



"مقاله پژوهشی"

افزایش تولید شیر، اسیدهای چرب غیراشباع و اسید لینولئیک کونژوگه شیر
گاوهای شیرده هلشتاین با استفاده از مونسین

تیمور تنها^۱، مختار فتحی^۲، مهدی غلامی^۱، ربیع رهبر^۱ و شهریار سعیدیان^۳

۱- گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی دانشگاه پیام نور، تهران، ایران
۲- گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی دانشگاه پیام نور، تهران، ایران، (نویسنده مسول: Fathi_mokhtar@yahoo.com)
۳- گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران
تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۵/۲۶ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۱۰/۲۲
صفحه: ۸۵ تا ۹۳

چکیده مبسوط

مقدمه و هدف: اسید چرب لینولئیک کونژوگه (CLA) موجود در چربی شیر تاثیر مثبتی بر سلامت قلب و عروق دارد لذا تلاش‌ها بر افزایش این اسید چرب در شیر گاو متمرکز شده است. نشان داده شده است که یونوفرهایی از جمله مونسین در تغذیه گاوهای شیرده سبب افزایش عملکرد تولید شیر و توان ایمنی بدن می‌شوند. علاوه بر آن احتمالاً مونسین با تأثیرات مفید بر تولید شیر و توان ایمنی بدن، بر ترکیب شیر و الگوی اسیدهای چرب شیر گاوهای شیرده نیز مؤثر است. بنابراین هدف اصلی از اجرای این آزمایش، بررسی تاثیر مونسین بر تولید، ترکیب و الگوی اسیدهای چرب شیر در گاوهای هلشتاین است.

مواد و روش‌ها: ۴ راس گاو شیرده هلشتاین چند شکم‌زا (میانگین زایش ۳/۵) با میانگین وزنی 14 ± 5.7 و روزهای شیردهی 16 ± 91 روز در قالب یک طرح مربع لاتین چرخشی (گردان) 4×4 به طور تصادفی به چهار جیره آزمایشی اختصاص داده شدند. جیره‌های آزمایشی شامل سطوح ۰، ۲۵۰، ۳۵۰ و ۴۵۰ میلی‌گرم مونسین در کیلوگرم ماده خشک جیره بودند. هر گاو در طی ۴ دوره، تمام جیره‌های آزمایشی را دریافت کرد. طول هر دوره آزمایشی ۲۱ روز بود که ۱۴ روز اول هر دوره برای سازش پذیری گاوها و ۷ روز آخر برای جمع آوری داده‌ها در نظر گرفته شد. جیره‌های غذایی با استفاده از نرم‌افزار NRC (۲۰۰۱) متعادل شدند. نسبت علوفه به کنسانتره در هر چهار جیره، ۴۴ به ۵۶ درصد بود. گاوها روزانه دو بار دوشیده شدند و رکورد هر دو وعده به عنوان رکورد روزانه ثبت می‌شد. نمونه‌های خوراک و پس‌آخور برای ماده خشک، ماده آلی، پروتئین خام، چربی خام، NDF آنالیز شدند. تولید شیر نیز در دوره ۷ روزه جمع آوری داده‌ها به صورت روزانه ثبت شد. در روزهای ۱۷ و ۱۸ هر دوره آزمایشی نمونه‌گیری از شیر انجام شد. الگوی اسیدهای چرب نمونه شیر در آزمایشگاه تغذیه اداره دامپزشکی ایلام با دستگاه گاز کروماتوگرافی تعیین شد.

یافته‌ها: نتایج این تحقیق نشان داد افزودن مونسین تولید شیر خام و شیر تصحیح شده برای ۴ درصد چربی را به طور معنی‌داری افزایش داد ($P < 0.05$). همچنین مونسین، غلظت اسیدهای چرب کوتاه زنجیر در چربی شیر را کاهش داد اما بر غلظت اسیدهای چرب متوسط زنجیر و بلند زنجیر اثر معنی‌داری نداشت. افزودن مونسین غلظت اسیدهای چرب اشباع را کاهش و غیر اشباع‌های ۱۸:۱ (امگا-۹) و ۱۸:۱ (ترانس-۹) و اسید لینولئیک کونژوگه (سیس-۹، ترانس-۱۱) شیر را افزایش داد.

نتیجه‌گیری: در مجموع این پژوهش نشان داد مونسین سبب افزایش تولید شیر، غلظت اسیدهای چرب غیراشباع، اسید لینولئیک کونژوگه چربی شیر و کاهش غلظت اسیدهای چرب کوتاه زنجیر و اسیدهای چرب اشباع در چربی شیر می‌شود.

واژه‌های کلیدی: اسید لینولئیک کونژوگه، الگوی اسیدهای چرب شیر، تولید شیر، مونسین

مقدمه

بیشترین ترکیب چربی‌های موجود در شیر گاو، اسیدهای چرب بلند زنجیر شامل میریستیک اسید، پالمیتیک اسید و استئاریک اسید است که می‌توانند سبب افزایش غلظت سرمی کلسترول و لیپوپروتئین با چگالی پایین و افزایش خطر ابتلا به بیماری‌های قلبی عروقی در انسان شوند. در مقابل اسید چرب لینولئیک کونژوگه (CLA) در چربی شیر تاثیر مثبتی بر سلامت قلب و عروق دارد لذا امروزه تلاش‌ها بر افزایش این اسید چرب و کاهش سایر اسیدهای چرب مضر در شیر گاو متمرکز شده است (۱۳، ۲۵). CLA همان اسیدهای چرب ۱۸ کربنه می‌باشد که در ساختمان آنها دو پیوند دوگانه دیده می‌شود و تفاوت آن با دیگر اسیدهای چرب غیراشباع با دو پیوند دوگانه مربوط به ایزومر هندسی آن و یا به عبارت دیگر موقعیت قرارگرفتن پیوند دوگانه می‌باشد به گونه‌ای که در اغلب اسیدهای چرب غیراشباع پیوند دوگانه بین دو گروه متیل قرار می‌گیرد. یعنی حالت غیر کونژوگه صادق می‌باشد ولی در CLA این پیوندهای دوگانه حالت جفت شده دارد. CLA را می‌توان محصول حدواسط بیوهیدروژناسیون اسیدهای چرب غیراشباع در شکمبه معرفی کرد که توسط

شکمبه جذب شده و طی فرآیندی در بافت پستان به CLA تبدیل می‌شود (۳).

یکی از عوامل مؤثر بر ترکیب اسیدهای چرب شیر، متابولیسم اسیدهای چرب در شکمبه است به طوری که تا حدی زیادی می‌توان ترکیب اسیدهای چرب موجود در چربی شیر را به نفع اسیدهای چرب مفید و CLA تغییر داد. عوامل بسیاری همچون غلظت اسیدهای چرب غیراشباع، شکل یا مکمل چربی استفاده شده در جیره (دانه‌های کامل روغنی، نمک‌های کلسیمی اسیدهای چرب)، درجه غیراشباع بودن اسیدهای چرب، نسبت علوفه به کنسانتره، pH شکمبه و استفاده از افزودنی‌هایی مثل یونوفرها، بیوهیدروژناسیون اسیدهای چرب غیراشباع در شکمبه را تحت تاثیر قرار داده و می‌توانند ترکیب اسیدهای چرب خروجی شکمبه را تغییر و در نهایت ترکیب اسیدهای چرب موجود در چربی شیر را تغییر دهند (۱۱).

یونوفرها طبقه‌ای از آنتی‌بیوتیک‌ها هستند که با انتقال یون‌ها از غشاء باکتری‌های گرم مثبت سبب کاهش فعالیت یا مرگ آنها می‌شوند. سمیت این ترکیبات لیپوفیلیک به خاطر نفوذ این ترکیبات به غشاء سلولی و تغییرات بار یونی در داخل

بودند. جیره‌ها به صورت کاملاً تصادفی به گاوها اختصاص داده شدند و هر گاو در طی ۴ دوره، تمام جیره‌های آزمایشی را دریافت کرد. طول هر دوره آزمایشی ۲۱ روز بود که ۱۴ روز اول هر دوره برای سازش پذیری گاوها به جیره‌های آزمایشی و ۷ روز آخر برای جمع‌آوری داده‌ها در نظر گرفته شد. مونسین به طور کامل با بخش کنسانتره جیره و سپس با کل جیره مخلوط شد. جیره‌های کاملاً مخلوط شده (TMR) دو نوبت در روز در ساعات‌های هفت صبح و ۱۵ در اختیار گاوها قرار داده شدند، بطوری که تقریباً ۵ درصد از خوراک روزانه در آخر باقی می‌ماند و پس‌آخور هر روز در صبح روز بعد جمع‌آوری و توزین می‌شد. جیره‌های غذایی با استفاده از نرم‌افزار NRC (۲۰۰۱) متعادل شدند. نسبت علوفه به کنسانتره در هر چهار جیره، ۴۴ به ۵۶ درصد بود. گاوها به آب دسترسی آزاد داشتند. گاوها روزانه دو بار در ساعات‌های ۶ صبح و ۱۹ شب دوشیده می‌شدند و رکورد هر دو وعده به عنوان رکورد روزانه ثبت می‌شد.

نمونه خوراک و باقیمانده خوراک هر یک از گاوها در طول دوره جمع‌آوری داده‌ها به صورت روزانه جمع‌آوری و به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد در آون خشک شد. نمونه‌های خشک شده با استفاده از آسیاب دارای الک ۱ میلی‌متری آسیاب شدند. نمونه‌های مربوط به هر گاو در طول دوره با هم مخلوط شده و در نهایت یک نمونه برای آنالیز استفاده شد. نمونه‌های خوراک و پس‌آخور برای ماده خشک، ماده آلی، پروتئین خام، چربی خام، NDF آنالیز شدند. کربوهیدرات غیرالیافی یا NFC به روش کسر از مجموع خاکستر، چربی خام، پروتئین خام و NDF از صد محاسبه گردید (۲،۲۷).

آنها می‌باشد. یونوفرها با اتصال به یون‌های مثبت (سدیم، پتاسیم، منیزیم و کلسیم) و حمل آنها به داخل غشا سلولی نفوذ کرده و با تغییرات بار یونی داخل سلول‌ها باعث مرگ آنها می‌شوند. باکتری‌های گرم مثبت موجود در شکمبه، استات، بوتیرات و آمونیاک تولید می‌کنند. ولی باکتری‌های گرم منفی موجود در شکمبه پروبیونات تولید می‌کنند که پیش‌ساز اصلی گلوکز می‌باشد. نشان داده شده است که یونوفرهایی از جمله مونسین در تغذیه گاوهای شیرده سبب افزایش عملکرد تولید شیر و توان ایمنی بدن می‌شوند (۵۶، ۱۷، ۱۸). علاوه بر آن گزارشات متعددی وجود دارد که نشان می‌دهد مونسین با تأثیرات مفید بر تولید شیر و توان ایمنی بدن، بر ترکیب شیر و الگوی اسیدهای چرب شیر گاوهای شیری نیز مؤثر است (۱۰، ۱۴، ۲۱، ۲۵). بنابراین هدف اصلی از اجرای این آزمایش، بررسی تأثیر مونسین بر تولید، ترکیب و الگوی اسیدهای چرب شیر در گاوهای هلشتاین است.

مواد و روش‌ها

چهار راس گاو هلشتاین چند شکم‌زا (میانگین زایش ۳/۵) با میانگین روزهای شیردهی 130 ± 25 روز و میانگین تولید شیر $21/27 \pm 2/5$ کیلوگرم در روز و میانگین وزن بدن 14 ± 507 کیلوگرم استفاده شد. محل انجام این آزمایش در یک گاوداری صنعتی در منطقه غرب کشور مربوط به استان ایلام بود. همه گاوها با جیره پایه یکسان که براساس نرم افزار CNCPS تنظیم شده بود، به شکل کاملاً مخلوط شده تغذیه شدند (جدول ۱ و ۲). گاوها در جایگاه انفرادی نگهداری مسقف و توسط یک زنجیر به آخور بسته شدند. در این آزمایش از چهار سطح مونسین استفاده شد. چهار جیره هر کدام به ترتیب دارای ۰، ۲۵۰، ۳۵۰ و ۴۵۰ میلی گرم مونسین در کیلوگرم ماده خشک

جدول ۱- نسبت مواد خوراکی تشکیل‌دهنده جیره پایه (براساس ۱۰۰ درصد ماده خشک)

براساس درصد ماده خشک	ماده خوراکی
۱۸	یونجه
۲۶/۱	ذرت سیلو شده
۱۹/۲۵	دانه جو آسیاب شده
۱۲/۲۵	دانه ذرت آسیاب شده
۴/۵	کنجاله سویا
۱۱/۴	دانه کامل پنبه
۶/۵	سبوس گندم
۰/۵	نمک
۱/۵	مکمل ویتامین و مواد معدنی*

* یک کیلوگرم مکمل معدنی و ویتامینی دارای ۰/۱۸٪ کلسیم، ۰/۱۷٪ فسفر، ۰/۱۸٪ پتاسیم، ۰/۴٪ منیزیم، ۰/۳٪ گوگرد، ۱/۴ میلی‌گرم در کیلوگرم ید، ۱۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم منگنز، ۱۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم روی، ۰/۳ میلی‌گرم در کیلوگرم کبالت، ۰/۵ میلی‌گرم در کیلوگرم سلنیوم، ۹۹۴۵۰ واحد بین‌المللی در کیلوگرم ویتامین A، ۱۳۲۶۰ واحد بین‌المللی در کیلوگرم ویتامین D و ۴۹۷ واحد بین‌المللی در کیلوگرم ویتامین E بود.

جدول ۲- غلظت انرژی و مواد مغذی جیره پایه (براساس ۱۰۰ درصد ماده خشک)

Table 2. Energy and nutrient concentrations of the basal diet (based on 100% dry matter)

مقدار	ماده مغذی
۵۴/۵	ماده خشک ^۱ (درصد)
۹۳/۴	ماده آلی ^۱ (درصد)
۱۵/۸	پروتئین خام ^۱ (درصد)
۴/۷	چربی خام ^۱ (درصد)
۳۱/۹	دیواره سلولی (NDF) ^۱ (درصد)
۴۱	کربوهیدرات‌های غیرالیافی (NFC) ^۲ (درصد)
۶/۶	خاکستر ^۱ (درصد)
۰/۷۹	کلسیم ^۲ (درصد)
۰/۳۸	فسفر ^۲ (درصد)
۰/۱۹	منیزیم ^۲ (درصد)
۱/۶۳	انرژی خالص شیردهی (مگا کالری در کیلوگرم) ^۲

۱. از طریق آنالیز شیمیایی در آزمایشگاه محاسبه شده است.

۲. از طریق نرم‌افزار جیره نویسی CNCPS تعیین شده است.

وسيله‌ی ردياب يونش شعله‌ای و براساس خاصيت يونيزه شدن گازها در حرارت زياد به صورت نوارهای جذبی ترسيم شدند. زمان بين تزريق و ظهور نوار جذبی معرف نوع اسيد چرب و سطح زیر منحنی هر یک از این نوارها معرف میزان آن نوع اسيد چرب می‌باشد. برای اندازه‌گیری میزان درصد اسيدهای چرب از زمان بازداري آنها استفاده شد و غلظت هر اسيد چرب به صورت گرم در ۱۰۰ گرم متیل استر اسيد چرب گزارش شد.

طرح آماری این آزمایش از نوع مربع لاتین چرخشی (گردان) با چهار جیره، چهار دوره و چهار گاو بود. داده‌های پژوهش با استفاده از رویه MIXED نرم‌افزار آماری SAS 9.1 و به کمک مدل آماری زیر تجزیه و تحلیل شدند:

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + C_j + P_k + E_{ijk}$$

که در آن Y_{ijk} : مقادیر مشاهده شده صفت مورد اندازه‌گیری، μ : اثر مشترک میانگین صفت، T_i : اثر نامین جیره، C_j : اثر ز امین حیوان، P_k : اثر دوره اندازه‌گیری (۱ تا ۴) و E_{ijk} : اثر تصادفی خطا (اثرات باقیمانده). میانگین‌ها در سطح آماری ۵ درصد و با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن با هم مقایسه شدند.

نتایج و بحث

ماده خشک مصرفی

اثر سطوح مختلف مونسین بر مقدار ماده خشک مصرفی در جدول ۳ ارائه شده است. نتایج نشان داد که افزودن مکمل مونسین تاثیر معنی‌داری بر ماده خشک مصرفی نداشت. مشابه با نتایج آزمایش حاضر، گزارشاتی وجود دارد که نشان می‌دهد استفاده از سطوح مختلف مونسین در گاوهای شیرده تاثیر معنی‌داری بر میزان ماده خشک مصرفی ندارد (۲۵،۲۳،۲۲،۲۱،۱۸،۱۴،۵،۱).

در مقابل، گزارشاتی نیز وجود دارد که نشان می‌دهد استفاده از مونسین در جیره گاوهای اوایل و اواسط شیردهی منجر به کاهش مصرف ماده خشک مصرفی می‌شود (۷،۸،۲۴). تفاوت در نتایج گزارش شده ممکن است به دلیل مقدار مصرف مونسین، تعداد حیوان، مرحله شیردهی، شرایط فیزیولوژیک حیوان و حتی نوع جیره باشد. برخی از محققین به تأثیرات

تولید شیر نیز در دوره ۷ روزه جمع‌آوری داده‌ها به صورت روزانه ثبت گردید. در روزهای ۱۷ و ۱۸ هر دوره آزمایشی نمونه‌گیری از شیر به نسبت شیر تولیدی در هر وعده انجام شد. یک نمونه بدون اضافه کردن هر نوع افزودنی و جهت آنالیز پروفايل اسيدهای چرب در دمای ۲۰- نگهداری شد. نمونه دیگر پس از افزودن ترکیب ۲-برومو-۲-نیتروپروپان-۱-۲- دیول در دمای ۴+ تا زمان آنالیز ترکیبات شیر ذخیره گردید. مقدار چربی و پروتئین شیر با استفاده از دستگاه میلکو اسکن Foss Electric, Hillerod, Denmark 133B تعیین گردید (۲۶).

مقدار شیر تولیدی تصحیح شده بر اساس ۴ درصد چربی بر اساس فرمول ارائه شده توسط احتیاجات غذایی گاوهای شیری (NRC2001) محاسبه گردید. جهت تعیین فراسنجه‌های خونی، نمونه‌گیری از خون در ۷ روز جمع‌آوری داده‌ها و به صورت روزانه و ۴ ساعت پس از خوراکدهی از سیاهرگ دمی انجام شد. فراسنجه‌های خونی با استفاده از دستگاه اتوآنالیزور (BT3000 ساخت کشور ایتالیا) و با استفاده از کیت‌های شرکت پارس آزمون تعیین گردیدند (۸،۲۲).

همچنین الگوی اسیدهای چرب نمونه شیر در آزمایشگاه تغذیه اداره دامپزشکی ایلام با دستگاه گاز کروماتوگرافی (Varian 3400, Walnut Creek, CA, USA) و بر پایه روش مت کالف و همکاران (۱۹۶۶) (۱۶) تعیین شد. دمای تزریق‌کننده^۱ و تشخیص‌دهنده^۲ دستگاه به ترتیب ۲۸۰ و ۳۰۰ درجه سانتی‌گراد بود. گاز ناقل در این دستگاه هلیوم و تشخیص‌دهنده آن از نوع FID^۳ بود. دمای ستون دستگاه در آغاز برای ۵ دقیقه در ۱۶۰ درجه سانتی‌گراد نگهداری و سپس با سرعت ۲۰ درجه سانتی‌گراد در دقیقه به ۱۸۰ درجه سانتی‌گراد رسانده شد و برای ۱۵ دقیقه در این دما باقی ماند. آنگاه با سرعت ۲۰ درجه سانتی‌گراد در دقیقه به ۱۹۰ درجه سانتی‌گراد رسانده شد و تا پایان زمان مورد نیاز (۳۰ دقیقه) در این دما باقی ماند. ابتدا اسیدها به وسیله ی الکل متانول استریفیه شد و به صورت استرهای متیل درآمد، برای اندازه‌گیری اسیدهای چرب، ۰/۸ میکرولیتر از استرمتیل در ستون دستگاه تزریق شد و با عبور دادن گاز بی اثر هلیوم و حرارت دادن تدریجی ستون، استرهای متیله اسیدهای چرب به صورت بخار درآمدند. این بخارات در انتهای ستون به

برخی پژوهش‌ها استفاده از مونسین در جیره گاوهای شیرده تولید شیر را افزایش داد (۶،۱۹،۲۰،۲۱،۲۴) در مقابل گزارشاتای هم وجود دارد که نشان می‌دهد مکمل‌سازی مونسین در گاوهای شیری تاثیر معنی‌داری بر تولید شیر ندارد (۱،۵،۱۴،۱۵،۲۰). افزودن مونسین به جیره غذایی با کاهش تولید متان و افزایش نسبت مولار پروپیونات به استات در شکمبه می‌تواند بازده استفاده از انرژی را در دام‌های نشخوارکننده بهبود بخشیده و از این طریق سبب افزایش تولیدات دام شود (۱۹).

مثبت مونسین بر ماده خشک مصرفی اشاره کرده‌اند، افزایش مصرف خوراک در زمان استفاده از مونسین ممکن است به دلیل تسریع گوارش غذا باشد (۶).

تولید و ترکیب شیر

تاثیر سطوح مختلف مونسین بر تولید شیر و ترکیبات آن (جدول ۳) نشان داد که هر سه سطح مونسین سبب افزایش معنی‌دار تولید شیر خام و شیر تصحیح شده برای چهار درصد چربی شد اما بر ترکیبات شیر از قبیل درصد و مقدار چربی و پروتئین شیر تاثیر معنی‌داری نداشت. در رابطه با تاثیر مونسین بر تولید شیر نتایج متناقضی گزارش شده است. در

جدول ۳- مصرف ماده خشک مصرفی و تولید و ترکیبات شیر گاوهای تغذیه شده با جیره‌های آزمایشی

Table 3. Consumption of dry matter consumption and production and milk composition of cows fed with experimental diets

p-value ³	SEM ²	جیره ^۱				فراسنجه
		۴	۳	۲	۱	
۰/۱۲۰۱	۰/۵۴۲	۲۲/۴۵	۲۲/۶۳	۲۲/۷۲	۲۲/۶۲	ماده خشک مصرفی (کیلوگرم در روز)
۰/۰۱۱۲	۰/۶۲۰	۳۱/۶۶ ^a	۳۲/۸۸ ^a	۳۲/۰۳ ^a	۲۸/۴۴ ^b	تولید شیر خام (کیلوگرم در روز)
۰/۰۲۰۴	۰/۹۶۱	۲۵/۶۹ ^{ab}	۲۶/۷۵ ^a	۲۷/۳۲ ^a	۲۳/۴۵ ^b	شیر تصحیح شده برای ۴ درصد چربی
۰/۱۹۱۰	۰/۱۲۵	۳/۹۶	۳/۸۵	۳/۹۲	۳/۶۵	چربی (درصد)
۰/۲۷۳۱	۰/۰۴۱	۰/۹۴	۰/۹۳	۰/۹۱	۰/۸۸	چربی (کیلوگرم در روز)
۰/۳۳۴۲	۰/۰۹۲	۳/۰۸	۳/۰۶	۳/۰۵	۳/۱	پروتئین (درصد)
۰/۲۹۱۳	۰/۰۲۴	۰/۹۲	۰/۹۴	۰/۹۵	۰/۸۸	پروتئین (کیلوگرم در روز)

۱- جیره ۱: جیره شاهد بدون مونسین (پایه). ۲: دارای ۲۵۰ میلی‌گرم مونسین در کیلوگرم ماده خشک جیره. ۳: دارای ۳۵۰ میلی‌گرم مونسین در کیلوگرم ماده خشک جیره. ۴: دارای ۴۵۰ میلی‌گرم مونسین در کیلوگرم ماده خشک جیره.

a-c: در هر ردیف میانگین حداقل مربعی که با حروف غیرمشابه نشان داده شده اند، اختلاف معنی دار دارند.

Standard Error Means-۲: خطای استاندارد میانگین

Probability Value: احتمال معنی‌دار

مشابه با نتایج آزمایش حاضر، گزارش‌هایی وجود دارد که نشان می‌دهد مونسین می‌تواند سبب کاهش اسید چرب ۱۲:۰ (۱،۱۴) و اسیدهای چرب کوتاه زنجیر در چربی شیر گاوهای شیرده شود (۵،۶). با توجه به این که اسیدهای چرب کوتاه زنجیر در پستان و از واحدهای استات و بتا‌هیدروکسی بوتیرات حاصل از تخمیر کربوهیدرات‌ها در شکمبه ساخته می‌شوند و از طرفی چون مونسین معمولاً نسبت اسیدهای چرب لیپوئیک (استات و بوتیرات) به گلوکوئیک (پروپیونات) را در مایع شکمبه کاهش می‌دهد کاهش غلظت اسیدهای چرب کوتاه زنجیر در چربی شیر گاوهای تغذیه شده با مکمل مونسین را تا حدودی می‌توان به کاهش احتمالی غلظت اسیدهای چرب استات و بوتیرات داد. علاوه بر این بوگارد و همکاران (۴) نشان داده‌اند که اسید لینولئیک کونژوگه به طور معنی‌داری سبب مهار آنزیم‌های دخیل در سنتز اسیدهای چرب کوتاه زنجیر و متعاقباً کاهش تولید این اسیدهای چرب در شکمبه می‌شود. با توجه به تاثیر معنی‌دار مونسین بر افزایش تولید اسید لینولئیک کونژوگه در این آزمایش، می‌توان کاهش تولید اسیدهای چرب کوتاه زنجیر را حدس زد.

افزایش غلظت اسیدهای چرب غیر اشباع در چربی شیر گاوهای تغذیه شده با مکمل مونسین را می‌توان به اثر مهار مونسین بر باکتری‌های بیوهیدروژنه کننده ارتباط داد (۶) اسید استئاریک (۱۸:۰)، فرآورده نهایی بیوهیدروژناسیون اسیدهای چرب ۱۸ کربنه غیر اشباع است. با توجه به اینکه

مشابه نتایج این تحقیق، گزارشات زیادی وجود دارد که حاکی از عدم وجود تاثیر معنی دار مونسین بر درصد چربی شیر است (۱۴،۱۵). متناقض با گزارشات این تحقیق، محققین زیادی گزارش کردند که استفاده از مونسین سبب کاهش معنی داری درصد چربی شیر می‌شود (۱،۵،۱۰،۲۰،۲۱،۲۵). کاهش درصد چربی شیر را تا حدودی می‌توان به کاهش احتمالی غلظت استات و بوتیرات در شکمبه گاوهای تغذیه شده با مکمل مونسین ارتباط داد. زیرا نزدیک به ۵۰ درصد از کل اسیدهای چرب در چربی شیر از پیش‌سازهای اولیه (استات و بتا‌هیدروکسی بوتیرات) حاصل از تخمیر کربوهیدرات‌ها در شکمبه و در سلول‌های پستان ساخته می‌شوند که در گاوهای تغذیه شده با مکمل مونسین، کاهش تولید این پیش‌سازها در شکمبه صورت می‌گیرد (۳،۲۴). مشابه تحقیق حاضر گزارش‌های زیادی وجود دارد که نشان می‌دهد سطوح مختلف مونسین تاثیر معنی‌داری بر درصد پروتئین شیر ندارد (۱،۵،۱۴،۲۴).

الگوی اسیدهای چرب شیر

اثر جیره‌های آزمایشی بر الگوی اسیدهای چرب در جدول ۴ نشان داده شده است. نتایج این جدول نشان می‌دهد سطوح مختلف مونسین غلظت اسید چرب ۱۲:۰، اسیدهای چرب کوتاه زنجیر و اسیدهای چرب اشباع چربی شیر را به طور معنی‌داری کاهش و همزمان غلظت اسیدهای چرب ۱۸:۱ (امگا-۹)، ۱۸:۱ (ترانس-۹)، اسید لینولئیک کونژوگه و اسیدهای چرب غیراشباع در چربی شیر را افزایش داد (جدول ۴).

تاثیر بر کلاسترول، سبب افزایش گلوکز پلاسما شد (۵ و ۶). هر چند در آزمایش حاضر غلظت اسید پروپیونیک در شکمبه اندازه‌گیری نشد اما افزایش غلظت گلوکز را می‌توان به افزایش احتمالی غلظت اسید پروپیونیک در مایع شکمبه ارتباط داد. مونسنین با تاثیر بر اکوسیستم شکمبه، روند تخمیر را به سمت تولید اسید پروپیونیک بیشتر پیش می‌برد. اسید پروپیونیک پیش ساز اصلی تولید گلوکز در نشخوارکنندگان به حساب می‌آید و در مسیر گلوکونئوز به گلوکز تبدیل می‌شود (۱۲). علاوه بر این، مونسنین ممکن است از طریق کاهش تجزیه نشاسته در شکمبه و افزایش جریان آن به روده باریک، در افزایش گلوکز خون نقش داشته باشد (۷).

نتیجه‌گیری کلی

نتایج این تحقیق نشان داد که افزودن مکمل مونسنین (به ویژه سطح ۲۵۰ یا ۳۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم ماده خشک) به جیره‌های گاوهای شیرده می‌تواند تولید شیر را افزایش دهد. علاوه بر این، افزودن مکمل مونسنین می‌تواند غلظت اسیدهای چرب کوتاه زنجیر و اسیدهای چرب اشباع را کاهش و غلظت اسیدهای چرب غیر اشباع شیر و اسید لینولئیک کنژوگه (CLA) را افزایش دهد. به این ترتیب با استفاده از مونسنین در جیره غذایی گاوهای شیرده می‌توان ترکیب اسیدهای چرب در چربی شیر را به نفع سلامتی انسان تغییر و تعدیل کرد.

مونسنین مرحله آخر بیوهیدروژناسیون (تبدیل ترانس-۱۱ به استتاریک اسید) را مهار می‌کند، بنابراین مونسنین غلظت اسید استتاریک در چربی شیر را کاهش و غلظت اسیدهای چرب غیر اشباع را افزایش می‌دهد. همچنین مکمل مونسنین افزون بر مهار بیوهیدروژناسیون اسیدهای چرب غیر اشباع، از هیدرولیز تری‌آسیل‌گلیسرول‌ها نیز ممانعت می‌کند، که می‌تواند عامل دیگری برای کاهش غلظت اسید استتاریک و افزایش غلظت اسیدهای چرب غیر اشباع در چربی شیر گاوهای تغذیه شده با مکمل مونسنین باشد. زیرا پیش‌نیاز بیوهیدروژناسیون اسیدهای چرب غیر اشباع، هیدرولیز تری‌آسیل‌گلیسرول‌ها و آزاد شدن اسیدهای چرب با گروه کربوکسیل آزاد است (۹).

فراسنجه‌های خونی

تاثیر سطوح مختلف مونسنین بر فراسنجه‌های خونی گاوهای شیرده در جدول ۵ گزارش شده است. غلظت کلاسترول کل، لیپوپروتئین‌های با چگالی بالا (HDL) و کلاسترول لیپوپروتئین‌های با چگالی پایین (LDL) پلاسما تحت تاثیر جیره‌های آزمایشی قرار نگرفتند. اما سطح ۲۵۰ میلی‌گرم مونسنین به طور معنی‌داری سبب افزایش غلظت گلوکز پلاسمای گاوهای شیرده شد ($p=0.03$) (جدول ۵). موافق با نتایج این آزمایش، گزارش‌هایی وجود دارد که نشان می‌دهد مکمل‌سازی مونسنین در جیره گاوهای شیرده بدون

جدول ۴- ترکیب اسیدهای چرب شیر گاوهای تغذیه شده با تیمارهای آزمایشی (درصد از کل متیل استرهای اسید چرب)
Table 4. Combination of milk fatty acids of fed cows with experimental treatments (percentage of total fatty acid methyl esters)

P-value ³	SEM ²	جیره ^۱				اسید چرب (درصد از مجموع اسیدهای چرب بصورت استر متیل)
		۴	۳	۲	۱	
۰/۲۷۱۰	۰/۲۳۱	۳/۳	۳/۷۵	۳/۷۰	۳/۷۲	۱۰:۰
۰/۰۳۰۱	۰/۱۸۴	۲/۶۵ ^b	۲/۶۷ ^b	۳/۰۴ ^b	۳/۸۱ ^a	۱۲:۰
۰/۱۵۲۰	۰/۷۳۰	۱۲/۰۴	۱۱/۹۱	۱۱/۹۷	۱۱/۷۳	۱۴:۰
۰/۱۹۰۳	۰/۰۸۱	۰/۱۱	۰/۲۸	۰/۱۵	۰/۱۴	۱۵:۱
۰/۳۴۱۸	۱/۸۵۰	۳۳/۲۹	۳۱/۸۰	۳۱/۷۲	۳۱/۴۵	۱۶:۰
۰/۲۳۳۲	۰/۲۹۱	۱/۴۸	۱/۳۴	۱/۳۲	۱/۲۱	۱۶:۱ (مگا-۷)
۰/۱۸۱۲	۰/۰۴۵	۰/۵۸	۰/۵۴	۰/۵۱	۰/۴۵	۱۷:۰
۰/۱۲۰۵	۰/۸۹۲	۱۱/۲۲	۱۱/۴۱	۱۱/۷۵	۱۱/۹۳	۱۸:۰
۰/۰۲۱۳	۱/۰۱۳	۲۹/۶۴ ^a	۲۸/۹۴ ^a	۲۷/۵۸ ^a	۲۶/۸۹ ^b	۱۸:۱ (مگا-۹)
۰/۰۱۲۸	۰/۲۷۰	۲/۳۷ ^a	۲/۲۸ ^a	۱/۷۱ ^{ab}	۱/۲۲ ^b	۱۸:۱ (ترانس-۹)
۰/۲۶۲۳	۰/۲۲۴	۲/۸	۲/۶۶	۲/۵۱	۲/۴۵	۱۸:۲ (مگا-۶)
۰/۰۲۷۵	۰/۰۰۷	۰/۹۳ ^a	۰/۹ ^a	۰/۸ ^a	۰/۵ ^b	CLA ^۳ (سیس-۹، ترانس-۱۱)
۰/۳۲۱۰	۰/۱۲۰	۰/۴۹	۰/۴۷	۰/۴۵	۰/۳۲	۱۸:۳ (مگا-۳)
۰/۲۴۲۸	۰/۵۲۱	۲/۳۵	۲/۸۸	۲/۷۵	۲/۶۴	سایر اسیدهای چرب ^۴
۰/۰۱۳۴	۱/۷۲۲	۵/۲۸ ^b	۵/۴۲ ^b	۶/۳۱ ^b	۷/۵۳ ^a	اسیدهای چرب کوتاه زنجیر ^۵
۰/۲۱۵۲	۲/۳۲۷	۴۸/۲۵	۴۶/۷۵	۴۷/۹۴	۴۴/۷۵	اسیدهای چرب متوسط زنجیر ^۶
۰/۱۷۱۳	۱/۷۷۳	۴۵/۵۶	۴۴/۷۸	۴۳/۴۵	۴۲/۹۰	اسیدهای چرب بلند زنجیر ^۷
۰/۰۱۱۲	۱/۲۶۸	۳۷/۴۵ ^{ab}	۳۶/۶۷ ^{ab}	۳۵/۶۵ ^a	۳۴/۰۵ ^b	اسیدهای چرب غیر اشباع ^۸
۰/۰۲۲۸	۱/۴۵۰	۶۰/۴۱ ^{ab}	۶۱/۸۸ ^b	۶۳/۷۶ ^b	۶۴/۱۵ ^a	اسیدهای چرب اشباع ^۹

۱- جیره ۱: جیره شاهد بدون مونسنین (پایه). ۲: دارای ۲۵۰ میلی‌گرم مونسنین در کیلوگرم ماده خشک جیره. ۳: دارای ۳۵۰ میلی‌گرم مونسنین در کیلوگرم ماده خشک جیره. ۴: دارای ۴۵۰ میلی‌گرم مونسنین در کیلوگرم ماده خشک جیره.
۵- اسیدهای چرب ناشناخته. ۶- اسیدهای چرب ۱۰:۰ و ۱۲:۰. ۷- اسیدهای چرب ۱۴:۰ تا ۱۷:۰. ۸- اسیدهای چرب ۱۸:۰ و بالاتر. ۹- مجموع اسیدهای چرب ۱۵:۱، ۱۶:۱، ۱۸:۱، ۱۸:۲ و ۱۸:۳. ۱۰- مجموع اسیدهای چرب ۱۰:۰، ۱۲:۰، ۱۴:۰، ۱۶:۰، ۱۷:۰ و ۱۸:۰.
* در هر ردیف میانگین حداقل مربعاتی که با حروف غیرمشابه نشان داده شده‌اند، اختلاف معنی‌دار دارند.
۲- Standard Error Means: خطای استاندارد میانگین
۳- Probability Value: احتمال معنی‌دار

جدول ۵- میانگین غلظت متابولیت‌های پلاسما (میلی‌گرم در دسی‌لیتر) در گاوهای تغذیه شده با جیره‌های آزمایشی

Table 5. Mean concentration of plasma metabolites (mg / dL) in cows fed experimental diets

p-value ³	SEM ²	جیره				متابولیت
		۴	۳	۲	۱	
۰/۰۳۱۲	۶/۲۸	۶۹/۱۳ ^a	۶۸/۵۶ ^a	۶۷/۴۳ ^a	۶۲/۵۳ ^b	گلوکز
۰/۲۱۰۱	۲۶۰/۲۹	۲۷۵/۲۱	۳۰۴/۱۸	۳۱۷/۲۰	۲۹۱/۹۴	کلسترول کل
۰/۱۹۳۰	۱۲/۸۹	۱۰۵/۰۵	۱۲۵/۸۹	۱۳۰/۱۱	۱۳۵۸/۸۰	کلسترول HDL
۰/۱۷۱۹	۱۶/۹۱	۱۵۰/۲۱	۱۶۸/۴۲	۱۷۹/۰۲	۱۵۰۸/۸۸	کلسترول LDL

۱- جیره ۱: جیره شاهد بدون مونسنین (پایه). ۲: دارای ۲۵۰ میلی‌گرم مونسنین در کیلوگرم ماده خشک جیره. ۳: دارای ۳۵۰ میلی‌گرم مونسنین در کیلوگرم ماده خشک جیره. ۴: دارای ۴۵۰ میلی‌گرم مونسنین در کیلوگرم ماده خشک جیره.

* در هر ردیف میانگین حداقل مربعاتی که با حروف غیرمشابه نشان داده شده اند، اختلاف معنی‌دار دارند.

۲- Standard Error Means: خطای استاندارد میانگین

۳- Probability Value: احتمال معنی‌دار

منابع

- Alzahal, O., N.E. Odongo, T. Mustvangwa, M.M. Or-Rashid, T.F. Duffield, R. Bagg, P. Dick, G. Vessie and B.W. McBride. 2008. Effect of monensin and dietary soybean oil on milk fat percentage and milk fatty acid profile in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 91: 1166-1174.
- AOAC. 1990. Official Methods of Analysis. 15th ed. Association of Official Analytical Chemists, Arlington, VA.
- Bauman, D.E. and J.M. Griinari. 2003. Nutritional regulation of milk fat synthesis. *The Annual Review of Nutrition*, 23: 203-227.
- Baumgard, L.H., A.B. Corl, D.E. Dwyer, A. Saebo and D.E. Bauman. 2000. Identification of the conjugated linoleic acid isomer that inhibits milk fat synthesis. *The American Journal of Physiology*, 278: R179-R184.
- da Silva, D.C., G.T. Santos, A.F. Branco, J.C. Damasceno, R. Kazama, M. Matsushita, J.A. Horst, R. Dassantos and H.V. Petit. 2007. Production performance and milk composition of dairy cows fed whole or ground flaxseed with or without Monensin. *Journal of Dairy Science*, 90: 2928-2936.
- Duffield, T.F., A.R. Rabiee and I.J. Lean. 2008. A Meta-Analysis of the impact of monensin in lactating dairy cattle. Part 1. Metabolic effects. *Journal of Dairy Science*, 91: 1334-1346.
- Haimoud, D.A., M. Verney, C. Bayourthe and R. Montcoulon. 1995. Avoparcin and monencin effects on the digestion of nutrients in dairy cows fed a mixed diet. *Canadian Journal of Animal Science*, 75: 379-385.
- Ghandehari, M., M. Khodaei-Motlagh and M. Kazemi-Bonchenari. 2018. Effects of Supplementation of Chromium, Monensin and Their Combination on Some Blood Metabolites, Liver Enzymes and Insulin in Close-Up Holstein Dairy Cows. *Research on Animal Production*, 9(20): 53-60.
- Harfoot, C.G and G.P. Hazlewood. 1997. Lipid metabolism in the rumen. In: P.N. Hobson and C. S. Stewart. *The Rumen Microbial Ecosystem*. London, UK: Chapman and Hall, 382-419.
- Ipharraguerre, I.R. and J.H. Clark. 2003. Usefulness of ionophores for lactating dairy cows: A review. *Animal Feed Science and Technology*, 106: 39-57.
- Jenkins, T.C., R.J. Wallace, P.J. Moate and E.E. Mosley. 2008. Recent advances in biohydrogenation of unsaturated fatty acids within the rumen microbial ecosystem. *The Journal of Animal Science*, 86: 397-412.
- Karcher, E.L., M.M. Pickett, G.A. Varga and S.S. Donkin. 2007. Effect of dietary carbohydrate and monensin on expression of gluconeogenic enzymes in liver of transition dairy cows. *The Journal of Animal Science*, 85: 690-699.
- Mansbridge, R.J and J.S. Blake. 1997. Nutritional factors affecting the fatty acid composition of bovine milk. *British Journal of Nutrition*, 78 (Suppl. 1), S37-S47
- Martineau, R., C. Benchaar, H.V. Petit, H. Lapierre, D.R. Ouellet, D. Pellerin and R. Berthiaume. 2007. Effect of lasalosid or monensin supplementation on digestion, ruminal fermentation, blood metabolites, and milk production of lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 90: 5714-5725.
- Martinez, C.M., Y.H. Chung, V.A. Ishler, K.M. Bailey and G.A. Varga. 2009. Effects of dietary forage level and monensin on lactation performance, digestibility and fecal excretion of nutrients, and efficiency of feed nitrogen utilization of Holstein dairy cows *Journal of Dairy Science*, 92: 3211-3221.
- Metcalf, L.D., A.A. Schmitz and J.R. Pelka. 1996. Rapid preparation of fatty acid ester from lipids for gas chromatographic analysis. *Analytical Chemistry*, 38: 514-515.
- McGuffey R.K., L.F. Richardson and J.I.D. Wilkinson. 2001. Ionophores for dairy cattle: current status and future outlook. *Journal of Dairy Science*, 84 (E. Suppl.): E194-E203.
- Mohtashami, B., H. Mirzaei Alamouti and H. khalilvandi-behroozyar. 2021. Effects of Monensin on Dry Matter Intake, Milk Production and Healthy of Transition Holstein Dairy Cows. *Research on Animal Production*, 12(32): 72-79.

19. Mutsvangwa, T., J.K.C. Kramer, C.B. Blackadar, T.F. Duffield, R. Bagg, R.P. Dick, G. Vessie and B.W. McBride. 2003. Short communication: Effects of ab monensin premix on milk fatty acid content during subacute ruminal acidosis in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 86: 4043-4046.
20. Odongo, N.E., M.M. Or-Rashid, R. Bagg, G. Vessie, P. Dick, E. Kebreab, J. France and B.W. McBride. 2007. Long-term effect of feeding monensin on milk fatty acid composition in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 90: 5126-5133.
21. Phipps, R.H., J.I.D. Wilkinson, L.J. Jonkert, M. Tarrant, A.K. Jones and A. Hodjet. 2000. Effect of Monensin on milk production of Holstein-freisian dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 83: 2789-2794.
22. Plaizier, J.C., A.M. Fairfield, P.A. Azevedo, A. Nikkhah, T.F. Duffield, G.H. Crow, R. Bagg, P. Dick and B.W. McBride. 2005. Effect of monensin and stage of lactation on variation of Blood metabolites within twenty-four hours in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 88: 3595-3602.
23. Ruiz, R., Albrecht, G.L. Tedeschi, L.O. Jarvis, G. Russel and J.B. Fox. 2001. Effect of monensin on the performance and nitrogen utilization of lactating dairy cows consuming fresh forage. *Journal of Dairy Science*, 84: 1717-1727.
24. Ramanzin, M., L. Bailoni, S. Schiavon and G. Bittante. 1997. Effect of Monensin on milk production and efficiency of dairy cows fed two diets differing in forage to concentrate ratios. *Journal of Dairy Science*, 80: 1136-1142.
25. Shingfield, K.J. and J.M. Griinari. 2007. Role of biohydrogenation intermediates in milk fat depression. *The European Journal of Lipid Science and Technology*, 109: 799-816.
26. Tahmazi, Y., Y.A. Alijo, R. Pirmohammadi and A. Taghizadeh. 2021. Effect of linoleic acid conjugate (CLA) on production performance, energy balance, milk production and its compositions and some blood parameters in Holstein dairy cows during transition period. *Animal Science Research*, 30(3): 25-35.
27. Van Soest, P.J., J.B. Robertson and B.A. Lewis. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and non-starch polysaccharide in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*, 74: 3583-3597.

Increased Milk Production, Concentration of Unsaturated Fatty Acids and Conjugated Linoleic Acid in the Milk of Holstein Lactating Cows using Monensin

Taimour Tanha¹, Mokhtar Fathi², Mehdi Gholami¹, Rabie Rahbar¹ and Shahryar Saedyan³

1- Department Animal Science, Agriculture Collage, Payam Noor University, Tehran, Iran

2- Department Animal Science, Agriculture Collage, Payam Noor University, Tehran, Iran,
(Corresponding author: Fathi_mokhtar@yahoo.com)

3- Department Biology, Basic Sciences Collage, Payam Noor University, Tehran, Iran.

Received: 17 August, 2021

Accepted: 12 June, 2022

Extended Abstract

Introduction and Objective: Conjugated linoleic fatty acid (CLA) in milk fat has a positive effect on cardiovascular health, so efforts have been focused on increasing this fatty acid in cow's milk. Ionophores, including monensin, have been shown to increase milk production performance and immune capacity in the diet of lactating cows. In addition, monensin may have beneficial effects on milk production and the body's immune system, as well as milk composition and the pattern of milk fatty acids in dairy cows. Therefore, the main purpose of this experiment was to investigate the effect of monensin on the production, composition and pattern of milk fatty acids in Holstein cows

Material and Methods: 4 lactating Holstein lactating cows (mean calving 3.5) with an average weight of 507±14 and lactation days 91±16 days in a rotating Latin square design (rotating) 4×4 randomly Four experimental diets were allocated. Experimental diets included levels of 0, 250, 350 and 450 mg monensin per kg of dietary dry matter. Each cow received all experimental diets over 4 periods. The length of each experimental period was 21 days, of which the first 14 days of each period were considered for adaptation of cows and the last 7 days were considered for data collection. Diets were balanced using NRC (2001) software. The ratio of forage to concentrate in all four diets was 44 to 56%. The cows were milked twice a day and the record of both meals was recorded as a daily record. Feed and manure samples were analyzed for dry matter, organic matter, crude protein, crude fat, NDF. Milk production was also recorded daily in a 7-day data collection period. Milk sampling was performed on days 17 and 18 of each experimental period. The pattern of milk fatty acids in the nutrition laboratory of Ilam Veterinary Office was determined by gas chromatography.

Results: The results of this study showed that the addition of monensin significantly increased the production of raw milk and corrected milk for 4% fat ($p<0.05$). Monensin also reduced the concentration of short-chain fatty acids in milk fat, but had no significant effect on the concentration of medium-chain and long-chain fatty acids. The addition of monensin decreased the concentration of saturated fatty acids and increased the unsaturation of 18: 1 (omega-9) and 18: 1 (trans-9) and conjugated linoleic acid (cis-9, trans-11) in milk

Conclusion: In general, this study showed that monensin increases milk production, concentration of unsaturated fatty acids and conjugated linoleic acid in milk fat and decreases the concentration of short chain fatty acids and saturated fatty acids in milk fat.

Keywords: CLA, Milk fatty acid composition, Milk production, Monensin