

اثر سطوح مختلف ضایعات چای سبز بر افزایش وزن، قابلیت هضم مواد مغذی و ابقای نیتروژن در بره‌های پرواری

• محمد ناصحی (نویسنده مسئول)

دانشجوی دکتری گروه تغذیه دام و طیور، دانشکده علوم دامی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، گلستان

• نورمحمد تربتی نژاد

استاد گروه تغذیه دام و طیور، دانشکده علوم دامی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

• مرتضی رضایی

استادیار موسسه تحقیقات علوم دامی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج

• تقی قورچی

استاد گروه تغذیه دام و طیور، دانشکده علوم دامی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

تاریخ دریافت: مهر ۱۳۹۶ تاریخ پذیرش: دی ۱۳۹۶

شماره تماس نویسنده مسئول: ۰۹۱۱۳۰۰۴۶۷۰

Email: Nasehi.md65@gmail.com

شناسه دیجیتال (DOI): 10.22092/asj.2017.115835.1546

چکیده

این پژوهش با هدف بررسی تاثیر استفاده از سطوح مختلف ضایعات چای سبز بر عملکرد رشد، قابلیت هضم مواد مغذی و تعادل نیتروژن بره‌های پرواری انجام گرفت. بدین منظور از تعداد ۲۰ راس بره نر نژاد شال با میانگین وزنی $3/35 \pm$ کیلوگرم در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تیمار آزمایشی دارای سطوح صفر، ۲، ۴ و ۶ درصد ماده خشک ضایعات چای سبز استفاده گردید. وزن پایانی، افزایش وزن روزانه و ضریب تبدیل بین تیمارهای دارای ۲، ۴ و ۶ درصد ضایعات چای سبز معنی‌دار شد ($P < 0/05$)، اما تفاوت معنی‌داری بین تیمار دارای ۲ درصد ضایعات چای سبز و شاهد در رابطه با عملکرد وجود نداشت. تیمار دارای ۲ درصد ضایعات چای بالاترین مقدار قابلیت هضم پروتئین خام ($73/63$ درصد) را به خود اختصاص داد ($P < 0/05$). قابلیت هضم ماده خشک و ماده آلی تیمار ۲ درصد ضایعات چای سبز اختلاف معنی‌داری با تیمار شاهد نداشت اما از سایر تیمارهای آزمایشی به‌طور قابل توجهی بیشتر بود ($P < 0/05$). ابقای نیتروژن در تیمار دارای ۲ درصد ضایعات چای سبز با تیمار شاهد از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری نداشت اما نسبت به سایر تیمارهای مورد بررسی به‌طور معنی‌داری بیشتر بود ($P < 0/05$). مقدار نیتروژن آمونیاکی مایع شکمبه در تیمارهای دارای ضایعات چای سبز به‌طور معنی‌داری از تیمار شاهد کمتر بود ($P < 0/05$). استفاده از ضایعات چای سبز نسبت به تیمار شاهد به‌طور قابل توجهی موجب کاهش غلظت نیتروژن اوره‌ای خون گردید ($P < 0/05$). با توجه به نتایج حاصل، افزودن ضایعات چای سبز در سطح ۲ درصد ماده خشک در جیره بره‌های پرواری موجب بهبود قابلیت هضم و تعادل نیتروژن و در نهایت بهبود عملکرد در بره‌های پرواری نژاد شال شد.

واژه‌های کلیدی: تانن، چای سبز، ساپونین

Animal Science Journal (Pajouhesh & Sazandegi) No 120 pp: 71-88

Effects of different levels of green tea waste on weight gain, nutrient digestibility and nitrogen retention in feedlot lambs

By: Mohammad Nasehi^{*1}, Nor Mohammad Torbatinejad², Morteza Rezaie³ and Taghi Ghoorchi⁴

1- Ph.D candidate of Animal and Poultry Nutrition Department, Faculty of Animal Science, Gorgan University of Agricultural sciences and Natural resources, Gorgan, Golestan, Iran .

۲-Professor of Animal and Poultry Nutrition Department, Faculty of Animal Science, Gorgan University of Agricultural sciences and Natural resources, Gorgan, Golestan, Iran .

3- Assistant professor, Animal Science Research Institute of Iran, Agricultural Research Education and Extension Organization(AREEO), P.O. Box 1483, 31585, Karaj, Iran..

4. Professor of Animal and Poultry Nutrition Department, Faculty of Animal Science, Gorgan University of Agricultural sciences and Natural resources, Gorgan, Golestan, Iran.

Received: September 2017

Accepted: December 2017

This study was conducted to investigate the effects of different levels of green tea waste (GTW) on gain performance, nutrient digestibility and nitrogen balance in feedlot lambs. For this purpose, 20 Shall male lambs with a mean weight of 34.36 ± 3.35 kg in a completely randomized design with four experimental treatments with 0, 2, 4 and 6 percent of dry matter GTW were used. Final body weight, daily weight gain and feed conversion ratio were significant among treatments with 2, 4 and 6% GTW ($P < 0.05$) but there was no significant difference between treatment with 2% GTW and control in relation to performance. Treatment contain 2% GTW had the highest value of CP digestibility (73.63%) among the treatments ($P < 0.05$). There were no significant differences in DM and OM digestibility of 2% GTW treatment and control group, but they were significantly more than other treatments ($P < 0.05$). Nitrogen retention of 2% GTW treatment was not significantly different from control treatment, but it was significantly more than other treatments ($P < 0.05$). The amount of ammonia nitrogen of rumen liquor was significantly lower in GTW treatments than control ($P < 0.05$). The concentration of blood urea nitrogen was significantly lower in GTW treatments than control ($P < 0.05$). According to the results, using GTW in 2% level (DM) of lamb's feedlot diet improved performance because of better digestibility and nitrogen balance.

Key words: Tannin, green tea, saponin, feed conversion ratio

مقدمه

(Kondo و همکاران، ۲۰۱۴). در نشخوارکنندگان برخی متابولیت‌های ثانویه از قبیل تانن‌ها ممکن است میزان پروتئین عبوری از شکمبه و نیتروژن غیر آمونیاکی را افزایش داده و موجب افزایش جذب آن‌ها در روده کوچک گردند (Ramdani و همکاران، ۲۰۱۳). تانن‌ها دارای توانایی کاهش تولید متان در شکمبه نیز می‌باشند. همچنین ساپونین موجود در ضایعات چای می‌تواند در کاهش تولید متان و تولید آمونیاک نقش داشته باشد. علاوه بر آن، برگ‌های چای دارای مقادیر قابل توجهی مواد معدنی از جمله کلسیم، مس، آهن، منیزیم، منگنز و روی نیز می-

چای یکی از محبوب‌ترین نوشیدنی‌ها در جهان بوده و برای سلامتی نیز بسیار مفید می‌باشد. برگ‌های چای از نظر متابولیت‌های ثانویه از قبیل آنتی‌اکسیدان‌های فنولی و پروتئین‌ها، اسیدهای آمینه، چربی‌ها، قندها، ویتامین‌ها، فیبر و مواد معدنی بسیار غنی است (Ramdani و همکاران، ۲۰۱۳). استفاده از ضایعات چای به‌عنوان یک ماده خوراکی در تغذیه دام می‌تواند هم به لحاظ اقتصادی و هم به دلایل زیست محیطی سودمند باشد. به منظور ارزیابی توان استفاده از ضایعات چای به‌عنوان یک ماده خوراکی در جیره دام، باید به مقدار تانن موجود در آن توجه نمود

در رابطه با ترکیبات شیمیایی ضایعات چای سبز حاصل از کارخانجات چای خشک کنی و استفاده از آن در تغذیه نشخوارکنندگان موجود نیست. بنابراین پژوهش حاضر به منظور بررسی اثر استفاده از سطوح مختلف ضایعات چای سبز حاصل از کارخانجات چای خشک کنی بر مصرف مواد مغذی، عملکرد رشد، قابلیت هضم مواد مغذی، تعادل نیتروژن، برخی فراسنجه‌های تخمیری شکمبه و فراسنجه‌های خونی بره‌های پرواری نژاد شال انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در تابستان و پاییز سال ۱۳۹۴ در موسسه تحقیقات علوم دامی کشور واقع در شهرستان کرج به انجام رسید.

اندازه‌گیری ترکیبات شیمیایی ضایعات چای سبز

ضایعات چای سبز مورد استفاده در این پژوهش با همکاری موسسه تحقیقات چای کشور از کارخانه‌های چای واقع در شهر لاهیجان استان گیلان تهیه گردید. اندازه‌گیری ماده خشک، ماده آلی، پروتئین خام، انرژی خام و چربی خام نمونه‌های ضایعات چای سبز به روش AOAC (۲۰۰۵) انجام گرفت. کلسیم و فسفر به روش اسپکتروفتومتری و با استفاده از کیت‌های تشخیصی پارس آزمون اندازه‌گیری شد (AOAC، ۲۰۰۵). NDF، ADF و ADL به ترتیب به روش‌های VanSoest و همکاران (۱۹۹۱)، AOAC (۲۰۰۵) و Robertson and VanSoest (۱۹۸۱) تعیین شدند. اندازه‌گیری کل ترکیبات فنلی قابل استخراج، تانن کل، تانن متراکم و تانن قابل هیدرولیز بر اساس روش Hagerman (۲۰۰۲) انجام شد. اندازه‌گیری ترکیبات فنلی با استفاده از معرف فولین سیکالتو^۲ (اسید تانیک به‌عنوان استاندارد) و اندازه‌گیری تانن کل با استفاده از پلی‌ونیل‌پلی‌پیرولیدون^۳ انجام شد. اندازه‌گیری ساپونین به روش Yosioaka و همکاران (۱۹۷۴) انجام گرفت (جدول ۱).

باشند (Ramdani و همکاران، ۲۰۱۳). تفاله چای می‌تواند به- عنوان یک ماده خوراکی ارزشمند برای حیوانات محسوب گردد. تفاله چای از نظر پروتئین (۲۸-۲۰ درصد پروتئین خام) و عصاره عاری از ازت بسیار غنی بوده و از نظر مقدار پروتئین خام با برخی لگوم‌ها قابل مقایسه می‌باشد (Begum و همکاران، ۱۹۹۶). Kondo و همکاران (۲۰۰۴) اثر تفاله چای سبز را بر عملکرد گاوهای شیری مورد مطالعه قرار دادند. این محققین مشاهده کردند که در اثر افزودن تفاله چای سبز در جیره گاوهای شیری تغییری در میزان مصرف ماده خشک ایجاد نشد. تولید شیر، ترکیبات شیر و بازده تولید شیر در اثر استفاده از تفاله چای سبز نسبت به تیمار شاهد بدون تغییر ماند. همچنین pH و اسیدهای چرب فرار شکمبه و نیتروژن اوره‌ای خون تغییری پیدا نکرد اما نیتروژن آمونیاکی شکمبه و کلسترول پلاسما در تیمار دریافت کننده تفاله چای سبز کاهش یافت. Kondo و همکاران (۲۰۰۷) بیان کردند که افزودن تفاله چای سیاه سیلو شده بیشتر از ۱ درصد ماده خشک به جیره، مقدار نیتروژن آمونیاکی را در شرایط آزمایشگاهی کاهش داد. این محققین همچنین مشاهده کردند که افزودن مواد سیلو شده تفاله چای سیاه به مقدار ۵ درصد ماده خشک در جیره موجب کاهش قابلیت هضم پروتئین خام در مقایسه با تیمار شاهد گردید. Tan و همکاران (۲۰۱۱) اثر کاتکین^۱ چای را بر عملکرد و پروفایل اسیدهای چرب گوشت بز، مورد بررسی قرار دادند که این محققین دریافتند کاتکین موجود در چای موجب بهبود افزایش وزن روزانه، افزایش مقدار پروتئین و ماده خشک موجود در گوشت گردید. Zhou و همکاران (۲۰۱۲) عنوان کردند که افزودن ساپونین چای به جیره بز تغییری در ناپدید شدن شکمبه‌ای ماده خشک، نیتروژن، الیاف نامحلول در شوینده خنثی (NDF) و الیاف نامحلول در شوینده اسیدی (ADF) ایجاد نکرد. همچنین افزودن ساپونین چای مقدار pH، نیتروژن آمونیاکی و اسیدهای چرب فرار شکمبه را تغییر نداد. با بررسی سایر تحقیقات انجام شده در این زمینه، چنین به نظر می‌رسد که بیشتر آزمایشاتی که بر روی ضایعات چای انجام گرفته، مربوط به ضایعات چای سیاه و یا تفاله حاصل از چای می‌باشد و اطلاعاتی

تعیین عملکرد رشد

در این آزمایش، از بره‌های نر نژاد شال (۲۰ راس با میانگین وزنی $34/36 \pm 3/35$ کیلوگرم و سن ۴ تا ۵ ماهگی) که از نژادهای سنگین و گوشتی ایران می‌باشد، استفاده شد. جهت بررسی تاثیر سطوح مختلف ضایعات چای سبز بر عملکرد بره‌ها براساس جدول احتیاجات غذایی (NRC، ۲۰۰۷) جیره‌هایی با سطوح مختلف (صفر، ۲، ۴ و ۶ درصد) ضایعات چای سبز، به‌عنوان تیمارهای آزمایشی تهیه گردید (جدول ۲) که به هریک از تیمارها پنج راس بره به‌عنوان تکرار تعلق گرفت. حیوانات مورد آزمایش در محلی مسقف و محصور، در داخل جایگاه انفرادی فلزی با ابعاد (طول، عرض و ارتفاع) $150 \times 150 \times 150$ سانتی‌متر نگهداری شدند. در ابتدای آزمایش و قبل از انتقال بره‌ها، تمامی جایگاه‌های انفرادی و تجهیزات آنها کاملاً تمیز و بعد از سمپاشی با آهک ضدعفونی شدند. کلیه موارد بهداشتی متداول در مورد آنها انجام و دام‌ها علیه بیماری‌های آنتروتوکسمی و تب برفکی واکسینه شدند. به منظور بر طرف کردن آلودگی‌های انگلی به بره‌های مذکور داروهای ضد انگل داخلی (آلبندازول) خورانده شد (رمضانی و همکاران، ۱۳۹۲).

پس از گذشت ۱۴ روز دوره سازگاری بره‌ها به جیره آزمایشی و جایگاه، بعد از ۱۶ ساعت گرسنگی نخستین وزن‌کشی انجام گرفت. سپس دوره اصلی آزمایش به مدت ۷۰ روز آغاز شد. بره‌ها در طی این مدت با خوراک کاملاً مخلوط و طی ۲ وعده (ساعت‌های ۸ و ۱۸) در روز تغذیه شدند. هر روز باقی‌مانده خوراک روز قبل، پیش از وعده صبح، جمع‌آوری و توزین گردید. خوراک مصرفی روزانه از اختلاف خوراک داده شده برای هر دام و باقی‌مانده آخور در روز بعد محاسبه و میانگین هر تیمار نیز از میانگین خوراک مصرفی هر دام در طول دوره محاسبه

شد. وزن‌کشی دام‌ها هر دو هفته یک‌بار به‌صورت ناشتا، پس از ۱۶ ساعت گرسنگی با استفاده از باسکول مخصوص توزین گوسفند انجام گرفت. ضریب تبدیل خوراک نیز از تقسیم نمودن ماده خشک مصرف شده دام در کل دوره به افزایش وزن کل دوره همان دام محاسبه گردید (صفایی، ۱۳۹۳؛ میرمحمدی، ۱۳۹۲).

جدول ۱- ترکیبات شیمیایی ضایعات چای سبز

ترکیبات شیمیایی*	
ماده خشک	۹۴/۸۴
ماده آلی	۹۴/۴۱
پروتئین خام	۱۶/۳۱
چربی خام	۱/۰۰
الیاف نامحلول در شوینده خنثی	۴۲/۱۵
الیاف نامحلول در شوینده اسیدی	۳۲/۹۵
لیگنین	۸/۶۱
انرژی خام (کیلوکالری / کیلوگرم ماده خشک)	۴۵۵۱/۷۹
کلسیم	۰/۳۵
فسفر	۰/۲۱
کل ترکیبات فنولیک	۱۶/۲۶
تانن کل	۱۲/۲۸
تانن متراکم	۸/۳۵
تانن قابل هیدرولیز	۳/۹۳
ساپونین	۱۴/۶۴

* ترکیبات شیمیایی بر اساس درصد ماده خشک می‌باشد.

جدول ۲- اجزاء و ترکیبات شیمیایی جیره‌های آزمایشی

جیره‌های آزمایشی				
اجزاء جیره ^۱	شاهد	% GTW ^۲	% GTW	% GTW
یونجه	۲۵	۲۳	۲۱	۱۹
ضایعات چای سبز	۰	۲	۴	۶
کاه گندم	۵	۵	۵	۵
دانه ذرت	۴۰	۴۰	۴۰	۴۰
کنجاله سویا	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰
سیوس گندم	۱۷/۵	۱۷/۵	۱۷/۵	۱۷/۵
کلسیم کربنات	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵
اوره	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵
نمک	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵
جوش شیرین	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵
مکمل ویتامینی - معدنی ^۳	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵
ترکیبات شیمیایی جیره ^۴				
ماده خشک	۸۹/۳۷	۸۹/۴۱	۸۹/۴۵	۸۹/۴۹
ماده آلی	۹۳/۶۴	۹۳/۲۵	۹۳/۴۴	۹۳/۶۰
پروتئین خام	۱۵/۳۶	۱۵/۵۰	۱۵/۶۴	۱۵/۷۸
چربی خام	۱/۷۸	۲	۲/۱۴	۲/۳۸
NDF	۳۱/۴۲	۳۱/۱۰	۳۰/۷۸	۳۰/۴۶
ADF	۱۸/۲۲	۱۸	۱۷/۷۸	۱۷/۵۶
کلسیم	۰/۵۵	۰/۵۳	۰/۵۱	۰/۴۹
فسفر	۰/۵۰	۰/۴۹	۰/۴۹	۰/۴۹
انرژی قابل متابولیسم ^۵	۲/۵۸	۲/۶۰	۲/۶۱	۲/۶۲
تانن کل	۰/۱۸	۰/۴۱	۰/۶۴	۰/۸۷
تانن متراکم	۰/۱۵	۰/۲۹	۰/۴۵	۰/۶۱
تانن قابل هیدرولیز	۰/۰۳	۰/۱۰	۰/۱۷	۰/۲۵
ساپونین	۰/۳۵	۰/۶۱	۰/۸۷	۱/۱۳

۱. درصد ماده خشک؛ ۲- ضایعات چای سبز ۳. ترکیب مکمل ویتامینی - معدنی (در هر کیلوگرم): ۵۰۰۰۰۰ واحد بین المللی ویتامین A، ۱۰۰۰۰۰ واحد بین المللی ویتامین D3، ۱۰۰ میلی گرم ویتامین E، ۱۹۰۰۰۰ میلی گرم کلسیم، ۹۰۰۰۰ میلی گرم فسفر، ۵۰۰۰۰ میلی گرم سدیم، ۱۹۰۰۰ میلی گرم منیزیم، ۳۰۰۰ میلی گرم آهن، ۳۰۰ میلی گرم مس، ۲۰۰۰ میلی گرم منگنز، ۳۰۰۰ میلی - گرم روی، ۱۰۰ میلی گرم کبالت، ۱ میلی گرم سلنیوم، ۳۰۰۰ میلی گرم آنتی اکسیدان؛ ۴. براساس درصد ماده خشک؛ ۵. مگا کالری بر کیلوگرم ماده خشک

تعیین قابلیت هضم مواد مغذی و ابقای نیتروژن

پس از پایان دوره پروراندی از هر تیمار تعداد ۴ دام که وزن مشابهی با میانگین وزن دام‌های تیمار مربوطه داشتند انتخاب و به قفس‌های متابولیک منتقل شدند. دوره سازگاری به قفس‌ها به مدت ۳ روز به طول انجامید. بعد از دوره عادت‌پذیری به مدت ۷ روز نمونه خوراک داده شده، باقی‌مانده خوراک، مدفوع و ادرار جمع‌آوری شد. بعد از ثبت وزن آنها، یک نمونه ۱۰۰ گرمی از باقی‌مانده خوراک و مدفوع هر دام در هر روز برداشته شده و در کیسه‌های پلاستیکی ریخته و در داخل فریزر در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد. به منظور جلوگیری از رشد میکروب‌ها در نمونه‌های ادرار، ۱۰۰ میلی‌لیتر اسید سولفوریک ۱۰٪ بصورت روزانه در هر ظرف ریخته شد. در ابتدای هر روز نمونه‌های ادرار هر دام توزین شد. وزن آنها در هر روز ثبت گردید و در نهایت از ادرار هر دام ۱۰۰ میلی‌لیتر نمونه گرفته شد. نمونه‌های ادرار به نسبت ۱ به ۴ با آب مقطر رقیق‌سازی و فریز شدند (Dey و همکاران، ۲۰۰۸).

به منظور اندازه‌گیری ترکیبات شیمیایی نمونه‌ها، ابتدا نمونه‌های خوراک، پس‌مانده خوراک، نمونه‌های مدفوع و ادرار جمع‌آوری شده هر دام در هفت روز دوره آزمایش با یکدیگر مخلوط و یک نمونه ۱۰۰ گرمی از هر کدام برای هر دام برداشته و در آون خشک شد. نمونه‌های جامد به وسیله آسیاب دارای غربال ۱ میلی-متری آسیاب شدند (Dey و همکاران، ۲۰۰۸). سپس مطابق استاندارد (AOAC، ۲۰۰۵) مقادیر ماده خشک، خاکستر خام، چربی خام، ADF، NDF و پروتئین خام مورد تجزیه قرار گرفتند.

به منظور تعیین قابلیت هضم، پس از پایان دوره هفت روزه جمع‌آوری و گرفتن نمونه مدفوع و خوراک، قابلیت هضم مواد مغذی به روش Givens و همکاران، ۲۰۰۰ به دست آمد. تعادل نیتروژن برای هر دام از اختلاف نیتروژن مصرفی و دفعی در هر روز به دست آمد (Dey و همکاران، ۲۰۰۸).

اندازه‌گیری pH، نیتروژن آمونیاکی و اسیدهای چرب

فرار مایع شکمبه

برای اندازه‌گیری pH، نیتروژن آمونیاکی و اسیدهای چرب فرار، در روز پایانی دوره پروراندی و ۴ ساعت پس از خوراک‌دهی صبح، نمونه مایع شکمبه (تقریباً ۳۰ میلی‌لیتر) با استفاده از لوله مری از گوسفندان گرفته شد. مایع شکمبه به سرعت به وسیله دو لایه پارچه متقال صاف شده و pH هر نمونه توسط pH متر سیار اندازه‌گیری و ثبت شد (Tejeda-Arroyo و همکاران، ۲۰۱۵). برای اندازه‌گیری نیتروژن آمونیاکی نمونه‌های ۵ میلی‌لیتری از مایع شکمبه تهیه شده و با ۵ میلی‌لیتر اسید کلریدریک ۰/۲ نرمال به-منظور کاهش pH و توقف فعالیت میکروارگانیسم‌های شکمبه، اسیدی شد و در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد تا زمان تعیین نیتروژن آمونیاکی در فریزر ذخیره گردید. میزان نیتروژن آمونیاکی مایع شکمبه با استفاده از روش فنیل-هیپوکلیت تعیین شد (Broderick Kang، ۱۹۸۰). برای اندازه‌گیری اسیدهای چرب فرار، نمونه‌های ۵ میلی‌لیتری از مایع شکمبه که ۱ میلی‌لیتر متاسفریک اسید ۲۵ درصد به آن‌ها افزوده شده بود، تهیه و در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد تا زمان انجام آزمایش ذخیره گردید. تعیین اسیدهای چرب فرار با استفاده از دستگاه گاز کروماتوگرافی انجام شد (Faithfull، ۲۰۰۲).

تعیین فراسنجه‌های خونی

در این بخش متابولیت‌های خونی شامل گلوکز، پروتئین کل سرم، آنزیم‌های کبدی آلانین آمینوترانسفراز (ALT) و آسپارات آمینوترانسفراز (AST) و نیتروژن اوره‌ای سرم (BUN) اندازه‌گیری شدند. برای این منظور از ورید وداج در روزهای اول، ۳۵ و ۷۰ دوره آزمایشی و ۲ ساعت قبل از خوراک‌دهی صبح، خون-گیری صورت گرفت. سپس پلاسماي خون جداسازی شده و در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شد (Oliveira و همکاران، ۲۰۱۰). در زمان معین، نمونه‌ها از حالت انجماد خارج و با استفاده از کیت بیوشیمیایی فراسامد و دستگاه اتوآنالایزر (به-شماره Ependorph-EPOS-5060)، غلظت متابولیت‌های خونی یاد شده اندازه‌گیری شدند.

تجزیه و تحلیل آماری

برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم افزار SAS ۹/۱ (۲۰۰۲) استفاده شد. در رابطه با داده‌های مربوط به فراسنجه‌های خونی از رویه Mixed و در رابطه با سایر داده‌ها از رویه GLM جهت تجزیه و تحلیل استفاده گردید. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن انجام گرفت.

نتایج و بحث

عملکرد رشد

اثر استفاده از مقادیر مختلف ضایعات چای سبز بر مصرف مواد مغذی بره‌های پرواری در جدول ۳ بیان شده است. مصرف ماده خشک، ماده آلی، NDF و ADF در بین تیمارهای آزمایشی اختلاف معنی داری با هم نداشتند. در اثر استفاده از سطوح مختلف ضایعات چای سبز میزان مصرف پروتئین خام به صورت درجه دوم تحت تاثیر قرار گرفت به طوری که در تیمار دارای ۴ درصد ضایعات به طور معنی داری از سایر تیمارهای مورد بررسی بیشتر بود ($P < 0/05$). استفاده از ضایعات چای سبز به طور خطی موجب افزایش مصرف چربی خام در تیمارهای آزمایشی شد ($P < 0/05$). بین تیمارهای دارای ۴ و ۶ درصد ضایعات چای سبز اختلاف معنی داری از نظر مصرف چربی خام وجود نداشت. تیمار دارای ۲ درصد ضایعات چای سبز دارای بالاترین مقدار وزن پایانی، بهترین ضریب تبدیل ($P < 0/05$ خطی) و بیشترین افزایش وزن روزانه بود ($P < 0/05$ خطی و درجه دوم) (جدول ۴).

تیمار دارای ۶ درصد ضایعات چای سبز در بین تیمارهای مورد مطالعه دارای کمترین مقدار وزن پایانی، بالاترین مقدار ضریب تبدیل ($P < 0/05$ خطی) و کمترین افزایش وزن روزانه و بود ($P < 0/05$ خطی و درجه دوم) (جدول ۴).

مصرف مواد مغذی در بره‌های تحت تاثیر تیمارهای آزمایشی پژوهش حاضر (جدول ۳) با مشاهدات سایر محققان مطابقت داشت که بیان داشتند سطوح ۱۰ تا ۴۰ گرم بر کیلوگرم ماده خشک تانن متراکم در جیره اثر معنی داری بر مصرف خوراک ندارد (Dey و همکاران، ۲۰۰۸؛ Fagundes و همکاران، ۲۰۱۴).

جهت بررسی اثر سطوح مختلف ضایعات چای سبز بر عملکرد رشد (مصرف خوراک، افزایش وزن روزانه و ضریب تبدیل) بره‌های پرواری، از یک طرح کاملاً تصادفی با ۴ تیمار (۴ جیره دارای سطوح صفر، ۲، ۴ و ۶ درصد ماده خشک ضایعات چای سبز) و ۵ تکرار در هر تیمار استفاده گردید. وزن اولیه بره‌ها به عنوان متغیر کمکی در نظر گرفته شد. داده‌های مربوط به عملکرد براساس مدل زیر مورد تجزیه آماری قرار گرفتند

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \beta(X_{ij} - X) + e_{ij}$$
 مقدار هر مشاهده، μ = میانگین جمعیت، T_i = اثر تیمار i ، β = شیب خط رگرسیون، X_{ij} = مقدار متغیر مستقل (وزن اولیه)، X = مقدار متغیر وابسته (صفات مورد بررسی)، e_{ij} = خطای آزمایشی

به منظور بررسی اثر ضایعات چای سبز بر فراسنجه‌های خونی (گلوکز، پروتئین کل سرم، آنزیم‌های کبدی آلانین آمینوترانسفراز و آسپارات آمینوترانسفراز و نیتروژن اوره‌ای سرم) از طرح کاملاً تصادفی با ۴ تیمار و ۵ تکرار با مشاهدات تکرار در زمان استفاده شد. مدل آماری مورد استفاده در این بخش بدین صورت بود

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + \delta_{ij} + t_k + (T_i \times t_k)_{ik} + e_{ijk}$$
 مقدار هر مشاهده، μ = میانگین جمعیت، T_i = اثر تیمار i ، δ_{ij} = کوواریانس اندازه‌گیری‌های تکرار شده درون حیوانات، t_k = اثر دوره k ، $(T_i \times t_k)_{ik}$ = اثر متقابل بین تیمار i و دوره k ، e_{ijk} = خطای آزمایشی

جهت بررسی اثر سطوح مختلف ضایعات چای سبز بر pH، نیتروژن آمونیاکی، اسیدهای چرب فرار مایع شکمبه، قابلیت هضم مواد مغذی و ابقای نیتروژن بره‌های پرواری، از یک طرح کاملاً تصادفی با ۴ تیمار (۴ جیره پرواری حاوی سطوح صفر، ۲، ۴ و ۶ درصد ماده خشک ضایعات چای سبز) و ۴ تکرار در هر تیمار براساس مدل زیر استفاده گردید.
$$Y_{ij} = \mu + T_{ij} + e_{ij}$$
 مقدار هر مشاهده، μ = میانگین صفت مورد آزمایش، T_{ij} = اثر تیمار، e_{ij} = خطای آزمایشی (باقیمانده).

جدول ۳- اثر سطوح مختلف ضایعات چای سبز بر مصرف روزانه مواد مغذی (بر اساس گرم) بره های پرواری

مواد مغذی	ماده خشک	ماده آلی	پروتئین خام	چربی خام	NDF ^۱	ADF ^۲
تیمارهای آزمایشی						
شاهد	۱۳۷۱/۷۲	۱۲۷۹/۱۴	۲۲۱/۶۸	۲۷/۴۲	۳۷۸/۶۰	۲۰۸/۵۲
۲ درصد ضایعات چای سبز	۱۴۱۸/۱۰	۱۳۲۷/۸۸	۲۲۸/۱۶	۲۵/۲۲	۳۹۷/۰۸	۱۹۰/۰۲
۴ درصد ضایعات چای سبز	۱۴۵۳/۳۰	۱۳۵۷/۹۶	۲۵۸/۶۸	۳۱/۱۰	۳۹۵/۳۰	۱۹۴/۷۴
۶ درصد ضایعات چای سبز	۱۳۲۵/۶۰	۱۲۴۰/۷۶	۲۲۷/۸۸	۳۱/۵۶	۳۷۳/۸۴	۱۹۶/۲۰
SEM ^۳	۲۶/۰۳	۷۵/۹۳	۱۳/۵۶	۱/۶۵	۲۲/۵۲	۱۱/۵۰
خطی P value ^۴	۰/۶۴	۰/۷۲	۰/۲۶	۰/۰۰۳	۰/۸۲	۰/۳۸
P value درجه دوم	۰/۰۸	۰/۱۴	۰/۰۶	۰/۲۷	۰/۲۲	۰/۲۳

۱- الیاف نامحلول در شوینده خنثی؛ ۲- الیاف نامحلول در شوینده اسیدی؛ ۳- خطای استاندارد؛ ۴- میانگین سطح احتمال

Waghorn, ۲۰۰۸). Hervas و همکاران (۲۰۰۳) بیان نمودند که افزودن تانن‌ها *Quebracho* در مقادیر ۰، ۰/۵، ۱/۵ و ۳ گرم بر کیلوگرم وزن بدن (برابر با ۰، ۲۸، ۸۳ و ۱۶۶ گرم بر کیلوگرم ماده خشک) در جیره گوسفند، تا ۱/۵ گرم بر کیلوگرم وزن بدن تاثیری بر مقدار خوراک مصرفی نداشت، اما در مقدار ۳ گرم بر کیلوگرم وزن بدن، به طور قابل توجهی موجب کاهش آن گردید.

غلظت بیش از ۵۰ گرم بر کیلوگرم ماده خشک تانن در جیره ممکن است مصرف خوراک را به طور منفی تحت تاثیر قرار دهد در حالی که مقادیر کمتر تانن‌ها اثری بر مصرف خوراک توسط نشخوارکنندگان ندارد (Aerts و همکاران، ۱۹۹۹) اما با کاهش خوش خوراکی جیره‌ها، کاهش میزان هضم در شکمبه و گسترش شرایط ناپایدار همراه خواهد بود (Mueller-Harvey، ۲۰۰۶؛

جدول ۴- اثر سطوح مختلف ضایعات چای سبز بر عملکرد رشد بره های پرواری

فراسنجه های عملکرد	وزن ابتدایی ^۱	وزن پایانی ^۲	افزایش وزن روزانه ^۳	ضریب تبدیل
تیمارهای آزمایشی				
شاهد	۳۴/۱۸	۴۷/۵۶	۱۸۸/۷۲	۷/۷۵
۲ درصد ضایعات چای سبز	۳۴/۴۰	۴۸/۶۶	۲۰۴/۲۱	۷/۳۷
۴ درصد ضایعات چای سبز	۳۴/۷۰	۴۶/۹۶	۱۸۰/۱۵	۸/۵۵
۶ درصد ضایعات چای سبز	۳۴/۱۶	۴۴/۲۹	۱۴۱/۹۱	۱۰/۰۲
SEM ^۴	۲/۳۰	۰/۵۰	۷/۱۵	۰/۳۹
خطی P value ^۵	۰/۹۷	۰/۰۷	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۳
P value درجه دوم	۰/۸۱	۰/۱۰	۰/۰۰۰۲	۰/۱۲

۱ و ۲- بر اساس کیلوگرم؛ ۳- بر اساس گرم؛ ۴- خطای استاندارد میانگین؛ ۵- سطح احتمال

تأثیر قرار می‌دهد. این امر از طریق شکل‌گیری پیوندهای پیچیده بین تانن‌ها و چندین نوع از درشت مولکول‌ها، کاهش مصرف اختیاری خوراک، کاهش قابلیت هضم مواد مغذی و اثر منفی بر فیزیولوژی دستگاه گوارش را به دنبال خواهد داشت (Min و همکاران، ۲۰۰۳). دلایل فوق می‌تواند بیانگر علت کاهش افزایش وزن روزانه، وزن پایانی و افزایش ضریب تبدیل بره‌های دریافت کننده جیره دارای ۶ درصد ضایعات چای سبز باشد.

Gorgulu و همکاران (۲۰۰۴) بیان کردند که استفاده از پودر گیاه یوکا به مقدار ۱۵۰ قسمت در میلیون (دارای ۱۰/۷۶ درصد ساپونین) میزان افزایش وزن و ضریب تبدیل بره‌های پرواری را تحت تأثیر قرار نداد. Mandal و همکاران (۲۰۱۴) بیان کردند که استفاده از افزودنی دارای ساپونین به مقدار ۵ گرم بر کیلوگرم ماده خشک، تغییری در افزایش وزن روزانه و ضریب تبدیل بزها ایجاد نکرد.

قابلیت هضم مواد مغذی و ابقای نیتروژن

در بین تیمارهای مورد بررسی، تیمار دارای ۲ درصد ضایعات چای سبز بالاترین مقدار و تیمار دارای ۶ درصد ضایعات چای سبز کمترین مقدار قابلیت هضم پروتئین خام را به خود اختصاص دادند ($P < 0/05$ خطی و درجه دوم) (جدول ۵). قابلیت هضم ماده خشک و ماده آلی تیمار ۲ درصد ضایعات چای سبز اختلاف معنی‌داری با تیمار شاهد نداشت اما از سایر تیمارهای آزمایشی به-طور معنی‌داری بیشتر بود ($P < 0/05$ خطی و درجه دوم) (جدول ۵). بین تیمارهای شاهد، تیمار دارای ۲ و ۴ درصد ضایعات چای سبز اختلاف معنی‌داری از نظر قابلیت هضم چربی خام وجود نداشت. قابلیت هضم NDF و ADF در بین تیمارهای مورد بررسی از نظر آماری دارای اختلاف معنی‌داری نبودند (جدول ۵).

اگرچه شواهدی وجود دارد که افزودن ساپونین‌ها مصرف خوراک را کاهش می‌دهد (Wu و همکاران، ۱۹۹۴؛ Lovett و همکاران، ۲۰۰۶) اما بیشتر تحقیقات گزارش کردند که استفاده از ساپونین‌ها در جیره اثر مضر بر مصرف خوراک در نشخوارکنندگان نداشت (Pen و همکاران، ۲۰۰۷؛ Singer و همکاران، ۲۰۰۸، Mao و همکاران، ۲۰۱۰).

در تحقیق حاضر استفاده از ضایعات چای سبز در سطح ۲ درصد جیره موجب بهبود افزایش وزن روزانه و ضریب تبدیل نسبت به تیمار شاهد گردید اما این اختلاف از نظر آماری معنی‌دار نشد (جدول ۴). رشد بهتر بره‌ها در تیمار دارای ۲ درصد ضایعات چای سبز می‌تواند به دلیل عدم اثر نامطلوب مقدار تانن متراکم استفاده شده در جیره، ماهیت تانن و بازده بهتر استفاده از مواد مغذی باشد (Aerts و همکاران، ۱۹۹۹). استفاده از پودر برگ گیاه *Accacia nilotica* (دارای ۵۳ گرم بر کیلوگرم تانن متراکم) در مقایسه با گیاه *Accacia polyacantha* (دارای ۹۸ گرم بر کیلوگرم تانن متراکم) موجب بهبود افزایش وزن روزانه گردید. این امر نشان می‌دهد که سطوح کم تانن متراکم در مقایسه با سطوح زیاد آن می‌تواند موجب بهبود افزایش وزن روزانه گردد (Rubanza و همکاران، ۲۰۰۷). سطوح متوسط تانن‌های متراکم به‌طور قابل توجهی موجب کاهش تجزیه‌پذیری پروتئین‌های محلول در شکمبه شده، جذب متیونین و تعداد زیادی از اسیدهای آمینه ضروری را از روده کوچک افزایش داده و به دنبال آن موجب استفاده بهینه از این اسیدهای آمینه برای رشد می‌شود (Raju و همکاران، ۲۰۱۵). بهبود ضریب تبدیل در اثر استفاده از گیاهان دارای ترکیبات فنولی، می‌تواند دلیل بازده بهتر خوراک در اثر مصرف این ترکیبات باشد (Min و همکاران، ۲۰۰۳).

به‌طور کلی سطوح بالای (بیشتر از ۵۰ گرم بر کیلوگرم ماده خشک) تانن متراکم در جیره به‌طور منفی ضریب تبدیل را تحت

جدول ۵- اثر سطوح مختلف ضایعات چای سبز بر قابلیت هضم مواد مغذی (بر اساس درصد ماده خشک) جیره‌های مصرفی

ADF ^۲	NDF ^۱	چربی خام	پروتئین خام	ماده آلی	ماده خشک	مواد مغذی
						تیمارهای آزمایشی
۳۹/۹۹	۵۰/۷۸	۷۵/۷۴	۶۹/۴۶	۷۰/۸۰	۷۳/۱۵	شاهد
۴۷/۷۹	۵۱/۲۸	۷۸/۴۸	۷۳/۶۳	۷۳/۷۷	۷۴/۷۹	۲ درصد ضایعات چای سبز
۳۷/۶۵	۴۸/۸۶	۶۷/۷۹	۶۸/۱۶	۶۸/۲۴	۶۹/۸۲	۴ درصد ضایعات چای سبز
۳۷/۰۲	۴۵/۹۷	۶۱/۵۲	۶۵/۰۱	۶۳/۰۱	۶۰/۴۲	۶ درصد ضایعات چای سبز
۶/۵۲	۴/۵۷	۴/۸۴	۰/۹۸	۱/۵۲	۲/۱۶	SEM ^۳
۰/۳۷۴	۰/۲۶	۰/۰۰۴	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	خطی P value ^۴
۰/۳۷۸	۰/۶۰	۰/۲۱	۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۰۳	درجه دوم P value

۱- الیاف نامحلول در شوینده خنثی؛ ۲- الیاف نامحلول در شوینده اسیدی؛ ۳- خطای استاندارد میانگین؛ ۴- سطح احتمال

در اثر استفاده از تانن‌ها ممکن است به دلیل اختلال در فرآیند اتصال میکروب‌ها به مواد خوراکی یا کاهش جمعیت باکتری‌های سلولولایتیک باشد (Ndluvo, ۲۰۰۰).

تعدادی از تحقیقات نشان داده‌اند که عصاره‌ها یا گیاهان دارای ساپونین قابلیت هضم را تحت تاثیر قرار نمی‌دهند (Santoso و همکاران، ۲۰۰۴؛ Nasri and Ben Salem، ۲۰۱۲؛ Mandal و همکاران، ۲۰۱۴). استفاده از ساپونین‌های چای به مقدار ۰/۲ گرم بر لیتر محیط کشت، تاثیری بر قابلیت هضم نشان نداد (Hu و همکاران، ۲۰۰۵). Zhou و همکاران (۲۰۱۲) گزارش کردند که استفاده از ساپونین چای تاثیری بر قابلیت هضم مواد مغذی در بز ایجاد نکرد. برخی آزمایشات نشان داده‌اند که قابلیت هضم خوراک‌ها توسط ساپونین‌های منابع مختلف مانند کویلاجا^۴ (۳۰ و ۴۵ گرم در کیلوگرم سوبسترا؛ Holtshausen و همکاران، ۲۰۰۹)، بندق^۵ (۱۶/۷ میلی‌لیتر در لیتر؛ Agarwal و همکاران، ۲۰۰۶)، دانه‌های چای^۶ (۱۰۷ گرم در کیلوگرم سوبسترا؛ Hu و همکاران، ۲۰۰۶) و میوه بندق (۵ گرم بر کیلوگرم وزن متابولیکی در گوسفند؛ Hess و همکاران، ۲۰۰۴) کاهش یافت. اثرات ساپونین‌ها بر قابلیت هضم مواد مغذی به مقدار مصرف آن‌ها بستگی دارد. کاهش قابلیت هضم مواد مغذی می‌تواند به دلیل جلوگیری از رشد میکروبی شامل باکتری‌های سلولولایتیک و قارچ‌ها باشد (Patra and Saxena، ۲۰۰۹).

تانن‌ها در مقدار کم برای نشخوارکنندگان مفید می‌باشند زیرا می‌توانند از پروتئین‌های گیاهی در مقابل تجزیه شدن در شکمبه محافظت نمایند. در اثر کاهش تجزیه شدن شکمبه‌ای پروتئین خام توسط تانن‌ها، پروتئین بیشتری از شکمبه عبور نموده و این امر می‌تواند در افزایش قابلیت هضم پروتئین خام حاصل شده در تیمار دارای ۲ درصد ضایعات چای سبز این پژوهش موثر باشد (Dey و همکاران، ۲۰۰۸؛ Alipour and Rouzbehan، ۲۰۱۰).

مطابق با نتایج حاصل از آزمایش حاضر، Dey و همکاران (۲۰۰۸) و Raju و همکاران (۲۰۱۵) بیان کردند که در صورت استفاده از مقادیر پایین تانن متراکم در جیره غذایی، مقدار قابلیت هضم اجزای دیواره سلولی تحت تاثیر قرار نگرفت. به طور کلی نوع، مقدار و فعالیت تانن‌ها در مواد خوراکی مختلف متفاوت است که در نهایت تاثیرات مختلفی را بر قابلیت هضم مواد مغذی ایجاد می‌نماید (Mousa، ۲۰۱۱).

هم راستا با نتایج پژوهش حاضر، Dey و همکاران (۲۰۰۸)، Mousa (۲۰۱۱) و Raju و همکاران (۲۰۱۵) عنوان کردند که در صورت استفاده از سطوح زیاد تانن متراکم در جیره مقدار قابلیت هضم ماده خشک، ماده آلی، پروتئین خام و چربی خام کاهش می‌یابد. اثر نامطلوب تانن‌ها بر قابلیت هضم مواد مغذی می‌تواند به تاثیر مقدار زیاد آن‌ها بر فعالیت میکروبی شکمبه مربوط باشد (Mousa، ۲۰۱۱). کاهش قابلیت هضم مواد مغذی

اختلاف آماری معنی داری نداشت اما نسبت به سایر تیمارها به طور معنی داری بیشتر بود ($P < 0/05$ خطی) (جدول ۶). ابقای نیتروژن (گرم در روز و درصد) در تیمار دارای ۲ درصد ضایعات چای سبز با تیمار شاهد اختلاف معنی داری از نظر آماری نداشت اما نسبت به سایر تیمارهای مورد بررسی به طور معنی داری بیشتر بود ($P < 0/05$ خطی و درجه دوم) کمترین مقدار ابقای نیتروژن (گرم در روز و درصد) به تیمار دارای ۶ درصد ضایعات چای سبز تعلق داشت ($P < 0/05$ خطی و درجه دوم) (جدول ۶).

نتایج اثر سطوح مختلف ضایعات چای سبز بر ابقای نیتروژن در جدول ۶ گزارش شده است. مقدار نیتروژن مصرف شده در بین تیمارهای آزمایشی از اختلاف معنی داری برخوردار نبود. نیتروژن دفع شده از طریق مدفوع در تیمار دارای ۲ درصد ضایعات چای سبز به طور معنی داری از سایر تیمارها کمتر بود ($P < 0/05$ خطی و درجه دوم). بین تیمارهای آزمایشی اختلاف معنی داری از نظر نیتروژن دفعی ادرار وجود نداشت. کل نیتروژن دفعی در تیمار دارای ۶ درصد ضایعات چای سبز با تیمار دارای ۴ درصد ضایعات

جدول ۶- اثر سطوح مختلف ضایعات چای سبز بر تعادل نیتروژن

N retention ^۱	N retention ^۲	TNE ^۳	UNE ^۴	FNE ^۵	N intake ^۶	فراسنجه‌های نیتروژن تیمارهای آزمایشی
۲۵/۰۰	۱۰/۹۶	۳۲/۹۱	۱۹/۵۲	۱۳/۳۹	۴۳/۸۷	شاهد
۲۸/۰۳	۱۲/۳۱	۳۱/۶۰	۲۰/۰۲	۱۱/۵۸	۴۳/۹۲	۲ درصد ضایعات چای سبز
۲۰/۹۸	۹/۰۸	۳۴/۲۲	۲۰/۴۴	۱۳/۷۷	۴۳/۲۹	۴ درصد ضایعات چای سبز
۱۵/۵۷	۶/۶۷	۳۶/۲۹	۲۱/۲۶	۱۵/۰۲	۴۲/۹۵	۶ درصد ضایعات چای سبز
۲/۳۶	۱/۰۰	۱/۲۵	۱/۴۱	۰/۳۶	۰/۵۵	SEM ^۷
۰/۰۰۰۵	۰/۰۰۰۳	۰/۰۰۷	۰/۲۳	۰/۰۰۰۱	۰/۰۷	خطی P value ^۸
۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۸	۰/۸۷	۰/۰۰۰۱	۰/۶۲	P value درجه دوم

۱- نیتروژن مصرفی بر اساس گرم در روز؛ ۲- نیتروژن دفعی مدفوع بر اساس گرم در روز؛ ۳- نیتروژن دفعی ادرار بر اساس گرم در روز؛ ۴- کل نیتروژن دفعی بر اساس گرم در روز؛ ۵- تعادل نیتروژن بر اساس گرم در روز؛ ۶- تعادل نیتروژن بر اساس درصد نیتروژن مصرفی؛ ۷- خطای استاندارد میانگین؛ ۸- سطح احتمال

افزایش ابقای نیتروژن در گوسفندانی که مواد خوراکی دارای تانن را در سطوح متوسط (۱۰ تا ۴۰ گرم در کیلوگرم ماده خشک) دریافت نمودند توسط Ngwa و همکاران (۲۰۰۲) بیان شده است. مطابق با نتایج پژوهش حاضر، Raju و همکاران (۲۰۱۵) بیان کردند که ابقای نیتروژن در تیمار دارای سطح کم تانن متراکم (۱۰ گرم در کیلوگرم ماده خشک) نسبت به تیمار شاهد و تیمار دارای مقدار زیاد تانن متراکم (۱۹ گرم بر کیلوگرم ماده خشک) تا حدودی افزایش یافت. ابقای مثبت نیتروژن در حیوانات مصرف کننده مواد خوراکی دارای تانن نشان دهنده اثر متقابل مثبت تانن‌ها با نیتروژن می‌باشد که نتیجه این امر می‌تواند زیست

صرف نظر از نوع تیمارهای آزمایشی، ابقای نیتروژن در کلیه تیمارهای این تحقیق مثبت بود که این نتیجه توسط سایر پژوهشگران نیز عنوان شده است (Dey و همکاران، ۲۰۰۸؛ Nasri and Ben Salem، ۲۰۱۲؛ Mandal و همکاران، ۲۰۱۴). در حضور مقادیر زیاد تانن‌های متراکم، به دلیل کاهش فعالیت‌های تجزیه‌ای پروتئین در شکمبه و به دنبال آن افت تولید آمونیاک، نیتروژن بیشتری به قسمت‌های بعدی دستگاه گوارش عبور پیدا می‌کند (Waghorn and McNabb، ۲۰۰۳). این امر می‌تواند توجیه کننده افزایش دفع نیتروژن در تیمارهای دارای ۴ و ۶ درصد ضایعات چای سبز (جدول ۶) این آزمایش باشد.

نکردند. مقدار نیتروژن آمونیاکی مایع شکمبه با افزایش سطوح ضایعات چای سبز به طور خطی کاهش یافت ($P < 0.05$). مقدار استیک اسید با استفاده از سطوح مختلف ضایعات چای سبز به طور خطی کاهش پیدا کرد ($P < 0.05$). تیمار دارای ۲ درصد ضایعات چای سبز دارای مقدار اسید پروپونیک بیشتری نسبت به تیمار دارای ۶ درصد ضایعات چای سبز بود ($P < 0.05$ خطی) اما این اختلاف با تیمارهای شاهد و ۴ درصد ضایعات چای سبز از نظر آماری معنی دار نبود. تیمارهای آزمایشی در مقادیر اسیدهای چرب بوتیرات، ایزووالرات، والرات و نسبت استات به پروپیونات اختلاف معنی داری ایجاد نکردند.

مطابق با نتایج تحقیق حاضر، Kondo و همکاران (۲۰۰۴) گزارش کردند که در اثر استفاده از تفاله چای سبز تغییری در pH مایع شکمبه گاو ایجاد نشد. همچنین Unruh Snyder و همکاران (۲۰۰۷) نیز عنوان کردند تانن‌ها تاثیری بر pH مایع شکمبه ایجاد نمی‌کنند. کاهش غلظت نیتروژن آمونیاکی مایع شکمبه در اثر استفاده از ترکیبات دارای تانن توسط دیگر پژوهشگران نیز بیان شده است (Kondo و همکاران، ۲۰۰۴؛ Unruh Snyder و همکاران، ۲۰۰۷).

فراهمی بیشتر پروتئین‌های محافظت شده توسط تانن بعد از عبور از شکمبه باشد. ابقای بهتر نیتروژن (به عنوان شاخص زیست فراهمی نیتروژن اسید آمینه‌ای در سطح بافت) در این حیوانات ممکن است به دلیل اثر تانن در جلوگیری از تجزیه شکمبه‌ای پروتئین حقیقی جیره بوده که امکان هضم و جذب با راندمان بالاتر در بخش‌های بعدی دستگاه گوارش را فراهم نموده و در نهایت موجب زیست فراهمی بهتر اسیدهای آمینه شود (Barry and McNabb, ۱۹۹۹؛ Raju و همکاران، ۲۰۱۵). بنابراین دستیابی به ابقای مثبت نیتروژن در تیمار دارای ۲ درصد ضایعات چای سبز را می‌توان ناشی از اثرات فوق دانست. بر اساس نتایج حاصل از تحقیقات گذشته، ساپونین تاثیری قابل توجهی بر دفع و تعادل نیتروژن در حیوانات نشخوارکننده ایجاد نموده است (Nasri and Ben Salem, ۲۰۱۲؛ Mandal و همکاران، ۲۰۱۴). بنابراین تاثیر ساپونین موجود در ضایعات چای سبز بر دفع و تعادل نیتروژن احتمالاً چندان قابل توجه نیست.

pH، نیتروژن آمونیاکی و اسیدهای چرب فرار مایع شکمبه

اثر سطوح مختلف ضایعات چای سبز بر pH، نیتروژن آمونیاکی و اسیدهای چرب فرار شکمبه در جدول ۷ گزارش شده است. تیمارهای آزمایشی اثر قابل توجهی بر pH مایع شکمبه ایجاد

جدول ۷- اثر سطوح مختلف ضایعات چای سبز بر pH، نیتروژن آمونیاکی و اسیدهای چرب فرار مایع شکمبه

P value درجه دوم	P value ^۳ خطی	SEM ^۲	تیمارهای آزمایشی			شاهد	فراسنجه‌های مورد بررسی
			٪۶ GTW	٪۴ GTW	٪۲ GTW ^۱		
۰/۹۳	۰/۶۲	۰/۳۳	۶/۱۱	۶/۱۴	۵/۹۳	۶/۰۰	pH
۰/۱۳	۰/۰۰۳	۱/۳۳	۱۰/۳۴	۱۰/۲۵	۱۲/۰۵	۱۴/۹۸	نیتروژن آمونیاکی ^۴
۰/۱۹	۰/۰۰۱	۱/۷۸	۵۵/۳۱	۵۸/۷۹	۶۲/۰۳	۶۲/۰۷	استات ^۵
۰/۱۹	۰/۰۱	۱/۵۲	۱۸/۱۲	۱۹/۸۳	۲۲/۷۶	۲۱/۵۲	پروپیونات
۰/۶۲	۰/۴۳	۱/۵۸	۱۳/۷۸	۱۴/۴۵	۱۵/۲۸	۱۴/۸۴	بوتیرات
۰/۳۹	۰/۱۰	۰/۰۴	۰/۷۶	۰/۸۱	۰/۸۵	۰/۸۴	ایزووالرات
۰/۱۵	۰/۲۷	۰/۱۷	۱/۴۳	۱/۶۰	۱/۷۸	۱/۵۸	والرات
۰/۴۴	۰/۲۸	۰/۲۲	۳/۰۸	۲/۹۹	۲/۷۳	۲/۹۰	نسبت استات به پروپیونات

۱- ضایعات چای سبز؛ ۲- خطای استاندارد میانگین؛ ۳- سطح احتمال؛ ۴- بر اساس میلی گرم بر دسی لیتر؛ ۵- اسیدهای چرب فرار بر اساس درصد مولار محاسبه گردید

داده شود. علاوه بر آن ترکیب جیره ممکن است پاسخ به افزودن ساپونین را تحت تاثیر قرار بدهد (Patra and Saxena, 2010).

فراسنجه‌های خونی

اثر سطوح مختلف ضایعات چای سبز بر فراسنجه‌های خونی بره-های پروراری در جدول ۸ نشان داده شده است. افزایش سطوح ضایعات چای سبز موجب کاهش خطی گلوکز خون شد ($P < 0.05$). استفاده از ضایعات چای سبز به‌طور خطی موجب کاهش غلظت نیتروژن اوره‌ای خون گردید ($P < 0.05$). مقدار پروتئین کل خون، آنزیم‌های کبدی آسپاراتات ترانس آمیناز و آلانین ترانس آمیناز تفاوت قابل توجهی در بین تیمارهای آزمایشی نداشت (جدول ۸).

مطابق با نتایج تحقیق حاضر، Nasri and Ben Salem (2012) بیان کردند که استفاده از یک عصاره دارای ساپونین موجب کاهش غلظت گلوکز خون در گوسفند گردید. Ahmed و همکاران (2015) نیز مشاهده کردند که در اثر افزودن گیاهان دارای تانن به جیره غذایی بره‌ها مقدار گلوکز خون کاهش می‌یابد. تانن‌ها در مقادیر زیاد ممکن است به‌طور نامطلوبی تخمیر شکمبه‌ای و قابلیت هضم مواد مغذی را تحت تاثیر قرار بدهند. در اثر تخمیر شکمبه‌ای نامطلوب تولید اسیدهای چرب فرار که از فرآورده‌های تخمیر بوده و به‌عنوان منبع انرژی مورد استفاده قرار می‌گیرند نیز به‌شکل نامطلوبی متاثر خواهد شد. در پژوهش حاضر مقدار پروپیونات تولید شده در تیمار دارای ۶ درصد ضایعات چای سبز نسبت به تیمار شاهد کاهش یافت. کاهش تولید پروپیونات و قابلیت هضم مواد مغذی می‌تواند دلیل کاهش مقدار گلوکز خون در اثر استفاده از سطح ۶ درصد ضایعات چای سبز نسبت به تیمار شاهد باشد (Unruh Snyder و همکاران، 2007؛ Patra and Saxena, 2009).

تحقیقات نشان داده است که افزودن تانن‌ها در سطح ۵۰-۱۵ گرم بر کیلوگرم ماده خشک به جیره غذایی دام، مقدار تجزیه شکمبه-ای پروتئین را کاهش داد. بنابراین کاهش مقدار نیتروژن آمونیاکی در اثر استفاده از ضایعات چای سبز احتمالاً به‌دلیل تجزیه کمتر پروتئین در اثر پیوند تانن با پروتئین‌های خوراکی و یا آنزیم‌های میکروبی می‌باشد (Kondo و همکاران، 2004؛ Ahmed و همکاران، 2015). تحقیقات نشان داده است که ساپونین چای می‌تواند غلظت نیتروژن آمونیاکی شکمبه را کاهش دهد. کاهش نیتروژن آمونیاکی مایع شکمبه در اثر استفاده از ساپونین احتمالاً به‌دلیل قابلیت آن در اتصال به آمونیاک و همچنین خاصیت سمی ساپونین برای پروتوزوآ می‌باشد (Zhou و همکاران، 2012).

اثر تانن‌ها بر مقدار اسیدهای چرب فرار متفاوت است یعنی برخی محققین هیچ اثری (Puchala و همکاران، 2005؛ Tavendale و همکاران، 2005؛ Animut و همکاران، 2008) و برخی کاهش غلظت (Min و همکاران، 2006؛ Beauchemin و همکاران، 2007؛ Grainger و همکاران، 2009) را بسته به مقدار و منبع تانن گزارش کردند (Bhatta و همکاران، 2009؛ Hariadi and Santoso, 2010). تانن‌ها در مقادیر زیاد ممکن است به‌طور نامطلوبی تخمیر شکمبه‌ای را تحت تاثیر قرار بدهند. تاثیر تانن‌ها بر اسیدهای چرب فرار شکمبه به‌دلیل تاثیرات آن‌ها بر فعالیت میکروبی می‌باشد. این امر می‌تواند دلیل کاهش مقدار اسیدهای چرب در اثر استفاده از سطح ۶ درصد ضایعات چای سبز نسبت به تیمار شاهد باشد (Unruh Snyder و همکاران، 2007؛ Patra and Saxena, 2009) (جدول ۷). اثر ساپونین‌ها بر تولید اسیدهای چرب فرار در مایع شکمبه متفاوت می‌باشد. برخی تحقیقات افزایش در تولید پروپیونات را در مقابل کاهش استات و بوتیرات گزارش کرده‌اند در حالی که بعضی از آن‌ها هیچ اثری را مشاهده نمودند (Hart و همکاران، 2008). بخشی از این تفاوت‌ها می‌تواند از طریق تفاوت در نوع و تراکم ساپونین توضیح

جدول ۸- اثر سطوح مختلف ضایعات چای سبز بر فراسنجه‌های خونی بره‌های پرواری

ALT ^۵	AST ^۴	پروتئین کل ^۳	نیترژن اورهای ^۲	گلوکز ^۱	فراسنجه‌های خونی تیمارهای آزمایشی
۲۶/۵۸	۱۱۲/۶۵	۵/۸۰	۲۳/۱۵	۶۴/۶۰	شاهد
۲۴/۴۰	۱۱۲/۸۵	۶/۰۲	۱۹/۳۵	۶۴/۵۵	۲ درصد ضایعات چای سبز
۲۵/۸۹	۱۱۴/۵۹	۵/۹۹	۱۸/۱۱	۶۲/۴۰	۴ درصد ضایعات چای سبز
۲۶/۰۴	۱۱۳/۰۶	۵/۵۸	۱۶/۹۱	۵۹/۶۹	۶ درصد ضایعات چای سبز
۱/۲۹	۱/۵۵	۰/۶۱	۱/۲۹	۱/۴۵	SEM ^۶
۰/۹۷	۰/۵۵	۰/۷۲	۰/۰۰۱	۰/۰۰۲	خطی P value ^۷
۰/۲۱	۰/۴۴	۰/۴۸	۰/۱۳	۰/۲۱	درجه P value

۱- بر اساس میلی گرم بر دسی لیتر؛ ۲- بر اساس میلی گرم بر دسی لیتر؛ ۳- بر اساس گرم بر دسی لیتر؛ ۴- اسپاراتات ترانس آمیناز، بر اساس واحد بر لیتر؛ ۵- آلانین ترانس آمیناز، بر اساس واحد بر لیتر؛ ۶- خطای استاندارد میانگین؛ ۷- سطح احتمال

مورد استفاده قرار می‌گیرد. عدم تغییر مقادیر این آنزیم‌ها در خون ممکن است نشان دهنده عدم تاثیر تانن‌های متراکم ضایعات چای سبز بر کبد و ماهیچه‌ها در سطوح افزوده شده باشد (Dey و همکاران، ۲۰۰۸؛ Raju و همکاران، ۲۰۱۵).

نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج حاصل از قابلیت هضم مواد مغذی، تعادل نیترژن، فراسنجه‌های شکمبه‌ای و خونی، استفاده از ضایعات چای سبز در سطح ۲ درصد ماده خشک جیره بره‌های پرواری از طریق افزایش قابلیت هضم مواد مغذی به‌ویژه قابلیت هضم پروتئین خام، بهبود تعادل نیترژن و بهبود تخمیر شکمبه‌ای در نهایت افزایش وزن و ضریب تبدیل بهتری را نسبت به سایر تیمارهای آزمایشی ایجاد کرد. بنابراین استفاده از این ضایعات در مقدار ذکر شده می‌تواند در تغذیه بره‌های پرواری مفید باشد.

۱- Catechin، ۲- Folin Ciocalteu، ۳- PolyVinyl، ۴- Quillaja saponaria، ۵- PolyPyrrolidone، ۶- Camellia sinensis، Sapindus mukrossi

در پژوهش حاضر غلظت نیترژن اورهای خون در اثر سطوح مختلف ضایعات چای سبز کاهش یافت (جدول ۸). این نتیجه توسط دیگر محققین نیز گزارش شده است (Dey و همکاران، Raju و همکاران، ۲۰۱۵). سطح نیترژن اورهای خون شاخص مقدار تجزیه‌پذیری پروتئین در شکمبه می‌باشد. تانن متراکم با کاهش تجزیه پروتئین و فعالیت میکروارگانیسم‌ها در شکمبه موجب کاهش غلظت نیترژن آمونیاکی در شکمبه می‌گردد که این امر با کاهش غلظت نیترژن اورهای خون همراه است (Raju و همکاران، ۲۰۱۵). Nasri and Ben Salem (۲۰۱۲) مشاهده کردند که استفاده از عصاره دارای ساپونین مقدار نیترژن اورهای خون را تحت تاثیر قرار نداد. بنابراین در تحقیق حاضر، مقدار کمتر نیترژن اورهای خون احتمالاً به دلیل کاهش تجزیه پروتئین در شکمبه توسط تانن‌های موجود در ضایعات چای سبز می‌باشد. Dey و همکاران (۲۰۰۸) و Raju و همکاران (۲۰۱۵) مطابق با نتایج این تحقیق عدم تغییر پروتئین کل، آنزیم AST و ALT را در خون بره و بز در اثر استفاده از مواد خوراکی دارای تانن گزارش کردند. مقدار آنزیم ALT و AST در خون به‌عنوان یک معیار جهت تشخیص آسیب‌های کبدی

منابع

- AOAC. (2005). Official methods of analysis, 16th ed. Association of Official Analytical Chemists, Arlington, VA, USA.
- Barry, T.N. and McNabb, W.C. (1999). The implications of condensed tannins on the nutritive value of temperate forages fed to ruminants. *British Journal of Nutrition*. 81: 263–272.
- Beauchemin, K.A., McGinn, S.M., Martinez, T.F. and McAllister, T.A. (2007). Use of condensed tannin extract from quebracho trees to reduce methane emissions. *Journal of Animal Science*. 85: 1990–1996.
- Begum, J., Reza, A., Islam, M.R., Rahman, M.M. and Zaman, M.S. (1996). Effect of supplementation of different levels of tea waste on the performance of growing calves. *Asian Australasian Journal of Animal Sciences*. 9: 175-179.
- Bhatta, R., Uyeno, Y., Tajima, K., Takenaka, A., Yabumoto, Y., Nonaka, I., Enishi, O. and Kurihara, M. (2009). Difference in the nature of tannins on *in vitro* ruminal methane and volatile fatty acid production and on methanogenic archaea and protozoal populations. *Journal of Dairy Science*. 92: 5512–5522.
- Broderick, G.A., and Kang, J.H. (1980). Automated simultaneous determination of ammonia and total amino acids in ruminal fluid and *in vitro* media. *Journal of Dairy Science*. 63: 64–75.
- Dey, A., Dutta, N., Sharma, K. and Pattanaik, A. K. (2008). Effect of dietary inclusion of *Ficus infectoria* leaves as a protectant of proteins on the performance of lambs. *Small Ruminant Research*. 75: 105-114.
- Fagundes, G.M., Modesto, E.C., Fonseca, C.E.M., Lima, H.R.P. and Muir, J.P. (2014). Intake, digestibility and milk yield in goats fed *Flemingia macrophylla* with or without polyethylene glycol. *Small Ruminant Reserch*. 116: 88-93.
- Faithfull, N.T. (2002). Methods in agricultural chemical analysis. In: A Practical Handbook. CAB International .304 pp.
- رمضانی، م.ع.، چاشنی‌دل، ی.، تیموری‌یانسری، ا. و دلدار، ح. (۱۳۹۲). تاثیر سطوح مختلف پروتئین قابل تجزیه به پروتئین غیرقابل تجزیه در شکمبه بر عملکرد و ویژگی‌های لاشه بره-های آمیخته. مجله پژوهش‌های تولیدات دامی. ۴(۸): ۳۵–۴۵.
- صفایی، ا. ر. (۱۳۹۳). اثرات بیولوژیکی تفاله انگور بر تولید گازمتان، تجزیه‌پذیری و بهبود عملکرد در نشخوارکنندگان. رساله دکتری، دانشکده علوم دامی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان. ۱۳۴ ص.
- میرمحمدی، د. (۱۳۹۲). بررسی اثر شکل فیزیکی خوراک در جیره‌های با و بدون کود بستر جوجه‌های گوشتی بر عملکرد بره‌های پرواری. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس. ۱۲۱ ص.
- Aerts, R.J., Barry, T.N. and McNabb, W.C. (1999). Polyphenols and agriculture: beneficial effects of proanthocyanidins in forages. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 75: 1–12.
- Agarwal, N., Kamra, D.N., Chaudhary, L.C. and Patra, A.K. (2006). Effect of *Sapindus mukorossi* extracts on *in vitro* methanogenesis and fermentation characteristics in buffalo rumen liquor. *Journal of Applied Animal Research*. 30: 1–4.
- Ahmed, M.H., Salem, A.Z.M., Zeweil, H.S., Sun, X. Z., Kholif, A.E., Elghandour, M.M.Y. and Bahar, M.S.I. (2015). Growth performance and carcass characteristics of lambs fed halophytes as a partial or whole replacement of berseem hay. *Small Ruminant Research*. 128: 1-9.
- Alipour, D. and Rouzbehan, Y. (2010). Effects of several levels of extracted tannin from grape pomace on intestinal digestibility of soybean meal. *Livestock Science*. 128: 87-91.
- Animut, G., Goetsch, A.L., Puchala, R., Patra, A.K., Sahl, T., Varel, V.H. and Wells, J. (2008). Methane emission by goats consuming diets with different levels of condensed tannins from lespedeza. *Animal Feed Science and Technology*. 144: 212–227.

- Givens, D.I., Owen, E., Axford, R.F.E. and Omed, H.M. (2000). Forage Evaluation in Ruminant Nutrition, First Ed. CABI Publishing, Walingford, Oxon, Ox108 DE. 480 pp.
- Gorgulu, M., Yurtseven, S., Unsal, I. and Kutlu, H.R. (2004). Effect of dietary supplemental *Yucca schidigera* powder on fattening performance of male lambs. *Journal of Applied Animal Research*. 25: 33-36.
- Grainger, C., Clarke, T., Auldist, M.J., Beauchemin, K.A., McGinn, S.M., Waghorn, G.C. and Eckard, R.J. (2009). Potential use of *Acacia mearnsii* condensed tannins to reduce methane emissions and nitrogen excretion from grazing dairy cows. *Canadian Journal of Animal Science*. 89: 241-251.
- Hagerman, A.E. (2002). Tannin handbook. Biological Activities of tannins: Tannin as antioxidants. Protein digestibility protein precipitation by tannins. pp:1-12.
- Hariadi, B.T. and Santoso, B. (2010). Evaluation of tropical plants containing tannin on *in vitro* methanogenesis and fermentation parameters using rumen fluid. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 90: 456-461.
- Hart, K. J., Yanez-Ruiz, D. R., Duval, S. M., McEvan, N. R. and Newbold, C. I. (2008). Plant extracts to manipulate rumen fermentation. *Animal Feed Science and Technology*. 147: 8-35.
- Hervas, G., Perez, V., Giraldez, F.J., Mantecon, A.R., Almar, M.M. and Frutos, P. (2003). Intoxication of sheep with quebracho tannin extract. *Journal of Comparative Pathology*. 129: 44- 54.
- Hess, H.D., Beuret, R.A., Lotscher, M., Hindrichsen, I.K., Machmuller, A., Carulla, J.E., Lascano, C.E. and Kreuzer, M. (2004). Ruminal fermentation, methanogenesis and nitrogen utilization of sheep receiving tropical grass hay-concentrate diets offered with *Sapindus saponaria* fruits and *Cratylia argentea* foliage. *Animal Science*. 79: 177-189.
- Holtshausen, L., Chaves, A.V., Beauchemin, K.A., McGinn, S.M., McAllister, T.A., Odongo, N.E., Cheeke, P.R. and Benchaar, C. (2009). Feeding saponin-containing *Yucca schidigera* and *Quillaja saponaria* to decrease enteric methane production in dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 92: 2809-2821.
- Hu, W., Liu, J., Wu, Y., Guo, Y. and Ye, J. (2006). Effects of tea saponins on *in vitro* ruminal fermentation and growth performance in growing Boer goat. *Archives of Animal Nutrition*. 60: 89-97.
- Hu, W., Wu, Y., Liu, J., Guo, Y. and Ye, J. (2005). Tea saponins affect *in vitro* fermentation and methanogenesis in faunated and defaunated rumen fluid. *Journal of Zhejiang University Science B*. 6: 787-792.
- Kondo, M., Hidaka, M., Kita, K. and Yokota, H. (2007). Feeding value of supplemented diet with black tea by-product silage: Effect of polyethylene glycol addition to the diet on digestibility of protein fractions in goats. *Grassland Science*. 53: 131-137.
- Kondo, M., Hirano, Y., Ikai, N., Kita, K., Jayanegara, A. and Yokota, H. (2014). Assessment of anti-nutritive activity of tannins in tea by-products based on *in vitro* rumen fermentation. *Asian Australasian Journal of Animal Sciences*. 27: 1571-1576.
- Kondo, M., Nakano, M., Kaneko, A., Agata, H., Kita, K. and Yokota, H. (2004). Ensiled green tea waste as partial replacement for soybean meal and alfalfa hay in lactating cows. *Asian Australasian Journal of Animal Sciences*. 17: 960-966.
- Lovett, D.K., Stack, L., Lovell, S., Callan, J., Flynn, B., Hawkins, M. and O'Mara, F.P. (2006). Effect of feeding *Yucca schidigera* extract on performance of lactating dairy cows and ruminal fermentation parameters in steers. *Livestock Science*. 102: 23-32.
- Mandal, G.P., Roy, A. and Patra, A.K. (2014). Effects of feeding plant additives rich in saponins and essential oils on the performance, carcass traits and conjugated linoleic acid concentrations in muscle and adipose tissues of Black Bengal goats. *Animal Feed Science and Technology*. 197: 76-84.

- Mao, H.L., Wang, J.K., Zhou, Y.Y. and Liu, J. X. (2010). Effects of addition of tea saponins and soybean oil on methane production, fermentation and microbial population in the rumen of Growing lambs. *Livestock Science*. 129: 56–62.
- Min, B.R., Barry, T.N., Attwood, G.T. and McNabb, W.C. (2003). The effect of condensed tannins on the nutrition and health of ruminants fed fresh temperate forages: review. *Animal Feed Science and Technology*. 106: 3–19.
- Min, B.R., Pinchak, W.E., Anderson, R.C., Fulford, J.D. and Puchala, R. (2006). Effects of condensed tannins supplementation level on weight gain and *in vitro* and *in vivo* bloat precursors in steers grazing winter wheat. *Journal of Animal Science*. 84: 2546–2554.
- Mousa, M.R.M. (2011). Effect of feeding *Acacia* as supplements on the nutrient digestion, growth performance, carcass traits and some blood constituents of Awassi lambs under the conditions of north Sinai. *Asian Journal of Animal Sciences*. 5: 102–117.
- Mueller-Harvey, I. (2006). Unravelling the conundrum of tannins in animal nutrition and health. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 86: 2010–2037.
- Nasri, S. and Ben Salem, H. (2012). Effect of oral administration of *Agave americana* or *Quillaja saponaria* extracts on digestion and growth of Barbarine female lamb. *Livestock Science*. 147: 59–65.
- National Research Council. (2007). Nutrient Requirements of Small Ruminants. National academy Press, Washington, DC. USA. 384 pp.
- Ndluvo, L.R. (2000). Tannins in animal agriculture: friend or foe. In: Proceedings of the South African Society of Animal Science Congress. 25–27 July, pp. 51–52.
- Ngwa, A.T., Nsahlai, I.V. and Iji, P.A. (2002). Effect of supplementing veld hay with a dry meal or silage from pods of *Acacia sieberiana* with or without wheat bran on voluntary intake, digestibility, excretion of purine derivatives, nitrogen utilization and weight gain in South African Merino sheep. *Livestock Production Science*. 77: 253–264.
- Oliveira, R.A., Narciso, C.D., Bisinotto, R.S., Perdomo, M.C., Ballou, M.A., Dreher, M. and Santos, J.E.P. (2010). Effects of feeding polyphenols from pomegranate extract on health, growth, nutrient digestion and immunocompetence of calves. *Journal of Dairy Science*. 93: 4280–4291.
- Patra, A.K. and Saxena, J. (2009). Dietary phytochemicals as rumen modifiers: a review of the effects on microbial populations. *Antonie van Leeuwenhoek*. 96: 363–375.
- Patra, A.K. and Saxena, J. (2010). A new perspective on the use of plant secondary metabolites to inhibit methanogenesis in the rumen. *Phytochemistry*. 71: 1198–1222.
- Pen, B., Takaura, K., Yamaguchi, S., Asa, R. and Takahashi, J. (2007). Effects of *Yucca schidigera* and *Quillaja saponaria* with or without b-1, 4 galactooligosaccharides on ruminal fermentation, methane production and nitrogen utilization in sheep. *Animal Feed Science and Technology*. 138: 75–88.
- Puchala, R., Min, B.R., Goetsch, A.L. and Sahlu, T. (2005). The effect of a condensed tannin containing forage on methane emission by goats. *Journal of Animal Science*. 83: 182–186.
- Raju, J., Sahoo, B., Chandrakar, A., Sankar, M., Garg, A.K. and Sharma, A.K. (2015). Effect of feeding oak leaves (*Quercus semecarpifolia* vs *Quercus leucotricophora*) on nutrient utilization, growth performance and gastrointestinal nematodes of goats in temperate sub Himalayas. *Small Ruminant Reserch*. 125: 1–9.
- Ramdani, D., Chaudhry, A. S. and Seal, C. J. (2013). Chemical composition, plant secondary metabolites, and minerals of green and black teas and the effect of different tea-to-water ratios during their extraction on the composition of their spent leaves as potential additives for ruminants. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 61: 4961–4967.

- Robertson, J.B., and Van Soest, P.J. (1981). The detergent system of analysis and its application to human foods. In: James, W.P.T., Theander, O. (Eds.), *The Analysis of Dietary Fiber in Food*. Marcel Dekker, NY, USA, pp. 123–158 (chapter 9).
- Rubanza, C.D.K., Shem, M.N., Bakengesa, S.S., Ichinoha, T. and Fujihara, T. (2007). Effects of *Acacia nilotica*, *A. polyantha* and *Leucaena leucocephala* leaf meal supplementation on performance of small East African goats fed native pasture hay basal forages. *Small Ruminant Research*. 70: 165–173.
- Santoso, B., Mwenya, B., Sar, C., Gamo, Y., Kobayashi, T., Morikawa, R. and Takahashi, J. (2004). Effect of *Yucca schidigera* with or without nisin on ruminal fermentation and microbial protein synthesis in sheep fed silage – and hay based diets. *Animal Science Journal*. 75: 525–531.
- SAS. (2002). User's guide: Statistics, Version 9.1. SAS Institute, Inc. Cary, NC, USA.
- Singer, M.D., Robinson, P.H., Salem, A.Z.M. and DePeters, E.J. (2008). Impacts of rumen fluid modified by feeding *Yucca schidigera* to lactating dairy cows on *in vitro* gas production of 11 common dairy feedstuffs, as well as animal performance. *Animal Feed Science and Technology*. 146: 242–258.
- Tan, C.Y., Zhong, R.Z., Tan, Z.L., Han, X.F., Tang, S.X., Xiao, W.J., Sun, Z.H. and Wang, M. (2011). Dietary inclusion of tea catechins changes fatty acid composition of muscle in goats. *Lipids*. 46: 239–247.
- Tavendale, M.H., Meagher, L.P., Pacheco, D., Walker, N., Attwood, G.T. and Sivakumaran, S. (2005). Methane production from *in vitro* rumen incubations with *Lotus pedunculatus* and *Medicago sativa*, and effects of extractable condensed tannin fractions on methanogenesis. *Animal Feed Science and Technology*. 123–124: 403–419.
- Tejda-Arroyo, E., Cipriano-Salazar, M., Camacho-Diaz, L.M., Salem, A.Z.M., Kholif, A.E., Elghandour, M.M.M.Y., Dilonzo, N. and Cruz-Lagunas, B. (2015). Diet inclusion of devil fish (*Plecostomus* spp.) silage and its impacts on ruminal fermentation and growth performance of growing lambs in hot regions of Mexico. *Tropical Animal Health and Production*. 47: 861–866.
- Unruh Snyder, L.J., Luginbuhl, J.M., Mueller, J.P., Conrad, A.P. and Turner, K.E. (2007). Intake, digestibility and nitrogen utilization of *Robinia pseudoacacia* foliage fed to growing goat wethers. *Small Ruminant Research*. 71: 179–193.
- Van Soest, P.J., Robertson, J.B. and Lewis, B.A. (1991). Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and non starch polysaccharides in relation to animal's nutrition. *Journal of Dairy Science*. 74:3583–3597.
- Waghorn, G.C. (2008). Beneficial and detrimental effects of dietary condensed tannins for sustainable sheep and goat production – progress and challenges. *Animal Feed Science and Technology*. 147: 116–139.
- Waghorn, G.C. and McNabb, W.C. (2003). Consequences of plant phenolic compounds for productivity and health of ruminants. *Proceedings of the Nutrition Society*. 62: 383–392.
- Wu, Z., Sadik, M., Sleiman, F.T., Simas, J.M., Pessaraki, M. and Huber, J.T. (1994). Influence of *Yucca* extract on ruminal metabolism in cows. *Journal of Animal Science*. 72: 1038–1042.
- Yosioka, I., Inada, A. and Kitagawa, I. (1974). Soil bacterial hydrolysis leading to genuine aglycone—VIII: Structures of a genuine saponin protobassic acid and a prosaponin of seed kernels of *Madhuca longifolia* L. *Tetrahedron*. 30: 707–714.
- Zhou, C.S., Xiao, W.J., Tan, Z.L., Salem, A.Z.M., Geng, M.M., Tang, S.X., Wang, M., Han, X.F. and Kang, J.H. (2012). Effects of dietary supplementation of tea saponins (*Ilex kudingcha* C.J. Tseng) on ruminal fermentation, digestibility and plasma antioxidant parameters in goats. *Animal Feed Science and Technology*. 176: 163–169.