



دانشگاه گیلان

نشریه پژوهش در نشخوارکنندگان

جلد هفتم، شماره دوم، ۱۳۹۸

<http://ejrr.gau.ac.ir>

۱۲۹-۱۴۴

اثر اسیدهای چرب پالمیتیک، استئاریک و آلفا-لینولنیک بر مصرف خوراک، تولید و ترکیبات شیر گاوهای تازه‌زای هلشتاین

محسن سمیعی زفرقندی^۱، *تقی قورچی^۲، علی اسدی الموتی^۳، فرزاد قنبری^۴
و مهدی دهقان بناذکی^۵

^۱دانشجوی دکتری و ^۲استاد گروه تغذیه دام و طیور، دانشکده علوم دامی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

^۳استادیار گروه علوم دام و طیور، پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران، ^۴استادیار گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه

گنبدکاووس، ^۵استاد گروه علوم دامی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج

تاریخ دریافت: ۹۸/۰۳/۱۱؛ تاریخ پذیرش: ۹۸/۰۶/۲۴

چکیده

سابقه و هدف: مکمل‌های چربی محافظت‌شده یا بی اثر بر فعالیت شکمبه، به دلیل محتوای بالای انرژی، به یک جزء رایج اقلام تشکیل دهنده جیره تبدیل شده‌اند. چربی‌ها معمولاً حاوی غلظت‌های بالایی از اسیدهای چرب زنجیر بلند شامل پالمیتیک، استئاریک، اولئیک و لینولئیک می‌باشند. تحقیقات چند سال گذشته نشان داده است که اسیدهای چرب تنها یک منبع انرژی نیستند، بلکه کارکردهای مختلف متابولیکی در بدن گاو داشته و از راه‌های مختلفی در تولید آن‌ها شرکت می‌کند. در این پژوهش اثرات دو اسید چرب اشباع پالمیتیک و استئاریک که بیشترین مقدار مکمل‌های چربی را شامل می‌شوند، در حضور و عدم حضور اسید آلفا-لینولنیک بر تولید و ترکیبات شیر بررسی شد.

مواد و روش‌ها: ۳۲ راس گاو شیری با بیش از دو بار زایش، بلافاصله پس از زایش، وارد طرح آزمایشی در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با ۴ تیمار (فاکتوریل ۲×۲) شده و به مدت ۶۵ روز در جایگاه‌های انفرادی نگهداری شدند. تیمارهای آزمایشی شامل (۱) جیره پایه حاوی ۱/۸ درصد مکمل غنی از اسید استئاریک (حاوی حداقل ۷۵ درصد اسید استئاریک)، (۲) جیره پایه حاوی ۱/۵ درصد مکمل غنی از اسید استئاریک و ۰/۳ درصد مکمل چربی حاوی اسید-آلفا لینولنیک، (۳) جیره پایه حاوی ۱/۸ درصد مکمل غنی از اسید پالمیتیک (حاوی حداقل ۷۵ درصد اسید پالمیتیک) و (۴) جیره پایه حاوی ۱/۵ درصد مکمل غنی از اسید پالمیتیک و ۰/۳ درصد مکمل چربی حاوی اسید آلفا-لینولنیک بودند.

یافته‌ها: مصرف ماده خشک گاوهایی که با تیمار اسید استئاریک بدون اسید آلفا-لینولنیک تغذیه شدند (۲۴/۷۰ کیلوگرم)، بیشتر از سایر تیمارها بود ($P \leq 0/05$). اثر متقابل اسیدچرب اشباع با اسید آلفا-لینولنیک بر تولید شیر معنی‌دار بود ($P \leq 0/01$) به نحوی که تیمار حاوی مکمل اسید آلفا-لینولنیک و اسید پالمیتیک تولید شیر را در مقایسه با سایر تیمارها افزایش داد ($P < 0/05$). اثر نوع اسیدچرب اشباع بر غلظت چربی شیر و تولید شیر تصحیح شده بر اساس ۳/۵ درصد چربی و شیر تصحیح شده بر اساس انرژی معنی‌دار نبود اما مکمل اسید آلفا-لینولنیک سبب افزایش فراسنجه‌های فوق شد ($P < 0/05$). غلظت نیتروژن اوره‌ای شیر تحت تاثیر اثر متقابل اسیدچرب اشباع و مکمل اسید آلفا-لینولنیک قرار گرفت به نحوی که افزودن اسید آلفا-لینولنیک به جیره

*نویسنده مسئول: ghoorchit@yahoo.com

حاوی اسید پالمیتیک مقدار نیتروژن اوره‌ای را به طور معنی‌داری کاهش داد اما در تیمارهای حاوی اسید استتاریک، تفاوتی در نیتروژن اوره‌ای شیر دیده نشد ($P=0/08$).

نتیجه‌گیری: بر اساس نتایج حاصل از این پژوهش، استفاده توأم از اسید آلفا-لینولنیک و اسید پالمیتیک، تولید شیر گاوهای هلشتاین را در اوایل دوره شیردهی، افزایش داد. با مصرف اسید استتاریک در اوایل دوره شیردهی می‌توان ماده خشک مصرفی دام را بهبود بخشید. هم‌چنین مصرف اسید آلفا لینولنیک، درصد و کل چربی شیر گاوهای شیری را در اوایل دوره شیردهی بهبود بخشید.

واژه‌های کلیدی: اسید چرب اشباع، امگا-۳، ابتدای شیردهی

مقدمه

و بهبود عملکرد تولیدی و تولید مثلی حیوان، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌باشند (۱۸).

درحالی‌که اسید پالمیتیک و اسید استتاریک به لحاظ شیمیایی هردو اشباع بوده و تنها در دو واحد کربن با هم تفاوت دارند، اما متابولیسم آن‌ها در بافت‌های بدن گاو شیری کاملاً متفاوت است. مطالعات متعددی قابلیت هضم مشابه اسید استتاریک و اسید پالمیتیک را گزارش نمودند (۱۷). مقالات دیگری اثرات اسید استتاریک، اسید پالمیتیک و حتی اسید اولئیک را بر ماده خشک مصرفی، نمره وضعیت بدنی، تولید و ترکیبات شیر بررسی و نتایج هم‌سو یا متفاوتی را گزارش نمودند (۴، ۲۱، ۲۴). امروزه اهمیت وجود اسیدهای چرب امگا-۳ در جیره گاوهای شیری اهمیت بسیاری یافته است. یکی از دلایل، غذاهای کنشی و میل به افزایش میزان امگا-۳ در فرآورده‌های لبنی است و دلیل دیگر، بهبود تولید و ترکیب اسیدهای چرب شیر می‌باشد (۱۱). برخی پژوهش‌ها نشان داده‌اند که تامین پس‌شکمه‌ای اسیدهای چرب امگا-۳ می‌تواند یک استراتژی موثر در راستای بهبود سلامت و عملکرد دام‌های دوره انتقال و اوایل دوره شیردهی در نظر گرفته شود (۱۱). هم‌چنین تحقیقات روی اثرات جذبی استفاده توأم از اسیدهای چرب بلند زنجیر غیراشباع امگا-۳ با چربی‌های اشباع و اسیدهای

انرژی همیشه چالش اصلی تغذیه برای افزایش بهره‌وری گاوهای شیری است. به‌همین دلیل، دامداران و متخصصان تغذیه، استفاده از اقلام خوراک پر انرژی از قبیل چربی‌های بی‌اثر بر فعالیت شکمبه را در جیره گاوهای شیرده، افزایش داده‌اند (۱۸). منابع چربی رایج جیره‌ها، شامل دانه‌های روغنی مانند پنبه دانه و سویای تف داده شده، چربی حیوانی مانند پیه و نمک کلسیمی اسیدهای چرب انواع روغن می‌باشد. علاوه بر این، مکمل‌های چربی تجاری غنی از اسیدهای چرب اشباع (به‌طور عمده اسید پالمیتیک و اسید استتاریک) قابل دسترس می‌باشند.

تحقیقات چند سال گذشته نشان داده‌اند که اسیدچرب تنها یک منبع انرژی نیست، بلکه در بافت بدن گاو کاربردهای مختلفی داشته و در تولید آن‌ها از راه‌های متابولیکی مختلفی شرکت می‌کند (۱۸). اگرچه احتیاجات اختصاصی برای چربی برآورد نشده است (۲۰)، اما بسیاری از محققین به دلیل نقش مهم تغذیه‌ای آن‌ها، پیشنهاد کرده‌اند که چربی‌ها می‌توانند ۱۵ تا ۲۵ درصد از انرژی قابل متابولیسم کل جیره را، به‌ویژه پس از زایش و در جیره گاوهای پرتولید که در توازن منفی انرژی قرار دارند، تامین نمایند (۱۸) و به این ترتیب، در پیش‌گیری از ناهنجاری‌های متابولیکی

مواد و روش‌ها

این پژوهش در گاو‌داری صنعتی شرکت دامپروری و کشاورزی لبن واقع در بخش فشافویه، شهرستان ری، استان تهران، از اواخر فروردین ماه تا اواخر تیرماه انجام شد. آزمایش با استفاده از ۳۲ راس گاو تازه‌زای بیش از دو بار زایش نژاد هلشتاین و به‌صورت فاکتوریل ۲×۲ در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تیمار اجرا شد. به دلیل طولانی بودن زمان ورود همه گاوها به طرح آزمایشی و تغییرات دمایی، هر فاصله زمانی هفت روزه ورود گاوها به طرح، یک بلوک در نظر گرفته شد. گاوهایی که زایمان طبیعی داشته و پس از زایش دچار جفت‌ماندگی و تب شیر نشدند ۷۲ ساعت پس از زایش وارد طرح شده و در داخل هر بلوک (هفته) به‌صورت تصادفی به یکی از چهار تیمار آزمایشی اختصاص یافته و تا روز ۶۵ پس از زایش در جایگاه‌های انفرادی نگهداری شدند. جیره‌ها براساس جداول انجمن تحقیقات ملی (۲۰۰۱)، به‌گونه‌ای تنظیم شدند که از نظر مواد مغذی یکسان و تنها تفاوت آن‌ها در نوع اسیدهای چرب مورد آزمایش بود (جدول ۱). جیره‌های آزمایشی در دو نوبت، به‌صورت کاملاً مخلوط در ساعات ۸:۰۰ و ۱۶:۰۰ در حد اشتها در اختیار دام‌ها قرار گرفت و باقی‌مانده خوراک در آخور هر راس گاو در هر روز جمع‌آوری و توزین شد.

آزمایش به صورت یک طرح آزمایشی بلوک‌های کامل تصادفی در قالب فاکتوریل اجراء شد. اثرات اصلی، شامل نوع اسیدچرب اشباع شامل اسید استئاریک و اسید پالمیتیک و سطح اسید آلفا-لینولنیک شامل صفر و ۱۰۰ بود. بنابراین تیمارهای آزمایشی شامل: (۱) جیره پایه حاوی ۱/۸ درصد مکمل چربی

چرب بلند زنجیر غیراشباع امگا-۶ در انسان نشان داد که رقابتی بین آن‌ها برای جذب وجود ندارد. بنابراین باید در درجه اول رقابت در سطح آنزیمی، مسئول تفاوت در اثرات متابولیکی و بالینی باشد (۷). همچنین دو پژوهش بر روی انسان، نشان دادند که اسیدهای چرب امگا-۳ در کاهش چربی‌های اشباع کبدی و بهبود کبد چرب (۱۲) و کاهش تری‌گلیسریدهای پلاسما و تعدیل الگوهای لیپوپروتئینی (۷) موثر می‌باشند.

مطالعات متعددی برای بررسی اثرات اسیدهای چرب امگا-۳ در جیره گاوهای شیری و همچنین نسبت اسیدهای چرب امگا-۳ به امگا-۶ صورت گرفته است. اما اثرات تغذیه توام اسیدهای چرب بلند زنجیر اشباع با اسیدهای چرب بلند زنجیر غیراشباع از جمله اسید آلفا-لینولنیک بر عملکرد تولیدی و تولیدمثلی گاوهای شیرده در اوایل زایش بسیار اندک است (۱۱). بنابراین با توجه به دردسترس بودن منابع اسیدهای چرب بلند زنجیر اشباع و انواع امگا-۳ و همچنین استفاده رایج و گسترده از آن‌ها در جیره گاوهای شیری، اهمیت تحقیقات گسترده‌تر و دقیق‌تر در این زمینه را آشکار می‌سازد. هدف از انجام این پژوهش بررسی اثرات استفاده توام از اسیدهای چرب بلند زنجیر اشباع استئاریک و پالمیتیک با اسید آلفا-لینولنیک در جیره بر مصرف خوراک، تولید شیر، ترکیبات شیر و امتیاز وضعیت بدنی گاوهای شیرده در اوایل دوره شیردهی بود.

(روش شماره ۹۴۲/۰۵)، پروتئین خام (روش شماره ۹۸۴/۱۳) و چربی خام (روش شماره ۹۲۰/۳۹) نمونه-های خوراک توسط روش AOAC (۲۰۰۵) تعیین شدند (۱). فیبر نامحلول در شوینده خنثی و فیبر نامحلول در شوینده اسیدی با دستگاه فایبرتک (Fibertec, Tecator, 1010, Denmark) و توسط روش ونسوست و همکاران (۱۹۹۱) اندازه‌گیری شد (۲۹).

آنالیز آماری داده‌ها با استفاده از رویه Mixed نرم‌افزار SAS (۲۰۱۳) صورت گرفت (۲۶). آنالیز داده‌های مربوط به ماده خشک مصرفی، تولید و ترکیبات شیر به صورت تکرار شده در زمان انجام شد. مدل آماری به صورت زیر بود:

$$Y_{ijkl} = \mu + F_i + O_j + B_k + T_1 + FO_{ij} + FB_{ik} + FT_{jk} + OB_{jk} + OT_{ji} + BT_{kl} + FOB_{ijk} + FOT_{igl} + C_n + \varepsilon_{ijkln}$$

در این رابطه Y_{ijkl} ، متغیر وابسته؛ μ ، میانگین کل؛ F_i ، اثر اسیدچرب اشباع؛ O_j ، اثر اسید آلفا-لینولنیک؛ B_k ، اثر بلوک؛ T_1 ، اثر زمان؛ FO_{ij} ، اثر متقابل بین اسیدچرب اشباع و اسید آلفا-لینولنیک؛ FB_{ik} ، اثر متقابل اسیدچرب اشباع در بلوک؛ FT_{jk} ، اثر متقابل اسیدچرب اشباع در زمان؛ OB_{jk} ، اثر متقابل اسید آلفا-لینولنیک در بلوک؛ OT_{ji} ، اثر متقابل اسید آلفا-لینولنیک در زمان؛ BT_{kl} ، اثر متقابل بلوک در زمان؛ FOB_{ijk} ، اثر متقابل اسیدچرب اشباع در اسید آلفا-لینولنیک در بلوک؛ FOT_{igl} ، اثر متقابل اسیدچرب اشباع در اسید آلفا-لینولنیک در زمان؛ C_n ، اثر تصادفی گاو و ε_{ijkln} ، اثر خطای آزمایشی می‌باشند. مقایسه میانگین تیمارها توسط آزمون توکی انجام شد و تفاوت‌های معنی‌دار به صورت $P \leq 0.05$ در نظر گرفته شد.

غنی از اسید استتاریک (حاوی حداقل ۷۵ درصد اسید استتاریک)، (۲) جیره پایه حاوی ۱/۵ درصد مکمل چربی غنی از اسید استتاریک و ۰/۳ درصد از مکمل اسید آلفا-لینولنیک، (۳) جیره پایه حاوی ۱/۸ درصد مکمل غنی از اسید پالمیتیک (حاوی حداقل ۷۵ درصد اسید پالمیتیک) و (۴) جیره پایه حاوی ۱/۵ درصد مکمل غنی از اسید پالمیتیک و ۰/۳ درصد از مکمل امگا-۳، بودند. مکمل آلفا لینولنیک اسید (حاوی حداقل ۵۰ درصد اسید آلفا-لینولنیک) مصرفی از نمک کلسیمی اسیدهای چرب روغن کتان (پرشیالین، شرکت کیمیا دانش الوند، قم، ایران)؛ مکمل چربی غنی از اسید پالمیتیک، مشتق شده از روغن پالم (MegaFat, Pioneerfeed Bioscience Sdn Bhd, Selangor, Malaysia) و هم‌چنین مکمل چربی غنی از اسید استتاریک، مشتق شده از روغن‌های گیاهی (پارس‌فت، شرکت پارس پاک کیمیا، البرز، ایران)، تهیه شدند. ویژگی‌های شیمیایی و الگوی اسیدهای چرب مکمل‌های مورد استفاده در طرح آزمایشی، به شرح جدول شماره ۲ بود.

شیردوشی در سه نوبت طی ساعات ۶، ۱۴ و ۲۲ طی ۶۵ روز انجام شد و رکوردهای هر وعده ثبت گردید. نمونه‌های شیر به صورت هفتگی در طول دوره آزمایش اخذ و بلافاصله برای تعیین ترکیبات شیر به آزمایشگاه ارسال گردید. آنالیز ترکیبات شیر روش FTIR و توسط دستگاه CombiScope FTIR 600 HP (هلند) انجام شد. تعیین نمره وضعیت بدنی به روش فرگوسن و همکاران (۱۹۹۴) به صورت هفتگی صورت گرفت (۹). برای تعیین ماده خشک جیره‌ها و باقی‌مانده خوراک، نمونه‌های هر تیمار با یکدیگر مخلوط و در آون خلاء با دمای ۶۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۷۲ ساعت خشک شد. خاکستر

جدول ۱: مواد خوراکی و ترکیب شیمیایی جیره‌های آزمایشی بر اساس ماده خشک

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

Treatments		تیمار		Ingredients (%)	اجزا جیره (بر حسب درصد)
اسید پالمیتیک با اسید آلفا-لینولنیک	اسید پالمیتیک PA	اسید استتاریک با اسید آلفا-لینولنیک	اسید استتاریک SA		
PA+LA	PA	SA+LA	SA		
12.0	12.0	12.0	12.0	Alfalfa hay, mature	یونجه خشک، بالغ
2.5	2.5	2.5	2.5	Wheat straw	کاه گندم
30.5	30.5	30.5	30.5	Corn silage, immature	سیلاژ ذرت، نابالغ
10.1	10.1	10.1	10.1	Barley grain, ground	دانه جو، آسیاب شده
18.2	18.2	18.2	18.2	Corn grain	دانه ذرت آسیاب شده
13.7	13.7	13.7	13.7	Soybean meal	کنجاله سویا
5.5	5.5	5.5	5.5	Canola meal	کنجاله کلزا
2.3	2.3	2.3	2.3	Corn gluten meal	کنجاله گلوتن ذرت
1.0	1.0	1.0	1.0	Sodium bicarbonate	جوش شیرین
0.3	0.3	0.3	0.3	Salt	نمک
0.5	0.5	0.5	0.5	Calcium carbonate	کربنات کلسیم
0.2	0.2	0.2	0.2	Dicalcium phosphate	دی کلسیم فسفات
0.2	0.2	0.2	0.2	Magnesium oxide	اکسید منیزیم
0.4	0.4	0.4	0.4	Sodium bentonite	بنتونیت سدیم
0.1	0.1	0.1	0.1	Mycotoxin binder	جاذب مایکوتوکسین
0.3	0.3	0.3	0.3	Vitamin premix	پیش مخلوط ویتامینی
0.4	0.4	0.4	0.4	Mineral premix	پیش مخلوط معدنی
1.45	1.80	0	0	Palmitic acid	مکمل اسید پالمیتیک
0	0	1.45	1.80	Stearic acid	مکمل اسید استتاریک
0.35	0	0.35	0	α -Linolenic acid	مکمل اسید آلفا-لینولنیک
				Chemical composition ¹	ترکیب شیمیایی ^۱
53.0	53.0	53.0	53.0	DM (% as is)	ماده خشک (% وزن تر)
1.56	1.57	1.56	1.57	NEL (Mcal kg ⁻¹)	انرژی خالص شیردهی، کیلوکالری / کیلوگرم
17.0	17.0	17.0	17.0	CP (%DM)	پروتئین خام
4.9	5.0	4.9	5.0	CF (%DM)	چربی خام
8.9	8.9	8.9	8.9	Ash (%DM)	خاکستر
33.2	33.2	33.2	33.2	NDF (%DM)	الیاف نامحلول در شوینده خنتی
21.0	21.0	21.0	21.0	ADF (%DM)	الیاف نامحلول در شوینده اسیدی
39.9	39.9	39.9	39.9	NFC (%DM)	کربوهیدرات‌های غیرالیافی
0.8	0.7	0.8	0.7	Ca (%DM)	کلسیم
0.4	0.4	0.4	0.4	P (%DM)	فسفر

۱. برآورد شده از انجمن تحقیقات ملی (۲۰۰۱)

1. Estimated from NRC (2001)

جدول ۲: ویژگی‌های شیمیایی و الگوی اسیدهای چرب مکمل‌های چربی

Table 2. Chemical properties and fatty acid profiles of fat supplements

Fat supplements - مکمل چربی			Item	
اسید آلفا-لینولنیک α -Linolenic acid	اسید پالمیتیک Palmitic acid	اسید استئاریک Stearic acid		
82.5	99.5	99.5	Fat content (%)	مقدار چربی (%)
5.8 ¹	6.0	6.1	NE _L (Mcal kg ⁻¹)	انرژی خالص شیردهی (مگاکالری در کیلوگرم)
-	55	62	Melting point (°C)	نقطه ذوب (درجه سانتی‌گراد)
173	15	5	Iodine index	شاخص عدد یدی
Dry granule	Granule	Flake	Appearance	شکل ظاهری
			Fatty acid profile	آنالیز اسید چرب (%)
-	1.1	1.1	Myristic acid	اسید میریستیک
6.3	75.4	17.3	Palmitic acid	اسید پالمیتیک
4.2	4.4	74.8	Stearic acid	اسید استئاریک
19.1	16.5	5.7	Oleic acid	اسید اولئیک
18.2	1.9	0.2	Linoleic acid	اسید لینولئیک
51.2	-	0.1	α -Linolenic acid	اسید آلفا-لینولنیک
0.4	0.4	0.7	Arachidic acid	اسید آراشیدیک

۱. بر اساس اظهار نظر تولیدکننده

نتایج و بحث

چربی غنی از استئاریک اسید قرار نگرفت. وجه تمایز آزمایش حاضر با مطالعه اشاره شده در بالا در این بود که گاوها در توازن مثبت انرژی قرار داشتند، در صورتی که گاوهای آزمایش حاضر در توازن منفی انرژی بودند. نشان داده شده است که پاسخ عملکردی گاوهای شیرده نسبت به مکمل چربی می‌تواند تحت تاثیر عواملی مانند دوره شیردهی، سطح مکمل چربی، جیره پایه و شکم زایش حیوان قرار گیرد (۱۸ و ۲۳). در این مطالعه برای نخستین بار اثرات اسید پالمیتیک و اسید استئاریک در دوره توازن منفی انرژی گاو بر مصرف خوراک و عملکرد گاوهای شیرده مقایسه شد. اثر افزاینده مکمل اسید استئاریک در مقایسه با اسید پالمیتیک بر مصرف خوراک در دوره توازن منفی انرژی که حیوان با کاهش مصرف خوراک مواجه است، در پیش‌گیری از ناهنجاری‌های متابولیکی و بهبود عملکرد تولیدی و تولید مثلی حیوان، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (۲۰). از طرفی ماده خشک مصرفی با تغذیه اسید آلفا-لینولنیک کاهش یافت که موافق با گزارش لافتن و کورنلیوس (۲۰۰۴) است

نتایج مقایسه میانگین مربوط به ماده خشک مصرفی، عملکرد تولید شیر و نمره وضعیت بدنی در جدول ۳ آورده شده است. اثر متقابل اسیدهای چرب اشباع با اسید آلفا-لینولنیک بر مصرف ماده خشک معنی‌دار بود ($P \leq 0.05$). بیشترین مقدار مصرف ماده خشک در تیمار اسید استئاریک بدون اسید آلفا-لینولنیک، مشاهده شد (۲۴/۷۰ کیلوگرم) در صورتی که با افزودن اسید آلفا-لینولنیک مصرف خوراک کاهش یافت. این در حالی بود که مکمل اسید آلفا-لینولنیک تاثیری بر مصرف خوراک در جیره‌های حاوی اسید پالمیتیک نداشت. این روند متفاوت باعث شد تا اثر متقابل نوع اسید چرب اشباع با مکمل حاوی اسید آلفا-لینولنیک معنی‌دار شود. ($P \leq 0.05$). در مطالعه‌ای گزارش شد که جیره حاوی مکمل چربی غنی از اسید استئاریک در مقایسه با جیره بدون مکمل چربی سبب افزایش مصرف خوراک شد (۲۱). مخالف با نتایج آزمایش حاضر سایر محققان گزارش نمودند که ماده خشک مصرفی تحت تاثیر مکمل چربی غنی از پالمیتیک اسید در مقایسه با مکمل

تولید شیر تحت تاثیر متقابل اسیدچرب اشباع با اسید آلفا-لینولنیک قرار گرفت ($P \leq 0/01$). تیمار اسید پالمیتیک همراه با اسید آلفا-لینولنیک بالاترین میزان تولید شیر را نشان داد (۵۰/۹۲ کیلوگرم). اختلاف معنی دار در این تیمار با تیمار حاوی اسید پالمیتیک بدون منبع امگا-۳ و در عین حال عدم مشاهده چنین اثر هم‌کوشی در مورد اسید استئاریک باعث معنی دار شدن اثر متقابل گردید. معنی دار شدن اثر نوع اسیدچرب و اسید آلفا-لینولنیک نیز تحت تاثیر افزایش معنی دار تولید شیر در همین تیمار بود. بنابراین اثرات اصلی در افزایش تولید شیر به تنهایی موثر نبودند. این نتایج موافق با نتایج تحقیقات پیشین (۱۸) است که نشان دادند، تولید شیر تحت تاثیر مکمل اسید پالمیتیک در مقایسه با اسید استئاریک قرار نگرفت. با این حال، اثر اسید آلفا-لینولنیک جیره بر افزایش تولید با نتایج مارکوئز و همکاران (۲۰۱۹) متفاوت بود (۱۹). از سویی موافق با نتایج آزمایش کنونی، گرسو و همکاران (۲۰۱۵) نشان دادند که افزایش نسبت امگا ۳ به امگا ۶ درجیره حاوی مکمل نمک‌های کلسیمی چربی پالم با بهبود وضعیت گلوکونئوز در کبد سبب افزایش سنتز لاکتوز در شیر و در نتیجه افزایش تولید شیر گاوهای اوایل دوره شیردهی شد (۱۰). نکته قابل توجه در نتایج آزمایش حاضر این است که با وجود افزایش مصرف خوراک در تیمار اسید استئاریک، افزایشی در تولید شیر در حضور یا عدم حضور اسید آلفا-لینولنیک، مشابه با تیمار اسید پالمیتیک با اسید آلفا-لینولنیک، مشاهده نشد. این نتیجه می‌تواند بیانگر تفاوت در متابولیسم اسیدهای چرب اشباع در تقابل با اسید آلفا-لینولنیک باشد.

(۱۷). تحقیقات نشان داده که تغذیه اسیدهای چرب امگا-۳ شامل آلفا-لینولنیک، ایکوزاپنتانوئیک و دکوزاهگزانوئیک در گاوشیری، بدون محافظت و فرآوری صحیح نمی‌باشد (۲۰). زیرا به مقدار بسیار زیادی تحت بیوهیدروژناسیون شکمبه‌ای قرار گرفته و هم‌چنین باعث آسیب به فلور میکروبی شکمبه می‌شود. فقط اسیدهای چرب آزاد غیراشباع طی هیدرولیز می‌توانند به اسیدهای چرب اشباع (در درجه اول اسید استئاریک و در درجه دوم به اسید پالمیتیک) بیوهیدروژنه شوند (۱۴). با این حال، فرآیند بیوهیدروژناسیون نمی‌تواند به طور کامل صورت گیرد و مقداری ایزومرهای اسیدهای چرب غیراشباع در شکمبه وجود داشته که موجب کاهش چربی شیر می‌شوند (۲). بنابراین روغن‌های سرشار از امگا-۳ مانند روغن کتان (غنی از اسید آلفا-لینولنیک) و روغن ماهی (غنی از اسیدهای ایکوزاپنتانوئیک و دکوزاهگزانوئیک) باید به صورت محافظت شده در تغذیه نشخوارکنندگان استفاده شوند. یکی از ساده‌ترین و ارزان‌ترین روش‌های محافظت، تولید نمک کلسیمی این روغن‌ها می‌باشد که در این تحقیق، نمک کلسیمی اسیدهای چرب روغن کتان تهیه و مورد استفاده قرار گرفت. از مضرات گزارش شده نمک کلسیمی اسیدهای چرب روغن‌ها، کاهش خوش‌خوراکی جیره و در نتیجه کاهش مصرف خوراک می‌باشد (۱۵). چنان‌که گزارش شده با افزایش هر ۱ درصد نمک کلسیمی اسیدهای چرب به جیره، ۲/۵ درصد ماده خشک مصرفی کاهش می‌یابد (۱۷). به‌طور کلی بیشتر تحقیقات، حاکی از افزایش مصرف خوراک با تغذیه اسید استئاریک و کاهش مصرف خوراک با تغذیه نمکی کلسیمی اسیدهای چرب است که با نتایج این تحقیق، هم‌خوانی داشت.

جدول ۳: اثر تیمارها بر امتیاز وضعیت بدنی، مصرف ماده خشک و تولید شیر

Table 3. Effects of treatments on BCS, dry mater intake (DMI) and milk yield (kg/d)

P-value	خطای			تیمار			متغیر
	استاندارد SEM	اسید چرب اشباع SFA	اسید پالمیتیک با آلفا-لیئولینیک PA+LA	اسید پالمیتیک PA	اسید استئاریک با اسید آلفا-لیئولینیک SA+LA	اسید استئاریک SA	
0.033	0.84	0.001	23.4 ^b	23.8 ^b	23.6 ^b	24.7 ^a	مصرف ماده خشک DMI (kg Day ⁻¹)
<0.001	0.15	<0.001	50.9 ^a	48.0 ^b	47.6 ^b	47.4 ^b	تولید شیر Milk yield (kg Day ⁻¹)
0.160	0.66	0.510	45.8	39.53	44.9	42.2	شیر تصحیح شده بر اساس چربی FCM ¹ yield (kg Day ⁻¹)
0.086	1.02	0.793	54.7	46.9	50.8	49.8	شیر تصحیح شده بر اساس انرژی ECM ² yield (kg Day ⁻¹)
0.175	0.04	0.698	3.03	2.73	2.97	2.84	نمره وضعیت بدنی BCS

a,b Different letters indicate statistically significant differences in treatments.

۱. برآورد شده از انجمن تحقیقات ملی (۲۰۰۱)
۲. طبق فرمول اسجوانجا و همکاران (۱۹۹۰)

1. Estimated from NRC (2001)

1. 3.5%FCM (kg Day⁻¹) = (0.4324×Milk yield) + (16.23×Fat yield)

2. ECM (kg Day⁻¹) = milk (kg/day) × [38.3 × fat (g/kg) + 24.2 × protein (g/kg) + 16.54 × lactose (g/kg) + 20.7]/3140. (۲۸)

پیشنهاد نمودند اسید استتاریک در مقایسه با اسید پالمیتیک در دوره توازن منفی انرژی با اولویت بالاتری به داخل غده پستان ترشح می‌شود. در این آزمایش مصرف مکمل اسید آلفا-لینولنیک، تنها در تیمار حاوی اسید پالمیتیک، سبب افزایش تولید شیر شد که نشان‌دهنده اثرات هم‌کوشی بین آنها در مرحله توازن منفی انرژی بر عملکرد تولید شیر است (۱۸). گزارش شده است که نمک‌های کلسیمی اسیدهای چرب غیراشباع سبب بهبود خاصیت امولسیون‌کنندگی چربی‌ها در محیط روده و در نتیجه افزایش تشکیل میسل و جذب آن از دیواره روده می‌شوند (۳). بنابراین در این تحقیق تغذیه مکمل نمک‌های کلسیمی اسیدهای چرب روغن کتان در تیمارهای حاوی منابع چربی اشباع اسید پالمیتیک و اسید استتاریک احتمالاً با افزایش قابلیت هضم چربی‌های اشباع در محیط روده سبب افزایش غلظت چربی شیر و تولید چربی شیر در این تیمارها شده است. این نتایج موافق با نتایج آزمایش زاکوت و همکاران (۲۰۱۰) بود که گزارش نمودند روغن کتان پوشش‌دار شده، سبب افزایش غلظت چربی شیر گاوهای شیرده پرتولید می‌شود (۳۰).

مقایسه میانگین اثرات اصلی نشان داد که اسید آلفا-لینولنیک باعث کاهش افت نمره وضعیت بدنی گاوهای شیری گردید ($P \leq 0/05$). اگرچه تاثیر نوع مکمل چربی اشباع بر این صفت معنی‌دار نشد. در طول دوره توازن مثبت انرژی، وجود مکمل چربی در جیره می‌تواند به افزایش تولید شیر، بازده چربی شیر و یا افزایش وزن بدن و نمره وضعیت بدنی منجر شود (۸). در نشخوارکنندگان، به‌خصوص گاوهای شیرده، اطلاعات در مورد اثرات انفرادی اسیدهای چرب بر لیپوزنز بافت چربی، کبد، و بافت‌های عضلانی به غیر از پیش‌ساز اولیه استات، بسیار محدود

به طوری که تفاوت در متابولیسم اسیدهای چرب منجر به تفاوت در عملکرد و وظایف هر یک از آنها با یکدیگر می‌شود. به این ترتیب، اسید استتاریک در حضور یا عدم حضور اسید آلفا-لینولنیک، با کمک به حفظ ذخایر انرژی دام، نقش متفاوتی با اسید پالمیتیک در حضور اسید آلفا-لینولنیک داشته باشد که در این آزمایش باعث افزایش تولید شیر شد. از طرفی تناقض بین آزمایش‌های مختلف در مورد اثر مصرف نوع اسیدچرب اشباع و همچنین امگا-۳ بر تولید شیر در اوایل دوره شیردهی ممکن است ناشی از اختلاف در ترکیب جیره و طول دوره آزمایش باشد (۱۸). در این تحقیق مقایسه میانگین اثرات اصلی نشان داد، اثر نوع اسیدچرب اشباع بر تولید شیر تصحیح شده بر اساس ۳/۵ درصد چربی و شیر تصحیح شده بر اساس انرژی، معنی‌دار نیست اما تغذیه مکمل اسید آلفا-لینولنیک، سبب افزایش معنی‌دار متغیرهای ذکرشده گردید ($P \leq 0/05$). موافق با نتایج آزمایش کنونی دی سوزا و همکاران (۲۰۱۸) نشان دادند که مکمل اسید پالمیتیک در مقایسه با اسید استتاریک پاسخ یکسانی بر درصد چربی شیر و تولید شیر تصحیح شده بر مبنای چربی و انرژی داشت (۶). با این وجود، ریکو و همکاران (۲۰۱۴) تغذیه ۶۴۰ گرم در روز اسید پالمیتیک و اسید استتاریک با خلوص بالا (بیش از ۹۷ درصد) را در گاوهای شیری در اوایل شیردهی مقایسه نمودند و دریافتند که تغذیه اسید پالمیتیک، غلظت چربی شیر و شیر تصحیح شده بر اساس ۳/۵ درصد چربی را در مقایسه با اسید استتاریک افزایش داد (۲۵). اگرچه گاوهای مورد استفاده در آزمایش آنها برخلاف آزمایش حاضر در توازن مثبت انرژی قرار داشتند که احتمالاً تفاوت در پاسخ‌ها را توجیه می‌نماید. نتایج این مطالعه در تضاد با فرضیه مطرح شده در مقاله مروری لافتن و همکاران (۲۰۱۴) بود که

بافت چربی افزایش یافته که احتمالاً به دلیل طویل-سازی زنجیره اسید پالمیتیک به اسید استئاریک بوده است و اسید پالمیتیک از فعالیت آنزیم استروئیل-کوآ دسچوراز که اسید استئاریک را به اسید اولئیک تبدیل می‌کند، ممانعت نموده است. به این دلایل تغذیه‌ای، مکمل‌سازی اسید پالمیتیک می‌تواند طی زمانی که تغذیه در توازن مثبت انرژی باشد، ذخایر بافت بدن گاوها را افزایش دهد اما انرژی به شکل اسید پالمیتیک ذخیره نمی‌شود بلکه به شکل اسید استئاریک ذخیره خواهد شد (۴). در چندین پژوهش، تغییرات نمره وضعیت بدنی با تغذیه اسید پالمیتیک، گزارش شد که تغییرات هردو کاهش یافته، اما یکی از این تحقیق‌ها، دوره تغذیه، ۲۱ روزه بوده و دیگری در طول تابستان و تحت استرس گرمایی انجام شده است (۱۸). اما در تحقیق اخیر، دی‌سوزا و لاک (۲۰۱۹) نشان دادند که تغذیه اسید پالمیتیک در ۲۵ روز ابتدای پس از زایش باعث کاهش وزن بدن گردید (۵). شاید دلیل نتیجه اخیر در مطالعه ساتو و اینو (۲۰۰۶) نهفته باشد که با مصرف مکمل چربی غنی از اسید پالمیتیک، این اسیدچرب در کبد، بافت چربی زیرجلدی و بافت‌های چربی تحتانی گاوهای تازه زاء، افزایش یافت. اما با مصرف مکمل چربی غنی از اسید استئاریک، این اسیدچرب در کبد و بافت چربی کاهش یافت (۲۷). اسید استئاریک ممکن است نسبت به اسید پالمیتیک توسط کبد بهتر اکسید شده و یا طی اواخر آبستنی یا دوره اوایل پس از زایش، به عنوان یک منبع انرژی مورد استفاده قرار گیرد (۱۸).

است (۸). اما پس از زایش و در اوایل دوره شیردهی، به دلیل تولید بالا و استفاده دام از ذخایر بدنی، در توازن منفی انرژی می‌باشد و تا چندین هفته پس از اوج تولید، کاهش نمره وضعیت بدنی ادامه دارد. در مورد اثرات اسید آلفا-لینولنیک بر مقاومت انسولینی اطلاعات محدودی وجود دارد اما چنین فرض می‌شود که تغییر در ترکیب اسیدهای چرب سرم خون گاوهای شیری با استفاده از جیره‌های غنی از اسید آلفا-لینولنیک، افزایش پاسخ بدن دام به انسولین را در پی دارد که در نتیجه اثرات بالقوه آنتی لیپولیتیکی انسولین طی دوره‌های توازن منفی انرژی، افزایش می‌یابد (۸) که با نتایج این آزمایش هم‌خوانی داشت. البته بررسی روند میانگین نمره وضعیت بدنی دام‌ها در این تحقیق نشان داد که علاوه بر اسید آلفا-لینولنیک، تیمارهای حاوی اسید استئاریک نیز افت نمره وضعیت بدنی کمتری داشتند. این نتایج با تحقیق پیانتونی و همکاران (۲۰۱۵b) که بیان نمودند اسید استئاریک، پتانسیل افزایش ماده خشک مصرفی را بدون اثر بر بهره‌وری تبدیل خوراک به شیر یا نمره وضعیت بدنی، تحت تاثیر قرار می‌دهد، مشابه بود (۲۲). چوی و همکاران (۲۰۱۳) گزارش نمودند، در جیره‌ای که نسبت به جیره شاهد (۶/۵ گرم در کیلوگرم جیره، اسید پالمیتیک)، ۳ درصد روغن پالم به آن افزوده شده و تا ۲۰/۵ گرم در کیلوگرم جیره، اسید پالمیتیک در آن وجود داشته باشد، هیچ تغییری در غلظت اسید پالمیتیک یا اسید اولئیک بافت چربی ایجاد نشده است. با این حال، اسید استئاریک در

جدول ۴: اثر تیمارها بر ترکیبات شیر

P-value	خطای تیمار				Variable	متغیر		
	خطای استاندارد SEM	اسید چرب اشباع SFA	اسید پالمیتیک با اسید آلفا-لیونیک PA+LA	اسید استئاریک با اسید آلفا-لیونیک SA+LA			اسید استئاریک SA	
0.817	0.224	0.065	3.06	2.80	3.25	2.94	FAT (%)	چربی
0.397	0.282	0.032	1.49	1.24	1.51	1.36	FAT Yield (kg h ⁻¹)	چربی
0.407	0.177	0.032	2.92	2.94	3.06	2.98	Protein (%)	پروتئین
0.500	0.121	0.021	4.70	4.69	4.79	4.75	Lactose (%)	لاکتوز
0.568	0.046	0.071	11.11	10.92	11.48	11.13	Solids (%)	مواد جامد
0.486	0.085	0.036	8.05	8.11	8.23	8.19	Solids non Fat (%)	مواد جامد بدون چربی
0.039	0.083	0.264	16.99 ^{ab}	18.12 ^a	17.16 ^{ab}	16.37 ^b	MUN (Mg 100g ⁻¹)	نیروزن اوره‌ای شیر
0.363	0.753	0.004	0.095	0.084	0.084	0.087	BHB (Mmol L ⁻¹)	بتا‌هیدروکسی بوتیرات
0.733	0.152	0.005	0.16	0.15	0.17	0.17	Acetone (Mmol L ⁻¹)	استون

a,b Different letters indicate statistically significant differences in treatments.

درج حروف غیرمشابه، بیانگر اختلاف معنی دار بین تیمارها می‌باشد.

این زمینه دارد. البته مکانیسم اثر استتاریک بر نیتروژن اوره‌ای شیر ناشناخته است. هم‌چنین نتایج این تحقیق نشان داد که مواد جامد بدون چربی، بتا‌هیدروکسی بوتیرات و استون تحت تاثیر نوع اسیدچرب اشباع، اسید آلفا-لینولنیک و اثر متقابل آنها، قرار ندارد.

نتیجه‌گیری کلی

بر اساس نتایج حاصل از این پژوهش، استفاده توأم از اسید آلفا-لینولنیک محافظت شده و مکمل چربی سرشار از اسید پالمیتیک، تولید شیر گاوهای هلشتاین را در اوایل دوره شیردهی، افزایش داد. با مصرف اسید استتاریک در اوایل دوره شیردهی می‌توان ماده خشک مصرفی دام را بهبود بخشید و تا حدی افت نمره وضعیت بدنی گاو را کاهش داد. هم‌چنین مصرف توأم اسید آلفا-لینولنیک و چربی‌های اشباع اسید پالمیتیک و اسید استتاریک، غلظت و تولید چربی شیر را به همراه تولید شیر تصحیح شده بر مبنای چربی و انرژی، در اوایل دوره شیردهی بهبود داد.

سپاسگزاری

نویسندگان این پژوهش از مدیران و پرسنل محترم شرکت دامپرووری و کشاورزی لبن برای ساخت جایگاه تحقیقاتی و ارائه تمامی امکانات و خدمات برای انجام این آزمایش، شرکت پارس پاک کیمیا برای تامین اسید استتاریک و هم‌چنین شرکت کیمیا دانش الوند برای تامین نمک کلسیمی اسیدهای چرب روغن کتان، صمیمانه قدردانی می‌نمایند.

منابع

1. AOAC. 2005. Official Methods of Analysis. 17th ed. AOAC, Arlington, VA.
2. Bauman, D.E., Harvatine, K.J., and Lock, A.L. 2011. Nutrigenomics,

دی‌سوزا و همکاران (۲۰۱۸) و ریکو و همکاران (۲۰۱۴)، موافق با نتایج آزمایش حاضر (جدول ۴)، گزارش نمودند که مکمل‌سازی جیره با اسید پالمیتیک و اسید استتاریک تغییری در غلظت پروتئین و لاکتوز شیر ایجاد نکرد (۶ و ۲۵). درصد مواد جامد شیر معمولاً در اوایل دوره شیردهی به دلیل اوج تولید شیر، در کمترین مقدار دوره شیردهی می‌باشد. در این پژوهش نتایج گویای افزایش مواد جامد شیر تحت تاثیر اسید استتاریک نسبت به اسید پالمیتیک بود. به‌طوری‌که هر دو تیمار حاوی اسید استتاریک همراه با اسید آلفا-لینولنیک و بدون اسید آلفا-لینولنیک به‌ترتیب با ۱۱/۴۸ و ۱۱/۱۳ درصد بالاترین میزان مواد جامد شیر را داشتند. اندازه‌گیری غلظت نیتروژن اوره‌ای شیر یکی از راه‌کارهای کارآمد مدیریتی بوده که نشان‌دهنده وضعیت بهره‌وری نیتروژن دریافتی و تغذیه آن و هم‌چنین وضعیت تولیدمثلی گاوها می‌باشد (۱۴). با توجه به شرایط مدیریتی، دامنه طبیعی نیتروژن اوره‌ای شیر بین ۶ تا ۱۸ میلی‌گرم در دسی لیتر و دامنه مطلوب بین ۱۲ تا ۱۶ میلی‌گرم در دسی لیتر می‌باشد (۱۴). در این پژوهش اثر متقابل اسیدچرب اشباع و اسید آلفا-لینولنیک بر نیتروژن اوره‌ای شیر معنی‌دار بود ($P < 0/05$). به‌طوری‌که در تیمار اسید استتاریک بدون اسید آلفا-لینولنیک در مقایسه با تیمار اسید پالمیتیک بدون اسید آلفا-لینولنیک تمایل به کاهش نشان داد ($P = 0/08$). با توجه به اثرات نامطلوب افزایش نیتروژن اوره‌ای شیر بر بهره‌وری تغذیه‌ای و به‌ویژه تولیدمثلی، می‌توان نتیجه گرفت که اسید استتاریک اثر مطلوب‌تری در

- rumen-derived bioactive fatty acids, and the regulation of milk fat synthesis. *Annu. Rev. Nutr.* 31: 299-319.
3. Boerman, J.P., Firkins, J.L., St-Pierre, N.R., and Lock, A.L. 2015. Intestinal digestibility of long-chain fatty acids in lactating dairy cows: A meta-analysis

- and meta-regression *J. Dairy. Sci.* 98: 8889-8903.
4. Choi, S.H., Gang, G.O., Sawyer, J.E., Johnson, B.J., Kim, K.H., Choi, C.W., and Smith, S.B. 2013. Fatty acid biosynthesis and lipogenic enzyme activities in subcutaneous adipose tissue of feedlot steers fed supplementary palm oil or soybean oil. *J. Anim. Sci.* 91: 2091-2098.
 5. de Souza, J., and Lock, A.L. 2019. Effects of timing of palmitic acid supplementation on production responses of early-lactation dairy cows. *J. Dairy. Sci.* 102: 1–14. (In Press)
 6. de Souza, J., Preseault, C.L., and Lock, A.L. 2018. Altering the ratio of dietary palmitic, stearic, and oleic acids in diets with or without whole cottonseed affects nutrient digestibility, energy partitioning, and production responses of dairy cows *J. Dairy. Sci.* 101: 172-185.
 7. Dias, C.B., Amigó, N., Woode, L.G., Mallol, R., Correig, X., and Garga, L.M. 2017. Improvement of the omega 3 index of healthy subjects does not alter the effects of dietary saturated fats or n-6PUFA on LDL profiles. *J. Metabolism Clin. & Exp.* 68: 11-19.
 8. Doreau, M., and Chilliard, Y. 1997. Digestion and metabolism of dietary fat in farm animals. *Br. J. Nutr.* 78: 15-35.
 9. Ferguson, J.D., Galligan, D.T., and Thomsen, N. 1994. Principal descriptors of body condition score in Holstein cows. *J. Dairy. Sci.* 77: 2695-2703.
 10. Greco, L.F., Neto, J.N., Pedrico, A., Ferrazza, R.A., Lima, F.S., Bisinotto, R.S., Martinez, N., Garcia, M., Ribeiro, E.S., Gomes, G.C., and Shin, J.H. 2015. Effects of altering the ratio of dietary n-6 to n-3 fatty acids on performance and inflammatory responses to a lipopolysaccharide challenge in lactating Holstein cows. *J. Dairy. Sci.* 98: 602-617.
 11. Hashemzadeh-Cigari, F., Ghorbani, G.R., and Khorvash, M. 2014. Effects of various sources of essential fatty acids on performance and glucose metabolism of transition dairy cows. *Iranian J. Vet. Clin. Sci.* 8: 17-25.
 12. Jump, D.B., Lytle, K.A., Depner, C.M., and Tripathy, S. 2018. Omega-3 polyunsaturated fatty acids as a treatment strategy for nonalcoholic fatty liver disease. *J. Pharmacol Ther.* 181: 108–125.
 13. Kadkhoday, A., Riasi, A., Alikhani, M., Dehghan-Banadaky, M., and Kowsar, R. 2017. Effects of fat sources and dietary C18:2 to C18:3 fatty acids ratio on growth performance, ruminal fermentation and some blood components of Holstein. *J. Livestock Sci.* 204: 71–77.
 14. Khalilvandi-Behroozyar, H., Dehghan-Banadaky, M., Pirmohammadi, R., and AsadNejad, B. 2018. Evaluation of nutritional efficiency of fish oil coated calcium salts under in vitro and in vivo conditions. *Iranian J. Anim. Sci.* 48: 505-521. (In Persian)
 15. Lock, A.L., Harvatine, K.J., Drackley, J.K., and Bauman, D.E. 2006. Concepts in fat and fatty acid digestion in ruminants. Pages 85–100 in *Proc. Intermountain Nutr. Conf. Utah State Univ., Logan.*
 16. Lock, A.L., Preseault, C.L., Rico, J.E., DeLand, K.E., and Allen, M.S. 2013. Feeding a C16:0-enriched fat supplement increased the yield of milk fat and improved conversion of feed to milk. *J. Dairy. Sci.* 96: 6650–6659.
 17. Loften, J.R., and Cornelius, S.G. 2004. Review. Responses of Supplementary Dry, Rumen-Inert Fat Sources in Lactating Dairy Cow Diets. *The Professional Anim. Sci.* 20: 461–469.
 18. Loften, J.R., Linn, J.G., Drackley, J.K., Jenkins, T.C., Soderholm, C.G., and Kertz, A.F. 2014. Invited review: Palmitic and stearic acid metabolism in lactating dairy cows. *J. Dairy. Sci.* 97: 4661–4674.
 19. Marques, J.A., Del-Valle, T.A., Ghizzi, L.G., Zilio, E.M.C., Gheller, L.S., Nunes, A.T., Silva, T.B.P., Dias, M.S.S., Grigoletto, N.T.S., Koontz, A.F., da-Silva, G.G., and Rennó, F.P. 2019. Increasing dietary levels of docosahexaenoic acid-rich microalgae: Ruminal fermentation, animal performance, and milk fatty acid profile

- of mid-lactating dairy cows. *J. Dairy. Sci.* 102: 1–12.
20. NRC. 2001. *Nutrient Requirements of Dairy Cattle*, 6th rev. ed. Washington, D. National Academy Press.
21. Piantoni, P., Lock, A.L., and Allen, M.S. 2015. Milk production responses to dietary stearic acid vary by production level in dairy cattle. *J. Dairy. Sci.* 98: 1–12.
22. Piantoni, P., Ylloja, C.M., and Allen, M.S. 2015. Feed intake is related to changes in plasma nonesterified fatty acid concentration and hepatic acetyl CoA content following feeding in lactating dairy cows. *J. Dairy. Sci.* 98: 6839–6847.
23. Rabiee, A.R., Breinhild, K., Scott, W., Golder, H.M., Block, E., and Lean, I.J., 2012. Effect of fat additions to diets of dairy cattle on milk production and components: A meta-analysis and meta-regression. *J. Dairy. Sci.* 95: 3225-3247.
24. Rico, J.E., Allen, M.S., and Lock, A.L. 2013. Milk yield and milk fat responses to increasing levels of palmitic acid supplementation of dairy cows receiving low and high fat diets. *J. Dairy. Sci.* 96(ESuppl.): 651Pp.
25. Rico, J.E., Allen, M.S., and Lock, A.L. 2014. Compared with stearic acid, palmitic acid increased the yield of milk fat and improved feed efficiency across production level of cows. *J. Dairy. Sci.* 97: 1057–1066.
26. SAS. 2018. *SAS User's Guide: Statistics*. Version 9.4 Edition. SAS Inc., Cary, N.C., USA.
27. Sato, H., and Inoue, A. 2006. Decrease in stearic acid proportions in adipose tissues and liver lipids in fatty liver of dairy cows. *J. Anim. Sci.* 77: 347–351.
28. Sjaunja, L.O., Baevre, L., Junkkarinen, L., Pedersen, J., and Setala, J. 1990. A Nordic proposal for an energy corrected milk (ECM) formula. *Proceedings of the 2-nd Session of International Committee for Recording and Productivity of Milk Animal Paris.* 156-157.
29. Van Soest, P.J., Robertson, J.B., and Lewis, B.A. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy. Sci.* 74: 3583–3597.
30. Zachut, M., Dekel, I., Lehrer, H., Arieli, A., Arav, A., Livshitz, L., Yakoby, S., and Moallem, U. 2010. Effects of dietary fats differing in n-6: n-3 ratio fed to high-yielding dairy cows on fatty acid composition of ovarian compartments, follicular status, and oocyte quality. *J. Dairy. Sci.* 93: 529-545.



Gorgan University of Agricultural
Sciences and Natural Resources

J. of Ruminant Research, Vol. 7(2), 2019

<http://ejrr.gau.ac.ir>

The effects of palmitic, stearic acid and alpha-linolenic fatty acids on feed intake, milk production and milk components in Holstein fresh cows

M. Samiei Zafarghandi¹, *Taghi Ghoorchi², A. Asadi Alamouti³, F. Ghanbari⁴,
M. Dehghan-Banadaky⁵

¹Ph.D. student and ²Professor, Dept. of Animal and Poultry Nutrition, Faculty of Animal Sciences, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran, ³Assistant Prof., Dept. of Animal and Poultry Sciences, Faculty of Aboureyhan, Tehran University, ⁴Assistant Prof., Dept. of Animal Science, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Gonbad Kavous University, ⁵Professor, Dept. of Animal Sciences, College of Agricultural and Natural Resources, Tehran University, Karaj, Iran

Received: 01/06/2019; Accepted: 15/09/2019

Abstract

Background and objectives: Protected or inert fat supplements on rumen activity, have been converted to a common ingredient in rations due to high energy content and adaptability in dairy farms. Usually these fats contain high concentrations of long chain fatty acids, including palmitic, stearic, oleic, and linoleic. Recent researches has shown that fatty acids are not just a source of energy, but also, have different metabolic applications in physiological systems and contributed in various ways in their production. In this study, the effects of two saturated fatty acids including palmitic and stearic that are included the highest amounts of fat supplements are studied in the presence and absence of α -linolenic on yield and milk components.

Materials and methods: Thirty two dairy cows with more than two parturition, immediately after parturition, entered into the experimental design with randomized complete block design with four treatments (2×2 factorials) and kept in the individual stall for 65 days. The yields and milk components were measured for each one. Experimental treatments included: 1) Basal diet with 1.8% stearic acid-rich supplement (containing at least 75% of stearic acid), 2) Basal diet with 1.5% stearic acid-rich supplement and 0.3% α -linolenic, 3) Basal diet with 1.8% palmitic acid-rich supplement (containing at least 75% of palmitic acid), and 4) Basal diet with 1.5% palmitic acid-rich supplement and 0.3% α -linolenic.

Results: Consumption of dry matter of cows fed with stearic acid treatment without α -linolenic acid (24.77 kg) was higher than other treatments ($P \leq 0.05$). The interaction of saturated fatty acids with α -linolenic acid on milk production was significant ($P \leq 0.01$) so that the treatment containing α -linolenic acid and palmitic acid increased milk production ($P \leq 0.05$). The effect of saturated fatty acids on the concentration of milk fat and the corrected milk production based on 3.5% fat and energy-corrected milk was not significant, but supplementation of α -linolenic acid increased the above parameters ($P \leq 0.05$). Milk urea nitrogen concentrations were affected by the interaction of saturated fatty acid and α -linolenic acid supplementation, with the addition of α -linolenic acid to the palmitic acid diet significantly reduced the amount of milk urea nitrogen, but in stearic acid treatment no difference was observed in milk urea nitrogen ($P = 0.08$).

Conclusion: Based on the results of this study, the combined use of α -linolenic acid and palmitic acid increased the production of Holstein cows in early lactation. With the use of stearic acid in the early stages of lactation, dry matter intake can be improved. Also, α -linolenic

*Corresponding author; ghoorchit@yahoo.com

acid consumption increased the percentage and total of milk fat in fresh dairy cows in early lactation.

Keywords: Saturated fatty acids, Omega-3, Early lactation