



دانشگاه گیلان

نشریه پژوهش در نشخوارکنندگان

جلد سوم، شماره اول، ۱۳۹۴

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

اثر افزودن ساکارز و دانه آفتاب‌گردان به جیره بر عملکرد شیردهی و الگوی تخمیر شکمبه در گاوهای شیری

علی رزاقی^۱، * رضا ولی‌زاده^۲، عباسعلی ناصریان^۲ و محسن دانش‌مسگران^۲

^۱ دانشجوی دکتری و ^۲ استاد گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

تاریخ دریافت: ۹۳/۱۲/۳؛ تاریخ پذیرش: ۹۴/۲/۱۴

چکیده

مطالعه حاضر برای بررسی اثر افزودن ساکارز به جیره با یا بدون دانه آفتاب‌گردان آسیاب شده بر تخمیر شکمبه و متابولیت‌های خونی و عملکرد گاوهای اوایل شیردهی انجام شد. هشت رأس گاو هلشتاین به صورت آزمایش فاکتوریل ۲×۲ در قالب طرح مربع لاتین ۴×۴ تکرار شده به جیره‌های آزمایشی شامل جیره با قند پایین (بدون ساکارز و دانه آفتاب‌گردان)، جیره با قند پایین و هشت درصد دانه آفتاب‌گردان، جیره با قند بالا حاوی چهار درصد ماده خشک ساکارز و جیره با قند بالا حاوی ساکارز با دانه آفتاب‌گردان اختصاص داده شدند. ساکارز و دانه آفتاب‌گردان جایگزین دانه ذرت شد. مصرف ماده خشک، تولید شیر و درصد پروتئین، لاکتوز و مواد جامد بدون چربی شیر تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفت. افزودن ساکارز به جیره موجب افزایش غلظت چربی شیر ($P < 0/01$) و تولید شیر تصحیح شده بر اساس چهار درصد چربی ($P < 0/05$) شد. هر چند که جیره‌های آزمایشی اثر معنی‌داری بر غلظت‌های نیترژن آمونیاکی، کل اسیدهای چرب فرار، پروپیونات، بوتیرات، والرات و ایزووالرات نداشت، pH ($P < 0/01$)، استات ($P < 0/01$) شکمبه و نسبت استات به پروپیونات ($P < 0/01$) با مصرف ساکارز افزایش معنی‌داری نشان داد. استفاده از هشت درصد دانه آفتاب‌گردان در جیره افزایش غلظت تری‌گلیسرید ($P < 0/05$) و کلسترول ($P < 0/01$) پلاسما را در مقایسه با جیره‌های فاقد دانه روغنی به دنبال داشت. پژوهش حاضر نشان داد که جایگزینی دانه ذرت با ساکارز ممکن

*مسئول مکاتبه: valizadeh@um.ac.ir

است غلظت چربی شیر و تولید شیر تصحیح شده بر اساس چهار درصد چربی را افزایش داده و الگوی تخمیر شکمبه را در گاوهای شیری تغییر دهد.

واژگان کلیدی: ساکارز، دانه آفتابگردان، چربی شیر، گاو شیری

مقدمه

کربوهیدرات‌ها بین ۶۰ تا ۷۰ درصد انرژی موردنیاز گاوهای شیری پرتولید را تأمین می‌کند (آلن و پیانتونی، ۲۰۱۴). این ترکیبات دامنه وسیعی از مواد مغذی از فیبر با تخمیر اندک تا کربوهیدرات‌های سریع تخمیر را شامل می‌شوند. نشاسته به‌عنوان کربوهیدرات سهل الهضم شاخص در صورتی که به مقدار زیاد مصرف شود موجب تخمیر سریع و افت pH شکمبه می‌شود. در این شرایط، تولید بالاتر پروپونات موجب کاهش مصرف خوراک و pH شکمبه و در نهایت افت چربی شیر می‌شود (اوبا، ۲۰۱۱). با توجه به تبدیل قند به شکل نشاسته در دانه غلات و تخمیر قندها به اسیدهای آلی در سیلو؛ تمامی اجزای جیره غذایی گاو شیری حاوی قند محلول است به طوری که جیره معمول گاو شیری بیش از ۳ درصد قند محلول دارد (آلن و پیانتونی، ۲۰۱۴).

پژوهش‌های مختلف اثر مثبت تغذیه جیره‌های حاوی قند محلول بالا را بر مصرف ماده خشک (برودریک و همکاران، ۲۰۰۸)، عملکرد شیردهی (پنر و اوبا، ۲۰۰۹) و تغییرات در الگوی تخمیر شکمبه همانند کاهش نیتروژن آمونیاکی (استنسیگ و همکاران، ۱۹۹۸؛ برودریک و رادلوف، ۲۰۰۴) و افزایش غلظت بوتیرات شکمبه (هریستوف و راب، ۲۰۰۳؛ دفراين و همکاران، ۲۰۰۶) گزارش کرده‌اند. قندها به سرعت در شکمبه تخمیر شده و به لحاظ تئوری سبب تولید اسید لاکتیک و کاهش pH شکمبه می‌شوند که کاهش قابلیت هضم فیبر را به دنبال دارد (اولکر و همکاران، ۲۰۰۹، مولینس و بردفورد، ۲۰۱۰). با این حال، برودریک و رادلوف (۲۰۰۴) بهبود هضم فیبر را زمان افزودن قندها به جیره گزارش نمودند. با توجه به این‌که باکتری‌های هضم کننده فیبر مسئول بیوهیدروژناسیون در شکمبه نیز هستند می‌توان گفت که قندهای محلول قادر به تحریک بیوهیدروژناسیون اسیدهای چرب غیراشباع می‌باشند. بیوهیدروژناسیون کامل اسیدهای چرب غیراشباع اثرات منفی بالقوه بر ساخت چربی شیر را کاهش داده و بنابراین ممکن است از افت چربی شیر جلوگیری کند (مارتل و همکاران، ۲۰۱۱). هر چند که تمامی آزمایش‌ها اثر مثبت قندها را بر تولید شیر نشان نداده‌اند ولی گاوهای تغذیه

شده با جیره‌های حاوی قندهای محلول بالا چربی شیر بیش‌تری داشتند (پنر و اوبا، ۲۰۰۹؛ مارتل و همکاران، ۲۰۱۱).

بیوهیدروژناسیون شکمبه‌ای اسیدهای چرب غیراشباع در نشخوارکنندگان سبب تشکیل دامنه‌ای از چندین اسید چرب واسطه‌ای شده که به‌دنبال هضم و جذب وارد شیر می‌شوند. به‌طوری که اسید لینولئیک به‌عنوان سوبسترای اصلی تبدیل به اسید لینولئیک کونژوگه و سپس اسیدهای چرب ترانس ۱۸:۱ می‌گردد (چیلیارد و همکاران، ۲۰۰۷؛ بوسینی و همکاران، ۲۰۱۲). تغذیه انواع مختلفی از منابع اسیدهای چرب غیراشباع به گاوهای شیری موجب افزایش غلظت اسیدهای چرب ۱۸:۰ و ۱۸:۱ در چربی شیر شده و در حالی که غلظت اسیدهای چرب کوتاه و متوسط زنجیر (۸ تا ۱۴ کربنه) کاهش می‌یابد، زیرا اسیدهای چرب یاد شده در این شرایط ممانعت‌کننده سنتز چربی در غده پستانی هستند (پالمکویست و جنکینز، ۱۹۸۰؛ چیلیارد و فرلای، ۲۰۰۴). زنید و همکاران (۲۰۱۳) مشاهده کردند که در زمان افزودن روغن آفتاب‌گردان غنی از سیس-۹، سیس-۱۲-۱۸:۲ به جیره، pH شکمبه تغییری نکرد ولی نسبت اسید چرب واسطه‌ای ترانس-۱۱-۱۸:۱ در شکمبه افزایش یافت. در حالی که اثر متقابلی در زمان تغذیه جیره‌ای با سطح بالای نشاسته و روغن آفتاب‌گردان به گاوها در مورد pH شکمبه مشاهده نشد اما در این شرایط تولید اسید چرب ترانس-۱۰ که به‌عنوان یکی از عوامل اصلی کاهش سنتز چربی شیر مطرح است، به‌جای ترانس-۱۱-۱۸:۱ در شکمبه افزایش یافت. با این حال شواهد بسیاری نشان می‌دهد که قندها به‌طور معنی‌داری غلظت اسیدهای چرب غیراشباع با چندین پیوند دوگانه (مولینس و بردفورد، ۲۰۱۰) و ترانس (پنر و اوبا، ۲۰۰۹) را در شیر کاسته و در مقابل سهم اسیدهای چرب کوتاه زنجیر شیر را افزایش می‌دهند. بیوهیدروژناسیون ناقص اسیدهای چرب غیراشباع علت اصلی افت چربی شیر بیان شده است (گریناری و همکاران، ۱۹۹۸؛ شینگفیلد و همکاران، ۲۰۱۰) اما ریبرو و همکاران (۲۰۰۵) اثبات کردند که بیوهیدروژناسیون اسیدهای چرب غیراشباع با افزودن ساکارز در شرایط برون تنی تحریک می‌شود. این پاسخ در واقع بازتابی از تغییر در الگوی تخمیر شکمبه از تولید پروپیونات به سمت تولید بیش‌تر بوتیرات و استات، افزایش pH شکمبه و در نهایت تحریک بیوهیدروژناسیون کامل می‌باشد (مارتل و همکاران، ۲۰۱۱). بنابراین هدف آزمایش حاضر بررسی تأثیر تغذیه جیره‌های حاوی قند بالا یا پایین به گاوهای شیری مصرف‌کننده سطح بالای کنسانتره با یا بدون دانه آفتاب‌گردان (غنی از اسیدلینولئیک به‌عنوان سوبسترای اصلی بیوهیدروژناسیون) بر عملکرد تولیدی، میزان چربی شیر و الگوی تخمیر شکمبه بود.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در گاوداری تحقیقاتی دانشگاه فردوسی مشهد در زمستان ۱۳۹۲ انجام شد. تعداد ۸ رأس گاو شیرده هلشتاین زایش دوم با میانگین وزن بدن 620 ± 15 کیلوگرم و روزهای شیردهی، 60 ± 10 به صورت آزمایش فاکتوریل 2×2 در قالب یک طرح مربع لاتین 4×4 تکرار شده با چهار دوره ۲۱ روزه استفاده شد. هر دوره شامل ۱۴ روز عادت‌پذیری و ۷ روز نمونه‌گیری و رکوردبرداری بود. جیره پایه با نرم‌افزار کرنل-پنسیلوانیا-مینر^۱ برای گاوهای هلشتاین در اوایل شیردهی تنظیم شد. ترکیب جیره‌های آزمایشی در جدول ۱ ارایه شده است. جیره‌های آزمایشی شامل: (۱) جیره با قند پایین (بدون ساکارز یا دانه آفتاب‌گردان)، (۲) جیره با قند پایین و ۸ درصد دانه آفتاب‌گردان، (۳) جیره با قند بالا حاوی ۴ درصد ماده خشک ساکارز و (۴) جیره با قند بالا حاوی ساکارز با دانه آفتاب‌گردان بود. دانه آفتاب‌گردان و ساکارز جایگزین دانه ذرت شد. جیره‌ها به صورت کامل مخلوط روزانه سه بار بلافاصله پس از شیردوشی به گاوها تغذیه شدند. گاوها به‌طور آزاد دسترسی به آب داشتند. در دوره‌های نمونه‌گیری از خوراک و پس مانده آن نمونه‌گیری شد. تجزیه آزمایشگاهی شامل تعیین ماده خشک، خاکستر، پروتئین خام و چربی خام بر اساس روش‌های استاندارد تجزیه (۲۰۰۵) بر روی نمونه‌های نهایی صورت گرفت. مقادیر فیبر نامحلول در شوینده خنثی^۲ و اسیدی^۳ طبق روش پیشنهادی ون سوست و همکاران (۱۹۹۱) اندازه‌گیری شد. کربوهیدرات‌های محلول در اتانول (بیان‌گر قند کل) و نشاسته طبق روش هال و همکاران (۱۹۹۹) اندازه‌گیری شد.

در روز آخر (روز ۲۱)، ۲ ساعت پس از مصرف خوراک نمونه مایع شکمبه از طریق لوله مری گرفته شد و pH آن بلافاصله توسط pH متر دیجیتال (متروهم^۴، مدل ۶۹۱) ثبت گردید. جهت اندازه‌گیری غلظت نیتروژن آمونیاکی، نمونه مایع شکمبه به نسبت ۱:۱ (مایع شکمبه: اسیدکلریدریک) با اسیدکلریدریک ۰/۲ نرمال مخلوط و با استفاده از سدیم تترابورات و محلول ۰/۰۱ نرمال اسید کلریدریک تیترا گردید. هم‌چنین نمونه دیگر برای اندازه‌گیری اسیدهای چرب فرار گرفته شد و به نسبت ۵ به ۱ (مایع شکمبه: اسیدسولفوریک) با اسیدسولفوریک ۰/۵ مولار مخلوط و با استفاده از

- 1- Cornell-Penn-Miner (CPM) Dairy
- 2- Neutral detergent fiber (NDF)
- 3- Acid detergent fiber (ADF)
- 4- METROHM

دستگاه گاز کروماتوگرافی (کرومپک^۱، ساخت هلند) مقادیر استات، بوتیرات، پروپیونات، والرات و ایزووالرات تعیین گردید. در این دستگاه از ستونی با طول ۵۰ متر و با قطر ۰/۳۲ میلی متر استفاده شد. هلیوم به عنوان گاز حامل و در دمای اولیه و پایانی به ترتیب روی ۵۵ و ۱۹۵ درجه سانتی گراد تنظیم شد. دمای دتکتور و انژکتور نیز ۲۵۰ درجه سانتی گراد در نظر گرفته شد. کرتونیک اسید به عنوان استاندارد داخلی به تمامی نمونه‌ها تزریق شد. در روز پایانی هر دوره آزمایشی نمونه‌گیری از خون ۲ ساعت پس از خوراک‌دهی از سرخرگ دمی انجام و درون لوله‌های مخصوص حاوی اتیلن دی آمین تترا استیک اسید ریخته شد و بلافاصله پلاسما با سانتریفوژ در ۳۰۰۰ دور به مدت ۱۵ دقیقه به دست آمد. فراسنجه‌های خونی شامل گلوکز، تری گلیسیرید، کلسترول، و نیتروژن اوره‌ای خون بر اساس دستورالعمل کیت‌های دستگاهی شرکت پارس آزمون و دستگاه اتوآنالایزر^۲ تعیین گردید. تولید شیر روزانه هر حیوان ثبت شد و داده‌های مربوط به هفت روز پایانی هر دوره برای ارزیابی تولید شیر استفاده گردید. نمونه‌های شیر در روزهای ۱۹، ۲۰ و ۲۱ هر دوره برای اندازه‌گیری ترکیبات شیر شامل چربی، پروتئین، لاکتوز و مواد جامد بدون چربی با دستگاه میلکواسکن (فوس^۳، ساخت دانمارک) استفاده شد. نتایج حاصل از آزمایش با استفاده از رویه مدل خطی عمومی نرم‌افزار آماری (۲۰۰۳، SAS) نسخه ویرایش شده ۹/۱ به صورت آزمایش فاکتوریل ۲×۲ در قالب طرح مربع لاتین تکرار شده ۴×۴ تجزیه و تحلیل آماری شد. میانگین مشاهدات توسط میانگین حداقل مربعات در سطح احتمال ۰/۰۵ مورد مقایسه قرار گرفت و تمایل به معنی‌داری در سطح احتمال ۰/۰۵ تا ۰/۱ بحث شد.

1- Chrompack, Model CP-9002, Chrompack, EA Middelburg, Netherlands

2- Atuo Analyzer A15, Biosystem S.A. Barcelona, Spain

3- Foss, Hillerød

علی رزاقی و همکاران

جدول ۱- اجزاء و ترکیب شیمیایی جیره‌های آزمایشی (بر حسب درصد ماده خشک).

جیره‌ها ^۱				اجزاء جیره
قند بالا		قند پایین		
+ دانه روغنی	- دانه روغنی	+ دانه روغنی	- دانه روغنی	
۱۸	۱۸	۱۸	۱۸	یونجه خشک
۲۱	۲۱	۲۱	۲۱	سیلوی ذرت
۱۵	۱۵	۱۵	۱۵	دانه جو
۲	۱۰	۶	۱۴	دانه ذرت
۸	-	۸	-	دانه آفتاب‌گردان ^۲
۴	۴	-	-	ساکارز
۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	کنجاله سویا
۶	۶	۶	۶	کنجاله تخم پنبه
۱/۵	۴	-	۳	کنجاله کلزا
۴	۴	۴	۴	پودر گوشت
۵/۵	۳	۷	۴	تفاله چغندر قند
۳	۳	۳	۳	سبوس گندم
۱	۱	۱	۱	مکمل مواد معدنی و ویتامینی ^۳
۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	آهک
۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	نمک
ترکیب مواد مغذی جیره‌های آزمایشی				
۱/۶۸	۱/۶۵	۱/۶۸	۱/۶۴	انرژی خالص شیردهی ^۴ (مگاکالری در کیلوگرم ماده خشک)
۵۷/۳۹	۵۷/۱۸	۵۷/۱۸	۵۶/۹۸	ماده خشک (درصد)
۹۰/۸۱	۹۱/۱۶	۹۰/۶۴	۹۱/۴۶	ماده آلی (درصد)
۱۸/۲۲	۱۸/۱۹	۱۸/۲۰	۱۸/۲۸	پروتئین خام (درصد)
۳۳/۶۳	۳۱/۵۳	۳۴/۰۹	۳۱/۹۵	فیبر نامحلول در شوینده خنثی (درصد)
۲۱/۸۵	۲۰/۰۳	۲۱/۹۷	۱۹/۷۷	فیبر نامحلول در شوینده اسیدی (درصد)
۳۶/۶۷	۴۱/۵۴	۳۵/۸۸	۴۰/۷۹	کربوهیدرات‌های غیر فیبری (درصد)
۱۶/۶۶	۲۲/۲۹	۱۹/۴۱	۲۵/۱۹	نشاسته
۸/۸۸	۸/۶۶	۴/۷۵	۴/۷۰	کربوهیدرات محلول در اتانول ^۵ (درصد)
۶/۲۱	۳/۴۹	۶/۴۵	۳/۵۰	عصاره اتری (درصد)

^۱جیره‌ها به ترتیب شامل قند پایین- دانه روغنی (بدون ساکارز و دانه آفتاب‌گردان)؛ جیره قند پایین + دانه روغنی (بدون ساکارز و حاوی ۸ درصد دانه آفتاب‌گردان)؛ جیره قند بالا- دانه روغنی (۴ درصد ساکارز و بدون دانه آفتاب‌گردان)؛ جیره قند بالا + دانه روغنی (۴ درصد ساکارز و ۸ درصد دانه آفتاب‌گردان).

^۲ترکیب شیمیایی دانه آفتاب‌گردان شامل: ماده خشک ۹۰ درصد، پروتئین خام ۱۸ درصد، فیبر نامحلول در شوینده خنثی ۳۲ درصد و عصاره اتری ۴۰ درصد.

^۳هر کیلوگرم مخلوط مواد معدنی و ویتامین حاوی (بر حسب ماده خشک): ویتامین آ (۵۰۰۰۰ واحد بین‌المللی)، ویتامین دی (۱۰۰۰۰ واحد بین‌المللی)، ویتامین ای (۰/۱ گرم)، کلسیم (۱۹۶ گرم)، فسفر (۹۶ گرم)، سدیم (۷۱ گرم)، منیزیم (۱۹ گرم)، آهن (۳ گرم)، مس (۰/۳ گرم)، منگنز (۲ گرم)، روی (۳ گرم)، کبالت (۰/۱ گرم)، ید (۰/۱ گرم)، سلنیوم (۰/۰۰۱ گرم).

^۴طبق نرم‌افزار جیره نویسی کرنل- پنسیلوانیا- میتر.

^۵بیان‌گر مقدار کل قند جیره و تعیین شده طبق روش هال و همکاران (۱۹۹۹).

نتایج و بحث

مصرف خوراک: محتوای ماده خشک، پروتئین خام و ماده آلی جیره‌های آزمایشی مشابه بود. با افزودن دانه آفتاب‌گردان به جیره (جیره‌های محتوی دانه آفتاب‌گردان یا مخلوط ساکارز و دانه آفتاب‌گردان) عصاره اتری و انرژی خالص شیردهی نسبت به جیره‌های شاهد و ساکارز افزایش نشان داد (جدول ۱).

هر چند که برودریک و رادلوف (۲۰۰۴) غلظت ۵ درصد قند کل را برای عملکرد شیردهی بهینه گزارش دادند، در پژوهش حاضر از جیره‌های حاوی قند کل بالا و پایین استفاده شد. با افزایش سطح قند کل جیره توسط جایگزین کردن ساکارز با دانه ذرت، مصرف ماده خشک به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر قرار نگرفت (جدول ۲). برخی محققان افزایش مصرف خوراک را با افزودن قند به جیره گاوهای شیری گزارش کرده‌اند (برودریک و همکاران، ۲۰۰۸؛ پتر و اوبا، ۲۰۰۹). در مقابل برخی آزمایش‌ها نتایج مثبتی را در مورد مصرف خوراک با افزودن قندها به جیره مشاهده نکردند (نومبکلا و همکاران، ۱۹۹۴؛ دفارین و همکاران، ۲۰۰۶؛ رزاقی و همکاران، ۲۰۱۵). به هر حال در مجموع گاوهای شیری مزه شیرین را به هر مزه دیگری ترجیح می‌دهند ولی در کل تاکنون گزارشی در مورد اثر منفی قندها بر مصرف خوراک نشده است (اوبا، ۲۰۱۱). در همین راستا پتر و اوبا (۲۰۰۹) نشان دادند که افزودن ساکارز به جیره به میزان ۴/۷ درصد ماده خشک باعث افزایش مصرف ماده خشک تا ۱/۱ کیلوگرم در روز طی ۴ هفته ابتدای شیردهی شد. با این حال فیرکینز (۲۰۱۰) و دی‌وریس و گیل (۲۰۱۲) اظهار کردند زمانی که سطوح کربوهیدرات‌های غیرفیبری^۱ و به‌خصوص نشاسته جیره در مقادیر نرمال و متوسط (مقدار کربوهیدرات‌های غیرفیبری ۳۷ درصد و نشاسته ۲۵ درصد ماده خشک) باشد؛ قندها پتانسیل بیش‌تری در تحریک مصرف ماده خشک دارند. فیرکینز و همکاران (۲۰۰۸) نشان دادند که افزودن ۳/۲۵ درصد ملاس به جیره گاوهای شیری، افزایش مصرف ماده خشک را زمانی که غلظت کربوهیدرات‌های غیرفیبری جیره از ۴۰ به ۳۷ درصد کاهش پیدا کند، در پی دارد. این محققان فرض کردند که قابلیت دسترسی شکمبه‌ای بالاتر کربوهیدرات در جیره‌های حاوی کربوهیدرات‌های غیرفیبری بالاتر حتی مصرف خوراک را کاهش می‌دهد و بنابراین توانایی بالقوه یک مکمل حاوی قند بالا را در بهبود خوش‌خوراکی

1- Non fibrous carbohydrates (NFC)

جیره و مصرف خوراک محدود می‌کند (اولکر و همکاران، ۲۰۰۹). با توجه به مطالب گفته شده عدم تأثیرپذیری مصرف خوراک به افزایش سطح قند کل جیره در پژوهش حاضر با مصرف جیره حاوی ۴۱/۵۴ درصد و در پژوهش مارتل و همکاران (۲۰۱۱) با استفاده از جیره با غلظت ۴۶ درصد کربوهیدرات‌های غیرفیبری می‌تواند یکی از عوامل توجیه کننده پاسخ ندادن گاوها به افزایش سطح قند جیره باشد.

در پژوهش حاضر مصرف دانه آفتاب‌گردان آسیاب شده اثری بر مصرف ماده خشک نداشت، این پاسخ در توافق با نتایج پتیت و همکاران (۲۰۰۴)، پتیت (۲۰۰۳) و بیچامن و همکاران (۲۰۰۹) است که با افزودن ۹/۶، ۱۵ و ۱۰/۵ درصد دانه آفتاب‌گردان کامل و آسیاب شده به جیره گاوهای شیرده تغییری در مصرف خوراک مشاهده نکردند. در پژوهش رافالوسکی و پارک (۱۹۸۲) نیز تغذیه بالای ۳۰ درصد ماده خشک دانه آفتاب‌گردان به گاوهای شیری اثری بر مصرف ماده خشک نداشت. در همین راستا آلن (۲۰۰۲) نشان داد که استفاده از دانه‌های روغنی در جیره اثر درجه دوم بر مصرف ماده خشک دارد و حداقل این اثر با وجود اختلاف ۳ درصدی بین عصاره اتری جیره شاهد (۳/۵۰ درصد ماده خشک در پژوهش حاضر) و جیره حاوی مکمل چربی (۶/۴۵ درصد ماده خشک) مشاهده می‌گردد. با این حال در پژوهشی دیگر استفاده از مکمل چربی در جیره گاوهای شیری سبب کاهش مصرف ماده خشک (چیلیارد و همکاران، ۲۰۰۷) گردید. ربیعی و همکاران (۲۰۱۲) نشان دادند که متوسط کاهش مصرف خوراک در نتیجه افزودن مکمل چربی به جیره تا ۰/۸۸ کیلوگرم ماده خشک در هر روز بود. به‌طور کلی مرحله شیردهی و مدت زمان استفاده از مکمل چربی و نوع آن (روغن آزاد در مقابل دانه روغنی) نیز بر مصرف ماده خشک در گاو شیری اثر بارزی دارند (ویس و پینوز رودریگز، ۲۰۰۹).

تولید و ترکیب شیر: هر چند که مصرف ساکارز اثری بر تولید شیر نداشت، اما افزایش معنی‌داری در تولید شیر تصحیح شده برای ۴ درصد چربی برای گاوهای تغذیه شده با جیره حاوی قند بالا مشاهده شد. برودریک و رادلوف (۲۰۰۴) اثرات درجه دوم قند جیره را بر تولید شیر نشان داد، به‌طوری که غلظت پایین قند جیره (کم‌تر از ۷ درصد) اثر مثبتی بر تولید شیر داشت ولی در عین حال افزایش غلظت قند کل جیره به بالای ۷ درصد سبب کاهش تولید شیر گردید. این محققان نشان دادند که غلظت مناسب قند جیره برای حداکثر تولید شیر، ۵ درصد ماده خشک جیره است. در پژوهش حاضر غلظت‌های قند کل برای جیره‌های با قند بالا بدون یا با دانه

آفتاب‌گردان به ترتیب ۸/۶۶ و ۸/۸۸ درصد ماده خشک هستند. بنابراین غلظت قند کل این جیره‌ها بالاتر از مقدار توصیه شده برودریک و رادلوف (۲۰۰۴) است ولی به هر حال ما شاهد کاهش تولید شیر نیز نبودیم. در پژوهش برودریک و همکاران (۲۰۰۸) افزودن قندهای محلول به جیره تولید شیر را افزایش نداد ولی در چندین پژوهش افزایش (برودریک و همکاران، ۲۰۰۸؛ مارتل و همکاران، ۲۰۱۱) و یا تمایل به افزایش (نومبکلا و مورفی، ۱۹۹۵) تولید چربی شیر گزارش شد. این پاسخ‌ها ممکن است مربوط به کاهش تولید اسیدهای چرب ترانس در شکمبه باشد. در همین راستا ریبرو و همکاران (۲۰۰۵) تحریک بیوهیدروژناسیون کامل اسیدهای چرب غیراشباع را با افزودن ساکارز به جیره نشان دادند. نتایج پژوهش حاضر در توافق با یافته‌های پندر و اوبا (۲۰۰۹) است که افزودن ۴/۷ درصد ساکارز به جیره گاوهای اوایل شیردهی با قند کل جیره بالای ۸ درصد موجب افزایش تولید شیر نشد ولی غلظت چربی شیر و تولید شیر تصحیح شده برای ۴ درصد چربی را به طور معنی‌داری افزایش داد. در پژوهش دی‌وریس و گیل (۲۰۱۲) نیز افزودن ۴/۱ درصد از یک مکمل قندی بر پایه ملاس به جیره موجب افزایش تولید شیر تصحیح شده برای ۴ درصد چربی و درصد چربی شیر شد. افزایش تولید چربی شیر در پژوهش فیرکینز و همکاران (۲۰۰۸) با افزودن ملاس به جیره حاوی ۳۷ درصد کربوهیدرات‌های غیرفیبری نیز به اثبات رسید. کلاگ (۱۹۶۹) ساکارز را با دانه سورگوم جایگزین نمود و مشاهده کرد که تولید شیر و چربی شیر به سطوح ۵، ۱۰ و ۱۵ درصد ساکارز پاسخ ندادند؛ به هر حال افزایش ۱۰ درصدی چربی شیر به طور عددی مشاهده شد. در پژوهش حاضر افزایش غلظت چربی شیر می‌تواند ناشی از بهبود pH شکمبه و روند افزایشی غلظت استات شکمبه در گاوهای تغذیه شده با جیره حاوی ساکارز یا قند بالا باشد (جدول ۳). افزودن ساکارز به جیره موجب افزایش معنی‌دار تولید شیر تصحیح شده برای انرژی و مواد جامد شد ولی در عین حال مقادیر آن‌ها تحت اثر متقابل ساکارز و دانه آفتاب‌گردان تمایل به کاهش را نشان داد. در آزمایش حاضر اختلافی بین تیمارها در مورد غلظت و تولید پروتئین، لاکتوز و مواد جامد بدون چربی شیر وجود نداشت.

علی رزاقی و همکاران

جدول ۲- اثر افزودن ساکارز و دانه آفتاب گردان بر مصرف ماده خشک، تولید و ترکیب شیر گاوهای شیری.

اثر متقابل	معنی داری			خطای استاندارد	جیره‌ها ^۱				متغیر
	دانه	ساکارز	آفتاب گردان		قند بالا		قند پایین		
					+ دانه روغنی	- دانه روغنی	+ دانه روغنی	- دانه روغنی	
۰/۷۹۳۸	۰/۱۷۳۸	۰/۳۶۵۳	۰/۵۲	۲۵/۰۲	۲۵/۱۳	۲۴/۸۴	۲۴/۸۲	مصرف ماده خشک (کیلوگرم)	
۰/۱۹۷۴	۰/۳۳۴۹	۰/۲۰۸۸	۰/۵۳	۳۸/۸۶	۳۸/۹۷	۳۹/۷۱	۳۸/۹۶	تولید شیر (کیلوگرم)	
۰/۱۰۳۱	۰/۲۰۳۳	۰/۰۱۲۳	۱/۱۲	۳۶/۵۰	۴۰/۹۰	۳۶/۸۹	۳۷/۹۳	تولید شیر ۴ درصد چربی (کیلوگرم)	
۰/۰۷۵۱	۰/۲۶۲۱	۰/۰۱۳۶	۱/۰۱	۳۹/۶۷	۴۳/۶۶	۴۰/۳۰	۴۱/۰۳	تولید شیر تصحیح شده برای انرژی	
۰/۰۷۴۷	۰/۲۷۸۶	۰/۰۱۲۴	۱/۰۲	۳۵/۴۳	۳۹/۴۳	۳۶/۰۹	۳۶/۸۶	تولید شیر تصحیح شده برای مواد جامد تولید ترکیبات شیر (کیلوگرم در روز)	
۰/۱۲۶۶	۰/۱۴۰۵	۰/۰۰۷۰	۰/۰۷	۱/۳۹	۱/۶۹	۱/۴۰	۱/۴۹	چربی	
۰/۱۴۴۹	۰/۹۴۰۱	۰/۳۳۵۰	۰/۰۲	۱/۱۸	۱/۲۰	۱/۲۲	۱/۱۹	پروتئین	
۰/۱۲۸۸	۰/۵۶۹۹	۰/۲۸۱۸	۰/۰۳	۱/۷۵	۱/۸۰	۱/۸۲	۱/۷۹	لاکتوز	
۰/۱۹۳۶	۰/۹۲۶۵	۰/۳۸۲۱	۰/۰۵	۳/۲۳	۳/۲۹	۳/۳۳	۳/۲۷	مواد جامد بدون چربی ترکیبات شیر (درصد)	
۰/۱۸۲۳	۰/۰۷۹۴	۰/۰۰۳۷	۰/۱۹	۳/۶۰	۴/۳۳	۳/۵۳	۳/۸۳	چربی	
۰/۳۸۹۸	۰/۸۲۰۸	۰/۳۵۰۸	۰/۰۳	۳/۰۳	۳/۰۶	۳/۰۹	۳/۰۶	پروتئین	
۰/۳۵۲۶	۰/۶۶۲۴	۰/۱۹۹۶	۰/۰۶	۴/۵۰	۴/۶۳	۴/۵۸	۴/۶۰	لاکتوز	
۰/۵۴۶۶	۰/۸۳۳۸	۰/۴۶۴۰	۰/۱۱	۸/۳۱	۸/۴۵	۸/۳۹	۸/۴۱	مواد جامد بدون چربی	

^۱جیره‌ها به ترتیب شامل جیره قند پایین- دانه روغنی (بدون ساکارز و دانه آفتاب گردان)؛ جیره قند پایین + دانه روغنی (بدون ساکارز و حاوی ۸ درصد دانه آفتاب گردان)؛ جیره قند بالا- دانه روغنی (۴ درصد ساکارز و بدون دانه آفتاب گردان)؛ جیره قند بالا + دانه روغنی (۴ درصد ساکارز و ۸ درصد دانه آفتاب گردان).

این نتایج در توافق با یافته‌های برودریک و همکاران (۲۰۰۸) و پنر و اوبا (۲۰۰۹) است که اثر معنی‌دار قندها را بر غلظت و تولید پروتئین و لاکتوز شیر گزارش نکردند.

طبق یافته‌های ریکو و همکاران (۲۰۱۴) مصرف مکمل چربی به مدت ۱۴ روز در هر دوره آزمایشی برای عادت‌پذیری شرایط شکمبه به مصرف چربی کافی است، به طوری که حتی در شرایط مصرف جیره حاوی فیبر پایین و روغن بالا (فیبر نامحلول در شوینده خنثی ۲۹ درصد و روغن گیاهی در سطح ۳ درصد ماده خشک) تغییرات مورد انتظار در تولید شیر و چربی شیر در کم‌تر از ۱۴ روز قابل مشاهده خواهد بود (ریکو و هارواتین، ۲۰۱۳) و علاوه بر این پاسخ به مکمل‌های چربی به ویژه در گاوهای شیری پرتولید همانند گاوهای مورد استفاده در آزمایش حاضر سریع‌تر است. در آزمایش حاضر افزودن دانه آفتاب‌گردان به جیره گاوهای شیری اختلاف معنی‌داری را در تولید شیر نشان نداد که در توافق با نتایج پتیت و همکاران (۲۰۰۴) در گاوهای شیرده بود. استفاده از مکمل چربی در جیره گاوهای شیری معمولاً تولید چربی شیر را کاهش می‌دهد (چیلیارد و همکاران، ۲۰۰۷؛ ربیعی و همکاران، ۲۰۱۲) اما در پژوهش حاضر عدم تأثیرپذیری غلظت و چربی شیر با افزودن دانه آفتاب‌گردان به جیره می‌تواند به دلیل شکل مورد استفاده منبع چربی باشد. اسید چرب غالب در اغلب دانه‌های روغنی، اسید لینولئیک (۱۸:۲، امگا ۶) است. اسید لینولئیک می‌تواند علاوه بر تولید چندین ایزومر کونژوگه به اسیدهای چرب ترانس در شکمبه تبدیل شود (چیلیارد و همکاران، ۲۰۰۷). در راستای نتایج مطالعه حاضر برخی از محققان نشان دادند که غلظت چربی شیر در گاوهای شیری تحت تأثیر مصرف جیره‌های حاوی دانه کامل یا غلتک خورده آفتاب‌گردان (۷ تا ۱۰ درصد ماده خشک) یا دانه گلرنگ (۱۰ درصد ماده خشک) قرار نگیرد (استگمان و همکاران، ۱۹۹۲؛ مارکوس و همکاران، ۱۹۹۶). چیلیارد و همکاران (۲۰۰۷) گزارش کردند که احتمالاً چربی آزاد شده در شکمبه حاصل از مصرف دانه روغنی در مقایسه با روغن آزاد می‌تواند بیوهیدروژناسیون شکمبه را به خاطر اثر محدود کننده پوسته دانه بر دسترسی باکتری‌ها به چربی در محیط شکمبه کاهش دهد. ولی در مورد اثر محافظت‌کنندگی دانه‌های روغنی بر روند آزاد شدن چربی در شکمبه اختلاف مشهودی بین دانه‌های روغنی گزارش شده است. در برخی موارد اثر منفی مکمل چربی غیراشباع بر چربی شیر با استفاده از منبع چربی به شکل دانه روغنی یا روغن آزاد یکسان بوده است (چیلیارد و فرلای، ۲۰۰۴). در چندین آزمایش مشخص شد که میزان بیوهیدروژناسیون چربی‌های آزاد شده از دانه آفتاب‌گردان در مقایسه با روغن آن در شکمبه شدیدتر است که می‌تواند مربوط به آزاد شدن تدریجی چربی در شکمبه در

این حالت باشد (چیلیارد و همکاران، ۲۰۰۷؛ چیلیارد و فرلای، ۲۰۰۴). افزودن مکمل چربی به جیره گاوهای شیرده اغلب موجب کاهش محتوی پروتئین شیر می‌شود (چیلیارد و همکاران، ۲۰۰۷)، ولی چنین اثری در پژوهش حاضر مشاهده نشد. پتیت (۲۰۰۳) نیز اختلافی در تولید پروتئین و لاکتوز شیر با تغذیه دانه کامل آفتاب‌گردان به گاوهای شیری مشاهده نکردند. علاوه بر این گاوهای مصرف کننده جیره حاوی قند بالا به همراه دانه آفتاب‌گردان نیز اختلافی در تولید شیر و ترکیب شیر نشان ندادند. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که افزودن ساکارز به جیره حاوی چربی بالا (غنی از اسیدلینولئیک با سطح کربوهیدرات‌های غیر فیبری بالا) تغییر معنی‌داری در ترکیب شیر گاوهای شیری ایجاد نکرد.

تخمیر شکمبه و فراسنجه‌های خونی: میانگین pH شکمبه ۲ ساعت پس از مصرف خوراک برای گاوهای تغذیه شده با جیره حاوی قند پایین و بدون دانه آفتاب‌گردان (جدول ۳) نشان‌دهنده اثر عادی مصرف جیره دارای بیش از ۴۰ درصد کربوهیدرات‌های غیر فیبری بر شرایط تخمیر شکمبه است.

جدول ۳- اثر افزودن ساکارز و دانه آفتاب‌گردان بر تخمیر شکمبه‌ای گاوهای شیری.

متغیر	جیره‌ها ^۱			
	قند بالا		قند پایین	
	+ دانه روغنی	- دانه روغنی	+ دانه روغنی	- دانه روغنی
pH شکمبه	۶/۵۲	۶/۵۸	۶/۲۹	۶/۱۰
نیترژن آمونیاکی (میلی‌گرم در دسی‌لیتر)	۲۰/۷۳	۲۰/۴۷	۲۱/۰۸	۲۰/۵۷
اسیدهای چرب فرار کل اسیدهای چرب فرار (میلی‌مولار)	۱۰۲/۵۴	۱۰۰/۸۰	۱۰۰/۴۵	۹۵/۴۷
استات (درصد)	۶۱/۵۸	۶۱/۶۷	۵۸/۳۹	۵۹/۶۸
پروپیونات (درصد)	۲۰/۹۹	۲۰/۷۵	۲۱/۸۱	۲۰/۸۴
بوتیرات (درصد)	۱۵/۶۷	۱۶/۱۱	۱۵/۵۱	۱۵/۶۰
والرات (درصد)	۰/۵۲	۰/۶۷	۰/۶۵	۰/۶۱
ایزوالرات (درصد)	۱/۱۳	۱/۳۵	۱/۱۲	۱/۱۱
استات / پروپیونات	۲/۹۶	۳/۰۰	۲/۸۱	۲/۸۱

اجیره‌ها به ترتیب شامل قندپایین - دانه روغنی (بدون ساکارز و دانه آفتاب‌گردان)؛ جیره قند پایین + دانه روغنی (بدون ساکارز و حاوی ۸ درصد دانه آفتاب‌گردان)؛ جیره قند بالا - دانه روغنی (۴ درصد ساکارز و بدون دانه آفتاب‌گردان)؛ جیره قند بالا + دانه روغنی (۴ درصد ساکارز و ۸ درصد دانه آفتاب‌گردان).

در راستای نتایج به دست آمده توسط پندر و اوبا (۲۰۰۹)، در پژوهش حاضر نیز افزودن ساکارز به جیره سبب افزایش معنی‌دار pH شکمبه شد (جدول ۳)، اگر چه گاوهای تغذیه شده با جیره حاوی قند بالا و دانه آفتاب‌گردان به لحاظ عددی نیز pH شکمبه‌ای بالایی داشتند. با این وجود غلظت نیترژن آمونیاکی شکمبه در تیمارهای آزمایشی اختلافی نداشت. مطالعات پیشین در شرایط برون تنی (والیمونت و همکاران، ۲۰۰۴) و درون تنی (هلدت و همکاران، ۱۹۹۹؛ برودریک و رادلوف، ۲۰۰۴، برودریک و همکاران، ۲۰۰۸) نشان دادند که افزودن قندهای محلول به جیره تأثیری بر pH شکمبه نداشت. در حالی که پندر و اوبا (۲۰۰۹) و مارتل و همکاران (۲۰۱۱) افزایش pH شکمبه را با تغذیه به ترتیب ساکارز و ملاس به گاوهای شیرده نشان دادند. به دلیل تخمیر سریع قندها نسبت به دیگر بخش‌های کربوهیدرات جیره، انتظار این است که pH شکمبه کاهش شدیدتری با جایگزینی نشاسته با ساکارز یا لاکتوز نشان دهد. با این حال پژوهش‌های زیادی نشان داده‌اند که pH شکمبه زمانی که منبع نشاسته با ساکارز جایگزین شود چندان تحت تأثیر قرار نگرفته و در برخی موارد افزایش pH شکمبه در صورت وجود حداقل ۳۰ درصد علوفه در جیره پیامد مصرف قندها بوده است (اوبا، ۲۰۱۱). شواهد کمی وجود دارد که افزایش قند جیره، pH شکمبه را بکاهد و این نشان می‌دهد که اثرات نرخ هضم روی تخمیر شکمبه نمی‌تواند بین منابع مختلف کربوهیدراتی مقایسه شود (اوبا، ۲۰۱۱). دلیل این که تغذیه قندها با وجود تخمیر سریع آن‌ها در شکمبه منجر به افزایش pH شکمبه می‌شود، مشخص نیست. اما چندین نظریه برای توجیه این مطلب ارائه شده است. یک دلیل احتمالی این است که قندها کربن کمتری را در مقایسه با نشاسته برای تولید اسیدهای تخمیری به ازای واحد وزنی خود دارا هستند. به علاوه با افزودن قندهای محلول به جیره نرخ عبور افزایش یافته و یا باعث افزایش تولید توده میکروبی شده و بنابراین ماده آلی کمتری برای تولید اسیدهای تخمیری در دسترس میکروارگانیسم‌های شکمبه خواهد بود. سنتز گلیکوژن از قندها دلیل احتمالی دیگری است که میکروارگانیسم‌ها می‌توانند قند را به صورت گلیکوژن ذخیره نموده که به طور موقتی موجب کاهش تولید اسیدهای چرب فرار در شکمبه و در نتیجه بهبود pH شکمبه خواهد شد (اوبا، ۲۰۱۱).

پژوهش‌های متعددی نشان داده‌اند که اسید چرب فرار غالب حاصل از تخمیر قندها در شکمبه پروپیونات نمی‌باشد و قندها با تحریک تولید استات و بوتیرات به شرایط حفظ pH شکمبه کمک شایانی می‌نمایند (مولینس و بردفورد، ۲۰۱۰؛ اوبا، ۲۰۱۱؛ مارتل و همکاران، ۲۰۱۱). در پژوهش حاضر نیز غلظت استات شکمبه برای گاوهای تغذیه شده با جیره محتوی قند بالا به‌طور معنی‌داری بالاتر بود. در جیره حاوی قند بالا با توجه به اثر مثبت ساکارز بر تخمیر شکمبه (افزایش pH و غلظت استات شکمبه)، چربی شیر نیز افزایش نشان داد ولی این اثرات در زمان مصرف مخلوط ساکارز و دانه آفتاب‌گردان معنی‌دار نبودند (جدول ۲). این مطلب نشان می‌دهد که در زمان وجود دانه آفتاب‌گردان، افزایش سطح قند جیره قادر به نشان دادن پتانسیل خود به‌صورت افزایش سطح pH شکمبه و همچنین غلظت بیش‌تر اسیدهای چرب فرار به سمت استات و در نهایت افزایش غلظت چربی شیر احتمالاً به‌خاطر افزایش غلظت اسیدهای چرب غیراشباع جیره نبوده است. در همین راستا زیند و همکاران (۲۰۱۳) کاهش pH و استات شکمبه را با مصرف جیره حاوی نشاسته بالا (۳۳ درصد ماده خشک) در گاوهای خشک نشان دادند با این حال با افزودن روغن آفتاب‌گردان (۴/۸ درصد ماده خشک) به این جیره اثر معنی‌داری بر pH و استات شکمبه مشاهده نکردند. در توافق با نتایج ریبرو و همکاران (۲۰۰۵) ساکارز تغییری در تولید پروپیونات ایجاد نکرد (جدول ۳). با این حال رزاقی و همکاران (۲۰۱۵) کاهش pH شکمبه و افزایش قابل توجه غلظت پروپیونات شکمبه را با افزودن ساکارز (با قند کل ۸/۸۰ درصد ماده خشک) به جیره بزهای شیری مشاهده کردند که می‌تواند به‌دلیل اختلاف متابولیسم کربوهیدرات در بزها نسبت به گاو شیری باشد. با افزودن قندهای محلول به جیره نسبت مولاری اسید بوتیریک افزایش (دفراین و همکاران، ۲۰۰۶؛ مارتل و همکاران، ۲۰۱۱) و در برخی موارد تحت تأثیر قرار نگرفت (برودریک و همکاران، ۲۰۰۸؛ پنر و اوبا، ۲۰۰۹) و در برخی دیگر از مطالعات حتی کاهش نیز مشاهده شد (مک کورمیک و همکاران، ۲۰۰۱). باید بدین نکته توجه داشت که تولید بوتیرات در شکمبه برابر با مفهوم غلظت بوتیرات نیست چرا که غلظت بوتیرات عملکردی از تولید، جذب و عبور بوتیرات از شکمبه است (اوبا، ۲۰۱۱). از آنجایی که جذب بوتیرات نسبت به پروپیونات یا استات در شکمبه سریع‌تر است، غلظت بوتیرات در مایع شکمبه به‌صورت درصد مولار یا میلی‌مولار احتمالاً تولید دقیق بوتیرات را کم‌تر از حد برآورد می‌کند. از سوی دیگر تناقض‌های مشاهده شده در مورد اثرات قندها بر تخمیر شکمبه را می‌توان مربوط به سطح کربوهیدرات‌های غیرفیبری جیره و نوع قند افزوده شده به جیره نسبت داد (فیرکینز، ۲۰۱۰). اما به‌طوری که در پژوهش

دفراین و همکاران (۲۰۰۴) با استفاده از لاکتوز غلظت بوتیرات افزایش چشمگیری نشان داد ولی همراه آن غلظت استات شکمبه کاهش معنی داری یافت. غلظت بوتیرات شکمبه معمولاً کم‌تر از ۱۵ درصد کل اسیدهای چرب فرار می‌باشد، به هر حال در آزمایش حاضر نیز با افزودن سهم فندهای محلول جیره غذایی غلظت بوتیرات اندکی از درصد یاد شده فراتر رفت، ولی اختلاف اندکی بین درصد بوتیرات شکمبه در جیره با سطح پایین و بالای قند مشاهده گردید (جدول ۳).

برخلاف یافته‌های شینگفیلد و همکاران (۲۰۰۸) در این آزمایش تغییری در الگوی تولید اسیدهای چرب فرار شکمبه در اثر مصرف چربی غیراشباع در گاوهای شیری مشاهده نشد. به طوری که آن‌ها افزایش غلظت پروپیونات و به دنبال آن کاهش سهم استات شکمبه را گزارش دادند. منابع چربی در جیره اثر منفی بر قابلیت هضم ماده خشک و دیواره سلولی دارند که می‌تواند به دلیل کاهش تعداد پروتوزوآهای شکمبه، جمعیت باکتری‌های فیبرولایتیک و فعالیت آنزیم‌های تجزیه کننده فیبر باشد (هریستوف و همکاران، ۲۰۰۹). باکتری‌های فیبرولایتیک به حضور چربی بسیار حساس هستند و بنابراین افزودن چربی به جیره غذایی نشخوارکنندگان می‌تواند شرایط را برای تولید استات دشوارتر نماید. با این وجود، پاترا و یو (۲۰۱۳) نشان دادند که غلظت‌های کل اسیدهای چرب فرار و درصد استات با افزایش غلظت چربی جیره تغییری نکرد. به طور کلی این نتایج پیشنهاد می‌کند که اثرات افزودن مکمل چربی به جیره بر تخمیر شکمبه بستگی به چندین عامل همانند سطح افزودن مکمل چربی به جیره و هم‌چنین پتانسیل مصرف و ترکیب جیره دارد (شینگفیلد و همکاران، ۲۰۰۸).

دفراین و همکاران (۲۰۰۴) گزارش کردند که افزایش لاکتوز به جیره سبب کاهش خطی غلظت گلوکز پلاسما شد. این نتیجه می‌تواند مربوط به پاسخ مثبت بوتیرات شکمبه به افزودن لاکتوز به جیره در مطالعه آن‌ها باشد. زیرا بوتیرات سبب تحریک مصرف گلوکز توسط بافت‌ها شده و غلظت گلوکز خون را کاهش می‌دهد. با این حال غلظت بوتیرات شکمبه و هم‌چنین گلوکز خون در آزمایش حاضر تحت تأثیر جیره‌های آزمایشی قرار نگرفت. نوع چربی و ترکیب اسید چرب خوراک مسئول تغییرات در لیپیدهای خون همانند تری‌گلیسریدها و کلسترول هستند (برنارد و همکاران، ۲۰۰۹). در آزمایش حاضر افزایش معنی‌داری در غلظت‌های کلسترول و تری‌گلیسرید پلاسما با افزودن دانه آفتاب‌گردان به جیره مشاهده شد (جدول ۴). برنارد و همکاران (۲۰۰۹) نیز افزایش در غلظت تری‌گلیسرید و کلسترول خون را در بزهای تغذیه شده با روغن آفتاب‌گردان در سطح ۶/۱ درصد ماده خشک گزارش

کردند. بر طبق داگلاس و همکاران (۲۰۰۴) این تغییر می‌تواند به دلیل افزایش میزان اسیدهای چرب بلند زنجیر رسیده به روده کوچک باشد که به دنبال آن غلظت لیپیدهای خون نیز بیش‌تر خواهد شد.

جدول ۴- اثر افزودن ساکارز و دانه آفتاب‌گردان بر فراسنجه‌های خونی (میلی‌گرم در دسی‌لیتر).

متغیر	جیره‌ها ^۱							
	معنی‌داری		خطای استاندارد	قند بالا		قند پایین		اثر متقابل
	دانه	ساکارز		+ دانه روغنی	- دانه روغنی	+ دانه روغنی	- دانه روغنی	
گلوکز	۰/۵۴۴۵	۰/۴۵۴۹	۱/۷۴	۴۹/۷۲	۴۹/۹۵	۴۹/۹۱	۵۲/۱۴	
کلسترول	۰/۸۵۵۹	۰/۰۰۰۳	۱۰/۶۲	۱۷۶/۰۲	۱۳۶/۳۵	۱۸۸/۸۱	۱۴۵/۶۹	
تری‌گلیسرید	۰/۴۶۷۶	۰/۰۱۸۰	۱/۱۲	۱۵/۵۹	۱۳/۶۷	۱۶/۹۲	۱۳/۴۷	
نیترژن اوره‌ای خون	۰/۸۱۲۲	۰/۲۲۹۰	۰/۷۲	۲۰/۸۹	۲۱/۹۶	۲۱/۶۸	۲۲/۴۰	

^۱جیره‌ها به ترتیب شامل قندپایین- دانه روغنی (بدون ساکارز و دانه آفتاب‌گردان)؛ جیره قند پایین + دانه روغنی (بدون ساکارز و حاوی ۸ درصد دانه آفتاب‌گردان)؛ جیره قند بالا- دانه روغنی (۴ درصد ساکارز و بدون دانه آفتاب‌گردان)؛ جیره قند بالا + دانه روغنی (۴ درصد ساکارز و ۸ درصد دانه آفتاب‌گردان).

نتیجه‌گیری

نتایج این مطالعه نشان داد جایگزینی دانه ذرت با ساکارز اثری بر مصرف خوراک و تولید شیر نداشت، با این حال باعث افزایش چربی شیر شد. به نظر می‌رسد با جایگزینی ساکارز با دانه ذرت در جیره‌های با غلظت بالای کربوهیدرات‌های غیر فیبری، شرایط تخمیری شکمبه بهبود یافته و غلظت چربی شیر افزایش یابد. از سوی دیگر مصرف جیره حاوی قند بالا و دانه آفتاب‌گردان (غنی از اسید لینولئیک به عنوان سوسترای اصلی بیوهیدروژناسیون) اثر مثبتی بر غلظت استات و pH شکمبه و همچنین چربی شیر نداشت. به عبارت دیگر به نظر می‌رسد اسیدهای چرب غیر اشباع جیره از افزایش غلظت چربی شیر ممانعت کرده‌اند.

منابع

- Allen, M.S. 2002. Effects of diet on short-term regulation of feed intake by lactating dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 83: 1598–1624.
- Allen, M.S. and Piantoni, P. 2014. Carbohydrate Nutrition: Managing energy intake and partitioning through lactation. *Vet Clin Food Anim.* 30: 577-597.
- Association of Official Analytical Chemists (AOAC). 2005. In: Official Methods of Analysis eighteenth ed. AOAC International, Gaithersburg, Maryland, USA.
- Beauchemin, K.A., McGinn, S.M., Benchaar, C. and Holtshausen, L. 2009. Crushed sunflower, flax, or canola seeds in lactating dairy cow diets: Effects on methane production, rumen fermentation, and milk production. *J. Dairy Sci.* 92: 2118–2127.
- Bernard, L., Bonnet, M., Leroux, C., Shingfield, K.J. and Chilliard, Y. 2009. Effect of sunflower-seed oil and linseed oil on tissue lipid metabolism, gene expression and milk fatty acid secretion in alpine goats fed maize silage based diets. *J. Dairy Sci.* 92: 6083-6094.
- Broderick, G.A., Luchini, N.D., Reynal, S.M., Varga, G.A. and Ishler, V.A. 2008. Effect on production of replacing dietary starch with sucrose in lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 91: 4801-4810.
- Broderick, G.A. and Radloff, W.J. 2004. Effect of molasses supplementation on the production of lactating dairy cows fed diets based on alfalfa and corn silage. *J. Dairy Sci.* 87: 2997-3009.
- Buccioni, A., Decandia, M., Minieri, S., Molle, G. and Cabiddu, A. 2012. Lipid metabolism in the rumen: New insights on lipolysis and biohydrogenation with an emphasis on the role of endogenous plant factors. *Anim. Feed Sci. Technol.* 174: 1-25.
- Chilliard, Y. and Ferlay, A. 2004. Dietary lipids and forages interactions on cow and goat milk fatty acid composition and sensory properties. *Rep Nutri and Devel.* 44: 467–492.
- Chilliard, Y., Glasser, F., Ferlay, A., Bernard, L., Rouel, J. and Doreau, M. 2007. Diet, rumen biohydrogenation and nutritional quality of cow and goat milk fat. *Europ J. Lipid Sci. Technol.* 109: 828–855.
- DeFrain, J.M., Hippen, A.R., Kalscheur, K.F. and Schingoethe, D.J. 2004. Feeding lactose increases ruminal butyrate and plasma β -hydroxybutyrate in lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 87: 2486-2494.
- DeFrain, J.M., Hippen, A.R., Kalscheur, K.F. and Schingoethe, D.J. 2006. Feeding lactose to increase ruminal butyrate and the metabolic status of transition dairy cows. *J. Dairy Sci.* 89: 267-276.
- DeVries, T.J. and Gill, R.M. 2012. Adding liquid feed to a total mixed ration reduces feed sorting behavior and improves productivity of lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 95: 2648-2655.

- Douglas, G.N., Overton, T.R., Bateman, H.G. and Drackley, J.K. 2004. Peripartal metabolism and production of Holstein cows fed diets supplemented with fat during the dry period. *J. Dairy Sci.* 87: 4210–4220.
- Firkins, J. 2010. Addition of sugars to dairy rations. Page 91-105 in Tri-state dairy nutrition conference.
- Firkins, J.L., Oldick, B.S., Pantoja, J., Reveneau, C., Gilligan, L.E. and Carver, L. 2008. Efficacy of liquid feeds varying in concentration and composition of fat, nonprotein nitrogen, and nonfiber carbohydrates for lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 91: 1969-1984.
- Griinari, J.M., Dwyer, D.A., McGuire, M.A., Bauman, D.E., Palmquist, D.L. and Nurmela, K.V.V. 1998. Trans-octadecenoic acids and milk fat depression in lactating dairy Cows. *J. Dairy Sci.* 81: 1251-1261.
- Hall, M.B., Hoover, W.H., Jennings, J.P. and Miller Webster, T.K. 1999. A method for partitioning neutral detergent-soluble carbohydrates. *J. Sci. Food Agric.* 79: 2079-2086.
- Heldt, J.S., Cochran, R.C., Stokka, G.L., Farmer, C.G., Mathis, C.P., Titgemeyer, E.C. and Nagaraja, T.G. 1999. Effects of different supplemental sugars and starch fed in combination with degradable intake protein on low-quality forage use by beef steers. *J. Anim Sci.* 77: 2793-2802.
- Hristov, A.N. and Ropp, J.K. 2003. Effect of dietary carbohydrate composition and availability on utilization of ruminal ammonia nitrogen for milk protein synthesis in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 86: 2416-2427.
- Hristov, A.N., Vander Pol, M., Agle, M., Zaman, S., Schneider, C., Ndegwa, P., Vaddella, V.K., Johnson, K., Shingfield, K.J. and Karnati, S.K.R. 2009. Effect of lauric acid and coconut oil on ruminal fermentation, digestion, ammonia losses from manure, and milk fatty acid composition in lactating cows. *J. Dairy Sci.* 92: 5561–5582.
- Kellogg, D.W. 1969. Influence of sucrose on rumen fermentation pattern and milk fat content of cows fed a high-grain ration. *J. Dairy Sci.* 52: 1601-1604.
- Markus, S.B., Wittenberg, K.M., Ingalls, J.R. and Undi, M. 1996. Production responses by early lactation cows to whole sunflower seed or tallow supplementation of a diet based on barley. *J. Dairy Sci.* 79: 1817–1825.
- Martel, C.A., Titgemeyer, E.C., Mamedova, L.K. and Bradford, B.J. 2011. Dietary molasses increases ruminal pH and enhances ruminal biohydrogenation during milk fat depression. *J. Dairy Sci.* 94: 3995-4004.
- McCormick, M.E., Redfearn, D.D., Ward, J.D. and Blouin, D.C. 2001. Effect of protein source and soluble carbohydrate addition on rumen fermentation and lactation performance of Holstein cows. *J. Dairy Sci.* 84: 1686-1697.
- Mullins, C.R. and Bradford, B.J. 2010. Effects of a molasses-coated cottonseed product on diet digestibility, performance, and milk fatty acid profile of lactating dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 93: 3128-3135.

- Nombekela, S.W., Murphy, M.R., Gonyou, H.W. and Marden, J.I. 1994. Dietary preferences in early lactation cows as affected by primary tastes and some common feed flavors. *J. Dairy Sci.* 77: 2393-2399.
- Nombekela, S.W. and Murphy, M.R. 1995. Sucrose supplementation and feed intake of dairy cows in early lactation. *J. Dairy Sci.* 78: 880-885.
- Oba, M. 2011. Review: Effects of feeding sugars on productivity of lactating dairy cows. *Can. J. Anim. Sci.* 91: 37-46.
- Oelker, E.R., Reveneau, C. and Firkins, J.L. 2009. Interaction of molasses and monensin in alfalfa hay- nor corn silage-based diets on rumen fermentation, total tract digestibility, and milk production by Holstein cows. *J. Dairy Sci.* 92: 270-285.
- Palmquist, D.L. and Jenkins, T.C. 1980. Fat in lactation rations: review. *J. Dairy Sci.* 63: 1-14.
- Patra, A.K. and Yu, Z. 2013. Effects of coconut and fish oils on ruminal methanogenesis, fermentation, and abundance and diversity of microbial populations *in vitro*. *J. Dairy Sci.* 96: 1782-1792.
- Penner, G.B., Guan, L.L. and Oba, M. 2009. Effects of feeding Fermenten on ruminal fermentation in lactating Holstein cows fed two dietary sugar concentrations. *J. Dairy Sci.* 92: 1725-1733.
- Penner, G.B. and Oba, M. 2009. Increasing dietary sugar concentration may improve dry matter intake, ruminal fermentation, and productivity of dairy cows in the postpartum phase of the transition period. *J. Dairy Sci.* 92: 3341-3353.
- Petit, H.V. 2003. Digestion, milk production, milk composition, and blood composition of dairy cows fed formaldehyde treated flaxseed or sunflower seed. *J. Dairy Sci.* 86: 2637-2646.
- Petit, H.V., Germiquet, C. and Lebel, D. 2004. Effect of feeding whole, unprocessed sunflower seeds and flaxseed on milk production, milk composition, and prostaglandin secretion in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 87: 3889-3898.
- Rabiee, A.R., Breinhild, K., Scott, W., Golder, H.M., Block, E. and Lean, I.J. 2014. 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.
- Rafalowski, W., and Park, C.S. 1982. Whole sunflower seed as a fat supplement for lactating cows. *J. Dairy Sci.* 65: 1484-1492.
- Razzaghi, A., Valizadeh, R., Naserian, A.A., Danesh Mesgaran, M. and Rashidi, L. 2015. Effects of sucrose and sunflower oil addition to diet of Saanen dairy goats on performance and milk fatty acid profile. *Livest. Sci.* 173: 14-23.
- Ribeiro, C.V.D.M., Karnati, S.K.R. and Eastridge, M.L. 2005. Biohydrogenation of fatty acids and digestibility of fresh alfalfa or alfalfa hay plus sucrose in continuous culture. *J. Dairy Sci.* 88: 4007-4017.

- Rico, D.E. and Harvatine, K.J. 2013. Induction of and recovery from milk fat depression occurs progressively in dairy cows switched between diets that differ in fiber and oil concentration. *J. Dairy Sci.* 96: 6621-6630.
- Rico, D.E., Ying, Y. and Harvatine, K.J. 2014. Effect of a high-palmitic acid fat supplement on milk production and apparent total-tract digestibility in high- and low-milk yield dairy cows. *J. Dairy Sci.* 97: 3739-3751.
- SAS Institute Inc., 2003. SAS/STAT User's Guide: Version 9.1. SAS Institute Inc., Cary, North Carolina.
- Shingfield, K.J., Ahvenjarvi, S., Toivonen, V., Vanhatalo, A., Huhtanen, P. and Griinari, J.M. 2008. Effect of incremental levels of sunflower-seed oil in the diet on ruminal lipid metabolism in lactating cows. *Br J. Nutr.* 99: 971-983.
- Shingfield, K.J., Bernard, L., Leroux, C. and Chilliard, Y. 2010. Role of trans- fatty acids in the nutritional regulation of mammary lipogenesis in ruminants. *Animal* 4: 1140-1166.
- Stegeman, G.A., Casper, D.P., Schingoethe, D.J. and Baer, R.J. 1992. Lactational responses of dairy cows fed unsaturated dietary fat and receiving bovine somatotropin. *J. Dairy Sci.* 75: 1936-1945.
- Stensig, T., Weisbjerg, M.R. and Hvelplund, T. 1998. Digestion and passage kinetics of fibre in dairy cows as affected by the proportion of wheat starch or sucrose in the diet. *Acta Agri. Scand.* 48: 129-140.
- Vallimont, J.E., Bargo, F., Cassidy, T.W., Luchini, N.D., Broderick, G.A. and Varga, G.A. 2004. Effects of replacing dietary starch with sucrose on ruminal fermentation and nitrogen metabolism in continuous culture. *J. Dairy Sci.* 87: 4221-4229.
- Van Soest, P.J., Robertson, J.B. and Lewis, B.A. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.* 74: 3583-3597.
- Weiss, W.P. and Pinos-Rodríguez, J.M. 2009. Production responses of dairy cows when fed supplemental fat in low- and high-forage diets. *J. Dairy Sci.* 92: 6144-6155.
- Zened, A., Enjalbert, F., Nicot, M.C. and Troegeler-Meynadier, A. 2013. Starch plus sunflower oil addition to the diet of dry dairy cows results in a trans-11 to trans-10 shift of biohydrogenation. *J. Dairy Sci.* 96: 451-459.



Gorgan University of Agricultural
Sciences and Natural Resources

J. of Ruminant Research, Vol. 3(1), 2015

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

The effect of addition sucrose and sunflower seeds to the diet on lactation performance and ruminal fermentation pattern in dairy cow

**A. Razzaghi¹, *R. Valizadeh², A.A. Naserian² and
M. Danesh Mesgaran²**

¹Ph.D. Student and ²Professor, Dept. of Animal Sciences, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

Received: 02/22/2015; Accepted: 05/4/2015

Abstract

This study was conducted to examine the effect of dietary inclusion of sucrose with or without crushed sunflower seeds on ruminal fermentation, blood metabolites and performance in early lactating dairy cows. Eight Holstein dairy cows in a replicated 4×4 Latin square design with a 2×2 factorial arrangement of treatments were assigned to following experimental diets; 1) low sugar diet without added sunflower seeds and sucrose, 2) low sugar diet supplemented with sunflower seeds (8 percent of dry matter), 3) high sugar diet supplemented with sucrose (4 percentage of dry matter), and 4) high sugar diet supplemented with sucrose and sunflower seeds. Sucrose and sunflower seeds were substituted with corn grain in the diets. Dry matter intake, milk production yield and milk concentrations of protein, lactose and solid non-fat were not affected by the treatments. Dietary inclusion of sucrose increased milk fat ($P<0.01$) and milk corrected fat ($P<0.05$). Although, there were no differences between treatments for the ruminal concentration of ammonia nitrogen, total volatile fatty acids, propionate, butyrate, isovalerate, and valerate concentrations, feeding sucrose to dairy cows increased rumen concentration of acetate ($P<0.01$), rumen pH ($P<0.01$) and acetate to propionate ratio ($P<0.1$). Feeding dairy cows with diet containing eight percent of sunflower seeds increased plasma concentration of triglyceride ($P<0.05$) and cholesterol ($P<0.01$) in comparison with the diets without oil seeds. The current study showed that replacing corn grain with sucrose increased milk fat yield and milk corrected fat and modified ruminal fermentation pattern in dairy cows.

*Corresponding author; Email: valizadeh@um.ac.ir

