نشریه علوم دامی
(پژوهش و سازندگی)

شماره ۱۱۵، تابستان ۱۳۹۶
ص‌ص: ۱۶۷~۱۷۸

تاثیر دانه‌های کتان و کلزا بر قابلیت هضم و برخی فراسنجه‌های خونی میش‌های کردی در اواخر دوره آبستنی

- **عباسعلی ناصریان**
استاد تغذیه دام، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
- **حسن علمی** (نویسنده مسئول)
دانشجوی دکتری تغذیه نشخوارکنندگان.
- **عبدالمنصور طهماسبی**
استاد تغذیه دام، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
- **نیما فرزانه**
دانشیار فیزیولوژی تولید مثل دامپزشکی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه فردوسی مشهد

تاریخ دریافت : خرداد ۱۳۹۵ تاریخ پذیرش : شهریور ۱۳۹۵

شماره تماس نویسنده مسئول: ۰۵۸۳۲۷۲۷۷۱۶
Email: elmi.hasan@gmail.com

چکیده

تاثیر افزودن دانه‌های کتان و کلزا بر مصرف خوراک، وزن بدن، قابلیت هضم مواد مغذی، انسولین و برخی فراسنجه-های خونی و شکمبه‌ای میش‌های نژاد کردی در اواخر آبستنی و در قالب یک طرح کاملا تصادفی بررسی شد. ۳۶ راس میش کردی به طور تصادفی به یکی از چهار تیمار آزمایشی اختصاص یافتند. تیمارها شامل: جیره بدون دانه روغنی، جیره حاوی ٦ درصد دانه کلزا، ٦ درصد دانه کتان و یا مخلوط ۳ درصد دانه کتان و ۳ درصد دانه کلزا (ماده خشک) بودند. افزودن دانه‌های روغنی بر مصرف ماده خشک، وزن بدن میش‌ها، و همچنین قابلیت هضم مواد مغذی در کل دستگاه گوارش، تاثیر معنی‌داری نداشت (P>۰/۰۵). اما قابلیت هضم چربی در تیمارهای حاوی دانه کلزا به-طور معنی‌داری بهبود یافت(P<۰/۰۵). دانه کتان سبب افزایش غلظت گلوکز، کلسترول و انسولین خون شد اما نیتروژن آمونیاکی شکمبه و نیتروژن اوره‌ای خون را کاهش داد (P<۰/۰۵). به طور کلی نتیجه گرفته می‌شود که افزودن دانه‌های روغنی کتان، کلزا یا مخلوط این دو بدون تاثیر منفی بر تخمیر شکمبه، سبب بهبود برخی فراسنجه-های خونی در اواخر دوره آبستنی میش‌ها می‌شود.

واژه‌های کلیدی: دانه کتان، دانه کلزا، میش کردی، آبستنی، فراسنجه¬های خونی

Animal Science Journal (Pajouhesh & Sazandegi) No 115 pp: 167-178

Effect of flaxseed and cannula seed on digestibility and some of blood parameters in Kurdish ewes durring late gestation period

By: Naseryan, A.B.[1], Elmi, H.*[2], Tahmasbi, A.B.[1], Farzaneh, N.[3]
1: Animal Science Department, University of Ferdousi, Mashhd, Iran.
2: Student of Nutrient, Animal Science Department, University of Ferdousi, Mashhd, Iran
3: Faculty of Veterinary Medicine, University of Ferdousi, Mashhd, Iran

Received: June 2016 **Accepted: September 2016**

This experiment was conducted to evaluate the effect of flaxseed and cannula seed on feed intake, body weight, nutrient digestibility, rumen fermentation and some blood parameters, in late gestation period of Kurdish ewes. Thirty-six ewes were randomly assigned to one of the four groups. Ewes in control group did not receive any seed. In other groups, ewes received 6% DM of cannula seed, 6% DM flaxseed or 3% cannula and 3% flaxseed (DM). There was no difference in feed intake, body weight, and nutrient digestibility among the groups(P>0.05). However, cannula seed improved fat digestibility (P>0.05). Flaxseed (6%DM) increased blood glucose, total cholesterol and insulin levels but decreased rumen ammonia nitrogen and blood urea nitrogen (P<0.05). results showed that flaxseed, cannula seed or mix of the oilseeds hadn't negative effects on rumen fermentation, and were improved some of ewe blood parameters during late gestation.

Key words: Flaxseed, Cannula seed, Kurdish Ewes, Gestation, Blood Parameters

مقدمه

در اواخر آبستنی و اوایل شیردهی، احتیاجات انرژی افزایش می‌یابد و در صورت عدم تامین آن، حیوان ناچار به کاهش وزن می‌شود (Fahey، ۱۹۹۸). افزودن چربی به جیره غذایی نشخوارکنندگان، تراکم انرژی جیره را افزایش می‌دهد و باعث بهبود عملکرد تولید مثلی و شیردهی می‌گردد (Funston، ۲۰۰۴). فعالیت تخمدان، ۴ هفته بعد از زایش مجددا آغاز می‌شود، پیشنهاد شده که تغذیه چربی در دوره پیش از زایش می‌تواند در بهبود جذب اسیدهای چرب، جهت تاثیر بر فعالیت تخمدان موثر باشد (Santos,۲۰۱۰). به همین دلیل در سال‌های اخیر، متخصصان تغذیه به استفاده از دانه‌های روغنی در تغذیه دام‌های پرواری و شیری علاقه‌مند شده‌اند (Turner, ۲۰۱۰). دانه کتان منبع غنی از چربی بوده (۳۰ تا ۳۵ درصد) و حاوی اسیدهای چرب سودمند می‌باشد، به طوری‌که حدود ۵۰ درصد از اسیدهای چرب آن، اسیدهای چرب امگا-۳ (آلفا لینولئیک اسید) می‌باشند. (Mustafa et al.,۲۰۰۳). پژوهش‌ها نشان داده‌اند که استفاده از منابع غنی از اسیدهای چرب امگا-۳ پاسخ بافت‌ها را به انسولین در گاوهای خشک بیشتر می‌کند (Salin، ۲۰۱۲؛ Pires، ۲۰۰۸). از این نتایج چنین به نظر می‌رسد که تأمین اسیدهای چرب امگا-۳ می‌تواند یک استراتژی مؤثر در راستای بهبود سلامت و عملکرد دام‌های دوره انتقال در نظر گرفته شود. همچنین در بسیاری از موارد، که باید جیره از انرژی بالاتری برخوردار باشد، دانه کامل کتان بدون تاثیر منفی در شکمبه می‌تواند در افزایش مصرف خوراک نیز موثر باشد (Turner, ۲۰۱۰). دانه کلزا نیز منبع غنی از اسیدهای چرب امگا-۶ می‌باشد که کمتر از ۵۰ درصد اسیدهای چرب موجود در آن را تشکیل می‌دهد (DangVan, ۲۰۱۱). اسیدهای چرب امگا-۶ از طریق افزایش اندازه فولیکول‌های تخمدانی، تولید جنین‌هایی با کیفیت بالاتر، کاهش تلفات جنینی و بهبود وضعیت ایمنی، بر نرخ

آبستنی تاثیر مثبت دارند (Staples et al., ۲۰۰۸). بنابراین هدف از اجرای این پژوهش بررسی اثرات افزودن دانه کتان، کلزا و مخلوط حاوی آنها به جیره میش‌ها، بر مصرف خوراک، وزن بدن، قابلیت هضم مواد مغذی، برخی متابولیت‌ها و هورمون‌های خونی در اواخر دوره آبستنی بود.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در مرکز اصلاح نژاد حسین آباد شیروان، در اوایل دی ماه تا اواخر بهمن ماه ۱۳۹۳ و با استفاده از ۳۶ راس میش بالغ نژاد کردی، با میانگین سنی حدود ۳ سال و میانگین وزنی ۵/۵±۵۰ (میانگین± انحراف معیار) کیلوگرم به مدت ۷۰ روز، بین روزهای ۶۰ تا ۷ قبل از زایمان، در قالب طرح کاملا تصادفی انجام شد. تیمارها شامل: ۱) جیره بدون دانه روغنی (شاهد)، ۲) جیره حاوی ۶ درصد دانه کلزا ، ۳) جیره حاوی ۶ درصد دانه کتان و ۴) جیره حاوی ۳ درصد دانه کتان و ۳ درصد دانه کلزا بر اساس ماده خشک بودند. جیره‌ها با نرم افزار SNRS (۱.۹.۴۴۸۸) تنظیم شدند. در طول آزمایش میش‌ها به طور آزاد به آب آشامیدنی دسترسی داشتند. در روز شروع آزمایش وزن بدن میش‌ها ثبت گردید و سپس به طور تصادفی به یکی از چهار تیمار آزمایشی اختصاص یافتند. همچنین وزن کشی میش‌ها در هفته‌های ۵، ۳ و ۱ قبل از زایش انجام گردید. جیره ها به صورت کاملا مخلوط (TMR)، روزانه در دو نوبت در ساعات ۸:۰۰ و ۲۰:۰۰ در اختیار میش‌ها قرار می‌گرفت. میزان خوراک ریخته شده و پس مانده روزانه جهت محاسبه ماده خشک مصرفی ثبت گردید. نمونه‌گیری خوراک‌ها جهت تعیین ماده خشک مصرفی و تعیین مواد مغذی خوراک‌ها به طور هفتگی جهت اندازه‌گیری ماده آلی، ماده خشک، پروتئین خام، فیبر نامحلول در شوینده خنثی (AOAC، ۱۹۹۹) و فیبر نامحلول در شوینده اسیدی (Van Soest, ۱۹۹۱) انجام گرفت. قابلیت هضم خوراک در یک هفته قبل از زایش، طبق روش Van Keoulen و Young (۱۹۷۷) با استفاده از خاکستر محلول در شوینده خنثی به عنوان مارکر داخلی محاسبه گردید. نمونه‌گیری مایع شکمبه ۲ هفته قبل از زایش و ۳ ساعت پس از وعده غذایی صبح انجام شد و بلافاصله pH آن ثبت گردید. نمونه‌های مایع شکمبه پس از صاف کردن، جهت اندازه-گیری نیتروژن آمونیاکی با اسید سولفوریک ۰/۲ نرمال با نسبت ۱ به ۱ مخلوط و تا هنگام آنالیز در ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شد(Ipharraguerre, ۲۰۰۷). نیتروژن آمونیاکی مایع شکمبه بر اساس روش Smith و Murphy (۱۹۹۳) و با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتری مدل Stat faz-2100 اندازه‌گیری گردید. نمونه‌گیری خون در هفته‌های ۵، ۳ و ۱ قبل از زایش برای بررسی متابولیت‌ها و هورمون خون که شامل گلوکز، ازت اوره‌ای خون، کلسترول و انسولین بودند، از سیاهرگ گردنی و با استفاده از ونوژکت (۵ ml) انجام شد، و در فلاسک یخ سریعا به آزمایشگاه منتقل گردید. پلاسمای نمونه‌های خون با استفاده از دستگاه سانتریفیوژ (۳۰۰۰ دور و ۱۵ دقیقه) جداسازی شد و در میکروتیوپ‌ها در ۲۰- درجه سانتی‌گراد ذخیره شدند. برای اندازه-گیری هورمون پلاسما، از دستگاه الایزاریدر (مدل Urance 3200 آمریکا) و کیت شرکت Monobind آمریکا برای انسولین استفاده گردید. همچنین برای اندازه‌گیری گلوکز، ازت اوره‌ای خون و کلسترول پلاسمای خون از دستگاه اسپکتوفتومتری مدل Stat faz-2100 وکیتهای شرکت پارس آزمون استفاده شد. برای تعیین ترکیب اسیدهای چرب، ابتدا روغن استخراجی از دانه ها توسط پتاس متانولی تبدیل به متیل استر بر اساس استاندارد AOAC شدند (Firestone, ۱۹۹۷) و سپس از دستگاه کروماتوگرافی گازی مدل Varian Star 3400مجهز به ستون BPX70 مطابق با AOCS استفاده شد، به‌طوری‌که درجه حرارت محل تزریق ۲۵۰ درجه سانتی‌گراد، درجه حرارت ستون ۱۹۸ درجه سانتی‌گراد، درجه حرارت آشکار کننده ۲۵۰ درجه سانتی‌گراد، سرعت گاز حامل (نیتروژن) ۱۰ میلی‌لیتر بر دقیقه و مقدار تزریق نمونه ۱ میکرولیتر بود (Firestone, ۱۹۹۴).

تجزیه و تحلیل‌های آماری

این آزمایش در قالب طرح کاملا تصادفی اجرا شد و تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها، با استفاده از رویه GLM نرم افزار آماری SAS(۲۰۰۳) انجام شد. میانگین داده‌های آزمایش با آزمون توکی-کرامر و در سطح معنی‌داری ۵ درصد مقایسه شدند.

جدول ۱- جیره پایه و ترکیب مواد مغذی جیره میش‌ها در انتهای دوره آبستنی (ماده خشک)

ماده خوراکی	جیره‌ها			
	تیمار ۱	تیمار ۲	تیمار ۳	تیمار ٤
اجزای خوراک				
یونجه	۱۶/۵	۱۶/۵	۱۶/۵	۱۶/۵
سیلاژ ذرت	۳۳	۳۳	۳۳	۳۳
کاه	۱۷	۱۷	۱۷	۱۷
جمع علوفه	۶۶/۵	۶۶/۵	۶۶/۵	۶۶/۵
جو	۱۴	۸	۸	۸
کنجاله کلزا	۷/۵	۶	۶	۶
سبوس	۱۱	۱۲/۵	۱۲/۵	۱۲/۵
مکمل دامی[1]	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵
کربنات کلسیم	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵
دانه کتان	–	–	۶	۳
دانه کلزا	–	۶	–	۳
اجزای شیمیایی جیره‌ها				
انرژی قابل متابولیسم (مگاکالری بر کیلوگرم)	۲/۲۹	۲/۲۹	۲/۲۹	۲/۲۹
پروتئین خام (٪)	۱۲/۲	۱۲/۲	۱۲/۲	۱۲/۲
فیبر نامحلول در شوینده خنثی (٪)	۵۱/۱	۵۱/۶	۵۱/۲	۵۱/۴
فیبر نامحلول در شوینده اسیدی (٪)	۳۲	۳۲	۳۲	۳۲
چربی خام (٪)	۲/۹	۵/۲	۵/۲	۵/۲
کربوهیدرات‌های غیر فیبری (٪)	۲۷/۳	۲۴/۳	۲۴/۸	۲۴/۳
کلسیم(٪)	۰/۷۴	۰/۷۰	۰/۷۲	۰/۷۱
فسفر(٪)	۰/۴۴	۰/۴۲	۰/۴۱	۰/۴۱

*تیمارها: ۱) جیره بدون دانه روغنی (شاهد)، ۲) جیره با ۶ درصد ماده خشک دانه کلزا، ۳) جیره حاوی ۶ درصد ماده خشک دانه کتان و ۴) جیره با ۳ درصد ماده خشک دانه کتان و ۳ درصد ماده خشک دانه کلزا

۱= ترکیب مکمل دامی (در کیلوگرم) : ویتامین A، ۵۰۰ هزار واحد بین المللی، ویتامین D3، ۱۰۰ هزار واحد بین المللی ؛ ویتامین E ۲۵۰ واحد بین المللی، آهن، ۳ هزار میلی‌گرم، مس، ۳۰۰ میلی‌گرم، منگنز، ۲ هزار میلی‌گرم، روی ۳ هزار میلی‌گرم، کبالت، ۱۰۰ میلی‌گرم، ید، ۱۰۰ میلی‌گرم، سلنیوم، ۱ میلی‌گرم، آنتی اکسیدان ۵۰۰ میلی‌گرم، منیزیم، ۱۹ هزرا میلی‌گرم، فسفر، ۹۰ هزار میلی‌گرم، کلسیم، ۱۸۰ هزار میلی‌گرم، سدیم، ۶۰ هزار میلی‌گرم.

جدول ۲- ترکیب اسیدهای چرب دانه کتان و کلزا (درصد)

نوع دانه	C16:0	C18:0	C18:1	C18:2	C18:3	C20:1	C22:1	other
دانه کلزا	۴/۹۱	۲/۰۴	۶۴/۰۵	۱۹/۱۶	۷/۶۵	۱/۰۲	۰/۱۲	۱/۰۶
دانه کتان	۶/۷۶	۶/۲۸	۲۵/۸	۱۴/۱۳	۴۳/۱۸	۲/۰۴	۰/۲	۱/۶۱

نتایج و بحث

نتایج بررسی میزان اسیدهای چرب دانه کتان (جدول ۲) نشان داد بیشترین اسید چرب موجود در روغن دانه کتان مربوط به اسید چرب امگا- ۳ (اسید لینولنیک) بود و کمیت آن ۴۳/۱۸ درصد اسیدهای چرب موجود در روغن آن را تشکیل می‌داد. این مقدار مطابق با نتایج آزمایش رنجزاد و همکاران (۱۳۸۸) بود که مقدار ۴۵/۳۶ درصد را برای اسید لینولنیک موجود در دانه کتان گزارش کردند. نتایج بررسی اسیدهای چرب دانه کلزا مشخص کرد که بیشترین غلظت اسیدهای چرب روغن دانه کلزا مربوط به اسید اولئیک (۶۴/۰۵) و سپس اسید لینولئیک (۱۹/۱۶) بود. مشابه با نتایج این آزمایش، Nelda و همکاران (۲۰۰۷) ترکیب اسیدهای چرب روغن کلزا را از طریق گازکروماتوگرافی اندازه‌گیری کردند و مشخص شد که عمده‌ترین اسید چرب دانه کلزا اسید اولئیک (۵۶ درصد) و لینولئیک اسید (۲۱/۵ درصد) بود. اگرچه تغییرات در اسیدهای چرب دانه‌های روغنی می‌تواند ناشی از تغییرات محیطی و همینطور واریته‌های کشت شده نیز باشد.

در طول آزمایش، مصرف ماده خشک و وزن بدن میش‌ها در دوره‌های اندازه‌گیری بین تیمارهای مختلف تفاوت معنی داری نداشت (جدول ۳). مرحله پایان آبستنی جزء مراحل حساس برای میش‌ها محسوب می‌شود. تامین مواد مغذی و انرژی کافی در این زمان امری حیاتی به شمار می‌آید، بطوری که در صورت عدم تامین انرژی مورد نیاز، احتمال ابتلا به مسمومیت آبستنی که نوعی بیماری متابولیکی است ایجاد شده که می‌تواند به میزان زیادی با افزایش تراکم انرژی جیره با استفاده از دانه‌های روغنی از بروز آن پیشگیری کرد (دقیق کیا و همکاران، ۱۳۹۱).

جدول ۳- تاثیر افزودن دانه‌های روغنی بر مصرف خوراک و تغییرات وزن بدن میش‌ها در دوران خشکی (کیلوگرم در روز)

متغیرها	تیمارها*				خطای معیار میانگین	سطح معنی داری
	۱	۲	۳	۴		
ماده خشک مصرفی	۱/۴۶	۱/۴۵	۱/۴۷	۱/۴۸	<۰/01	۰/۳۵
وزن شروع آزمایش	۵۳/۶۵	۵۱/۲۳	۵۱/۸۵	۵۰/۴۴	۰/۹۲	۰/۶۶
وزن ۵ هفته قبل زایش	۵۳/۱۱	۵۱/۱۳	۵۱/۶۵	۵۰/۱۳	۰/۸۶	۰/۶۸
وزن ۳ هفته قبل زایش	۵۵/۳۰	۵۴/۱۱	۵۳/۴۸	۵۲/۵۴	۰/۹۵	۰/۷۹
وزن ۱ هفته قبل زایش	۵۹/۰۱	۵۶/۸۱	۵۷/۴۲	۵۵/۷۳	۰/۰۷	۰/۷۶

*تیمارها: ۱) جیره بدون دانه روغنی (شاهد)، ۲) جیره با ۶ درصد ماده خشک دانه کلزا، ۳) جیره حاوی ۶ درصد ماده خشک دانه کتان و ۴) جیره با ۳ درصد ماده خشک دانه کتان و ۳ درصد ماده خشک دانه کلزا

جدول ٤- تاثیر افزودن دانه‌های روغنی بر قابلیت هضم مواد مغذی در کل دستگاه گوارش (درصد)

متغیرها	تیمارها				خطای معیار میانگین	سطح معنی داری
	۱	۲	۳	۴		
ماده خشک	۵۱/۸۰	۵۱/۸۹	۵۲/۰۴	۵۲/۲۶	۰/۰۶	۰/۰۶
پروتئین خام	۴۹/۸۸^{ab}	۴۹/۹۳^{a}	۴۹/۹۴^{a}	۴۹/۸۱^{b}	۰/۸۰	۰/۰۴
چربی خام	۴۹/۱۸^{b}	۴۹/۹۵^{a}	۴۹/۷۲^{ab}	۴۹/۷۰^{ab}	۰/۱۰	۰/۰۲
NDF	۴۹/۲۸	۴۸/۱۷	۴۸/۴۹	۴۸/۹۲	۰/۲۱	۰/۳۲
ADF	۴۷/۶۰	۴۷/۶۸	۴۷/۷۵	۴۷/۷۰	۰/۰۲	۰/۱۹

*تیمارها: ۱) جیره بدون دانه روغنی (شاهد)، ۲) جیره با ۶ درصد ماده خشک دانه کلزا، ۳) جیره حاوی ۶ درصد ماده خشک دانه کتان و ۴) جیره با ۳ درصد ماده خشک دانه کتان و ۳ درصد ماده خشک دانه کلزا

حروف نامشابه در هر ردیف نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار بین میانگین‌ها است (P<۰/۰۵).

قابلیت هضم چربی در تیمارهای دارای دانه‌های روغنی نسبت به تیمار شاهد بهبود یافت، به صورتی‌که بیشترین مقدار مربوط به تیمار دارای دانه کلزا بود(P<۰/۰۵). بیشترین قابلیت هضم پروتئین خام مربوط به تیمار دارای دانه کتان و تیمار دارای دانه کلزا بود که با تیمار دارای مخلوط دانه‌های روغنی اختلاف معنی‌داری داشت (P<۰/۰۵). اما قابلیت هضم سایر مواد مغذی بین تیمارهای مختلف تفاوت معنی‌داری نداشت (P>۰/۰۵)، که در هماهنگی با آزمایشات Gonthier و همکاران (۲۰۰۴) و Schroeder و همکاران (۲۰۱۴) بود. Gonthier و همکاران (۲۰۰۴) گزارش کردند که استفاده از دانه کتان (۱۲/۶٪ ماده خشک) بدون تاثیر منفی بر عملکرد شکمبه، باعث بهبود غیر معنی‌دار قابلیت هضم مواد مغذی در گاوهای شیری شد. لیپیدها ممکن است سبب کاهش هضم فیبر در نشخوارکنندگان شوند (Ward, ۲۰۰۲). با این حال Schroeder و همکاران (۲۰۱۴)، گزارش کردند که افزودن دانه کتان با فراوری‌های مختلف (۱۰ درصد ماده خشک)، تاثیر معنی‌داری بر قابلیت هضم NDF و ADF، ندارد. پیش‌تر Sullivan (۱۹۹۳) نیز اختلافی در قابلیت هضم فیبر با استفاده از پنبه‌دانه در مقایسه با تیمار شاهد مشاهده نکرد. روغن موجود در دانه کتان به صورت پوشش‌دار بوده و در عملکرد شکمبه دخالت نامطلوب نخواهد داشت، بنابراین انتظار می‌رود تاثیر منفی بر قابلیت هضم مواد مغذی نداشته و حتی در برخی اوقات سبب بهبود آن گردد (Bork, ۲۰۱۴).

میزان گلوکز خون میش‌ها در سه و یک هفته قبل از زایش (جدول ۵)، به طور معنی‌داری در تیمار حاوی نسبت مساوی دانه کتان وکلزا، نسبت به سایر تیمارها بیشتر بود (P<۰/۰۵)، و پس از آن تیمار حاوی دانه کلزا بیشترین میزان گلوکز خون را داشت (P<۰/۰۵). این نتایج با آزمایشات قبلی (Dirandeh et al., ۲۰۱۳; Jahani-Moghadam et al., ۲۰۱۵)، که در آنها افزودن دانه کتان سبب افزایش میزان گلوکز خون شده بود، مطابقت دارد. مطالعات نشان داده است که اسیدهای چرب در شکمبه بیوهیدروژنه شده و با تغییر الگوی تخمیر شکمبه، موجب افزایش پروپیونات نسبت به استات می‌شوند (Byers , ۱۹۸۸ و Schelling). پروپیونات پیش ماده اصلی برای فعالیت گلوکونئوژنزی در کبد بوده و موجب سنتز گلوکز می‌شود. همچنین گلیسرول حاصل از هیدرولیز چربی در دانه‌های روغنی به پروپیونات تبدیل می‌شود که از طریق فرآیند گلوکونئوژنز باعث افزایش گلوکز سرم می‌گردد (Hess et al., ۲۰۰۸). بنابراین استفاده از دانه کتان ممکن است به دلیل افزایش سطح گلوکز پلاسما در دوره قبل زایش، و در نزدیکی زایمان، در پیشگیری از بیماری‌های متابولیکی خصوصا کتوز مفید باشد (دقیق کیا و همکاران، ۱۳۹۱).

میزان انسولین پلاسما در تیمارهای حاوی دانه کتان و کلزا در سه و یک هفته قبل از زایش به طور معنی‌داری نسبت به سایر تیمارها بیشتر بود (P<۰/۰۵). در پنج هفته قبل از زایش در تیمار حاوی مخلوط دانه کتان و کلزا، غلظت انسولین خون به‌طور معنی‌داری نسبت به سایر تیمارها کاهش یافت، که دلیل آن برای ما مشخص نبود. افزایش میزان انسولین مشاهده شده در تیمارهای حاوی دانه کتان و کلزا با نتایج دقیق‌کیا و رهبر (۱۳۹۱) و Jahani-Moghadam و همکاران (۲۰۱۵) که اظهار داشتند مصرف منابع چربی موجب افزایش انسولین می‌شود، مطابقت دارد. نحوه تاثیر اسیدهای چرب غیر اشباع با چند پیوند دوگانه بر ترشح انسولین به خوبی مشخص نشده است. با این حال احتمال می‌رود، اسیدهای چرب غیر اشباع با چند پیوند دوگانه سبب تغییر عملکرد و ساختار لیپیدهای غشای پلاسمایی سلول‌های بتا در پانکراس می‌شوند و اثرات مشابهی را بر فعالیت انتقال‌دهندگی گلوکز توسط گلوکز ترانسپورتر ۲ ($GLUT_2$) در عرض غشای سلولی و کانال‌های یونی غشای سلولی داشته و منجر به افزایش انتقال گلوکز به سلول و در نهایت افزایش ترشح انسولین می‌شوند (Wang, ۲۰۱۵ و Chen). همچنین در مطالعات نشان داده شده است که اسیدهای چرب در شکمبه بیوهیدروژنه شده و با تغییر الگوی تخمیر در شکمبه موجب افزایش پروپیونات نسبت به استات میشوند (Byers , ۱۹۸۸ و Schelling). پروپیونات پیش ماده اصلی برای فعالیت گلوکونئوژنزی در کبد بوده و موجب سنتز گلوکز می‌شود. همچنین گلیسرول حاصل از

هیدرولیز چربی در دانه‌های روغنی به پروپیونات تبدیل می‌شود که از طریق فرآیند گلوکونئوژنز باعث افزایش گلوکز سرم میگردد (Hess et al., ۲۰۰۸). افزایش گلوکز خون نیز افزایش غلظت انسولین خون را بدنبال دارد. انسولین سرم نشان دهنده میزان انرژی مصرفی در دام است (Staples et al., ۲۰۰۸) و میزان پایین انسولین در سرم نشان دهنده تعادل منفی انرژی در دام می‌باشد (Confield, ۱۹۹۱ و Butler).

پژوهش‌ها نشان داده‌اند که اسیدهای چرب امگا -۳ پاسخ بافت‌ها را به انسولین در انتهای دوره آبستنی افزایش می‌دهند. از این نتایج چنین به نظر می‌رسد که تأمین اسیدهای چرب امگا-۳ می‌تواند یک استراتژی مؤثر در راستای بهبود سلامت و عملکرد دام‌های دوره انتقال در نظر گرفته شود، و وقوع بیماری‌های متابولیکی در این دوره را کاهش داده و عملکرد تولیدی و تولید مثلی دام را بهبود بخشد (Hayirli,۲۰۰۱).

تیمارهای حاوی دانه‌های روغنی خصوصا دانه کتان در پنج و سه هفته قبل از زایش به طور معنی‌داری باعث کاهش سطح نیتروژن اوره‌ای خون شدند (P<۰/۰۵). این تاثیر ممکن است مرتبط با افزایش اسیدهای چرب غیر اشباع باشد که سبب بهبود وضعیت انرژی حیوان شده و میزان دآمیناسیون اسیدهای آمینه بافتی برای تامین انرژی در مرحله پایانی آبستنی کاهش یافته و سبب کاهش سطح نیترژن اوره‌ای خون می‌شود. افزایش نیتروژن اوره‌ای خون، نشان دهنده اکسیداسیون و دآمیناسیون، بیش از نسبت نیاز می‌باشد و زمانی‌که خوراک حاوی پروتئین بالا توسط دام مصرف می‌شود، این حالت مشاهده می‌شود (Sevi et al., ۲۰۰۱). از طرفی بیان شده است که دانه‌های روغنی مانند دانه کتان و کلزا، در کنترل جمعیت پروتوزوآی شکمبه و افزایش بازدهی مصرف پروتئین جیره تاثیر گذار هستند (Petit et al., ۲۰۰۲). بنابراین کاهش نیتروژن اوره‌ای خون مشاهده شده در این آزمایش مطابق انتظار بود.

بیشترین غلظت کلسترول پلاسما مربوط به افزودن دانه کتان و جیره حاوی مخلوط کتان و کلزا بود (P<۰/۰۵). مشخص شده که جیره‌های حاوی روغن‌های گیاهی، کلسترول پلاسما را افزایش می‌دهند (Akbarinejad et al., ۲۰۱۲). این نتیجه مطابق با مطالعات قبلی بود که در گاوها، کلسترول پلاسما با افزودن روغن‌های گیاهی به جیره افزایش یافته بود (Staples et al., ۱۹۹۸). در همین راستا، Akbarinejad و همکاران (۲۰۱۲) گزارش کردند که استفاده از دانه‌های کتان و آفتاب گردان، سبب افزایش کلسترول پلاسمای خون میش‌ها شد. به نظر می‌رسد افزایش غلظت کلسترول خون با تغذیه مکمل‌های غنی از چربی برای حمل و نقل تری‌گلیسریدها در خون ضروری است. به نظر می‌رسد در این زمان فرایندهای ساخت کبدی کلسترول افزایش و از طرفی دفع کلسترول در مدفوع نیز کاهش می‌یابد، در نتیجه منجر به افزاش غلظت کلسترول خون می‌گردد. دلیلی که برای این مورد میتوان ارائه نمود، سنتز کلسترول (بدلیل نبود کلسترول در منبع چربی) در گاوهای تغذیه شده با منابع چربی می‌باشد. در این حالت افزایش کلسترول خون ناشی از رها شدن کلسترول از لیپوپروتئین‌ها می‌باشد (Drackley et al., ۱۹۹۹). کلسترول به عنوان پیش‌ساز تمام استروئیدها توسط تخمدان به کار می‌رود و مشخص شده که افزایش سطح پلاسمایی آن با افزایش سنتز استروئیدها در فولیکول‌های تخمدان همراه می‌باشد که منجر به بهبود عملکرد تولید مثلی در دوره بعد از زایش می‌گردد (Santos et al., ۲۰۰۸).

جدول ۵- تاثیر افزودن دانه‌های روغنی بر متابولیت‌ها و هورمون‌های خونی میش‌ها در اواخر آبستنی

متغیرها	تیمارها				خطای معیار میانگین	سطح معنی داری
	۱	۲	۳	۴		
پنج هفته قبل زایش						
گلوکز خون (میلی‌گرم/دسی‌لیتر)	۵۸/۱۱^{c}	۶۹/۴۳^{a}	۶۸/۶۱^{a}	۶۵/۱۸^{b}	۱/۰۹	<۰/01
نیتروژن اوره‌ای خون (میلی‌گرم/دسی-لیتر)	۱۸/۳۴^{a}	۱۲/۹۷^{b}	۱۳/۱۹^{b}	۱۴/۷۴^{b}	۰/۵۶	<۰/01
کلسترول (میلی‌گرم/دسی‌لیتر)	۶۹/۲۶^{b}	۷۲/۱۲^{b}	۷۹/۱۴^{a}	۸۳/۲۴^{a}	۱/۴۳	<۰/01
انسولین (نانوگرم/دسی‌لیتر)	۷/۶۸^{b}	۱۰/۹۸^{a}	۱۰/۸۲^{a}	۶/۳۰^{c}	۰/۴۷	<۰/01
سه هفته قبل زایش						
گلوکز خون (میلی‌گرم/دسی‌لیتر)	۵۹/۶۰^{c}	۶۸/۲۵^{b}	۷۴/۲۵^{a}	۶۵/۷۳^{b}	۱/۲۵	<۰/01
نیتروژن اوره‌ای خون (میلی‌گرم/دسی-لیتر)	۱۸/۵۴^{a}	۱۶/۱۶^{b}	۱۳/۱۸^{c}	۱۷/۲۵^{ab}	۰/۴۹	<۰/01
کلسترول (میلی‌گرم/دسی‌لیتر)	۶۶/۴۰^{b}	۷۰/۷۸^{b}	۸۰/۲۱^{a}	۸۰/۱۹^{a}	۱/۶۱	<۰/01
انسولین (نانوگرم/دسی‌لیتر)	۶/۳۰^{c}	۷/۸۶^{b}	۱۱/۰۰^{a}	۹/۸۲^{a}	۰/۴۳	<۰/01
یک هفته قبل زایش						
گلوکز خون (میلی‌گرم/دسی‌لیتر)	۶۳/۴۰^{b}	۶۶/۲۰^{b}	۷۶/۰۰^{a}	۶۵/۸۰^{b}	۱/۱۷	<۰/01
نیتروژن اوره‌ای خون (میلی‌گرم/دسی-لیتر)	۱۷/۴۰	۱۶/۲۰	۱۵/۴۰	۱۶/۲۰	۰/۳۱	۰/۱۶
کلسترول (میلی‌گرم/دسی‌لیتر)	۶۵/۴۰^{c}	۷۰/۰۰^{b}	۸۲/۲۰^{a}	۷۴/۰۰^{b}	۱/۵۰	<۰/01
انسولین (نانوگرم/دسی‌لیتر)	۸/۴۰^{b}	۹/۳۲^{a}	۹/۷۲^{ab}	۹/۰۸^{ab}	۰/۳۱	۰/۰۱
کل دوره						
گلوکز خون (میلی‌گرم/دسی‌لیتر)	۶۰/۳۶^{c}	۶۷/۹۵^{b}	۷۲/۹۵^{a}	۶۵/۵۶^{b}	۰/۷۶	<۰/01
نیتروژن اوره‌ای خون (میلی‌گرم/دسی-لیتر)	۱۸/۰۶^{a}	۱۵/۱۱^{bc}	۱۳/۹۲^{c}	۱۶/۰۶^{b}	۰/۲۷	<۰/01
کلسترول (میلی‌گرم/دسی‌لیتر)	۶۷/۰۱^{c}	۷۰/۹۶^{b}	۸۰/۵۱^{a}	۷۹/۱۴^{a}	۰/۸۶	<۰/01
انسولین (نانوگرم/دسی‌لیتر)	۷/۴۶^{c}	۹/۳۸^{ab}	۱۰/۵۱^{a}	۸/۴۰^{bc}	۰/۲۱	<۰/01

*تیمارها: ۱) جیره بدون دانه روغنی (شاهد)، ۲) جیره با ۶ درصد ماده خشک دانه کلزا، ۳) جیره حاوی ۶ درصد ماده خشک دانه کتان و ۴)جیره با ۳ درصد ماده خشک دانه کتان و ۳ درصد ماده خشک دانه کلزا

حروف نامشابه در هر ردیف نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار بین میانگین‌ها است ($P<۰/۰۵$).

همانطور که درجدول ۶ مشاهده می‌شود، افزودن دانه‌های کتان و کلزا سبب کاهش نیتروژن آمونیاکی شکمبه شد (P<۰/۰۵). نیتروژن آمونیاکی زیاد در شکمبه نشان دهنده عدم توانایی میکروب‌های شکمبه در استفاده نمودن از آمونیاک آزاد شده در جهت تولید پروتئین میکروبی می‌باشد. از سوی دیگر دانه‌های روغنی مانند دانه کتان و کلزا، در کنترل جمعیت پروتوزوآ و افزایش بازدهی مصرف پروتئین موثر هستند، ممکن است که کاهش غلظت نیتروژن آمونیاکی شکمبه در ارتباط با بهبود بازده مصرف نیتروژن در شکمبه، کاهش رویگرد (Turnover) پروتئین باکتریایی و کاهش آزادسازی خالص آمونیاک از منشا پروتوزوآ باشد (Petit et al., ۲۰۰۲). در همین ارتباط، دیانی و همکاران، (۱۳۸۴) گزارش کردند که استفاده از پنبه دانه کامل سبب کنترل جمعیت پروتوزوآی شکمبه شده و غلظت نیتروژن آمونیاکی شکمبه را کاهش داد. تولید زیاد نیتروژن آمونیاکی در شکمبه و اوره پلاسمایی می‌تواند باعث کاهش مصرف خوراک و کاهش عملکرد تولید مثلی شود (Sandrock et al., ۲۰۰۹)، می‌توان کاهش نیتروژن آمونیاکی مشاهده شده در این آزمایش را به عنوان نتیجه مثبت در نظر گرفت. همچنین نتایج نشان داد که pH شکمبه میش‌ها بین تیمارهای مختلف تفاوت معنی داری نداشت، که در هماهنگی با نتایج قبلی (Reveneau ، ۲۰۰۵; Schroeder، ۲۰۱۴) بود، که با تغذیه دانه کتان در گاوهای شیری، تاثیر معنی داری بر pH شکمبه مشاهده نکردند.

با مقایسه روند تغییرات هورمون‌ها و متابولیت‌های خونی در هفته-های آزمایش مشخص می‌شود که غلظت گلوکز خون خصوصا در میش‌های تغذیه شده با دانه کتان روندی افزایشی داشت. این شرایط برای پیشگیری از بیماری مسمویت آبستنی و تامین انرژی کافی در هفته‌های آخر آبستنی ضروری می‌باشد (بدخشان، ۱۳۹۳). با مقایسه هفته‌های ۵ تا ۱ قبل از زایمان، غلظت نیتروژن اوره‌ای خون، تقریبا در تمامی تیمارها اندکی افزایش داشت. با توجه به یافته‌های علمی می‌توان گفت افزایش غلظت اوره خون در اواخر آبستنی از رخدادهای غیربالینی متابولیسم مولدهای انرژی در اواخر آبستنی می‌باشد که بسته به نژاد گوسفند در ۲ ماه پایانی رخ می‌دهد (بدخشان، ۱۳۹۳). در این آزمایش به غیر از تیمار حاوی دانه کتان، کلسترول خون میش‌های سایر تیمارها با نزدیک شدن به زمان زایمان کاهش یافت. از آنجا که کلسترول و تری گلیسرید، پس از پروتئین‌ها و اسیدهای آمینه منابع ثانویه انرژی می باشند که به عنوان جایگزین در مواقع کمبود گلوکز مصرف می شوند (Baliki et al., ۲۰۰۷)، احتمال می‌رود که عدم کاهش کلسترول خون در تیمار حاوی دانه کتان نسبت به سایر تیمارها به دلیل بهبود وضعیت انرژی دریافتی میش‌ها بوده است.

جدول ٦- تاثیر دانه کتان و کلزا بر فراسنجه‌های تخمیر شکمبه‌ای در پایان آبستنی میش‌ها

فراسنجه‌های مایع شکمبه	تیمارها				خطای معیار میانگین	سطح معنی داری
	۱	۲	۳	۴		
نیتروژن آمونیاکی (mg/dl)	۱۳/۶۲[a]	۱۱/۷۸[b]	۱۲/۰۷[b]	۱۱/۹۶[b]	۰/۱۷	۰/۰۰۰۱
pH	۶/۲۱	۶/۳۹	۶/۲۷	۶/۲۶	۰/۰۳	۰/۳۱۱۴

*تیمارها: ۱) جیره بدون دانه روغنی (شاهد)، ۲) جیره با ۶ درصد ماده خشک دانه کلزا، ۳) جیره حاوی ۶ درصد ماده خشک دانه کتان و ۴)جیره با ۳ درصد ماده خشک دانه کتان و ۳ درصد ماده خشک دانه کلزا

حروف نامشابه در هر ردیف نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار بین میانگین‌ها است (P<۰/۰۵).

نتیجه گیری

مصرف ماده خشک و وزن بدن میش‌ها در انتهای دوره آبستنی تحت تاثیر مصرف دانه‌های روغنی قرار نگرفت. استفاده از دانه-های روغنی در این آزمایش بر قابلیت هضم بخش‌های مختلف مواد مغذی در کل دستگاه گوارش تاثیر معنی‌داری نداشت، اما قابلیت هضم چربی و پروتئین در تیمارهای حاوی دانه‌های روغنی بهبود یافت. همچنین دانه کتان سبب افزایش غلظت کلسترول و انسولین خون شد و نیتروژن اوره‌ای خون را کاهش داد، ضمن اینکه استفاده از دانه‌های روغنی سبب کاهش غلظت نیتروژن آمونیاکی شکمبه شد. احتمال داده می‌شود که کاهش غلظت نیتروژن آمونیاکی شکمبه مرتبط با کنترل جمعیت پروتوزوآ و افزایش بازدهی مصرف پروتئین در شکمبه باشد. به علاوه استفاده از دانه‌های روغنی خصوصا دانه کتان در انتهای دوره آبستنی در سطح ۶٪ ماده خشک جیره در جهت بهبود توازن انرژی در میش-ها توصیه می‌گردد.

منابع

دقیق کیا، ح.، اصلانی کردکندی، غ.، مقدم، غ.، علیجان. ص. و حسین‌خانی، ع. (۱۳۹۱). تاثیر دانه های روغنی بذرک و سویا در جیره فلاشینگ میش های مغانی بر عملکرد تولید مثلی آنها در خارج از فصل تولیدمثل. نشریه پژوهشهای علوم دامی. شماره ۳. ص. ۱۷۳-۱۸۴.

دیانی، ا.، افشار منش، م. (۱۳۸۴). تاثیر تغذیه پنبه دانه کامل بر جمعیت پروتوزوآ، اسیدیته و غلظت ازت آمونیاکی شکمبه. چهارمین همایش ملی بیوتکنولوژی جمهوری اسلامی ایران. مرکز بین‌المللی علوم وتکنولوژی پیشرفته و علوم محیطی. کرمان.

رنجزاد، م.، خیامی، م.، اسدی، ا. (۱۳۸۸). اندازه گیری و بررسی میزان اسیدهای چرب امگا-۳ و امگا-۶ در گونه‌های مهم جنس کتان. فصلنامه گیاهان دارویی. سال هشتم، دوره چهارم.

Akbarinejad, V., A. Niasari-Naslaji, H. Mahmoudzadeh, and Mohajer, M. (2012). Effects of diets enriched in different sources of fatty acids on reproductive performance of Zel sheep. *Iranian Journal of Veterinary Research, Shiraz University*, Vol. 13, No. 4, Ser. No. 41.

Association of official Analytical. (1999). Official Methods of Analysis. AOAC. Washington, D.C.

Baliki, E.A., Gurdogan, Y. F. (2007). Blood metabolite concentrations during pregnancy and postpartum in Akkaraman ewes. *Journal of Small Ruminant Research* 67(2–3): 247-251.

Bork, N.R., Schroeder, J.W., Lardy, G. P., Vonnahme, K. A., Bauer, M. L., Buchanan, D. S., Shaver, R.D., and Frick, P.M. (2014). Effect of feeding rolled flaxseed on milk fatty acid profiles and reproductive performance of dairy cows. *Journal of Animal Science*. 88:3739–3748.

Byers, F.M. and Schelling, G.T. (1988). Lipids in ruminant nutrition. In: D.C. Church (Ed.)The Ruminant Animal: *Journal of Digestive Physiology and Nutrition*. Pp 298-310.

Prentice-Hall, Inglewood Cliffs, NJ. Confield, R.W. and Butler, W.R. (1991). Energy balance first ovulation and the effects of Naloxene on LH secretion in early postpartum dairy cows. *Journal of Animal Science*. 69:740.

Dang Van, Q. Bejarano, C., Mignolet, L.E., Coulmier, D., Froidmont, E., Larondelle, Y., and Focant, M. (2011). Effectiveness of extruded rapeseed associated with an alfalfa protein concentrate in enhancing the bovine milk fatty acid composition. *Journal of Dairy Science*. 94:4005– 4015.

Dirandeh, E., Towhidi, A., Zeinoaldini, S., Ganjkhanlou, 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.

Drackley, JK.1999. ADSA Foundation Scholar Award. Biology of dairy cows during the transition period: the finalfrontier. *Journal of Dairy Science*. 82: 2259-2273.

Fahey, j., Boland, M.P., Ocallaghan, D. (1998). Effect of dietary urea and emberyo development in superovu-lated donor ewes and on emberyo survival following transfer in recipient ewes. Proc. *BSAS* (ABS), 182.

Firestone, D. (1994). Official Methods & Recommended Practices of the American Oil Chemists´ Society, (4th ed), AOCS Press, Champaiyn, IL, USA.

Funston, R. N.(2004). Fat supplementation and reproduction in beef females. *Journal of Animal Science*. Vol.82, No.13 (January 2004), pp. 154-161. E suppl. ISSN 1525-3163.

Gonthier, C., Mustafa, A.F., Berthiaume, R., Petit, H.V., Martineau, R., and Ouellet, D.R. (2004). Effects of feeding micronized and extruded flaxseed on ruminal fermentation and nutrient utilization by dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 87:1854–1863.

Hayirli, A., Bremmer, D.R., Bertics, S.J., Socha, M.T., and Grummer, R.R. (2001). Effect of chromium supplementation on production and metabolic parameters in periparturient dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 84:1218-1230.

Hess, B.W., Moss, G. E., and Rule, D.C. 2008. A decade of developments in the area of fat supplementation research with beef cattle and sheep. *Journal of Animal Science*. 86: 188-204.

Ipharraguerre, I. R., Reynal, S.M., Lineiro, M., Broderick, G.A., and Clarck, J. (2007). A Vomposition of Sampling Sites, Digesta and Microbial References for Assessing the Postruminal Supply of Nutrients in Dairy Cows. *Journal of Dairy Science.* 90:1904-1919.

Jahani-Moghadam, M., Mahjoub, 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.

Mustafa, A.F., Gonthier, C., and Ouellet, D.R. (2003). Effects of extrusion of flaxseed on ruminal and postruminal nutrient digestibilities. *Archives of Animal Nutrition* 57(6), 455 - 463.

National Research Council. (2007). Nutrient Requirements of sheep. Washington, D.C., National Academy Press.

Nelda, R., Paz, R., Masson, L., Ortiz, J., Gonzalez, K. Tapia, K., and Dobaganes, C. (2007). Effect of a-tocopherol, a-tocotrienol and Rosa Mosqueta Shell Extract on the Performance of Antioxidant-Stripped Canola Oil (Brassica Sp.) at High Temperature. *Journal of Food Chemistry*. 104:383-389.

Pires, J.A.A., Pescara, J.B., Brickner, A.E., Rio, N.S.d., Cunha, A.P., and Grummer, R.R. (2008). Effects of abomasal infusion of linseed oil on responses to glucose and insulin in Holstein Cows. *Journal of Dairy Science.* 91:1378-1390.

Petit, H.V., Tremblay, G., Etremblay. F., and Nadeau, P. (2002). Ruminal biohydrogenation of fatty acids, protein degradability, and dry matter digestibility of flaxseed treated with different sugar and heat combinations. *Canadian Journal of Animal Science.* 82(2), 241-250.

Reveneau, C.V., Ribeiro, D.M., Eastridge, M.L., St-Pierre, N.R., and Firkins, J.L. (2005). Processing whole cottonseed moderates fatty acid metabolism and improves performance by dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 88:4342–4355.

Salin, S., Taponen, J., Elo, K., Simpura, I., Vanhatalo, A., Boston, R., and Kokkonen, T. (2012). Effects of abomasal infusion of tallow or camelina oil on responses to glucose and insulin in dairy cows during late pregnancy. *Journal of Dairy Science.* 95:3812-3825.

Sandrock, C. M., Armentano, L.E., Thomas,

D.L., and Berget, Y.M. (2009). Effect of protein degradability on milk production of dairy ewes. *Journal of Dairy Science*. 92: 4507-4513.

Santos, J. E. P., Bilby, T. R., 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 Animals*, Vol.43, No. Suppl. 2 (July 2008), pp. 23-30. ISSN 1627-3591.

Santos, J. E., Bisinotto, R. S., Ribeiro, E.S., Lima, F. S., Greco, L.F., Staples, C.R., and Thatcher, W.W. (2010). Applying nutrition and physiology to improve reproduction in dairy cattle. *Soc. Reprod. Fertil. Suppl*. 67:387–403.

Schroeder, J.W., Bauer, M. L., and Bork, N.R. (2014). Effect of flaxseed physical form on digestibility of lactation diets fed to Holstein steers. *Journal of Dairy Science*. 97:5718–5728.

Annicchiarico, A., Albenzio, G.M., Taibi, L., Muscio, A., and Dell'Aquila, S. (2001). Effects of solar radiation and feeding time on behavior, immune response and production of lactating ewes under high ambient temperature. *Journal of Dairy Science*. 84: 629-640.

Smith, F. E. and Murphy, T. A. (1993). Analysis of Rumen Ammonia and Blood Urea Nitrogen. www.liferaydemo.unl.edu.

Staples, C. R., Burke, J. M., and Thatcher , W. W. (1998). Influence of supplemental fats on reproductive tissues and performance of lactating cows. *Journal of Dairy Science.* 81: 856-871.

Staples, C. R., Santos, J.E.P., and Thatcher, W.W. (2008). Lipid-fatty acid supplements and reproduction/health implications. Proc. Dairy Cattle Reprod. Counc. Conf, Denver, CO. pp 53-62.

Sullivan, J.L., J. Huber, T., Price, R.L., and Harper, J.M. (1993). Comparison of digestibility, nutritive value, and storage characteristics of different forms of cottonseed in diets fed to lactating dairy cows. *Journal of Animal Science*. 71:2837–2842.

Turner, T. (2010). Influence of Oilseed Supplementation on Ruminant Meat and Milk with Emphasis on Fatty Acids. Doctoral Thesis, Swedish University of Agricultural Science.

Van Keoulen, V. and Young, B.H. (1977). Evaluation of acid-insoluble ash as natural marker in ruminant digestibility studies. *Journal of Animal Science.* 26:119-135.

Van Soest, P.J., Robertson, J.B., and Lewis, B.A. (1991). Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*. 74:3583– 3597.

Wang, X., Chan, C.b. (2015). n-3 polyunsaturated fatty acids and insulin secretion. *Journal of Endocrinology*. 224: 97-106.

Ward, A. T., Wittenberg, K.M., and Przybylski, R. 2002. Bovine milk fatty acid profiles produced by feeding diets containing solin, flax and canola. *Journal of Dairy Science*. 85:1191–1196.