نشریه علوم دامی
(پژوهش و سازندگی)

شماره ۱۱۷، زمستان ۱۳۹۶
ص‌ص: ۲۴۱~۲۵۶

اثر استفاده از سطوح مختلف ساپونین بر قابلیت هضم مواد مغذی، فراسنجه‌های تخمیری، جمعیت پروتوزوآی شکمبه‌ای و فراسنجه‌های خونی در گوسفندان نر بلوچی

• محمد مهدی محقی[1]، عبدالمنصور طهماسبی[2*]، رضا ولی‌زاده[2]، عباسعلی ناصریان[2]، محسن کاظمی[2]، آمنه اسکندری تربقان[4]

۱استادیار گروه علوم دامی دانشکده کشاورزی دانشگاه هرات افغانستان
۲استاد گروه علوم دامی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد
۳استادیار گروه علوم دامی مجتمع آموزش عالی تربت جام
۴مربی گروه مهندسی بهداشت محیط دانشکده علوم پزشکی تربت جام

تاریخ دریافت : اسفند ۱۳۹۵ تاریخ پذیرش : اردیبهشت ۱۳۹۶

شماره تماس نویسنده مسئول: ۰۹۱۵۵۲۰۶۳۳۴
Email: a.tahmasbi@lycos.com

چکیده

این آزمایش با هدف مطالعه اثر استفاده از سطوح مختلف ساپونین خالص(Loba Chemie Ltd.) بر قابلیت هضم، فراسنجه‌های تخمیری، جمعیت پروتوزوآی شکمبه‌ای و فراسنجه‌های خونی در گوسفندان نر بلوچی انجام شد. از ٤ رأس گوسفند نر بلوچی با میانگین وزن زنده ۲/۲±۴۰/۳ کیلوگرم و دارای فیستولای شکمبه‌ای در قالب طرح چرخشی استفاده شد. تیمارهای آزمایشی شامل ۱-جیره پایه (شاهد)، ۲-جیره پایه + ۷۵ میلی‌گرم ساپونین در هرکیلوگرم ماده خشک جیره، ۳-جیره پایه + ۱۵۰ میلی‌گرم ساپونین و ٤-جیره پایه + ۳۰۰ میلی‌گرم ساپونین بودند. ساپونین، تأثیری بر قابلیت هضم ظاهری ماده خشک، ماده آلی، پروتئین خام، چربی خام، الیاف نامحلول در شوینده اسیدی و خنثی (ADF وNDF) جیره نداشت (P>۰/۰۵). غلظت استات، پروپیونات، بوتیرات، والرات و نیز pH مایع شکمبه تحت تأثیر تیمارها قرار نگرفت (P>۰/۰۵)، اما سطح ۳۰۰ میلی‌گرم ساپونین باعث افزایش کل اسیدهای چرب فرار در مقایسه با تیمار شاهد شد (P<۰/۰۵). با افزایش ساپونین در جیره، میانگین غلظت نیتروژن آمونیاکی و جمعیت پروتوزوآ کاهش یافت (P<۰/۰۵). همچنین میانگین سطح تری‌گلیسرید خون با افزایش ساپونین در جیره، کاهش یافت (p<۰/۰۵) ولی سطح کلسترول، لیپوپروتئین‌های با چگالی کم یا زیاد (LDL و HDL) تحت تأثیر تیمارها قرار نگرفت (P>۰/۰۵). هرچند استفاده از ساپونین تا سطح ۳۰۰ میلی‌گرم در جیره گوسفندان در کوتاه مدت، اثر سوئی بر سلامت دام نداشت، اما در میان فراسنجه‌های مورد مطالعه، غلظت نیتروژن آمونیاکی، کل اسیدهای چرب فرار، تری‌گلیسرید، و شمار پروتوزوآی شکمبه‌ای تحت تأثیر مصرف ساپونین قرار گرفت. با این وجود برای اثبات اثرات مفید ساپونین بر عملکرد دام، نیاز به مطالعات بیشتر می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: ساپونین، گوسفند، تخمیر، پروتوزوآ، فراسنجه‌های خونی

Animal Science Journal (Pajouhesh & Sazandegi) No 117 pp: 241-256

The effect of different levels of saponin on nutrient digestibility, fermentation parameters, ruminal protozoa population and blood metabolites in Baluchi male sheep

By: Mohammad Mehdi Moheghi[1], Abdoul Mansour Tahmasbi[2*], Reza Valizadeh[2], Abbas Ali Naserian[2], Mohsen Kazemi[3], Ameneh Eskandary Torbaghan[4]
[1]Assistant professor, Department of Animal Science, College of Agriculture, University of Herat, Afghanistan
[2]Professor, Department of Animal science, College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad
[3]Assistant professor, Department of Animal Science, Higher Education Complex of Torbat-e Jam
[4]Professional engineering, Department of Environmental Health Engineering, Torbat-e Jam Faculty of Medical Sciences
*Corresponding Author Email: a.tahmasbi@lycos.com

Received: March 2017 **Accepted: May 2017**

This experiment was conducted to study the effect of different levels of pure saponin (Loba Chemie Ltd.) on digestibility, fermentation parameters, ruminal protozoa population and blood metabolites in Baluchi male sheep. Four rumen fistulated Baluchi male sheep (LW=40.3±2.2kg) were used in a change-over design. Experimental treatments were 1) basal diet (control), 2) basal diet + 75 mg saponin per kg of diet (DM basis), 3) basal diet + 150 mg saponin, and 4) basal diet + 300 mg saponin. Saponin did not affect apparent digestibility of dry matter, organic matter, crude protein, crude fat, NDF, and ADF of the diet (P>0.05). Concentration of acetate, propionate, butyrate, valerate and also pH of the rumen fluid were not affected by the treatments (P>0.05), but the level of 300 mg saponin increased total volatile fatty acids compared to the control group (P<0.05). The mean of ammonia nitrogen concentration and total number of protozoa were decreased with the increasing of saponin in the diet (P<0.05). Also by increasing saponin in the diet, the mean of blood triglyceride concentration decreased (P<0.05) but cholesterol, HDL, and LDL level were not affected by the treatments (P>0.05). Although use of saponin up to 300 mg in the diet, had no negative effect on the health of animal, but among the studied parameters, ammonia nitrogen concentration, total volatile fatty acids, blood triglyceride and numbers of ruminal protozoa were affected by saponin. However, more studies are needed to prove the beneficial effects of saponins on animal performance.

Key words: Saponin, Sheep, Fermentation, Protozoa, Blood metabolites

مقدمه

امروزه متخصصین تغذیه دام تلاش می‌کنند تا با ایجاد تغییرات مفید در الگوی تخمیر شکمبه و اکوسیستم میکروبی حیوان با استفاده از افزودنی‌های خاص، فرآورده‌های دامی مفید و سالم برای مصرف مطمئن و بی‌خطر افراد جامعه تولید نمایند (نعمتی شیزری، ۱۳۸۹). نشخوارکنندگان به‌دلیل داشتن شرایط ویژه در دستگاه گوارش به‌ویژه میکروارگانیسم‌های موجود در شکمبه آن‌ها، توانایی تخمیر بسیاری از ترکیبات موجود در طبیعت را دارند و در نهایت محصولات تولیدی در شکمبه آن‌ها می‌تواند تأثیر مستقیمی بر سلامتی، عملکرد و حتی میزان انباشت چربی و کلسترول در بافت‌های حیوانی داشته باشند (محقی، ۱۳۹۲). ساپونین‌ها جزو مهمترین ترکیبات گلیکوزیدی گیاهی بوده که به عنوان یک سیستم دفاعی و ضد باکتریایی در خود گیاه عمل کرده و نقش‌های مؤثری بر الگوی تخمیر شکمبه دارند (Tabacco و همکاران، ۲۰۰۶؛ Patra and Saxena، ۲۰۰۹). ساپونین‌ها دارای اثرات مهاری بر فعالیت و جمعیت میکروارگانیسم‌های مسئول بیوهیدروژناسیون در شکمبه می‌باشند و با مهار آخرین مرحله بیوهیدروژناسیون اسید چرب غیراشباع، سبب افزایش تجمع اسید واکسنیک و کاهش اسید استئاریک می‌گردند (Khiaosa-

ard و همکاران، ۲۰۰۹). ساپونین در تمام مراحل سوخت و ساز (از بلع تا دفع) در حیوانات نشخوارکننده و سایر حیوانات اهلی مؤثر می‌باشد (Cheeke، ۲۰۰۰). ساپونین به اسیدهای صفراوی اولیه متصل و آن‌ها را در مقابل فعالیت‌های میکروبی محافظت می‌کند، به‌طوری‌که گزارش شده ساپونین سبب کاهش اسیدهای ثانویه در رت، (Oakenfull و همکاران، ۱۹۷۹) خوک (Topping و همکاران،۱۹۸۰) و انسان (Potter و همکاران، ۱۹۸۰) می‌گردد. در شرایط برون‌تنی مصرف ساپونین به‌طور معنی‌داری شمار پروتوزوآ را کاهش داد (Hu و همکاران، 2005؛ Guo و همکاران، ۲۰۰۸؛ Goel و همکاران، ۲۰۰۸). پروتوزوآی موجود در شکمبه با شکار باکتری‌ها موجب کاهش بازچرخ پروتئین در شکمبه می‌شوند بنابراین پروتوزوآزدایی موجب افزایش بازدهی استفاده از نیتروژن و افزایش سنتز پروتئین میکروبی و متعاقباً افزایش ورود پروتئین میکروبی به دوازده می‌گردد که پیامد آن افزایش رشد، تولید شیر و تولید پشم می‌باشد (Wina و همکاران، ۲۰۰۵؛ Patra and Saxena، ۲۰۰۹). مطالعات برون‌تنی نشان داد حتی پس از گذشت ۲۴ ساعت (مدت زمانی که به‌طور معمول ساپونین درون شکمبه نشخوارکنندگان باقی می‌ماند) ساپونین بدون تغییر در محیط کشت باقی می‌ماند (Mathison و همکاران، ۱۹۹۹). ساپونین موجب القای ژن‌های کدکننده آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی (سوپر اکسید دسموتاز) می‌شود و نیز گزارش شده است‌که عصاره غنی از ساپونین ریشه چای، ویژگی آنتی‌اکسیدانی دارد (Sur و همکاران، ۲۰۰۱). با توجه به موارد ذکر شده در بالا، به‌نظر می‌رسد ساپونین نقش‌های متفاوتی بر عملکرد نشخوارکنندگان داشته باشد و از طرفی مطالعات اندکی در زمینه استفاده از ساپونین بر روند فعالیت‌های تخمیری در گوسفندان ایرانی صورت گرفته و کمبود اطلاعات در این زمینه وجود دارد. بنابراین، این پژوهش با هدف مطالعه اثرات استفاده از سطوح مختلف ساپونین بر قابلیت هضم، فراسنجه‌های تخمیری، جمعیت پروتوزوآی شکمبه‌ای و فراسنجه‌های خونی در گوسفندان نر بلوچی انجام شد.

مواد و روش‌ها

تیمارهای آزمایشی و مدیریت دام‌ها

در این آزمایش از ۴ رأس گوسفند نر بلوچی با میانگین وزن زنده ۲/۲±۴۰/۳ کیلوگرم و دارای فیستولای شکمبه‌ای در محل آزمایشگاه متابولیسم گروه علوم دامی دانشگاه فردوسی مشهد و در قالب طرح چرخشی استفاده شد. گوسفندها در قفس‌های متابولیک انفرادی (۰/۸ × ۱/۵متر) نگهداری شدند و به خوراک و آب در شبانه‌روز دسترسی آزادانه داشتند.

آزمایش در چهار دوره ۳۰ روزه شامل ۱۵ روز عادت‌دهی، ۵ روز نمونه‌گیری و ۱۰ روز استراحت انجام شد. مدت ۱۰ روزه با هدف حذف اثر ساپونین در تیمارهایی بود که از ساپونین استفاده کرده بودند و در طی این مدت تمام دام‌های آزمایشی با جیره پایه (شاهد) تغذیه شدند. جیره‌ها به صورت کاملاً مخلوط (TMR) و در دو وعده صبح (۰۸:۰۰) و بعدازظهر (۲۰:۰۰) در اختیار دام‌ها قرار گرفت. جیره پایه (۵۰ درصد علوفه و ۵۰ درصد کنسانتره) برای تمامی گروه‌های آزمایشی بر اساس جدول احتیاجات غذایی گوسفند (۲۰۰۷) و در حد نگهداری تنظیم شد (جدول ۱). تیمارهای آزمایشی شامل ۱-جیره پایه (شاهد)، ۲-جیره پایه + ۷۵ میلی‌گرم ساپونین خالص (Loba Chemie Pvt. Ltd. Mumbai, India) در هرکیلوگرم ماده خشک جیره، ۳-جیره پایه + ۱۵۰ میلی‌گرم ساپونین و ۴-جیره پایه + ۳۰۰ میلی‌گرم ساپونین بودند.

جدول ۱- اجزاء و ترکیب شیمیایی جیره آزمایشی

اجزاء	مقدار (درصد ماده خشک)
یونجه	۳۰
کاه گندم	۲۰
دانه جو	۲۵
کنجاله کلزا	۸
سبوس گندم	۱۳
مکمل ویتامینی-مواد معدنی[1]	۰/۵
نمک	۰/۳
آهک	۰/۲
روغن آفتابگردان	۳
ترکیب شیمیایی	
پروتئین خام	۱۲/۴
چربی خام	۵/۸
الیاف نامحلول در شوینده خنثی (NDF)	۳۹/۲
کربوهیدرات‌های غیر الیافی (NFC)[2]	۳۷/۴
انرژی قابل سوخت و ساز (مگاکالری در هر کیلوگرم ماده خشک)	۲/۴۷

۱-حاوی ۱۹/۶ ٪ کلسیم، ۹/۶ ٪ فسفر، ۷/۱ ٪ سدیم، ۱/۹ ٪ منیزیم، ۰/۲ گرم در کیلوگرم منگنز، ۰/۳ گرم در کیلوگرم روی، ۰/۳ گرم در کیلوگرم آهن، ۰/۰۳ گرم در کیلوگرم مس، ۰/۰۲ گرم در کیلوگرم ید، ۰/۰۱ گرم در کیلوگرم کبالت، ۵۰۰۰۰۰ واحد بین المللی در کیلوگرم ویتامین A، ۱۰۰۰۰۰ واحد بین المللی در کیلوگرم ویتامین D و ۱۰۰۰ واحد بین المللی در کیلوگرم ویتامین E

۲-(پروتئین خام+خاکستر+چربی خام+NDF)-100=NFC (NRC، ۲۰۰۱)

نمونه‌گیری از دام‌ها

پس از عادت‌پذیری دام به تیمار آزمایشی (۱۵ روز) در هر دوره، به مدت ۵ روز، اقدام به ثبت رکورد و جمع‌آوری نمونه‌هایی از خوراک مصرفی و پس‌مانده‌های آن شد و بلافاصله در فریزر با دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شد. در پایان هر دوره، نمونه‌های مربوط به هر گوسفند با هم مخلوط و در نهایت یک نمونه جهت آنالیزهای بعدی به آزمایشگاه انتقال داده شد. کل مدفوع دفعی هر حیوان نیز به مدت ۵ روز متوالی به طور دقیق وزن‌کشی و یک نمونه ۲۵۰ گرمی از آن برداشت و بلافاصله به فریزر انتقال داده شد. در پایان هر دوره، نمونه‌های مدفوع هر گوسفند مخلوط و یک نمونه جهت تجزیه شیمیایی و برآورد قابلیت هضم مواد مغذی تهیه‌و مجدداً تا آنالیز بعدی به فریزر انتقال داده شد (McDonald و همکاران، ۱۹۹۵). در روز ۱۵ و ۱۶ هر دوره آزمایشی، قبل از غذا و در فواصل زمانی ۰/۵ ساعت تا ۸ ساعت بعد از مصرف خوراک، نمونه مایع شکمبه از طریق فیستولای شکمبه‌ای گرفته شد و pH آن بلافاصله توسط pH متر(Metrohm, 691) ثبت گردید و همزمان نمونه‌ای برای تعیین غلظت نیتروژن آمونیاکی از دام‌ها گرفته شد. همچنین نمونه مایع شکمبه (برای شمارش پروتوزوآ) و خون نیز قبل از خوراک‌دهی صبح، ۲ و ۴ ساعت بعد از مصرف خوراک به ترتیب از طریق فیستولا و سیاهرگ وداج گردن دام‌ها گرفته شد.

آنالیز آزمایشگاهی

غلظت نیتروژن آمونیاکی و پروتئین خام با روش کجلدال (KJELTEC Auto 1030 Analyzer) تعیین گردید. برای تعیین ماده خشک، خاکستر، پروتئین خام و چربی خام نمونه‌ها از روش‌های توصیه شده AOAC (۲۰۰۵) استفاده شد. همچنین برای تعیین الیاف نامحلول در شوینده‌ی خنثی و اسیدی از روش Van Soest و همکاران (۱۹۹۱) استفاده گردید. اندازه‌گیری غلظت اسیدهای چرب فرار مایع شکمبه با استفاده از دستگاه گازکروماتوگرافی (Chrompack CP 9002, Holand) و بر اساس روش Ottenstein and Bartley (۱۹۷۱) انجام شد. فراسنجه‌های خونی با استفاده از دستگاه اتوآنالایزر (Atuo Analyzer A15, Biosystem, spain) تعیین شدند. رنگ آمیزی پروتوزوآ بر اساس روش Ivan و همکاران (۲۰۰۱) انجام شد و شمارش آن‌ها به روش Ogimoto and Imai (۱۹۸۱) صورت گرفت.

معادلات و تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها

داده‌های آزمایش در قالب طرح چرخشی با رویه Mixed، نرم افزار SAS (نسخه ۹/۱) مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفتند، به‌طوری‌که مدل آماری طرح شامل $Y_{ijk}= \mu+ T_i + P_j + S_k + \varepsilon_{ijk}$ بود که در آن Y_{ijk} متغیر وابسته، μ میانگین کل مشاهدات، T_i اثر تیمار، P_j اثر دوره، S_k اثر تصادفی حیوان و ε_{ijk} خطای آزمایشی بود. همچنین مقایسه بین میانگین‌ها بر اساس آزمون تفاوت میانگین حداقل مربعات (LSMEANS) در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد. داده‌های مربوط به pH، نیتروژن آمونیاکی، پروتوزوآ و فراسنجه‌های خونی به صورت تکرار در زمان با رویه (Mixed) نرم‌افزار آماری SAS (نسخه ۹/۱) و بر اساس مدل آماری $Y_{ijk}= \mu+ t_i + P_j + T_{ij}+S_k +t_i\times T_{ij}+ \varepsilon_{ijk}$ انجام شد که در این مدل Y_{ijk} متغیر وابسته، μ میانگین کل مشاهدات، t_i اثر تیمار، P_j اثر دوره، T_{ij} اثر زمان، S_k اثر تصادفی حیوان، $t_i\times T_{ij}$ اثر متقابل تیمار در زمان و ε_{ijk} خطای آزمایشی می‌باشد و همچنین مقایسه بین میانگین‌ها بر اساس آزمون تفاوت میانگین حداقل مربعات (LSMEANS) در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

قابلیت هضم ظاهری مواد مغذی

قابلیت هضم ظاهری ماده خشک، ماده آلی، پروتئین خام، چربی خام، الیاف نامحلول در شوینده‌ی خنثی و اسیدی تحت تأثیر ساپونین موجود در جیره قرار نگرفتند ولی قابلیت هضم ماده خشک (P=۰/۰۶)، ماده آلی (P=۰/۰۸) و چربی خام (P=۰/۰۹) تمایل به معنی‌داری داشتند (جدول ۲).

جدول۲- تأثیر استفاده از سطوح مختلف ساپونین در جیره گوسفندان نر بلوچی بر قابلیت هضم ظاهری مواد مغذی

قابلیت هضم مواد مغذی (٪)	تیمار آزمایشی[1]				انحراف استاندارد میانگین‌ها	سطح معنی‌داری
	۱	۲	۳	۴		
ماده خشک	۶۹/۹۵	۷۰/۰۰	۶۸/۱۶	۶۸/۲۴	۰/۵۱	۰/۰۶
ماده آلی	۷۲/۶۳	۷۳/۰۵	۷۱/۰۳	۷۰/۸۳	۰/۵۹	۰/۰۸
پروتئین خام	۷۳/۶۴	۷۳/۳۵	۷۱/۶۱	۷۲/۴۴	۱/۳۱	۰/۷۰
چربی خام	۷۱/۱۳	۷۰/۱۲	۷۰/۹۷	۷۲/۶۰	۰/۵۶	۰/۰۹
الیاف نامحلول در شوینده‌ی خنثی (NDF)	۶۲/۱۴	۶۱/۱۸	۶۲/۱۷	۶۱/۰۱	۰/۳۶	۰/۱۲
الیاف نامحلول در شوینده‌ی اسیدی (ADF)	۴۶/۱۲	۴۸/۶۲	۴۷/۶۶	۴۴/۶۱	۱/۳۵	۰/۲۶

۱- تیمارهای آزمایشی شامل ۱-جیره پایه (شاهد)، ۲-جیره پایه + ۷۵ میلی گرم ساپونین در هرکیلوگرم ماده خشک جیره، ۳-جیره پایه + ۱۵۰ میلی گرم ساپونین و ۴-جیره پایه + ۳۰۰ میلی گرم ساپونین بودند.

ساپونین یک ماده گلیکوزیدی است که میکروب‌های شکمبه قادرند آن‌ها را به بخش‌های آگلیکونی و قندی تجزیه کنند اما بخش آگلیکونی بسیار پیچیده است و به سختی توسط باکتری‌های شکمبه تجزیه می‌گردد و گزارشی مبنی بر تجزیه آگلیکون‌ها توسط باکتری‌های شکمبه در دسترس نیست. در دو مطالعه انجام شده هر دو اثر مثبت و منفی بخش آگلیکونی ساپونین در تغذیه دام گزارش شده است (Sen و همکاران، ۱۹۹۸؛ Francis و همکاران، ۲۰۰۲). گزارشات زیادی در خصوص کاهش قابلیت هضم برخی از مواد مغذی جیره در اثر مصرف ساپونین ارائه شده است (Klita و همکاران، ۱۹۹۶؛ Hess و همکاران، ۲۰۰۴؛ Wina و همکاران، ۲۰۰۵؛ Agarwalو همکاران، ۲۰۰۶؛ Holtshausen و همکاران، ۲۰۰۹) و اینکه ساپونین ممکن است مکان هضم را در دستگاه گوارش تغییر دهد (Agarwal و همکاران، ۲۰۰۶). بر عکس، نتایج برخی از گزارشات نیز افزایش قابلیت هضم برخی از مواد مغذی در اثر مصرف ساپونین در جیره را نشان داد (Goetsch and Owens، ۱۹۸۵؛ Valdez و همکاران، ۱۹۸۶؛ Lu and Jorgensen، ۱۹۸۷). با توجه به تمایل معنی‌داری برخی از فراسنجه‌های جدول ۲، سطح ۷۵ میلی‌گرم ساپونین از بیشترین میزان قابلیت هضم ماده خشک و ماده آلی در مقایسه با سایر تیمارها از لحاظ عددی برخوردار بود. در بسیاری از تحقیقات نیز ساپونین تأثیری بر قابلیت هضم مواد مغذی نداشت (Hess و همکاران، ۲۰۰۴؛ Pen و همکاران، ۲۰۰۶؛ Lovett و همکاران، ۲۰۰۶؛ Nasri و همکاران، ۲۰۱۱). آزمایش حاضر نشان داد مصرف ساپونین تا سطح ۳۰۰ میلی‌گرم تأثیر منفی بر قابلیت هضم مواد مغذی جیره نداشت (P>۰/۰۵). ساپونین کویلاجا[1] موجب افزایش بازده تولید پروتئین میکروبی شکمبه و کاهش تجزیه پذیری پروتئین خوراک در شرایط برون‌تنی گردید (Makkar and Becker، ۱۹۹۶). مصرف برگ‌های غنی از ساپونین[2] جریان پروتئین میکروبی از شکمبه به روده را افزایش و تعداد پروتوزوآ را کاهش داد (Newbold و همکاران، ۱۹۹۷). ساپونین موجود در سویا باعث کاهش هضم پروتئین از طریق کم کردن فعالیت آنزیم کیموتریپسین شد و این اثر در رابطه با گلایسین نیز شدیدتر بود (Shimoyamada و همکاران، ۱۹۹۸). اثر اصلی ساپونین بر هضم چربی‌ها به‌واسطه تأثیر آن بر اسیدهای صفراوی بوده به‌طوری‌که ساپونین با تشکیل میسل با اسیدهای صفراوی، از میزان اسیدهای صفراوی در دسترس برای تشکیل میسل با اسیدهای چرب می‌کاهد (Sindhu and Oakenfull، ۱۹۸۹). گزارش شده ساپونین از طریق باند شدن با اسیدهای صفراوی از تشکیل میسل‌های چربی جلوگیری کرده و هضم چربی را کاهش می‌دهد (Oakenfull and Sindhu، ۱۹۸۹). در آزمایش اخیر با توجه به تمایل برای معنی‌دار شدن قابلیت هضم چربی جیره (P=۰/۰۹)، به نظر می‌رسد بالاترین سطح ساپونین (۳۰۰ میلی گرم)، بیشترین تأثیر را بر قابلیت هضم چربی گذاشته است، هر چند که اختلاف معنی‌داری در بین تیمارها مشاهده نشد. ساپونین جدا شده از گیاه علف جارو[3] و عصاره چای بر لیپاز پانکراس در شرایط برون‌تنی اثر بازدارندگی داشت (Han و همکاران، ۲۰۰۶). Ramirez و همکاران (۱۹۹۸) گزارش کردند استفاده از عصاره یوکا در خوراک گوساله‌های پرواری که به‌طور آزاد تغذیه شده بودند، تأثیری بر هضم پروتئین در شکمبه و پس از آن نداشته اما هضم اسیدهای چرب را در بعد از شکمبه کاهش داد. هرچندکه مواردی مبنی بر نقش مثبت ساپونین در امولسیون کردن چربی‌ها (Barl و همکاران، ۱۹۷۹؛ Oakenfull and Sidhu، ۱۹۸۹) گزارش گردید، اما در آزمایش اخیر، مصرف ساپونین تأثیر معنی‌داری بر قابلیت هضم چربی جیره در گوسفندان نداشت. گزارش شده تجزیه ساپونین در بزاق گوسفندانی که مدت طولانی‌تری در معرض غذاهای حاوی ساپونین بوده‌اند، بیشتر صورت گرفته و متعاقباً جمعیت میکروبی شکمبه به ساپونین سازگارتر شده است (Odenyo و همکاران، ۱۹۹۷؛ Newbold و همکاران، ۱۹۹۷).

اسیدهای چرب فرار

غلظت استات، پروپیونات، بوتیرات و والرات در بین تیمارهای مختلف، تفاوت معنی‌داری نداشتند (جدول ۳) اما غلظت کل اسیدهای چرب فرار تحت تأثیر ساپونین موجود در جیره قرار

[1] *Quillaja saponaria*

[2] *Sesbania sesban*

[3] *Kochia Scoparia*

گرفت به‌طوری‌که سطح ۳۰۰ میلی‌گرم ساپونین در مقایسه با تیمار شاهد دارای بیشترین غلظت کل اسیدهای چرب فرار بود (P<۰/۰۵). نتایج مطالعات در زمینه تأثیر ساپونین بر الگوی اسیدهای چرب تولید شده در شکمبه یکسان نیست به‌طوری‌که برخی از محققین گزارش کردند ساپونین اثر معنی‌داری بر الگوی تولید اسیدهای چرب کوتاه زنجیر ندارد (Makkar and Becker، ۱۹۹۶؛ Wang و همکاران، ۱۹۹۸). در حالی که Lila و همکاران (۲۰۰۳) افزایش در کل اسیدهای چرب زنجیر کوتاه را گزارش کردند. علاوه بر آن برخی مطالعات (Wina و همکاران، ۲۰۰۵؛ Goel و همکاران، ۲۰۰۸) افزایش در غلظت پروپیونات در اثر کاربرد ساپونین در جیره را گزارش کردند. افزایش تولید پروپیونات فراهمی هیدروژن جهت تولید متان را کم می‌کند و موجب کاهش غلظت بوتیرات و استات که از محصولات نهایی عمل پروتوزوآ می‌باشند نیز می‌شود. بنابراین پروتوزوآزدایی الگوی تولید اسیدهای چرب فرار را به سمت تولید پروپیونات بیشتر و استات و بوتیرات کمتر سوق می‌دهد (Jouany، ۱۹۹۶؛ Wina و همکاران، ۲۰۰۵).

جدول ۳- تأثیر استفاده از سطوح مختلف ساپونین در جیره گوسفندان نر بلوچی بر غلظت اسیدهای چرب فرار مایع شکمبه

اسید چرب (میلی‌مول در لیتر)	تیمار آزمایشی[1]				انحراف استاندارد میانگین‌ها	سطح معنی‌داری
	۱	۲	۳	۴		
کل اسیدهای چرب فرار	۶۲/۵۷[b]	۶۵/۰۰[ab]	۶۳/۰۰[b]	۶۹/۰۰[a]	۱/۴۱	۰/۰۰۲
استات	۴۴/۷۵	۴۶/۵۰	۴۴/۵۰	۴۹/۲۵	۱/۱۴	۰/۰۸
پروپیونات	۱۲/۷۵	۱۴/۳۸	۱۴/۵۰	۱۴/۱۳	۰/۹۱	۰/۵۷
بوتیرات	۴/۶۳	۴/۱۰	۴/۲۳	۴/۷۵	۰/۱۶	۰/۰۷
والرات	۰/۵۴	۰/۵۶	۰/۵۸	۰/۶۳	۰/۰۳	۰/۲۹

میانگین‌های با حروف متفاوت در هر ردیف دارای اختلاف معنی‌دار هستند.

۱-تیمارهای آزمایشی شامل ۱-جیره پایه (شاهد)، ۲-جیره پایه + ۷۵ میلی‌گرم ساپونین در هرکیلوگرم ماده خشک جیره، ۳-جیره پایه + ۱۵۰ میلی‌گرم ساپونین و ۴-جیره پایه + ۳۰۰ میلی‌گرم ساپونین بودند.

بنابراین با توجه به موارد ذکر شده، به نظر می‌رسد در آزمایش حال حاضر الگوی تخمیر در جهت تولید اسیدهای چرب کوتاه زنجیر دستخوش تغییرات شده به‌طوری‌که غلظت کل اسیدهای چرب تحت تأثیر ساپونین جیره، افزایش یافت (P<۰/۰۵). Wallace و همکاران (۱۹۹۴) گزارش کردند مصرف ساپونین یوکا اثری بر رشد باکتری سلنوموناس[4] که مهمترین باکتری مولد پروپیونات است، ندارد در حالی که رشد برخی دیگر از باکتری-های شکمبه را تحت تأثیر قرار داد. در عین حال Lourenco و همکاران (۲۰۰۸) گزارش کردند که ساپونین گیاه کویلا اثری بر کل توده زنده و فعالیت میکروب‌های شکمبه ندارد البته سازگاری سریع جمعیت میکروبی به ساپونین و تبدیل آن به ساپوژنین[5] (Teferedegne و همکاران، ۱۹۹۹) می‌تواند از اثرات منفی آن بر محیط شکمبه بکاهد. در شرایط برون‌تنی نیز عصاره گیاهی یوکا دارای ساپونین، تأثیر به‌سزایی بر الگوی تخمیر شکمبه‌ای نشان نداد (Khiaosa-ard و همکاران، ۲۰۰۹). با توجه به موارد ذکر شده در بالا، به نظر می‌رسد الگوی تخمیر شکمبه‌ای در زمینه تولید دو اسید چرب فرار استات و بوتیرات تا حدودی دچار دگرگونی شده به‌طوری‌که در آزمایش اخیر اگرچه غلظت استات و بوتیرات در بین تیمارهای آزمایشی تفاوت معنی‌دار نداشت ولی غلظت این دو تمایل به معنی‌داری (به ترتیب P=۰/۰۸ و P=۰/۰۷) با یک روند افزایشی به‌ویژه در سطح ۳۰۰ میلی‌گرم ساپونین را نشان داد.

[4] *Selenomonas ruminantioum*

[5] *Sapogenin*

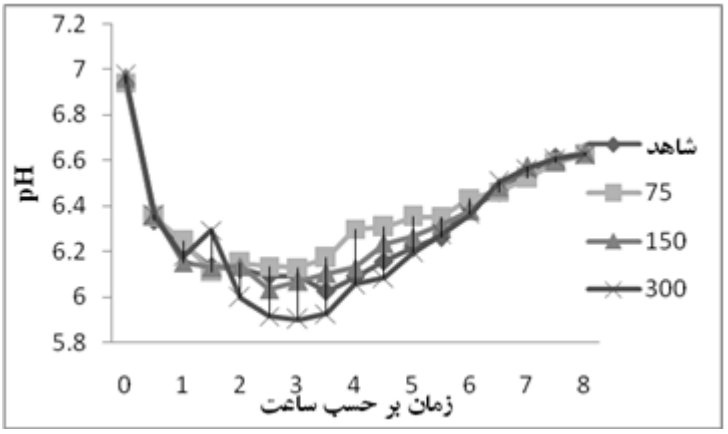
pH مایع شکمبه

میانگین pH مایع شکمبه و نیز pH در زمان‌های مختلف نمونه‌گیری تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفت (جدول ۴). تأثیر سطوح مختلف ساپونین بر روند تغییرات pH شکمبه گوسفندان نر بلوچی در شکل ۱ آورده شده است؛ در ساعات اولیه نمونه‌گیری، pH مایع شکمبه در تیمارهای آزمایشی از یک روند نزولی غیر معنی‌داری تبعیت می‌نمود و بیشترین روند نزولی pH در زمان‌های ۲ تا ۵ ساعت پس از خوراک‌دهی مربوط به تیمار با حداکثر ساپونین (۳۰۰ میلی‌گرم) بود، هر چند که در زمان تعیین pH (۸ ساعت)، تغییرات در بین تیمارهای آزمایشی به حداقل ممکن رسید. نتایج مختلفی در خصوص اثر ساپونین بر pH مایع شکمبه گزارش شده به‌طوری‌که در برخی مطالعات، pH افزایش (Navas-Camacho و همکاران، ۱۹۹۳؛ Eryavuz and Dehority، ۲۰۰۴) و در برخی کاهش (Klita و همکاران،۱۹۹۶؛ Lila و همکاران، ۲۰۰۳؛ Lila و همکاران، ۲۰۰۵؛ Mao و همکاران، ۲۰۱۰) و در برخی دیگر (Benchaar و همکاران، ۲۰۰۸؛ Nasri و همکاران، ۲۰۱۱) بی‌تأثیر بود. دلیل کاهش pH مایع شکمبه می‌تواند مربوط به کاهش جذب اسیدهای چرب فرار از دیواره شکمبه و افزایش تولید اسیدهای چرب فرار در شکمبه باشد (Mao و همکاران،۲۰۱۰). در آزمایش اخیر با وجود اینکه غلظت کل اسیدهای چرب فرار در تیمارهای دارای ساپونین نسبت به تیمار شاهد بیشتر بود ولی به نظر می‌رسد که این افزایش، تأثیر معنی‌داری بر pH مایع شکمبه ندارد. همچنین تفاوت در نتایج مطالعات مختلف می‌تواند ناشی از تفاوت در جیره‌های آزمایشی، سطوح ساپونین استفاده شده و تفاوت در حیوانات استفاده شده در آزمایشات نیز باشد.

جدول ٤-تأثیر استفاده از سطوح مختلف ساپونین بر میزان pH مایع شکمبه گوسفندان نر بلوچی

مورد	زمان (ساعت)	تیمار آزمایشی[1]				انحراف استاندارد میانگین‌ها	سطح معنی‌داری تیمار	سطح معنی‌داری زمان
		۱	۲	۳	۴			
pH	صفر	۶/۹۶	۶/۹۴	۶/۹۶	۶/۹۷	۰/۰۸	۰/۹۹	
	۰/۵	۶/۳۴	۶/۳۵	۶/۳۶	۶/۳۶	۰/۱۰	۰/۹۹	
	۱	۶/۲۴	۶/۲۵	۶/۱۵	۶/۱۸	۰/۰۳	۰/۲۳	
	۱/۵	۶/۱۳	۶/۱۱	۶/۱۳	۶/۳۲	۰/۲۱	۰/۴۲	
	۲	۶/۱۲	۶/۱۵	۶/۱۴	۶/۰۰	۰/۱۴	۰/۵۲	
	۲/۵	۶/۰۹	۶/۱۴	۶/۰۳	۶/۹۲	۰/۱۹	۰/۴۱	
	۳	۶/۰۹	۶/۱۲	۶/۰۷	۵/۹۰	۰/۲۶	۰/۴۸	
	۳/۵	۶/۰۲	۶/۱۷	۶/۱۰	۵/۹۲	۰/۲۲	۰/۳۸	
	۴	۶/۰۹	۶/۳۰	۶/۱۳	۶/۰۶	۰/۳۰	۰/۴۸	
	۴/۵	۶/۱۶	۶/۳۱	۶/۲۳	۶/۰۸	۰/۱۷	۰/۳۶	
	۵	۶/۲۲	۶/۳۵	۶/۲۷	۶/۱۹	۰/۱۷	۰/۵۸	
	۵/۵	۶/۲۶	۶/۳۴	۶/۳۲	۶/۲۷	۰/۱۱	۰/۸۰	
	۶	۶/۳۹	۶/۴۳	۶/۳۸	۶/۳۶	۰/۰۵	۰/۷۸	
	۶/۵	۶/۴۶	۶/۴۶	۶/۴۸	۶/۵۱	۰/۰۶	۰/۹۲	
	۷	۶/۵۵	۶/۵۲	۶/۵۷	۶/۵۶	۰/۰۵	۰/۸۶	
	۷/۵	۶/۶۱	۶/۵۹	۶/۶۰	۶/۶۱	۰/۰۸	۰/۹۹	
	۸	۶/۶۳	۶/۶۲	۶/۶۴	۶/۶۳	۰/۰۶	۰/۹۹	
	میانگین	۶/۳۱	۶/۳۶	۶/۳۲	۶/۱۹	۰/۰۳	۰/۲۲	۰/۹۸

۱-تیمارهای آزمایشی شامل ۱-جیره پایه (شاهد)، ۲-جیره پایه + ۷۵ میلی‌گرم ساپونین در هرکیلوگرم ماده خشک جیره، ۳-جیره پایه + ۱۵۰ میلی‌گرم ساپونین و ۴-جیره پایه + ۳۰۰ میلی‌گرم ساپونین بودند.



شکل ۱- تأثیر سطوح مختلف ساپونین بر روند تغییرات pH شکمبه گوسفندان نر بلوچی

نیتروژن آمونیاکی و جمعیت پروتوزوآ

استفاده از سطوح مختلف ساپونین سبب کاهش میانگین غلظت نیتروژن آمونیاکی مایع شکمبه نسبت به شاهد شد (جدول ۵). در این آزمایش زمان نمونه‌گیری اثر معنی‌داری بر غلظت نیتروژن آمونیاکی مایع شکمبه داشت و غلظت نیتروژن آمونیاکی ۴ ساعت پس از مصرف خوراک با افزایش سطح ساپونین جیره، کاهش یافت (P<۰/۰۵).

جدول ۵- تأثیر استفاده از سطوح مختلف ساپونین در جیره گوسفندان نر بلوچی بر غلظت نیتروژن آمونیاکی و جمعیت پروتوزوآ

مورد	زمان (ساعت)	تیمار آزمایشی[1]				انحراف استاندارد میانگین‌ها	سطح معنی‌داری تیمار	سطح معنی‌داری زمان
		۱	۲	۳	۴			
نیتروژن آمونیاکی (mg/dl)	۰	۱۴/۱۰	۱۳/۴۹	۱۲/۹۰	۱۳/۲۶	۰/۸۷	۰/۸۰	
	۲	۲۱/۸۳	۲۲/۴۸	۱۹/۵۲	۱۹/۷۸	۰/۹۰	۰/۱۴	
	۴	۲۱/۱۲[ab]	۲۱/۶۰[a]	۱۶/۰۷[b]	۱۷/۵۶[ab]	۱/۰۵	۰/۰۲	
	۶	۱۶/۶۲	۱۷/۷۸	۱۵/۵۶	۱۴/۲۴	۰/۹۵	۰/۰۶	
	۸	۱۶/۴۳	۱۴/۷۷	۱۴/۷۶	۱۲/۵۷	۰/۸۲	۰/۰۷	
	میانگین	۱۸/۰۳[a]	۱۸/۲۲[a]	۱۵/۷۶[b]	۱۵/۷۸[b]	۰/۴۸	۰/۰۱	<۰/۰۰۰۱
پروتوزوآ (Log10/ml)	۰	۳/۳۸	۳/۳۳	۳/۱۶	۳/۰۳	۰/۰۹	۰/۰۸	
	۲	۲/۹۷[a]	۲/۷۰[ab]	۲/۶۴[ab]	۲/۴۳[b]	۰/۰۷	۰/۰۵	
	۴	۳/۲۷	۳/۲۴	۳/۲۰	۲/۹۴	۰/۰۹	۰/۰۸	
	میانگین	۳/۲۱[a]	۳/۰۹[a]	۳/۰۰[ab]	۲/۸۰[b]	۰/۰۵	۰/۰۱	<۰/۰۰۰۱

میانگین‌های با حروف متفاوت در هر ردیف دارای اختلاف معنی‌دار هستند.

۱-تیمارهای آزمایشی شامل ۱-جیره پایه (شاهد)، ۲-جیره پایه + ۷۵ میلی‌گرم ساپونین در هرکیلوگرم ماده خشک جیره، ۳-جیره پایه + ۱۵۰ میلی‌گرم ساپونین و ۴-جیره پایه + ۳۰۰ میلی‌گرم ساپونین بودند.

با افزایش سطح ساپونین در جیره، میانگین جمعیت پروتوزوآ در نمونه مایع شکمبه کاهش یافت (P<۰/۰۵) و اختلاف معنی‌داری در جمعیت پروتوزوآی تیمارهای آزمایشی در زمان نمونه‌گیری ۲ ساعت مشاهده شد. ساپونین می‌تواند به آمونیاک متصل شده و از افزایش بیش از حد آن در درون شکمبه جلوگیری نماید و نیز هنگام کاهش غلظت آمونیاک شکمبه، آن‌را آزاد کند و به ساخت پروتئین میکروبی کمک کند؛ البته ساپونین در شرایطی که آمونیاک به اندازه کافی و دائماً در دسترس باشد می‌تواند نقش میانجی را ایفا کند (Hussain and Cheeke، ۱۹۹۵). بنابراین یکی از دلایل کاهش غلظت نیتروژن آمونیاکی (به‌ویژه زمان ۴ ساعت) در آزمایش اخیر، احتمالاً مربوط به جذب آن توسط ساپونین باشد. مصرف عصاره ساپونین یوکا، باعث کاهش غلظت آمونیاک شکمبه‌ای در گاوها (Husain and Cheeke، ۱۹۹۵)، تلیسه‌ها یا گوساله‌های نر (Hristov و همکاران، ۱۹۹۹؛ Lila و همکاران، ۲۰۰۵) و گوسفندان (Sliwinski و همکاران، ۲۰۰۲) شد. همچنین در مطالعات برون‌تنی (Wallace و همکاران، ۱۹۹۴؛ Lila و همکاران، ۲۰۰۳؛ Hu و همکاران، ۲۰۰۵) و درون‌تنی (Hussain and Cheeke، ۱۹۹۵؛ Zhou و همکاران، ۲۰۱۱) نیز اثر کاهنده غلظت آمونیاک شکمبه در اثر مصرف ساپونین به اثبات رسیده است و در مطالعه‌ای، ساپونین تأثیری بر غلظت نیتروژن آمونیاکی نداشت (Nasri و همکاران، ۲۰۱۱). عصاره یوکا و کویلاجا تجزیه پروتئین را از طریق مهار آنزیم های پروتئولیتیک دستگاه گوارش کاهش داد که نتیجه آن کاهش تولید اسیدهای آمینه، پپتید و آمونیاک در شکمبه بود (Wallace و همکاران، ۱۹۹۴؛ Makkar and Becker، ۱۹۹۶). Headon و همکاران (۱۹۹۱) گزارش کردند کاهش در غلظت نیتروژن آمونیاکی می‌تواند در اثر متصل شدن بخش آگلیکونی (غیرقندی) ساپونین با نیتروژن آمونیاکی باشد. در مطالعات مختلف درون‌تنی (Lu and Jorgensen، ۱۹۸۷؛ Wallace و همکاران، ۱۹۹۴؛ Klita و همکاران، ۱۹۹۶) و برون‌تنی (Makkar و همکاران، ۱۹۹۸؛ Wang و همکاران، ۱۹۹۸؛ Hu و همکاران، ۲۰۰۵؛ Guo و همکاران، ۲۰۰۸) ویژگی پروتوزوآزدایی ساپونین به اثبات رسیده است که با نتایج آزمایش اخیر همخوانی دارد، اما در مطالعه‌ای مشخص گردید ساپونین موجب افزایش تعداد پروتوزوآ می‌گردد (Wina و همکاران، ۲۰۰۵). از بین رفتن پروتوزوآ موجب کاهش شکارگری باکتری‌ها توسط آن‌ها شده (Takahashi و همکاران، ۲۰۰۵) و در نتیجه کاهش دگرساخت پروتئین میکروبی از طریق بازیابی باکتری‌ها را به‌دنبال داشته که متعاقباً باعث افزایش جریان پروتئین میکروبی به روده خواهد شد (Hess و همکاران، ۲۰۰۴). یوکاریوت‌ها (مانند پروتوزوآ) به علت حضور کلسترول در ساختار غشایی نسبت به پروکاریوت‌ها (مانند باکتری‌ها) به ساپونین حساس‌ترند (Klita و همکاران، ۱۹۹۶). با این حال اثر پروتوزوآزدایی ساپونین موقتی است و باکتری های شکمبه به حضور ساپونین در شکمبه سازگار می‌شوند و با تولید آنزیم‌های تجزیه کننده، ساپونین را به بخش‌های سازنده‌اش (قند و ساپوژنین) تجزیه می‌کنند (Makkar and Becker، ۱۹۹۶؛ Wang و همکاران، ۱۹۹۸). ساپوژنین حاصل از تجزیه ساپونین توانایی پروتوزوآزدایی ندارد (Gutierrez و همکاران، ۱۹۵۹). Wina و همکاران (۲۰۰۵) گزارش کردند حضور ساپونین موجب کاهش نیتروژن آمونیاکی در شکمبه می‌شود و پیشنهاد کردند این کاهش در غلظت آمونیاک شکمبه می‌تواند به‌طور غیر مستقیم به‌واسطه کاهش پروتوزوآ در حضور ساپونین باشد. در آزمایش اخیر میانگین جمعیت پروتوزوآ با افزایش سطوح ساپونین در جیره، کاهش یافت (P<۰/۰۵) و شاید بخشی از کاهش نیتروژن آمونیاکی در محیط کشت، مربوط به کاهش جمعیت پروتوزوآ نیز باشد.

فراسنجه‌های خونی

میانگین غلظت تری‌گلیسرید خون و نیز غلظت آن در زمان‌های قبل از خوراک تا ۴ ساعت پس از مصرف خوراک در بین تیمارهای آزمایشی (جدول ۶) متفاوت بود (P<۰/۰۵). کمترین میانگین غلظت تری‌گلیسرید در مقایسه با تیمار شاهد، مربوط به تیمار ۴ بود (P<۰/۰۵). همچنین بیشترین میانگین تری‌گلیسرید در بین تیمارها مربوط به شاهد بود. غلظت کلسترول، لیپوپروتئین‌های با چگالی کم و یا زیاد، تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفت. هر دو بخش محلول در آب (قندی) و محلول در چربی (آگلیکونی) ساپونین دارای فعالیت شویندگی و فعالیت سطحی (موجب افزایش کشش سطحی می‌شوند) بوده و انتظار می‌رود امولسیون شدن چربی‌ها را در روده تحت تأثیر قرار داده و تشکیل میسل های مخلوط شامل نمک‌های صفراوی، اسیدهای چرب، دی گلیسریدها و ویتامین های محلول در چربی را مختل کنند (Mitra and Dungan، ۱۹۹۷). همچنین گزارش شده ساپونین ساختارهای میسل مانندی را در آب بوجود می‌آورد (Oakenfull and Sindhu، ۱۹۸۹)، به‌طوری‌که افزایش دما و اسیدیته موجب افزایش تشکیل میسل های ساپونینی و افزایش نمک‌های صفراوی موجب کاهش تشکیل میسل‌های ساپونینی می‌شود (Mitra and Dungan، ۱۹۹۷).

در آزمایش اخیر نیز به‌نظر می‌رسد بخشی از امولسیون شدن چربی‌ها در روده باریک تحت تأثیر مصرف ساپونین قرار گرفته به‌طوری‌که منجر به کاهش سطح تری‌گلیسرید پلاسمای خون گردید، هر چند که در بخش قبلی عنوان شد قابلیت هضم چربی جیره، تحت تأثیر ساپونین قرار ندارد. مطالعات بسیاری نشان داده که ساپونین، سطح کلسترول سرم خون را کاهش می‌دهد (Southon و همکاران، ۱۹۸۸؛ Potter و همکاران، ۱۹۹۳؛ Matsuura، ۲۰۰۱).

در اثر تماس ساپونین با اسیدهای صفراوی میسل‌های مخلوط بزرگی تشکیل می‌شود که باعث افزایش دفع اسیدهای صفراوی خواهد شد (Oakenfull and Sindhu، ۱۹۹۰) که در نتیجه متابولیسم کلسترول در کبد سرعت گرفته و باعث کاهش کلسترول سرم خون می‌شود. Nasri و همکاران (۲۰۱۱) گزارش کردند تغذیه سطوح صفر، ۳۰، ۶۰ و ۹۰ میلی گرم ساپونین به ازای هر کیلوگرم ماده خشک جیره در بره‌های باربارین (Barbarine) تأثیری بر غلظت کلسترول خون نداشت.

جدول۶- تأثیر استفاده از سطوح مختلف ساپونین در جیره گوسفندان نر بلوچی بر فراسنجه‌های خونی

فراسنجه‌های خونی	زمان (ساعت)	تیمار آزمایشی[1]				انحراف استاندارد میانگین‌ها	سطح معنی‌داری تیمار	سطح معنی‌داری زمان
		۱	۲	۳	۴			
تری گلیسرید (mg/dl)	صفر	۵/۳۷[a]	۵/۳۰[a]	۴/۲۹[b]	۳/۹۹[c]	۰/۰۶	<۰/۰۰۰۱	
	۲	۵/۴۰[a]	۵/۴۳[a]	۴/۲۸[a]	۳/۱۷[b]	۰/۳۸	۰/۰۲	
	۴	۵/۳۷[a]	۵/۴۹[a]	۴/۴۳[b]	۴/۰۲[b]	۰/۱۳	۰/۰۰۰۵	
	میانگین	۵/۴۰[a]	۵/۳۷[a]	۴/۳۳[b]	۳/۷۳[c]	۰/۱۲	<۰/۰۰۰۱	۰/۳۲
کلسترول (mol/l)	صفر	۱/۵۵	۱/۶۰	۱/۴۵	۱/۳۳	۰/۰۶	۰/۱۱	
	۲	۱/۶۰	۱/۵۱	۱/۴۱	۱/۲۴	۰/۰۸	۰/۱۲	
	۴	۱/۵۸	۱/۵۶	۱/۵۲	۱/۳۵	۰/۱۲	۰/۵۷	
	میانگین	۱/۵۸	۱/۴۸	۱/۴۶	۱/۴۰	۰/۰۴	۰/۶۰	۰/۹۶
لیپوپروتئین‌های با چگالی بالا[2] (mol/l)	صفر	۰/۷۹	۰/۸۰	۰/۸۷	۰/۷۹	۰/۰۶	۰/۸۲	
	۲	۰/۷۷	۰/۷۹	۰/۸۳	۰/۸۰	۰/۰۷	۰/۹۵	
	۴	۰/۷۶	۰/۷۸	۰/۸۵	۰/۸۹	۰/۰۶	۰/۷۵	
	میانگین	۰/۷۷	۰/۷۹	۰/۸۵	۰/۷۹	۰/۰۲	۰/۹۲	۰/۱۵
لیپوپروتئین‌های با چگالی پائین[3] (mol/l)	۰	۰/۶۹	۰/۶۵	۰/۶۳	۰/۶۴	۰/۰۵	۰/۷۷	
	۲	۰/۶۷	۰/۶۸	۰/۶۳	۰/۶۵	۰/۰۴	۰/۸۵	
	۴	۰/۷۱	۰/۶۹	۰/۶۵	۰/۶۶	۰/۰۷	۰/۸۹	
	میانگین	۰/۶۹	۰/۶۷	۰/۶۳	۰/۶۵	۰/۰۱	۰/۶۵	۰/۷۷

میانگین‌های با حروف متفاوت در هر ردیف دارای اختلاف معنی‌دار هستند.

۱- تیمارهای آزمایشی شامل ۱-جیره پایه (شاهد)، ۲-جیره پایه + ۷۵ میلی گرم ساپونین در هرکیلوگرم ماده خشک جیره، ۳-جیره پایه + ۱۵۰ میلی گرم ساپونین و ۴-جیره پایه + ۳۰۰ میلی گرم ساپونین بودند؛ ۲- High Density Lipoprotein؛ ۳- Low Density Lipoprotein.

نتیجه‌گیری

نتایج نشان داد مصرف ساپونین تأثیر معنی‌داری بر قابلیت هضم مواد مغذی نداشته، اما الگوی تخمیر شکمبه‌ای (به‌ویژه تولید کل اسیدهای چرب فرار)، جمعیت پروتوزوآی شکمبه‌ای و نیتروژن آمونیاکی مایع شکمبه در اثر مصرف ساپونین در جیره دستخوش تغییرات گردید. همچنین سطح تری‌گلیسرید خون در تیمارهای حاوی ساپونین نیز کاهش معنی‌داری نشان داد. در مجموع پیشنهاد می‌گردد آزمایشات تکمیلی بیشتری بر روی دام‌های مختلف انجام شود تا بتوان بیشتر به اثرات مثبت و یا منفی ساپونین در جیره پی برد.

منابع

محقی، محمد مهدی. (۱۳۹۲). بررسی تأثیر ساپونین و تانن بر تخمیر و بیوهیدروژناسیون اسیدهای چرب شکمبه در شرایط برون‌تنی و الگوی اسیدهای چرب ماهیچه *longissimus dorsi* بره‌های نر بلوچی. پایان نامه دکتری، دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد.

نعمتی شیزری، فاطمه. (۱۳۸۹). بررسی اثر گیاهان دارویی بر پارامترهای شکمبه به روش آزمایشگاهی. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس.

Agarwal, N., Kamra, D.N. and Chaudhary, L.C. (2006). Effect of Sapindus mukorossi extracts on *in vitro* methanogenesis and fermentation characteristics in buffalo rumen liquor. *Journal of Applied Animal Research*. 30 (1): 1-4.

AOAC. (2005). Official Methods of Analysis, 18th Edition. Association of Official Analytical Chemists, Maryland, USA.

Barl, P., Roberts, K., Larsson, K., Ljusberg-Wahren, H. and Norin, T. (1979). Phase equilibria in a ternary system saponin sunflower oil monoglycerides–water; Interactions between aliphatic and alicyclic amphiphiles. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 30: 864-868.

Benchaar, C., McAllister, T.A. and Chouinard, P.Y. (2008). Digestion, ruminal fermentation, ciliate protozoal populations, and milk production from dairy cows fed cinnamaldehyde, *quebracho* condensed tannin, or *Yucca schidigera* saponin extracts. *Journal of Dairy Science*. 91: 4765-4777.

Cheeke, P.R. (2000). Actual and potential applications of *Yucca schidigera* and *Quillaja saponaria* saponins in human and animal nutrition. *Journal of Animal Science*. 77: 1-10.

Eryavuz, A. and Dehority, B.A. (2004). Effect of *Yucca schidigera* extract on the concentration of rumen microorganisms in sheep. *Animal Feed Science and Technology*. 117: 215–222.

Goel, G., Makkar, H.P.S. and Becker, K. (2008). Effect of Sesbania sesban and Carduus pycnocephalus leaves and fenugreek (*Trigonella foenum-graecum L.*) seeds and their extracts on partitioning of nutrient from roughage and concentrate based feeds to methane. *Animal Feed Science and Technology*. 147: 72-89.

Goetsch, A.L. and Owens, F.N. (1985). Effects of sarsaponin on digestion and passage rates in cattle fed medium to low concentrates. *Journal of Dairy Science*. 68: 2377–2384.

Guo, Y.Q., Liu, J.X., Lu, Y., Zhu, W.Y., Denman, S.E. and McSweeney, C.S. (2008). Effect of tea saponin on methanogenesis, microbial community structure and expression of mcrA gene, in cultures of rumen micro organisms. *Letters in Applied Microbiology*. 47: 421-426.

Gutierrez, J., Davis, R.E. and Lindahl, I.L. (1959). Characteristics of saponin-utilizing bacteria from the rumen of cattle. *Applied Microbiology*. 7: 304-308.

Han, L.K., Nose, R., Li, W., Gong, X.J., Zheng, Y.N., Yoshikawa, M., Koike, K., Nikaido, T., Okuda, H. and Kimura, Y. (2006). Reduction of fat storage in mice fed a high-fat diet long term by treatment with saponins prepared from *Kochia scoparia* fruit. *Phytotherapy Research*. 20: 877-882.

Headon, D.R., Buggle, K., Nelson, A. and Killeen, G. (1991). Glycofractions of the *Yucca* plant and their role in ammonia control. In: Proceeding of the Alltech's Seventh Annual Symposium of Biotechnology Feed Industry, Nicholasville, Kentucky, USA, pp: 95-108.

Hess, H.D., Beuret, R.A., Lotscher, M., Hindrichsen, I.K., Machmuller, A., Carulla, J.E. Lascano, C.E. and Kreuzer, M. (2004). Rumen fermentation, methanogenesis and nitrogen utilization of sheep receiving tropical grass hay-concentrate diets offered with Sapindus saponaria fruits and Cratylia argentea foliage. *Journal of 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.

Hristov, A.N., McAllister, A., Van Herk, F.H., Cheng, K.J., Newbold, C.J. and Cheeke, P.R. (1999). Effect of *Yucca schidigera* on ruminal fermentation and nutrient digestion in heifers. *Journal of Animal Science*. 77: 2554-2563.

Hu, W.L., Liu, J., Ye, J.A., Wu, Y.M. and Guo, Y.Q. (2005). Effect of tea saponin on rumen fermentation *in vitro*. *Animal Feed Science and Technology*. 120: 333–339.

Hussain, I. and Cheeke, P.R. (1995). Effect of dietary *Yucca schidigera* extract on rumen and blood profiles of steers fed concentrate or roughage-based diets. *Animal Feed Science and Technology*. 51: 231-242.

Ivan, M., Mir, P.S., Koenig, K.M., Rode, L.M., Neill, L., Entz, T. and Mir, Z. (2001). Effects of dietary sunflower seed oil on rumen protozoa population and tissue concentration of conjugated linoleic acid in sheep. *Small Ruminant Research*. 41: 215–227.

Jouany, J.P. (1996). Effect of rumen protozoa on nitrogen utilization by ruminants. *Journal of Nutrition*. 126: 1335S-1346S.

Khiaosa-ard, R., Bryner, S.F., Scheeder, M.R.L., Wettstein, H.R., Leiber, F., Kreuzer, M. and Soliva, C.R. (2009) Evidence for the inhibition of the terminal step of ruminal α-linolenic acid biohydrogenation by condensed tannins. *Journal of Dairy Science*. 92: 177–188.

Klita, P.T., Mathison, G.W., Fenton, T.W. and Hardin, R.T. (1996). Effects of alfalfa root saponins on digestive function in sheep. *Journal of Animal Science.* 74: 1144–1156.

Lila, Z.A., Mohammed, N., Kanda, S., Kamada, T. and Itabashi, H. (2003). Effect of sarsaponin on ruminal fermentation with particular reference to methane production *in vitro*. *Journal of Dairy Science*. 86: 3330-3336.

Lila, Z.A., Mohammed, N., Kanda, S., Kurihara, M. and Itabashi, H. (2005). Sarsaponin effects on ruminal fermentation and microbes, methane production, digestibility and blood metabolites in steers. *Asian-Australian Journal of Animal Science* 18: 1746-1751.

Lourenco, M., Cardozo, P.W., Calsamiglia, S. and Fievez, V. (2008). Effects of saponins, quercetin, eugenol, and cinnamaldehyde on fatty acid biohydrogenation of forage polyunsaturated fatty acids in dual-flow continuous culture fermenters. *Journal of Animal Science*. 86(11): 3045-3053.

Lovett, D.K., Stack, L., Lovell, S., Callan, J., Flynn, B., Hawkins, M. and Mara, F.P.O. (2006). Effect of feeding Yucca schidigera extract on performance of lactating dairy cows and ruminal ermentation parameters in steers. *Livestock Science*. 102: 23–32.

Lu, C.D. and Jorgensen, N.A. (1987). Alfalfa saponins affect site and extent of nutrient digestion in ruminants. Journal of Nutrition. 117: 919–927.

Makkar, H.P.S. and Becker, K. (1996). Effect of quillaja saponins on *in vitro* rumen fermentation. *Advances in Experimental Biology*. 405: 387–394.

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(1-3): 56-62.

Mathison, G.W., Soofi-Siawask, R., Klita, P.T., Okine, E.K. and Sedgwick, G. (1999). Degradability of alfalfa saponins in the digestive tract of sheep and their accumulation in rumen fluid. *Canadian Journal of Animal Science*. 79: 315–319.

Matsuura, M. (2001). Saponins in garlic as modifiers of the risk of cardiovascular disease. *Journal of Nutrition*. 131: 1000S–1005S

McDonald, P., Edwards, R.A., Greenhalgh, J.F.D. and Morgan C.A. (1995). *Animal Nutrition*. 5nd Edition. John Wiley and Sons Inc., New York, NY.

Mitra, S. and Dungan, S.R. (1997). Micellar properties of *Quillaja* saponin. 1. Effects of temperature, salt, and pH on solution properties. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 45: 1587-1595.

Nasri, S., Salem, H.B., Vasta, V., Abidia, S., Makkar, H.P.S. and Priolo, A. (2011). Effect of increasing levels of Quillaja saponaria on digestion, growth and meat quality of Barbarine lamb. *Animal Feed Science and Technology*. 164: 71-78.

Navas-Camacho, A., Laredo, M.A. and Cuesta, A. (1993). Effect of supplementation with a tree legume forage on rumen function. *Livestock Research for Rural Development*. 5 (2).

Newbold, C.J., El Hassan, S.M., Wang, J., Ortega, M.E. and Wallace, R.J. (1997). Influence of foliage from African multipurpose trees on activity of rumen protozoa and bacteria. *British* Journal of Nutrition. 78: 237-249.

NRC. (2007). *Nutrient Requirements of Small Ruminants: Sheep, Goats, Cervids, and New World Camelids*. 6nd Edition. National Academy Press, Washington, USA.

Oakenfull, D.G., Fenwick, D.E. and Hood, R.L. (1979). Effects of saponins on bile acids and plasma lipids in the rat. *British Journal of Nutrition*. 42: 209-216.

Oakenfull, D.G. and Sidhu, G.S. (1989) Saponins. In Toxicants of Plant Origin. P: 97-141, In: Cheeke, P.R. (eds.). Toxicant of plant origin. CRC Press.

Oakenfull, D.G. and Sidhu, G.S. (1990). Could saponins be a useful treatment for hypercholesterolemia?. *European Journal of Clinical Nutrition*. 44: 79–88.

Odenyo, A.A., Osuji, P.O. and Karanfil, O. (1997). Effects of multipurpose tree (MPT) supplements on ruminant ciliate protozoa. *Animal Feed Science and Technology*. 67: 169-180.

Ogimoto, K. and Imai, S. (1981). *Atlas of rumen microbiology*. 1nd Edition. Japan Scientific Societies Press, Tokyo, Japan.

Ottenstein, D. and Bartley, D. (1971). Improved gas chromatography separation of free acids C2-C5 in dilute solution. *Analytical Chemistry*. 43(7): 952-955.

Patra, A.K. and Saxena, J. (2009). The effect and mode of action of saponins on the microbial populations and fermentation in the rumen and ruminant production. *Nutrition Research Reviews.* 22: 204–219.

Pen, B., Sar, C., Mwenya, B., Kuwaki, K., Morikawa, R. and Takahashi, J. (2006). Effects of *Yucca schidigera* and *Quillaja saponaria* extracts on *in vitro* ruminal fermentation and methane emission. *Animal Feed Science and Technology*. 129: 175–186.

Potter, J.D., Illman, R.J., Calvert, G.D., Oakenfull, D.G. and Topping, D.L. (1980). Soya saponins, plasma lipids, lipoproteins and fecal bile acids: A double blind cross-over study. *Nutrition Reports International*. 22: 521-528.

Potter, S.M., Jimenez-Flores, R., Pollack, J., Lone, T.A. and Berber-Jimenez, M.D. (1993). Protein saponin interaction and its influence on blood lipids. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 41: 1287–1291.

Ramirez, J.E., Alvarez, E.G., Chai, W., Montano, M.F. and Zinn, R.A. (1998). Influence of saponins on fatty acid digestion in steers fed a high-fat finishing diet. *Journal of Dairy Science*. 81(SUPPL 1): 290.

SAS/STAT. (2004). User's Guide. Version 9.1, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.

Sen, S., Makkar, H.P.S. and Becker, K. (1998). Alfalfa saponins and their implication in animal nutrition. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 46: 131-140.

Shimoyamada, M., Ikedo, S., Ootsubo, R. and Watanabe, K. (1998). Effects of soybean saponins on chymotryptic hydrolyses of soybean proteins. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 46: 4793-4797.

Sliwinski, B.J., Kreuzer, M., Wettstein, H.R. and Machmuller, A. (2002). Rumen fermentation and nitrogen balance of lambs fed diets containing plant extracts rich in tannins and saponins and associated emissions of nitrogen and methane. *Archives of Animal Nutrition*. 56: 379-392.

Southon, S., Johnson, I.T., Gee, G.M. and Price, K.R. (1988). The effect of *Gypsophylla* saponins in the diet on mineral status and plasma cholesterol concentration in the rat. *British Journal of Nutrition*. 59: 49-55.

Sur, P., Chaudhuri, T., Vedasiromoni, J.R., Gomes, A. and Ganguly, D.K. 2001. Antiinflammatory and antioxidant property of saponins of tea [*Camellia sinensis* (L) O. Kuntze] root extract. Phytotherapy Research. 15(2): 174-176.

Tabacco, E., Borreani, G., Crovetto, G.M, Galassi, G., Colombo, D. and Cavallarm, L. (2006). Effect of chestnut tannin on fermentation quality, proteolysis and protein rumen degradability alfalfa silage. *Journal of Dairy Science.* 89: 4736-4746.

Takahashi, J., Mwenya, B., Santoso, B., Sar, C., Umetsu, K., Kishimoto, T., Nishizaki, K. Kimura, K. and Hamamoto, O. (2005). Mitigation of methane emission and energy recycling in animal agricultural systems. *Asian-Australian Journal of Animal Science*. 18: 1199-1208.

Teferedegne, B., McIntosh, F., Osuji, P.O., Odenyo, A., Wallace, R.J. and Newbold, C.J. (1999). Influence of foliage from different accessions of the subtropical leguminous tree, *Sesbania sesban* on rumen protozoa in Ethiopian and Scottish sheep. *Animal Feed Science and Technology*. 78: 11–20.

Topping, D.L., Storer, G.B., Calvert, G.D., Illman, R.J., Oakenfull, D.J. and Weller, R.A. (1980). Effects of dietary saponins on fecal bile acids and neutral sterols, plasma lipids, and lipoprotein turn over in the pig. *The American Journal of Clinical Nutrition*. 33: 783-786.

Valdez, F.R., Bush, L.J., Goetsch, A.L. and Owens, F.N. (1986). Effect of steroidal sapogenins on ruminal fermentation and on production of lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 69: 1568–1575.

Van Soest, P.J., Robertson, J.B. and Lewis B.A. (1991). Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and non-starch polysaccharide in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*. 74: 3583–3597.

Wallace, R.J., Arthaud, L. and Newbold, C.J. (1994). Influence of Yucca shidigera extract on ruminal ammonia concentrations and ruminal micro-organisms. *Applied and Environmental Microbiology*. 60: 1762-1767.

Wang, Y., McAllister, T.A., Newbold, C.J., Rode, L.M., Cheeke, P.R. and Cheng, K.J. (1998). Effects of *Quillaja saponaria* extract on fermentation and degradation of steroidal saponins in the rumen simulation technique (rusitec). *Animal Feed Science and Technology*. 74: 143-153.

Wina, E., Muetzel, S. and Hoffmann, E. (2005). Saponins containing methanol extract of *Sapindus rarak* affect microbial fermentation, microbial activity and microbial community structure *in vitro*. *Animal Feed Science and Technology*. 121: 159–174.

Zhou, Y.Y., Mao, H.L., Jiang, F., Wang, J.K., Liu, J.X. and McSweeney C.S. (2011). Inhibition of rumen methanogenesis by tea saponins with reference to fermentation pattern and microbial communities in Hu sheep. *Animal Feed Science and Technology.* 166-167: 93–100.