



تأثیر تغذیه منابع مختلف چربی در دوره انتقال بر تولید و ترکیب شیر و فراسنجه‌های خونی گاوهای شیری هلشتاین

یحیی رحبی، یدالله چاشنی دل، عیسی دیرنده*

گروه علوم دامی، دانشکده علوم دامی و شیلات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران

(تاریخ دریافت: ۹۵/۳/۳۰ - تاریخ پذیرش: ۹۵/۱۱/۱۲)

چکیده

هدف از پژوهش حاضر بررسی تأثیر تغذیه منابع مختلف چربی بر تولید و ترکیب شیر و فراسنجه‌های خونی طی دوره انتقال در گاوهای شیری هلشتاین بود. بدین منظور ۶۰ رأس گاو شیری هلشتاین آبستن چند شکم زایش بر اساس پیش‌بینی زایش به‌طور تصادفی انتخاب شدند. گاوها از روز ۲۱ قبل از زایش تا روز ۲۱ پس از زایش در یکی از سه گروه تیماری قرار گرفتند: ۱- جیره کنترل که دارای پودر چربی اشباع (پالم) بود ($n=20$)، ۲- جیره دارای دانه کتان اکستروود شده ($n=20$) و ۳- جیره دارای دانه سویا برشته ($n=20$). جیره‌های آزمایشی از نظر ماده خشک و پروتئین خام یکسان ولی از نظر منبع چربی استفاده شده متفاوت بودند. تولید و ترکیبات شیر به‌صورت هفتگی اندازه‌گیری شد. خون‌گیری برای سنجش گلوکز، بتاهیدروکسی بوتیرات (BHBA)، اسیدهای چرب غیراستریفه (NEFA)، لیپوپروتئین با دانسیته بالا (HDL)، تری‌گلیسرید و کلسترول از شروع آزمایش به صورت هفتگی انجام شد. نتایج نشان داد تولید شیر و مصرف خوراک تحت تأثیر جیره‌های آزمایشی قرار نگرفت ($P > 0.05$). ترکیبات شیر در بین جیره‌های آزمایشی مشابه بود ($P > 0.05$) ولی درصد چربی شیر و مقدار چربی تحت تأثیر جیره‌های آزمایشی قرار گرفت ($P < 0.05$) و در گاوهایی که دانه کتان مصرف کردند کمتر از گروه دانه سویا و گروه کنترل بود. مقدار تری‌گلیسرید، غلظت اسیدهای چرب غیراستریفه و بتا هیدروکسی بوتیرات در گاوهایی که دانه کتان اکستروود شده مصرف کردند به‌صورت معنی‌داری کمتر از دو گروه دیگر بود ($P < 0.05$). به‌طور کلی نتایج پژوهش حاضر نشان داد تغذیه جیره‌های دارای دانه سویا و دانه کتان اکستروود شده در دوره انتقال با کاهش درصد چربی شیر و غلظت اسیدهای چرب غیراستریفه و بتاهیدروکسی بوتیرات و همچنین افزایش غلظت گلوکز می‌تواند در بهبود سلامت پس از زایش نقش مهمی داشته باشد.

واژه‌های کلیدی: اسیدهای چرب، دانه کتان اکستروود شده، دانه سویا برشته، دوره انتقال، گاو شیری

مقدمه

دوره انتقال به طور مشخص سه هفته قبل از زایش تا سه هفته بعد از زایش را شامل می‌شود که مشخصه آن کاهش مصرف ماده خشک مصرفی در گاوهای نزدیک به زایش و وضعیت توازن منفی انرژی در اوایل شیردهی است. در اوایل شیردهی انرژی مصرف شده به طور معمول کمتر از مقدار انرژی مورد نیاز برای نگهداری و تولید شیر است. این عدم توازن انرژی، اثرات بسیار مخربی بر عملکرد تولیدی، تولیدمثلی و ایمنی دام دارد (Butler, 2000). بین ماده خشک مصرفی، مرحله شیردهی و توازن انرژی اثر متقابلی وجود دارد که بر بازده تولیدمثلی و تولید شیر اثر گذار است. با شروع شیردهی به دلیل تولید شیر زیاد و کمبود اشتها، دام‌ها دچار توازن منفی انرژی خواهند شد. توازن منفی انرژی سبب کاهش غلظت انسولین، گلوکز و فاکتور رشد شبه انسولین-۱ (IGF-1) و افزایش هورمون رشد و اسیدهای چرب غیراستریفه می‌شود (Beam and Butler, 1997).

راهبرد بسیار معمول برای کاهش درجه توازن منفی انرژی در اوایل زایش، افزایش غلظت انرژی جیره از طریق افزایش مقدار نشاسته یا اجزای چربی جیره به جای اجزای علوفه‌ای است (Garnsworthy *et al.*, 2008). تغذیه چربی به گاوهای شیری از گذشته‌های دور به عنوان یک راهکار افزایش غلظت انرژی در جیره اجرا شده است. به تدریج نگرش استفاده از چربی‌ها به عنوان غلیظ کننده انرژی جیره به استفاده از اسیدهای چرب ضروری به عنوان میانجی‌های بهبود رشد، شیردهی، سلامت و تولیدمثلی تغییر کرد (Santos *et al.*, 2008). پژوهش‌های مختلف نشان داده‌اند تغذیه اسیدهای چرب با چند پیوند دوگانه در زمان‌های مختلف به گاوهای شیری سبب بهبود ایمنی ذاتی در دوره پس از زایش (Silvestre *et al.*, 2011)، کاهش تجمع چربی در کبد و پیشگیری از بروز کبد چرب در دوره انتقال (Petit *et al.*, 2007; Badiei *et al.*, 2015)، کاهش درصد چربی شیر (Dirandeh *et al.*, 2013)، بهبود سلامت دام (Dirandeh *et al.*, 2015) و افزایش تولید شیر (Jahani-Moghadam *et al.*, 2015) شد.

تغذیه دانه کامل کتان از شش هفته قبل از زایش تا شش هفته پس از زایش (به ترتیب به مقدار ۳/۳ و ۱۱ درصد ماده خشک جیره) غلظت گلایکوزن کبدی را افزایش و غلظت تری گلیسرید کبدی را کاهش داد (Petit

2004, *et al.*). همچنین نشان داده شد تغذیه امگا-۳ در دوره انتقال سبب بهبود توازن انرژی در این دوره شد (Zachut *et al.*, 2010). به‌طور کلی تغذیه اسیدهای چرب گروه امگا-۳ در دوره انتقال یک راهبرد تغذیه‌ای مناسب برای پیشگیری از کبد چرب و بهبود سلامت دام خواهد بود. لذا هدف از پژوهش حاضر بررسی تأثیر تغذیه دانه کتان اکستروود شده (منبع غنی امگا-۳) و دانه سویا برشته (منبع غنی امگا-۶) بر تولید و ترکیب شیر و فراسنجه‌های خونی طی دوره انتقال در گاوهای شیری هلشتاین بود (جدول ۱).

مواد و روش‌ها

تیمارهای آزمایشی. این پژوهش در دامپروری رحیمی واقع در شهرستان کرج استان البرز انجام شد. تعداد ۶۰ رأس گاو هلشتاین آبستن چند شکم زایش بر اساس پیش‌بینی زایش انتخاب و به‌طور تصادفی در بین تیمارها پخش شدند. گاوها از روز ۲۱ قبل از زایش تا روز ۲۱ پس از زایش در یکی از سه گروه تیماری قرار گرفتند. در گروه کنترل گاوها از ابتدا تا انتهای دوره آزمایشی با پودر چربی اشباع (پالم) تغذیه شدند. در گروه‌های امگا-۶ و امگا-۳ گاوها از روز ۲۱ قبل از زایش تا روز ۲۱ پس از زایش به ترتیب از جیره‌های دارای دانه سویا و دانه کتان اکستروود شده استفاده کردند.

جیره‌های آزمایشی از نظر ماده خشک و پروتئین خام تقریباً یکسان بودند و طوری تنظیم شدند که تا حد امکان مواد خوراکی به مقدار مشابه مورد استفاده قرار گرفته و تفاوت اصلی بین گروه‌های آزمایشی مربوط به مکمل‌های چربی باشد. جیره‌های غذایی به صورت کاملاً مخلوط در دو وعده صبح (ساعت ۹ صبح) و عصر (ساعت ۱۶) در اختیار گاوها قرار گرفت. خوراک در حد اشتها به گاوها داده شد به‌طوری که مقدار خوراک در نظر گرفته شده برای هر گروه در حدی بود که ۵ تا ۱۰ درصد آن را باقی بگذارند. خوراک مصرفی گروه‌های آزمایشی به‌طور روزانه، در تمام طول آزمایش ثبت و باقیمانده خوراک آن‌ها در اوایل صبح هر روز جمع‌آوری و توزین شد تا خوراک جدید جایگزین آن شود.

جدول ۱- مواد خوراکی و ترکیب شیمیایی جیره گاوهای شیری هلشتاین تغذیه شده با روغن پالم محافظت شده (CON)، دانه کتان اکستروود شده (LIN) و دانه سویا برشته (SOY) طی دوره انتقال

Table 1. Ingredients and chemical composition of diets based on protected palm oil (CON), extruded linseed (LIN) and roasted whole soybeans (SOY)

Ingredient (% of dry matter)	Treatments		
	CON	LIN	SOY
Alfalfa hay (mid bloom)	10	10	10
Corn silage	28	28	28
Dehydrated beet pulp	5	5	5
Ground corn grain	14	14	14
Rolled barley grain	17.3	17.3	17.3
Fish meal	1.2	1.2	1.2
Soybean meal (48% crude protein)	8	8	8
Roasted whole soybeans	0	0	5.3
Corn gluten meal (60% crude protein)	0.5	0.5	0.5
Cottonseed meal	1	1	1
Whole cottonseed	6	6	6
Extruded linseed	0	5.3	0
Palm oil	5.3	0	0
Limestone	1.3	1.3	1.3
Vitamin and mineral premix ¹	0.7	0.7	0.7
Dicalcium phosphate	0.2	0.2	0.2
Magnesium oxide	0.2	0.2	0.2
Salt	0.3	0.3	0.3
Sodium bicarbonate	1.00	1.00	1.00
Chemical composition			
Net energy for lactation (Mcal/kg of dry matter)	1.62	1.62	1.62
Fat (% of dry matter)	5.77	5.21	5.50
Crude protein (% of dry matter)	15.77	15.77	15.77
Rumen degradable protein, %	63.70	64.61	64.16
Rumen undegradable protein, %	36.30	35.39	35.84
Neutral detergent fiber (% of dry matter)	34.40	33.90	34.10
Acid detergent fiber (% of dry matter)	20.40	20.50	20.40

¹Contained (per kilogram): 16,000,000 IU of vitamin A; 3,200,000 IU of vitamin D; 48,000 IU of vitamin E; 24.0g of Mn; 24.0 g of Zn; 24.0 g of Fe; 12.8 g of Cu; 1.44 g of I; 0.32 g of Se; and 0.32 g of Co.

شیر به صورت هفتگی برای اندازه گیری ترکیبات شیر (چربی، پروتئین و لاکتوز) با استفاده از دستگاه Dairy Scan (چین) آنالیز شدند. برای نمونه گیری شیر، کف هر واحد شیردوشی، استکان کوچکی برای نمونه‌گیری وصل می‌شد تا یک نمونه واقعی از کل شیر به دست آید. فراسنجه‌های خونی، خونگیری از روز شروع آزمایش به صورت هفتگی برای تعیین غلظت کلسترول، گلوکز، تری‌گلیسرید، لیپوپروتئین با دانسیته بالا، بتاهیدروکسی بوتیرات، اسیدهای چرب غیراستریفه با استفاده از لوله‌های تحت خلأ دارای EDTA انجام شد. و نمونه‌های خون

اندازه‌گیری ماده خشک مصرفی، مقدار خوراک مصرفی به صورت روزانه و انفرادی ثبت شد. بدین صورت که خوراک داده شده به گاوها در هر روز وزن شده و باقیمانده خوراک نیز صبح روز بعد جمع آوری و توزین شد. در کل دوره آزمایش، هر هفته دوبار از خوراک و پسمانده خوراک نمونه‌گیری شد و جهت تعیین ماده خشک به آزمایشگاه منتقل شد.

تولید و ترکیب شیر، گاوها سه نوبت در روز (۷ صبح، ۳ بعدازظهر و ۱۱ شب) دوشیده شدند. مجموع شیر سه نوبت به عنوان تولید روزانه در نظر گرفته شد. نمونه‌های

مطابقت داشت که در آن‌ها منابع اسیدهای چرب امگا-۳ و امگا-۶ تأثیر معنی‌داری بر مصرف خوراک و تولید شیر نداشتند، در حالی که بعضی پژوهش‌ها افزایش مصرف خوراک و به دنبال آن افزایش تولید شیر را در اثر مصرف اسیدهای چرب امگا-۳ و امگا-۶ گزارش کردند (Chilliard *et al.*, 2009; Abughazaleh, *et al.*, 2002). در رابطه با وجود گزارش‌های گاهاً ضد و نقیض در ارتباط با اثرات اسیدهای چرب غیراشباع بر میزان مصرف ماده خشک، ممکن است بتوان تفاوت‌هایی را بر اساس میزان علوفه جیره در نظر گرفت. باوجود اینکه اکثر مطالعات انجام شده در ارتباط با تأثیر افزودن اسیدهای چرب غیراشباع بر جیره بر مصرف ماده خشک، حاکی از برطرف شدن اثرات مضر اسیدهای چرب غیراشباع با محافظت آنها از تخمیر شکمبه‌ای است. گزارشی در ارتباط با اثرات مصرف چربی‌های غیراشباع محافظت شده در رابطه با کاهش مصرف ماده خشک وجود دارد که در این رابطه اثر کاهنده بر مصرف ماده خشک با افزایش میزان غیراشباع بودن افزایش می‌یابد (Relling and Reynolds, 2007). که ممکن است بتوان این اثر را با تئوری اکسیداسیون کبدی توجیه کرد (Allen *et al.*, 2009). نتایج نشان داد میانگین تولید شیر بین تیمارهای آزمایشی تفاوتی نداشت ($P = 0/37$) و در تیمارهای کنترل، دانه سویا و دانه کتان به ترتیب $43/2$ ، $44/0$ و $44/2$ کیلوگرم در روز بود (جدول ۲). در تأیید نتایج این پژوهش گزارش شد استفاده از دانه کتان و دانه سویا برشته تأثیری بر تولید شیر نداشت (Dirandeh *et al.*, 2013). همچنین شیر تولیدی بین تیمارهای دانه آفتابگردان و دانه کتان کامل تفاوتی نداشت (Petit, 2003). اثر زمان نیز بر تولید شیر معنی‌دار بود و تولید شیر در خلال آزمایش افزایش یافت. به طور معمول در گاوهای شیرده، اوج تولید شیر بین هفته‌های چهارم تا هشتم، و اوج مصرف خوراک بین هفته‌های دهم تا چهاردهم پس از زایش بروز می‌کند (NRC, 2001).

نتایج نشان داد درصد چربی شیر ($P = 0/02$) و مقدار تولید چربی ($P = 0/04$) تحت تاثیر تیمارهای آزمایشی قرار گرفت و در گاوهایی که دانه کتان اکستروید شده مصرف کردند در مقایسه با گروه کنترل و دانه سویا برشته به صورت معنی‌داری کاهش یافت (جدول ۲) که با پژوهش‌های پیشین مطابقت داشت (Jahani-Moghadam *et al.*, 2015; Dirandeh *et al.*, 2015; Zachut *et al.*,

بلافاصله برای ۱۵ دقیقه و با ۳۰۰۰ دور (۱۰۰۰g) در دقیقه سانتریفیوژ شدند و پلاسماهای نمونه‌ها در دمای ۲۰- درجه سانتیگراد نگهداری شد. نمونه‌های خون در هر نوبت ساعت ۹،۰۰ صبح (دو ساعت پس از خوراک‌دهی صبح) از گاوها گرفته می‌شد.

غلظت گلوکز (روز پس از نمونه‌گیری)، تری‌گلیسرید، کلسترول کل و HDL با روش آنزیمی- رنگ‌سنجی و با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر در آزمایشگاه مرکز اصلاح نژاد دام انجام شد. برای اندازه‌گیری غلظت تری‌گلیسرید و کلسترول کل از کیت‌های شرکت پارس آزمون و برای اندازه‌گیری غلظت کلسترول کل و HDL از کیت‌های شرکت زیست‌شیمی استفاده شد. در شروع آزمایش یک نمونه پلاسما به عنوان شاهد اخذ شد. ضریب پراکنش درون نمونه‌ای در اندازه‌گیری غلظت گلوکز، تری‌گلیسرید، کلسترول و HDL به ترتیب $4/12$ ، $6/45$ و $2/78$ بود.

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها. طرح آماری این پژوهش از نوع کاملاً تصادفی (CRD) بود و گاوها به شیوه کاملاً تصادفی در بین جیره‌های آزمایشی قرار گرفتند. داده‌های حاصل بسته به ماهیت فراسنجه با یکی از رویه‌های GLM یا MIXED و با استفاده از نرم‌افزار SAS آنالیز شدند. میانگین‌ها به روش تفاوت حداقل میانگین مربعات مقایسه و گزارش شد. مدل آماری برای داده‌های تکرار شونده به صورت زیر بود:

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + T_j + t_k + (Tt)_{jk} + R_i + e_{ijklm}$$

Y = مقدار هر مشاهده

μ = میانگین کل برای صفت مورد نظر

T = اثرات ثابت تیمار

e = اثر اشتباه آزمایشی، اثر عوامل باقیمانده

A = اثر تصادفی حیوان.

t = اثر زمان

R = اثر زمان ورود گاو

(Tt) = اثر متقابل تیمار و زمان

نتایج و بحث

نتایج نشان داد ماده خشک مصرفی ($P = 0/18$) تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفت (جدول ۲) که با نتایج پژوهش‌های پیشین (Dirandeh *et al.*, 2013, Badiei *et al.*, 2014, Jahani-Moghadam *et al.*, 2015)

سیس-۱۲ اسید لینولئیک کنژوگه است که سبب کاهش درصد چربی شیر می‌شود (Baumgard et al., 2000). اسیدهای چرب امگا-۳ موجود در دانه کتان اکستروید شده بر باکتری‌های شکمبه که گامه نهایی بیوهیدروژناسیون شکمبه را که به تولید ترانس-۱۰-سیس-۱۲ اسید لینولئیک کنژوگه منجر می‌شود کاتالیز می‌کند (Griinari et al., 1998).

نتایج پژوهش حاضر نشان داد درصد پروتئین ($P = 0/47$) و درصد لاکتوز شیر ($P = 0/64$) تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفت (جدول ۲) که با نتایج پژوهش‌های پیشین مطابقت داشت (Petit et al., 2004; Zachut et al., 2013; Dirandeh et al., 2010). در تضاد با نتایج مطالعه حاضر در پژوهشی دیگر گزارش شد گاوهایی که با دانه کتان تغذیه شدند در مقایسه با گاوهایی که با دانه آفتابگردان تغذیه شدند، پروتئین شیر ۳/۲۱ درصد بالاتر بود (Petit et al., 2002) که دلیل این اختلاف می‌تواند مقدار استفاده شده از منبع چربی و مدت زمان استفاده از آن باشد. لاکتوز در مقایسه با پروتئین و چربی، کمتر تحت تأثیر تغییرات جیره قرار می‌گیرد و غلظت آن در شیر نسبتاً ثابت است (Bauman et al., 2006).

اثر زمان بر درصد چربی شیر و مقدار تولید چربی شیر معنی‌دار نبود ($P < 0/05$). با افزایش روغن ماهی در جیره، تولید شیر، درصد چربی، غلظت اسیدهای چرب زنجیر کوتاه و متوسط و غلظت اسیدهای چرب استئاریک، اولئیک و لینولئیک شیر به‌طور خطی کاهش یافت (Palmquist and Griinari, 2006). سه نظریه در مورد تأثیر اسیدهای چرب با چند پیوند دوگانه بر کاهش چربی شیر وجود دارد. اولین نظریه این است که تغییرات ایجاد شده در تخمیر شکمبه منجر به تولید ناکافی استات و بوتیرات در جهت حمایت از ساخت چربی شیر می‌شود. دومین نظریه این است که تولید محصول شکمبه‌ای پروپیونات و افزایش نرخ کبدی گلوکونئوز باعث افزایش سطح انسولین خون شده که به موجب آن به کمبود پیش‌سازهای ساخت چربی شیر در پستان منجر می‌شود. سومین تئوری که در طول دهه گذشته بدست آمده این است که اسیدهای چرب منحصر به فردی که طی تغییرات بیوهیدروژناسیون شکمبه تشکیل می‌شوند، سنتز چربی شیر را مهار می‌کنند (Bauman and Grinari, 2001). اولین محصول حد واسط بیوهیدروژناسیون اسیدهای چرب با چند پیوند دوگانه در شکمبه تولید ترانس-۱۰

جدول ۲- میانگین حداقل مربعات \pm خطای استاندارد ماده خشک مصرفی (DMI) و تولید و ترکیب شیر گاوهای شیری هلشتاین تغذیه شده با روغن پالم محافظت‌شده (CON)، دانه کتان اکستروید شده (LIN) و دانه سویا برشته (SOY) طی دوره انتقال

Table 2. LS Means \pm standard error for dry matter intake (DMI), milk production and composition of Holstein dairy cows fed diets based on protected palm oil (CON), extruded linseed (LIN) and soybean whole roast (SOY) during transition period

	Treatments				P-value		
	CON	LIN	SOY	SEM	Treatment	Time	Treatment \times Time
Dry matter intake, Kg/d	26.6	26.3	26.8	0.25	0.18	0.001	0.01
Milk, Kg/d	43.2	44.2	44.0	1.78	0.37	0.001	0.54
Fat, %	3.84 ^a	3.45 ^b	3.70 ^a	0.20	0.02	0.31	0.17
Fat yield, Kg/d	165.88 ^a	152.49 ^b	162.80 ^a	1.11	0.04	0.25	0.34
Protein, %	2.70	2.80	2.79	0.07	0.47	0.78	0.48
Protein yield, Kg/d	116.64	123.76	122.76	0.06	0.19	0.23	0.67
Lactose, %	4.75	4.80	4.90	0.09	0.64	0.45	0.75
Lactose yield, Kg/d	205.2	212.16	215.60	0.11	0.55	0.24	0.38

^{abc} Means within same row with different superscripts differ significantly ($P < 0.05$).

نداشتند (Petit et al., 2004). همچنین در پژوهشی دیگر (Petit et al., 2002) نشان داده شد جیره‌های دارای مکمل اسیدهای چرب امگا-۳ (روغن ماهی و دانه کامل کتان) تأثیری بر غلظت کلسترول کل و لیپوپروتئین‌های با دانسیته نداشت. تزریق پیه به درون شیردان (Oldick et al., 1997) گاوهای شیرده موجب کاهش غلظت گلوکز پلاسما شد، اما اینفوژن روغن سویا به درون شیردان گاوهای شیرده بر غلظت گلوکز پلاسما اثری نداشت (Bremmer et al., 1998).

در پژوهش حاضر مقدار تری‌گلیسرید ($P = 0.01$)، غلظت اسیدهای چرب غیراستریفه ($P = 0.04$) و بتا هیدروکسی بوتیرات ($P = 0.03$) تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار گرفت و در گاوهایی که دانه کتان اکستروود شده مصرف کردند کمتر از دو گروه دیگر بود (جدول ۳) که با نتایج پژوهش‌های پیشین (Petit et al., 2004; Jahani-Moghadam et al., 2015) مطابقت داشت.

غلظت گلوکز در گروه دانه کتان اکستروود شده و دانه سویا برشته به صورت معنی‌داری بیشتر از گروه کنترل بود ($P = 0.03$) (جدول ۳) که با نتایج پژوهش‌های پیشین (Petit et al., 2002; Jahani-Moghadam et al., 2014; Badiei et al., 2015) مطابقت داشت. دانه کتان اکستروود شده با کاهش مقاومت به انسولین سبب افزایش غلظت گلوکز خون شد (Dirandeh et al., 2016). تزریق شیردانی روغن ماهی سبب افزایش برداشت گلوکز و اسیدها ی-آمینو القایی بوسیله انسولین شده و سبب افزایش واسطه‌های کلیدی در روند آبخاری انتقال پیام انسولین در عضلات شد (Gingras et al., 2007).

نتایج نشان داد مقدار کلسترول ($P = 0.32$) و لیپوپروتئین با دانسیته بالا ($P = 0.44$) تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفت (جدول ۳). در تأیید نتایج پژوهش حاضر گزارش شد مکمل اسیدهای چرب امگا-۳ (روغن کتان) یا امگا-۶ (روغن آفتابگردان) موجب افزایش غلظت کلسترول کل پلاسما شدند، اما بر غلظت کلسترول لیپوپروتئین‌های با چگالی بالا و پایین و گلوکز اثری

جدول ۳- میانگین حداقل مربعات \pm خطای استاندارد فراسنجه‌های خونی گاوهای شیری هلشتاین تغذیه شده با روغن

پالم محافظت شده (CON)، دانه کتان اکستروود شده (LIN) و دانه سویا برشته (SOY) طی دوره انتقال

Table 3. LS Means \pm standard error for plasma metabolites of Holstein dairy cows fed diets based on protected palm oil (CON), extruded linseed (LIN) and soybean whole roast (SOY) during transition period

	Treatments			SEM	P-value		
	CON	LIN	SOY		Treatment	Time	Treatment \times Time
Glucose, mg/dL	68.41	77.21	78.00	1.2	0.03	0.001	0.54
Cholesterol, mg/dL	108.52	105.39	103.27	2.66	0.32	0.17	0.17
Triglycerides, mg/dL	13.61 ^a	11.70 ^a	6.05 ^b	1.11	0.01	0.15	0.64
HDL, mg/dL	76.82	79.93	71.13	7.78	0.44	0.38	0.57
NEFA, mmol/dl	1.08 ^a	0.71 ^b	0.74 ^b	0.03	0.04	0.55	0.63
BHBA, mmol/dL	1.20 ^a	0.80 ^b	0.54 ^c	0.07	0.03	0.44	0.42

^{abc} Means within same row which different superscripts differ significantly ($P < 0.05$).

کاهش میزان بتاهیدروکسی بوتیرات و اسیدهای چرب غیراستریفه خون شد (Ballou *et al.*, 2009).

نتیجه‌گیری کلی

به‌طور کلی نتایج پژوهش حاضر نشان داد تغذیه جیره‌های دارای دانه سویا و بذر کتان اکستروود شده در دوره انتقال با کاهش درصد چربی شیر و غلظت بتاهیدروکسی بوتیرات و همچنین افزایش غلظت گلوکز در بهبود سلامت پس از زایش نقش مهمی دارد.

منابع متفاوت چربی قادرند سوخت و ساز انرژی حیوان در حالت درون‌تنی تحت تأثیر قرار دهند. توانایی اسیدلینولیک از منشأ دانه کتان در تأثیرگذاری بر سوخت و ساز چربی (کاهش مقدار تری‌گلیسرید و عدم تأثیر بر اکسیداسیون کبدی اسیدهای چرب) ممکن است به‌دلیل بهبود فعالیت لیپوپروتئین لیپاز مویرگی، افزایش برداشت اسیدهای چرب غیراستریفه توسط بافت‌های کناری و یا افزایش پاسخ بافت چربی به انسولین و متعاقباً افزایش فرایند ممانعت‌کنندگی انسولین از فرایند لیپولیز و در نتیجه کاهش غلظت اسیدهای چرب غیر استریفه خون باشد (Mashek *et al.*, 2005). استفاده از مکمل چربی در اوایل دوره پس از زایش سبب افزایش غلظت گلوکز و

فهرست منابع

- Allen M. S., Bradford M. J. and Oba M. 2009. The hepatic oxidation theory of the control of feed intake and its application to ruminants. *Journal of Animal Science*, 87: 3317–3334.
- Abughazaleh A. A., Schingoethe D.J., Hippen A. R., Kalscheur K. F. and Whitlock LA. 2002. Fatty acid profiles of milk and rumen digesta from cows fed fish oil, extruded soybean or their blend. *Journal of Dairy Science*, 85: 2266–2276.
- Badiei A., Aliverdilou A., Amanlou H., Beheshti M., Dirandeh E., Masoumi R., Moosakhani F. and Petit H. V. 2014. Postpartum responses of dairy cows supplemented with n-3 fatty acids for different durations during the peripartur period. *Journal of Dairy Science*, 97: 6391–6399.
- Ballou M. A., Gomes R. C., Juchem S. O. and DePeters E. J. 2009. Effects of dietary supplemental fish oil during the peripartur period on blood metabolites and hepatic fatty acid compositions and total triacylglycerol concentrations of multiparous Holstein cows. *Journal of Dairy Science*, 92: 657-669.
- Bauman D. E. and Griinari J. M. 2001. Regulation and nutritional manipulation of milk fat: Low-fat milk syndrome. *Livestock Production Science*, 70: 15–29.
- Bauman D. E., Mather I. H., Wall R. J. and Lock A.L. 2006. Major advances associated with the biosynthesis of milk. *Journal of Dairy Science*, 89: 1235-1243.
- Baumgard L. H., Corl B. A., Dwyer D. A., Saebo A. and Bauman D. E. 2000. Identification of the conjugated linoleic acid isomer that inhibits milk fat synthesis. *The American Journal of Physiology - Regulatory, Integrative and Comparative*, 278: 179–184.
- Beam S. W. and Butler W.R. 1999. Effects of energy balance on follicular development and first ovulation in postpartum dairy cows. *Journal of Reproduction and Fertility*, 54: 411–424.
- Bremmer D. R., Ruppert L. D., Clark J. H. and Drackley J. K. 1998. Effects of chain length and unsaturation of fatty acid mixtures infused into the abomasum of lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 81:176–188.
- Butler W. R. 2000. Nutritional interactions with reproductive performance in dairy cattle. *Animal Reproduction Science*, 60: 449–457.
- Chilliard Y., Martin C., Rouel J. and Doreau M. 2009. Milk fatty acids in dairy cows fed whole crude linseed, extruded linseed, or linseed oil, and their relationship with methane output. *Journal of Dairy Science*, 92: 5199–5211.
- Dirandeh E., Towhidi A., Zeinoaldini S, Ganjkanlou M, Ansari Pirsaraei Z. and Fouladi-Nashta A. 2013. Effects of different polyunsaturated fatty acid supplementations during the postpartum periods of early lactating dairy cows on milk yield, metabolic responses, and reproductive performances. *Journal of Animal Science*, 91: 713–721.
- Dirandeh E., Towhidi A., Ansari Pirsaraei Z, Zeinoaldini S. and Ganjkanlou M. 2016. Effects of dietary supplementation with different polyunsaturated fatty acids on expression of genes related to somatotrophic axis function in the liver, selected blood indicators, milk yield and milk fatty acids profile in dairy cows. *Annals of Animal Science*, 16: 1045–1058.
- Garnsworthy P.C., Lock A., Mann G. E., Sinclair K. D. and Webb R. 2008. Nutrition, metabolism and fertility in dairy cows: 2. Dietary fat content and ovarian function. *Journal of Dairy Science*, 91: 3824–3833.

- Gingras A.A., White P. J., Chouinard P. Y., Julien P., Davis T. A., Dombrowski L., Couture Y., Dubreuil P., Myre A., Bergeron K., Marette A. and Thivierge M. C. 2007. Long-chain omega-3 fatty acids regulate bovine whole-body protein metabolism by promoting muscle insulin signalling to the Akt-mTOR-S6K1 pathway and insulin sensitivity. *Journal of Physiology*, 15: 269-84.
- Griinari, J. M., D. A. Dwyer, M. A. McGuire, D. E. Bauman, D. L. Palmquist, and K. V. V. Nurmela. 1998. Transoctadecenoic acids and milk fat depression in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 81:1251-1261.
- Jahani- Moghadam M., Mahjoubi E. and Dirandeh E. 2015. Effect of linseed feeding on blood metabolites, incidence of cystic follicles, and productive and reproductive performance in fresh Holstein dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 98: 1828-1835.
- Mashek D. G., Bertics S. J. and Grummer R. R. 2005. Effects of intravenous triacylglycerol emulsion on hepatic metabolism and blood metabolism in fasted dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 88: 100-109.
- NRC. 2001. *Nutrient Requirements of Dairy Cattle*. 7th ed. Natl. Acad. Press, Washington, DC.
- Oldick B. S., Staples C. R. and Thatcher W.W. 1997. Abomasal infusion of glucose and fat. Effects on digestion, production and ovarian and uterine function of cows. *Journal of Dairy Science*, 80:1315-1328.
- Palmquist D. L. and Griinari J. M. 2006. Milk fatty acid composition in response to reciprocal combinations of sunflower and fish oils in the diet. *Animal Feed Science and Technology*, 131: 358-369.
- Petit H. V. 2002. Digestion, milk production, milk composition and blood composition of dairy cows fed whole flaxseed. *Journal of Dairy Science*, 85:1482-1490.
- Petit H. V. 2003. Digestion, milk production, milk composition, and blood composition of dairy cows fed formaldehyde-treated flaxseed or sunflower seed. *Journal of Dairy Science*, 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. *Journal of Dairy Science*, 87: 3889-3898.
- Petit H. V. and Benchaar C. 2007. Milk production, milk composition, blood composition, and conception rate of transition dairy cows fed different profiles of fatty acids. *Canadian Journal of Animal Science*. 87:591-600.
- Relling, A. E. and Reynolds C.K. 2007. Feeding rumen-inert fats differing in their degree of saturation decreases intake and increases plasma concentrations of gut peptides in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 90(3): 1506-1515.
- Santos J. E. P., Bilby T.T., Thatcher W.W., Staples C.R. and Silvestre F.T. 2008. Long chain fatty acids of diet as factors influencing reproduction in cattle. *Reproduction in Domestic Animal*. 43:23-30.
- Silvestre F. T., Carvalho T. S. M., Francisco N., Santos J. E. P., Staples C. R., Jenkins T. and Thatcher WW. 2011. Effects of differential supplementation of fatty acids during the peripartum and breeding periods of Holstein cows: I. Uterine and metabolic responses, reproduction, and lactation. *Journal of Dairy Science*, 94:189-204.
- Zachut M., Arieli A., Lehrer H., Livshitz L., Yakoby S, and Moallem U. 2010. Effects of increased supplementation of omega-3 fatty acids to transition dairy cows on performance and fatty acid profile in plasma, adipose tissue, and milk fat. *Journal of Dairy Science*, 93:5877-5889.



Effect of feeding different fat sources on milk production and composition and blood metabolites in Holstein dairy cow during transition period

Y. Rajabi, Y. Chashnidel, E. Dirandeh*

Department of Animal Science, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran

(Received: 19-6-2016 – Accepted: 3-2-2017)

Abstract

The aim of this study was to investigate the effects of different sources of fat on milk production and composition and blood metabolites during the transition period in the Holstein dairy cow. Sixty multiparous Holstein cows were chosen randomly according to expected parturition. Cows were assigned to 3 groups from 21 days prior to calving until 21 days postpartum. Groups included: 1. control diet with protected palm oil (n = 20), 2. extruded linseed (n = 20) and 3. soybean whole roast (n = 20). The diets were similar in dry matter and crude protein content but were different in fat sources. Milk production and composition were measured weekly. Blood samples collected weekly to measure glucose, beta-hydroxybutyrate (BHBA), non-esterified fatty acids (NEFA), high density lipoprotein (HDL), triglycerides and total cholesterol. Results showed milk yield and DMI were not affected by experimental diets ($P > 0.05$). Milk compositions were similar ($P > 0.05$) among diets, except milk fat percentage and milk fat yield which was affected by experimental diets ($P < 0.05$) and were less in cows fed control and soybean whole roast diets. Triglycerides, NEFA and BHBA concentrations were significantly lower in cows fed extruded linseed compared to control and soybean whole roast groups ($P < 0.05$). The overall results showed that feeding diets containing soybean and extruded flaxseed can improve health status by decreasing milk fat percentage, NEFA and BHBA in dairy cows at the transition period.

Keywords: Fatty acids, extruded linseed, soybean whole roast, transition period, dairy cow

*Corresponding author: Dirandeh@gmail.com