

تاریخ: ۹۴/۰۹/۱۰

شماره: چهارم / ۴ - بخش دوم

مزایای استفاده از پودر چربی کلسیمی در نشخوارکنندگان - بخش دوم

در بخش اول ماهنامه مطالبی مربوط به ویژگی‌ها و خصوصیات ارزیابی چربی‌ها ارائه شد. در این بخش به کاربرد و استفاده‌ی چربی و پودر چربی کلسیمی در نشخوارکنندگان پرداخته می‌شود.

استفاده از چربی‌ها در جیره‌ی نشخوارکنندگان

میکروارگانیزم‌های شکمبه‌ای پروفیل اسیدهای چرب جیره را از طریق ایزومراسیون و بیوهیدروژناسیون اسیدهای چرب غیراشباع تغییر می‌دهند. اسیدهای چرب باند شده با نمک‌های کلسیمی فرض می‌شود که برای جذب باکتری‌ها قابل دسترس نیستند اما اسید چرب توسط جدا شدن یون کلسیم در روده قابل دسترس می‌شوند. اسید چرب غیراشباع قابل دسترس برای جذب در شکمبه بیوهیدروژناسیون شده و به تولید ایزومرهای ترانس اسید چرب و اسید چرب اشباع شده منتهی می‌شود. حد بیوهیدروژناسیون به وسیله‌ی خصوصیات منبع چربی، زمان ماندگاری در شکمبه و خصوصیات جمعیت میکروبی تعیین می‌گردد. بیوهیدروژناسیون شکمبه ممکن است به صورت ساده به صورت یک کارکردی (تابعی) از اندازه‌ی ذخیره‌ی اسید چرب قابل دسترس، زمان ماندگاری در شکمبه و ظرفیت هیدروژناسیون باکتریایی توصیف می‌شود. ظرفیت هیدروژناسیون باکتریایی به گونه و غلظت جمعیت میکروبی و محیط شکمبه بستگی دارد. بیوهیدروژناسیون میکروبی یک فرآیند چندین مرحله‌ای است که کنتیک آن به خوبی مستدل نشده است. Beam و همکاران (۲۰۰۰) شمایی از متابولیسم چربی در شکمبه را ارائه کردند که شامل لیپولیز، ایزومراسیون و هیدروژناسیون می‌باشد که به تشکیل اسید چرب اشباع شده منتهی می‌شود. هیدروژناسیون اسید لینولنیک و لینولئیک به تشکیل اسید چرب غیراشباع مونو-ترانس بعد از تشکیل حد واسط *trans-diene* منتهی می‌شود که سریعاً متابولیز می‌شود. بیوهیدروژناسیون اسید اولئیک همچنین شامل تشکیل شماری از حدواسطه‌های ترانس ۱:۱۸ می‌باشد. ترانس ۱:۱۸ می‌تواند به اسید استئاریک تبدیل شود و وارد دوزادده شود. مطالعات مختلف در شرایط آزمایشگاهی بیوهیدروژناسیون سریع ۲:۱۸ و ۳:۱۸ را خاطر نشان کردند اما ظرفیت کمتری برای بیوهیدروژناسیون ترانس-۱:۱۸ را بیان کردند.

منابع چربی‌های

منابع چربی‌های مورد استفاده در خوراک گاو دارای انواع مختلفی است که بر اساس پاسخ به نوع چربی توسط حیوان به صورت زیر طبقه‌بندی می‌شود.

۱. چربی‌های خنثی در شکمبه

این نوع از چربی‌ها به مقدار کم در جیره‌ی نشخوارکنندگان مورد استفاده قرار می‌گیرند و اثرات بسیار کمی بر قابلیت هضم مواد خوراکی دارند. این چربی‌ها در شکمبه شامل اسیدهای چرب اشباع و چربی‌های هیدروژنه هستند.

۲. چربی‌های فعال در شکمبه

این چربی‌ها به شدت مانع تخمیر میکروبی در شکمبه شده و قابلیت هضم مواد خوراکی را با درجات متفاوت کاهش می‌دهند. این چربی‌ها در شکمبه شامل چربی‌هایی با منشا حیوانی (نظیر پیه)، روغن گیاهی (نظیر روغن کلزا)، دانه‌های روغنی (نظیر دانه‌ی سویا) و چربی به دست آمده از باقی‌مانده‌ی مواد خوراکی گیاهی حاصل از فرآوری می‌باشد.

۳. چربی‌های محافظت شده

این نوع چربی‌ها به عنوان منابع مقاوم بر بیوهیدروژناسیون میکروارگانیزم‌های شکمبه‌ای به طور وسیع در جیره‌ی نشخوارکنندگان به کار رفته و موجب تغییر الگوی اسیدهای چرب بافت‌های بدن و شیر می‌شوند. از روش‌های مقاوم کردن چربی‌ها در مقابل بیوهیدروژناسیون شکمبه، استفاده از نمک‌های کلسیمی اسیدهای چرب می‌باشد. آزمایشات استفاده از نمک‌های کلسیمی را به عنوان منبع محافظت شده چربی‌ها برای گاو شیری نشان می‌دهد.

فواید بالقوه چربی‌ها به صورت افزایش انرژی جیره، مصرف اسید چرب موجود در خوراک و اثرات سودمند ناشی از کاربرد چربی‌های محافظت شده، سبب توسعه‌ی کاربرد آنها شده است. اهداف محافظت از چربی‌ها ۲ مورد اصلی می‌باشد. هدف اول محافظت جمعیت میکروارگانیزم‌های شکمبه به گونه‌ای که بتوانند مشکلات هضمی سطوح بالاتری از چربی را به مصرف برسانند. هدف دوم که البته اهمیت آن کمتر است، محافظت چربی از تاثیر میکروب‌های شکمبه است، به گونه‌ای که شیر تولید شده حاوی اسیدهای چرب غیراشباع بوده که برای سلامت انسان مفیدتر باشد.

اگر چه گاوهای شیری با شکمبه‌ی فعال به چربی یا اسیدهای چرب نیاز ندارند، اما بودن آنها در جیره مزایای زیادی دارد. مکمل‌های چربی ممکن است جذب ویتامین‌های محلول در چربی را نیز افزایش دهند. پودر چربی، حاوی اسیدهای چرب مهمی است که در جیره‌ی غذایی لازم است. چربی‌ها به طور معمول ۱۰ تا ۲۵ درصد جیره‌ی نشخوارکنندگان جوان را تشکیل می‌دهند زیرا گوساله به مقدار زیاد انرژی نیاز دارند. وقتی گاو کنسانتره‌ی زیادی را جدای از علوفه در جیره مصرف می‌کند، انقباضات

ماهیچه‌ی شکمبه کاهش پیدا می‌کند. این انقباضات طبیعی چنانچه کاهش پیدا کند یا متوقف شود عواقب نامطلوبی را (به ویژه در اوایل دوران شیردهی و دوران زایمان) در مورد بروز برخی از اختلالات متابولیکی (اسیدوز...) و کاهش مقدار خوراک مصرفی، تولیدات و سلامت دام دارد. جیره‌هایی که حاوی غلات زیاد و فیبر پایین است به دلیل کمبود فیبر و کاهش حرکات دستگاه گوارش می‌تواند سبب عارضه‌ی جابه‌جایی شیردان گردد. ضمن این که به دلیل تخمیر سریع غلات و تولید اسید لاکتیک باعث از بین رفتن برخی میکروارگانیسم‌های مفید درون شکمبه شده، توازن اکولوژیکی شکمبه را به هم می‌زند. همچنین اسیدیته‌ی بالا و کاهش pH شکمبه موجب بروز عارضه اسیدوز و به دنبال آن لنگش، به ویژه در دام‌های پرتولید، می‌گردد. در صورت مصرف کنسانتره‌ی حاوی غلات زیادی به دلیل نیاز شدید دام به مواد مغذی به ویژه انرژی این اکوسیستم به هم می‌خورد؛ علاوه بر بروز اسیدوز که توضیحات آن ارائه گردید باعث قطع نشخوار، کاهش مصرف ماده‌ی خشک و بروز یکسری از اختلالات متابولیکی و گوارشی دیگر در دام می‌گردد.

مکمل‌های چربی گاهی اوقات اسیدهای چرب ضروری را که شامل اسید لینولئیک، اسید لینولنیک و اسید آراشیدونیک است برای دام تامین می‌کند که در متابولیسم و تولید مثل اثرات زیادی دارد. مقداری از انرژی موجود در غلات درون جیره به دلیل تخمیر شدید به صورت گاز متان از دسترس دام خارج می‌شود. این گاز از طریق جذب از دیواره‌ی شکمبه و دفع از راه دستگاه تنفس و همچنین از طریق آروغ زدن دفع می‌شود که خود این امر علاوه بر اتلاف انرژی غذا به صورت گاز متان منجر به کار اضافی دستگاه هاضمه و دستگاه تنفسی برای دفع این گازها می‌شود، که افزودن مکمل‌های چربی در سطوح ۸ تا ۱۰ درصد (برحسب مقدار ماده‌ی خشک) به جیره منجر به کاهش مجموع اسیدهای چرب فرار شده، از تولید گاز متان در شکمبه ممانعت به عمل می‌آید.

افزودن مکمل‌های چربی می‌تواند به طور مثبت عملکرد تولید مثلی گاوهای شیری را تحت تاثیر قرار دهد. خلاصه‌ای از ۲۰ پژوهش نشان داده است که میزان آبستنی اولین سرویس در ۱۱ مورد از این مطالعات افزایش یافته است. میانگین افزایش ۱۷ درصد واحد، برای تمامی پژوهش‌ها بوده است. خوراندن مکمل چربی، تعداد و اندازه‌ی فولیکول غالب را افزایش می‌دهد. مکانسیم بالقوه که به وسیله آنها چربی، تولید مثل را تحت تأثیر قرار می‌دهد شامل اصلاح توازن منفی انرژی، افزایش توسعه‌ی فولیکولی از طریق تغییرات در وضعیت انسولین، تحریک سنتز پروژسترون و تغییر تولید و آزاد شدن پروستاگلاندین F2 α (که پایداری جسم زرد را تحت تأثیر قرار می‌دهد) است. افزودن مکمل چربی به طور ثابت غلظت پروژسترون پلازما را افزایش می‌دهد که باعث ابقاء آبستنی در دام می‌گردد، به عبارتی خوراندن مکمل‌های چربی که غنی از اسیدهای چرب ضروری (نظیر لینولئیک) هستند سطح PGF $_{2\alpha}$ را پایین می‌آورد، از تحلیل جسم زرد جلوگیری و باعث ابقاء آبستنی می‌گردد. استفاده از مکمل چربی مناسب می‌تواند از کاهش وزن بدن (به ویژه در دام‌های پرتولید) جلوگیری کند، تعداد تلقیح به ازای هر آبستنی را کاهش داده، روزهای باز را کاهش داده و تولید شیر را افزایش دهد.

مکمل چربی می‌تواند برای جایگزینی انرژی مصرفی حاصل از نشاسته در جیره‌های مملوء از کنساتره (به ویژه در اوایل دوران شیردهی) مورد استفاده قرار گیرد تا این که درصد چربی شیر زیاد شود بدون این که تولید شیر کاهش پیدا کند. اضافه کردن اسیدهای چرب استتاریک و اولئیک به جیره نسبت استات و بوتیرات را کاهش و نسبت پروپیونات را افزایش می‌دهد. این اثر زمانی که اسید اولئیک افزوده می‌گردد بیشتر قابل توجه است و با توجه به این که اثر ضدباکتری اسیدهای چرب غیراشباع روی باکتری‌های تجزیه کننده الیاف که تولیدکننده استات است، بیشتر قابل ملاحظه می‌باشد. تراکم انرژی خوراک با افزودن مکمل چربی به جیره غذایی افزایش پیدا می‌کند به ویژه بیشتر در گاوهایی که دارای تولید بالا هستند اغلب در اوایل دوران تولید در وضعیت تعادل منفی انرژی هستند، به همین دلیل افزودن مکمل چربی به خوراک گاوهای پرتولید معمولاً برای افزایش انرژی مصرفی و تامین اسیدهای چرب جهت پستان گاوها (به ویژه پرتولید) صورت می‌گیرد.

استفاده از چربی غیراستاندارد یا محافظت نشده سبب افزایش صابونی شدن کلسیم و منیزیم در شکمبه و دفع آنها از طریق مدفوع می‌شود. استفاده از مکمل چربی که بیشتر به صورت چربی اشباع باشند می‌تواند اثرات سودبخش بیشتری را تولیدات دام داشته باشند. بیشتر اسیدهای چرب موجود در جیره‌ی گاو از اسیدهای چرب بلند زنجیره و غیراشباع هستند که اغلب آنها در شکمبه اشباع می‌شوند. روی این اصل شیر گاو درصد زیادی اسیدهای چرب اشباع را در بردارد. نوع غذا بر طول زنجیره اسیدهای چرب شیر و به میزان کمتری بر درجه‌ی اشباع چربی‌ها اثر می‌گذارد. وقتی مصرف حیوان خیلی خوب باشد، افزودن مقادیری چربی به جیره، معمولاً تولید شیر را افزایش داده و وضعیت بدنی را بهبود می‌بخشد، کاهش مزمن انرژی به دفعات با افزایش حساسیت بیماری‌ها (در نتیجه کاهش ایمنی‌زایی) همراه است. زایش و آغاز شیردهی تنش متابولیکی بزرگی به گاو وارد می‌کند و کمبودهای نسبتاً حاد هم باعث می‌شود آن دسته از عوامل تغذیه‌ای که جهت حفظ سیستم ایمنی ضروری است سیستم ایمنی را تحت تاثیر قرار دهد. در اوایل شیردهی، گاوها (به ویژه پرتولید) در تعادل منفی انرژی و پروتئین بوده که عمل ایمنی‌زایی را مختل می‌کند. کمبود شدید انرژی در این دوره نیز می‌تواند باعث شود تا کتواسیدها در خون تجمع بیابد که این عارضه عملکرد لنفوسیت‌ها را بیشتر مختل می‌کند. افزودن مکمل چربی به جیره‌ی گاوهای پرواری ارزش انرژی‌زایی آن را به ویژه در پایان دوره افزایش می‌دهد. این افزایش موجب ازدیاد وزن روزانه و درصد چربی لاشه می‌گردد. افزودن ۸ درصد چربی به جیره‌ی گاوهای پرواری چربی گوشت را کمی بهبود می‌بخشد.

خصوصیات چربی‌های کلسیمی

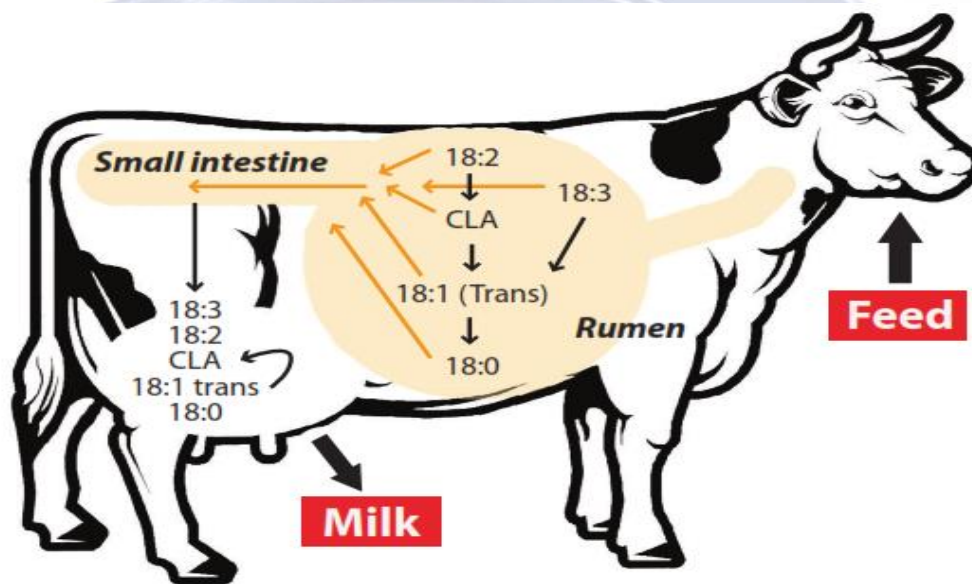
نمک‌های کلسیمی اسیدهای چرب شامل اسیدهای چرب هم‌راستا با یون‌های کلسیمی است که جایگزین چارچوب گلیسرول می‌شوند. زمانی که کلسیم با اسیدهای چرب غیراشباع هم‌راستا می‌شوند، مکمل چربی خصوصیات فیزیکی متفاوتی شبیه به اسیدهای چرب اشباع شده را دارند. این اسیدها در دماهای بالا جامد هستند و ذوب نمی‌شوند.

بنابراین این اسیدها حلالیت کمی در شکمبه دارند و به بیوهیدروژناسیون کمتر حساس هستند. محصولات نمک‌های کلسیمی درست شبیه به سایر مواد غذایی می‌توانند در خصوصیات تغذیه‌ای که شامل درجه‌ی خثی بودن در شکمبه و مقاومت آنها به بیوهیدروژناسیون است متغیر باشند. معادل دانستن دو نمک کلسیمی با آنالیز شیمیایی مشابه شبیه چیزی است که دو نوع ذرت یا کنجاله‌ی سویا را که در شرایط مختلف تولید شدند یکسان دانست. تصور این که نمک‌های کلسیمی اسیدهای چرب کاملاً در شکمبه خثی هستند یا این که به عنوان چربی "عبوری" هستند کاملاً درست نیست. نمک‌های کلسیمی به یون‌های آزاد کلسیم و اسیدهای چرب آزاد تجزیه شده و اسیدهای چرب آزاد غیراشباع در معرض بیوهیدروژناسیون یا سایر برهم‌کنش‌ها با میکروب‌ها قرار می‌گیرند. تجزیه‌ی ترکیبات صابونی کلسیم ممکن است به عنوان آنالوگ‌هایی برای لیپولیز گلیسیریدها در آن شرایط در نظر گرفته شوند و اسیدهای چرب به داخل محیط شکمبه آزاد شوند. مقدار pK (pH که در آن ۵۰ درصد نمک تجزیه می‌شود) برای نمک‌های کلسیمی بلند زنجیر ۴/۵ است اما اندکی با طول زنجیره و درجه‌ی غیراشباع شدن اسیدچرب تغییر می‌کند. زنجیرهای کوتاه‌تر و اسیدهای چرب غیراشباع اندکی مقادیر pK بالاتر دارند، که نشان دهنده‌ی آن است مقادیر بیشتری ترکیبات صابونی کلسیمی این اسیدهای چرب در pH معینی از شکمبه تجزیه می‌شوند. با کاهش pH شکمبه، بیشتر نمک کلسیمی به ترکیبات آن تجزیه می‌شود. در pH طبیعی شکمبه، بیشتر از ۶۰ تا ۹۰ درصد نمک‌های کلسیمی می‌توانند دست‌نخورده باقی بمانند و از شکمبه عبور کنند. تحقیقات نشان دادند که حدود ۵۰ درصد از اسیدهای چرب ۱۸:۱ در شکمبه در مقایسه با ۸۰ درصد هیدروژن‌دار شدن چربی‌های فعال-شکمبه هیدروژن‌دار شدند (Wu et al., 1991). نکته‌ی کلیدی در این جا این است که نه تنها چربی غیراشباع، کمتر در شکمبه فعال است اما همچنین اسیدهای چرب غیراشباع بیشتر (و کمتر اسید استئاریک) قابل دسترس باقی می‌مانند و بهبود قابلیت هضم چربی روده‌ای را به دنبال دارند. اگر چه آزاد شدن مقادیر اسیدهای چرب آزاد رخ می‌دهد، هرگز اسید چرب کافی در هر زمان مشخص برای این که مشکلاتی در چربی‌های فعال-شکمبه‌ای ایجاد شود وجود ندارد مگر این که سطوح تغذیه شده خارج از نسبت‌های توصیه شده باشد.

تحقیق در اوایل دهه‌ی ۱۹۸۰ نشان داد که حتی در ۱۰ درصد از ماده‌ی خشک جیره‌ای، نمک‌های کلسیمی اسیدهای چرب بلند زنجیر قابلیت هضم فیبر شکمبه‌ای را کاهش نمی‌دهند (۱۰ درصد از ماده‌ی خشک هرگز سطح توصیه شده برای تغذیه‌ی این محصول نیست، اما تحقیق برای تست خثی بودن این سطح از نمک‌های کلسیمی انجام شده است (Downer et al., 1987). Jenkins و Palmquist (۱۹۸۴) عدم تاثیر نمک‌های کلسیمی را بر قابلیت هضم فیبر نشان دادند. تجزیه‌ی آهسته‌ی نمک‌های کلسیمی اسیدهای چرب در محدوده‌ی pH نرمال شکمبه و میزان عبور آنها از شکمبه که با گاوهای شیری در حال شیرده همراستا است دلایلی است که این نوع از چربی ویژه می‌تواند "اسیدهای چرب غیراشباع خثی در شکمبه" نامیده شود. Fotouhi و Jenkins (۱۹۹۲) این مفهوم را به صورت اسیدهای چرب خثی و عبوری تشریح کردند.

اهمیت استفاده از چربی‌های کلسیمی در جیره‌ی نشخوارکنندگان

تحقیقات انجام شده قبل از ۱۹۸۰ (Davidson and Woods, 1963; Grainger et al., 1961) نشان دادند که همبستگی مثبتی بین مواد معدنی کاتیون دو ظرفیتی در جیره و قابلیت هضم مکمل چربی در جیره وجود دارد. تشکیل نمک کلسیمی دلیلی برای بهبود قابلیت هضم می‌باشد. سال ۱۹۸۰ را می‌توان سال آغاز استفاده از نمک‌های کلسیمی به عنوان مکمل غذایی برای جیره‌های گوشتی در نظر گرفت. در آن زمان تحقیق انجام شده در University Ohio State خاطر نشان کرد که نمک‌های کلسیمی اسیدهای چرب زنجیر بلند سنتز شده از مشکلات قابلیت هضم زمانی که به محیط کشت میکروب‌های شکمبه اضافه شد جلوگیری کرد. بعد از آن مطالعات *in vivo* در نشخوارکنندگان، خنثی بودن آنها در شکمبه را نشان دادند (Palmquist and Jenkins, 1982). در زیر شمای محصولات نهایی بیوهیدروژناسیون چربی در شکمبه نشان داده شده است.



شمای محصولات نهایی بیوهیدروژناسیون چربی در شکمبه

همان طور که اشاره شد حداقل کردن تجزیه‌ی شکمبه‌ای اسیدهای چرب با چندین پیوند دوگانه (PUFA) چالش اصلی در فرموله کردن جیره‌ی غذایی برای نشخوارکنندگان است تا تامین بعد از شکمبه‌ای PUFA فراهم شود. اشاره شد که یک روش حفاظت از چربی‌ها استفاده از نمک‌های کلسیمی اسیدهای چرب است که برای کاهش اثرات منفی چربی بر تخمیر شکمبه‌ای می‌باشد. این موضوع محاسبه شده است که میانگین تجزیه‌ی شکمبه‌ای اسیدهای چرب غیراشباع ۱۸ کربنی ۰/۸۷ برای یک مکمل مخلوطی از چربی حیوانی-گیاهی است و برای نمک‌های کلسیمی اسیدهای چرب ۰/۵۷ می‌باشد. با این همه میزان تجزیه با افزایش شمار پیوندهای دوگانه افزایش می‌یابد و تفاوت بین اسید چرب غیراشباع محافظت نشده و محافظت شده‌ی کلسیمی کاهش می‌یابد؛ برای مثال میانگین تجزیه‌ی اسید چرب ۱۸:۳ کربنی مقدار ۰/۸۴ برای مکمل محافظت نشده و ۰/۸۰ برای مکمل محافظت شده کلسیمی تعیین شد.

اسیدهای چرب قابل تخمیر نیستند و آنها یک منبع انرژی برای میکروب‌های شکمبه به حساب نمی‌آیند، به علاوه UFA برای میکروب‌ها سمی هستند؛ بنابراین به عنوان یک مکانیسم دفاعی، میکروارگانیسم‌های شکمبه این اسیدهای چرب را بیوهیدروژناسیون (اشباع کردن) می‌کند تا شکل کمتر سمی داشته باشند. در فرآیند بیوهیدروژناسیون آنزیم‌های میکروبی اسید لینولئیک را با اضافه کردن هیدروژن به باندهای دوگانه ادامه می‌دهند تا ملکول به اسید استئاریک اشباع شده تبدیل شود. در فرآیندهای تبدیل کردن اسیدهای چرب غیراشباع به ۱۸:۰ محصولات حد واسط تشکیل می‌شود. دو تا از این ترکیبات حد واسط ترانس ۱۸:۱ (اسید چرب ترانس) و اسید لینولئیک کونژوگه شده (CLAs) می‌باشد. این ترکیبات حد واسط از شکمبه عبور کرده برای جذب توسط روده مهیا می‌شوند. نسبت‌های عبوری اسیدهای چرب ۱۶:۰، ۱۸:۰ و کل ۱۸ کربنه‌ها به شکل خطی با افزایش یافتن اسیدهای چرب غیراشباع کاهش یافته و نسبت بخش جزئی ترانس-۱۸:۱ به شکل نمایی تحت تاثیر قرار گرفت. افزایش یافتن اسیدهای چرب غیراشباع حد بیوهیدروژناسیون اسیدهای چرب ۱۸:۲ و ۱۸:۳ را افزایش داد و حد بیوهیدروژناسیون ۱۸:۱ و ترانس-۱۸:۱ کاهش یافت. نمک‌های کلسیمی PUFA را از بیوهیدروژناسیون شکمبه‌ای محافظت نکرد با وجود این که میانگین pH شکمبه ۶ بود و اسیدهای چرب غیراشباع بیوهیدروژناسیون شکمبه‌ای ترانس-۱۸:۱ را کاهش داد، که به افزایش یافتن جریان دوازدهه‌ی این اسیدهای چرب منتج شد.

قابلیت هضم مواد مغذی

حیوانات تغذیه شده با مکمل اسیدهای چرب غیراشباع نسبت به شاهد قابلیت هضم بالاتر ماده‌ی خشک و چربی داشتند. مکمل اسیدهای چرب، pH شکمبه را افزایش داد و غلظت ازت آمونیاکی را کاهش داد. دفع روزانه‌ی آلانتونین، اسید اوریک، آلانتونین شیر، مشتقات پورین کل، پورین‌های جذب شده، نیتروژن میکروبی، و بازده‌ی میکروبی بین گاوها تفاوت معنی‌داری نداشت. اسیدهای چرب جیره‌ای دارای کارکردهای فیزیولوژیکی مختلفی در گاوهای شیری شیرده دارند و اثرات عمده‌ای بر متابولیسم هضم دارد.

اسیدهای چرب حد واسط متابولیت‌های فعالی بیولوژیکی هستند که بازدهی تولید مثل، سنتز چربی شیر، تخمیر شکمبه، مصرف مواد مغذی و قابلیت هضم گاوها را تحت تاثیر قرار می‌دهند. دانه‌های روغنی کامل نظیر سویاها در جیره‌های شیری برای تامین چربی و پروتئین اضافی به کار می‌روند. اگر چه سویا می‌تواند خام و یا اکستروود استفاده شود و مقدار پروتئین عبوری از شکمبه افزایش یابد. در حالی که سویاهای خام منبع رایج مکمل چربی هستند آنها می‌توانند منبع مقرون به صرفه و راضی کننده‌ی چربی و پروتئین باشند. نمک‌های کلسیمی اسیدهای چرب بلند زنجیر اسیدهای چرب باند شده با یون‌های کلسیم هستند که سبب می‌شود آنها نامحلول شوند. میکروب‌ها نمی‌توانند اسیدهای چرب را به شکل نمک‌های کلسیمی جذب کنند و نمک‌های کلسیمی اسیدهای چرب بلند زنجیر اثر اندکی بر تخمیر میکروبی دارند. با این همه، این کمپلکس اگر pH شکمبه کاهش یابد رسوب کرده و اجازه‌ی جذب و تجزیه‌ی اسیدهای چرب فراهم می‌شود. در آزمایش انجام شده نتایج خاطر نشان کردند که مکمل کردن نمک‌های کلسیمی اسیدهای چرب بلند زنجیر عملکرد رشد بره‌های Awassi جایگزینی را بهبود نداد در حالی که قابلیت هضم مواد مغذی را بهبود داد و غلظت سرم کلسترول و HDL را افزایش داد.

تولیدمثل

در خلال دهه‌های اخیر تولید شیر به ازای هر گاو شیری افزایش یافته است، در حالی که بازدهی تولید مثلی کاهش یافته است (Lucy, 2001). مشخص است که تغذیه به شکل بسیار زیاد کارکردهای تولیدمثلی و تولیدی را تحت تاثیر قرار می‌دهد (Butler, 2005)، استراتژی‌های تغذیه‌ای که تولید شیر را تحریک می‌کند و هم‌زمان سودمند باشد یا حداقل بازدهی تولیدمثلی را گاوهای شیری و تلیسه‌ها توصیه می‌شود. به عنوان یک مثال گنجاندن نمک‌های کلسیمی اسیدچرب تولید کلی شیر گاوهای شیری را افزایش داد (Erickson et al., 1992; Chouinard et al., 1997; Moallem et al., 2000).

گروه تحقیقاتی نشان داد که مکمل کردن نمک‌های کلسیمی PUFA در خلال آبستنی، میزان آبستنی در گاوهای گوشتی را افزایش داد (Lopes et al., 2009, 2011). همچنین، این مزایای تولیدمثلی مکمل PUFA به گاوها مستقل از شرکت کردن آن در محتوای انرژی جیره‌ای می‌باشد (Staples and Thatcher, 2005; Lopes et al., 2011). بعد از آمیزش اثرات مفید PUFA شامل افزایش پروژسترون در حال گردش (P4) (Grummer and Carroll, 1991; Lopes et al., 2009) و افزایش حفاظت و نگهداری از آبستنی می‌باشد (Pencer and Bazer, 2002; Lopes et al., 2011). به شکل بسیار اختصاصی، PUFA نشان داده شده است که غلظت‌های P4 در خلال اوایل آبستنی به وسیله‌ی افزایش دادن توسعه‌ی سلول‌های جسم زرد افزایش می‌یابد (Lucy et al., 1991) و مستقیماً متابولیسم استروئید جگری را تعدیل می‌کند (Sangsrivong et al., 2002). مکمل کردن PUFA همچنین ممکن است غلظت‌های انسولین در حال گردش را افزایش دهد (Williams and Stanko, 2000) که به نوبه‌ی خود همچنین کاهش بیان آنزیم‌های تجزیه‌کننده‌ی P4 جگری (Lemley et al., 2008; Vieira et al., 2010) و بهبود کارکرد تولید مثلی گاوهای شیری را نشان داده است (Gong et al., 2002). با این همه، نمک‌های

کلسیمی PUFA می‌تواند اساساً تجزیه شده و بیوهیدروژناسیون رخ دهد زمانی که pH شکمبه‌ای زیر ۶ باشد (Sukhija and Palmquist, 1990). در گاوهای شیری که جیره‌های با کنسانتره بالا را دریافت کردند، pH شکمبه‌ای می‌تواند به سرعت کاهش یابد، و برای چندین ساعت بعد از تغذیه زیر ۶ باقی بماند (Leedle et al., 1982). Maekawa و همکاران (۲۰۰۲) گزارش کردند که pH شکمبه‌ای در گاوهای شیری که جیره ی مخلوط (TMR) با کنسانتره بالا دریافت کرده بودند بیشتر از ۶ قبل از تغذیه در صبح بود، و این سطح برای حداقل ۳ ساعت بعد از تغذیه صبح بالا باقی ماند، اما کمتر از ۶ برای باقی روز حفظ شد.

مکمل چربی در جیره‌های تلیسه‌ها و گاوهای گوشتی اطراف زایمان غالباً به شکل مثبتی کارکردهای تولیدمثلی و عملکرد را مستقل از وضعیت انرژی تحت تاثیر قرار می‌دهد. مکمل چربی تعداد و اندازه‌ی فولیکول‌ها را در گاوهای گوشتی اطراف زایمان و تلیسه‌های گوشتی cycling را افزایش داده است. چربی مکمل شده غلظت کلاسترول، پیش‌ساز برای سنتز پروژسترون در خون و فولیکول‌ها، را افزایش داد. کمبود پروژسترون در خلال اوایل و اواسط فاز luteal در سیکل فحلی دلیل احتمالی برای مرگ و میر جنین می‌باشد. سطوح افزایش یافته‌ی پروژسترون سرم در خلال فاز luteal قبل از تلقیح مصنوعی همراستا با میزان گیرایی بالاتر بوده است. با این همه، اثرات چربی مکملی بر غلظت‌های پروژسترون متغیر می‌باشد. خوراندن چربی‌های خنثی در شکمبه، نظیر نمک‌های کلسیمی اسیدهای چرب بلند زنجیر ممکن است قابلیت دسترسی اسیدهای چرب ضروری برای جذب را افزایش دهد. غلظت‌های اسید لینولئیک پلاسما در تلیسه‌های گوشتی تغذیه شده با نمک‌های کلسیمی اسیدهای چرب بلند زنجیر در مقایسه با گروه شاهد بالاتر بود. افزایش قابلیت دسترسی اسید چرب می‌تواند تحویل آن را به بافت‌ها برای متابولیسم افزایش دهد. مکمل کردن نمک‌های کلسیمی اسیدهای چرب بلند زنجیر در جیره‌ها برای گاوهای گوشتی اطراف زایمان اندازه و تعداد فولیکول تخمدانی و سطوح کلاسترول و پروژسترون کل را افزایش داده است. اثرات تغذیه‌ی نمک‌های کلسیمی اسیدهای چرب بر پاسخ‌های ترشح هورمونی، کارکرد تخمدان-رحم، و بیان ژن‌های مختلف در رحم بررسی شد (Bilby et al., 2006a; Bilby et al., 2006). نکته‌ی اساسی آزمایشات آن بود که تغذیه‌ی چربی عبوری بیان ژن‌ها در رحم را تغییر می‌دهند و این که پاسخ‌های رحم را برای توسعه‌ی حمایتی از جنین و حفظ آبستنی را به همراه دارد. در جدول ۳ نتایج ارتباط با بهبود میزان گیرایی (درصد) (گاوهای شیری تغذیه شده با مکمل‌های اسیدهای چرب کلسیمی نشان داده شده است.

جدول ۳- مطالعات گزارش شده در ارتباط با بهبود میزان گیرایی (درصد) (اولین سرویس یا سرویس‌های تجمعی) گاوهای شیری تغذیه شده با مکمل‌های اسیدهای چرب. گروه شاهد مکمل چربی را دریافت نکرده است.

منبع چربی و غلظت یا مقدار در جیره	تعداد گاوها در آزمایش	گروه شاهد	گروه آزمایشی	رفرنس
روغن پالم کلسیمی، ۲ درصد	۲۵۳	۴۳	۵۹ ^۱	Ferguson et al., 1990
روغن پالم کلسیمی، ۲/۶ درصد	۹۹	۶۲	۸۲	Sklan et al., 1991
روغن پالم کلسیمی، ۱ پوند در روز	۴۴۳	۹۳	۹۸	Scott et al., 1995
روغن پالم کلسیمی، ۲/۲ درصد	۴۳	۵۲	۸۶	Garcia-Bojalil et al., 1998

اولین تلقیح مصنوعی

حال سوال این است که چگونه مکمل چربی به بهبود میزان گیرایی کمک می‌کند؟ در زیر موارد احتمالی مورد بررسی قرار می‌گیرد.

بهبود وضعیت انرژی

آن گاوهای شیری در حال شیرده که وضعیت تعادل منفی انرژی طولانی یا شدید را دارند یک تاخیر در بازجذب سیکل‌های فحلی بعد از زایمان دارند که می‌تواند شمار روزهای باز را افزایش دهد. اگر مکمل چربی بتواند به افزایش مصرف انرژی کمک کند، احتمال دارد که حالت انرژی منفی بتواند کمتر شده و سیکل‌های فحلی زودتر شروع شده و گیرایی زودتر رخ دهد. افزودن یک ماده‌ی مغذی با انرژی متراکم نظیر چربی به جیره می‌تواند معمولاً مصرف انرژی گاو را افزایش دهد. با این همه، وضعیت انرژی گاو معمولاً به این خاطر که اندک کاهش متوسطی در مصرف خوراک و/یا یک افزایش در تولید شیر وجود دارد بهبود نمی‌یابد. گاوهای شیری تغذیه شده با نمک‌های کلسیمی (Castaneda-Gutierrez, 2005) CLA یا روغن پالم (Garcia-Bojalil et al., 1998; Sklan et al., 1991) میزان گیرایی بهتری داشتند، بدون این که بهبودی در تعادل انرژی مشاهده شود. اگر چه شواهدی وجود دارد که تغذیه‌ی چربی می‌تواند وضعیت انرژی گاوهای شیری شیرده را بهبود بدهد، یک بهبود در عملکرد تولیدمثلی صرف نظر از بهبود یافتن وضعیت انرژی حیوانات آزمایشگاهی مشاهده شده است.

فولیکول‌های تخمدانی سالم‌تر؟

اندازه فولیکول غالب در گاوهای شیری شیرده دریافت‌کننده‌ی چربی مکملی غالباً بزرگ‌تر هستند. به شکل میانگین اندازه‌ی فولیکول غالب $3/2$ میلی‌متری بزرگ‌تر (یک افزایش ۲۳ درصدی) در گاوهای مکمل شده با چربی در مقایسه با گاوهای گروه شاهد بود (Staples et al., 2007). نشان داده شده است که چربی‌های اشباع چندگانه در افزایش اندازه‌ی فولیکول بسیار موثر بودند. بنابراین گاوهای تغذیه شده با اسیدهای چرب ضروری احتمالاً آبستنی بالاتری داشته باشند به خاطر تشکیل جسم زرده‌ی تخمدانی بزرگ‌تر که از فولیکول تخمدانی بالاتر مشتق شده است. افزایش در پتانسیل ترشحات پروژسترون و غلظت‌های پلاسمایی نیاز به در نظر گرفتن میزان بالاتر متابولیسم و پاک‌سازی پروژسترون در گاوهای شیری شیرده دارد. خوراندن نمک‌های کلسیمی روغن ماهی، در شروع postpartum، اثر مثبت یا منفی بر غلظت‌های پروژسترون در خلال یک سیکل فحلی برنامه‌ریزی شده نداشت (Bilby et al., 2000a).

اثر ضد جسم زرده در کاهش دادن ترشحات پروستوگلاندین‌ها؟

اگر $PGF_{2\alpha}$ توسط رحم آزاد شود، جسم زرد تحلیل خواهد رفت، سنتز پروژسترون کاهش خواهد یافت، جنین به خاطر عدم حمایت خواهد مرد، و گاو یک سیکل جدید را آغاز خواهد کرد. اسیدهای چرب امگا-۳ ذخیره شده در رحم از جیره ممکن است به توسعه‌ی رشد جنین و بقاء آن به واسطه‌ی کمک کردن به کاهش سنتز پروستوگلاندین $F2\alpha$ کمک کنند. البته نتایج آزمایشات مختلف در این راستا تغییراتی را نشان دادند که می‌تواند همراهستا با زمان‌بندی پاسخ القایی به زمان نرمال تشکیل جسم زرد بستگی داشته باشد.

افزودن نمک‌های کلسیمی اسیدهای چرب بلند زنجیر در جیره قبل از آمیزش غلظت‌های کلسترول سرم را افزایش داده و تمایل به افزایش میزان گوساله‌زایی در تلیسه‌های گوستی داشت. مکمل کردن با نمک‌های کلسیمی اسیدهای چرب بلند زنجیر ممکن است مزایایی برای بقایای جنین در خلال اوایل آبستنی داشته باشد. خوراندن نمک‌های کلسیمی PUFA به گاوهای شیری تولید شیر را افزایش داد، اثری بر مصرف خوراک نداشت و از دست دادن آبستنی به ازای هر سرویس را کاهش داد. به علاوه، مقدار کل روزانه‌ی نمک‌های کلسیمی PUFA باید در خلال آغاز تغذیه در روز خوراندن شود برای این که اثراتش بر روی آبستنی گاوهای شیری سودمند باشد.

یکی از روش‌های افزایش‌دهنده‌ی عملکرد تولید مثل گوسفندان ماده افزایش مدت زمان دوره‌ی تولید مثلی می‌باشد. سن بلوغ و سن اولین بزه‌زایی صفات مهمی در ارتباط با عملکرد کلی تولید مثلی هستند. در حالی که نقطه‌ی انتهایی به کار گرفته شده برای تعریف بلوغ یک نقطه‌ی مجزا در زمان است، فرآیندهای بلوغ جنسی به تدریج در قیل، حین و بعد از بلوغ در طول زمان رخ می‌دهد. مکانیسم زمان‌بندی بلوغ به سطح بحرانی سیگنال‌های متابولیکی که در فعال‌سازی محور گندهای هیپوتالاموس-هیپوفیز نقش

دارند، حساس هستند. همچنین سوخت‌های متابولیکی قابل اکسیده شدن، صرف نظر از منبع آنها (چربی، کربوهیدرات‌ها یا پروتئین‌ها) به عنوان تنظیم کننده‌های هورمون‌های آزادکننده‌ی گنادوتروپین‌ها و هورمون‌های تخمدانی به کار می‌روند. مصرف انرژی به نظر می‌رسد تعیین کننده‌ی اولیه برای عملکرد تولید مثلی حیوانات نشخوارکننده می‌باشند، چرا که حیوانات نشخوارکننده ذخیره‌کنندگان خوب نیتروژن هستند. ترکیبات صابونی منبع غنی از سوخت متابولیکی را به خاطر محتوای اسیدهای چربشان (۸۴ درصد اسید چرب) ارایه می‌دهند؛ به طوری که این موضوع اخیراً در جیره‌ی نشخوارکنندگان برای افزایش تراکم انرژی استفاده شده است. در این راستا نتایج نشان داد که استفاده از نمک‌های کلسیمی اسیدهای چرب بلند زنجیر، بلوغ در بره‌های میش رحمانی (Rahmani) را افزایش داد. این امر می‌تواند به این دلیل باشد که افزایش فراهم شدن سیگنال‌های غذایی (از طریق افزایش ترشحات فاکتور رشد شبه انسولین-۱) و / یا متابولیت‌های خونی (گلوکز، کلسترول و لیپید) باشد. همچنین در آزمایش دیگری نشان داده شده است که مکمل جیره‌ی پایه با نمک‌های کلسیمی اسیدهای چرب بلند زنجیر با یا بدون ال-کارنیتین به طور معنی‌داری تعداد و اندازه‌ی فولیکول‌های تخمدانی و میزان تخمک‌گذاری در میش‌های رحمانی را بهبود داده است.

دوره‌ی انتقال

تغذیه‌ی دوره‌ی انتقال گاوهای شیری در سال‌های اخیر بسیار مورد توجه قرار گرفته است. دوره‌ی انتقال همراستا با خطر افزایش یافته‌ی ناهنجاری‌های متابولیکی به خاطر تغییرات بسیار در سیستم خون وجود دارد که به وسیله‌ی تغییرات پروفیل هورمونی ایجاد شده است. به علاوه این تغییرات غالباً با مدیریت تغذیه‌ای در زمان دوره‌ی خشک، وضعیت متابولیکی و عملکرد تولیدی و تولید مثلی دوره‌ی شیردهی بعدی همراستا می‌باشد. گنجاندن منابع اضافی چربی شامل اسیدهای چرب بلند زنجیر در جیره‌ی نشخوارکنندگان می‌تواند مزایایی برای وضعیت متابولیکی در خلال دوره‌ی انتقال داشته باشد. این موضوع به این دلیل است که اسیدهای چرب منابع قابل توجهی از انرژی هستند و آنها نقش مهمی در فیزیولوژی و متابولیسم حیوانات بازی می‌کنند. با این همه گنجاندن منابع اضافی چربی می‌تواند سبب تغییرات در متابولیسم پایه، به ویژه متابولیسم شکمبه، فلور میکروبی، قابلیت هضم و استفاده از مواد مغذی شود.

دلایل استفاده از چربی در خلال دوره‌ی انتقال بسیار است. Kronfeld (۱۹۸۲) مفهوم نسبت گلوکوژنیک به لیپوژنیک را معرفی کرد که پیشنهاد می‌کند غدد پستانی ممکن است دچار کمبود در پیش‌سازهایی برای سنتز تری‌گلیسیرید باشند، به ویژه در زمانی که چربی شیر بالا باشد. در یک بررسی ناهنجاری‌های متابولیکی در ارتباط با لیپید در گاوهای شیری قبل و بعد از زایش، Grummer (۱۹۹۳) فرضیه‌ی پردازی کردند که چربی جیره می‌تواند متابولیسم اسید چرب را کاهش دهد، اثر کمکی بر اکسیداسیون گلوکز غدد پستانی داشته باشد از طریق کاهش دادن مقادیر NADPH که برای سنتز اسید چرب غدد پستانی ضروری است. اثرات خوراندن چربی یا پی (Skaar et al., 1989; 960 g/d) یا چربی

کپسول شده (Selfer et al., 1995; 350 g/d) در خلال دوره انتقال اندک می‌باشد. سطوح چربی عبوری از تخمیر شکمبه در روده‌ی باریک به شکل شیلومیکرون توسط بافت‌های کبدی جذب شده و در لیپیدوز هپاتیک شرکت نمی‌کند چرا که لیپوپروتئین لیپاز در جگر وجود ندارد. آزمایشات قبلی در شرایط آزمایشگاهی و موجود زنده سینتریزم اسیدهای چرب و متابولیسم پروپیونات را در خلال گلوکونئوزنر خاطر نشان کردند. Ferre و همکاران (۱۹۷۸) استنتاج کردند که اکسیداسیون جگری اسیدهای چرب می‌تواند ATP، استیل کوآنزیم A، و NADH و کوفاکتورهای ضروری را برای حداکثر کردن ظرفیت گلوکونئوزنر می‌باشد. بر اساس کار در شرایط آزمایشگاهی با سلول‌های کبدی گوسفند، Lomax و همکاران (۱۹۸۶) پیشنهاد دادند که کاهش یافتن اکووالانت‌ها از متابولیسم اسید چرب انتقال اتم‌های کربن را در خلال غشاء میتوکندری تحت تاثیر قرار می‌دهد. این امر به ویژه زمانی که شاتل کربن ملالت در خلال گلوکونئوزنر در دوره انتقال گاو بسیار با اهمیت است. اخیرا در گاوهایی که پیش‌ساز گلوکوز را توام با نمک‌های کلسیمی اسیدهای چرب مصرف کردند گلوکز و انسولین خون افزایش یافته و NEFA کاهش یافته نسبت به گاوهایی که مقدار و نوع مشابه لیپید را توام با جو در دوره انتقال مصرف کردند. چیزی که از تحقیق Patton و همکاران (۲۰۰۴) مشخص نیست اثر تغذیه‌ی پیش‌سازهای گلوکز به تنهایی و در مقایسه با پیش‌ساز گلوکز به همراه چربی است و این که دوز لیپیدا و پیش‌سازهای گلوکز می‌تواند پاسخ بیشتری داشته باشد یا نه. نشان داده شده است که گاوهایی که منابع اسیدهای چرب (اسید پالمیتیک و اسید اولئیک) را مصرف کردند به طور معنی‌داری توانایی بتا-اکسیداسیون در اسیدهای چرب کبد افزایش یافته و غلظت کمتری از تری گلیسیریدا در کبد در آغاز شیردهی وجود داشته است. اسیدهای چرب بلند زنجیر نقش مهمی در کارکردهای فیزیولوژیکی و تامین انرژی دارند، اگر چه چندین تغییرات که در فرآیندهای سازگاری فیزیولوژی در دوره انتقال رخ می‌دهد باید در نظر گرفته شود. نشان داده است که مکمل کردن خوراک گاوهای شیری با منابع اسیدهای چرب غیراشباع یک استراتژی با اهمیت برای دوره انتقال می‌باشد. اسیدهای چرب غیراشباع اثرات مثبتی بر تعادل انرژی در ابتدای دوره شیرواری دارند. استفاده از نمک‌های کلسیمی در جیره‌های گاوهای شیری در خلال دوره انتقال تعادل متابولیکی را بدون این که تخمیر شکمبه‌ای، متابولیسم نیتروژن یا عملکرد تولید مثلی را تحت تاثیر قرار دهد، بهبود داده است.

ویژگی‌های شیر

تحت شرایطی از اسیدهای چرب غیراشباع مازاد و یک pH شکمبه‌ای پایین نظیر آن چه که با جیره‌های غلات زیاد، علوفه‌ی کم رخ می‌دهد برای ایزومرهای ترانس اسیدهای چرب نامطلوب (نظیر ترانس-۱۰-۱۸:۱ یا ترانس-۱۰-۱۸:۲ یا هر دو) ممکن است شکل بگیرند؛ که نشان داده شده است با کاهش چربی شیر همراستا بوده است (Griinari et al., 1998; Baumgard et al., 2000; Bauman and Griinari, 2003). بنابراین، بسته به این که چه مقدار از اسیدهای چربی در شکمبه به صورت اسید استناریک اشباع شده یا به صورت ترکیبات حد واسط وجود داشته باشند، مقدار انرژی چربی و اثر آن روی تولید چربی شیر متغیر خواهد بود. گزارشات استفاده از چربی‌های محافظت

شده برای گاو شیری که حدود ۱۵ درصد از انرژی متابولیسمی آنها از چربی‌های بلند زنجیره تامین شده باشد، بازدهی استفاده از انرژی برای تولید شیر به حداکثر می‌رسد. استفاده از منابع اسیدهای چرب بلند زنجیر در جیره‌ی گاوهای شیری ارزش بیولوژیکی شیر در اوایل شیردهی را به خاطر غلظت‌های بالاتر اسیدهای چرب ویژه نظیر CLA ۱۸:۲ سیس ۹، ترانس ۱۱ افزایش داده است. نمک‌های کلسیمی اسیدهای چرب بلند زنجیر درصد چربی شیر و تولید شیر را زمانی که ۳ یا ۶ درصد ماده‌ی خشک استفاده شد افزایش نشان داد. نمک‌های کلسیمی اسیدهای چرب می‌تواند تا ۶ درصد از ماده‌ی خشک جیره بدون این که اثرات مضر بر تخمیر شکمبه‌ای و قابلیت هضم مواد مغذی داشته باشد استفاده شود.

استفاده از منابع چربی در جیره‌ها برای گاوهای شیری همچنین می‌تواند کاهش محتوای پروتئین شیر را تحریک کند، اگر چه تولید پروتئین تحت تاثیر قرار نمی‌گیرد و حتی در برخی موارد افزایش می‌یابد. این کاهش می‌تواند به وسیله‌ی اثر ساده‌ی رقیق کردن به خاطر افزایش در تولید شیر زمانی که منابع چربی به جیره‌ها اضافه شود رخ دهد. تغذیه‌ی چهار دوز (۰، ۱۸/۴، ۳۵/۴ یا ۵۴/۰ گرم در کیلوگرم ماده‌ی خشک) از نمک‌های کلسیمی اسیدهای چرب در گاوهای شیری گزارش شده است که نسبت اسیدهای چرب n-3 از ۱۲/۰ به ۲۲/۵ گرم در کیلوگرم از اسید چرب افزایش داده است. محققان در یک متاآنالیز و متارگریسیون گزارش کردند که افزودن اسیدهای چرب در جیره‌های گاوهای شیری اثرات محسوسی بر تولید شیر، تولید چربی شیر، مقدار ماده‌ی خشک مصرفی، محتوای چربی و پروتئین شیر دارد. در جدول زیر برخی از مطالعات انجام شده در ارتباط با استفاده از نمک‌های کلسیمی بر خصوصیات شیر نشان داده شده است.

جدول ۴- استفاده از نمک‌های کلسیمی اسیدهای چرب بر خصوصیات شیر

منابع	پاسخ	نمک‌های کلسیمی اسیدهای چرب پالم	شاهد
Schneider et al., 1990	شیر یا شیر تصحیح شده، پوند در روز	۷۹/۶	۷۵/۹
Holter et al., 1992		۵۷/۴	۵۷/۰
Sklan et al., 1989; 1991		۷۰/۶	۶۷/۵
Sklan et al., 1994 - Multiparous Cows		۸۰/۵	۷۱/۳
Garcia-Bojalil et al., 1998		۵۸/۱	۵۴/۶
Moallem et al., 1997		۸۷/۶	۷۹/۹

جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

فواید بالقوه‌ی چربی‌ها به صورت افزایش انرژی جیره، مصرف اسید چرب موجود در خوراک و اثرات سودمند ناشی از کاربرد چربی‌های محافظت‌شده، سبب توسعه کاربرد آنها شده است. میکروارگانیسم‌های شکمبه‌ای پروفیل اسیدهای چرب جیره را از طریق ایزومراسیون و بیوهیدروژناسیون اسیدهای چرب غیراشباع تغییر می‌دهند. یکی از مکانیسم‌های محافظت از تغییرات ایجاد شده بر روی چربی‌ها در شکمبه، کلسیم‌دار کردن اسیدهای چرب می‌باشد. با این عمل آنها در برابر تغییرات ایجاد شده توسط میکروارگانیسم‌های شکمبه‌ای محافظت می‌شوند. اسیدهای چرب باند شده با نمک‌های کلسیمی برای جذب باکتری‌ها قابل دسترس نیستند اما اسید چرب توسط جدا شدن یون کلسیم در روده قابل دسترس و قابل استفاده می‌شوند. آزمایشات انجام شده با استفاده از نمک‌های کلسیمی به عنوان منبع محافظت‌شده‌ی چربی‌ها برای گاو شیری، اثرات سودمند آنها را خاطر نشان کردند. به طور کلی اثرات مثبت استفاده از نمک‌های کلسیمی در جیره‌ی گاوهای شیری شامل بهبود قابلیت هضم مواد مغذی جیره‌ای، بهبود ویژگی‌ها و خصوصیات تولیدمثلی، بهبود وضعیت انرژی و ویژگی‌های شیر می‌باشد که می‌توان منبع مناسبی از چربی در گاوهای شیری در شرایط مختلف بحرانی زندگی آنها باشد.

بخش علمی پیشگامان سپند گستر

حمیدرضا همتی متین

