Iranian Journal of Animal Science
Vol 48, No 1, Spring 2017 (89-99)
DOI: 10.22059/ijas.2017.200821.653425

علوم دامی ایران
دورۀ ۴۸، شمارۀ ۱، بهار ۱۳۹۶ (ص ۹۹-۸۹)

تأثیر افزودن مونسین با و بدون متافیکس بر فراسنجه‌های تخمیر شکمبه و الگوی اسیدهای چرب گوشت بره‌های پرواری فراهانی

محمد تقی علیپور[۱]، آرش آذرفر[۲*]، علی کیانی[۲] و مجید خالداری[۳]
۱، ۲ و ۳. دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشیار و استادیار، گروه علوم دامی، دانشگاه لرستان
(تاریخ تصویب: ۱۳۹٤/۱۱/۲٦ - تاریخ پذیرش: ۱۳۹٦/۱/۲۸)

چکیده

این پژوهش با هدف بررسی تأثیر استفاده از مونسین و متافیکس به تنهایی و یا به‌صورت مخلوط بر فراسنجه‌های تخمیر شکمبه و الگوی اسیدهای چرب عضلۀ راسته بره‌های نژاد فراهانی اجرا شد. جیره‌های آزمایشی شامل جیرۀ بدون مونسین و متافیکس (شاهد)، ۲) جیرۀ شاهد حاوی ٢٤ میلی‌گرم در کیلوگرم مونسین (مونسین) ، ۳) جیرۀ شاهد با ٤ گرم در کیلوگرم متافیکس (متافیکس) و ٤) جیرۀ شاهد حاوی ٢٤ میلی‌گرم مونسین و ٤ گرم در کیلوگرم متافیکس (مونسین+متافیکس) بود. افزودن مونسین به تنهایی و یا همراه با متافیکس باعث کاهش غلظت استات در شکمبه شد (P<۰/۰۵). درحالی‌که مکمل سازی جیره با مونسین، متافیکس و یا مخلوط آن‌ها غلظت پروپیونات را در شکمبه افزایش داد (P<۰/۰۵). افزودن مونسین و متافیکس و مخلوط آن‌ها باعث افزایش معنی‌دار در اسیدهای چرب لوریک، مریستیک و مارگاریک و در مقابل کاهش در اسیدهای چرب پالمیتیک، استئاریک و بهینیک عضلۀ راسته در مقایسه با گروه شاهد شد (P<۰/۰۵). تیمارهای آزمایشی تأثیری بر مقادیر اسیدهای چرب تک اشباع (به‌استثنای اسید نرونیک)، ایکوزاتترانوئیک، آراشیدونیک، ایکوزانونیک و آلفا-لینولئیک عضلۀ راسته نداشت (P>۰/۰۵). افزودن مونسین و متافیکس باعث افزایش معنی‌دار اسیدهای چرب غیراشباع پالمیتولئیک، دکوزا هگزانوئیک، دکوزا ترانوئیک، ایکوزاپنتانوئیک و اسیدهای چرب خانوادۀ امگا-۳ شد (P<۰/۰۵). نتیجه اینکه مونسین و متافیکس هر دو می‌توانند برای ایجاد تغییر در فراسنجه‌های تخمیر شکمبه و ترکیب اسیدهای چرب گوشت بره‌های پرواری مؤثر باشند، هرچند سازوکار دقیق تأثیر آن‌ها نیاز به تحقیقات بیشتر ضروری است.

واژه‌های کلیدی: اسیدهای دی کربوکسیلیک، بره‌های پرواری، ترکیب اسیدهای چرب گوشت، فراسنجه‌های تخمیر شکمبه، یونوفر.

Effects of of monensin supplementationalone or in combination with Methafix on ruminal fermentation and fatty acids composition of *Longissimus dorsi* muscle in Farahani finishing lambs

Mohammad Taghi Alipour[1], Arash Azarfar[2*], Ali Kiani[2] and Majid Khaldari[3]
1, 2, 3. M. Sc. Student, Associate Professor and Assistant Professor, Department of Animal Science, Lorestan University, Iran
(Received: Feb. 15, 2016 - Accepted: Apr. 17, 2017)

ABSTRACT

This study was conducted to evaluate the effects of dietary inclusion of monensin alone or in combination with Methafix (a commercial product containing malate and fumarate) on rumen fermentation parameters and fatty acids composition of *longissimus dorsi* muscle (LD) of Farhani finishing lambs. Twenty four male Farhani lambs (4-6 months old, average body weight 35.9 ± 7.4 kg) were used. The lambs were randomly divided into four groups and individually fed with one of the four dietary treatments; control diet (Control), Control plus 24 mg of monensin/kg of DM (Monensin), control plus 4 g of Methafix/kg DM (Metafix) and Control plus 24 mg of monensin and 4 g of Methafix/kg DM (MonMet). Results showed that Monensin and/or MonMet decreased acetate (P<0.05) but increased propionate in comparision with control (P<0.05). Monensin, Metafizx and MonMetall had higher concentrations of lauric, myristic and margaric acids than control (P<0.05). However, palmitic, stearic and behenic acids content of LD were decreased by dietary supplementation with Monensin and metafix (P<0.05). Dietary treatments had no effect on LM concentrations of all mono-unsaturated fatty acids (except for nervonic acid), eicosatetraenoic, arachidonic, eicosaenoic and α-linoleic acids (P>0.05). However, dietary supplementation with M and ME increased LM concentrations of docosahexaenoic, docosatetraenoic, eicosapentaenoic and omega-3 fatty acids in comparison with control (P<0.05). In conclusion, both monensin and metafix seems to be promising agents for manipulation of rumen fermentation and fatty acid composition of meat in fattening Farahani lambs, however for revealing their functional mechanisms further research is needed.

Keywords: Fatty acids composition, volatile fatty acids, di-carboxylic acids, ionophers fattening lamb.

* Corresponding author E-mail: Arash.Azarfar@gmail.com Tel: +98 916 6627845

مقدمه

در سال‌های اخیر توجه زیادی به بهبود محتوای اسیدهای چرب در تولیدهای دامی از راه کاهش اسیدهای چرب اشباع و در مقابل افزایش اسیدهای چرب غیر اشباع شده است. یکی از روش‌های بهبود ترکیب اسیدهای چرب و افزایش اسیدهای چرب غیر اشباع در فرآورده‌های دامی دست‌کاری هیدروژنه شدن زیستی (بیوهیدروژناسیون) اسیدهای چرب غیر اشباع در شکمبه است (Scollan *et al*., 2001). نتایج بررسی‌های زیادی بیانگر تأثیر مستقیم مونسین بر رخ‌نمای (پروفیل) اسیدهای چرب فرآورده‌های دامی است (Ladeira *et al*., 2014). به‌عنوان مثال، استفاده از مونسین در جیرهٔ گاوهای شیری سبب افزایش محتوای اسیدهای چرب غیر اشباع و به‌ویژه اسید لینولئیک کونژوگه (CLA c9,t11) شیر شد (Silva-Kazama *et al*., 2010). یکی از مهم‌ترین اثرگذاری‌های مونسین در تغییر فرآیندهای تخمیری در شکمبه، کاهش هیدروژنه شدن زیستی اسیدهای چرب غیر اشباع به‌وسیلهٔ باکتری‌های شکمبه و افزایش غلظت این اسیدهای چرب در شیر و گوشت حیوانات نشخوارکننده است (Harfoot & Hazlewood, 1997). مونسین با مهار باکتری‌های هیدروژنه‌کنندهٔ زیستی اسیدهای چرب غیر اشباع، عبور آن‌ها را از شکمبه افزایش می‌دهد (Ipharraguerre & Clark, 2003). به‌هرحال با توجه به برتری‌های پرشمار استفاده از یونوفرها در جیرهٔ نشخوارکنندگان، استفاده از پادزی (آنتی‌بیوتیک)های محرک رشد در صنعت دام به دلیل ایجاد گونه‌های میکروبی مقاوم در برابر پادزی‌ها و باقی ماندن بقایای آن‌ها در تولیدات دامی نگرانی‌های را درزمینهٔ استفاده از این ترکیب‌ها در تغذیهٔ دام به وجود آورده است (Hernandez *et al*., 2004).

اسیدهای آلی دی کربوکسیلیک مانند اسید مالیک و اسید فوماریک برخلاف یونوفرها که سبب مهار رشد انواع خاصی از باکتری‌ها می‌شوند، باعث تحریک رشد نوعی خاصی از باکتری به نام سلونوموناس رومیننتیوم که یک باکتری گرم منفی و مصرف‌کنندهٔ لاکتات است می‌شوند (Nisbet & Martin, 1991). بنابراین این ترکیب‌ها می‌توانند به‌عنوان جایگزین پادزی‌های محرک رشد در تغذیهٔ نشخوارکنندگان استفاده شوند (Castillo *et al*., 2004). به‌هرحال تناقض‌هایی در مورد تأثیر افزودن اسیدهای آلی در جیرهٔ دام‌های پرواری گزارش شده است (Malekkhahi *et al*., 2015; Carraso & Carro, 2012; Carro & Mentecon, 2006). با توجه به گزارش‌های موجود به نظر می‌رسد که مصرف همزمان پادزیست‌های یونوفری همانند مونسین و اسیدهای آلی بتواند راهکاری مؤثر در کاهش بروز اسیدوز به هنگام استفاده از جیره‌های پرواری با درصد کنسانترهٔ بالا (بیش از ۷۵ درصد) باشد. افزون بر این با توجه به اینکه پادزیست‌های یونوفری و اسیدهای آلی می‌توانند به ترتیب با مهار هیدروژنه شدن زیستی شکمبه‌ای (Ipharraguerre & Clark, 2003) و کاهش تولید لاکتات و درنتیجه به لحاظ نظری افزایش تولید اسیدهای چرب فرار به‌ویژه پروپیونات در شکمبه باعث مهار هیدروژنه شدن زیستی اسیدهای چرب غیر اشباع در شکمبه شده، میزان عبور آن‌ها را از شکمبه افزایش داده و در نتیجه باعث افزایش آن‌ها در فرآورده‌های تولیدی نشخوارکنندگان همانند گوشت آن‌ها شود. افزون بر این به‌نظر می‌رسد مصرف همزمان پادزیست‌های یونوفری همانند مونسین و اسیدهای آلی دی‌کربوکسیلک بتواند تخمیر شکمبه‌ای را به سمت تولید بیشتر پیش سازهای گلوکوژنیک همانند پروپیونات سوق داده و از این راه باعث بهبود عملکرد تولیدی دام‌های پرواری شود. بر پایهٔ اطلاعات نگارندگان، تأثیر مصرف همزمان یونوفرها و اسیدهای آلی بر فراسنجه‌های تخمیر شکمبه‌ای و رخ‌نمای اسیدهای چرب گوشت بره‌های پرواری کمتر بررسی شده است و اطلاعات چندانی در ارتباط با تأثیر هم‌افزایی (سینرژیستی) این دو ترکیب در کاهش یا افزایش محتوای اسیدهای چرب اشباع و غیر اشباع گوشت قرمز وجود ندارد. لذا هدف از انجام این پژوهش، بررسی تأثیر افزودن متافیکس (حاوی اسید مالیک و اسید فوماریک) به تنهایی و یا به‌صورت مخلوط با مونسین بر فراسنجه‌های تخمیر شکمبه‌ای و رخ‌نمای اسیدهای چرب گوشت بره‌های پرواری تودهٔ فراهانی بود.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در واحد علمی-پژوهشی نشخوارکنندگان کوچک دانشکدهٔ کشاورزی دانشگاه لرستان، شهرستان خرم‌آباد، انجام شد. پیش از مستقر شدن بره‌ها، جایگاه در آغاز با آب شستشو، آنگاه سم‌پاشی (سم سایپرمترین ۱۰ درصد) و آهک‌پاشی شد. دو هفته پیش از آغاز آزمایش، همهٔ بره‌ها علیه بیماری آنتروتوکسمی واکسینه شدند. ۲۴ رأس برهٔ نر تودهٔ فراهانی با میانگین وزنی ۷/۴± ۳۵/۹ کیلوگرم و سن تقریبی ۶-۴ ماه در قالب یک طرح کامل تصادفی با چهار تیمار استفاده شدند. بره‌ها به‌طور تصادفی به چهار جیرهٔ آزمایشی شامل: ۱) جیرهٔ شاهد (بدون مونسین و متافیکس)، ۲) جیرهٔ حاوی ۲۴ میلی‌گرم در کیلوگرم مونسین، ۳) جیرهٔ حاوی۴ گرم در کیلوگرم متافیکس و ۴) جیرهٔ حاوی۲۴ میلی‌گرم در کیلوگرم مونسین و ۴ گرم در کیلوگرم متافیکس اختصاص یافتند. جیره‌ها برای تأمین کمینه مواد مغذی توصیه‌شده توسط نیازهای غذایی نشخوارکنندگان کوچک (NRC, 2007) تنظیم شدند. ترکیب‌ها و تجزیهٔ شیمیایی جیره‌ها در جدول ۱ نشان داده شده است. متافیکس شامل ترکیبی از اسیدهای آلی دی کربوکسلیک (اسید مالیک و اسید فوماریک) به‌صورت مخلوط بود. هر گرم مونسین ۱۰۰ میلی‌گرم رومنسین خالص داشت. بره‌ها در جایگاه‌های انفرادی به ابعاد ۱/۵×۱/۵ متر نگهداری و به‌صورت انفرادی تغذیه شدند. جیره‌های آزمایشی (جدول ۱) به‌صورت کامل مخلوط شده بودند و به‌صورت اختیاری دو بار در روز در ساعت ۹:۰۰ صبح و۱۶:۰۰ عصر در اختیار بره‌ها قرار گرفت. بره‌ها همواره به آب تازه دسترسی داشتند. مدت دورهٔ پروار ۷۵ روز بود که ۱۵ روز آن دورهٔ عادت‌پذیری و ۶۰ روز دورهٔ آزمایش بود.

نمونه‌گیری از مایع شکمبه در چهار ساعت پس از خوراک‌دهی صبحگاهی با استفاده از سوند مری در روز ۷۴ آزمایش انجام شد. برای جلوگیری از تأثیر بزاق بر pH مایع شکمبه گرفته شده، نخستین نمونهٔ گرفته شده دور ریخته و از دومین نمونه استفاده شد. پس از صاف کردن مایع شکمبه توسط چهار لایه پارچهٔ متقالی حدود ۸ میلی‌لیتر از مایع شکمبه برای تجزیهٔ اسیدهای چرب فرار برداشته شد و به نمونه‌ها ۲ میلی‌لیتر اسید متافسفریک (۲۵ درصد) برای متوقف شدن فعالیت باکتری‌ها و پروتئین زدایی و حفظ نمونه‌ها تا زمان تجزیه اضافه شد. نمونه‌ها تا زمان تجزیه در دمای ۲۱- درجهٔ سلسیوس نگهداری شد. اسیدهای چرب فرار نمونهٔ شکمبه با استفاده از دستگاه فام‌نگاری (کروماتوگرافی) گازی (Fisons Instruments, HRGC mega 2, Milan, Italy) اندازه‌گیری شد. برنامهٔ دمایی و دیگر مشخصات دستگاه به‌صورت زیر بود:

دمای تزریق کننده[1] و تشخیص‌دهندهٔ[2] دستگاه به‌ترتیب ۱۱۰ و ۲۰۰ درجهٔ سلسیوس بود. گاز ناقل در این دستگاه هلیوم و تشخیص‌دهندهٔ آن از نوع FID[3] بود. دمای ستون دستگاه در آغاز ۱۱۰ درجهٔ سلسیوس بود که به مدت دو دقیقه در این دما نگه داشته شد و آنگاه در طول پنج دقیقه به ۲۰۰ درجهٔ سلسیوس رسانده شد و برای یک دقیقه در این دما باقی ماند. ستون مورد استفاده از نوع مویینه به طول ۳۰ متر بود (Alltech Capillary Column, EC™ 1000, length 30 meters, inside diameter 0.53 mm, film thickness 1 micron) بود. ایزوکاپروئیک اسید به‌عنوان استاندارد درونی استفاده شد. غلظت هر یک از اسیدهای چرب فرار از تقسیم سطح زیر نقطهٔ اوج (پیک) آن اسید چرب بر سطح زیر نقطهٔ اوج مجموع اسیدهای چرب محاسبه و به درصدی از مجموع اسیدهای چرب فرار بیان شد. نسبت اسیدهای چرب غیر گلوکوژنیک به گلوکوژنیک (NGR) با استفاده از رابطهٔ زیر محاسبه شد (Ørskov, 1975):

$$NGR = \frac{HAc + 2 \times HBu + Hval}{HPr + Hval} \qquad (۱)$$

که در آن NGR نسبت اسیدهای چرب غیرگلوکوژنیک به گلوکوژنیک، HAc غلظت استات، HBu غلظت بوتیرات، Hval غلظت ایزووالرات و HPr غلظت پروپیونات است. با فرض اینکه ایزوبوتیرات و ایزووالرات از تجزیهٔ پروتئین‌های جیره‌ای منشأ

1. Injector
2. Detector
3. Flame Ionized Detector

می‌گیرند، نسبت این اسیدهای چرب به مجموع اسیدهای چرب فرار محاسبه شد و به‌عنوان معیاری از میزان تجزیهٔ پروتئین در شکمبه به‌عنوان نسبت اسیدهای چرب شاخه‌دار نامیده شد.

برای تعیین میزان اسیدهای چرب گوشت و مخلوط چربی و گوشت بره‌ها، از گوشت و چربی آن‌ها به میزان ۵۰ گرم از عضلهٔ راسته در محدودهٔ دنده‌های ۱۲ و ۱۳جدا و در ظرف حاوی یخ بی‌درنگ به آزمایشگاه علوم دامی دانشکدهٔ کشاورزی، دانشگاه لرستان، انتقال یافت. از هر قطعه یک نمونه گوشت و یک نمونه گوشت به همراه چربی که از نظر وزن همسان بودند، جدا شد. نمونه‌ها تا هنگام استخراج و متیله شدن (متیلاسیون) در دمای ۲۰- درجهٔ سلسیوس نگهداری شدند.استخراج چربی بر پایهٔ روش سوخیجا و پالمکوئیست (۱۹۸۸) انجام شد. ۰/۱ گرم از نمونه با ترازوی دقیق (۰/۰۰۰۱ گرم)، توزین و نمونه به مدت ۴۸ ساعت در دستگاه فریز درای قرار داده شد. برای متیله شدن نمونه‌ها، در آغاز ۱ میلی‌لیتر هپتان حاوی استاندارد داخلی[1] (C23)، اضافه و با همزن به‌خوبی مخلوط شد. سپس ۰/۲ میلی‌لیتر متیلات سدیم (۲۵٪) به نمونه اضافه شد. نمونه به‌دقت مخلوط و به مدت ده دقیقه در حمام آب گرم در دمای ۵۰ درجهٔ سلسیوس قرار داده شد. آنگاه به مدت ۵ دقیقه در دمای آزمایشگاه قرار گرفت تا سرد شد. در ادامه، ۱/۵ میلی‌لیتر اسیدکلریدریک متانولیک (۱۰٪) به نمونه اضافه و به مدت ۳۰ دقیقه در حمام آب گرم با دمای ۹۰ درجهٔ سلسیوس، قرار داده شد. سپس نمونه درون یخ قرار داده تا نمونه سرد شود. پس‌ازاین مرحله، ۱ میلی‌لیتر هپتان و ۳ میلی‌لیتر کربنات پتاسیم (۱۰٪) به‌آرامی به نمونه اضافه شد. نمونه به مدت یک دقیقه و با شدت مخلوط شد. در این مرحله، نمونه به مدت پنج دقیقه و در دمای ۴ درجهٔ سلسیوس و دور ۵۰۰۰ سانتریفیوژ شد. در انتها، با استفاده از پیپت شیشه‌ای پاستور، حالت (فاز) هپتان (بالایی) به ویال‌های جی سی برای تزریق به دستگاه فام نگاری گازی مایع انتقال داده شد. به‌منظور شناسایی رخ‌نمای اسیدهای چرب، میزان ۰/۱ میکرولیتر با سرنگ به دستگاه گاز فام نگاری تزریق شد. برنامهٔ دمایی و دیگر مشخصات دستگاه به‌صورت زیر در نظر گرفته شد. دمای تزریق‌کننده[2] و تشخیص‌دهندهٔ[3] دستگاه به‌ترتیب ۲۸۰ و ۳۰۰ درجهٔ سلسیوس بود. گاز ناقل در این دستگاه هلیوم و تشخیص‌دهندهٔ آن از نوع FID[4] بود. دمای ستون دستگاه در آغاز برای پنج دقیقه در ۱۶۰ درجهٔ سلسیوس رسانده شد و برای ۱۵ دقیقه در این دما باقی ماند. آنگاه با سرعت ۲۰ درجهٔ سلسیوس در دقیقه به ۱۹۰ درجهٔ سلسیوس رسانده شد و تا پایان زمان مورد نیاز (سی دقیقه) در این دما باقی ماند. با توجه به سطح زیر نقطهٔ اوج و غلظت استاندارد داخلی و نیز سطح زیر نقطهٔ اوج هرکدام از اسیدهای چرب، غلظت کل اسیدهای چرب و غلظت هرکدام از اسیدهای چرب به‌ترتیب از رابطه‌های زیر محاسبه شد:

(۲) = غلظت کل اسیدهای چرب (میلی در گرم)

$$\frac{\text{غلظت استاندارد داخلی (میلی‌گرم در میلی‌لیتر)}}{\text{وزن نمونه (گرم)}} \times \frac{\text{سطح زیر پیک اسیدهای چرب}}{\text{سطح زیر پیک استاندارد داخلی}}$$

(۳) = غلظت اسید چرب مجهول (میلی در گرم)

$$\frac{\text{غلظت استاندارد داخلی (میلی‌گرم در میلی‌لیتر)}}{\text{وزن نمونه (گرم)}} \times \frac{\text{سطح زیر پیک اسید چرب}}{\text{سطح زیر پیک استاندارد داخلی}}$$

داده‌های به‌دست‌آمده در قالب یک طرح کامل تصادفی با استفاده از نرم‌افزار SAS نسخهٔ ۹/۱ و رویهٔ GLM با استفاده از مدل زیر تجزیه شدند:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \varepsilon_{ij}$$

که در این مدل Y_i مشاهده مربوط به بره از i امین تیمار است. μ میانگین جامعه برای صفت مورد نظر، T_i اثر تیمار و ε_{ij} خطای تصادفی مربوط به مشاهده است. مقایسهٔ چند دامنه‌ای میانگین حداقل مربعات با استفاده از آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار محافظت‌شدهٔ فیشر انجام شد. برای همهٔ مقایسه‌ها معنی‌داری در سطح $P<۰/۰۵$ در نظر گرفته شد.

1. Tridecanoic acid, methyl ester

2. Injector
3. Detector
4. Flame Ionization Detector

جدول ۱. اجزاء تشکیل‌دهندهٔ و ترکیب‌های شیمیایی جیره‌های آزمایشی و محتوای مواد مغذی آن‌ها (درصد از مادهٔ خشک)

Table 1. Ingredients and chemical composition of the experimental diets (DM basis)

	Diet [a]			
	C	M	ME	MM
Ingredient %				
Alfalfa hay	23.3	23.3	23.3	23.3
Ground barley	33.1	33.1	33.1	33.1
Ground corn	19.5	19.5	19.5	19.5
Beet pulp	9.7	9.7	9.7	9.7
Wheat bran	1.7	1.7	1.7	1.7
Soybean meal	9.5	9.5	9.5	9.5
Limestone	1.0	1.0	1.0	1.0
Di-calcium phosphate	0.2	0.2	0.2	0.2
Salt	0.5	0.5	0.1	0.1
Sodium bicarbonate	1.0	1.0	1.0	1.0
Mineral and vitamin premix [b]	0.5	0.5	0.5	0.5
Monensin (mg/kg DM) [c]	-	24	-	24
Methafix [d]	-	-	0.4	0.4
Chemical composition, % of DM				
Crude protein	15.3	15.3	15.3	15.3
Metabolizable protein	10.6	10.6	10.6	10.6
NDF	26.4	26.4	26.4	26.4
NFC [e]	50.6	50.6	50.6	50.6
Calcium	0.8	0.8	0.8	0.8
Phosphorus	0.4	0.4	0.4	0.4
Metabolizable energy, Mcal/kg	2.6	2.6	2.6	2.6

a) جیره‌ها= C: جیره بدون مونسین و متافیکس؛ M: جیره حاوی ۲۴ میلی‌گرم در کیلوگرم مونسین؛ ME: جیرهٔ حاوی۴ گرم در کیلوگرم متافیکس

b) هر کیلوگرم از پیش مخلوط مواد معدنی و ویتامین‌ها (بر مبنای مادهٔ خشک) حاوی: ۱۸۰ گرم کلسیم؛ ۷۰ گرم فسفر؛ ۳۵ گرم پتاسیم؛ ۵۰ گرم سدیم؛ ۵۸ گرم کلر؛ ۳۰ گرم منیزیم؛ ۳۲ گرم گوگرد؛ ۵ گرم منگنز؛ ۴ گرم آهن؛ ۳ گرم روی؛ ۳۰۰ میلی‌گرم مس؛ ۱۰۰ میلی‌گرم ید؛ ۱۰۰ میلی‌گرم کبالت؛ ۲۰ میلی‌گرم سلنیوم؛ ۵۰۰۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین A؛ ۱۰۰۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین D_3؛ ۱۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین E؛ ۳ گرم آنتی اکسیدان.

c) حاوی ۱۰۰۰۰ میلی‌گرم/ کیلوگرم رومنسین

d) حاوی مخلوطی از مالیک و فوماریک اسید بود.

e) کربوهیدرات‌های غیرالیافی=۱۰۰- (پروتئین خام+الیاف نامحلول در شوینده خنثی+عصارهٔ اتری+خاکستر)

a) Diets = C: diet without monensin and Methafix; M: diet supplemented with 24 mg of monensin/kg DM; ME: diet supplemented with 4 g of Methafix/kg DM; ME: diet supplemented with 24 mg of monensin/kg DM and 4 g of Methafix/kg DM.

b) Each kg of mineral and vitamin permix contained (on DM basis) 180 g of Ca; 70 g of P; 35 g of K; 50 g of Na; 58 g of Cl; 30 g of Mg; 32 g of S; 5 g of Mn; 4 g of Fe; 3 g of Zn; 300 mg of Cu; 100 mg of I; 100 mg of Co; 20 mg of Se; 500,000 IU of vitamin A; 100,000 IU of vitamin D_3; 100 IU of vitamin E; and 3 g of antioxidant.

c) Contained 10,0000 mg of rumensin/kg.

d) Contained a mixture of maleic and fumaric acid.

e) Non-fiber carbohydrates (NFC) = 100 – (CP + NDF +EE + ash)

نتایج

فراسنجه‌های تخمیر شکمبه

افزودن مونسین به تنهایی و یا همراه با متافیکس به‌طور معنی‌داری غلظت استات را در شکمبه نسبت به جیرهٔ شاهد کاهش داد (P<۰/۰۵). درحالی‌که غلظت پروپیونات در نتیجهٔ افزودن مونسین و متافیکس به تنهایی و یا به‌صورت مخلوط به‌طور معنی‌داری نسبت به جیرهٔ شاهد افزایش یافت (P<۰/۰۵). افزودن متافیکس به تنهایی و یا همراه با مونسین غلظت بوتیرات مایع شکمبه را نسبت به جیرهٔ شاهد کاهش داد (P<۰/۰۵) افزودن مونسین به تنهایی و یا همراه با متافیکس غلظت ایزوبوتیرات را نسبت به تیمار شاهد کاهش داد (P<۰/۰۵). نسبت استات به پروپیونات در نتیجهٔ افزودن مونسن و متافیکس به تنهای یا به‌صورت مخلوط نسبت به جیرهٔ شاهد کاهش یافت (جدول ۲).

الگوی اسیدهای چرب عضلهٔ راسته

رخ‌نمای اسیدهای چرب اشباع و تک اشباع و چند اشباع گوشت ماهیچهٔ راستهٔ بره‌های پرواری به ترتیب در جدول‌های ۳، ۴ و ۵ نشان داده شده است. افزودن مونسین با یا بدون متافیکس تأثیری معنی‌داری بر محتوای اسیدهای چرب اشباع عضلهٔ راسته نداشت (P>۰/۰۵). بااین‌وجود نتایج نشان داد، میزان اسید

لوریک، اسید مارگاریک و مریستیک در تیمار مونسین و متافیکس در مقایسه با شاهد افزایش و در مقابل میزان اسید پالمتیک و اسید بهینیک کاهش یافت (P<۰/۰۵). محتوای اسید مارگاریک در عضلهٔ راستهٔ برههایی که متافیکس دریافت کردند بالاتر از تیمار مونسین بود (P<۰/۰۵). افزودن مونسین و متافیکس به تنهایی تأثیری روی محتوای اسید استئاریک عضلهٔ راسته نداشت ولی مصرف همزمان این دو افزودنی در مقایسه با شاهد بهطور معنیداری نسبت اسید استئاریک را کاهش داد (P<۰/۰۵). افزودن مونسین و متافیکس به جیره میزان اسید بهینک (C22:0) را نسبت به تیمار شاهد کاهش داد، اما مخلوط مونسین و متافیکس تأثیری بر محتوای این اسید چرب در عضلهٔ راسته نداشت (جدول ۳).

جدول ۲. تأثیر جیرههای آزمایشی بر فراسنجههای شکمبهای

Table 2. Effect of experimental diets on rumen fermentation characteristics

	Diet [a]				SEM	Diet effect [b]
	C	M	ME	MM		
VFA (mmol/100 mmol total VFA)						
Acetate	58.05[a]	52.85[b]	53.79[ab]	51.02[b]	1.543	0.0179
Propionate	25.09[b]	33.72[a]	35.28[a]	37.09[a]	2.555	0.0092
Iso-butyrate	0.897[a]	0.540[b]	0.670[ab]	0.557[b]	0.0959	0.0434
Butyrate	12.82[a]	10.47[ab]	7.26[b]	8.70[b]	1.179	0.0116
Iso-valerate	1.200	0.892	0.958	0.775	0.1622	0.3096
Valerate	1.94	1.54	2.04	1.82	0.1812	0.2406
NGR[c]	3.718[a]	2.423[b]	2.059[b]	2.063[b]	0.3953	0.0150
BCR[d]	0.02167	0.0150	0.0150	0.0133	0.00269	0.1467
Actetae:Propionate	2.745[a]	1.760[b]	1.658[b]	1.540[b]	0.2763	0.0128
pH	5.9	6.0	5.8	6.0	0.15	0.1902

a) جیرهها= C: جیره بدون مونسین و متافیکس؛ M: جیره حاوی ۲۴ میلیگرم در کیلوگرم مونسین؛ ME: جیرهٔ حاوی۴ گرم در کیلوگرم متافیکس

b) احتمال آزمون F برای اثر جیره.

c) نسبت اسیدهای چرب فرار غیرگلوکزساز به گلوکزساز.

d) نسبت اسیدهای چرب فرار شاخهدار

a,b) در هر ردیف میانگینهایی که با حروف غیر مشابه نشان داده شدهاند دارای اختلاف معنیدار میباشند (P>۰/۰۵).

a) Diets = C: diet containing without monensin and Methafix; M: diet supplemented with 24 mg of monensin/kg DM; ME: diet supplemented with 4 g of Methafix/kg DM; ME: diet supplemented with 24 mg of monensin/kg DM and 4 g of Methafix/kg DM.
b) Probability for F-test of diet effect.
c) Non-glucogenic to glucogenic VFA ratio.
d) Branched-chain ratio.
a,b) Means within a row with different superscripts differ (P < 0.05).

جدول ۳. ترکیب اسیدهای چرب اشباع عضلهٔ راسته در برههای تغذیهشده با جیرههای آزمایشی

(درصد از مجموع اسیدهای چرب بهصورت استر متیل)

Table 3. Saturated fatty acid composition in the *Longissimus Dorsi* muscle of lambs fed the experimental diets (% of total FA methyl esters)

FA	Diet [a]				SEM	Diet effect [c]
	C	M	ME	MM		
Lauric acid (C12:0)	0.6[c]	1.1[bc]	1.4[ab]	1.7[a]	0.49	0.005
Myristic acid (C14:0)	2.2[b]	4.4[a]	4.0[a]	3.7[a]	0.94	0.006
Palmitic acid (C16:0)	22.7[a]	19.5[b]	19.3[b]	21.5[ab]	2.02	0.023
Margaric acid (C17:0)	1.2[c]	2.1[b]	2.8[a]	1.7[bc]	0.53	0.001
Stearic acid (C18:0)	16.7[a]	15.8[ab]	15.9[ab]	14.9[b]	1.03	0.016
Arachidic acid (C20:0)	0.2	0.2	0.2	0.2	0.03	0.895
Behenic acid (C22:0)	0.3[a]	0.1[b]	0.1[b]	0.3[b]	0.12	0.016
Saturated fatty acids	44.0	42.9	43.9	44.9	2.15	0.78

a) جیرهها= C: جیره بدون مونسین و متافیکس؛ M: جیره حاوی ۲۴ میلیگرم در کیلوگرم مونسین؛ ME: جیرهٔ حاوی۴ گرم در کیلوگرم متافیکس

b) احتمال آزمون F برای اثر جیره.

a,b,c) در هر ردیف میانگینهایی که با حروف غیر مشابه نشان داده شدهاند دارای اختلاف معنیدار میباشند (P>۰/۰۵).

a) Diets = C: diet containing without monensin and Methafix; M: diet supplemented with 24 mg of monensin/kg DM; ME: diet supplemented with 4 g of Methafix/kg DM; ME: diet supplemented with 24 mg of monensin/kg DM and 4 g of Methafix/kg DM.
b) Probability for F-test of diet effect.
a,b,c) Means within a row with different superscripts differ (P<0.05).

به‌استثنای اسید نرونیک (C24:1)، اسیدهای چرب تک اشباع تحت تأثیر جیره‌های آزمایشی قرار نگرفت (P>۰/۰۵). افزودن مونسین به جیرهٔ بره سبب افزایش معنی‌دار محتوای اسید نرونیک (C24:1) عضلهٔ راسته در مقایسه با دیگر تیمارها شد (P<۰/۰۵). متافیکس و مخلوط آن با مونسین باعث کاهش معنی‌داری اسید نرونیک نسبت به تیمارهای شاهد و مونسین شد (جدول ۴).

جدول ۴. ترکیب اسیدهای چرب تک اشباع عضلهٔ راسته در بره‌های تغذیه‌شده با جیره‌های آزمایشی (درصد از مجموع اسیدهای چرب به‌صورت استر متیل)

Table 4. Mono-unsaturated fatty acid composition in the *Longissimus Dorsi* muscle of lambs fed the experimental diets (% of total FA methyl esters)

FA	Diet [a]				SEM	Diet effect [c]
	C	M	ME	MM		
Palmitoleic acid (C16:1)	1.8	1.4	1.8	1.9	0.33	0.06
Oleic acid (C18:1 trans)	1.5	2.2	2.0	2.6	0.71	0.116
Oleic acid (C18:1 n9 cis)	35.5	31.3	30.2	31.0	4.00	0.134
Nervonic acid (C24:1)	0.2^{b}	0.4^{a}	0.1^{bc}	0.0^{c}	0.055	0.001
Mono-unsaturated fatty acids	39.7	35.9	34.9	36.5	3.90	0.192

a) جیره‌ها= C: جیره بدون مونسین و متافیکس؛ M: جیره حاوی ۲۴ میلی‌گرم در کیلوگرم مونسین؛ ME: جیرهٔ حاوی۴ گرم در کیلوگرم متافیکس

b) احتمال آزمون F برای اثر جیره.

a,b,c) در هر ردیف میانگین‌هایی که با حروف غیر مشابه نشان داده شده‌اند دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشند (P>۰/۰۵).

a) Diets = C: diet containing without monensin and Methafix; M: diet supplemented with 24 mg of monensin/kg DM; ME: diet supplemented with 4 g of Methafix/kg DM; ME: diet supplemented with 24 mg of monensin/kg DM and 4 g of Methafix/kg DM.
b) Probability for F-test of diet effect.
a,b,c) Means within a row with different superscripts differ (P<0.05).

مجموع اسیدهای چرب با چند پیوند دوگانه تحت تأثیر افزودن مونسین با یا بدون متافیکس قرار نگرفت (P>۰/۰۵). متافیکس به تنهایی سبب افزایش معنی‌دار محتوای اسید ایکوزا پنتانوئیک (C20:5 n-3) و اسید دوکوزاپنتانوئیک (C22:5n-3) عضلهٔ راسته نسبت به دیگر تیمارها شد (P<۰/۰۵). کمترین میزان اسید دکوزاهگزانوئیک (C22:6n-3) در نمونهٔ عضلهٔ راستهٔ بره‌های تغذیه‌شده با جیره‌های حاوی مخلوط مونسین و متافیکس مشاهده شد که به‌طور معنی‌داری کمتر از بره‌های تغذیه‌شده با جیرهٔ حاوی مونسین بود (P<۰/۰۵). دیگر اسیدهای چرب چند اشباع نمونه‌های عضلهٔ راسته، مجموع اسیدهای چرب چند اشباع، امگا ۶، امگا ۳ و نسبت اسیدهای چرب اشباع به غیر اشباع تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفتند (P>۰/۰۵). مونسین نسبت اسیدهای چرب خانوادهٔ امگا-۳ را در مقایسه با شاهد افزایش داد (P<۰/۰۵).

جدول ۵. ترکیب اسیدهای چرب چند اشباع عضلهٔ راسته در بره‌های تغذیه‌شده با جیره‌های آزمایشی (درصد از مجموع اسیدهای چرب به‌صورت استر متیل)

Table 5. Poly-unsaturated fatty acid composition in the *Longissimus Dorsi* muscle of lambs fed the experimental diets (% of total FA methyl esters)

FA	Diet [a]				SEM	Diet effect [c]
	C	M	ME	MM		
Linoleic acid (C18:2n-6 cis)	8.5	10.8	10.9	10.8	2.68	0.360
Linoleic acid (C18:2n-6 trans)	0.19	0.28	0.34	0.15	0.161	0.222
Arachidonic acid (C20:4n-6)	2.8	3.9	3.8	3.7	1.00	0.281
α-Linolenic acid (C18:3n-3)	0.6	0.7	0.8	0.7	0.15	0.459
Eicosapentaenoic acid (C20:5n-3)	0.2^{b}	0.4^{a}	0.4^{a}	0.2^{a}	0.10	0.003
Docosapentaenoic acid (C22:5n-3)	0.7^{b}	0.9^{b}	1.1^{a}	0.7^{b}	0.012	0.003
Docosahexaenoic acid (C22:6n-3)	0.2^{ab}	0.6^{a}	0.3^{ab}	0.1^{b}	0.23	0.042
Polyunsaturated fatty acids	15.8	20.4	20.6	19.2	4.57	0.267
ω-6 fatty acids	11.4	14.8	14.7	14.5	3.60	0.311
ω-3 fatty acids	1.1^{b}	1.7^{a}	1.5^{ab}	1.0^{b}	0.21	0.024
Saturated to unsaturated fatty acids ratio	44.0	42.9	43.9	44.0	4.84	0.78

a) جیره‌ها= C: جیره بدون مونسین و متافیکس؛ M: جیره حاوی ۲۴ میلی‌گرم در کیلوگرم مونسین؛ ME: جیرهٔ حاوی۴ گرم در کیلوگرم متافیکس

b) احتمال آزمون F برای اثر جیره.

a,b) در هر ردیف میانگین‌هایی که با حروف غیر مشابه نشان داده شده‌اند دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشند (P>۰/۰۵).

a) Diets = C: diet containing without monensin and Methafix; M: diet supplemented with 24 mg of monensin/kg DM; ME: diet supplemented with 4 g of Methafix/kg DM; ME: diet supplemented with 24 mg of monensin/kg DM and 4 g of Methafix/kg DM.
b) Probability for F-test of diet effect.
a,b) Means within a row with different superscripts differ (P < 0.05).

بحث

فراسنجه‌های تخمیر شکمبه

در این بررسی افزودن مونسین به تنهایی و یا همراه با متافیکس به‌طور معنی‌داری غلظت استات را در شکمبه کاهش و غلظت پروپیونات را نسبت به جیرهٔ شاهد کاهش داد. مونسین به دلیل مهار انتخابی باکتری‌های گرم مثبت شکمبه می‌تواند الگوی اسیدهای چرب فرار شکمبه را تغییر دهد به‌گونه‌ای که سهم پروپیونات افزایش و سهم استات و بوتیرات کاهش یابد (Duffield *et al*., 2008). در اغلب بررسی‌های انجام شده، همگام با این بررسی افزودن اسیدهای آلی دی کربوکسیلیک تأثیری بر غلظت استات شکمبه نداشت ولی غلظت پروپیونات را افزایش داد (Mohammed *et al*., 2004). در این پژوهش، کاهش معنی‌دار NGR با افزودن مونسین و متافیکس نشان می‌دهد، این افزودنی‌ها به تنهایی و یا به‌صورت همزمان تخمیر در شکمبه را با کاهش میزان استات و افزایش پروپیونات تولیدی به سمت تولید ترکیب‌های گلوکوژنیک سوق می‌دهند.

الگوی اسیدهای چرب عضله راسته

در این پژوهش افزودن مونسین و متافیکس به جیرهٔ بره‌های پرواری باعث افزایش اسیدهای چرب اشباع لوریک، اسید مارگاریک و اسید مریستیک شد. تغییر محتوای اسیدهای چرب نتیجهٔ حضور ریزجانداران (میکروارگانیسم‌ها) در شکمبه است که ساختار اسیدهای چرب خوراک را تغییر داده و محدودهٔ گسترده‌ای از محصولات را تولید می‌کنند. اسیدهای چرب اشباع (SFA)[1] در گوشت می‌توانند از خوراک، از هیدروژناسیون اسیدهای چرب غیر اشباع در شکمبه و از ساخت (سنتز) گلوکز یا استات در کبد یا بافت آدیپوز به‌دست آیند (Williams & Burdge, 2006). نتایج این بررسی نشان داد، مونسین و متافیکس به‌طور معنی‌داری باعث کاهش اسید پالمیتیک شد. یونوفرها به‌ویژه مونسین از راه کنترل هیدروژنه شدن زیستی شکمبه‌ای سبب افزایش اسیدهای چرب غیر اشباع و کاهش اسیدهای چرب اشباع می‌شوند (Ladeira *et al*., 2014). بررسی‌های آزمایشگاهی نشان داده‌اند، در حضور مونسین میزان تجزیهٔ تری‌گلیسرید و هیدروژنه شدن زیستی اسیدهای چرب کاهش می‌یابد (Fellner & Keramer, 1997). بنابر گزارش‌های اسیدهای آلی (متافیکس) از راه کنترل pH شکمبه و کنترل تخمیر شکمبه‌ای سبب کاهش هیدروژنه شدن زیستی شکمبه‌ای و در پی آن باعث کاهش اسیدهای چرب اشباع در گوشت و شیر می‌شوند (Zhou *et al*., 2012; Raes, 2004). به‌احتمال مونسین و اسیدهای آلی از راه کنترل هیدروژنه شدن زیستی شکمبه‌ای موجب کاهش اسیدهای چرب اشباع پالمتیک، استئاریک و بهینیک شدند. البته در مورد افزایش یا کاهش اسیدهای چرب اشباع در گوشت میزان ترکیب جیره و مادهٔ خشک مصرفی توسط حیوان نیز تأثیرگذار است (Sang *et al*., 2010).

میزان اسید استئاریک در این تحقیق تحت تأثیر افزودن مخلوط مونسین و متافیکس کاهش یافت. سازگار با این نتایج گزارش شده است، حضور مونسین در جیرهٔ گاوهای پرواری بر پایهٔ دانهٔ سویا باعث کاهش اسید استئاریک شد (Sang *et al*., 2010; Ladeira *et al*., 2014). همچنین در دیگر بررسی‌ها Sang *et al*. (2010) و Ladeira *et al*. (2014) نیز تأثیر معنی‌داری در مورد مونسین بر میزان اسید پالمیتولئیک گزارش نشده است (Sang *et al*., 2010; Ladeira *et al*., 2014). بر پایهٔ بررسی‌های نگارندگان این پژوهش تحقیقی در مورد بررسی تأثیر اسیدهای آلی دی کربوکسیلیک بر الگوی اسیدهای چرب گوشت گزارش نشده است.

در این پژوهش مونسین میزان اسید ایکوزاپنتانوئیک، اسید دکوزا هگزانوئیک و نسبت اسیدهای چرب خانوادهٔ امگا-۳ را در مقایسه با شاهد افزایش داد. نتایج این بررسی در رابطه با تأثیر مونسین بر میزان اسید ایکوزاپنتانوئیک و اسید دکوزا هگزاانوئیک با بررسی Sang *et al*. (2010) همخوانی داشت. اسیدهای چرب بلند زنجیر امگا-۳ (DHA و EPA) اثرگذاری زیستی (بیولوژیکی) گسترده‌ای داشته و برای سلامت انسان سودمند هستند.

1. Saturated fatty acids

اسیدهای چرب یادشده در مقادیر قابل توجهی در روغن ماهی، پودر ماهی و برخی محصولات دریایی یافت می‌شود. محققان افزایش اسیدهای چرب امگا-۳ چربی درون‌ماهیچه‌ای را به هیدروژنه شدن زیستی محدود (سازوکار اثر مونسین و اسیدهای آلی) این اسیدهای چرب بلند زنجیر غیر اشباع در شکمبه نسبت داده‌اند (Najafi *et al*., 2013)، که با نتایج این پژوهش نیز همخوانی دارد (Dohme *et al*., 2003). ارزش غذایی چربی‌ها برای مصرف انسانی به‌طورمعمول با دو نسبت اشباع به چند غیر اشباع است و نسبت امگا-۶ به امگا-۳ ارزیابی می‌شود. بر پایهٔ توصیهٔ کارشناسان علوم تغذیه نسبت اسیدهای چرب چند غیر اشباع به اشباع باید بالای ۰/۴۵ و نسبت خانوادهٔ امگا ۶ به امگا ۳ باید زیر ۴ باشد. نسبت اسیدهای چرب چند غیر اشباع به اشباع بیشتر تحت تأثیر ژنتیک و چربی ذخیره‌ای حیوان بوده و کمتر تحت تأثیر تغذیه است، درصورتی‌که نسبت امگا-۶ به امگا-۳ رابطهٔ تنگاتنگی با ترکیب اسید چرب جیرهٔ مصرفی در دام دارد (Najafi *et al*., 2013). تأثیر کمتر تغذیه بر نسبت اسیدهای چرب چند غیر اشباع به اشباع در گوشت نشخوارکنندگان در مقایسه با تک معده‌ای‌ها می‌تواند به دلیل بیوهیدروژنه شدن بخشی از اسیدهای چرب غیراشباع جیره در شکمبه باشد (Chilliard, 1993).

نتایج این بررسی نشان داد، افزودن مونسین، متافیکس و مخلوط آن‌ها تأثیر معنی‌داری بر محتوای اسید لینولئیک (C18:2n-6 Cis)، اسید لینولئیک ترانس، اسید ایکوزاتترانوئیک، اسید آراشیدونیک، اسید ایکوزانونیک و اسید آلفا لینولئیک نداشت. هماهنگ با نتایج این بررسی محققان دیگر (Sange *et al*., 2010; Ladeira *et al*., 2014; Silva-Kazama *et al*., 2010) بیان کردند، افزودن مونسین تأثیری بر افزایش اسیدهای چرب غیراشباع به‌ویژه اسید لینولئیک در گوشت گاوها و گوساله‌های پرواری نداشت. مکمل سازی جیرهٔ بره‌های پرواری با مونسین و متافیکس باعث افزایش معنی‌دار اسیدهای چرب غیر اشباع پالمیتولئیک، دکوزا هگزانوئیک، دکوزا تترانوئیک، ایکوزاپنتانوئیک و اسیدهای چرب خانوادهٔ امگا ۳ شد. بررسی‌های پیشین نشان داد، استفاده از اسیدهای آلی در شرایط آزمایشگاهی باعث افزایش pH شکمبه، کاهش تولید متان و کاهش غلظت لاکتات شد (Martini *et al*., 1996; Carro & Ranilla, 2003). ازآنجایی‌که pH بر کاهش میزان هیدروژنه شدن زیستی اسیدهای چرب در شکمبه تأثیر می‌گذارد بنابراین اسیدهای آلی و مونسین با افزایش pH می‌توانند باعث کاهش هیدروژنه شدن زیستی اسیدهای چرب غیر اشباع و افزایش آن‌ها در گوشت شوند (Castillo *et al*., 2004; Ladeira *et al*., 2014). از دیگر دلایل مرتبط به افزایش میزان اسیدهای چرب چند غیراشباع را می‌توان به جیرهٔ آزمایشی مرتبط دانست. جیره‌های آزمایشی دارای کنسانترهٔ بالا (همسان این پژوهش) افزون بر افزایش سرعت عبور با کاهش اسیدیتهٔ شکمبه و کنترل هیدروژنه شدن زیستی شکمبه‌ای، می‌توانند ذخیرهٔ اسیدهای چرب غیر اشباع را در گوشت افزایش دهند (Ladeira *et al*., 2014).

نتیجه‌گیری کلی

نتایج این بررسی نشان می‌دهد، افزودن مونسین و متافیکس به جیرهٔ بره‌های پرواری غلظت استات را در شکمبه کاهش و غلظت پروپیونات را افزایش داد. افزون بر این افزودن مونسین و متافیکس میزان اسیدهای لوریک، مارگاریک و مریستیک را در نمونه‌های عضلهٔ راسته افزایش و میزان اسید پالمیتیک و اسید بهینیک را کاهش داد. همچنین مکمل‌سازی جیرهٔ بره‌های پرواری با مونسین باعث افزایش اسیدهای چرب امگا۳ (DHA و EPA) در گوشت عضلهٔ راستهٔ بره‌های پرواری شد. اما افزودن مونسین، متافیکس و مخلوط آن‌ها تأثیر معنی‌داری بر محتوای اسیدهای چرب تک اشباع (به‌استثنای اسید نرونیک)، ایکوزاتترانوئیک، آراشیدونیک، ایکوزانونیک و آلفا لینولئیک نداشت. در مورد تأثیر افزودن اسیدهای آلی دی کربوکسیلیک بر الگوی اسیدهای چرب گوشت بره‌های پرواری به‌جز این پژوهش بررسی صورت نگرفته است. بنابراین ارزیابی‌های بیشتری برای بررسی اسیدهای آلی دی کربوکسیلیک و شناخت بیشتر سازوکارهای آن‌ها بر الگوی اسیدهای چرب گوشت بره‌های پرواری ضروری به‌نظر می‌رسد.

REFERENCES

1. Carrasco, C., Medel, P., Fuentetaja, A. & Carro, M. D. (2012). Effect of malate form (acid or disodium/calcium salt) supplementation on performance, ruminal parameters and blood metabolites of feedlot cattle. *Animal Feed Science and Technology*, 176, 140-149.
2. Carro, M. D. & Ranilla, M. J. (2003). Effect of the addition of malate on in vitro rumen fermentation of cereal grains. *British Journal of Nutrition*, 89, 181-188.
3. Carro, M. D., Ranilla, M. J., Giráldez, F. J. & Mantecón, A. R. (2006). Effects of malate on diet digestibility, microbial protein synthesis, plasma metabolites, and performance of growing lambs fed a high-concentrate diet. *Journal of animal science*, 84, 405-410.
4. Castillo, C., Benedito, J. L., Méndez, J., Pereira, V., Lopez-Alonso, M., Miranda, M. & Hernández, J. (2004). Organic acids as a substitute for monensin in diets for beef cattle. *Animal Feed Science and Technology*, 115(1), 101-116.
5. Chilliard, Y. (1993). Dietary fat and adipose tissue metabolism in ruminants, pigs, and rodents; A review. *Journal of Dairy Science*, 76, 3897-3931.
6. Dohme, F., Fievez, V., Raes, K. & Demeyer, D. I. (2003). Increasing levels of two different fish oils lower ruminal biohydrogenation of eicosapentaenoic and docosahexaenoic acid in vitro. *Animal Research*, 52, 309-320.
7. Duffield, T. F., Rabiee, A. R. & Lean, I. J. (2008). A Meta-Analysis of the impact of monensin in lactating dairy cattle. Part 1. Metabolic effects. *Journal of Dairy Science*, 91, 1334-1346.
8. Eifert, E. C., Lana, R. P., Lanna, D. P. D., Leopoldino, W. M., Arcuri, P. B., Leão, M. I., Cota, M.R. & Valadares Filho, S.C. (2006). Perfil de ácidos graxos do leite de vacas alimentadascom óleo de soja e monensina no início da lactação. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 35, 219-228.
9. Fellner, V., Sauer, F. D. & Kramer, J. K. G. (1997). Effect of nigericin, monensin, and tetronasin on biohydrogenation in continuous flow-through ruminal fermenters. *Journal of Dairy Science*, 80, 921-928.
10. Harfoot, C. G. & Hazlewood, G. P. (1997). Lipid metabolism in the rumen. In *The rumen microbial ecosystem* (pp. 382-426). Springer Netherlands.
11. Hernandez, F., Madrid, J., Garcia, V., Orengo, J. & Megias, M. D. (2004). Influence of two plant extracts on broilers performance, digestibility, and digestive organ size. *Poultry Science*, 83, 169-174.
12. Ipharraguerre, I. R. & Clark, J. H. (2003). Soyhulls as an alternative feed for lactating dairy cows: a review. *Journal of Dairy Science*, 86, 1052-1073.
13. Ladeira, M. M., Santarosa, L. C., Chizzotti, M. L., Ramos, E. M., Neto, O. M., Oliveira, D. M. & Ribeiro, J. S. (2014). Fatty acid profile, color and lipid oxidation of meat from young bulls fed ground soybean or rumen protected fat with or without monensin. *Meat science*, 96, 597-605.
14. Malekkhahi, M., Tahmasbi, A. M., Naserian, A. A., Danesh Mesgaran, M., Kleen, J. L. & Parand, A. A. (2015). Effects of essential oils, yeast culture and malate on rumen fermentation, blood metabolites, growth performance and nutrient digestibility of Baluchi lambs fed high-concentrate diets. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 99, 221-229.
15. Martini, M., Verità, P., Cecchi, F. & Cianci, D. (1996). Monensin sodium use in lambs from the second week of life to slaughter at 105 days. *Small Ruminant Research*, 20, 1-8.
16. Mohammed, N., Lila, Z. N., Ajisaka, N., Hara, K., Mikuni, K., Hara, K., Kanda, S. & Itabashi., H. (2004). Inhibition of ruminal microbial methane production by cyclodextrin iodopropane, malate and their combination *in vitro*. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 88, 188-195.
17. Najafi, M. H., Zeinoaldini, S., Ganjkhanlou, M. & Mohammadi, H. (2013). Effect of Dietary N-6 and N-3 Fatty Acid Sources on the Quality and Fatty Acid Profile of Longissimus Muscle in Goat Kids. *Iranian Journal of Animal Science*, 43(4), 553-560. (in Farsi)
18. Nisbet, D. J. & Martin, S. A. (1991). Effect of a Saccharomyces cerevisiae culture on lactate utilization by the ruminal. *Journal of Animal Science*, 69, 4628-4633.
19. NRC. (2007). *Nutrient Requirements of small ruminants; sheep, goat, cervids, and new world camelids*. Washington. D.C. National Academy Press.
20. Raes, K., De Smet, S. & Demeyer, D. (2004). Effect of dietary fatty acids on incorporation of long chain polyunsaturated fatty acids and conjugated linoleic acid in lamb, beef and pork meat: a review. *Animal Feed Science and Technology*, 113, 199-221.
21. SAS Institute. (2003). SAS/STAT® Guide for personal computers. Version 9.1 Edition. SAS Institute, Inc., Cary, NC.
22. Scollan, N. D., Choi, N. J., Kurt, E., Fisher, A. V., Enser, M. & Wood, J. D. (2001). Manipulating the fatty acid composition of muscle and adipose tissue in beef cattle. *British Journal of Nutrition*, 85, 115-124.
23. Silva-Kazama, D. C. D., Santos, G. T. D., Pintro, P. T. M., Visentainer, J. V., Kazama, R., Petit, H. V. & Marchi, F. E. D. (2010). Effect of storage on fatty acid profile of butter from cows fed whole or ground flaxseed with or without monensin. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 39, 2297-2303.

24. Song, M. K., Jin, G. L., Ji, B. J., Chang, S. S., Jeong, J., Smith, S. B. & Choi, S. H. (2010). Conjugated linoleic acids content in M. longissimus dorsi of Hanwoo steers fed a concentrate supplemented with soybean oil, sodium bicarbonate-based monensin, fish oil. *Meat Science*, 85, 210-214.
25. Williams, C. M. & Burdge, G. (2006). Long-chain n-3 PUFA: plant v. marine sources. Page 42.
26. Zhou, Y. W., McSweeney, C. S., Wang, J. K. & Liu, J. X. (2012). Effects of disodium fumarate on ruminal fermentation and microbial communities in sheep fed on high-forage diets. *Animal*, 6(05), 815-823.