تولیدات دامی
دوره ۲۲ ■ شماره ۱ ■ بهار ۱۳۹۹
صفحه‌های ۶۵-۵۵

اثر استفاده از مکمل نمک‌های کلسیمی اسیدهای‌چرب اشباع و غیراشباع بر عملکرد گاوهای دوره انتقال

امیرحسین رضاخانی[۱]، یونس علی علی جو[۲*]، کامران رضایزدی[۳]
۱. دانش‌آموخته دکتری، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران.
۲. استادیار، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران.
۳. دانشیار، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران، کرج، ایران.
تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۸/۰۵/۰۳ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۸/۰۶/۳۱

چکیده
هدف تحقیق مقایسه اثر نمک‌های کلسیمی حاوی اسیدهای چرب اشباع و غیراشباع بر عملکرد گاوهای شیری در دورهٔ انتقال بود. در این تحقیق در قالب یک طرح کاملاً تصادفی، از ۳۲ رأس گاو هلشتاین شکم دوم به بعد با میانگین وزن ۳۹/۹٤± ۷۲۳ در دوره زمانی سه هفته پیش از زایش تا سه هفته پس از زایش استفاده شد. جیره‌های آزمایشی شامل ۱) جیره شاهد؛ بدون مکمل چربی، ۲) جیره دارای مکمل چربی غیراشباع، ۳) جیره حاوی مکمل چربی اشباع و ٤) جیره حاوی مخلوط مساوی از هر دو مکمل بودند. مکمل‌های چربی به شکل نمک‌های کلسیمی، در جیره‌های پیش از زایش ۱/۵ درصد و در جیره‌های پس از زایش سه درصد در نظر گرفته شد. نتایج نشان داد که میزان ماده خشک مصرفی پیش از زایش، وزن و امتیاز وضعیت بدنی پیش و پس از زایش تحت تأثیر جیره های آزمایشی قرار نگرفتند ولی میزان ماده خشک مصرفی پس از زایش در جیره‌های حاوی اسیدهای چرب اشباع و یا مخلوط اسیدهای چرب بیش‌تر بود (P<۰/۰۵). تغذیه جیره حاوی اسیدهای چرب اشباع و غیراشباع در پیش از زایش، قابلیت هضم ماده خشک و چربی را افزایش داد (P<۰/۰۱). پس از زایش، قابلیت هضم ماده خشک جیره‌های آزمایشی حاوی اسیدهای چرب غیراشباع و مخلوط اسیدهای چرب اشباع و غیراشباع از جیره شاهد بیش‌تر بود (P<۰/۰۵). فراسنجه‌های خونی، تولید شیر و ترکیبات آن تحت تأثیر جیره‌های آزمایشی پیش و پس از زایش قرار نگرفتند. بنابراین، استفاده از منبع چربی در قالب نمک‌های کلسیمی می‌تواند بدون ایجاد آثار منفی بر عملکرد گاوها دوره انتقال، سبب بهبود قابلیت هضم مواد مغذی در دستگاه گوارش شود.

کلیدواژه‌ها: اسیدهای‌چرب اشباع، اسیدهای‌چرب غیراشباع، تولید شیر، دوره‌انتقال، مصرف ماده‌خشک.

Effect of Calcium salts of saturated and unsaturated fatty acids on dairy cows performance during the transition period

Amir Hossein Rezakhani[1*], Younes Ali Alijoo[2*], Kamran Rezayazdi[3]
1.Former Ph.D. Student, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Urmia University, Urmia, Iran.
2.Assistant Professor, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Urmia University, Urmia, Iran.
3.Associate Professor, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Tehran University, Karaj, Iran
Received: July 25, 2019 Accepted: September 22, 2019

Abstract
This study was carried out to assess the effects of two types of fatty acids-calcified salts on the performance of dairy cows in the transition period. In total, 32 multiparous Holstein cows with body weight mean of 723=39.9 kg in a 6-week time range (three weeks before until three weeks after parturition) were assigned to treatments in a completely randomized design. There were four diets including control (without fat supplement), diet supplemented with unsaturated fat, diet supplemented with saturated fat and diet supplemented with both unsaturated and saturated fats. Fat supplements as calcium salts were applied at the level of 1.5% and 3% in the pre-partum and post-partum diets, respectively. Based on the results, it turned out that pre-partum DM feed intake, post-partum body weight and body condition score were not affected by the diets, whereas, post-partum DM feed intake appeared to be different ($p < 0.05$). In addition, the digestibility coefficient appeared to be different among pre- and post-partum trial diets ($p < 0.05$). However, no significant difference was observed for blood parameters as well as milk yield and its composition. In conclusion, the results revealed that fat sources as calcium salt supplements can improve the digestibility of nutrients in the digestive system, without any adverse-effects on performance in dairy cows.

Keywords: Dry matter intake, milk yield and components, saturated fatty acids, transition cows, unsaturated fatty acids.

* نویسنده مسئول Email: y.alijoo@urmia.ac.ir

مقدمه

در چند دهه اخیر، انتخاب ژنتیکی، بهبود تغذیه و دیگر اعمال مدیریتی باعث افزایش تولید شیر در گلهٔ گاوهای شیری شده است. بهبود تولید شیر اغلب با بروز برخی ناهنجاری‌های متابولیکی و نیز کاهش بازدهی تولیدمثلی همراه است [۲۸]. دورهٔ انتقال در گاو شیری از دو تا سه هفته قبل از زایش شروع و تا دو تا سه هفته پس از آن ادامه دارد که با افزایش تولید شیر و کاهش مصرف ماده خشک و موازنه منفی انرژی همراه می‌شود، به همین دلیل، لازم است تا جیره‌های این دوره با دقت خاصی تنظیم شوند [۳ و ۲۸]. افزایش تراکم انرژی با به‌کارگیری مکمل چربی، یکی از راه‌های مقابله با موازنه منفی انرژی می باشد [۱۲ و ۱٤]. به جهت استفاده از مکمل‌های چربی بر گاوهای پرتولید و کم‌تولید و مقایسه آن‌ها، نشان داده شده، به‌کارگیری اسید پالمیتیک می‌تواند بر تولید شیر و ترکیبات آن اثر مثبت داشته باشد [۲۳]. هم‌چنین استفاده از مکمل های چربی با نسبت‌های مساوی از روغن ذرت و روغن گلرنگ در جیره هایی که دارای درصد پایینی از چربی بودند، اثر مثبت خود را بر تولید شیر داشت. هم‌چنین اعلام شده که تولید چربی شیر به نوع اسید چرب به‌کاربرده‌شده وابسته بود [۲۷]. در متاآنالیز انجام‌گرفته بر روی منابع چربی، گزارش شد که افزودن چربی به جیره گاوها می‌تواند اثرات قابل‌ملاحظه‌ای بر تولید شیر و محتوای چربی و پروتئین آن و نیز ماده خشک مصرفی داشته باشد [۲۱]. استفاده از مکمل های چربی چه به‌صورت حفاظت‌شده و چه به‌صورت دانه‌های کامل روغنی خواهند توانست ترکیبات متفاوتی از اسیدهای چرب اعم از اشباع و غیراشباع را در اختیار گاوها قرار دهند، که اثرات متفاوتی را نیز خواهند داشت. در همین خصوص در پژوهشی که از اسیدهای چرب غیراشباع به میزان سه درصد ماده خشک در جیره گاوهای دوره انتقال استفاده شده بود. نشان داده شد که بین جیره‌ها از لحاظ تولید شیر اختلاف معنی‌داری وجود ندارد ولی درصد چربی نسبت به جیره کنترل، کاهش نشان داده است [۲٤]. هم‌چنین زمانی‌که از نمک‌های کلسیمی چربی‌های اشباع و غیراشباع به مقدار دو و نیم درصد ماده خشک استفاده گردید، عدم اختلاف معنی‌دار بر تولید شیر و ترکیبات آن گزارش شد [۹]. همین پژوهش‌گران در پژوهش دیگری اعلام کردند که با افزودن اسیدهای چرب اشباع به جیره‌ها، درصد چربی شیر تغییری نمی‌کند، ولی اسیدهای چرب غیراشباع باعث کاهش خطی درصد چربی شیر می‌گردد [۱۰]. همان‌طوری‌که در ابتدا نیز به آن اشاره شد دوره انتقال در گاوها بسیار بحرانی بوده و استفاده از چربی‌ها زمانی به دام کمک خواهد کرد که بتواند تغییرات مطلوبی را در حیوان ایجاد کند و یا از اختلال در روند طبیعی بدن، تغییرات در فراسنجه‌های خونی و نشانگرهای اختلالات متابولیکی از جمله مقادیر اسیدهای چرب آزاد خون و نیز بتاهیدروکسی بوتیرات جلوگیری کنند. در همین زمینه مقایسه‌ای با استفاده از منابع مختلف چربی در جیره گاوهای شیری در دروه انتقال انجام گردید که نشان داد، فراسنجه‌های خونی هم‌چون گلوکز، کلسترول، اسیدهای چرب آزاد خون و بتاهیدروکسی بوتیرات تحت تأثیر نوع منبع چربی قرار نگرفتند [۸]. ولی در پژوهشی دیگر، نشان داده شد که هرچند افزایش غلظت انرژی قبل از زایمان روی غلظت گلوکز و اسیدهای چرب آزاد خون اثر ندارد، ولی غلظت گلوکز پس از زایمان، می‌تواند تحت تأثیر جیره‌های پیش از زایمان قرار گیرد [۱]. عدم تأثیر مکمل‌های چربی بر این فراسنجه‌ها تا زمانی پایدار خواهد بود که مقادیر مصرف مکمل‌ها پایین باشد، ولی زمانی‌که از درصدهای مختلف چربی استفاده شده باشد، غلظت‌های اسیدهای چرب اشباع خون و تری‌گلیسرید، معمولاً در گاوهای شیری با تغذیه جیره‌های پر چربی، افزایش می‌یابد [٤]. از جمله مشکلات دوره انتقال کاهش

تا حدود ۳۰ درصدی مصرف ماده خشک در روزهای پایانی دوره آبستنی است، که خود باعث تشدید مشکلات بعد از زایش در گاوهای شیرده می‌شود. در همین خصوص مشاهده شده که افزودن چربی‌های غنی از اسیدهای چرب امگا ۳، در زمان‌های متفاوت دوره خشکی، باعث کاهش مصرف ماده خشک نسبت به جیره شاهد می‌شوند [۲]. پژوهش‌های دیگر اضافه‌کردن اسیدهای چرب غیراشباع را دلیل کاهش مصرف ماده خشک قبل از زایمان ندانستند [۲۲ و ۲٤]. در این خصوص میزان مصرف مکمل چربی می‌تواند مؤثر باشد، چنان‌چه در پژوهشی که از دانه‌های روغنی کانولا و آفتابگردان به میزان هشت درصد ماده خشک پیش از زایش استفاده شده بود، کاهش مصرف بعد از زایمان گزارش شد [۲۵]. در انتخاب و استفاده از مکمل‌های چربی می‌توان به اثراتی که بر قابلیت هضم مواد مغذی دارند نیز توجه نمود، در همین خصوص در پژوهشی که افزودن چربی را بر ضرایب هضمی جیره‌ها مورد بررسی قرار داده بود، مشخص شد که قابلیت هضم ماده خشک، ماده آلی، پروتئین خام و فیبر خام با افزودن چربی تحت تأثیر قرار نمی‌گیرند، ولی قابلیت هضم چربی به‌طور معنی‌داری در جیره‌های حاوی چربی، بالاتر از گروه شاهد می‌باشد [۲۰]. دوره انتقال به سبب ایجاد تعادل منفی انرژی پس از زایمان و در نتیجه افزایش اختلالات متابولیکی پس از زایمان در طول دوره‌های زندگی گاوهای شیری بسیار اهمیت داشته و افزایش غلظت انرژی در جیره‌های مورد استفاده در این دوره به‌عنوان یکی از راه‌کارهای منطقی مدنظر می‌باشد. در حال حاضر مکمل‌های متعدد چربی محافظت‌شده وجود دارند که می‌توانند در جیره گاوهای شیری مورد استفاده قرار گیرند، که اثرات متفاوتی را نیز بر عملکرد گاوهای شیری دارند. در همین راستا، این پژوهش به‌منظور مقایسه دو نوع از نمک‌های کلسیمی حاوی اسیدهای چرب اشباع و غیراشباع، بر عملکرد گاوهای دوره انتقال انجام شد.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش از ۳۲ رأس گاو هلشتاین شکم دوم به بعد، در محدوده زمانی ۲۱ روز قبل از زمان زایش موردانتظار، تا ۲۱ روز بعد از زایمان استفاده شد. گاوها در جایگاه‌های انفرادی نگهداری شدند. امتیاز وضعیت بدنی گاوها در شروع آزمایش، ۰/۳٦±٤/۲۳ و میانگین وزن آنها ۳۹/۹٤± ۷۲۳ کیلوگرم بود. جیره‌های آزمایشی عبارت بودند از ۱- جیره شاهد؛ فاقد مکمل چربی، ۲- جیره حاوی مکمل چربی دارای اسیدهای چرب غیراشباع، ۳- جیره حاوی مکمل چربی دارای اسیدهای چرب اشباع و ٤- جیره حاوی مخلوط مساوی از هر دو نوع مکمل چربی. از مکمل چربی در جیره‌های در دوره قبل از زایش، ۱/۵ درصد و در دوره بعد از زایش، سه درصد جیره استفاده شد جدول(۱). جیره‌های آزمایشی برای تأمین احتیاجات مواد مغذی توصیه‌شده براساس جداول استاندارد احتیاجات غذایی گاو شیری تنظیم شدند [۱۵]. میزان خوراک مصرفی روزانه با اندازه‌گیری خوراک ریخته شده و کسرکردن باقی‌مانده در آخور، قبل از خوراک‌دهی روز بعد، اندازه‌گیری شد. امتیاز وضعیت بدنی، به‌صورت هفته‌ای و هم‌زمان با وزن‌کشی، اندازه‌گیری شد. مقدار شیر تولیدی به‌صورت روزانه ثبت و چربی، پروتئین، لاکتوز، مواد جامد بدون چربی و کل مواد جامد آن در روزهای هفت، ۱٤و۲۱ بعد از زایش، با دستگاه Combifoss (مدل ۵۰۰۰، کشور آلمان) اندازه‌گیری شد.

در روزهای ۲۱ و هفت قبل از زمان موردانتظار زایمان، روز زایش و روزهای هفت و ۲۱ پس از زایش، سه ساعت پس از مصرف خوراک صبح [۲۹]، از سیاهرگ زیر دمی گاوها، خون‌گیری شد.

جدول ۱. مواد خوراکی و ترکیب شیمیایی جیره‌های آزمایشی* (درصد مادهٔخشک)

مواد خوراکی	قبل از زایش				پس از زایش			
	۱	۲	۳	٤	۱	۲	۳	٤
سیلاژ ذرت علوفه‌ای	۳۲/۲۹	۳۲/۲۱	۳۲/۲۱	۳۲/۲۱	۲۹/۱۷	۲۹/۱۹	۲۹/۱۹	۲۹/۱۹
علوفه خشک یونجه	۳۰/۳۹	۳۰/۳٤	۳۰/۳٤	۳۰/۳٤	۱۵/۲٦	۱۵/۱۸	۱۵/۱۸	۱۵/۱۸
دانه جو	۹/۵	۹/۳٤	۹/۳٤	۹/۳٤	۹/٤	۹/۰۸	۹/۰۸	۹/۰۸
دانه ذرت	۹/۵	۹/۳٤	۹/۳٤	۹/۳٤	۱۸/٤۹	۱۸/۱۷	۱۸/۱۷	۱۸/۱۷
پودر گوشت	۳/۸	۳/۹۲	۳/۹۲	۳/۹۲	۲/۸۹	۲/۹۲	۲/۹۲	۲/۹۲
کنجاله سویا	۹/۵	۹/۳٤	۹/۳٤	۹/۳٤	۲۰/٦۷	۲۰/۷٦	۲۰/۷٦	۲۰/۷٦
کربنات کلسیم	۰	۰	۰	۰	۰/٤٤	۰	۰	۰
نمک آنیونیک	۳/۵۱	۳/٤۵	۳/٤۵	۳/٤۵	۰	۰	۰	۰
مکمل ویتامینی[1]	۰/٤۷	۰/٤۷	۰/٤۷	۰/٤۷	۰/٤٤	۰/۳۹	۰/۳۹	۰/۳۹
مکمل مواد معدنی[2]	۰/۰۹	۰/۰۹	۰/۰۹	۰/۰۹	۰/٦۸	۰/۵۲	۰/۵۲	۰/۵۲
بنتونیت	۰/۹۵	۰	۰	۰	۱/۷۳	۰	۰	۰
بیکربنات سدیم	۰	۰	۰	۰	۰/۵٤	۰/۵۱	۰/۵۱	۰/۵۱
نمک	۰	۰	۰	۰	۰/۲۹	۰/۲۸	۰/۲۸	۰/۲۸
مکمل چربی اشباع	۰	۰	۱/۵	۰/۷۵	۰	۰	۳	۱/۵
مکمل چربی غیراشباع	۰	۱/۵	۰	۰/۷۵	۰	۳	۰	۱/۵
ترکیبات شیمیایی محاسبه‌شده[3]								
ماده خشک (درصد)	۵۳	۵۳	۵۳	۵۳	۵۵	۵۵	۵۵	۵۵
انرژی خالص شیردهی (مگاکالری/ کیلوگرم)	۱/۵۵	۱/٦۲	۱/٦۲	۱/٦۲	۱/٦۷	۱/۸٤	۱/۸٤	۱/۸٤
پروتئین خام (درصد)	۱٤/۵	۱٤/۵	۱٤/۵	۱٤/۵	۱٦/۸	۱٦/۸	۱٦/۸	۱٦/۸
دیواره سلولی (درصد)	۳۳/۵	۳۳/٤	۳۳/٤	۳۳/٤	۲۸	۲۷/۹	۲۷/۹	۲۷/۹
کربوهیدرات غیر الیافی (درصد)	٤۰/۳	٤۰/۱	٤۰/۱	٤۰/۱	٤۵	٤٤/۵	٤٤/۵	٤٤/۵
چربی (درصد)	۳/۸	٤/۳	٤/۳	٤/۳	۲/۹۵	۵/۵	۵/۵	۵/۵
کلسیم (درصد)	۱/۳٦	۱/۳۹	۱/۳۹	۱/۳۹	۰/۹۹	۰/۹۹	۰/۹۹	۰/۹۹
فسفر (درصد)	۰/٤٦	۰/٤٦	۰/٤٦	۰/٤٦	۰/٤۲	۰/٤۲	۰/٤۲	۰/٤۲

* ۱) جیره شاهد؛ فاقد مکمل چربی، ۲) جیره دارای اسیدهای چرب غیراشباع، ۳) جیره دارای اسیدهای چرب اشباع و ٤) جیره مخلوط دارای هر دو نوع اسید چرب اشباع و غیر اشباع (در جیره‌های دوره قبل از زایش، ۱/۵ درصد و در دوره بعد از زایش، سه درصد ماده خشک مکمل افزوده شد).

۱. هر کیلوگرم مکمل ویتامینی حاوی؛ ٤۵۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین آ، ٤۵۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین دی، ۲٦۰ واحد بین‌المللی ویتامین ای.

۲. هر کیلوگرم مکمل معدنی حاوی؛ ۰/۱ گرم مس، ۰/۲ گرم آهن، ۰/۵ گرم منگنز، ۰/۵ گرم روی، ۰/۸ گرم منیزیوم، ۰/۰۰۸ گرم کبالت، ۰/۰۰۲ گرم سلنیوم و ۰/۰۰۲ گرم ید.

۳. محاسبه‌شده براساس مواد مغذی موردنیاز گاوهای شیری [۱۵].

پلاسمای نمونه‌های خون با استفاده از سانتریفیوز با سرعت ۳۰۰۰ دور در دقیقه و به‌مدت ۱۵ دقیقه جدا و در دمای منفی ۲۰ درجه سانتی‌گراد نگهداری شد. غلظت گلوکز پلاسما قبل و بعد از زایش و غلظت تری‌گلیسرید و کلسترول پس از زایش، با استفاده از کیت‌های تجاری (پادتن طب، ایران) اندازه‌گیری شد. نمونه‌های مدفوع در سه روز پیش از زایش و نیز روزهای ۱۹، ۲۰ و ۲۱ پس از زایش از هر گاو و از طریق رکتوم جمع‌آوری گردید. بلافاصله نسبت به اندازه‌گیری رطوبت آن در آون با درجه حرارت ۷۰ درجه سانتی‌گراد و مدت ۷۲ ساعت اقدام گردید. پس از خشک‌شدن نمونه‌ها با استفاده از آسیاب آزمایشگاهی، آسیاب شده و نمونه‌های مربوط به هر گاو مربوط به قبل و پس از زایش به‌طور جداگانه مخلوط و نمونه‌ای از آن برای اندازه‌گیری مقدار چربی، دیواره سلولی و خاکستر نا محلول در اسید به آزمایشگاه ارسال گردید. نمونه‌های خوراک مصرفی نیز سه روز پیش از زایش و نیز روزهای ۱۹، ۲۰ و ۲۱ پس از زایش جمع‌آوری شدند. پس از جمع‌آوری، بلافاصله نسبت به اندازه‌گیری رطوبت آن اقدام و پس از اندازه‌گیری ماده خشک آن، آسیاب شده و نمونه‌ها برای اندازه‌گیری مقادیر چربی، دیواره سلولی و خاکستر نامحلول در اسید به آزمایشگاه ارسال گردید

داده‌های مربوط به صفاتی که اندازه‌گیری آن‌ها در زمان‌های مختلف تکرار شدند با استفاده از رویه Mixed و صفاتی که در طول آزمایش یک‌بار اندازه‌گیری شدند با استفاده از رویه GLM نرم‌افزار آماری SAS (نسخه ۹/۲) به‌ترتیب براساس مدل‌های ۱ و ۲ تجزیه شدند.

رابطه (۲) $Y_{ijk}=\mu+A_i+E\alpha_{i.k}+B_j+AB_{ik}+Eb_{ijk}$

که در این رابطه، Y_{ijk}، مشاهده مربوط به جیره i و زمان اندازه‌گیری j در تکرار k؛ μ، میانگین کلی مشاهده‌ها؛ A_i، اثر جیره i؛ $E\alpha_{i.k}$، اشتباه اصلی (داخل مشاهدات)؛ B_j، اثر زمان اندازه‌گیری j؛ AB_{ik}، بر هم کنش جیره i و زمان اندازه‌گیری j و Eb_{ijk}، خطای آزمایش هستند.

رابطه (۲) $Y_{ij}=\mu+T_{i+}\varepsilon_{ij}$

که در این رابطه، T_i، اثر جیره iام و ε_{ij}، اشتباه آزمایشی در تکرار jام از جیره iام می‌باشند.

نتایج و بحث

در دوره قبل از زایش، اثر جیره‌ها بر مصرف مادهٔ خشک معنی‌دار نبود جدول(۲). در تأیید این نتایج، برخی از پژوهش‌ها مصرف اسیدهای چرب‌اشباع [۱٤، ۱۷] و غیراشباع [۱۱] را بر مصرف ماده خشک پیش از زایش مؤثر ندانسته‌اند. در پژوهش دیگری که از مکمل حاوی اسیدهای غیراشباع به میزان بیش از ۳۷۰ گرم در روز استفاده شده بود، کاهش میزان مصرف ماده خشک گزارش شد که دلیل آن، تأثیر منفی بر عملکرد تخمیر شکمبه بیان شد [٦]. درحالی‌که در پژوهش حاضر مقدار مصرف مکمل‌های چربی حداکثر ۲۸۰ گرم در روز بود. وزن گاوها و امتیاز وضعیت بدنی آن‌ها قبل از زایش، تحت تأثیر جیره‌های آزمایشی قرار نگرفت ولی از لحاظ عددی گروه آزمایشی مخلوط اسیدهای چرب اشباع و غیراشباع بیش‌ترین امتیاز بدنی را دارا بودند که می‌توان دلیل این امر را افزایش وزن و ذخیره بدنی در اواخر دورهٔ آبستنی مرتبط با استفاده از این جیره دانست. همسو با نتایج این پژوهش، پژوهش‌های مشابهی که از روغن سویا، اسید استئاریک و اسیدهای‌چرب غیراشباع استفاده شده بود، تأثیری بر امتیاز وضعیت بدنی گزارش نگردید [۸، ۱۷، ۱۹، ۲٤، ۲۸، ۳۰].

مصرف مادهٔ خشک پس از زایش، تحت تأثیر جیره‌های آزمایشی قرار گرفت (P<۰/۰۵)، به‌طوری‌که کم‌ترین میزان مصرف ماده خشک در گاوهای

دریافت‌کننده چربی غیراشباع بود. همسو با پژوهش حاضر، کاهش مصرف مادۀخشک با استفاده از اسیدهای چرب غیراشباع در چند آزمایش نیز مشاهده شد [٦ و ١١]. علت کاهش مصرف ماده خشک احتمالاً به‌دلیل مقدار بالای اسیدهای‌چرب غیراشباع در رودۀ کوچک و اثر اسیدهای چرب امگا-٣ می‌باشد [٢]، که باعث افزایش غلظت هورمون کوله‌سیستوکینین و کاهش حرکات شکمبه و بالارفتن زمان ماندگاری خوراک در دستگاه گوارش شده و در نهایت منجر به کاهش مصرف ماده خشک می‌گردد [١١ و ١٤]. پژوهش‌های دیگری استفاده از نمک‌های کلسیمی حاوی اسیدهای چرب اشباع را بر مصرف ماده خشک معنی‌دار گزارش نگردند که با نتایج پژوهش حاضر مطابقت نداشت [٦ و ١٨]. وزن گاوها و امتیاز وضعیت بدنی در دوره پس از زایش بین جیره‌ها تفاوتی را نشان ندادند، که این نتایج با برخی از پژوهش‌ها همسو بود [١٩ و ٢٩]. جدول (٢) قابلیت هضم ماده خشک، چربی و دیواره سلولی پیش و پس از زایش را نشان می‌دهد. بین تمام ضرایب هضمی اختلاف معنی‌داری بین جیره‌های آزمایشی مشاهده شد (P<٠/٠١). به‌طوری‌که استفاده از نمک‌های کلسیمی حاوی اسیدهای چرب اشباع و غیراشباع در پیش از زایش، قابلیت هضم ماده خشک و چربی را نسبت به گروه شاهد به‌طور معنی‌داری افزایش داد (P<٠/٠١). ولی استفاده از مخلوط اسیدهای چرب اشباع و غیراشباع اثر معنی‌داری نداشت. هم‌چنین قابلیت هضم دیواره سلولی در اثر استفاده از جیره حاوی اسیدهای چرب اشباع به‌طور معنی‌داری نسبت به سایر جیره‌ها بیش‌تر بود (P<٠/٠١). این در حالی است که استفاده از جیره مخلوط اسیدهای چرب اشباع و غیراشباع با گروه شاهد اختلاف معنی‌داری نداشت.

جدول ٢. نتایج مربوط به تغییرات مصرف مادۀخشک، وزن و امتیاز وضعیت بدنی پیش و پس از زایش در جیره‌های آزمایشی

فراسنجه‌ها	جیره‌های آزمایشی*				SEM[1]	P-Value		
	١	٢	٣	٤		جیره	زمان	جیره×زمان
پیش از زایش								
مصرف ماده خشک (کیلوگرم در روز)	١٣/٠٥	١٥/١٦	١٣/١٦	١٤/٣٦	٠/٦٨	٠/١١	<٠/٠١	<٠/٠١
وزن (کیلوگرم)	٧١١/٨٦	٧٠٩/٢٠	٧٠٣/٣٧	٧٢٣/٦٦	٢٤/٥١	٠/٩٥	<٠/٠١	٠/٥٩
امتیاز وضعیت بدنی	٤/٢٠	٤/١٤	٤/٢٢	٤/٤٤	٠/١١	٠/٢٨	<٠/٠١	٠/٩٣
پس از زایش								
مصرف ماده خشک (کیلوگرم در روز)	١٨/٠١[b]	١٧/٤١[b]	٢٠/٤٣[a]	١٩/٤٠[a]	٠/٥٣	<٠/٠١	<٠/٠١	٠/٣٦
وزن (کیلوگرم)	٦٣٩/٤٧	٦٣٦/٨٦	٦٣٤/٣١	٦٤٠/٥٠	٢٠/٧٤	٠/٩٩	<٠/٠١	٠/٢٧
امتیاز وضعیت بدنی	٣/٩٢	٣/٩٠	٤/٠٣	٤/٢٠	٠/١١	٠/٢٢	<٠/٠١	٠/٣٦

a-b: تفاوت میانگین‌ها با حروف متفاوت در هر ردیف، معنی‌دار است (P<٠/٠٥).

١. خطای استاندارد میانگین‌ها.

*١) جیره شاهد؛ فاقد مکمل چربی، ٢) جیره دارای اسیدهای چرب غیراشباع، ٣) جیره دارای اسیدهای چرب اشباع و ٤) جیره مخلوط دارای هر دو نوع اسید چرب اشباع و غیر اشباع (در جیره‌های دوره قبل از زایش، ١/٥ درصد و در دوره بعد از زایش، سه درصد ماده خشک مکمل افزوده شد).

پس از زایش، قابلیت هضم ماده خشک جیره‌های آزمایشی حاوی اسیدهای چرب غیراشباع و مخلوط اسیدهای چرب اشباع و غیراشباع نسبت به جیره‌های شاهد و جیره حاوی اسیدهای چرب اشباع به‌طور معنی‌داری بیش‌تر بود (P<۰/۰۵).ضرایب قابلیت هضم چربی در بین جیره‌های حاوی اسیدهای چرب اشباع و غیراشباع اختلاف معنی‌داری داشت (P<۰/۰۵). هم‌چنین قابلیت هضم دیواره سلولی جیره‌های حاوی اسیدهای چرب غیراشباع و مخلوط اسیدهای چرب اشباع و غیراشباع نسبت به جیره‌های شاهد به‌طور معنی‌داری افزایش یافت (P<۰/۰۱). پژوهش‌هایی که از چربی‌های اشباع و غیراشباع استفاده کرده بودند، افزایش قابلیت هضم ماده خشک، چربی و دیواره سلولی نیز گزارش کردند [۵، ۱۸ و ۲٤]. دلایل افزایش ضرایب قابلیت هضم چربی در جیره‌های حاوی نمک کلسیمی اسید چرب را می‌تواند به این صورت بیان نمود که چربی اضافه‌شده احتمالاً نسبت به چربی جیره پایه قابلیت هضم بالاتری داشته و هم‌چنین مکمل چربی افزوده‌شده، ترشح لیپید اندوژنوسی را در مدفوع کم‌تر نموده و به این ترتیب قابلیت هضم چربی بهبود می‌یابد. افزایش قابلیت هضم دیواره سلولی با افزودن نمک کلسیمی اسیدهای چرب ناشی از روغن پالم برای گاوهای ابتدای دوره شیردهی نیز گزارش شده است که این امر را به بهبود قابلیت هضم همی‌سلولز نسبت داده‌اند. اثر مثبت نمک کلسیمی جیره روی قابلیت هضم ظاهری دیواره سلولی ممکن است ناشی از افزایش تجزیه بعد از شکمبه‌ای نشأت گرفته باشد. نتایج پژوهشی نشان داد؛ گاوهایی که نمک کلسیمی روغن پالم را دریافت کرده‌اند، تمایل به هضم درصد کم‌تری از دیواره سلولی در شکمبه داشته و بخش بیش‌تری از هضم آن، به دودنوم انتقال یافته است [۵]. هم‌چنین اثر کاربرد نمک‌های کلسیمی غیراشباع بر افزایش قابلیت هضم مواد مغذی را به این صورت توجیه می‌نمایند که این نوع اسیدهای چرب با افزایش هورمون کوله سیستوکینین و اثر آن بر تحرکات شکمبه و دستگاه گوارش و نیز ترشح آنزیم‌های پانکراس، زمان ماندگاری مواد غذایی در شکمبه و روده را افزایش می‌دهند [۱۸ و ۲۳]. از سوی دیگر، تأثیر استفاده از اسیدهای چرب بر قابلیت هضم مواد مغذی می‌تواند تحت تأثیر عواملی مانند میزان اشباعیت اسیدهای چرب و نوع علوفه مصرفی قرار گیرد. از طرف دیگر افزایش مصرف خوراک باعث بالارفتن سرعت عبور مواد در دستگاه گوارش شده و در نتیجه باعث کاهش قابلیت هضم ماده خشک و چربی می‌شود که این دلیل ممکن است، کاهش قابلیت هضم مواد مغذی در مورد جیره‌های حاوی اسیدهای چرب اشباع و مخلوط اسیدهای چرب اشباع و غیر اشباع را توجیه نماید جدول (٤) نتایج فراسنجه‌های خونی متأثر از جیره‌های آزمایشی پیش و پس از زایش را نشان می‌دهد. میزان گلوکز پلاسما پیش و پس از زایش، تحت تأثیر مکمل‌های چربی قرار نگرفت ولی اثر زمان بر مقادیر گلوکز در پیش و پس از زایش معنی‌دار بود (P<۰/۰۵). روند تغییرات میزان گلوکز خون در طول ۲۱ روز پس از زایش به نحوی بود که در روز زایش بیش‌ترین مقدار گلوکز دیده شد ولی سپس روند نزولی مختصری را نشان داد. نتایج سایر پژوهش‌ها نیز این روند را تأیید نموده‌اند [۸]. دلیل این امر را ناشی از افزایش غلظت‌های گلوکاگون و کلوکوکورتیکوییید بیان می‌کنند که تخلیه ذخایر گلیکوژن کبدی را تحریک می‌نماید [۱۵]. بیش‌ترین غلظت گلوکز در دوره پس از زایش، مربوط به جیره دارای مکمل اسیدهای چرب غیراشباع بود که این مسأله نشان می‌دهد؛ نمک کلسیمی حاوی اسیدهای‌چرب غیراشباع نمی‌تواند در کاهش مقدار گلوکز مؤثر عمل نماید. پژوهش دیگری که از دانهٔ کتان به‌عنوان منبع غنی از اسیدهای‌چرب اُمگا-۳ استفاده

نموده است، این نتیجه را تأیید می‌نماید [۳۰]. مقدار کلسترول و تری‌گلیسرید خون پیش و پس از زایش تحت تأثیر جیره‌های آزمایشی قرار نگرفت. این نتیجه با نتایج حاصل از پژوهش‌هایی که از پالم، روغن سویا و نمک کلسیمی حاوی اسیدهای‌چرب غیراشباع استفاده کرده بودند، مطابقت داشت [۸، ۱۲و ۱۹]. اثر زمان بر روند تغییرات کلسترول معنی‌دار بود (P<۰/۰۵) که این روند نیز توسط مطالعات پیشین تأیید گردیده است [۳، ۱۲ و ۲۸]. این روند افزایشی پس از زایش را می‌توان به بالا بودن غلظت لیپوپروتئین‌ها، مانند لیپوپروتئین با چگالی کم و باقیمانده حاصل از متابولیسم لیپوپروتئین با چگالی بسیار کم نسبت داد که با مکانیسم‌های طبیعی بدن ارتباط دارد [۱۶].

جدول ۳. نتایج مربوط به تغییرات ضرایب قابلیت هضم پیش و پس از زایش در جیره‌های آزمایشی

فراسنجه‌ها	جیره‌های آزمایشی*				SEM[1]	P-Value
	۱	۲	۳	٤		
	پیش از زایش					
ماده خشک	۷۰/۳۱۳^{b}	۷۷/٤۹۷^{a}	۷۷/۰٦۳^{a}	٦۹/۸۳۳^{b}	۰/۳۹۸۰	<۰/۰۱
چربی	۷۵/۲۳۷^{b}	۸۰/۸۷۰^{a}	۸۰/۷٦۰^{a}	۷۷/۲۱۰^{b}	۰/۵۱۸٤	۰/۰۱
دیواره سلولی	٦۱/٦۱۳^{c}	٦۸/۵٦۳^{b}	۷۱/۵۹۳^{a}	٦۱/٤۸۷^{c}	۰/٤۵٤۱	<۰/۰۱
	پس از زایش					
ماده خشک	۷۵/٤۱۳^{b}	۷۹/۱۷۰^{a}	۷۳/۵۰۰^{b}	۷۸/۱۸۳^{a}	۰/٤۱٦٤	<۰/۰۱
چربی	۸۱/۰۰۷^{ab}	۸۳/۳۹۳^{a}	۷۸/۵۷۳^{b}	۸۱/۳۰۷^{ab}	۰/٤٦۱۲	۰/۰٤
دیواره سلولی	٦۲/۲٤۰^{c}	٦۹/٤۰۰^{ab}	٦٦/۷۹۳^{bc}	۷۲/۷٤۰^{a}	۰/۸۰٤۰	<۰/۰۱

a-b: تفاوت میانگین‌ها با حروف متفاوت در هر ردیف، معنی‌دار است (P<۰/۰۵).

۱. خطای استاندارد میانگین‌ها.

*۱) جیره شاهد؛ فاقد مکمل چربی، ۲) جیره دارای اسیدهای چرب غیراشباع، ۳) جیره دارای اسیدهای چرب اشباع و ٤) جیره مخلوط دارای هر دو نوع اسید چرب اشباع و غیر اشباع (در جیره‌های دوره قبل از زایش، ۱/۵ درصد و در دوره بعد از زایش، سه درصد ماده خشک مکمل افزوده شد).

جدول ٤. نتایج مربوط به فراسنجه‌های خونی پیش و پس از زایش در جیره‌های آزمایشی

فراسنجه‌ها (میلی گرم/ دسی‌لیتر)	جیره‌های آزمایشی*				SEM[1]	P-Value		
	۱	۲	۳	٤		جیره	زمان	جیره×زمان
	پیش از زایش							
گلوکز	٦۰/۳٦	٦۳/۷۵	۵۷/۸۹	٦۵/۰۸	۲/٦۵	۰/۲۵	۰/۰۳	۰/۵۷
	پس از زایش							
گلوکز	۵۱/۳٦	۵۸/۷۳	٤۹/۱۳	۵۳/۰٦	٤/۲۷	۰/۵۰	۰/۰۱	۰/۷۹
کلسترول	۹۰/۳۸	۱۱٤/۳۹	۹۷/٦۹	۱۰۳/٤۱	۸/۷۳	۰/۳۰	<۰/۰۱	۰/۱۰
تری گلیسرید	۱۲/٦۷	۱٤/۳٦	۱۱/٦۱	۱۰/۲۸	۱/۸٦	۰/۵۰	۰/٦۰	۰/۳۵

a-b: تفاوت میانگین‌ها با حروف متفاوت در هر ردیف، معنی‌دار است (P<۰/۰۵).

۱. خطای استاندارد میانگین‌ها.

*۱) جیره شاهد؛ فاقد مکمل چربی، ۲) جیره دارای اسیدهای چرب غیراشباع، ۳) جیره دارای اسیدهای چرب اشباع و ٤) جیره مخلوط دارای هر دو نوع اسید چرب اشباع و غیر اشباع (در جیره‌های دوره قبل از زایش، ۱/۵ درصد و در دوره بعد از زایش، سه درصد ماده خشک مکمل افزوده شد).

نتایج مربوط به تولید شیر و ترکیبات آن در جدول (۵) ارائه شده است. این نتایج نشان داد؛ جیره‌های آزمایشی بر تولید شیر و ترکیبات آن اختلاف معنی‌داری را ایجاد نکرد. ناهمسو با این نتایج، افزودن اسیدپالمیتیک به جیره گاوها در اواسط دوره شیردهی به میزان دو درصد تولید شیر را افزایش داد [۱۸]، این تفاوت می‌تواند ناشی از به‌کارگیری انرژی اسیدهای‌چرب برای تولید و یا ترکیب شیر در زمان‌های مختلف باشد به‌نظر می‌رسد، وقتی از اسیدهای‌چرب با زنجیر بلند استفاده می‌شود، ساخت داخلی اسیدهای چرب در غدهٔ پستانی کاهش یافته و در نتیجه می‌تواند کاهش انرژی حاصل از اکسیداسیون گلوکز را برای ساخت چربی شیر استفاده کند [۲۱]. نتایج، عدم تأثیر معنی‌دار جیره‌های آزمایشی بر درصد چربی را نشان داد. اکثر پژوهش‌های پیشین نشان از افزایش درصد چربی با افزودن مکمل چربی به جیره دارد، ولی اذعان نموده‌اند که پاسخ چربی شیر به مکمل‌های چربی دارای پالم می‌تواند متغیر بوده و نمی‌تواند به سادگی قابل پیش‌بینی باشد [۱۳، ۱۸ و ۲۳].

درصد پروتئین شیر در بین جیره‌ها تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. عدم معنی‌داری درصد پروتئین شیر در پژوهش حاضر، توسط پژوهش‌های پیشین مورد تأیید قرار گرفته است [۲۱ و ۳۰]. در این رابطه دلایلی بسیاری عنوان می‌شود که اهم آن را می‌توان به‌صورت چهار مکانیسم ارائه نمود؛ ۱- کمبود گلوکز، ۲- مقاومت به انسولین، ۳- افزایش مصرف انرژی برای تولید شیر و ٤- کمبود سوماتوتروپین. برای حفظ پروتئین شیر در حد مناسب در زمانی‌که از مکمل چربی در جیره استفاده می‌شود، می‌بایست میزان پروتئین جیره و کربوهیدرات‌های قابل‌تخمیر افزایش یابند. در پژوهشی بیان شده است که در جیره‌های با چربی بالا اگر پروتئین نیز به اندازه کافی موجود باشد، وضعیت گلوکز در حد حاشیه‌ای است که این وضعیت را می‌توان به مقاومت انسولین و نیاز به گلوکز جهت متابولیسم اسیدهای چرب نسبت می‌دهند [۱۷] هم‌چنین درصد لاکتوز شیر در بین جیره‌ها تغییر معنی‌داری را نشان نمی‌دهد، ولی با گذشت زمان و دور شدن از زمان زایش مقدار آن افزایش یافت (P=۰/۰۵).

جدول ۵. نتایج مربوط به تولید شیر و ترکیبات آن متاثر از جیره‌های آزمایشی

فراسنجه‌ها	جیره‌های آزمایشی*				SEM[1]	P-Value		
	۱	۲	۳	٤		جیره	زمان	جیره×زمان
تولید شیر (کیلوگرم در روز)	۳٦/۷۳	۳۸/٦۲	۳۷/۰۷	٤۱/۲۳	۲/۳۱	۰/٤٦	<۰/۰۱	۰/٦۱
چربی شیر (درصد)	٤/۰۰	٤/۰۰	٤/۰۷	۳/۹۲	۰/۲۹	۰/۹۸	۰/۱۱	۰/۲٤
پروتئین شیر (درصد)	۲/۹۷	۳/۰۱	۲/۸٦	۲/۸٦	۰/۰۸	۰/٤۸	<۰/۰۱	۰/۰۹
لاکتوز شیر (درصد)	٤/۹۳	٤/٥٦	٤/۷۷	٤/۹۳	۰/۱۲	۰/۱۸	۰/۰٥	۰/۸٤
مواد جامد بدون چربی (درصد)	۸/۲٥	۸/۰۲	۸/۲۱	۸/۲۳	۰/۲۸	۰/۹٥	۰/۱۳	۰/۷٥
کل مواد جامد شیر (درصد)	۱۲/۸٥	۱۲/۳۸	۱۲/۷۱	۱۲/۸٦	۰/٦٥	۰/۹٦	۰/۰۷	۰/۳۱

a-b: تفاوت میانگین‌ها با حروف متفاوت در هر ردیف، معنی‌دار است (P<۰/۰٥).

۱. خطای استاندارد میانگین‌ها.

***۱) جیره شاهد؛ فاقد مکمل چربی، ۲) جیره دارای اسیدهای چرب غیراشباع، ۳) جیره دارای اسیدهای چرب اشباع و ٤) جیره مخلوط دارای هر دو نوع اسید چرب اشباع و غیر اشباع (در جیره‌های دوره قبل از زایش، ۱/٥ درصد و در دوره بعد از زایش، سه درصد ماده خشک مکمل افزوده شد).**

در پژوهش حاضر تمایل به افزایش این فراسنجه در تمام جیره‌ها، حتی گروه شاهد نیز مشاهده شد. ایجاد ثبات برای درصد لاکتوز در طی دو هفته پس از زایش توسط سایر پژوهش‌گران نیز به اثبات رسیده است [۱۸ و ۲۶]. نتایج این پژوهش نیز نشان داد که، بین جیره‌ها اختلاف معنی‌دار برای درصد مواد جامد بدون چربی وجود ندارد. عدم تأثیر مکمل‌ها بر روی مواد جامد بدون چربی شیر توسط پژوهش‌های پیشین نیز تأیید شده است [۱۳ و ۲۱]. هم‌چنین کل مواد جامد شیر نیز در بین جیره‌ها اختلاف معنی‌داری نداشتند. سایر پژوهش‌ها این یافته‌ها را تأیید نموده‌اند [۱۳، ۲۱ و ۲۶]. ازآنجایی‌که تغییرات ترکیباتی که قبلاً به آنها اشاره شد با تغییر جیره‌ها معنی‌دار نبودند، عدم اختلاف این فراسنجه بین جیره‌ها قابل انتظار بود. براساس نتایج این پژوهش، مکمل‌های چربی به‌صورت نمک‌های کلسیمی حاوی اسیدهای چرب اشباع و غیر اشباع به‌طور جداگانه و نیز مخلوط مساوی از آنها در مقادیر به‌کار گرفته‌شده، در جیره گاوهای دوره انتقال می‌تواند بدون تأثیرات منفی بر عملکرد، مورداستفاده قرار گیرند.

سپاسگزاری

از زحمات و حمایت‌های آقایان دکتر عبدالله مخبر دزفولی رییس محترم مرکز آموزش‌عالی امام خمینی (ره) و دکتر امیر محمدی صدر مسئول مزرعه پرورش گاو شیری، تشکر و قدردانی می‌گردد.

تعارض منافع

هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسندگان وجود ندارد.

منابع

1. Afzalzadeh A, Palizdar MH, Mahmoudzadeh H, and Niasari-Naslaji A (2010) Effect of fat supplementation during transition period on plasma leptin and non-esterified fatty acid concentrations in Holstein cows. Animal Science Journal 81: 309-315.
2. Badiei A, Aliverdilou A, Amanlou H, Beheshti M, Dirandeh E, Masoumi R, Moosakhani F, and Petit HV (2014) Postpartum responses of dairy cows supplemented with n-3 fatty acids for different durations during the peripartal period. Journal of dairy science 97: 6391-6399.
3. Block E (2010) Transition Cow Research-What Makes Sense Today? High Plains Dairy Conference: 75-98.
4. Choi BR, Palmquist D, and Allen M(2000) Cholecystokinin mediates depression of feed intake in dairy cattle fed high fat diets. Domestic Animal Endocrinology 19(3): 159-175.
5. Chouinard PY, Girard V, and Brisson GJ(1998) Fatty Acid Profile and Physical Properties of Milk Fat from Cows fed Calcium Salts of Fatty Acids with Varying Unsaturation. Journal of dairy science 81: 471-481.
6. Dirandeh E, Towhidi A, Zeinoaldini S, Ganjkhanlou M, Pirsaraei ZA, and ouladi-Nashta AF (2013) Effects of different polyunsaturated fatty acid supplementations during the postpartum periods of early lactating dairy cows on milk yield, metabolic responses, and reproductive performances. Journal of animal science 91: 713-721.
7. Freitas Júnior JE, Rennó FP, Gandra JR, Rennó LN, Rego AC, Santos MV, Oliveira MDS, and Takiya CS (2014) Addition of unsaturated fatty acids improves digestion of mid lactating dairy cows. Archivos de zootecnia 63: 563-573.
8. Gandra JR, Freitas J, Jose E, Marurna Filipo M, Barletta RV, Verdurico LC, and Renno FOP (2014) Soybean oil and calcium salts of fatty acids as fat sources for Holstein dairy cows in transition period. Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal 15: 83-93.
9. Harvatine KJ, and Allen MS (2005) The Effect of Production Level on Feed Intake, Milk Yield, and Endocrine Responses to Two Fatty Acid Supplements in Lactating Cows. Journal of dairy science 88: 4018-4027.
10. Harvatine KJ, and Allen MS (2006) Effects of fatty acid supplements on milk yield and energy balance of lactating dairy cows. Journal of dairy science 89: 1081-1091.

11. Hayirli A, Keisler DH, Doepel L, and Petit H (2011) Peripartum responses of dairy cows to prepartal feeding level and dietary fatty acid source. J Dairy Sci 94(2): 917-930.
12. Kirovski D, Blond B, Katić M, Marković R, and Šefer D (2015) Milk yield and composition, body condition, rumen characteristics, and blood metabolites of dairy cows fed diet supplemented with palm oil. Chemical and Biological Technologies in Agriculture 2: 1-5.
13. Lock AL, Preseault CL, Rico JE, DeLand KE, and Allen MS (2013) Feeding a C16:0-enriched fat supplement increased the yield of milk fat and improved conversion of feed to milk. Journal of dairy science 96: 6650-6659.
14. Mathews AT, Rico JE, Sprenkle NT, Lock AL, and McFadden JW (2016) Increasing palmitic acid intake enhances milk production and prevents glucose-stimulated fatty acid disappearance without modifying systemic glucose tolerance in mid-lactation dairy cows. Journal of dairy science 99: 8802-8816.
15. NRC (2001) Nutrient Requirements of Dairy Cattle. Natl. Acad. Sci., Washington, DC. 7th rev. ed.
16. Palmquist DL (2010) Essential fatty acids in ruminant diets. The Ohio State University: 127-142.
17. Pavkovych S, Vovk S, Kruzhel and B (2015) Protected lipids and fatty acids in cattle feed rations. Acta Sci. Pol. Zootechnica 14: 3-14.
18. Piantoni P, Lock AL, and Allen MS (2013) Palmitic acid increased yields of milk and milk fat and nutrient digestibility across production level of lactating cows. Journal of Dairy Science 96: 7143-7154.
19. Piantoni P, Lock AL, and Allen MS (2015) Milk production responses to dietary stearic acid vary by production level in dairy cattle. Journal of dairy science 98: 1938-1949.
20. Purushothaman, S., A. Kumar, and D. P. Tiwari (2008) Effect of Feeding Calcium Salts of Palm Oil Fatty Acids on Performance of Lactating Crossbred Cows. Asian-Aust. Journal of Animal Science 21: 376-385.
21. Rabiee AR, Breinhild K, Scott W, Golder HM, Block E, and Lean IJ (2012) Effect of fat additions to diets of dairy cattle on milk production and components: A meta-analysis and meta-regression. journal of dairy science 95: 3225-3247.
22. Reis MM, Cooke RF, Ranches J, and Vasconcelos JLM (2012) Effects of calcium salts of polyunsaturated fatty acids on productive and reproductive parameters of lactating Holstein cows. Journal of dairy science 95: 7039-7050.
23. Relling AE, and Reynolds CK (2007) Feeding Rumen-Inert Fats Differing in Their Degree of Saturation Decreases Intake and Increases Plasma Concentrations of Gut Peptides in Lactating Dairy Cows. Journal of dairy science 90: 1506-1515.
24. Rennó FP, Júnior JEF, Gandra JR, Filho MM, Verdurico LC, Rennó LN, Barletta RV, and Vilela FG (2014) Effect of unsaturated fatty acid supplementation on digestion, metabolism and nutrient balance in dairy cows during the transition period and early lactation. Revista Brasileira de Zootecnia 43: 212-223.
25. Salehi R, Colazo MG, Oba M, and Ambrose DJ (2016) Effects of prepartum diets supplemented with rolled oilseeds on calf birth weight, postpartum health, feed intake, milk yield, and reproductive performance of dairy cows. Journal of dairy science 99: 3584-3597.
26. Sciascia QL, Pacheco D, and McCoard SA (2015) Administration of Exogenous Growth Hormone Is Associated with Changes in Plasma and Intracellular Mammary Amino Acid Profiles and Abundance of the Mammary Gland Amino Acid Transporter SLC3A2 in Mid-Lactation Dairy Cows. PLOS ONE: 1-14.
27. Stoffel CM, Crump PM, and Armentano LE (2015) Effect of dietary fatty acid supplements, varying in fatty acid composition, on milk fat secretion in dairy cattle fed diets supplemented to less than 3% total fatty acids. Journal of dairy science 98: 431-442.
28. Useni BA, Muller CJC, and Cruywagen CW (2018) Pre- and postpartum effects of starch and fat in dairy cows: A review. South African Journal of Animal Science 48: 413-426.
29. Wang, JP, Bu DP, Wang JQ, Huo XK, Guo TJ, Wei HY, Zhou LY, Rastani RR, Baumgard LH, and Li FD (2010) Effect of saturated fatty acid supplementation on production and metabolism indices in heat-stressed mid-lactation dairy cows. Journal of dairy science 93: 4121-4127.
30. Zachut M, Arieli A, Lehrer H, Livshitz L, Yakoby S, and Moallem U (2010) Effects of increased supplementation of n-3 fatty acids to transition dairy cows on performance and fatty acid profile in plasma, adipose tissue, and milk fat. Journal of dairy science 93: 5877-5889.