دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
پژوهشهای تولیدات دامی

"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 مسوول: 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 ۹۲

چکیده مبسوط

مقدمه و هدف: اسید چرب لینولئیک کنژوگه (CLA) موجود در چربی شیر تاثیر مثبتی بر سلامت قلب و عروق دارد لذا تلاش ها بر افزایش این اسید چرب در شیر گاو متمرکز شده است. نشان داده شده است که یونوفرهایی از جمله مونسین در تغذیهٔ گاوهای شیرده سبب افزایش عملکرد تولید شیر و توان ایمنی بدن می شوند. علاوه بر آن احتمالاً مونسین با تأثیرات مفید بر تولید شیر و توان ایمنی بدن، بر ترکیب شیر و الگوی اسیدهای چرب شیر گاوهای شیری نیز مؤثراست. 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 شکم زا (میانگین زایش ۳/۵) با میانگین وزنی۱۴ ± ۵۰۷ و روزهای شیردهی ۱۶± ۹۱ روز در قالب یک طرح مربع لاتین چرخشی (گردان) ۴× ۴ 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. نمونه های خوراک و پس آخور برای ماده خشک، ماده آلی، پروتئین خام، چربی خام، NDF آنالیز شدند. تولید شیر نیز در دوره ۷ روزه جمع آوری داده ها به صورت روزانه ثبت شد. در روزهای ۱۷ و ۱۸ هر دوره آزمایشی نمونه گیری 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 ($p<۰/۰۵$). 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 اشباع های ۱۸:۱ (امگا-۹) و ۱۸:۱ (ترانس-۹) و اسید لینولئیک کونژوگه (سیس۹-، 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 می شود.

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

مقدمه

بیشترین ترکیب چربی های 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 کنژوگه (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 موثر بر ترکیب اسیدهای چرب شیر، متابولیسم اسیدهای چرب در شکمبه است به طوریکه 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)، درجهٔ غیراشباع بودن اسیدهای چرب، نسبت علوفه به کنسانتره، pH شکمبه و استفاده از افزودنی‌هایی مثل یونوفرها، بیوهیدروژناسیون اسیدهای چرب غیراشباع در شکمبه را تحت تأثیر 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 آنتی بیوتیک‌ها 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

آنها می‌باشد. یونوفرها با اتصال به یون‌های مثبت (سدیم، پتاسیم، منیزیوم 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 پروپیونات تولید می‌کنند که پیش‌ساز اصلی گلوکز می‌باشد. نشان داده شده است که یونوفرهایی از جمله مونسین در تغذیهٔ گاوهای شیرده سبب افزایش عملکرد تولید شیر و توان ایمنی بدن می‌شوند (۵،۶،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 مؤثراست (۱۰،۱۴،۲۱،۲۵). 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

چهار راس گاو هلشتاین چند شکم‌زا (میانگین زایش۳/۵) با میانگین روزهای شیردهی ۲۵± ۱۳۰روز و میانگین تولید شیر ۲/۵ ± ۲۱/۲۷ کیلوگرم در روز و میانگین وزن بدن ۱۴ ± ۵۰۷ 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 کاملا مخلوط شده تغذیه شدند (جداول 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 بودند. جیره‌ها به صورت کاملا 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 کاملا مخلوط شده (TMR) دو نوبت در روز در ساعت‌های هفت صبح و ۱۵ در اختیار گاوها قرار داده شدند، بطوری که تقریباً ۵ درصد از خوراک روزانه در آخور باقی می‌ماند و پس آخور هر روز در صبح روز بعد جمع آوری و توزین می 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 به آب دسترسی آزاد داشتند. گاوها روزانه دو بار در ساعت‌های ۶ صبح و ۱۹ شب دوشیده می شدند و رکورد هر دو وعده به عنوان رکورد روزانه ثبت می‌شد.

نمونه خوراک و باقیمانده خوراک هر یک از گاوها در طول دوره جمع آوری داده‌ها به صورت روزانه جمع‌آوری و به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد در آون خشک شد. نمونه های خشک شده با استفاده از آسیاب دارای الک ۱ میلیمتری آسیاب شدند. نمونه های مربوط به هر گاو در طول دوره با هم مخلوط شده و در نهایت یک نمونه برای آنالیز استفاده شد. نمونه های خوراک و پس آخور 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).

جدول ۱- نسبت مواد خوراکی تشکیل‌دهنده جیره پایه (براساس ۱۰۰ درصد ماده خشک)
Table 1. Ratio of basic constituents (based on 100% dry matter)

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

*یک کیلوگرم مکمل معدنی و ویتامینی دارای ۰/۸٪ کلسیم، ۰/۷٪ فسفر، ۰/۸٪ 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 کیلو گرم سلنیوم، ۹۹۴۵۰ واحد بین المللی در کیلوگرم ویتامین A، ۱۳۲۶۰ واحد بین المللی 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)

ماده مغذی	مقدار
ماده خشک[1] (درصد)	۵۴/۵
ماده آلی[1] (درصد)	۹۳/۴
پروتئین خام[1] (درصد)	۱۵/۸
چربی خام[1] (درصد)	۴/۷
دیواره سلولی (NDF)[1] (درصد)	۳۱/۹
کربوهیدراتهای غیرالیافی (NFC)[2] (درصد)	۴۱
خاکستر[1] (درصد)	۶/۶
کلسیم[2] (درصد)	۰/۷۹
فسفر[2] (درصد)	۰/۳۸
منیزیم[2] (درصد)	۰/۱۹
انرژی خالص شیردهی (مگاکالری در کیلوگرم)[2]	۱/۶۳

۱. از طریق آنالیز شیمیایی در آزمایشگاه محاسبه شده است.
۲. از طریق نرم‌افزار جیره نویسی CNCPS تعیین شده است.

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 پروفایل اسیدهای چرب در دمای ۲۰- نگهداری شد. نمونه دیگر پس از افزودن ترکیب ۲-برومو-۲ نیتروپروپان۱-۲- 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 کیت های 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[1] و تشخیص‌دهنده[2] دستگاه به‌ترتیب ۲۸۰ و ۳۰۰ درجه سانتی گراد بود. گاز ناقل در این دستگاه هلیوم و تشخیص‌دهنده آن از نوع FID[3] 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 سانتی گراد 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 اندازه گیری اسیدهای چرب، ۰/۸میکرولیتر 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 وسیله‌ی ردیاب یونش شعله‌ای و براساس خاصیت یونیزه شدن گازها در حرارت زیاد به صورت نوارهای جذبی ترسیم شدند. زمان بین تزریق و ظهور نوار جذبی معرف نوع اسید چرب و سطح زیر منحنی هر یک از این نوارها معرف میزان آن نوع اسید چرب می‌باشد. برای اندازه‌گیری میزان درصد اسیدهای چرب از زمان بازداری آنها استفاده شد و غلظت هر اسید چرب به صورت گرم در ۱۰۰گرم متیل استر اسید چرب گزارش شد.

طرح آماری این آزمایش از نوع مربع لاتین چرخشی (گردان) با چهار جیره، چهار دوره و چهار گاو بود. داده های 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 iامین جیره، C_j: اثر j 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 درگاوهای شیرده تاثیرمعنی‌داری 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 درجیره 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

1- Injector 2- Detector 3- Flame Ionization Detector

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 برخی پژوهش‌ها استفاده از مونسین در جیره گاوهای شیرده تولید شیر را افزایش داد (۶،۱۹،۲۰،۲۱،۲۴) در مقابل گزارشاتی 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).

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

فراسنجه	جیره[1]				SEM[2]	p-value[3]
	۱	۲	۳	۴		
ماده خشک مصرفی (کیلوگرم در روز)	۲۲/۶۲	۲۲/۷۲	۲۲/۶۳	۲۲/۴۵	۰/۵۴۲	۰/۱۲۰۱
تولید شیر خام (کیلوگرم در روز)	۲۸/۴۴[b]	۳۲ / ۰۳[a]	۳۲/۸۸[a]	۳۱/۶۶[a]	۰/۶۲۰	۰/۰۱۱۲
شیر تصحیح شده برای ۴ درصد چربی	۲۳/۴۵[b]	۲۷/۳۲[a]	۲۶/۷۵[a]	۲۵/۶۹[ab]	۰/۹۶۱	۰/۰۲۰۴
چربی (درصد)	۳/۶۵	۳/۹۲	۳/۸۵	۳/۹۶	۰/۱۲۵	۰/۱۹۱۰
چربی (کیلوگرم در روز)	۰/۸۸	۰/۹۱	۰/۹۳	۰/۹۴	۰/۰۴۱	۰/۲۷۳۱
پروتئین (درصد)	۳/۱	۳/۰۵	۳/۰۶	۳/۰۸	۰/۰۹۲	۰/۳۲۴۲
پروتئین (کیلوگرم در روز)	۰/۸۸	۰/۹۵	۰/۹۴	۰/۹۲	۰/۰۳۴	۰/۲۹۱۳

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 مربعاتی که با حروف غیرمشابه نشان داده شده اند، اختلاف معنی دار دارند.

۲-Standard Error Means: خطای استاندارد میانگین

۳- Probability Value: احتمال معنی‌دار

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 می شود (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 پیش سازها 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).

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 معمولا نسبت اسیدهای چرب لیپوژنیک (استات و بوتیرات) به گلوکوژنیک (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 ارتباط داد. علاوه بر این بوگارد و همکاران (۴) نشان داده‌اند که اسید لینولئیک کنژوگه به طور معنی‌داری سبب مهار آنزیم‌های دخیل در سنتز اسیدهای چرب کوتاه زنجیر و متعاقبا کاهش تولید این اسیدهای چرب در شکمبه می‌شود. با توجه به تاثیر معنی‌دار مونسین بر افزایش تولید اسید لینولئیک کنژوگه 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 مهاری 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

مونسین مرحله آخر بیوهیدروژناسیون (تبدیل ترانس-۱۱ ۱۸:۱ به استئاریک اسید) را مهار می‌کند، بنابراین مونسین غلظت اسید استئاریک در چربی شیر را کاهش و غلظت اسیدهای چرب غیر اشباع را افزایش می‌دهد. همچنین مکمل مونسین افزون بر مهار بیوهیدروژناسیون اسیدهای چرب غیر اشباع، از هیدرولیز تری آسیل گلیسرول‌ها نیز ممانعت می‌کند، که می‌تواند عامل دیگری برای کاهش غلظت اسید استئاریک و افزایش غلظت اسیدهای چرب غیراشباع در چربی شیر گاوهای تغذیه شده با مکمل مونسین باشد. زیرا پیش نیاز بیوهیدروژناسیون اسیدهای چرب غیر اشباع، هیدرولیز تری آسیل گلیسرول‌ها و آزاد شدن اسیدهای چرب با گروه کربوکسیل آزاد است (۹).

فراسنجه‌های خونی

تاثیر سطوح مختلف مونسین بر فراسنجه‌های خونی گاوهای شیرده در جدول ۵ گزارش شده است. غلظت کلسترول کل، لیپوپروتئین‌های با چگالی بالا (HDL) و کلسترول لیپوپروتئین‌های با چگالی پایین (LDL) پلاسما تحت تاثیر جیره‌های آزمایشی قرار نگرفتند. اما سطح ۲۵۰ میلی‌گرم مونسین به طور معنی‌داری سبب افزایش غلظت گلوکز پلاسمای گاوهای شیرده شد (p=۰/۰۳) (جدول ۵). موافق با نتایج این آزمایش، گزارش‌هایی وجود دارد که نشان می‌دهد مکمل‌سازی مونسین در جیره گاوهای شیرده بدون تاثیر بر کلسترول، سبب افزایش گلوکز پلاسما شد (۵ و۶). 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. مونسین با تاثیر بر اکوسیستم شکمبه، روند تخمیر را به سمت تولید اسید پروپیونیک بیشتر پیش می‌برد. اسید پروپیونیک پیش ساز اصلی تولید گلوکز در نشخوارگنندگان به حساب می‌آید و در مسیر گلوکونئوژنز به گلوکز تبدیل می‌شود (۱۲). علاوه بر این، مونسین 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 مونسین (به ویژه سطح ۲۵۰ یا ۳۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم ماده خشک) به جیره‌های گاوهای شیرده می تواند تولید شیر را افزایش دهد. علاوه بر این، افزودن مکمل مونسین می‌تواند غلظت اسیدهای چرب کوتاه زنجیر و اسیدهای چرب اشباع شیر را کاهش و غلظت اسیدهای چرب غیر اشباع شیر و اسید لینولئیک کنژوگه (CLA) را افزایش دهد. به این ترتیب با استفاده از مونسین در جیره غذایی گاوهای شیرده می‌توان ترکیب اسیدهای چرب در چربی شیر را به نفع سلامتی انسان تغییر و تعدیل کرد.

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)

اسید چرب (درصد از مجموع اسیدهای چرب بصورت استر متیل)	جیره[1]				SEM[2]	P-value[3]
	۱	۲	۳	۴		
۱۰:۰	۳/۷۲	۳/۷۰	۳/۷۵	۳/۳	۰/۲۳۱	۰/۲۷۱۰
۱۲:۰	۳/۸۱^{a}	۳/۰۴^{b}	۲/۶۷^{b}	۲/۶۵^{b}	۰/۱۸۴	۰/۰۳۰۱
۱۴:۰	۱۱/۷۳	۱۱/۹۷	۱۱/۹۱	۱۲/۰۴	۰/۷۳۰	۰/۱۵۲۰
۱۵:۱	۰/۱۴	۰/۱۵	۰/۲۸	۰/۱۱	۰/۰۸۱	۰/۱۹۰۳
۱۶:۰	۳۱/۴۵	۳۱/۷۲	۳۱/۸۰	۳۳/۲۹	۱/۸۵۰	۰/۲۴۱۸
۱۶:۱(امگا-۷)	۱/۲۱	۱/۳۲	۱/۳۴	۱/۴۸	۰/۲۹۱	۰/۲۳۳۲
۱۷:۰	۰/۴۵	۰/۵۱	۰/۵۴	۰/۵۸	۰/۰۴۵	۰/۱۸۱۲
۱۸:۰	۱۱/۹۳	۱۱/۷۵	۱۱/۴۱	۱۱/۲۲	۰/۸۹۲	۰/۱۲۰۵
۱۸:۱ (امگا-۹)	۲۶/۸۹^{b}	۲۷/۵۸^{a}	۲۸/۹۴^{a}	۲۹/۶۴^{a}	۱/۰۱۳	۰/۰۲۱۳
۱۸:۱ (ترانس-۹)	۱/۲۲^{b}	۱/۷۱^{ab}	۲/۲۸^{a}	۲/۳۷^{a}	۰/۲۷۰	۰/۰۱۲۸
۱۸:۲ (امگا-۶)	۲/۴۵	۲/۵۱	۲/۶۶	۲/۸	۰/۲۲۴	۰/۲۶۲۳
CLA[3] (سیس۹-،ترانس-۱۱)	۰/۵^{b}	۰/۸^{a}	۰/۹^{a}	۰/۹۳^{a}	۰/۰۰۷	۰/۰۲۷۵
۱۸:۳ (امگا-۳)	۰/۳۲	۰/۴۵	۰/۴۷	۰/۴۹	۰/۱۲۰	۰/۳۲۱۰
سایر اسیدهای چرب[4]	۲/۶۴	۲/۷۵	۲/۸۸	۲/۳۵	۰/۵۲۱	۰/۲۴۲۸
اسیدهای چرب کوتاه زنجیر[5]	۷/۵۳^{a}	۶/۳۱^{b}	۵/۴۲^{b}	۵/۲۸^{b}	۱/۷۲۲	۰/۰۱۳۴
اسیدهای چرب متوسط زنجیر[6]	۴۴/۷۵	۴۷/۹۴	۴۶/۷۵	۴۸/۲۵	۲/۳۲۷	۰/۲۱۵۲
اسیدهای چرب بلند زنجیر[7]	۴۲/۹۰	۴۳/۴۵	۴۴ /۷۸	۴۵/۵۶	۱/۷۷۳	۰/۱۷۱۳
اسیدهای چرب غیر اشباع[8]	۳۴/۰۵^{b}	۳۵/۶۵^{a}	۳۶/۶۷ ^{ab}	۳۷/۴۵^{ab}	۱/۲۶۸	۰/۰۱۱۲
اسیدهای چرب اشباع[9]	۶۴/۱۵^{a}	۶۳/۷۶^{b}	۶۱/۸۸^{b}	۶۰/۴۱^{ab}	۱/۴۵۰	۰/۰۲۳۸

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.

۴-اسیدهای چرب ناشناخته. ۵- اسیدهای چرب ۱۰:۰ و ۱۲:۰. ۶- اسیدهای چرب ۱۴:۰ تا ۱۷:۰. ۷- اسیدهای چرب ۱۸:۰ و بالاتر. ۸- مجموع اسیدهای چرب ۱۵:۱, ۱۶:۱, ۱۸:۱, ۱۸:۲ و ۱۸:۳. ۹- 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 دسی لیتر) درگاوهای تغذیه شده با جیره‌های آزمایشی
Table 5. Mean concentration of plasma metabolites (mg / dL) in cows fed experimental diets

متابولیت	جیره[1]				SEM[2]	p-value[3]
	۱	۲	۳	۴		
گلوکز	۶۲/۵۳[b]	۶۷/۴۲[a]	۶۸/۵۶[a]	۶۹/۱۳[a]	۶/۲۸	۰/۰۳۱۲
کلسترول کل	۲۹۱/۹۴	۳۱۷/۲۰	۳۰۴/۱۸	۲۷۵/۲۱	۲۶۰/۲۹	۰/۲۱۰۱
کلسترول HDL	۱۳۵۸/۸۰	۱۳۰/۱۱	۱۲۵/۸۹	۱۰۵/۰۵	۱۲/۸۹	۰/۱۹۳۰
کلسترول LDL	۱۵۰۸/۸۸	۱۷۹/۰۲	۱۶۸/۴۲	۱۵۰/۲۱	۱۶/۹۱	۰/۱۷۱۹

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.
* 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

1. 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.
2. AOAC. 1990. Official Methods of Analysis. 15th ed. Association of Official Analytical Chemists, Arlington, VA.
3. Bauman, D.E. and J.M. Griinari. 2003. Nutritional regulation of milk fat synthesis. The Annual Review of Nutrition, 23: 203-227.
4. 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.
5. 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.
6. 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.
7. 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.
8. 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.
9. 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.
10. 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.
11. 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.
12. Karcher, E.L., M.M. Pickett, G.A. Varga and S.S. Donkin. 2007. Effect of dietary carbohydrate and monensin on expression of gluconeogenic enzymesin in liver of transition dairy cows. The Journal of Animal Science, 85: 690-699.
13. 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
14. 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.
15. 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.
16. 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.
17. 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.
18. 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 Tanha[1], Mokhtar Fathi[2], Mehdi Gholami[1], Rabie Rahbar[1] and Shahryar Saeedyan[3]

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