تولیدات دامی
دوره ۲۳ ■ شماره ۲ ■ تابستان ۱۴۰۰
صفحه‌های ۱۸۹-۱۷۹
DOI: 10.22059/jap.2020.293595.623477

مقاله پژوهشی

اثر افزودن منابع چربی در شیر بر عملکرد، رشد، سلامتی، فراسنجه‌های شکمبه‌ای و خونی گوساله‌های ماده هلشتاین در ماه اول بعد از تولد

محمدعلی آهنگرانی[۱]، محمدرضا دهقانی[۲*]، عباسعلی ناصریان[۳]
۱. دانش‌آموخته دکتری، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل، زابل، ایران.
۲. دانشیار، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل، زابل، ایران.
۳. استاد، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران.
تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۸/۰۹/۲۲ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۹/۰۳/۲۴

چکیده
هدف از انجام این پژوهش بررسی اثر افزودن پودر چربی و روغن دانه کتان در شیر بر عملکرد، رشد، سلامت، فراسنجه‌های خون و شکمبه بود. به این منظور از ٤٥ راس گوساله شیرخوار (۰/۵±۳۸ کیلوگرم= میانگین وزن بدن) در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه جیره آزمایشی و ۱۵ تکرار، در میانگین دمایی ۱۰ درجه سانتی‌گراد از سن سه‌روزگی تا ۳۰ روزگی استفاده شد. تیمارهای آزمایشی شامل ۱- کنسانتره شروع‌کننده پایه و شیر بدون مکمل چربی (شاهد)، ۲- کنسانتره شروع‌کننده پایه به‌همراه شیر حاوی پودر چربی(ده گرم در لیتر شیر)، ۳- کنسانتره شروع‌کننده پایه به‌همراه شیر حاوی روغن کتان (ده گرم در لیتر شیر) بود. افزایش وزن روزانه در سه تا ۳۰ روزگی و وزن ۳۰ روزگی در تیمار روغن کتان بیش‌تر از تیمار شاهد بود (P≤۰/۰۵). گوساله‌های تیمار روغن کتان در ۳۰ روزگی ارتفاع لگن بالاتری نسبت به تیمار شاهد داشتند (P≤۰/۰۵). غلظت کلسترول خون در تیمار شاهد بالاتر از تیمار روغن کتان و غلظت کورتیزول خون در تیمار روغن کتان از تیمار شاهد کم‌تر بود (P≤۰/۰۵). نسبت پروتئین کل به آلبومین در تیمار روغن کتان از تیمار شاهد کم‌تر بود (P≤۰/۰۵). فراسنجه‌های شکمبه‌ای تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفت. نتایج این آزمایش نشان داد که استفاده از منابع چربی حاوی اسید لینولنیک مانند روغن کتان در ترکیب شیر تأثیر مثبتی بر عملکرد، رشد و سلامت گوساله‌های شیرخوار در طول ماه اول زندگی آن‌ها دارد.

کلیدواژه‌ها: اسید چرب اشباع، اسید چرب غیر اشباع، افزایش وزن روزانه، گوساله شیرخوار، مصرف خوراک.

The effect of adding sources of fat to milk on performance, growth, health, blood and ruminal parameters of Holstein female dairy calves in the first month after birth

Mohammad Ali Ahangarani[1], Mohammad Reza Dehghani[2*], Abbas Ali Naserian[3]
1. Former Ph.D. Student, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Zabol University, Zabol, Iran
2. Associate Professor, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Zabol University, Zabol, Iran
3. Professor, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran
Received: December 13, 2019 Accepted: June 13, 2020

Abstract
The aim of this research was to investigate the effect of adding fat powder and flaxseed oil in milk on performance, growth, health, blood and rumen parameters of 45 suckling calves (avarage body weight = 38 ± 0.5 kg) in a compeletly randomized design in 10°C of average temperature from d 3 to 30 of age in individual boxes. Experimental treatments included: 1- basal starter and milk without fat supplement (control) 2- basal starter and milk with fat powder (10 g/liter of milk) 3- basal starter and milk with flaxseed oil (10 g/liter of milk). Daily weight gain from d 3 to 30 and weight at d 30 were higher in flaxseed oil treatment than control treatment ($P \leq 0.05$). Calves fed flaxseed oil treatment had higher hip height than control treatment at d 30 ($P \leq 0.05$). Blood cholesterol concentration was higher in control treatment than flaxseed oil treatment and blood cortisol concentration was lower in flaxseed oil treatment than control treatment ($P \leq 0.05$). The ratio of total protein to albumin in flaxseed oil treatment was lower than control treatment ($P \leq 0.05$). Ruminal parameters were not affected by the experimental treatments. The results of this research indicated that using of fat sources including linolenic acid as flaxseed oil in milk have a positive effect on the performance, growth and health during the first month after birth of dairy calves.

Keywords: Daily weight gain, dairy calf, feed intake, saturated fatty acid, unsaturated fatty acid.

* نویسنده مسئول Email: mr.dehghani@uoz.ac.ir

مقدمه

پرورش گوساله در ماه اول بعد از تولد از مهم‌ترین و حساس‌ترین مراحل پرورش گاو شیری است. به همین دلیل توجه به این مرحله و کنترل رشد اسکلتی، گوارشی و جلوگیری از بروز بیماری بسیار اهمیت دارد. به‌کاربردن روش تغذیه‌ای مناسب در این زمان نقش مؤثری در رسیدن به این اهداف خواهد داشت. یکی از راه‌های مؤثر در این زمینه استفاده از منابع چربی به‌ویژه اسیدهای چرب ضروری در ترکیب شیر، جایگزین شیر یا کنسانتره شروع‌کننده می‌باشد. اسید لینولنیک و اسید لینولئیک مهم‌ترین اسیدهای چرب ضروری هستند که به‌عنوان منابع چربی با چند پیوند دوگانه شناخته می‌شوند [٦ و ٧].

نسبت بین اسید لینولئیک به اسید لینولنیک در جیره گوساله‌ها (شیر و کنسانتره شروع‌کننده) مهم است و هرچه نسبت اسید لینولنیک بیش‌تر باشد بازدهی رشد بهتری به‌دست خواهد آمد [١٢]. به‌طور معمول نسبت بین اسید لینولئیک به اسید لینولنیک در کنسانتره شروع‌کننده گوساله بر پایه ذرت و سویا حدود ١٥ به یک و در شیر ٢/٥ به ١ می‌باشد که باید با مدیریت صحیح تغذیه این نسبت‌ها را کاهش داد [١٢]. اسید لینولنیک نقش‌های مهمی از جمله رفع التهاب (از طریق فعال‌کردن برخی از واکنش‌های بیوشیمیایی جهت بازگشت بافت التهابی به حالت هموستازی)، کاهش فراسنجه‌های التهاب‌زا در خون [٦ و ١١ و ١]، شرکت در ساختار غشای سلولی، تولید اسیدهای چرب حد واسط مانند آراشیدونیک اسید، سنتز هورمون‌ها و رشد استخوان را بر عهده دارد [٣ و ١١].

در بین منابع مختلف اسید لینولنیک، روغن کتان مهم‌ترین منبع غنی از اسید لینولنیک می‌باشد که حاوی ٥٥/٧ درصد اسید لینولنیک، ١٥/٥ درصد اسید لینولئیک، ١٩/٢ درصد اسید اولئیک، ٣/٦ درصد اسید استئاریک و ٥/١ درصد اسید پالمتیک می‌باشد [١٢]. اسید لینولنیک تأثیر معنی‌داری بر رشد و سلامت گوساله‌ها دارد [٦]. در پژوهشی، استفاده از روغن کتان در ترکیب شیر خام گوساله‌ها موجب بهبود در میزان مصرف خوراک، ضریب تبدیل خوراک، غلظت آلبومین و کراتینین خون به‌ویژه در ٤٠ روز اول بعد از تولد شد [٢]. از طرفی مصرف روغن کتان در ترکیب جایگزین شیر نیز بهبود افزایش وزن روزانه، بازدهی مصرف خوراک و کاهش دمای رکتوم در اثر کاهش عوامل التهاب‌زا را در اوایل تولد گوساله‌ها به‌همراه داشته است [٨ و ١٦]. علاوه بر مصرف روغن به‌صورت مایع در ترکیب شیر و جایگزین شیر، اثرات مثبت اسید لینولنیک به‌صورت روغن کتان باند شده با کلسیم بر رشد گوساله‌ها و بره‌ها نیز گزارش شده است. مصرف روغن کتان باندشده با کلسیم در مقایسه با سایر روغن‌ها از جمله روغن سویا، روغن نارگیل، روغن کلزا و پودر چربی در سال‌های مختلف و در ترکیب کنسانتره شروع‌کننده گوساله‌های شیری، منجر به بهبود صفاتی چون افزایش وزن روزانه، بازده مصرف خوراک، افزایش فاصله دو هیپ، افزایش ارتفاع لگن، کاهش روزهای تحت درمان و کاهش غلظت کورتیزول خون از تولد تا سن سه ماهگی شده است [١٠، ١١، ١٢ و ٢١] که نشان از اهمیت مصرف منابع اسید لینولنیک دارد.

میزان اسیدیته شکمبه و غلظت کل اسیدهای چرب فرّار شکمبه تحت تأثیر مصرف منابع اسید لینولنیک قرار نمی‌گیرد، اما میزان اسید استیک افزایش می‌یابد [٣]. با توجه به اثرات مثبت اسید لینولنیک بر فراسنجه‌های عملکردی، رشد، سلامت و فراسنجه‌های خونی و شکمبه‌ای، هدف از انجام این مطالعه بررسی تأثیر نسبت بالای اسید لینولنیک در قالب روغن کتان در ترکیب شیر بر عملکرد، رشد، سلامت و فراسنجه‌های خونی و شکمبه‌ای گوساله‌های ماده هلشتاین در طول اولین ماه بعد از تولد می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در قالب یک طرح کاملاً تصادفی با سه جیره آزمایشی و ۱۵ تکرار (٤٥ رأس گوساله شیری ماده با میانگین وزنی ۰/۵±۳۸ کیلوگرم) در میانگین دمایی ۱۰ درجه سانتی‌گراد از سه‌روزگی تا ۳۰ روزگی در زمستان ۱۳۹۵ و بهار ۱۳۹٦ در واحد پرورش گاو شیری بنیاد مستضعفان واحد قدس نیشابور اجرا شد. صفات موردنظر در سه دوره شامل سه تا ١٤ روزگی، ۱۵ تا ۳۰ روزگی و سه تا ۳۰ روزگی اندازه‌گیری شدند. گوساله‌ها سه روز بعد از تولد وزن‌کشی شده و وارد طرح شدند. گوساله‌ها در باکس‌های انفرادی با طول دو متر و عرض ۱/۲ متر قرار گرفتند، کنسانتره شروع‌کننده به‌همراه یونجه با اندازه ذرات سه تا چهار سانتی‌متر یک نوبت در روز (هشت صبح) در اختیار گوساله‌ها قرار گرفت و قبل از تغذیه روز بعد، باقی‌مانده خوراک جمع‌آوری و توزین شد. آب تازه از هفته اول به‌صورت آزاد در اختیار گوساله‌ها قرار داشت گوساله‌ها در دو نوبت (شش صبح و سه عصر) با شیر پاستوریزه‌شده تغذیه شدند. برنامه شیردهی به‌صورت سه تا ١٤ روزگی چهار لیتر و ۱۵ تا ۳۰ روزگی شش لیتر بود.

تیمارهای آزمایشی شامل ۱- کنسانتره شروع‌کننده پایه (جدول ۱) و شیر بدون مکمل چربی از سه تا ۳۰ روزگی(شاهد)، ۲- کنسانتره شروع‌کننده پایه به‌همراه شیر حاوی پودر چربی (ده گرم در لیتر شیر) از سه تا ۳۰ روزگی، ۳- کنسانتره شروع‌کننده پایه به‌همراه شیر حاوی روغن کتان (ده گرم در لیتر شیر) از سه تا ۳۰ روزگی. پودر چربی آنالیزشده با عنوان لادرفت از شرکت اعلا روغن اصفهان و روغن کتان آنالیزشده با دستگاه گاز کروماتوگرافی (Varian CP 3800/3380, UK) از شرکت روغن نباتی سه گل خراسان تهیه شد (جدول ۲).

جدول ۱. مواد خوراکی و ترکیب شیمیایی کنسانتره شروع‌کننده

اقلام خوراکی	(درصد ماده خشک)
یونجه	۱۰/۰
دانه ذرت	٤۰/۰
دانه جو	۱۰/۰
کنجاله سویا	۳٤/۵
سبوس	۳/۰
کربنات کلسیم	۱/۲
مکمل معدنی و ویتامینی[1]	۱/۰
نمک	۰/۳
اجزای مواد مغذی (درصد ماده خشک)	
ماده خشک	۸۹/٦
پروتئین خام	۲۰/۳
چربی	۳/٦
الیاف نامحلول در شوینده خنثی	۱۹/۳
الیاف نامحلول در شوینده اسیدی	۸/۷
کلسیم	۰/٦
فسفر	۰/۵
انرژی قابل متابولیسم (مگا کالری در کیلوگرم)	۳/۲

۱. مکمل معدنی (گرم بر کیلوگرم) و ویتامینی (واحد بر کیلوگرم): ۱۰۰۰۰۰۰۰ ویتامین آ، ۲۰۰۰۰۰۰ ویتامین دی،٦۰۰۰ ویتامین ای، ۰/۵ گرم بر کیلوگرم ویتامین بی ۱، ۰/۵ گرم بر کیلوگرم ویتامین بی ۲، ٤۸ گرم منیزیم، ۳۵ گرم روی، ۳۰ گرم منگنز، ۲۳ گرم آهن، ۱۰ گرم مس، ۰/٦ گرم ید، ۰/٤ گرم کبالت و ۰/۱ گرم سلنیوم.

جدول ۲. ترکیب اسیدهای چرب موجود در چربی حیوانی و روغن کتان اضافه‌شده در شیر

اسید چرب (درصد)	پودر چربی[1]	روغن کتان
C۱٤:۰	۲/٤	۰/۷
C۱٦:۰	۲٦/۲	۵/٦
C۱۸:۰	۱۹/۹	۸/٦
C۱۸:۱	۳٤/۸	۲۱/۱
C۱۸:۲n٦	۱۱/۹	۱٦/٦
C۲۰:۰	–	۰/۳
C۱۸:۳n٦	٤/۲	۰/۳
C۲۰:۱	–	۰/۵
C۱۸:۳n۳	۰/٦	٤٦/۱
C۲۲:۰	–	۰/۲

۱. لادرفت: شرکت اعلا روغن، اصفهان، ایران

برای تهیه مخلوط همگن پودر چربی و روغن کتان با شیر، ابتدا پودر چربی در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد حرارت داده شده و سپس وارد دستگاه پاستوریزاسیون حاوی شیر با دمای ۷۲/۵ درجه سانتی‌گراد شد. روغن کتان هم به‌صورت جداگانه به‌صورت مایع جهت همگن‌سازی با شیر وارد دستگاه پاستوریزاسیون شد. بعد از اتمام عمل پاستوریزاسیون، به‌دلیل وجود مارپیچ داخل دستگاه، همگن‌سازی شیر و منابع چربی در حرارت بالا به‌خوبی انجام شده و در اختیار گوساله‌ها قرار گرفت.

مصرف خوراک و باقی‌مانده آن به‌صورت روزانه در طول آزمایش اندازه‌گیری شد. نمونه‌های کنسانتره به‌صورت هفتگی جمع‌آوری شده و برای اندازه‌گیری ترکیبات شیمیایی [٤] در دمای ۲۰- درجه نگهداری شد. وزن‌کشی و شاخص‌های رشد اسکلتی (قد از جدوگاه، قد از زمین تا اتصال لگن، دور قفسه سینه، فاصله دو هیپ، فاصله دو پین، فاصله پین و هیپ، دور مچ دست، دور مچ پا) هر دو هفته یک بار دو ساعت بعد از وعده خوراکی انجام شد [۲۰]. ضریب تبدیل خوراک از طریق تقسیم مصرف خوراک روزانه (گرم در روز) بر افزایش وزن روزانه (گرم در روز) محاسبه شد. فراسنجه‌های سلامتی شامل دمای رکتوم (model FT 1/15 Beurer; GmbH, Ulm, Germany)، روزهای تحت درمان و نمره‌دهی مدفوع به‌صورت روزانه [۲۰] انجام شد (اسکور ۱= سفت، اسکور ۲= نرم، اسکور۳= رونده، اسکور ٤= آبکی).

نمونه‌های خون حدود سه تا چهار ساعت پس از مصرف خوراک از سیاهرگ وداج با استفاده از ونوجکت حاوی هپارین در روزهای سه، ١٤ و ۳۰ گرفته شد و پلاسمای آن با استفاده از دستگاه سانتریفیوژ ٤۰۰۰ دور ۱۲ شاخه ۲۰ ML مدل LC-04C برند Zenithlab (۳۰۰۰ دور به‌مدت ده دقیقه) جدا شد. پلاسمای استخراج‌شده درون میکروتیوپ‌های ۱/۵ میلی‌لیتری تا زمان آنالیز فراسنجه‌های خونی در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهدای شد و فراسنجه‌های مختلف (گلوکز، کلسترول، آلبومین، پروتئین تام، نسبت پروتئین تام به آلبومین، آلکالین فسفاتاز، کورتیزول، نیتروژن اوره‌ای و کراتینین) با استفاده از کیت‌های شرکت پارس آزمون و سایر کیت‌های آزمایشگاهی با دستگاه اتو آنالایزر (Technica RA 1000; Bayer Co, NY, USA)، رفراکتومتر و روش الایزا اندازه‌گیری شدند. نمونه‌های مایع شکمبه در روز ۳۰ آزمایش از طریق لوله معدی چهار ساعت بعد از وعده شیردهی صبح گرفته و بلافاصله میزان اسیدیته آن‌ها اندازه‌گیری شد. به‌ازای هر راس گوساله ۱۰ میلی‌لیتر از مایع شکمبه از صافی عبور داده شد و با سه میلی‌لیتر از اسید متافسفریک ۲۵ درصد مخلوط شده و برای انجام آنالیز اسیدهای چرب فرّار با دستگاه گاز کروماتوگرافی (Varian CP 3800/3380, UK) در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد فریز شد.

داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS (نسخه ۹/۱) رویه GLM برای مدل (۱) تجزیه شدند. صفات دارای چند مشاهده در زمان، به‌صورت اندازه‌گیری تکرارشده (Repeated Measurement) رویه Mixed تجزیه شدند (مدل ۲) به‌کار گرفته شد. مقایسات بین میانگین‌ها به روش توکی- کرامر و در سطح احتمال معنی‌دار پنج درصد مقایسه شدند.

$$Y_{ij} = \mu + T_i + e_{ij} \quad \text{(رابطه ۱)}$$

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + e_{ij} + t_k + (T \times t)_{ik} + \beta(X_i - x) + E_{ijk} \quad \text{(رابطه ۲)}$$

که در این مدل‌ها، Y_{ij}، مشاهده به‌دست‌آمده مربوط به صفت (متغیر وابسته)؛ μ میانگین کل؛ T_i، اثر i امین تیمار، e_{ij}، اثر خطای آزمایشی، t_k، اثر زمان، $(T \times t)_{ik}$ اثر برهم کنش تیمار در زمان، $\beta(X_i - x)$ اثر کواریت وزن و E_{ijk} واریانس باقیمانده می‌باشد.

نتایج و بحث

استفاده از چربی در ترکیب شیر اثری بر مصرف خوراک،

بازدهی مصرف خوراک و افزایش وزن روزانه (سه تا ١٤ و ١٥ تا ٣٠ روزگی) نداشت (جدول ٣). اما میزان افزایش وزن روزانه از سه تا ٣٠ روزگی در گوساله‌هایی که روغن کتان دریافت کردند از سایر گوساله‌ها بیش‌تر بود (P≤٠/٠٥).

در برخی مطالعات، استفاده از روغن‌های گیاهی و حیوانی مانند روغن پالم، روغن نارگیل، روغن کلزا و روغن پیه تأثیری بر مصرف خوراک و افزایش وزن روزانه گوساله‌ها نداشته است [١٣]. برخی نیز با مصرف منابع چربی در ترکیب جایگزین شیر کاهش مصرف خوراک و افزایش وزن روزانه را در گوساله‌ها گزارش کرده‌اند [٢٢]. در مقابل، گزارش‌هایی وجود دارد که جیره‌های با درصد چربی بالا (هفت و ١٢ درصد) در قالب نمک‌های کلسیمی اسیدهای چرب به‌ویژه اسید لینولنیک و همچنین دانه کتان (١٠ تا ٢٠ درصد در ترکیب کنسانتره شروع‌کننده) میزان مصرف خوراک روزانه و افزایش وزن روزانه را بدون تأثیر بر بازدهی مصرف خوراک، به‌دلیل افزایش فعالیت سلول‌های خون، پاسخ ایمنی و متابولیکی به اسید لینولنیک و تأثیر بر حرکت‌های دستگاه گوارش و سیستم عصبی- هورمونی افزایش داده است [٥، ٨ و ١٨].

اثر مصرف منابع مختلف چربی بر سن نشخوار معنی‌دار نبود (جدول ٤)، اما گوساله‌هایی که روغن کتان دریافت کردند وزن ٣٠ روزگی بالاتری نسبت به گروه شاهد داشتند (P≤٠/٠٥). اثرات مثبت جیره‌های حاوی مکمل چربی بر میزان مصرف خوراک روزانه، نشان‌دهنده توسعه دستگاه گوارش در گوساله‌های تیمار پودر چربی و روغن کتان بود که در نهایت منجر به بالاتربودن وزن ٣٠ روزگی در این دو تیمار شد [١١]. بالاتربودن وزن ٣٠ روزگی در گوساله‌هایی که روغن کتان دریافت کردند با گوساله‌های شاهد، می‌تواند در اثر پاسخ متابولیکی این گوساله‌ها به اسید لینولنیک موجود در روغن کتان باشد [١١].

نمره مدفوع و روزهای تحت درمان تحت تأثیر مصرف منابع چربی قرار نگرفتند (جدول ٥)، اما دمای رکتوم (سه تا ١٤ و سه تا ٣٠ روزگی) گوساله‌هایی که روغن کتان دریافت کردند کم‌تر از گوساله‌های شاهد بود (P≤٠/٠٥).

جدول ٣. اثر مصرف منابع مختلف چربی بر میانگین مصرف خوراک، اضافه وزن و بازدهی مصرف خوراک در گوساله‌های جوان

	تیمار[1]			خطای استاندارد میانگین‌ها	سطح معنی‌داری
	شاهد	پودر چربی	روغن کتان		
مصرف ماده خشک (گرم در روز)[2]					
٣ تا ١٤ روزگی	٥٢/٥	٧٠/٢	٦٩/١	١٥/٢	٠/٩
١٥ تا ٣٠ روزگی	٢٠٩/٧	٢٦٦/١	٢٦٨/٩	٢٢/١	٠/١
٣ تا ٣٠ روزگی	١٠٨/٧	١٣٣/٦	١٣٥/٧	١٠/٣	٠/٢٧
افزایش وزن روزانه (گرم در روز)					
٣ تا ١٤ روزگی	٣٥٨/٤	٢٧٣/٩	٣٤٦/٠	٥٩/٧	٠/١
١٥ تا ٣٠ روزگی	٤٥٠/٥	٤٤٧/٢	٥٢٥/٣	٦٠/٣	٠/٥
٣ تا ٣٠ روزگی	٣٧٥/٢^{b}	٤٠٠/٥^{ab}	٤٥٠/٦^{a}	٦١/٠	٠/03
ضریب تبدیل خوراک					
٣ تا ١٤ روزگی	٠/١	٠/٣	٠/٣	٠/٠٩	٠/٢
١٥ تا ٣٠ روزگی	٠/٤	٠/٥	٠/٥	٠/٠٩	٠/٥
٣ تا ٣٠ روزگی	٠/٢	٠/٣	٠/٣	٠/٠١	٠/٩

a-b: تفاوت ارقام با حروف متفاوت در هر ردیف، معنی‌دار است (P≤٠/٠٥).

١) ١- کنسانتره شروع‌کننده پایه و شیر بدون مکمل چربی (شاهد)، ٢- کنسانتره شروع‌کننده پایه به‌همراه شیر حاوی پودر چربی (ده گرم در لیتر شیر، پودر چربی)، ٣- کنسانتره شروع‌کننده پایه به‌همراه شیر حاوی روغن کتان (ده گرم در لیتر شیر، روغن کتان)

٢) بدون احتساب مصرف ماده خشک شیر

جدول ٤. اثر مصرف منابع مختلف چربی بر سن نشخوار و وزن ۳۰ روزگی در گوساله‌های جوان

	تیمار[1]			خطای استاندارد	سطح معنی‌داری
	شاهد	پودر چربی	روغن کتان		
سن شروع نشخوار (روز)	۲۰/۲	۲۰/۱	۲۰/۲	۰/۳	۰/۹
وزن اولیه (کیلوگرم)	۳۸/۱	۳۸/۳	۳۸/٦	۱/۳	۰/۹
وزن ۳۰ روزگی (کیلوگرم)	٤۸/٦[b]	۵۰/۸[ab]	۵۲/۰[a]	۱/۵	۰/۰۵

a-b: تفاوت ارقام با حروف متفاوت در هر ردیف، معنی‌دار است (P≤۰/۰۵).

۱) ۱- کنسانتره شروع‌کننده پایه و شیر بدون مکمل چربی (شاهد)، ۲- کنسانتره شروع‌کننده پایه به‌همراه شیر حاوی پودر چربی (ده گرم در لیتر شیر، پودر چربی)، ۳- کنسانتره شروع‌کننده پایه به‌همراه شیر حاوی روغن کتان (ده گرم در لیتر شیر، روغن کتان)

جدول ۵. اثر مصرف منابع مختلف چربی بر شاخصه‌های سلامت گوساله‌های جوان

	تیمار[1]			خطای استاندارد	سطح معنی‌داری
	شاهد	پودر چربی	روغن کتان		
اسکور مدفوع					
۳ تا ١٤ روزگی	۲/۲	۱/۹	۱/۹	۰/۱	۰/۳
۱۵ تا ۳۰ روزگی	۱/۹	۱/۹	۱/۹	۰/۲	۰/۹
۳ تا ۳۰ روزگی	۲/۱	۱/۹	۱/۹	۰/۲	۰/۷
دمای رکتوم (درجه سانتی‌گراد)					
۳ تا ١٤ روزگی	۳۹/۰[a]	۳۹/۰[a]	۳۸/٤[b]	۰/۰٦	۰/۰٤
۱۵ تا ۳۰ روزگی	۳۹/۰	۳۹/۰	۳۸/۹	۰/۰۵	۰/۰٦
۳ تا ۳۰ روزگی	۳۹/۱[a]	۳۸/۹[b]	۳۸/۹[b]	۰/۰٦	۰/۰۳
روزهای تحت درمان (روز)					
۳ تا ١٤ روزگی	۰/۱	۰/۷	۰/٦	۰/۲	۰/٤
۱۵ تا ۳۰ روزگی	۰/٦	۰/۵	۰/٤	۰/۱	۰/٦
۳ تا ۳۰ روزگی	۰/۸	۱/۱	۱/۰	۰/۲	۰/۲

a-b: تفاوت ارقام با حروف متفاوت در هر ردیف، معنی‌دار است (P≤۰/۰۵).

۱) ۱- کنسانتره شروع‌کننده پایه و شیر بدون مکمل چربی (شاهد)، ۲- کنسانتره شروع‌کننده پایه به‌همراه شیر حاوی پودر چربی (ده گرم در لیتر شیر، پودر چربی)، ۳- کنسانتره شروع‌کننده پایه به‌همراه شیر حاوی روغن کتان (ده گرم در لیتر شیر، روغن کتان)

اثرات مثبت مصرف اسید لینولنیک به‌عنوان عامل ضد التهاب در مقایسه با اسید لینولئیک بر سلامتی و سیستم ایمنی ثابت شده است [۱۱ و ۱۲]. نشان داده شده است که استفاده از اسیدهای چرب غیراشباع به‌ویژه روغن کتان باندشده با کلسیم در ترکیب کنسانتره شروع‌کننده و جایگزین شیر پاسخ ایمنی مثبتی را به‌همراه دارد که در اثر این پاسخ، میزان سایتوکین‌ها (از جمله اینترلوکین چهار و هشت) از طریق مداخله در بیان ژن کاهش می‌یابد. کاهش میزان سایتوکین‌ها منجر به ممانعت از بروز التهاب شده و در ادامه میزان ابتلا به اسهال، تب، دمای رکتوم بالا و در نهایت روزهای بالای تحت درمان را در گوساله‌ها کاهش

می‌یابد [١٦ و ١٥]. علاوه بر مصرف روغن، مصرف دانه کتان (١٠ تا ١٥ درصد) در ترکیب جیره گوساله‌ها نیز اثرات مثبتی در کاهش دمای رکتوم و بیماری تنفسی داشته است [٨]. این نتایج با یافته‌های مطالعه حاضر هم‌راستا بوده و افزودن روغن کتان در شیر، باعث کاهش التهاب و دمای رکتوم در ماه اول نسبت به سایر گوساله‌ها شد. عدم تأثیر روغن کتان بر قوام مدفوع و روزهای تحت درمان ممکن است مربوط به دوز مصرفی روغن باشد.

شاخص‌های رشد اسکلتی از جمله هیپ، پین، ساق دست و پا، ارتفاع جدوگاه و دور قفسه سینه تحت تأثیر منابع چربی قرار نگرفت (جدول ٦). اما ارتفاع لگن در ٣٠ روزگی در گوساله‌هایی که روغن کتان مصرف کردند بیش‌تر از گوساله‌های گروه شاهد بود ($P\leq$٠/٠٥). عدم تأثیر مکمل چربی و روغن سویا که دارای اسید لینولئیک است بر شاخصه‌های رشد اسکلت گوساله‌ها پیش‌تر گزارش شده است [١٠].

جدول ٦. اثر مصرف منابع مختلف چربی بر شاخص‌های رشد اسکلتی گوساله‌های‌جوان

	تیمار[1]			خطای استاندارد	سطح معنی‌داری
	شاهد	پودر چربی	روغن کتان		
فاصله دو هیپ (سانتی‌متر)					
روز اول	٢٠/٥	٢٠/٥	٢١/٢	٤٠/٣	٠/٤
روز ٣٠	٢٢/٢	٢٢/٠	٢٢/١	٢٩/١	٠/٢
فاصله پین تا هیپ (سانتی‌متر)					
روز اول	٢٥/٥	٢٥/٨	٢٥/٨	٤٢/٦	٠/٨
روز ٣٠	٢٦/٦	٢٧/٥	٢٧/٢	٣٢/٦	٠/٣
فاصله دو پین (سانتی‌متر)					
روز اول	٩/٧	٩/٨	٩/٣	٠/٣	٠/٤
روز ٣٠	١٠/٥	١٠/٧	١٠/٦	٠/٢	٠/٨
دور ساق پا (سانتی‌متر)					
روز اول	١٢/١	١٢/٢	١٢/١	٠/٣	٠/٩
روز ٣٠	١٣/٠	١٣/٦	١٣/٥	٠/٢	٠/٩
دور ساق دست (سانتی‌متر)					
روز اول	١١/١	١١/٥	١١/٤	٠/٣	٠/٧
روز ٣٠	١٢/٦	١٢/٧	١٢/٦	٠/٣	٠/٩
ارتفاع لگن (سانتی‌متر)					
روز اول	٨٧/٤	٨٧/١	٨٥/٣	١/١	٠/٣
روز ٣٠	٩٤/٣ [b]	٩٥/٢ [ab]	٩٨/٧ [a]	٠/٨	٠/٠٥
ارتفاع جدوگاه (سانتی‌متر)					
روز اول	٨١/١	٨٠/٣	٨٠/٤	١/١	٠/٨
روز ٣٠	٨٩/٥	٩٠/١	٨٩/٨	٠/٦	٠/٨
دور قفسه سینه (سانتی‌متر)					
روز اول	٨٥/٦	٨٨/١	٨٧/٣	١/٠	٠/٣
روز ٣٠	٩٧/٣	٩٨/٥	٩٨/٢	١/٠	٠/٨

a-b: تفاوت ارقام با حروف متفاوت در هر ردیف، معنی‌دار است ($P\leq$٠/٠٥).

١) ١- کنسانتره شروع‌کننده پایه و شیر بدون مکمل چربی (شاهد)، ٢- کنسانتره شروع‌کننده پایه به‌همراه شیر حاوی پودر چربی (ده گرم در لیتر شیر، پودر چربی)، ٣- کنسانتره شروع‌کننده پایه به‌همراه شیر حاوی روغن کتان (ده گرم در لیتر شیر، روغن کتان)

مصرف مکمل‌های چربی (در قالب روغن‌های باندشده با کلسیم) در ترکیب جیره گوساله‌ها اثرات قابل‌توجهی بر صفات اسکلتی دارد [۲٤، ۱۱، ۱۵ و ۱٦]. به‌دلیل اثرات مفید اسید لینولنیک بر شکل‌گیری استخوان، استفاده از جیره‌های با چربی بالا و حاوی نسبت بالای اسید لینولنیک رشد استخوان‌ها را موجب می‌شود [۱۲ و ۱۱]. مصرف اسیدهای چرب غیراشباع در جیره طیور نیز ثابت کرده است که این اسیدهای چرب شکل‌گرفتن و رشد استخوان‌ها را تسریع می‌کنند [۲۱]. این نتایج با یافته‌های این مطالعه در مورد صفت ارتفاع لگن مطابقت دارد که نتیجه نقش مثبت روغن کتان حاوی اسید لینولنیک بر رشد استخوان و در نتیجه افزایش ارتفاع لگن می‌باشد.

غلظت گلوکز، نیتروژن اوره‌ای، پروتئین تام، آلبومین، آلکالین فسفاتاز و کراتینین تحت تأثیر مصرف منابع چربی در ترکیب شیر قرار نگرفتند (جدول ۷). غلظت کلسترول به‌صورت معنی‌داری در تیمار شاهد بالاتر از دو تیمار دیگر بود (P≤۰/۰۵). غلظت کورتیزول خون در گوساله‌های مصرف‌کننده کتان، کم‌تر از سایر تیمارها بوده و نسبت پروتئین تام به آلبومین خون در گوساله‌های مصرف‌کننده پودر چربی بیش‌تر از سایر تیمارها بود (P≤۰/۰۵). گزارش شده است که مصرف اسیدهای چرب با چند پیوند دوگانه میزان کلسترول خون را به‌دلیل نقش اسیدهای چرب غیراشباع در استریفیکاسیون استرهای کلسترول، افزایش می‌دهد [۹]. در پژوهشی، مصرف پودر چربی حیوانی در کنسانتره شروع‌کننده گوساله غلظت کلسترول خون را افزایش داد [۱۰]. برخلاف این نتایج، یافته‌های مطالعه حاضر نشان داد که مصرف منابع چربی در ترکیب شیر غلظت کلسترول خون را نسبت به تیمار شاهد کاهش دادند.

جدول ۷. اثر مصرف منابع مختلف چربی بر فراسنجه‌های خونی در گوساله‌های جوان

فراسنجه	تیمار[1]			خطای استاندارد	سطح معنی‌داری		
	شاهد	پودر چربی	روغن کتان		تیمار	زمان	تیمار×زمان
گلوکز (میلی‌گرم بر دسی‌لیتر)	۱۰۷/۸	۱۰۹/۱	۱۰۷/۸	۱/٤	۰/۷	۰/۰۵	۰/٦
کلسترول (میلی‌گرم بر دسی‌لیتر)	۱۱۸/۳ a	۱۱۱/۱ b	۱۰۵/۱ b	۳/۳	۰/۰۵	۰/۳	۰/۸
نیتروژن اوره‌ای (میلی‌گرم بر دسی‌لیتر)	۱۹/۱	۱۷/۹	۱۷/۹	۰/۸	۰/۵	۰/٤	۰/۸
پروتئین تام (گرم بر دسی‌لیتر)	۷/۹	۸/۰	۷/٦	۰/۱	۰/۵	۰/۰۳	۰/۰۲
آلبومین (میلی‌گرم بر دسی‌لیتر)	۳/۹	۳/۵	٤/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۳
نسبت پروتئین تام به آلبومین (گرم بر دسی‌لیتر)	۳/۹ a	٤/٤ a	۳/۵b	۰/۱	۰/۰۱	۰/۰۳	۰/۲
آلکالین فسفاتاز (واحد بر لیتر)	۲۱۱/۳	۲۱۷/۰	۲۱٤/۳	۳/۵	۰/۵	۰/۸	۰/۹
کراتینین (میلی‌گرم بر دسی‌لیتر)	۱/۱	۱/۰	۱/۱	۰/۱	۰/۸	۰/۵	۰/٦
کورتیزول (نانوگرم برمیلی‌لیتر)	۲۹/۱ a	۲۸/۷ a	۲٦/۹ b	۰/۸	۰/۰٤	۰/۰۳	۰/۰۵

a-b: تفاوت ارقام با حروف متفاوت در هر ردیف، معنی‌دار است (P≤۰/۰۵).

۱) ۱- کنسانتره شروع‌کننده پایه و شیر بدون مکمل چربی (شاهد)، ۲- کنسانتره شروع‌کننده پایه به‌همراه شیر حاوی پودر چربی (ده گرم در لیتر شیر، پودر چربی)، ۳- کنسانتره شروع‌کننده پایه به‌همراه شیر حاوی روغن کتان (ده گرم در لیتر شیر، روغن کتان)

گزارش شده است که مصرف منابع چربی غیراشباع مانند روغن‌های کتان و سویا در ترکیب جایگزین شیر و کنسانتره شروع‌کننده گوساله، ساخت و درنتیجه غلظت آلبومین خون را به‌دلیل بهبود فعالیت سلول‌های کبدی، افزایش می‌دهد [۱۶]، که هم‌راستا با نتایج این آزمایش می‌باشد، هر چند که این تفاوت‌ها معنی‌دار نبود (P=۰/۱۶). از طرفی جیره‌های با نسبت بالای اسید لینولنیک که به‌صورت روغن کتان در ترکیب جایگزین شیر استفاده شد، غلظت پروتئین تام خون را نیز به‌دلیل کاهش در غلظت پروتئین‌های فاز حاد خون افزایش داد [۱۹]، اما در مطالعه حاضر چربی‌های مصرفی تأثیری بر غلظت پروتئین تام نداشتند. با توجه به نتایج به‌دست‌آمده در این مطالعه، بالابودن غلظت آلبومین و پایین‌بودن غلظت پروتئین تام خون گوساله‌های تیمار روغن کتان در نهایت موجب کاهش معنی‌دار نسبت پروتئین تام به آلبومین شده که نشان‌دهنده نقش مثبت اسید لینولنیک در بهبود سیستم ایمنی می‌باشد. عوامل استرس‌زا از جمله تنش‌های ایجادشده در ماه اول بعد از تولد، غلظت سایتوکین‌ها، پروتئین‌های فاز حاد و در نتیجه غلظت کورتیزول خون را افزایش می‌دهد [۲۱]. با توجه به نقش مؤثر منابع اسید لینولنیک بر کاهش سایتوکین‌ها، استفاده از روغن کتان در این مطالعه موجب کاهش غلظت کورتیزول خون گوساله‌های این تیمار نسبت به سایر تیمارها شده است.

استفاده از منابع چربی اشباع و غیراشباع تأثیر معنی‌داری بر میانگین اسیدیته شکمبه و غلظت اسیدهای چرب فرّار شکمبه نداشت (جدول ۸). این در حالی است که میزان اسید بوتیریک در ۳۰ روزگی به‌صورت عددی در گوساله‌هایی که روغن کتان دریافت کردند بالاتر از دو تیمار دیگر بود، که احتمالاً می‌تواند به مصرف خوراک روزانه بالاتر گوساله‌های تیمار روغن کتان و تولید اسید بوتیریک بالاتر مربوط باشد [۱۵]. مصرف منابع چربی و دانه‌های روغنی در تغذیه حیوانات اهلی نتایج متفاوتی را بر اکوسیستم شکمبه رقم زده است. برخی دانشمندان معتقدند که استفاده از منابع چربی اثرات مضری بر فعالیت میکروارگانیسم‌ها و تخمیر شکمبه دارند [۱۴]، برخی نیز استفاده از منابع با اسید لینولئیک بالا را دلیل افزایش غلظت کل اسیدهای چرب فرّار و غلظت پروپیونات می‌دانند [۲۲].

جدول ۸. اثر مصرف منابع مختلف چربی بر فراسنجه‌های شکمبه‌ای گوساله‌های جوان

	تیمار[1]			خطای استاندارد	سطح معنی‌داری
	شاهد	پودر چربی	روغن کتان		
اسیدیته	۵/۶	۵/۷	۵/۶	۰/۱	۰/۵
استات (میلی‌مول در ۱۰۰میلی‌مول)	٤۷/۰	٤۵/۱	٤۷/۹	۲/۰	۰/۷
پروپیونات (میلی‌مول در ۱۰۰میلی‌مول)	۳۰/۲	۳۲/۰	۳۰/۰	۱/۵	۰/٦
بوتیرات (میلی‌مول در ۱۰۰میلی‌مول)	۱۲/۱	۱۳/۰	۱۳/۵	۱/٦	۰/۸
ایزووالرات (میلی‌مول در ۱۰۰میلی‌مول)	۱/٤	۱/۵	۱/۳	۰/۲	۰/۸
والرات (میلی‌مول در ۱۰۰میلی‌مول)	۳/۰	۳/۳	۳/٤	۰/۲	۰/۵
استات: پروپیونات	۱/۵	۱/٤	۱/۵	۰/۰٦	۰/۱

a-b: تفاوت ارقام با حروف متفاوت در هر ردیف، معنی‌دار است (P≤۰/۰۵).

۱) ۱- کنسانتره شروع‌کننده پایه و شیر بدون مکمل چربی (شاهد)، ۲- کنسانتره شروع‌کننده پایه به‌همراه شیر حاوی پودر چربی (ده گرم در لیتر شیر، پودر چربی)، ۳- کنسانتره شروع‌کننده پایه به‌همراه شیر حاوی روغن کتان (ده گرم در لیتر شیر، روغن کتان)

برخی منابع نیز با مصرف دانه‌های روغنی و دانه کتان در ترکیب جیره‌های گاو شیری و بره نشان دادند که تخمیر شکمبه و غلظت اسیدهای چرب فرّار شکمبه تحت تأثیر منابع اسید لینولنیک قرار نمی‌گیرد [۱۷]، که با نتایج این مطالعه مطابقت دارد. در تضاد با این نتایج، افزایش غلظت پروپیونات و کاهش غلظت بوتیرات با مصرف روغن سویا، چربی حیوانی و مقادیر ۱۰ تا ۲۰ درصد دانه کتان در جیره گوساله و بز گزارش شده است [۱۱].

براساس نتایج این پژوهش، استفاده از منابع غنی از اسید لینولنیک به‌صورت روغن مایع در ترکیب شیر، عملکرد گوساله‌های شیرخوار را افزایش و فعالیت سیستم ایمنی آن‌ها را بهبود می‌بخشد.

تشکر و قدردانی

از پرسنل محترم واحد پرورش گاو شیری بنیاد نیشابور (واحد قدس) جهت همکاری در انجام این طرح، تشکر و قدردانی می‌گردد.

تعارض منافع

هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسندگان وجود ندارد.

منابع مورد استفاده

1. Abuelfatah K, Zuki A, Goh Y and Sazili A (2016) Effects of enriching goat meat with n-3 polyunsaturated fatty acids on meat quality and stability. Small Ruminant Research 136:36-42.
2. AOAC (2000) Official Methods of Analysis. Vol. I. 17th ed. Association of Official Analytical Chemists, Arlington, VA.
3. Araujo G, Terre M and Bach A (2014) Interaction between milk allowance and fat content of the starter feed on performance of Holstein calves. Journal of Dairy Science 97: 6511–6518.
4. Calder P C (2005) Polyunsaturated fatty acids and inflammation. Biochemical Society Transactions. 33: 423-427.

Conners W E (2000) Importance of n-3 fatty acids in health and disease. The American Journal of Clinical Nutrition 71:171-175.

5. Drouillard JS, Seyfert MA, Good EJ, Loe ER, Depenbusch B and Daubert R (2004) Flaxseed for finishing beef cattle: Effects on animal performance, carcass quality, and meat composition. Proc. 60th Flax Institute, March 17-19, 2004, Fargo, ND. pp 108-117.

Garcia M, Shin JH, Schlaefli A, Greco LF, Maunsell FP, Thatcher WW, Santos JEP and Staples CR (2015) Increasing intake of essential fatty acids from milk replacer benefitsperformance, immune responses, and health of preweaned Holstein calves. Journal of Dairy Science 98: 458-477.

6. Ghasemi E, Azad-Shahraki M and Khorvash M (2017) Effect of different fat supplements on performance of dairy calves during cold season. Journal of Dairy Science 100: 5319-5328.
7. Hill TM, Bateman II HG, Aldrich JM and Schlotterbeck RL (2011) Impact of various fatty acids on dairy calf performane. The Professional Animal Scientist 27: 167-175.
8. Hill TM, Quigley JD, Suarez-Mena FX, Bateman II HG and Schlotterbeck RL (2016) Effect of milk replacer feeding rate and functional fatty acids on dairy calf performance and digestion of nutrients. Journal of Dairy Science 99: 6352-6361.
9. Huuskonen A, Khalili H, Kiljala J, Joki-Tokola E and Nousiainen J (2005) Effects of vegetable fats versus lard in milk replacers on feed intake, digestibility, and growth in Finnish Ayrshire bull calves. Journal of Dairy science. 88: 3575-3581.
10. Ivan M, Petit H, Chiquette J and Wright AD (2013) Rumen fermentation and microbial population in lactating dairy cows receiving diets containing oilseeds rich in C-18 fatty acids. British Journal of Nutrition 109: 1211-1218.
11. Kadkhoday A, Riasia A, Alikhania M, Dehghan-Banadaky M and Kowsara R (2017) Effects of fat sources and dietary C18:2 to C18:3 fatty acids ratio on growth performance, ruminal fermentation and some blood components of Holstein calves. Journal of Livestock Science 204: 71-77.
12. Karcher E, Hill T M, Bateman H G, Schlotterbeck R L, Vito N, Sordillo L M and VandeHaar M J (2014) Comparison of supplementation of n-3 fatty acids from fish and flax oil on cyto-kine gene expression and growth of milk-fed Holstein calves. Journal of Dairy Science 97: 2329-2337.
13. Lyon T, Boland T, Storey S and Doyle E (2017) Linseed oil supplementation of lambs diet in early life leads to persistent changes in rumen microbiome structure. Journal of Frontiers in microbiology 8:1656.

14. Montoro C and Bach A (2012) Voluntary selection of starter feed ingredients offered separately to nursing calves. Livestock Science 149: 62-69.
15. Patterson E, Wall R, Fitzgerald G, Ross R and Stanton C (2012) Health implications of high dietary omega-6 polyunsaturated fatty acids. Journal of Nutrition and Metabolism 539426.
16. Pazoki A, Ghorbani GR, Kargar S, Sadeghi-Sefidmazgi A, Drackley JK and Ghaffari MH (2017) Growth performance, nutrient digestibility, ruminal fermentation, and rumen development of calves during transition from liquid to solid feed: Effects of physical form of starter feed and forage provision. Animal Feed Science and Technology 234: 173-185.
17. Quigley JD, Hill TM, Hulbert E, Dennis TS, Suarez-Mena XF and Bortoluzzi EM (2019) Effects of fatty acids and calf starter form on intake, growth, digestion, and selected blood metabolites in male calves from 0 to 4 months of age. Journal of Dairy Science.102.
18. Shingfield KJ, Kairenius P, Arola A, Muetzel DS, Ahvenjarvi S, Vanhatalo A, Huhtanen P, Toivonen V, Griinari JM and Wallace RJ (2012) Dietary fish oil supplements modify ruminal biohydrogenation, alter the flow of fatty acids at the omasum, and induce changes in the ruminal Butyrivibrio population in lactating cows. Journal of Nutrition 142: 1437-1448.
19. Watkins BA, Lippman HE, Bouteiller L, Li Y and Seifert MF (2001) Bioactive fatty acids: role in bone biology and bone cell function. Progress in Lipid Research 40(1-2): 125-148 .
20. Yeom KH, Schonewille JT, Van TG, Kappert HJ, Hovenier R, Lee KW and Beynen AC (2004) Growth performance and fatty acid status of goat kids fed milk replacers with different contents of linolenic and alpha-linolenic acid. Journal of Animal Science. 84: 1811-1819.