fresh beef. Iranian J Nutr Sci and Food Tech, 12(2), 75-86. (In Persian).
31. Safari H., Mohit, A., Mohiti Asli, M. (2015). Effect of dried Purslane (*Portulaca oleracea* L.) powder in broilers diet on the performance, immune response and some of blood factors. Anim Prod Sci, 17(2), 257-267. (In Persian). https://doi.org/10.22059/JAP.2015.53375
32. Salamat, A., Ghorchi, T., Ghanbari, F., Ashayerizadeh, O. (2015). Determination of degradability and the effect of *Ziziphora tenuior* L. on dry matter digestibility rumen microbial population and blood parameters of Dalaq sheep. J Livest Res, 4(3), 23-24. (In Persian)
33. Sallam, K.I., Ishioroshi M., Samejima, K. (2004). Antioxidant and antimicrobial effects of garlic in chicken. Poult Sci, 44, S44-45. https://doi.org/10.1016/j.lwt.2004.04.001
34. Tamminga, S. (1992). Nutrition management of dairy cows as a contribution to pollution control. J Dairy Sci, 216-224. https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(92)77770-4
35. Van Soest, P.J., Robertson, J.B., Lewis, B.A. (1991). Methods of dietary fiber, neutral detergent fiber, and non starch polysaccharides in relation to animal nutrition. J Dairy Sci, 74, 3583-3597. https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(91)78551-2
36. Wang, Y., McAllister, T.A., Yanke, L.J., Xu, Z.J., Cheeke, P.R., Cheng, K.J. (2000). *In vitro* effect of steroidal saponins from *Yucca schidigera* extract on ruminal microbial protein synthesis and ruminal fermentation. J Sci Food Agric, 80, 2114-2122. https://doi.org/10.1002/1097-0010(200011)80:14<2114:AID-JSFA755>3.0.CO;2-0
37. Wood, J. D., Enser, M., Fisher, A.V., Nute, G.R., Sheard, P.R., Richardson, R.I., Hughes, S.I., Whittington, F.M. (2008). Fat deposition, fatty acid composition and meat quality: A review. J Meat Sci, 78, 343–358. https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2007.07.019
38. Yang, W.Z., Ametaj, B.N., Benchar, C., He, M.L., Beauchemin, K.A. (2010). Cinnamaldehyde in feedlot cattle diets: intake, growth performance, carcass characteristics, and blood metabolites. J Anim Sci, 88(3), 1082-1092. https://doi.org/10.2527/jas.2008-1608