نشریه پژوهش‌های علوم دامی/ جلد ۲۵ شماره ۱/ سال۱۳۹۴

اثر منابع مختلف نشاسته در جیره‌های دارای دانه پنبه کامل بر الگوی اسیدهای چرب پلاسمای گاوهای شیرده هلشتاین

سیدغلامرضا موسوی[1*]، فرشید فتاح‌نیا[2] و حمید محمدزاده[3]

تاریخ دریافت: ۹۲/۱۱/۱۵ تاریخ پذیرش: ۹۳/۹/٦

[1] دانش‌آموخته کارشناسی ارشد گروه علوم دامی دانشکده کشاورزی دانشگاه ایلام

[2] استادیار گروه علوم دامی دانشکده کشاورزی دانشگاه ایلام

[3] استادیار گروه علوم دامی دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز

[*] مسئول مکاتبه: Email: sghr.mousavi@mail.ilam.ac.ir

چکیده

زمینه مطالعاتی: منبع نشاسته در جیره‌های حاوی اسیدهای چرب غیراشباع الگوی اسیدهای چرب پلاسمای گاوهای شیرده را تحت تاثیر قرار می‌دهد. **هدف**: این آزمایش برای بررسی اثر منابع مختلف نشاسته شامل دانه ذرت، دانه گندم، دانه جو و سیب‌زمینی در جیره‌های حاوی دانه کامل پنبه به عنوان منبع اسیدهای چرب غیراشباع بر الگوی اسیدهای چرب پلاسما، مصرف خوراک و تولید و ترکیب شیر گاوهای شیرده هلشتاین انجام شد. **روش کار**: در این آزمایش از ۸ رأس گاو شیرده چند بار زایش کرده هلشتاین با میانگین روزهای شیردهی ۹±۸۳، میانگین تولید شیر ۳±۳۳ کیلوگرم در روز و میانگین وزن بدن ۳۱±٦۸۳ کیلوگرم در قالب یک طرح مربع لاتین تکرار شده با ٤ جیره و ٤ دوره استفاده شد. جیره‌های آزمایشی شامل جیره حاوی ۲۵/۲۰ درصد دانه گندم، جیره حاوی ۲٦ درصد دانه جو، جیره حاوی ۲۵ درصد دانه ذرت و جیره حاوی ۲۵ درصد سیب‌زمینی بر اساس ماده خشک جیره بودند. مصرف ماده خشک، تولید و ترکیب شیر و الگوی اسیدهای چرب جیره‌های آزمایشی و پلاسمای گاوها اندازه‌گیری شد. **نتیجه‌گیری**: غلظت اسید چرب ۱۸:۲سیس-۹سیس-۱۲ و مجموع اسیدهای چرب غیراشباع پلاسمای گاوهای تغذیه شده با جیره‌های دارای گندم یا جو در مقایسه با ذرت یا سیب‌زمینی بالاتر بود. گاوهای تغذیه شده با جیره دارای سیب‌زمینی کمترین تولید روزانه شیر خام، شیر تصحیح شده برای ٤ درصد چربی و شیر تصحیح شده برای انرژی را داشتند. درصد چربی شیر گاوهای تغذیه شده با جیره دارای ذرت در مقایسه با دیگر جیره‌ها بالاتر بود. درصد پروتئین و لاکتوز شیر و مصرف ماده خشک روزانه تحت تأثیر جیره‌های آزمایشی قرار نگرفت. **نتیجه‌گیری نهایی**: با توجه به این نتایج، نشاسته گندم و جو در مقایسه با نشاسته ذرت و سیب‌زمینی باعث افزایش غلظت مجموع اسیدهای چرب غیراشباع پلاسمای گاوهای شیرده شدند که می‌تواند باعث بهبود الگوی اسیدهای چرب شیر و بافت نشخوارکنندگان شود.

واژگان کلیدی: منبع نشاسته، دانه پنبه کامل، اسیدهای چرب پلاسما، اسیدهای چرب غیراشباع، بیوهیدروژناسیون

مقدمه

اثرات مفید مصرف اسیدهای چرب غیراشباع امگا-۳ و امگا-٦ بر سلامت انسان شامل کاهش وقوع سرطان، بیماری‌های قلبی-عروقی، فشار خون و ورم مفاصل بارها به اثبات رسیده است (رایت و همکاران ۱۹۹۸؛ سیموپالوس ۱۹۹٦). چربی شیر و بافت‌های نشخوارکنندگان به دلیل فرآیند هیدروژنه شدن کامل اسیدهای چرب غیراشباع توسط میکروارگانیسم‌های شکمبه، دارای غلظت پایینی از اسیدهای چرب غیراشباع امگا-۳ و امگا-٦ و غلظت بالایی از اسیدهای چرب اشباع به ویژه اسید میریستیک (۱٤:۰ کربنی) و اسید پالمیتیک (۱٦:۰ کربنی) می‌باشند (کنلی، ۱۹۹٦). این اسیدهای چرب اشباع با افزایش غلظت کلسترول کل و کلسترول LDL در پلاسما، مشکلات قلبی-عروقی در انسان را افزایش می‌دهند (مانسبریچ و بلیک ۱۹۹۷؛ نوکس و همکاران ۱۹۹٦). عوامل متعددی هیدروژنه شدن میکروبی اسیدهای چرب غیراشباع در شکمبه را تحت تأثیر قرار می‌دهند که از مهمترین این عوامل می‌توان به غلظت اسیدهای چرب غیراشباع در جیره، شکل یا نوع مکمل چربی، درجه غیراشباع بودن اسیدهای چرب، وجود آنتی‌بیوتیک‌های یونوفری و نسبت کنسانتره به علوفه در جیره اشاره کرد (بیم و همکاران ۲۰۰۰). وان‌نول و دمیر (۱۹۹٦) گزارش کردند که pH بر بیوهیدروژناسیون اسیدهای چرب غیراشباع تأثیر دارد به طوری که در شرایط آزمایشگاهی[1] و در جیره‌های با کنسانتره بالا، لیپولیز و هیدروژنه شدن میکروبی اسیدهای چرب غیراشباع جیره کاهش می‌یابد (وان‌نول و دمیر ۱۹۹٦). میزان pH مایع شکمبه توسط جیره‌های با محتوی بالای کنسانتره، ذرت سیلو شده (کالسچر و همکاران ۱۹۹۷) یا نشاسته با تجزیه‌پذیری سریع در شکمبه کاهش می‌یابد (مارتین و همکاران ۲۰۰٦). نشاسته گندم و جو در مقایسه با ذرت و سیب‌زمینی با سرعت بیشتری در شکمبه تجزیه می‌شوند و از این رو باعث افت بیشتر pH مایع شکمبه می‌شوند (هررا سالدانا و همکاران ۱۹۹۰). جهت تغییر ترکیب اسیدهای چرب پلاسما و در نهایت چربی شیر و بافت‌های نشخوارکنندگان انتخاب نوع مکمل چربی اهمیت زیادی دارد. مکمل چربی باید غنی از اسیدهای چرب غیراشباع باشد و بر تخمیر شکمبه کمترین اثر منفی را داشته باشد. روغن‌های آزاد با منشأ دریایی یا گیاهی در شکمبه سریع اثر می‌کنند و با پوشاندن سطح ذرات خوراک و باکتری‌ها، قابلیت هضم مواد مغذی را کاهش می‌دهند (جنکینس ۱۹۹۳). اما در این میان استفاده از دانه‌های کامل روغنی از جمله دانه پنبه کامل به عنوان منبع چربی در جیره به دلیل بهبود ظرفیت بافری شکمبه و آزادسازی آهسته اسیدهای چرب به داخل شکمبه، اثر منفی کمتری بر میکروارگانیسم‌ها دارد (دپیترز و همکاران NRC, ۱۹۸۷ ;2001). دانه پنبه کامل منبع مناسبی برای تأمین الیاف، انرژی و پروتئین دام است (مور و همکاران ۱۹۸٦؛ مووری و اسپاین ۱۹۹۹) و به ترتیب حدود ۵۵ و ۱۵ درصد از کل اسیدهای چرب آن را اسید لینولئیک و اسید اولئیک تشکیل می‌دهند (برتراند و همکاران ۲۰۰۵).

با توجه به مطالب ذکر شده به نظر می‌رسد که هنگامی که جیره نشخوارکنندگان غنی از منابع اسیدهای چرب غیراشباع مانند دانه پنبه کامل و منبع نشاسته با تجزیه‌پذیری سریع در شکمبه باشد به دلیل کاهش pH شکمبه و کاهش هیدروژنه شدن میکروبی، اسیدهای چرب غیراشباع بیشتری از شکمبه عبور کرده و به شیر و بافت‌های نشخوارکنندگان انتقال می‌یابد. با توجه به اینکه الگوی اسیدهای چرب پلاسما بیانگر الگوی اسیدهای چرب شیر و بافت‌های بدن است (چریستی ۱۹۸۱)، هدف این مطالعه بررسی اثر منابع نشاسته با سرعت تجزیه‌پذیری متفاوت در شکمبه بر الگوی اسیدهای چرب پلاسمای و عملکرد گاوهای شیرده بود.

[1] - *In vitro*

مواد و روش‌ها

حیوانات و جیره‌ها

در این مطالعه از ۸ رأس گاو هلشتاین شیرده چند بار زایش کرده با متوسط روزهای شیردهی ۹±۸۳، میانگین تولید شیر ۳±۳۳ کیلوگرم در روز و میانگین وزن بدن ۳۱±۶۸۳ کیلوگرم در یک طرح مربع لاتین ٤×٤ تکرار شده برای بررسی اثر منابع مختلف نشاسته بر غلظت اسیدهای چرب پلاسما و تولید و ترکیب شیر گاوهای شیرده استفاده شد. هر دوره آزمایشی (۲۱ روز) شامل ١٤ روز برای عادت‌دهی گاوها به جیره‌های آزمایشی و ۷ روز برای نمونه‌گیری و ثبت داده‌ها بود. گاوها در جایگاه‌های انفرادی نگهداری شدند و در طول آزمایش آب به طور آزاد در اختیار آن‌ها قرار داشت. چهار جیره آزمایشی در نوع منبع نشاسته با هم تفاوت داشته و از جیره ۱ الی ٤ به ترتیب شامل ۲۵/۲۰ درصد دانه گندم، ٢٦ درصد دانه جو، ۲۵ درصد دانه ذرت و ۲۵ درصد سیب‌زمینی، از ماده خشک جیره بودند. دانه‌های گندم، جو و ذرت به شکل آسیاب شده و سیب‌زمینی به شکل قطعه‌شده با استفاده از ماشین خردکننده (Herbog A/S, Videbaek, Denmark) با قطعات ۳ سانتی‌متری در اختیار گاوها قرار گرفت. ترکیب و آنالیز شیمیایی جیره‌های آزمایشی در جدول ۱ و الگوی اسیدهای چرب جیره‌های آزمایشی و دانه پنبه کامل در جدول ۲ آمده است. جیره‌های آزمایشی بر اساس توصیه‌های انجمن تحقیقات ملی (NRC ۲۰۰۱) متعادل شده و دو بار در روز در ساعات ۸ و ١٦ به صورت کاملاً مخلوط شده و در حد اشتها در اختیار گاوها قرار گرفتند. گاوها ۳ نوبت در روز در ساعات ٤ صبح، ۱۲ ظهر و ٦ عصر شیردوشی شدند.

جمع‌آوری داده‌ها

در طول ۷ روز آخر هر دوره، روزانه مصرف خوراک هر کدام از گاوها به طور جداگانه ثبت و نمونه‌هایی از جیره‌های هر گاو جمع‌آوری و در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شد. بعد از پایان هر دوره، نمونه‌های جیره به نسبت مساوی با هم ترکیب شدند. در روز ۱۹ هر دوره آزمایش و بلافاصله قبل از خوراک نوبت صبح، نمونه‌های خون از ورید وداج هر گاو در داخل لوله‌های حاوی هپارین جمع‌آوری و در کنار یخ به آزمایشگاه منتقل شدند. نمونه‌های خون با سرعت ۲۵۰۰ دور در دقیقه در دمای ٤ درجه سانتی‌گراد و به مدت ۲۰ دقیقه سانتریفیوژ شدند. پلاسمای جدا شده تا زمان اندازه‌گیری فراسنجه‌ها در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شد. تولید شیر هر کدام از گاوها در ۷ روز آخر هر دوره آزمایشی رکوردگیری و ثبت شد. در روزهای ١٦ و ۱۷ هر دوره آزمایشی، نمونه‌هایی از شیر گاوها در هر نوبت (٦ وعده شیردوشی متوالی) جمع‌آوری و تا زمان آنالیز در داخل ظروف پلاستیکی حاوی ماده نگهدارنده (دی‌کرومات پتاسیم) در دمای ٤ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند.

تجزیه شیمیایی نمونه‌ها

نمونه‌های جیره‌های آزمایشی پس از خشک شدن در آون با دمای ٦٠ درجه سانتی‌گراد، با استفاده از آسیاب با الک ۱ میلی‌متری آسیاب شدند. ترکیب شیمیایی نمونه‌ها شامل ماده خشک، ماده آلی، عصاره اتری و پروتئین خام طبق روش‌های AOAC (۱۹۹۰)، دیواره سلولی (با استفاده از آنزیم آلفاآمیلاز مقاوم به حرارت و سولفیت سدیم و تصحیح شده برای خاکستر) و دیواره سلولی بدون همی‌سلولز (تصحیح شده برای خاکستر) طبق روش ون‌سوست و همکاران (۱۹۹۱) و نشاسته طبق روش کارکالاس (۱۹۸۵) اندازه‌گیری شد. برای آنالیز اسیدهای چرب نمونه‌های پلاسما و جیره‌های آزمایشی از دستگاه کروماتوگرافی گازی به ترتیب با استفاده از روش‌های لابرون و همکاران (۲۰۰۸) و متکالف و همکاران (١٩٦٦) استفاده شد. در پایان هر دوره آزمایشی، نمونه‌های شیر مربوط به هر گاو با توجه به مقدار تولید در هر نوبت با هم مخلوط شده و غلظت پروتئین، چربی و لاکتوز آن‌ها با استفاده از

دستگاه میلکواسکن (Milko-O-Scan 133B Foss Electric, Denmark) اندازه‌گیری شد.

تجزیه آماری و مدل طرح

داده‌ها با استفاده از رویه Mixed نرم افزار آماری SAS (۱۹۹۹) تجزیه واریانس شدند. مدل آماری طرح به صورت $Y_{ijkl} = \mu + S_i + P_{j(i)} + C_{k(i)} + T_l + e_{ijkl}$ بود که در آن Y_{ijkl}: متغیر وابسته، μ: میانگین کل جامعه برای صفت مورد نظر، S_i: اثر ثابت مربع i، $P_{j(i)}$: اثر ثابت دوره j در درون مربع i، $C_{k(i)}$: اثر تصادفی گاو k در درون مربع i، T_l: اثر ثابت تیمار l و e_{ijkl}: اثر تصادفی باقیمانده (خطای آزمایشی) می‌باشند. میانگین‌ها در سطح آماری ۵ درصد و با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن با هم مقایسه شدند.

جدول ۱- مواد خوراکی و ترکیبات شیمیایی جیره‌های آزمایشی

	منبع نشاسته جیره			
ماده خوراکی (درصد از جیره)	**گندم**	**جو**	**ذرت**	**سیب‌زمینی**
علوفه یونجه	۲۱/۷۰	۲۱/۰۰	۲۲/۰۰	۲۰/۰۳
ذرت سیلو شده	۲۳/۷۰	۲۳/۰۰	۲۲/۰۰	۲۳/٤۰
گندم آسیاب شده	۲۵/۲۰	–	–	–
جو آسیاب شده	–	۲٦/۰۰	–	–
ذرت آسیاب شده	–	–	۲۵/۰۰	–
سیب‌زمینی قطعه قطعه شده	–	–	–	۲۵/۰۰
دانه پنبه کامل	۱٤/۸۰	۱۵/۰۰	۱۵/۲۰	۱۵/۰۰
کنجاله تخم پنبه	٤/۹۰	٦/۰۰	۷/۰۰	۷/۷۰
پودر ماهی	۲/۷۰	۳/٤۰	۳/٤۰	۳/۰۰
تفاله چغندر قند	٤/٤۰	۳/۰۰	۲/۸۰	۳/۰۰
بیکربنات سدیم	۰/۷۰	۰/۷۰	۰/۷۰	۰/۷۰
مکمل ویتامین و مواد معدنی[1]	۱/۵۰	۱/۵۰	۱/۵۰	۱/۵۰
نمک	۰/٤۰	۰/٤۰	۰/٤۰	۰/٤۰
ترکیبات شیمیایی (درصد از ماده خشک جیره)				
ماده خشک	٤۲/۰۰	٤۳/۳۰	٤۲/٤۰	٤۱/۹۰
پروتئین خام	۱۷/٦۰	۱۷/۹۰	۱۷/۵۰	۱۷/۵۰
عصاره اتری	۵/۸۰	۵/۸۰	٦/۳۰	۵/۵۰
دیواره سلولی	۳٦/۱۰	۳۷/۲۰	۳٤/۵۰	۳٤/۲۰
دیواره سلولی بدون همی‌سلولز	۲٤/۳۰	۲٤/۵۰	۲۳/۸۰	۲٤/٦۰
کربوهیدرات‌های غیرالیافی [2]	۳۷/۲۰	۳۵/٤۰	۳۷/۹۰	۳۹/۰۰
نشاسته	۲۳/۸۰	۲۵/۷۰	۲۵/٦۰	۲۵/۲۰
انرژی خالص شیردهی[3] (مگاکالری در کیلوگرم)	۱/٦٤	۱/٦۳	۱/٦۵	۱/٦۲

۱- هر کیلوگرم مکمل ویتامینی و معدنی شامل ۱۸۰ گرم کلسیم، ۷۰ گرم فسفر، ۳۵ گرم پتاسیم، ۵۰ گرم سدیم، ۵۸ گرم کلر، ۳۰ گرم منیزیم، ۳۲ گرم گوگرد، ۵ گرم منگنز، ٤ گرم آهن، ۳ گرم روی، ۳۰۰ میلی‌گرم مس، ۱۰۰ میلی‌گرم ید، ۱۰۰ میلی‌گرم کبالت، ۲۰ میلی‌گرم سلنیوم ٤۰۰۰۰۰ واحد بین المللی ویتامین A، ۱۰۰۰۰۰ واحد بین المللی ویتامین D_3 و ۲٤۵ واحد بین المللی ویتامین E بود.

۲- (درصد خاکستر + درصد عصاره اتری + درصد دیواره سلولی + درصد پروتئین خام) −۱۰۰ = کربوهیدرات‌های غیرالیافی (درصد)

۳- با استفاده از معادلات انجمن تحقیقات ملی (NRC ۲۰۰۱) محاسبه شده است.

نتایج و بحث

الگوی اسیدهای چرب جیره‌های آزمایشی

الگوی اسیدهای چرب جیره‌های دارای گندم، جو، ذرت و سیب‌زمینی در جدول ۲ آمده است. با توجه به اینکه الگوی نامشابه اسیدهای چرب، امکان مقایسه مناسب تیمارها را فراهم نمی‌کرد، در این مطالعه الگوی تمامی اسیدهای چرب در بین جیره‌های دارای منابع مختلف نشاسته کاملاً مشابه بوده فقط غلظت اسیدهای چرب ۱٤ کربنه در جیره حاوی ذرت پایین‌تر از بقیه تیمارها بود (جدول ۲). تشابه قابل قبول در میانگین مجموع اسیدهای چرب اشباع، مجموع اسیدهای چرب غیراشباع و نسبت اسیدهای چرب غیراشباع به اشباع تیمارها امکان مقایسه مناسب بین تیمارها را از لحاظ اثر منابع نشاسته بر الگوی اسیدهای چرب پلاسما فراهم می‌کند.

الگوی اسیدهای چرب پلاسما

الگوی اسیدهای چرب پلاسمای گاوهای تغذیه شده با جیره‌های آزمایشی در جدول ۳ آمده است. همه منابع نشاسته‌ای که در این آزمایش مقایسه شدند نسبت برابری از اسیدهای چرب غیراشباع به اشباع داشته و الگوی اسیدهای چرب آن‌ها بسیار مشابه بود. به دلیل اینکه فعالیت آنزیم دلتا-۹ دساچرا ز[1] روده نشخوارکنندگان نسبتاً پایین است (بیکراستاف و جانسون ۱۹۷۲)، الگوی اسیدهای چرب غیراشباع در پلاسما ممکن است بیانگر فعالیت هیدروژنه شدن میکروبی اسیدهای چرب در شکمبه باشد (سول‌مورالس و همکاران ۲۰۰۰). نتایج این مطالعه نشان داد که منبع نشاسته جیره بر غلظت تک تک اسیدهای چرب پلاسما به استثنای اسید لینولئیک (۱۸:۲سیس-۹سیس-۱۲) اثر معنی‌داری نداشت (P>۰/۰۵). غلظت اسید لینولئیک (۱۸:۲سیس-۹سیس-۱۲) و مجموع اسیدهای چرب غیراشباع پلاسمای گاوهای تغذیه شده با جیره‌های دارای گندم یا جو در مقایسه با ذرت یا سیب‌زمینی بالاتر بود (P<۰/۰۵). موافق با یافته‌های ما، در مطالعه جرجانز و همکاران (۲۰۰٤) غلظت اسید لینولئیک (۱۸:۲سیس-۹سیس-۱۲) شیر گاوهای تغذیه شده با جیره دارای گندم در مقایسه با سیب‌زمینی به طور معنی‌داری بالاتر بود. همچنین در مطالعه فونتس و همکاران (۲۰۰۹) و تروگلر مینادیر و همکاران (۲۰۰۳) نیز غلظت اسید لینولئیک (۱۸:۲سیس-۹سیس-۱۲) در محیط کشت میکروبی شکمبه‌ای دارای pH اسیدی در مقایسه با pH خنثی بالاتر بود. در مطالعه زند و همکاران (۲۰۱۱) جیره دارای نشاسته بالا و اسید لینولئیک در مقایسه با جیره دارای نشاسته پایین و اسید لینولئیک باعث افزایش غلظت اسید چرب ۱۸:۱ترانس-۱۰ در محیط کشت میکروبی شکمبه‌ای شد. در مطالعه کالسچر و همکاران (۱۹۹۷) هیدروژنه شدن میکروبی اسیدهای چرب ۱۸:۲، ۱۸:۳ و دیگر اسیدهای چرب ۱۸ کربنی در شکمبه گاوهای دارای pH اسیدی کاهش یافت.

اسیدهای چرب غیراشباع جیره بعد از ورود به شکمبه تحت تأثیر دو فرآیند لیپولیز و هیدروژنه شدن میکروبی، به اسیدهای چرب اشباع تبدیل می‌شوند (هارفوت و هازلود ۱۹۹۷). وان‌نول و دمیر (۱۹۹٦) گزارش کردند که pH اسیدی باعث کاهش این دو فرآیند می‌شود. از طرفی فعالیت باکتری‌های تجزیه کننده الیاف مانند *بوتیری‌ویبریو فیبروسالونس*[2] که اصلی‌ترین باکتری در هیدروژنه کردن اسیدهای چرب غیراشباع می‌باشد (یانگ و همکاران ۲۰۰۹)، در pH اسیدی کاهش می‌یابد (راسل و دامبروسکی ۱۹۸۰). هابسون (۱۹٦۵) گزارش کرد که فعالیت آنزیم لیپاز و باکتری *ازایروویبریو لیپولیتیکا*[3] که در لیپولیز اسیدهای چرب در شکمبه نقش دارند در pH اسیدی کاهش یافت. مارتین و همکاران (۲۰۰٦) گزارش کردند که منابع نشاسته با تجزیه‌پذیری سریع در شکمبه باعث کاهش pH مایع شکمبه می‌شوند. نشاسته گندم و جو در مقایسه با ذرت و سیب‌زمینی با سرعت بیشتری

[1]- Δ-9 desaturase

[2] - Butyrivibrio Fibrisolvens

[3]- Anaerovibrio Lipolytica

در شکمبه تجزیه می‌شوند (هررا سالدانا و همکاران ۱۹۹۰). در یک مطالعه تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای نشاسته گندم، جو، ذرت و سیب‌زمینی به ترتیب ۳۲، ۲۹، ۲ و ۵ درصد در ساعت گزارش شد (مونتیلس و همکاران ۲۰۰۲؛ وانگ و همکاران ۲۰۰۹). در مطالعه جرجانز و همکاران (۲۰۰٤) pH مایع شکمبه گاوهای تغذیه شده با جیره دارای گندم در مقایسه با سیب‌زمینی به طور معنی‌داری پایین‌تر بود. هر چند که در مطالعه حاضر pH مایع شکمبه گاوها اندازه‌گیری نشد اما به نظر می‌رسد که جیره‌های دارای گندم یا جو در مقایسه با ذرت یا سیب‌زمینی به دلیل تجزیه‌پذیری سریع در شکمبه و کاهش pH مایع شکمبه، فرآیند لیپولیز و هیدروژنه شدن میکروبی را کاهش و باعث عبور بیشتر اسیدهای چرب غیراشباع مانند اسید لینولئیک (۱۸:۲سیس-۹سیس-۱۲) از شکمبه و انتقال آن‌ها به پلاسما شد.

جدول ۲- الگوی اسیدهای چرب جیره‌های آزمایشی (گرم در ۱۰۰ گرم اسید چرب)

	منبع نشاسته جیره					
اسیدهای چرب	گندم	جو	ذرت	سیب‌زمینی	SEM[1]	P-value
۱٤:۰	۰/۸۵[a]	۰/۸۰[a]	۰/۲۵[b]	۰/۹۵[a]	۰/۰٤	۰/۰۰۰۸
۱٦:۰	۲٤/۵۰	۲٤/٤۰	۲۵/۰۰	۲٤/٦۵	۰/۳۵	۰/٦۷
۱٦:۱	۰/۵۰	۰/۷۰	۰/۳۰	۰/٦۰	۰/۱۰	۰/۱۸
۱۸:۰	۱/۵۰	۱/٦۰	۱/۳۰	۱/۵۸	۰/۲۰	۰/۷۳
۱۸:۱ (سیس-۹)	۱٦/۵٤	۱٦/۸۵	۱۷/۳۰	۱٦/۹۰	۰/۳۸	۰/٦۱
۱۸:۲ (سیس-۹ سیس-۱۲)	۵۲/۵۰	۵۲/٤۰	۵۳/۱۰	۵۲/۱۰	۰/۲۵	۰/۱۷
۱۸:۳ (امگا-۳)	۲/۰۰	۲/۱۰	۱/٦۰	۱/۸۰	۰/٤۵	۰/۸٦
سایر اسیدهای چرب	۱/٦۱	۱/۱۵	۱/۱۵	۱/٤۲	۰/۲۹	۰/٦۵
اسیدهای چرب اشباع[2]	۲٦/۸۵	۲٦/۸۰	۲٦/۵۵	۲۷/۱۸	۰/۱۹	۰/۲۸
اسیدهای چرب غیراشباع[3]	۷۱/۵٤	۷۲/۰۵	۷۲/۳۰	۷۱/٤۰	۰/۳۳	۰/۳۲
نسبت اسیدهای چرب غیراشباع به اشباع	۲/٦٦	۲/٦۸	۲/۷۱	۲/٦۲	۰/۰۳	۰/۳۰

a، b میانگین‌هایی که در یک ردیف دارای حرف مشترک نیستند در سطح ۵ درصد تفاوت معنی‌داری دارند.

۱- اشتباه معیار کل میانگین‌ها

۲- ۱٤:۰ + ۱٦:۰ + ۱۸:۰

۳- ۱٦:۱ + ۱۸:۱ (سیس-۹) + ۱۸:۲ (سیس-۹ سیس-۱۲) + ۱۸:۳ (امگا-۳)

غلظت اسیدهای چرب ۱۸ کربنی ۱۸:۱سیس-۹، ۱۸:۱ترانس-۱۰، ۱۸:۲ترانس-۱۰سیس-۱۲ و ۱۸:۳سیس-۹ سیس-۱۲سیس-۱۵ پلاسمای گاوها تحت تأثیر جیره‌های آزمایشی قرار نگرفت اما غلظت آن‌ها در پلاسمای گاوهای تغذیه شده با جیره‌های دارای گندم یا جو در مقایسه با ذرت یا سیب‌زمینی به طور عددی افزایش و غلظت اسیدهای چرب ۱۸:۰، ۱۸:۱ترانس-۱۱، ۱۸:۲سیس-۹ ترانس-۱۱ و مجموع اسیدهای چرب اشباع به طور عددی کاهش یافت (P>۰/۰۵). در مطالعه جرجانز و همکاران (۲۰۰٤) غلظت اسیدهای چرب ۱٤:۰ و ۱٦:۰ کربنی شیر گاوهای تغذیه شده با جیره دارای گندم در مقایسه با سیب‌زمینی به طور معنی‌داری پایین‌تر، غلظت اسیدهای چرب ۱۸:۱سیس ۹، ۱۸:۱ترانس-۱۰ و ۱۸:۳سیس-۹سیس۱۲سیس-۱۵ به طور معنی‌داری بالاتر، غلظت اسیدهای چرب ۱٦:۱ و ۱۸:۲سیس-۹ترانس-۱۱ به طور عددی بالاتر و غلظت اسید چرب

۱۸:۰ کربنی به طور عددی پایین‌تر بود. در مطالعه بوکارت و همکاران (۲۰۰۸) منبع نشاسته جیره و روغن جلبک بر غلظت اسیدهای چرب ۱٤:۰، ۱۵:۰، ۱٦:۰، ۱٦:۱، ۱۷:۰ و ۱۸:۳ شیر اثر معنی‌داری نداشت. گریناری و همکاران (۱۹۹۸)، ابوغزاله و جاکوبسون (۲۰۰۷) و پیپروا و همکاران (۲۰۰۲) گزارش کردند که غلظت اسیدهای چرب ۱۸:۱ترانس-۱۰ و ۱۸:۲ترانس-۱۰سیس-۱۲ شیر گاوهای دارای pH شکمبه اسیدی در مقایسه با گاوهای دارای pH شکمبه خنثی بالاتر بود. در مطالعه فونتس و همکاران (۲۰۰۹) غلظت اسیدهای چرب ۱۸:۱ترانس-۱۰، ۱۸:۱سیس-۹، ۱۸:۲سیس-۹سیس-۱۲ و ۱۸:۳سیس-۹سیس-۱۲سیس-۱۵ کربنی در محیط کشت میکروبی شکمبه‌ای دارای pH اسیدی در مقایسه با pH نزدیک به خنثی بالاتر بود.

کالسچر و همکاران (۱۹۹۷) گزارش کردند که pH پایین شکمبه ممکن است با توقف مرحله آخر هیدروژنه شدن میکروبی که اسیدهای چرب ترانس ۱۸:۱ کربنی را به اسید استئاریک (۱۸:۰ کربنی) تبدیل می‌کند، باعث افزایش عبور اسیدهای چرب ترانس ۱۸:۱ کربنی از شکمبه و افزایش غلظت آن‌ها در پلاسما و شیر شود. لذا می‌توان افزایش عددی غلظت اسیدهای چرب ۱۸:۱ترانس-۱۰ کربنی و کاهش غلظت اسید استئاریک (۱۸:۰ کربنی) پلاسمای گاوهای تغذیه شده با جیره‌های دارای گندم یا جو در مقایسه با ذرت یا سیب‌زمینی را به مهار مرحله آخر هیدروژنه شدن میکروبی توسط کاهش pH شکمبه ارتباط داد. زند و همکاران (۲۰۱۱) و روی و همکاران (۲۰۰٦) گزارش کردند که ایزومرهای ترانس-۱۱ در شکمبه گاوهای تغذیه شده با جیره‌های دارای منابع اسید لینولئیک و غنی از کنسانتره در اثر pH پایین شکمبه به ایزومرهای ترانس-۱۰ تبدیل می‌شوند. در این مطالعه نیز غلظت اسیدهای چرب ترانس-۱۰ (۱۸:۱ترانس-۱۰ و ۱۸:۲ترانس-۱۰سیس-۱۲) در پلاسمای گاوهای تغذیه شده با جیره‌های دارای گندم یا جو در مقایسه با ذرت یا سیب‌زمینی به طور عددی افزایش و غلظت اسیدهای چرب ترانس-۱۱ (۱۸:۱ترانس-۱۱ و ۱۸:۲سیس-۹ترانس-۱۱ کربنی) به طور عددی کاهش یافت. از طرفی باکتری *بوتیری‌ویبریو فیبروسالونس* که مهمترین باکتری تولیدکننده اسیدهای چرب ترانس-۱۱ می‌باشد، به جیره‌های غنی از نشاسته حساسیت بالایی دارد (کلیو و همکاران ۲۰۰۳) و pH مناسب آنزیم ۱۸:۲سیس-۹سیس-۱۲ ایزومراز این باکتری، بین ۷ و ۷/۲ می‌باشد (کپلر و توف ۱۹٦۷). زند و همکاران (۲۰۱۱) گزارش کردند که نشاسته و روغن‌های غیراشباع در جیره باعث تغییر در جمعیت میکروارگانیسم‌های شکمبه می‌شود. مشخص شده است که باکتری‌های *مگاسفرا السدنی*[1] (کیم و همکاران ۲۰۰۲) و *پروپیونی‌باکتریوم آسنس*[2] (والاس و همکاران ۲۰۰۷) می‌توانند اسیدهای چرب ترانس-۱۰ تولید کنند. این باکتری‌ها که مصرف‌کننده لاکتات هستند قادر به رشد در pH پایین می‌باشند (تریون و همکاران ۱۹۸۲). *مگاسفرا السدنی* به اسیدهای چرب غیراشباع نیز مقاوم می‌باشد (مایا و همکاران ۲۰۰۷).

مصرف ماده خشک، تولید و ترکیب شیر

اثر جیره‌های آزمایشی بر مصرف ماده خشک، تولید و ترکیب شیر در جدول ٤ آمده است. در این آزمایش مصرف ماده خشک تحت تأثیر منبع نشاسته جیره قرار نگرفت ($P>0/05$). مشابه با نتایج مطالعه حاضر، جیره دارای ذرت یا گندم در مطالعه کابریتا و همکاران (۲۰۰۹)، جیره دارای گندم، جو، ذرت یا یولاف در مطالعه گازو و متسوانگوا (۲۰۰۸) و جیره دارای گندم یا سیب‌زمینی در مطالعه جرجانز و همکاران (۲۰۰٤) بر مصرف ماده خشک اثر معنی‌داری نداشتند.

1- Megasphaera Elsdenii
2- Propionibacterium Acnes

جدول ۳- الگوی اسیدهای چرب پلاسمای گاوهای تغذیه شده با جیره‌های آزمایشی (گرم در ۱۰۰ گرم اسید چرب)

اسیدهای چرب	منبع نشاسته جیره				SEM[1]	P-value
	گندم	جو	ذرت	سیب‌زمینی		
اسیدهای چرب کمتر از ۱۴ کربن	۱۸/۴۹	۱۸/۲۴	۱۹/۲۵	۱۹/۴۱	۰/۶۳	۰/۵۲
۱۴:۰	۲/۴۸	۲/۵۳	۲/۶۸	۲/۵۸	۰/۰۷	۰/۳۳
۱۵:۰	۲/۳۶	۲/۳۸	۲/۴۶	۲/۴۰	۰/۰۲	۰/۱۶
۱۶:۰	۳۲/۰۸	۳۲/۱۴	۳۲/۳۹	۳۲/۲۹	۰/۱۶	۰/۵۸
۱۶:۱	۰/۶۱	۰/۶۱	۰/۶۰	۰/۶۰	۰/۰۱	۰/۹۸
۱۷:۰	۲/۱۲	۲/۲۸	۲/۴۲	۲/۴۱	۰/۱۰	۰/۲۲
۱۸:۰	۱۲/۸۰	۱۲/۹۵	۱۳/۱۴	۱۳/۳۱	۰/۱۷	۰/۲۹
۱۸:۱ (ترانس-۱۱)	۲/۴۹	۲/۵۸	۲/۶۹	۲/۶۵	۰/۰۷	۰/۲۹
۱۸:۱ (ترانس-۱۰)	۱/۸۲	۱/۷۵	۱/۶۲	۱/۶۶	۰/۱۱	۰/۶۳
۱۸:۱ (سیس-۹)	۱۸/۷۶	۱۸/۶۲	۱۸/۱۳	۱۸/۲۳	۰/۲۴	۰/۲۹
۱۸:۲ (سیس-۹ ترانس-۱۱)	۰/۶۰	۰/۶۱	۰/۶۶	۰/۶۵	۰/۰۴	۰/۷۰
۱۸:۲ (ترانس-۱۰ سیس-۱۲)	۰/۰۸۰	۰/۰۷۵	۰/۰۶۰	۰/۰۶۰	۰/۰۰۶	۰/۱۴
۱۸:۲ (سیس-۹ سیس-۱۲)	۴/۷۰[a]	۴/۶۳[a]	۳/۵۱[b]	۳/۲۲[b]	۰/۱۲	<۰/۰۱
۱۸:۳ (سیس-۹ سیس-۱۲ سیس-۱۵)	۰/۵۸	۰/۵۶	۰/۴۶	۰/۴۸	۰/۰۶	۰/۵۸
اسیدهای چرب اشباع[2]	۵۱/۸۵	۵۲/۲۹	۵۳/۰۲	۵۳/۰۰	۰/۳۴	۰/۱۳
اسیدهای چرب غیراشباع [3]	۲۹/۶۵[a]	۲۹/۴۶[a]	۲۷/۷۲[b]	۲۷/۵۸[b]	۰/۴۴	۰/۰۲

a، b میانگین‌هایی که در یک ردیف دارای حرف مشترک نیستند در سطح ۵ درصد تفاوت معنی‌داری دارند.

۱- اشتباه معیار کل میانگین‌ها

۲- ۱۴:۰ + ۱۵:۰ + ۱۶:۰ + ۱۷:۰ + ۱۸:۰

۳- ۱۶:۱ + ۱۸:۱ (ترانس-۱۱) + ۱۸:۱ (ترانس-۱۰) + ۱۸:۱ (سیس-۹) + ۱۸:۲ (سیس-۹ ترانس-۱۱) + ۱۸:۲ (ترانس-۱۰ سیس-۱۲) + ۱۸:۲ (سیس-۹ سیس-۱۲) + ۱۸:۳ (سیس-۹ سیس-۱۲ سیس-۱۵)

تولید شیر در گاوهای تغذیه شده با جیره دارای گندم در مقایسه با دیگر جیره‌ها بالاتر بود (P<۰/۰۵). به طور میانگین، گاوهای تغذیه شده با جیره‌های دارای جو، ذرت و سیب‌زمینی در مقایسه با جیره دارای گندم به ترتیب ۱/۴۰، ۱/۷۴ و ۳/۵۴ کیلوگرم در روز، شیر کمتری تولید کردند (جدول ۴). این نتایج با نتایج مطالعه گازو و متسوانگوا (۲۰۰۸) و پتیت و سانتوز (۱۹۹۶) مطابقت داشت. منابع نشاسته با سرعت تجزیه‌پذیری بالا در شکمبه مانند گندم یا جو در مقایسه با منابع نشاسته با تجزیه‌پذیری پایین در شکمبه مانند ذرت یا سیب‌زمینی از طریق تولید مقادیر فراوان پروپیونات در شکمبه باعث افزایش تولید بیشتر شیر می‌شوند (تئورر و همکاران ۱۹۹۹). شیر تصحیح شده برای چربی و شیر تصحیح شده برای انرژی در گاوهای تغذیه شده با جیره‌های دارای گندم یا ذرت در مقایسه با جیره‌های دارای سیب‌زمینی بالاتر بود اما با جیره حاوی جو تفاوت معنی‌داری نداشتند (جدول-۳). سیلوریا و همکاران (۲۰۰۷) گزارش کردند که شیر تصحیح شده برای ۴ درصد چربی در گاوهای تغذیه شده با جیره دارای ذرت در مقایسه با گاوهای تغذیه شده با جیره دارای جو، مشابه با نتایج آزمایش حاضر، بالاتر بود. همچنین در آزمایش گازو و متسوانگوا (۲۰۰۸)، شیر تصحیح شده برای ۳/۵ درصد چربی در گاوهای تغذیه شده با جیره دارای ذرت یا جو در مقایسه با جیره دارای گندم بالاتر بود.

درصد چربی شیر گاوهای تغذیه شده با جیره دارای ذرت در مقایسه با دیگر جیره‌ها بالاتر بود (P<۰/۰۵). اما تولید چربی شیر تحت تأثیر تیمارها قرار نگرفت (P>۰/۰۵). مطابق با نتایج این مطالعه، در مطالعه کابریتا و همکاران (۲۰۰۹) و گازو و متسوانگوا (۲۰۰۸) درصد چربی شیر گاوهای تغذیه شده با جیره دارای ذرت در مقایسه با جیره دارای جو یا گندم بالاتر بود. مطالعات آزمایشگاهی (ساوانت ۱۹۹۷؛ ساوانت و همکاران ۱۹۹٤) نشان داد که با افزایش سرعت تجزیه‌پذیری نشاسته در شکمبه، نسبت استات و بوتیرات (پیش‌سازهای مورد نیاز برای تولید چربی شیر در پستان) به پروپیونات در مایع شکمبه کاهش می‌یابد. از طرفی مشخص شده است که بسیاری از اسیدهای چرب ترانس مانند ۱۸:۱ترانس-۱۰ و ۱۸:۲ترانس-۱۰سیس-۱۲ تولید چربی شیر در بافت پستان را مهار می‌کنند و این اسیدهای چرب تحت شرایط اسیدی در شکمبه تولید می‌شوند (گریناری و همکاران ۱۹۹۸). هر چند که در این مطالعه غلظت این اسیدهای چرب ترانس در چربی شیر اندازه‌گیری نشد اما غلظت آن‌ها در پلاسمای گاوهای تغذیه شده با جیره‌های دارای گندم یا جو در مقایسه با ذرت یا سیب‌زمینی به طور عددی بالاتر بود که نشان از تولید بالای این اسیدهای چرب در شکمبه است (جدول ۳).

منبع نشاسته جیره بر درصد پروتئین شیر اثری نداشت (P>۰/۰۵). اما جیره‌های دارای گندم، جو یا ذرت در مقایسه با جیره دارای سیب‌زمینی تولید روزانه پروتئین شیر را افزایش دادند (P<۰/۰۵) که این امر به تولید شیر خام کمتر در تیمار حاوی سیب‌زمینی بر می‌گردد. در مطالعه کابریتا و همکاران (۲۰۰۹)، خراسانی و همکاران (۲۰۰۱) و سیلویریا و همکاران (۲۰۰۷)، نیز مشابه با نتایج آزمایش حاضر، درصد پروتئین شیر گاوها تحت تأثیر منبع نشاسته جیره قرار نگرفت. در آزمایش گازو و متسوانگوا (۲۰۰۸)، درصد پروتئین شیر گاوهای تغذیه شده با جیره دارای ذرت در مقایسه با جیره دارای یولاف بالاتر بود، اما اختلافی در درصد پروتئین شیر گاوهای تغذیه شده با جیره دارای ذرت، گندم یا جو مشاهده نشد.

درصد لاکتوز شیر گاوها تحت تأثیر منبع نشاسته جیره قرار نگرفت (P>۰/۰۵). به طور مشابه در آزمایش خراسانی و همکاران (۲۰۰۱)، کابریتا و همکاران (۲۰۰۹) و گازو و متسوانگوا (۲۰۰۸) نیز درصد لاکتوز شیر تحت تأثیر منبع نشاسته جیره قرار نگرفت. تولید لاکتوز شیر در گاوهای تغذیه شده با جیره دارای گندم در مقایسه با جیره دارای ذرت یا سیب‌زمینی بالاتر بود (P<۰/۰۵). در آزمایش اریکسون و همکاران (۲۰۰٤)، جیره دارای جو غلطک خورده در مقایسه با جیره دارای سیب‌زمینی خام باعث افزایش معنی‌دار تولید لاکتوز شیر در گاوهای شیرده شد که با نتایج آزمایش حاضر مطابقت داشت. افزایش در تولید لاکتوز در شیر گاوهای تغذیه شده با جیره دارای گندم را می‌توان به افزایش در تولید شیر این گاوها ارتباط داد.

در کل نتایج این مطالعه نشان داد که غلظت مجموع اسیدهای چرب غیراشباع در پلاسمای گاوهای تغذیه شده با جیره‌های دارای گندم یا جو در مقایسه با ذرت یا سیب‌زمینی به طور معنی‌داری بالاتر و غلظت مجموع اسیدهای چرب اشباع به طور عددی پایین‌تر بود. لذا می‌توان نتیجه گرفت که نشاسته گندم یا جو به دلیل تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای بیشتر در مقایسه با ذرت یا سیب‌زمینی، با کاهش pH مایع شکمبه و مهار هیدروژنه شدن میکروبی اسیدهای چرب غیراشباع در شکمبه، باعث عبور بیشتر اسیدهای چرب غیراشباع از شکمبه و انتقال آن‌ها به پلاسما می‌شود که می‌تواند در بهبود الگوی اسیدهای چرب شیر و بافت‌های نشخوارکنندگان تأثیر داشته باشد.

جدول ۴- مصرف ماده خشک و تولید و ترکیب شیر گاوهای تغذیه شده با جیره‌های آزمایشی

صفات اندازه‌گیری شده	منبع نشاسته جیره				SEM[1]	P-value
	گندم	جو	ذرت	سیب‌زمینی		
مصرف ماده خشک (کیلوگرم در روز)	۱۹/۰۰	۱۸/۷۱	۱۸/۷۰	۱۸/۹۵	۰/۱۷	۰/۵۰
تولید شیر خام (کیلوگرم در روز)	۳۵/٦٤[a]	۳٤/۲٤[b]	۳۳/۹۰[b]	۳۲/۱۰[c]	۰/۲٤	<۰/۰۱
تولید شیر تصحیح شده برای ٤ چربی درصد (کیلوگرم در روز)	۳۰/۹۱[a]	۲۹/٥٦[ab]	۳۱/۰۷[a]	۲۸/۱۳[b]	۰/٥۱	۰/۰۲
تولید شیر تصحیح شده برای انرژی (کیلوگرم در روز)	۳۳/۸۰[a]	۳۲/٥۲[ab]	۳۳/۸۹[a]	۳۰/۷۷[b]	۰/٥٤	۰/۰۲
چربی شیر (درصد)	۳/۱۲[b]	۳/۰۹[b]	۳/٤۳[a]	۳/۱۳[b]	۰/۰۹	۰/۰٤
تولید چربی شیر (کیلوگرم در روز)	۱/۱۱	۱/۰٥	۱/۱۷	۱/۰۱	۰/۰۳	۰/۰۸
پروتئین شیر (درصد)	۳/۰۳	۳/۱۰	۳/۱٤	۳/۰٤	۰/۰٥	۰/٤۳
تولید پروتئین شیر (کیلوگرم در روز)	۱/۰۸[a]	۱/۰٦[a]	۱/۰٦[a]	۰/۹۸[b]	۰/۰۲	۰/۰۲
لاکتوز شیر (درصد)	٤/٤۲	٤/٥٤	٤/٤٦	٤/۳٥	۰/۰٤	۰/۰۸
تولید لاکتوز شیر (کیلوگرم در روز)	۱/٦۰[a]	۱/٥٥[ab]	۱/٥۰[b]	۱/٤۰[c]	۰/۰۲	<۰/۰۱

a، b، c میانگین‌هایی که در یک ردیف دارای حرف مشترک نیستند در سطح ٥ درصد تفاوت معنی‌داری دارند.

۱- اشتباه معیار کل میانگین‌ها

منابع مورد استفاده

AbuGhazaleh AA and Jacobson BN, 2007. The effect of pH and polyunsaturated C18 fatty acid source on the production of vaccenic acid and conjugated linoleic acids in ruminal cultures incubated with docosahexaenoic acid. Anim Feed Sci Technol 136: 11–22.

AOAC, 1990. Official Methods of Analysis. 1, 15th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, D.C., USA.

Beam TM, Jenkins TC, Moate PJ, Kohn RA and Plamqiust DL, 2000. Effect of amount and source of fat on the rates of lipolysis and biohydrogenation of fatty acids in ruminal contens. J Dairy Sci 83: 2564-2573.

Bertrand JA, Sudduth TQ, Condon A, Jenkins TC and Calhoun MC, 2005. Nutrient content of whole cottonseed. J Dairy Sci 88: 1470-1477.

Bickerstaffe R and Johnson AR, 1972. The effect of intravenous infusions of sterculic acid on milk fat synthesis. British J Nutrition 27: 561–570.

Boeckaert C, Vlaeminck B, Fievez V, Maignien L, Dijkstra J and Boon N, 2008. Accumulation of trans C18:1 fatty acids in the rumen after dietary algae supplementation is associated with changes in the Butyrivibrio community. Applied Environmen Microbiol doi: 10.1128/AEM.01473-08.

Cabrita ARJ, Vale JMP, Bessa RJB, Dewhurst RJ and Fonseca AJM, 2009. Effects of dietary starch source and buffers on milk responses and rumen fatty acid biohydrogenation in dairy cows fed maize-based diets. Anim Feed Sci Technol 152: 267-277.

Christie WW, 1981. Lipid Metabolism in Ruminant Animals. Pergamon Press, New York, NY.

DePeters EJ, Taylor SJ, Finley CM and Famula TR, 1987. Dietary fat and nitrogen composition of milk from lactating cows. J Dairy Sci 70: 1192– 1201.

Eriksson T, Murphy M, Ciszuk P and Burstedt E, 2004. Nitrogen balance, microbial protein production, and milk production in dairy cows fed fodder beets and potato, or barley. J Dairy Sci 87: 1057-1070.

Fuentes MC, Calsamiglia S, Cardozo W and Vlaeminck B, 2009. Effect of pH and level of concentrate in the diet on the production of biohydrogenation intermediates in a dual-flow continuous culture. J Dairy Sci 92: 4456–4466.

Gozho GN and Mutsvangwa T, 2008. Influence of carbohydrate source on ruminal fermentation characteristics, performance, and microbial protein synthesis in dairy cows. J Dairy Sci 91: 2726-2735.

Griinari JM, Dwyer DA, McGuier MA, Bauman DE, Palmquist DL and Nurmela KV, 1998. Trans-octadecenoic acids and milk fat depression in lactating dairy cows. J Dairy Sci 81: 1251-1261.

Harfoot CG and Hazelwood GP, 1997. Lipid metabolism in the rumen. Pages 382–426 in The Rumen Microbial Ecosystem. P.M. Hobson, ed. Elsevier, New York, NY.

Herrera- Saldana R, Gomez-Alarcon R, Torabi M and Huber JT, 1990. Influence of synchronizing protein and starch degradation in the rumen on nutrient utilization and microbial synthesis. J Dairy Sci 73: 142-148.

Hobson PN, 1965. Continuous culture of some anaerobic and facultatively anaerobic rumen bacteria. J General Microbiol 38: 167–180.

Jenkins TC, 1993. Lipid metabolism in the rumen. J Dairy Sci 76: 3851-3863.

Jurjanz S, Monteils V, Juaneda P and Laurent F, 2004. Variations of trans octadecenoic acid in milk fat induced by feeding different starch-based diets to cows. Lipids 39: 19–24.

Kalscheur KF, Teter BB, Piperova LS and Erdman RA, 1997. Effect of dietary forage concentration and buffer addition on duodenal flow of trans-C-18:1 fatty acids and milk fat production in dairy cows. J Dairy Sci 80: 2104–2114.

Karkalas J, 1985. An improved enzymatic method for the determination of native and modified starch. J Sci Food Agri 36: 1019-1027.

Kennelly JJ, 1996. The fatty acid composition of milk fat as influenced by feeding oilseeds. Anim Feed Sci Technol 60: 137–152.

Kepler CR and Tove SB, 1967. Biohydrogenation of unsaturated fatty acids. 3. Purification and properties of a linoleate delta- 12-cis, delta-11-trans-isomerase from Butyrivibrio fibrisolvens. J Biological Chemistry 242: 5686–5692.

Khorasani GR, Okine EK and Kennelly JJ, 2001. Effects of substituting barley grain with corn on ruminal fermentation characteristics, milk yield and milk composition of Holstein cows. J Dairy Sci 84: 2760-2769.

Kim YJ, Liu RH, Rychlik LL and Russell JB, 2002. The enrichment of a ruminal bacterium (Megasphaera elsdenii YJ-4) that produces the trans-10, cis-12 isomer of conjugated linoleic acid. J Applied Microbiol 92: 976–982.

Klieve AV, Hennessy D, Ouwerkerk D, Forster RJ, Mackie RI and Attwood GT, 2003. Establishing populations of Megasphaera elsdenii YE 34 and Butyrivibrio fibrisolvens YE 44 in the rumen of cattle fed high grain diets. J Applied Microbiol 95: 621–630.

LaBrune HJ, Reinhardt CD, Dikeman ME and Drouillard JS, 2008. Effects of grain processing and dietary lipid source on performance, carcass characteristics, plasma fatty acids, and sensory properties of steaks from finishing cattle. J Anim Sci 86: 167-172.

Maia MRG, Chaudhary LC, Figueres L and Wallace RJ, 2007. Metabolism of polyunsaturated fatty acids and their toxicity to the microflora of the rumen. Antonie van Leeuwenhoek 91: 303–314.

Mansbridge RJ and JS Blake, 1997. Nutritional factors affecting the fatty acid composition of bovine milk. British J Nutrition 78 (Suppl.1): S37-S47.

Martin C, Brossard L and Doreau M, 2006. Mechanisms of appearance of ruminal acidosis and consequences on physiopathology and performances. Productions Animales 19: 93–107.

Metcalf LD, Schmitz AA and Pelka JR, 1966. Rapid preparation of fatty acid ester from lipids for gas chromatographic analysis. Analytical Chemistry 38: 514-515.

Monteils V, Jurjanz S, Colin-Schoellen O, Blanchart G and Laurent F, 2002. Kinetics of ruminal degradation of wheat and potato starches in total mixed rations. J Anim Sci 80: 235-241.

Moore JA, Swingle RS and Hale WH, 1986. Effect of whole cottonseed, cottonseed oil, or animal fat on digestibility of wheat straw diets by steer. J Anim Sci 63: 1267-1273.

Mowrey A and Spain JN, 1999. Result of a nationwide survey to determine feedstuffs fed to lactating dairy cows. J Dairy Sci 82: 445-451.

National Research Council, 2001. Nutrient Requirement of Dairy Cattle, 7th revised ed. National Academy of Science, Washington, DC.

Noakes M, Nestel PJ and Clifton PM, 1996. Modifying the fatty acid profile of dairy products through feedlot technology lowers plasma cholesterol of humans consuming the products. The American J Clinical Nutrition 63: 42-46.

Petit HV and Santos GTD, 1996. Milk yield and composition of dairy cows fed concentrate based on high moisture wheat or high moisture corn. J Dairy Sci 79: 2292-2296.

Piperova LS, Sampugna J, Teter BB, Kalscheur KF, Yurawecz MP, Ku Y, Morehouse KM and Erdman RA, 2002. Duodenal and milk trans octadecenoic acid and conjugated linoleic acid (CLA) isomers indicate that postabsorptive synthesis is the predominant source of cis-9-containing CLA in lactating dairy cows. J Nutrition 132: 1235–1241.

Roy A, Ferlay A, Shingfield KJ and Chilliard Y, 2006. Examination of the persistency of milk fatty acid composition responses to plant oils in cows fed different basal diets, with particular emphasis on trans-C18:1 fatty acids and isomers of conjugated linoleic acid. Anim Sci 82: 479–492.

Russell JB and Dombrowski DB, 1980. Effect of pH on the efficiency of growth by pure cultures of rumen bacteria in continuous culture. Applied Environment Microbiol 39: 604–610.

SAS Institute, 1999. SAS/STAT User's Guide: Statistics, version 8.01 Edition. SAS Inst., Inc., Cary, North Carolina.

Sauvant D, 1997. Consequences digestives et zootechniques des variations de la vitesse de digestion de lamidon chez les ruminants. Institut National de la Recherche Agronomique Prodution Animal 10: 287-300. (in French)

Sauvant D, Chapoutot P and Archimede H, 1994. La digestion des amidons par les ruminants et ses consequences. Institut National de la Recherche Agronomique Prodution Animal 7: 115-124. (in French).

Silveira C, Oba M, Beauchemin KA and Helm J, 2007. Effect of grains differing in expected ruminal fermentability on the productivity of lactating dairy cows. J Dairy Sci 90: 2852-2859.

Simopoulos AP, 1996. Omega-3-fatty acids and public health. Pages 5–28 in Proc. Flax Council of Canada Conf. Flax, the Next Decade, Winnipeg, MB, Canada.

Sol Morales M, Palmquist D L and Weiss W P, 2000. Milk fat composition of Holstein and Jersey cows with control or depleted copper status and fed whole soybeans or tallow. J Dairy Sci 83: 2112–2119.

Therion JJ, Kistner A and Kornelius JH, 1982. Effect of pH on growth rates of rumen amylolytic and lactilytic bacteria. Applied Environment Microbiol 44: 428–434.

Theurer CB, Huber JT, Delgado-Elorduy A and Wanderley R, 1999. Invited review: summary of steam-flaking corn or sorghum grain for lactating dairy cows. J Dairy Sci 82: 1950-1959.

Troegeler-Meynadier A, Nicot MC, Bayourthe C, Moncoulon R and Enjalbert F, 2003. Effects of pH and concentrations of linoleic and linolenic acids on extent and intermediates of ruminal biohydrogenation in vitro. J Dairy Sci 86: 4054–4063.

Van Navel CJ and Demeyer DI, 1996. Influence of pH on lipolysis and biohydrogenation of soybean oil by rumen contents in virto. Reproduction, Nutrition, Development 36: 53-63.

Van Soest PJ, Robertson JB and Lewis BA, 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. J Dairy Sci 74: 3593-3597.

Wallace RJ, McKain N, Shingfield KJ and Devillard E, 2007. Isomers of conjugated linoleic acids are synthesized via different mechanisms in ruminal digesta and bacteria. J Lipid Res 48: 2247–2254.

Wang M, Jiang JZ, Tan L, Tang SX, Sun ZH and Han HF, 2009. In situ ruminal crude protein and starch degradation of three classes of feedstuffs in goats. J Applied Anim Res 36: 23-28.

Wright T, McBride B and Holub B, 1998. Docosahexaenoic acidenriched milk. World Review Nutrition Dietetics 83: 160–165.

Yang SL, Bu DP, Wang JQ, Hu ZY, Li D, Wei HY, Zhou LY and Loor JJ, 2009. Soybean oil and linseed oil supplementation affect profiles of ruminal microorganisms in dairy cows. Animal 3: 1562–1569.

Zened A, Troegeler-Meynadier AA, Nicot MC, Combes S, Cauquil L, Farizon Y and Enjalbert F, 2011. Starch and oil in the donor cow diet and starch in substrate differently affect the in vitro ruminal biohydrogenation of linoleic and linolenic acids. J Dairy Sci 94: 5634–5645.

Effect of different starch sources on plasma fatty acids profile of lactating Holstein cows in the diets based on whole cottonseed

S Gh R Mousavi[1*], F Fatahnia[2] and H Mohammadzadeh[3]

Received: February 04, 2014 Accepted: November 27, 2014

[1]Former MSc Student, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, University of Ilam, Ilam, Iran
[2]Associate Professor, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, University of Ilam, Ilam, Iran
[3]Associate Professor, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran
[*]Corresponding author: Email: sghr.mousavi@mail.ilam.ac.ir

Abstract

BACKGROUND: Starch source in diets containing unsaturated fatty acids influence plasma fatty acid profile of lactating cows. **OBJECTIVES:** This experiment was conducted to investigate the effects of different starch sources including corn grain, wheat grain, barley grain and potato in diets contacting whole cottonseed as a source of unsaturated fatty acids on plasma fatty acid profiles, dry matter intake and milk production and composition of lactating Holstein cows. **METHODS:** In this experiment, eight multiparous Holstein cows with 83 ± 9 days in milk, 33 ± 3 kg milk production and 683 ± 31 kg of body weight were used in a repeated 4 × 4 Latin square design with 4 diets and 4 periods. Experimental diets were consisted of diet containing 25.20 % wheat grain, diet containing 26 % barley grain, diet containing 25 % corn grain and diet containing 25 % potato on dry matter basis. Dry matter intake, milk production and composition and plasma fatty acids profile were measured. **RESULTS:** Plasma concentration of 18:2 cis-9 cis-12 and total unsaturated fatty acids were higher in cows fed diet contacting wheat or barley compared to those fed corn or potato. Cows fed diet containing potato had the lowest daily raw milk yield, 4% fat corrected milk or energy corrected milk production. Milk fat percentage was higher in cows fed corn containing diet compared to other diets. Dry matter intake and concentration of milk protein and lactose were not affected by the experimental diets. **CONCLUSIONS:** According to these results, wheat and barley starch compared to corn and potato starch increased plasma concentration of total unsaturated fatty acids of lactating cows that can improve fatty acids profile of ruminant milk and tissue.

Keywords: Starch source, Whole cottonseed, Plasma fatty acids, Unsaturated fatty acids, Biohydrogenation