نشریه پژوهش در نشخوارکنندگان
جلد نهم، شماره دوم، ۱۴۰۰
http://ejrr.gau.ac.ir
۱۹-۳۸
DOI: 10.22069/ejrr.2020.17969.1749

تاثیر نوع فرآوری و سطح دانه کتان جیره آغازین بر قابلیت هضم موادمغذی و فراسنجه‌های خونی و ایمنی گوساله‌های شیرخوار

*مصطفی حسین آبادی[۱]، نور محمد تربتی‌نژاد[۲]، تقی قورچی[۲] و عبدالحکیم توغدری[۳]

[۱]فارغ التحصیل دکتری، [۲]استاد و [۳]استادیار گروه تغذیه دام و طیور، دانشکده علوم دامی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

تاریخ دریافت: ۹۹/۳/۸؛ تاریخ پذیرش: ۹۹/٤/۱۸

چکیده

سابقه و هدف: محصولات کتان (بذر و کنجاله) یکی از منابع انرژی و پروتئین برای نشخوارکنندگان محسوب می‌شوند. کتان گیاهی روغنی است که دانه آن ٤٠-٤٥ درصد روغن و ٢٣-٣٠ درصد پروتئین دارد. علاوه بر استخراج روغن، کنجاله آن می‌تواند به عنوان یک منبع پروتئینی در جیره غذایی دام استفاده گردد. اگر چه دانه کتان منبع بسیار ارزان و قابل دسترسی برای امگا-۳ است، بیش از ۵۰ درصد اسیدهای چرب آن از اسید چرب آلفالینولنیک است، ولی به دلیل وجود ترکیبات ضدتغذیه‌ای، در سطوح بالا قابل استفاده نیست. فرآوری دانه کتان باعث می‌شود مصرف مواد مغذی را بهبود بخشیده و در عین حال تاثیر منفی مواد ضدتغذیه‌ای نظیر لیناتین را کاهش داده و باعث خوش‌خوراکی خوراک گردد. این پژوهش به منظور بررسی تاثیر نوع فرآوری و سطح دانه کتان بر قابلیت هضم مواد مغذی و فراسنجه‌های خونی و ایمنی گوساله‌های شیرخوار صورت پذیرفت.

مواد و روش‌ها: به منظور بررسی تاثیر نوع فرآوری و سطح دانه کتان بر قابلیت هضم مواد مغذی و فراسنجه‌های خونی و ایمنی گوساله‌های شیرخوار، از۲۰ راس گوساله نر نژاد هلشتاین شیرخوار تازه متولد شده که وزن اولیه آنها ٤/٥±٤١ کیلوگرم بود، استفاده شد. این آزمایش در قالب طرح فاکتوریل ۲×۲ با ٤ تیمار و ۵ تکرار انجام شد. تیمارها شامل: ۱- تیمار حاوی ۵ درصد کتان میکرونیزه، ۲- تیمار حاوی ۱۰ درصد کتان میکرونیزه، ۳- تیمار حاوی ۵ درصد کتان اکسترود و ٤- تیمار حاوی ۱۰ درصد کتان اکسترود بودند. جیره‌ها به‌صورت پلت در اختیار گوساله‌ها قرار گرفت. کل دوره آزمایشی ٦٠ روز بود که شامل ١٤ روز عادت‌پذیری بود. نمونه‌های خوراک و مدفوع در ۵ روز آخر دوره از هر تیمار به‌منظور تعیین قابلیت هضم مواد مغذی جمع‌آوری گردید. در روز آخر آزمایش نمونه‌گیری از خون هر یک از تیمارها جهت تعیین فراسنجه‌های خونی و ایمنی انجام گرفت.

یافته‌ها: بر اساس نتایج به‌دست آمده از این آزمایش، سطوح مختلف دانه فرآوری شده کتان تاثیر معنی‌داری بر قابلیت هضم ماده خشک، ماده آلی، پروتئین خام، الیاف نامحلول در شوینده خنثی، الیاف نامحلول در شوینده اسیدی و چربی خام داشت ($P<0/05$). به‌طوریکه بیشترین قابلیت هضم مواد مغذی متعلق به تیمارهای حاوی ۱۰ درصد کتان اکسترود و ۱۰ درصد کتان میکرونیزه بود. همچنین، تیمارهای آزمایشی تاثیر معنی‌داری بر ازت اوره‌ای خون داشت ($P<0/05$). ولی سایر فراسنجه‌های خونی و ایمنی از جمله کلسترول، تری‌گلیسرید، گلوکز، پروتئین تام، آلبومین، لیپوپروتئین‌های با چگالی زیاد، لیپوپروتئین‌های با

*نویسنده مسئول: Mostafa_hosseinabadi@yahoo.com

چگالی کم، لیپوپروتئین‌های با چگالی بسیار کم، ایمونوگلوبین نوع G، تعداد گلبول‌های سفید، نوتروفیل‌ها، لمفوسیت‌ها، مونوسیت‌ها و نسبت نوتروفیل به لمفوسیت تحت تاثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفت (P>۰/۰۵).

نتیجه‌گیری: با توجه به اینکه نتایج این آزمایش نشان می‌دهد استفاده از دانه کتان فرآوری شده در سطح ۱۰ درصد هر چند تاثیر معنی‌دار بر فراسنجه‌های ایمنی نداشت، ولی موجب بهبود این فراسنجه‌ها گردید و همچنین تاثیر معنی‌داری بر قابلیت هضم مواد مغذی را در پی‌داشت، می‌توان از دانه کتان اکسترود و میکرونیزه در سطح ۱۰ درصد به عنوان منبع انرژی و پروتئین در جیره گوساله‌های شیرخوار استفاده نمود.

واژه‌های کلیدی: دانه کتان، فرآوری، فراسنجه‌های خونی، قابلیت هضم، گوساله شیرخوار

مقدمه

پرورش صحیح گوساله‌های شیری سهم قابل توجهی در ایجاد یک گله سودآور دارد، در این رابطه توجه به سه عامل تغذیه، محیط و بیماری در کاهش زیان مالی ناشی از مرگ‌ومیر از زمان تولد تا شیرگیری (مهمترین دوره زمانی از نظر تلفات) در پرورش گاوهای شیری راه‌گشا خواهد بود (۲۹). دوره زمانی از تولد تا هنگامی که گوساله به طور کامل برای از شیرگیری آماده می‌شود، به عنوان یکی از مراحل تنش‌زا در پرورش گوساله‌ها در نظر گرفته می‌شود (۵۵)، زیرا در این دوره زمانی مرگ‌ومیر و شیوع بیماری‌ها حداکثر بوده و هزینه خوراک و کارگر نیز بالا است. طی سال‌های اخیر مجامع علمی در رابطه با تغذیه گوساله به دنبال یافتن بهترین الگوی تغذیه شیر و بهترین ترکیب استارتر بوده‌اند تا بتواند حداکثر رشد و رفاه قابل توجیه از نظر اقتصادی را برای حیوان فراهم کنند (۳۰ و ۱۸). بنابراین، فراهم کردن شرایط تغذیه‌ای که بتواند سبب بهبود عملکرد کلی گوساله‌ها و به خصوص افزایش وزن نهایی آنها شود، می‌تواند تاثیرات مثبتی بر صنعت دامپروری داشته باشد (۶۰). چربی و پروتئین از مهمترین ترکیب‌های مغذی موجود در جیرهٔ آغازین گوساله‌های شیرخوار به منظور افزایش مصرف خوراک و توسعه شکمبه در پیش از شیرگیری است (۲۷ و ۷). چربی در جیرهٔ مصرفی گوساله‌های شیرخوار ممکن است از راه جیرهٔ آغازین و یا جایگزین شیر وارد شود. دانه کتان یک منبع غنی از چربی بوده (حاوی ۳۰-۳۵ درصد) که حدود ۵۰ درصد از پروفایل اسیدهای چرب آن، اسید چرب امگا-۳ (اسید آلفا لینولنیک، اسید ایکوزاپنتانوئیک و اسید دکوزاهگزانوئیک) می‌باشد (۶۷). روغن بذر کتان از ترکیب اسیدهای چرب مرغوب و مفیدی تشکیل شده که به‌طور متوسط فقط ۹ درصد از آن را اسیدهای چرب اشباع شده تشکیل می‌دهند. ویژگی‌های منحصر به‌فرد دانه کتان به دلیل داشتن مقادیر بالای اسید آلفالینولنیک آن را از سایر دانه‌های روغنی در صنعت تغذیه انسان و حیوانات متمایز کرده است. اسپولار و همکاران (۲۰۰۵) ارزش نسبی کنجاله کتان را در افزایش رشد و ضریب تبدیل خوراک مورد مطالعه قرار داده و اعلام کردند مصرف ۱۲ درصدی کنجاله کتان در رژیم غذایی گوساله‌های پرواری بدون اثرات منفی در تغذیه است (۶۱). دانه کتان حاوی مقادیر زیادی روغن می‌باشند و در نتیجه علاوه بر افزایش میزان امگا-۳ جیره، باعث افزایش انرژی قابل متابولیسمی جیره می‌گردد. برخی مطالعات حاکی از آن است که در هنگام استفاده از دانه کتان در جیره نشخوارکنندگان میزان مقاومت به بیماری‌ها به دلیل تاثیر بر سیستم ایمنی افزایش می‌یابد (۴۲). مطالعات نشان می‌دهد استفاده از دانه کتان به دلیل روغن موجود در آن که منبع غنی اسیدهای چرب

امگا-۳ است، منجر به بهبود پاسخ‌های ایمنی سلولی در گاوها و میش‌های تحت تنش گرمایی شده است (۱٤ و ۱۳). دانه کتان به علت وجود مواد ضدتغذیه‌ای مشکلاتی را در سطوح هضم و بیوهیدروژناسیون در شکمبه ایجاد می‌کند. روش‌های مختلفی برای فرآوری و بهبود فرآیند هضم دانه کتان استفاده می‌شود، که میکرونیزه کردن و اکسترود کردن از این قبیل فرآوری‌ها می‌باشد (٥٤). فرآیند اکستروژن در حقیقت فرآیند پردازش مواد با دمای بالا در زمان کوتاه است و به‌وسیله عمل ترکیبی رطوبت، حرارت، انرژی مکانیکی و فشار صورت می‌گیرد. همچنین، اکسترود یک عملکرد فنی است که به وسیله آن خوراک تحت افزایش پیوسته فشار، فرآوری، اکسترود و پخته می‌شود و سپس به دلیل افت ناگهانی فشار منبسط می‌گردند (٥٤). تیمار حرارتی اعمال شده در طی فرآیند اکستروژن، از طریق دناتوره کردن ماتریکس پروتئینی اطراف قطرات چربی در دانه‌های روغنی مانند دانه کتان، دسترسی باکتری‌های شکمبه به چربی موجود در جیره را کاهش می‌دهد و در نتیجه می‌تواند اسیدهای چرب غیراشباع با چند پیوند دوگانه را از بیوهیدروژناسیون شکمبه‌ای محافظت کند (۳۱). میکرونیزه کردن با اعمال اشعه میکروویو بعد از افزودن ۲۵ درصد رطوبت به دانه‌ها به مدت ۳ دقیقه در یک دستگاه که حاوی لامپ مادون قرمز است، انجام پذیر است (٤۰). در مطالعات گذشته، مصطفی و همکاران (۲۰۰۲) نشان دادند که میکرونیزه کردن سبب کاهش تجزیه‌پذیری شده و قابلیت هضم بعد از شکمبه‌ای کتان را در گوساله‌های پرواری افزایش می‌دهد (۳۸). همچنین، در یک مطالعه پتیت و همکاران (۲۰۰۲) اثرات مشابهی را بر تجزیه‌پذیری ماده خشک کتان با استفاده از میکرونیزه کردن در حرارت‌های مختلف گزارش کردند (٤۷). گاندیر و همکاران (۲۰۰٤) با بررسی مقایسه‌ای فرآوری حرارتی کتان با روش‌های اکستروژن و میکرونیزه کردن نشان داد که افزایش قابلیت هضم در نتیجه تیمار حرارتی اکستروژن سبب کاهش قابلیت هضم شکمبه‌ای نشد. همچنین، مشخص شد که میکرونیزه کردن می‌تواند برای افزایش محتوای پروتئینی تجزیه-ناپذیر در شکمبه مورد استفاده قرار گیرد (۲٤). لذا با توجه به این نکات، این پژوهش به منظور بررسی تاثیر نوع فرآوری و سطح دانه کتان بر قابلیت هضم مواد مغذی و فراسنجه‌های خونی و ایمنی گوساله‌های شیرخوار انجام شد.

مواد و روش‌ها

آزمایش حاضر در شرکت سهامی مزرعه نمونه ارتش وابسته به وزارت دفاع و پشتیبانی نیروهای مسلح در واحد پرورش گاو شیری واقع در انبارالوم استان گلستان انجام پذیرفت. برای انجام این آزمایش از ۲۰ راس گوساله نر نژاد هلشتاین شیرخوار تازه متولد شده که وزن اولیه آنها ٤۱±٤/٥ کیلوگرم بود، استفاده شد. این آزمایش در قالب طرح فاکتوریل ۲×۲ با ٤ تیمار و ٥ تکرار انجام شد. تیمارها شامل: ۱- تیمار حاوی ٥ درصد کتان میکرونیزه، ۲- تیمار حاوی ۱۰ درصد کتان میکرونیزه،۳- تیمار حاوی ٥ درصد کتان اکسترود و ٤- تیمار حاوی ۱۰ درصد کتان اکسترود بودند. جیره‌ها تنظیم و متوازن شد و به‌صورت پلت در اختیار گوساله‌ها قرار گرفت. در جدول ۱ درصد مواد خوراکی و مقدار مواد مغذی جیره تیمارهای مختلف به تفکیک آمده است.

جدول ۱- جیره‌های آزمایشی مورد استفاده در تیمارهای مختلف و ترکیب مواد مغذی

Table 1. Experimental diets used in different treatments and their nutrient composition

اجزای جیره (درصد) Ingredients	تیمارها-Treatments ۵ درصد کتان میکرونیزه Micronized flax 5%	۱۰ درصد کتان میکرونیزه Micronized flax10%	۵ درصد کتان اکسترود Extruded flax 5%	۱۰ درصد کتان اکسترود Extruded flax 10%
ذرت (Corn grain)	50.5	48.0	50.5	48.0
جو (Barely grain)	10.2	10.2	10.2	10.2
کنجاله سویا (soybean meal)	28.5	26.0	28.5	26.0
دانه کتان (Flaxseed)	5.0	10.0	5.0	10.0
*مکمل ویتامینه (vitamin premix)	0.6	0.6	0.6	0.6
*مکمل معدنی (Mineral premix)	0.6	0.6	0.6	0.6
کربنات کلسیم (Calcium carbonate)	1.1	1.1	1.1	1.1
دی کلسیم فسفات (DCP)	0.2	0.2	0.2	0.2
نمک (Salt)	0.2	0.2	0.2	0.2
روغن کلزا (Canola oil)	2.5	2.5	2.5	2.5
پلت بایندر (Bentonite)	0.6	0.6	0.6	0.6
مواد مغذی و ترکیب شیمیایی (Nutrient and Chemical Composition)				
انرژی قابل متابولیسم (مگاکالری/ کیلوگرم) ME (Mcal/kg)	3.1	3.1	3.1	3.1
پروتئین خام (درصد) Crude Protein (%)	18.9	18.7	18.9	18.7
الیاف نامحلول در شوینده خنثی (درصد) NDF(%)	10.8	10.2	10.8	10.2
الیاف نامحلول در شوینده اسیدی (درصد) ADF (%)	5.1	4.8	5.1	4.8
الیاف خام (درصد) Crude fiber (%)	1.6	1.6	1.6	1.6
کلسیم (درصد) Calcium (%)	0.6	0.6	0.6	0.6
فسفر (درصد) Phosphorus (%)	0.5	0.4	0.5	0.4
چربی(درصد) Fat (%)	6.5	8.12	6.5	8.12

*مکمل ویتامین و معدنی شامل ویتامینA ۱۰۰۰۰۰۰ واحد بین المللی، ویتامین B3 ۲۵۰۰۰۰ واحد بین المللی، ویتامین E ۳۰۰۰ واحد بین‌المللی، منیزیم ۳۲۰۰۰ میلی گرم، منگنز ۱۰۰۰۰ میلی گرم، روی ۱۰۰۰۰ میلی گرم، مس ۳۰۰ میلی گرم، سلنیوم ۱۰۰ میلی گرم، کلسیم ۱۰۰ میلی گرم، آهن ۳۰۰۰ میلی‌گرم، کبالت ۱۰۰ میلی گرم، فسفر ۳۰۰۰۰ میلی گرم، مونسین ۱۵۰۰ میلی گرم، آنتی اکسیدان ۱۰۰ میلی گرم در هر کیلوگرم می‌باشد.

*Each kg contained: Vit A, 1000000IU; Vit B3, 250000 IU; Vit E, 3000 IU; Ca, 100mg; P, 30000mg; Mg, 32000mg; Mn, 10000mg; Zn, 10000mg; Cu, 300mg; Se, 100mg; Fe,3000mg;Co,100mg; Monensin,1500mg; Antioxidant (B.H.T) 100mg.

گوساله‌ها بلافاصله پس از تولد از مادر جدا شده و وارد محوطه نگهداری گوساله‌ها شدند. گوساله‌ها پس از جدا شدن از مادر وزن‌کشی شدند. بعد از وزن‌کشی، بند ناف گوساله‌ها با استفاده از تنتوریـد

کاملاً ضدعفونی شد. بعد از این اقدام، گوساله‌ها به جایگاه انفرادی با کف بتنی و دارای بستری از کلش که قبلاً شعله افکنی و ضدعفونی شده منتقل شدند. گوساله‌ها در مدت یک ساعت پس از تولد، با ۲ لیتر آغوز تغذیه شدند، سپس در فاصله ٦ ساعت پس از تولد با ۲ لیتر دیگر آغوز تغذیه شدند و در ادامه، تا سن ۳ روزگی با آغوز و شیر انتقالی تغذیه شدند. گوساله‌ها در طول زمان شیرخوارگی، روزانه با ۲ وعده شیر کامل به میزان ۱۰ درصد وزن بدن تغذیه شدند. پس از تولد تمام گوساله‌ها در شرایط یکسان مدیریتی و تغذیه‌ای قرار گرفته و خوراک آغازین به صورت پلت به اضافه یونجه (نسبت ۸۰ به ۲۰) از روز سوم آزمایش به گوساله‌ها تغذیه شد و میزان مصرف روزانه آنها ثبت شد. هر روز صبح ساعت ۸، خوراک پس از توزین در اختیار گوساله‌ها قرار گرفت. همچنین، در طی آزمایش آب تمیز به صورت آزاد در اختیار گوساله‌ها قرار داشت. شاخ سوزی گوساله‌ها بعد از دو هفتگی انجام شد. کل دوره آزمایشی ٦۰ روز بود که شامل ١٤ روز عادت‌پذیری بود.

اندازه‌گیری قابلیت هضم ظاهری مواد مغذی: برای اندازه‌گیری قابلیت هضم ظاهری مواد مغذی از مارکر داخلی خاکستر نامحلول در اسید[2] استفاده شد. در طی ۵ روز پایانی آزمایش روزانه ۱۰۰ گرم مدفوع گوساله در نایلون پلاستیکی پرسی جمع‌آوری و درب آن را بسته و در برودت ۲۰- درجه سانتی‌گراد انتقال داده شد. در طول مدت ۵ روز پایانی آزمایش، نمونه‌های جمع‌آوری شده از هر گوساله را مخلوط و یک نمونه جهت تجزیه شیمیایی مدفوع مجدداً به فریزر انتقال داده شد. قابلیت هضم مواد مغذی شامل ماده خشک، ماده آلی، پروتئین خام، چربی خام (٦)، الیاف نامحلول در شوینده خنثی و الیاف نامحلول در شوینده اسیدی (٦۳) با استفاده از مارکر خاکستر نامحلول در اسید محاسبه شد (٦۲).

اندازه‌گیری فراسنجه‌های خونی: نمونه‌گیری از خون جهت اندازه‌گیری فراسنجه‌های خونی در هفته آخر آزمایش به میزان ۱۰ میلی‌لیتر از ورید گردن و بدون استفاده از ماده ضدانعقاد گرفته شده و در فلاسک حاوی یخ به سرعت به آزمایشگاه ارسال شد. لوله‌ها در دور ۳۰۰۰ × g به مدت ۱۰ دقیقه برای جداسازی پلاسما، سانتریفیوژ شد. مقادیر پروتئین تام، آلبومین و گلوکز، تری‌گلیسیرید، کلسترول، ازت اوره‌ای خون توسط کیت‌های تجاری پارس آزمون با استفاده از اتوآنالایزر (مدل BT 1500) اندازه‌گیری شد.

اندازه‌گیری فراسنجه‌های ایمنی: غلظت ایمونوگلوبین G به روش الایزا (Mouse Anti-bovine IgG,Bethyl Laboratoroes, Inc) تعیین شد. تعداد کل گلبول‌های سفید، نوتروفیل‌ها، لمفوسیت‌ها، مونوسیت‌ها و نسبت نوتروفیل به لمفوسیت در نمونه خون اندازه‌گیری شد. بدین منظور برای جلوگیری از انعقاد نمونه‌های خون، آنها را در لوله‌های حاوی EDTA ریخته و پس از آن حدود سه قطره کوچک با کمک لوله‌های مویینه در فواصل جدا از هم بر روی لام ریخته شد و نمونه‌ها بر روی آن گسترش داده شد و پارامترهای مورد نظر مورد سنجش قرار گرفت.

طرح آزمایش و تجزیه آماری داده‌ها: داده‌های به‌دست آمده در قالب طرح فاکتوریل ۲×۲ با ٤ تیمار و ۵ تکرار با استفاده از نرم‌افزار SAS (۲۰۰۱) ویرایش ۹/۱ تجزیه آماری شد. داده‌های مربوط به قابلیت هضم مواد مغذی و فراسنجه‌های خونی و ایمنی (با استفاده از رویه MIXED) تجزیه‌وتحلیل شدند. همچنین میانگین تیمارها از طریق آزمون دانکن در سطح معنی‌داری ۵ درصد مقایسه شدند. مدل استفاده شده برای این طرح به شرح زیر می‌باشد:

1.Acid Insoluble Ash

$Yij= \mu+ Li+Pj+LiPj+eij$

که در این مدل: Yij: مقدار مشاهده مورد نظر، μ: میانگین کل مشاهدات، Li: اثر سطح دانه کتان، Pj: اثر نوع فرآوری، LiPj: اثر متقابل سطح دانه کتان و نوع فرآوری، eij : خطای آزمایشی

نتایج و بحث

تاثیر نوع فرآوری و سطح دانه کتان بر قابلیت هضم مواد مغذی

اطلاعات مربوط به قابلیت هضم مواد مغذی گوساله‌ها در جدول ۲ آمده است. همان‌طور که نشان داده شد سطح کتان فرآوری شده تاثیر معنی‌داری بر قابلیت هضم ماده خشک، ماده آلی، پروتئین خام، الیاف نامحلول در شوینده خنثی، الیاف نامحلول در شوینده اسیدی و چربی خام داشت (P<۰/۰۵). همچنین نوع فرآوری بر روی قابلیت هضم ماده خشک و ماده آلی تاثیرگذار بود (P<۰/۰۵) ولی پروتئین خام، الیاف نامحلول در شوینده خنثی، الیاف نامحلول در شوینده اسیدی و چربی خام تحت تاثیر نوع فرآوری قرار نگرفت (P>۰/۰۵). قابلیت هضم ماده خشک، ماده آلی، پروتئین خام، الیاف نامحلول در شوینده خنثی، الیاف نامحلول در شوینده اسیدی و چربی خام تحت تاثیر تیمارهای مختلف قرار گرفت (P<۰/۰۵). بیشترین قابلیت هضم در اکثر مواد مغذی اندازه‌گیری شده به تیمارهای حاوی سطح ۱۰ درصد کتان اکسترود و میکرونیزه تعلق گرفت که در هماهنگی با نتایج غفاری (۲۰۱۶) بود. آنها گزارش کردند که استفاده از کتان اکسترود در گوساله‌های شیرخوار باعث بهبود قابلیت هضم ماده خشک، پروتئین خام و چربی خام شد (۲۳). لشکری و همکاران (۲۰۱۷) گزارش کردند که اختلاف معنی‌داری در قابلیت هضم ماده خشک، ماده آلی، پروتئین خام و عصاره اتری تیمارهای دارای کتان اکسترود و کتان خام مشاهده نشد (۳۳). داسیلوا و همکاران (۲۰۰۷) تاثیر دانه کتان بر قابلیت هضم ماده خشک، ماده آلی، پروتئین خام و عصاره اتری را غیرمعنی‌دار گزارش کردند. قابلیت هضم الیاف نامحلول در شوینده خنثی و اسیدی در گاوهای تغذیه شده با دانه کتان اکسترود کاهش یافت (۱۷)، که بالاتر بودن مقادیر اسیدهای چرب غیراشباع در دانه کتان می‌تواند دلیل محکمی برای کاهش قابلیت هضم الیاف نامحلول در شوینده خنثی باشد و می‌توان این‌گونه استنباط کرد به دلیل بالا بودن میزان اسیدهای چرب غیراشباع، فعالیت فیبرولیتکی شکمبه تحت تاثیر قرار گرفته و قابلیت هضم دیواره سلولی در اثر افزودن دانه کتان کاهش پیدا کرده است. خاصیت کشندگی اسیدهای چرب غیراشباع برای باکتری‌های سلولایتیک و پروتوزوآها (۲۰) می‌توانند از عوامل موثر بر قابلیت هضم الیاف نامحلول در شوینده خنثی و اسیدی باشد. پتیت (۲۰۰۲) کاهش در قابلیت هضم الیاف نامحلول در شوینده خنثی در گاوهای تغذیه شده با دانه کتان در مقایسه با یک منبع تجاری پودر چربی را گزارش کردند (۴۷)، در حالی که کورتس و همکاران (۲۰۱۰) عدم تاثیر و گاندیر و همکاران (۲۰۰۵) افزایش در قابلیت هضم الیاف نامحلول در شوینده خنثی و اسیدی در جیره‌های حاوی دانه کتان را گزارش کردند (۱۶، ۲۵). اختلافات مشاهده شده می‌تواند به دلیل اختلاف در میزان دانه کتان در جیره و ترکیب جیره پایه در آزمایشات مختلف باشد. لیپیدها ممکن است سبب کاهش هضم الیاف نشخوارکنندگان شوند (۶۵). با این حال شرودر و همکاران (۲۰۱۴) گزارش کردند که افزودن دانه کتان با فرآوری‌های مختلف (۱۰ درصد) تاثیر معنی‌داری بر قابلیت هضم الیاف نامحلول در شوینده خنثی و الیاف نامحلول در شوینده اسیدی ندارد (۵۷). گاندیر و همکاران (۲۰۰۵) گزارش کردند استفاده از دانه کتان بدون تاثیر منفی بر عملکرد، باعث بهبود

غیرمعنی‌دار قابلیت هضم مواد مغذی در گاوهای شیری شد (۲۵). 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 می‌گردد (۱۰). گرایلی (۲۰۱۷) گزارش کردند تیمارهای آزمایشی حاوی روغن کتان باعث افزایش پروتئین خام، ماده آلی، الیاف نامحلول در شوینده خنثی و الیاف نامحلول در شوینده اسیدی نسبت به سایر تیمارها شد (۲۲).

جدول ۲- تاثیر نوع فرآوری و سطح دانه کتان بر قابلیت هضم مواد مغذی

Table 2. The effect of processing type and inclusion level of flaxseed on nutrient digestibility

نوع فرآوری Processing type	سطح Level	ماده خشک (DM)	ماده آلی (OM)	پروتئین خام (CP)	الیاف نامحلول در شوینده اسیدی(ADF)	الیاف نامحلول در شوینده خنثی (NDF)	چربی خام (EE)
کتان میکرونیزه Micronized flax		92.02[b]	68.82[a]	62.43	71.40	61.81	84.81
کتان اکسترود Extruded flax		88.04[a]	55.49[b]	51.69	62.84	59.34	77.86
	5	87.86[a]	50.73[b]	42.15[b]	58.56[b]	46.27[b]	74.09[b]
	10	92.57[a]	73.68[a]	71.97[a]	75.68[a]	74.89[a]	88.58[a]
SEM*		0.51	1.74	4.64	2.56	3.57	2.72
کتان میکرونیزه Micronized flax	5	91.09[a]	46.97[b]	57.58[a]	68.25[a]	49.68[b]	81.60[ab]
	10	92.95[a]	74.01[a]	67.28[a]	74.55[a]	73.95[a]	88.02[a]
کتان اکسترود Extruded flax	5	84.63[b]	64.48[a]	46.72[b]	48.87[b]	42.85[b]	66.59[b]
	10	92.16[a]	73.35[a]	76.66[a]	76.81[a]	75.83[a]	89.14[a]
SEM		0.72	2.43	6.50	3.60	4.99	3.81
P-Value		0.0001	0.0001	0.0034	0.0023	0.0032	0.0113
اثر فرآوری Processing effect		0.0011	0.0006	0.1406	0.0456	0.6372	0.1088
اثر سطح Level effect		0.0002	0.0001	0.0019	0.0015	0.0005	0.0055
اثر متقابل Reaction		0.0046	0.0004	0.0155	0.0173	0.4126	0.0694

*SEM: خطای استاندارد میانگین‌ها SEM: Standard error of the means

حروف غیرمشابه در هر ستون نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار می‌باشد (P<۰/۰۵).

Values with differing letters within the same column are significantly different (P<0.05).

تاثیر نوع فرآوری و سطح دانه کتان بر فراسنجه‌های خونی: تاثیر نوع فرآوری و سطح دانه کتان بر فراسنجه‌های خونی در جدول ۳ نشان داده شده است. همان طور که مشاهده می‌شود فقط ازت اوره‌ای تحت تاثیر سطح کتان فرآوری شده قرار گرفت (P<۰/۰۵). ولی در سایر فراسنجه‌های خونی از جمله کلسترول، تری‌گلیسرید، گلوکز، پروتئین تام، آلبومین، لیپوپروتئین‌های با چگالی زیاد، لیپوپروتئین‌های با چگالی کم، لیپوپروتئین‌های با چگالی بسیار کم تحت تاثیر سطح کتان فرآوری شده قرار نگرفت (P>۰/۰۵). همچنین نوع فرآوری تاثیر معنی‌داری بر هیچ یک از فراسنجه‌های خونی نداشت (P>۰/۰۵). ازت اوره‌ای تحت تاثیر تیمارهای آزمایشی قرار گرفت (P<۰/۰۵). تیمارهای حاوی ۵

درصد کتان میکرونیزه و کتان اکسترود دارای بیشترین مقدار ازت اوره‌ای بود. امینی و همکاران (۲۰۱۶) گزارش کردند که ازت اوره‌ای در گوسفندانی که از دانه کتان، کتان اکسترود و کتان میکروویو شده استفاده کردند، کاهش معنی‌داری پیدا کرده است (٤). ناصریان و همکاران (۲۰۱۷) گزارش کردند که تیمارهای حاوی دانه روغنی خصوصا دانه کتان در پنج و سه هفته قبل از زایش به طور معنی‌داری باعث کاهش سطح نیتروژن اوره‌ای خون شد (۳۹). افزایش نیتروژن اوره‌ای خون، نشان‌دهنده اکسیداسیون و دآمیناسیون بیش از نیاز می‌باشد و زمانی که خوراک حاوی پروتئین بالا توسط دام مصرف می‌شود، این حالت مشاهده می‌شود. گرایلی (۲۰۱۷) در بررسی اثر روغن کتان بر عملکرد گوساله‌های شیری در شرایط استرس گرمایی گزارش کردند که روغن کتان تاثیر معنی‌داری بر ازت اوره‌ای خون نداشت (۲۲). کلسترول تحت تاثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفت (P>۰/۰۵) ولی با افزایش سطح استفاده از کتان فرآوری شده میزان کلسترول نیز افزایش یافت که مطابق با نتایج رمضانی (۲۰۱۸) بود. مشخص شده که جیره‌های حاوی دانه‌های گیاهی، کلسترول پلاسما را افزایش می‌دهند (۳). این نتیجه مطابق با مطالعات قبلی بود که در گاوها، کلسترول با افزایش روغن‌های گیاهی به جیره افزایش یافته بود (٦١). گرایلی (۲۰۱۷) اعلام کردند که استفاده از روغن دانه کتان تاثیر معنی‌داری بر روی کلسترول خون گوساله‌های شیرخوار نداشت، اما باعث افزایش کم مقدار کلسترول خون شد (۲۲). به‌نظر می‌رسد افزایش غلظت کلسترول خون با تغذیه مکمل‌های غنی از چربی برای حمل‌ونقل تری‌گلیسریدها در خون ضروری است. همچنین در این زمان، فرآیندهای ساخت کبدی کلسترول افزایش و از طرفی دفع کلسترول در مدفوع نیز کاهش می‌یابد و در نتیجه منجر به افزایش غلظت خون می‌گردد. دلیلی که می‌توان برای آن بیان نمود، سنتز کلسترول (به دلیل 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 (۲۱). رجبی و همکاران (۲۰۱٦) نشان دادند که مقدار کلسترول تحت تاثیر تیمار حاوی دانه کتان اکسترود قرار نگرفت (۵۰). همچنین، گزارش شد که مکمل‌های اسید چرب امگا-۳ (روغن کتان) یا امگا- ٦ (روغن آفتابگردان) موجب افزایش غلظت کلسترول شدند (٤۹). در دیگر پژوهشی (٤۹) نشان داده شد که جیره‌های دارای مکمل اسیدهای چرب امگا-۳ (روغن ماهی و دانه کامل کتان) تاثیری بر غلظت کلسترول نداشت. تیمارهای آزمایشی تاثیر معنی‌داری بر میزان گلوکز خون نداشت (P>۰/۰۵). میزان گلوکز خون گوساله‌های تغذیه شده با جیره حاوی کتان اکسترود و میکرونیزه در سطح ۱۰ درصد بیشتر بود، که به احتمال زیاد در نتیجه تولید بیشتر اسید پروپیونیک نسبت به استات در شکمبه است. گرایلی (۲۰۱۷) اعلام کردند که گرچه استفاده از روغن دانه کتان تاثیر معنی‌داری بر روی گلوکز خون گوساله‌های شیرخوار نداشت، ولی باعث افزایش مقدار گلوکز خون شد (۲۲). نتایج امینی و همکاران (۲۰۱٦) نشان داد در گوسفندانی که از دانه کتان، کتان اکسترود و کتان میکروویو شده تغذیه کردند، اختلاف معنی‌داری در میزان گلوگز مشاهده نکردند (٤).

رجبی و همکاران (۲۰۱٦) گزارش کردند که غلظت گلوکز در گروه دانه کتان اکسترود و سویای برشته بیشتر از سایر گروه ها بود (۵۰). دانه کتان اکسترود شده با کاهش مقاومت به انسولین سبب افزایش غلظت گلوکز خون شد (۱۹). مطالعات نشان داده است که اسیدهای چرب در شکمبه بیوهیدروژنه شده و با تغییر الگوی تخمیر شکمبه، موجب افزایش

پروپیونات نسبت به استات می‌شود (۱۱). 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 (۲۸). معمولا غلظت گلوکز پلاسما در گوساله بیشتر از گاو است و غلظت آن در گوساله شیرخوار به‌دلیل اینکه شکمبه فعال ندارند، مشابه تک معده‌ای‌ها می‌باشد. لذا افزایش غلظت گلوکز پلاسما در روزهای اولیه پس از تولد ثابت می‌کند که گوساله انرژی مورد نیاز خود را از شیر تامین می‌کند (۲٦). همچنین بلام و همکاران (۱۹۸۳) گزارش کردند که سطح گلوکز پلاسما در گوساله‌های تازه متولد شده بالا است و با افزایش سن غلظت گلوکز کاهش می‌یابد (۹). معمولا بین تغییرات غلظت گلوکز خون و زمان نشخوار رابطه عکس وجود دارد (۱). با افزایش سن گوساله‌ها، مدت زمان نشخوارکردن بیشتر شده و به تدریج غلظت گلوکز خون آنها کم می‌شود. این مسئله نشان می‌دهد که با افزایش میزان نشخوار، شکمبه توسعه بیشتری یافته و میزان تولید اسیدهای چرب فرار در اثر مصرف ماده خشک افزایش می‌یابد، در نتیجه سهم گلوکز در تأمین انرژی حیوان کاهش یافته و اسیدهای چرب فرار سهم بیشتری از تأمین انرژی گوساله را برعهده دارند. با اینکه میزان آلبومین تحت تاثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفت (P>۰/۰۵) ولی بیشترین میزان آلبومین را تیمارهای حاوی کتان میکرونیزه و کتان اکسترود در سطح ۱۰ درصد دارا بودند که مطابق نتایج رمضانی (۲۰۱۸) بود. او گزارش کرد که استفاده از کتان اکسترود تاثیر معنی‌داری بر آلبومین در گوساله‌های شیرخوار نداشت (۵۱). پاشایی و همکاران (۲۰۱٤) اعلام کردند که غلظت آلبومین خون بره‌هایی که از جیره حاوی سطوح مختلف دانه کلزا و سویا استفاده کردند افزایش یافت (٤۵). کاهش میزان آلبومین خون احتمالا به‌دلیل افزایش نسبت گلوبولین‌ها به آلبومین خون می‌باشد. افزایش سطوح گلوبولین‌های خون و کاهش نسبت آلبومین به گلوبولین نشان دهنده بهبود در سیستم ایمنی است (۵۸). تیمارهای آزمایشی تاثیر معنی‌داری بر میزان تری‌گلیسرید خون نداشت (P>۰/۰۵)، ولی میزان آن در تیمارهای تغذیه شده با جیره حاوی کتان اکسترود ۱۰ درصد و میکرونیزه ۱۰ درصد بالاتر از بقیه تیمارها بود که موافق با نتایج رمضانی (۲۰۱۸) و غفاری (۲۰۱٦) بود. رمضانی (۲۰۱۸) در تحقیقی اعلام کردند که استفاده از کتان اکسترود تاثیر معنی‌داری بر تری‌گلیسرید در گوساله‌های شیرخوار نداشت (۵۱). غفاری (۲۰۱٦) در تحقیق خود درباره تاثیر کتان اکسترود بر گوساله‌های شیرخوار اعلام کردند که تیمارهای آزمایشی بر تری‌گلیسرید تاثیر معنی‌داری نداشته است (۲۳). میزان پروتئین تام نیز تحت تاثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفت (P>۰/۰۵)، که در موافقت با نتایج امینی و همکاران (٤)، رمضانی (۵۱) و غفاری (۲۳) بود. نتایج امینی و همکاران (۲۰۱٦) نشان داد در گوسفندانی که از دانه کتان، کتان اکسترود و کتان میکروویو شده تغذیه کردند، اختلاف معنی‌داری در میزان پروتئین تام مشاهده نکردند (٤). رمضانی (۲۰۱۸) گزارش کرد که استفاده از کتان اکسترود تاثیر معنی‌داری بر پروتئین تام در گوساله‌های شیرخوار نداشت (۵۱). غفاری (۲۰۱٦) در تحقیق خود درباره تاثیر کتان اکسترود بر گوساله‌های شیرخوار اعلام کردند که تیمارهای آزمایشی بر پروتئین تام و تری‌گلیسرید تاثیر معنی‌داری نداشته است (۲۳). تیمارهای آزمایشی تاثیر معنی‌داری بر میزان لیپوپروتئین‌های با چگالی زیاد، لیپوپروتئین‌های با چگالی کم، لیپوپروتئین‌های با چگالی بسیار کم خون نداشت (P>۰/۰۵)، که مطابق با نتایج

رمضانی (۲۰۱۸) بود (۵۱). رجبی و همکاران (۲۰۱۶) نشان دادند که مقدار لیپوپروتئین با دانسیته بالا تحت تاثیر تیمار حاوی دانه کتان اکسترود قرار نگرفت (۵۰). همچنین، گزارش شد که مکمل‌های اسید چرب امگا-۳ (روغن کتان) یا امگا-٦ (روغن آفتابگردان) بر غلظت لیپوپروتئین‌های با چگالی بالا و پایین اثری نداشت (٤٩). در دیگر پژوهشی (٤٧) نشان داده شد که جیره‌های دارای مکمل اسیدهای چرب امگا-۳ (روغن ماهی و دانه کامل کتان) تاثیری بر لیپوپروتئین‌های با دانسیته نداشت. همچنین مطالعات نشان داده است که مکمل‌های اسید ایکوزاپنتاانوئیک و دوکوزاهگزاانوئیک اسید، غلظت تری آسیل گلیسرول خون را کاهش داد اما تاثیری بر میزان غلظت لیپوپروتئین‌های با چگالی زیاد خون نداشت (۵).

جدول ۳- تاثیر نوع فرآوری و سطح دانه کتان بر فراسنجه‌های خونی

Table 3. The effect of processing type and inclusion level of flaxseed on blood pressure

نوع فرآوری Processing type	سطح Level	کلسترول (میلی گرم/دسی لیتر) (Cholesterol mg/dl)	تری‌گلیسرید (میلی گرم/دسی لیتر) Triglyceride (mg/dl)	گلوکز (میلی گرم/دسی لیتر) Glucose (mg/dl)	پروتئین تام (گرم/دسی لیتر) protein	آلبومین (گرم/دسی لیتر) Alb (g/l)	ازت اوره‌ای (میلی گرم/دسی لیتر) BUN (mg/dl)	[1]LDL (میلی گرم/دسی لیتر)	[2]HDL (میلی گرم/دسی لیتر)	3VLDL (میلی گرم/دسی لیتر)
کتان میکرونیزه Micronized flax		102.8	47.50	98.9	6.77	3.81	10.83	28.70	71.10	8.90
کتان اکسترود Extruded flax		108.3	45.4	100	7.07	3.78	10.74	32.6	65.7	8.90
	5	101.20	43.60	95.70	6.95	3.78	12.17[a]	28.30	66.6	8.70
	10	109.90	49.30	103.20	6.89	3.81	9.40[b]	33	70.2	9.10
SEM*		6.74	6.26	4.81	0.16	0.08	0.89	3.34	5.38	1.26
کتان میکرونیزه Micronized flax	5	98	42.40	90.80	6.74	3.79	13.18[a]	28.80	66.60	8.60
	10	107.60	52.60	107	6.80	3.84	8.48[b]	28.60	75.60	9.20
کتان اکسترود Extruded flax	5	104.40	44.8	100.60	7.16	3.77	11.16[ab]	27.80	66.60	8.80
	10	112.20	46	99.40	6.98	3.79	10.32[ab]	37.40	64.80	9
SEM		9.44	8.77	6.74	0.23	0.11	1.25	4.68	7.53	1.77
P-Value		0.59	0.7519	0.2293	0.3801	0.9526	0.0277	0.2470	0.5744	0.9909
اثر فرآوری Processing effect		0.64	0.76	0.84	0.12	0.70	0.93	0.30	0.37	1.00
اثر سطح Level effect		0.25	0.42	0.17	0.75	0.70	0.01	0.22	0.55	0.78
اثر متقابل Reaction		0.90	0.52	0.12	0.52	0.89	0.07	0.20	0.37	0.89

حروف غیرمشابه در هر ستون نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار می‌باشد (P<۰/۰۵).

Values with differing letters within the same column are significantly different (P<0.05).

۱- لیپو پروتئین با چگالی پایین، ۲- لیپو پروتئین با چگالی بالا و ۳- لیپو پروتئین با چگالی خیلی پایین

1- Low-density lipoprotein, 2- High density lipoprotein and 3- very low-density lipoprotein

تاثیر نوع فرآوری و سطح دانه کتان بر فراسنجه‌های ایمنی: اطلاعات مربوط به تاثیر نوع فرآوری و سطح دانه کتان بر فراسنجه‌های ایمنی در جدول ٤ آمده است. نوع فرآوری و سطح کتان فرآوری شده، تاثیر معنی‌داری بر ایمونوگلوبین نوع G، تعداد گلبول‌های سفید، نوتروفیل‌ها، لمفوسیت‌ها، مونوسیت‌ها و نسبت نوتروفیل به لمفوسیت نداشت (P>۰/۰۵). ایمونوگلوبین IGG تحت تاثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفت (P>۰/۰۵) اما بیشترین میزان IGG به تیمارهای سطح ۱۰ درصد کتان اکسترود و ۱۰ درصد کتان میکرونیزه تعلق گرفت. به طوریکه با افزایش میزان استفاده سطح کتان، میزان ایمونوگلوبین بیشتر شد، که موافق با نتایج غفاری (۲۰۱٦) بود. آنها گزارش کردند که با اینکه میزان ایمونوگلوبین G در تیمارها دارای اختلاف معنی‌داری نبود، ولی میزان آن در گوساله‌های تغذیه شده با کتان اکسترود بیشتر بود (۲۳). افزایش سطح ایمونوگلوبولین G در گوساله‌های تغذیه شده با کتان اکسترود می‌تواند به دلیل سطح بالای اسیدهای چرب امگا۳ باشد، که باعث بهبود شرایط سیستم ایمنی شده است. در حالی‌که با افزودن دانه کتان به جیره میش‌ها، بهبود متابولیسم، بهبود پاسخ ایمنی و تنظیم دمایی بدن و تعدیل اثرات تنش گرمایی گزارش شده است (٤٦). امینی و همکاران (۲۰۱٦) نیز بهبود پاسخ‌های ایمنی همورال با افزایش تیتر ایمونوگلوبولین G را در تیمارهای حاوی کتان فرآوری شده گزارش کردند (٤). گرایلی (۲۰۱۷) در مطالعه‌ای بر روی گوساله‌های شیرخوار اعلام کردند، بیشترین غلظت IGG در تیمارهای حاوی روغن‌کتان مشاهده شد (۲۲). به طور کلی نتایج آزمایشات موجود بر عملکرد سیستم ایمنی و تولید ایمونوگلوبولین‌های خون با استفاده از روغن‌های گیاهی ضدونقیض است (۱۵). برخی نتایج اثرات کاهش IGG گوساله‌ها را با تغذیه روغن حاصل از دانه‌های روغنی پیشنهاد می‌کنند (٤۲). دیگر مطالعات عدم تاثیر را با تغذیه روغن دانه کلزا مطالعه کردند (١٤). محمدی و همکاران (۲۰۱۵) نیز در مطالعه‌ای بر روی گاوهای تغذیه شده با دانه‌کتان اکسترود شده، گزارش کردند غلظت IGG با تغذیه دانه کتان در شیر و سرم خون افزایش یافت (۳۷). مشخص شده است که استفاده از دانه‌کتان، از طریق کاهش استرس اکسیداتیو و بهبود سیستم دفاعی آنتی‌اکسیدانی، اثرات مثبتی بر سیستم ایمنی بدن دارد (٦٤). تیمارهای آزمایشی تاثیر معنی‌داری بر تعداد گلبول‌های سفید، نوتروفیل‌ها، لمفوسیت‌ها، مونوسیت‌ها و نسبت نوتروفیل به لمفوسیت نداشت (P>۰/۰۵). ولی همان‌طور که در جدول ٤ مشاهده می‌شود بیشترین میزان لمفوسیت و مونوسیت مربوط به تیمارهای حاوی کتان میکرونیزه ۱۰ درصد و کتان اکسترود ۱۰ درصد می‌باشد که موافق با نتایج رمضانی (۲۰۱۸) بود. آنها گزارش کردند که استفاده از کتان اکسترود تاثیر معنی‌داری بر تعداد گلبول‌های سفید، نوتروفیل، لمفوسیت، مونوسیت و نسبت نوتروفیل به لمفوسیت در گوساله‌های شیرخوار نداشت (۵۱). گرایلی (۲۰۱۷) در تحقیق خود اختلاف معنی‌داری در درصد مونوسیت‌ها، لمفوسیت‌ها، نوتروفیل‌ها مشاهده نکردند (۲۲). همچنین مشخص شده است که تغییر ترکیبات جیره ممکن است بر سیستم ایمنی و پاسخ به بیماری‌ها تاثیر بگذارد. نوع اسیدهای چرب موجود در فسفولیپیدهای غشای گلبول‌های سفید خون می‌تواند بر عملکرد ایمنی سلولی تاثیر بگذارد (۵۲). در همین رابطه مشخص شده است که تغذیه اسیدهای چرب امگا-۳ با منشاء روغن دانه‌کتان به گوساله‌های هلشتاین، غلظت این اسیدهای چرب را در غشای سلول‌های تک هسته‌ای خون افزایش داد، که این تاثیر ممکن است مرتبط با بهبود پاسخ‌های ایمنی در شرایط تنش‌زا باشد (٦٧). نوگنت و همکاران (۲۰۰۵) نیز گزارش کردند که استفاده از اسید لینولئیک مزدوج در

انسان سبب افزایش تکثیر لمفوسیت‌ها می‌شود (۴۳). نونچ و همکاران (۲۰۰۳) گزارش کرده‌اند که CLA می‌تواند علاوه بر رشد، باعث اختصاص انرژی به اعمال دیگری همچون بهبود سطح ایمنی شود (۴۱). همچنین هیل و همکاران (۲۰۱۱) گزارش کردند، دام‌های پرواری که در جیره آن‌ها اسید چرب متوسط زنجیر و اسید لینولئیک استفاده شده بود (۲۸)، بهبود کوتاه‌مدت و بلندمدت ایمنی را نشان دادند. لاستر و همکاران (۲۰۰۴) و پاپریتز و همکاران (۲۰۱۱) گزارش کردند که اسید لینولئیک مزدوج می‌تواند از طریق ممزوج شدن با فسفولیپیدهای غشایی باعث اثر بر سیستم ایمنی دام گردد (۳۲، ۴۴). نسبت نوتروفیل به لمفوسیت شاخصی از وضعیت التهابی سرتاسر بدن می‌باشد (۲). افزایش این نسبت را می‌توان به تأثیرگذاری بیشتر اسیدهای چرب امگا-۳ بر روی سلول‌های موثر در ایمنی غیراختصاصی دانست. میزان اثر اسیدهای چرب امگا-۶ و امگا-۳ بر پاسخ ایمنی هومورال به‌طور واضح مشخص نیست. به‌طوری که برخی مطالعات نشان داده است نسبت اسیدهای چرب امگا-۶ و امگا-۳ اثری بر روی پاسخ ایمنی هومورال در شرایط آزمایشگاهی و مزرعه‌ای نداشته است (۸ و ۱۲). این در حالی است که لمفوسیت‌ها دارای بیشترین غلظت اسیدهای چرب آزاد می‌باشد و بایستی بیشتر تحت تأثیر اسیدهای چرب دریافتی از خوراک قرار گیرند (۵۳). همسو با این نتایج لویز و همکاران (۲۰۰۸) گزارش کردند که میش‌های تغذیه شده با امگا-۳ در مقایسه با گروه امگا-۶ تفاوتی در پاسخ هومورال دیده نشد (۳۶). اما لیزارد و همکاران (۲۰۰۳) گزارش کردند تغذیه کتان باعث افزایش پاسخ لمفوسیت‌ها به تحریک سیستم ایمنی در گاوها در دوره بعد از زایمان خواهد شد (۳۵)، در حالی که در گاوهای در دوره انتقال اسیدهای چرب امگا ۶ باعث افزایش پاسخ لمفوسیت‌ها به تحریک سیستم ایمنی شده است (۳۴). روغن دانه کتان حاوی سطوح بالایی از اسید لینولنیک می‌باشد، به‌طوری‌که تقریبا ۵۵ درصد اسیدهای چرب موجود در آن را تشکیل می‌دهد (۴۸). برخی مطالعات حاکی از آن است که در هنگام استفاده از دانه کتان در جیره دام‌های نشخوارکننده، میزان مقاومت به بیماری‌ها به دلیل تاثیر بر سیستم ایمنی، ناشی از مصرف اسیدآلفا لینولئیک افزایش می‌یابد. به عبارت بهتر، سطح ایمنی در مقابله با بیماری‌ها بهبود می‌یابد (۴۲). همچنین، مشخص شده است که دانه کتان به‌عنوان منبع مناسب اسیدهای چرب امگا-۳، ترشح پروستاگلندین را تغییر داده و از این طریق، سایر پارامترهایی که تحت تاثیر ترشح پروستاگلندین می‌باشند، مانند سیستم ایمنی را تحت تاثیر قرار می‌دهد. با این حال اطلاعات کمی در مورد مکانیسم عمل اسیدهای چرب بر پاسخ‌های ایمنی هومورال وجود دارد. به هر حال، درک بهتر اثرات اسیدهای چرب بلند زنجیر بر پاسخ‌های ایمنی در مراحل مختلف فیزیولوژیکی ممکن است به تعیین وضعیت تغذیه‌ای حیوانات کمک نماید تا سبب بهبود پاسخ‌های ایمنی شود (۳۵). روغن دانه کتان غنی از ترکیبات پلی‌فنولیک مانند پروآنتوسیانیدین می‌باشد. این ترکیبات خصوصیات آنتی‌اکسیدانی (۵۹)، آنتی باکتریایی، ضدسرطانی و ضدالتهابی دارند. همچنین مشخص شده است که دانه کتان اثرات مثبتی بر کاهش استرس اکسیداتیو و بهبود پاسخ‌های ایمنی دارد.

جدول ٤- تاثیر نوع فرآوری و سطح دانه کتان بر فراسنجه‌های ایمنی

Table 4. The effect of processing type and inclusion level of flaxseed on safety parameters

نوع فرآوری Processing type	سطح Level	ایمونوگلوبین IGG	گلبول سفیدWBC	نوتروفیل Neutrophil	لمفوسیت Lymphocytes	مونوسیت Monocyte	نسبت نوتروفیل به لمفوسیت Neutrophil/Lymphocytes
کتان میکرونیزه Micronized flax		319.50	9350	41.50	53.10	3.60	0.69
کتان اکسترود Extruded flax		341.3	10680	44.7	49	3.2	0.81
	5	298.90	10110	47	47.40	3	0.73
	10	361.90	9920	39.20	54.70	3.80	0.79
SEM*		39.04	664.91	3.77	3.93	0.50	0.07
کتان میکرونیزه Micronized flax	5	292.36	10240	47.80	48	3	0.99
	10	378.45	8460	35.20	58.20	4.20	0.60
کتان اکسترود Extruded flax	5	374.12	9980	46.20	46.80	3	0.99
	10	454.46	11380	43.20	51.20	3.40	0.84
SEM		54.66	930.88	5.29	5.51	0.70	0.18
P-Value		0.6841	0.0789	0.1818	0.2768	0.3909	0.9317
اثر فرآوری Processing effect		0.70	0.87	0.45	0.36	0.48	0.37
اثر سطح Level effect		0.29	0.80	0.08	0.11	0.16	0.26
اثر متقابل Reaction		0.78	0.04	0.26	0.51	0.48	0.42

نتیجه‌گیری

با توجه به اینکه نتایج این آزمایش نشان می‌دهد استفاده از دانه کتان فرآوری شده در سطح ۱۰ درصد هر چند تاثیر معنی‌داری بر فراسنجه‌های ایمنی نداشت، ولی موجب بهبود این فراسنجه‌ها گردید و همچنین تاثیر معنی‌داری بر قابلیت هضم مواد مغذی را در پی‌داشت، می‌توان از دانه کتان اکسترود و میکرونیزه در سطح ۱۰ درصد به عنوان منبع انرژی و پروتئین در جیره گوساله‌های شیرخوار استفاده نمود.

تشکر و قدردانی

بدینوسیله از گروه علوم دامی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان به واسطه فراهم نمودن امکانات آزمایشگاهی و نیز از کارکنان شرکت سهامی مزرعه نمونه ارتش گرگان وابسته به وزارت دفاع و پشتیبانی نیروهای مسلح که امکانات مزرعه‌ای مورد نیاز این پژوهش را فراهم نموده و همکاری لازم را انجام دادند، تشکر و قدردانی می‌شود.

منابع

1. Ababakri, R., Riyasi, A., Fathi, M.H and Naeimipoor, H. 2009. The effect of adding peppermint essential oil to the starting concentrate of Holstein infant formulas on rumen fermentation parameters and their performance. Bachelor's Thesis, Birjand University. 87 pages. (In Persian).
2. Agboofa, H., Cahill, V., Conrad, H., Ockerman, H., Parker, C., Parrett, N. and Fong, A. 1990. The effects of individual and combined feeding of high monosodium phosphate and alpha tocopherl of supplemented milk replacer diets and an alternative protein diet on muscle cofor, composition and chofester of content of veal. Journal of Animal Science. 68:117-127.

3. Akbarinejad, V., Niasari-Naslaji, A., Mahmoudzadeh, H. 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. 13:4-41. (In Persian).
4. Amini, J., Danesh Mesgaran, M., Vakili, S.A. and Heravi Mosavi, A. 2016. Antioxidant activity of linseed products: effects on metabolism and immune responses using in vitro and in vivo model systems. 7th Iranian Congress of Animal Sciences.
5. Anil, E. 2007. The impact of EPA and DHA on blood lipids and lipoprotein metabolism: Influence of apoe genotype. Proceedings of the Nutrition Society. 66:60-68.
6. Association of Official Analytical, 1999. Official Methods of Analysis. AOAC. Washington, D.C.
7. Baldwin, V.I.R.L., McLeod, K.R., Klotz, J.L. and Heitmann, R.N. 2004. Rumen development, intestinal growth and hepatic metabolism in the pre- and post weaning ruminant. Journal of Dairy Science. 87:55–65.
8. Bednarek, D., Kondracki, M. and Cakała, S. 1996. Effect of selenium and vitamin E on white cells, serum concentration of several minerals and trace elements as well as immunofogic parameters in calves. DTW. Deutsche tierärztliche Wochenschrift. 103:457.
9. Blum, J.W., Kunz, P., Leuen, H., Berger, K., Gautschi, A. and Keller, M. 1983. Thyroid hormonnes, blood plasma metabolites and hematological parameters in relationship to milk yield dairy cows. Animal Production. 36:93-101.
10. Bork, N.R., Schroeder, J.W., Lardy, G.P., Vonnahme, K.A., Bauer, M.l., Buchanan, D.S., Shaver, R.D. and Frink, P.M. 2014. Effect of feeding rolled flaxseed on milk fatty acid profile and reproductive performance of dairy cows. Journal of Animal Science. 88:3739-3748.
11. 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. 298-310.
12. Calder, P.C. 2001. Polyunsaturated fatty acids, inflammation, and immunity. Lipids. 36:1007-1024.
13. Caroprese, M., Albenzio, M., Bruno, A., Annicchiarico, G., Marino, R. and Sevi, A. 2012. Effects of shade and flaxseed supplementation on the welfare of lactating ewes under high ambient temperatures. Small Ruminant Research. 102:177-185.
14. Caroprese, M., Marzano, A., Entrican, G., Wattegedera, S., Albenzio, M. and Sevi, A. 2009. Immune response of cows fed polyunsaturated fatty acids under high ambient temperatures. Journal of Dairy Science. 92:2796-2803.
15. Chew, B.P. 1996. Importance of antioxidant vitamins in immunity and health in animals. Animal Feed Science and Technology. 59:103-114.
16. Côrtes, C., Da Silva-Kazama, D.C., Kazama, R., Gagnon, N., Benchaar, C., Santos, G.T.D., Zeoula, L.M. and Petit, H.V. 2010. Milk composition, milk fatty acid profile, digestion, and ruminal fermentation in dairy cows fed whole flaxseed and calcium salts of flaxseed oil. Journal of Dairy Science. 93:3146-3157.
17. Da Silva, D.C., Santos, G.T., Branco, A.F., Damasceno, J.C., Kazama, R., Matsushita, M., Horst, J.A., Dos Santos, W.B.R. and Petit. H.V. 2007. Production Performance and Milk Composition of Dairy Cows Fed Whole or Ground Flaxseed with or Without Monensin. Journal of Dairy Science. 90:2928-2936.
18. DePassillé, A.M.B. and Rushen, J. 2006. Calve's behaviour during nursing is affected by feeding motivation and milk availability. Applied Animal Behavier Science. 101:264-275.
19. Dirandeh, E., Towhidi, A., Ansari Pirsaraei, Z., Zeinoaldini, S. and Ganjkhanlou, M. 2016. Effect of dietary supplementation with different polyunsaturated fatty acid on expression of genes related to somatotropic 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
20. Doreau, M. and Ferlay, A. 1995. Effect of dietary lipids on nitrogen metabolism in the rumen: A review. Livestock Production Science. 43:97–110.

21. Drackley, J.K. 1999. ADSA Foundation Scholar Award. Biology of dairy cows during the transition period the final frontier. Journal of Dairy Science. 82:2259-2273.
22. Geraeily, M. 2017. The effect of flaxseed oil on performance of dairy calves under heat stress conditions. M.Sc thesis. Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources.Iran. Pp:106. (In Persian).
23. Ghaffari, M. 2016. The effects of feeding processed Flaxseed on performance of Holstein calves. Msc thesis Department of Animal Science, Tehran University. (In Persian).
24. 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.
25. Gonthier, C., Mustafa, A.F., Ouellet, D. R., Chouinard, P. Y., Ber- thiaume, R. and Petit, H. V. 2005. Feeding micronized and extruded flaxseed to dairy cows: Effects on blood parameters and milk fatty acid composition. Journal of Dairy Science. 88:748–756.
26. 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.
27. Hill, T.M., Bateman, H.G., Aldrich, J.M., Quigley, J.D. and Schlotterbeck, R. L. 2015. Inclusion of tallow and soybean oil to calf starters fed to dairy calves from birth to four months of age on calf performance and digestion. Journal of Dairy Science. 98:4882-4888.
28. Hill, T.M., VandeHaar, M.J., Sordillo, L.M., Catherman, D.R., Bateman, H.G. and Schlotterbeck, R.L. 2011. Fatty acid intake alters growth and immunity in milk-fed calves. Journal of Dairy Science. 94:3936–3948.
29. Iran Nejad, H., Parhizkar, F. and Eroki, H. 2010. Cultivation of Flaxseed, Medicinal-fiber. First Printing. Pyramid Publishing. Pp:311 (In Persian)
30. Jasper, J. and Weary, D.M. 2002 .Effects of ad libitum milk intake on dairy calves. Journal of Dairy Science. 85:3054–3058.
31. Kennelly, J.J. 1996. The fatty acid composition of milk fat as influenced by feeding oilseeds. Animal Feed Science and Technology. 60:137–152.
32. Lacetera, N., Scalia, D., Franci, O., Bernabucci, U., Ronchi, B. and Nardone, A. 2004. Effects of nonesterified fatty acids on lymphocyte function in dairy heifers. Journal of Dairy Science. 87:1012–1014.
33. Lashkari, S., Azizi, A. and Jahani Azizabadi, H. 2017. The Effects of Different Flax Seed Processing Methods on Yield, Milk Fatty Acids Pattern and Nutrient Digestibility in Lactating Cows. Journal of Animal Production Research. 27(4):105-119. (In Persian).
34. Lessard, M., Gagnon, N., Godson, D. and Petit, H. 2004. Influence of parturition and diets enriched in n-6 or n-3 polyunsaturated Fatty acids on immune response of dairy cows during the transition period. Journal of Dairy Science. 87:2197-2210.
35. Lessard, M., Gagnon, N. and Petit, H.V. 2003. Immune Response of Postpartum Dairy Cows Fed Flaxseed. Journal of Dairy Science. 86:2647-2657.
36. Lewis, G.S., Wulster-Radcliffe, M.C. and Herbein, J.H. 2008. Fatty acid profiles, growth, and immune responses of neonatal lambs fed milk replacer and supplemented with fish oil or safflower oil. Small Ruminant Research. 79:167-173.
37. Mohammadi, M., Babaei, M. and Zare Shahneh. A. 2015. Effect of using extruded linseedon colostrum production, composition, some blood parameters and overall health in Holstein dairy cows. Advanced Applied Science and Research. 6:29-34.
38. Mustafa, A.F., McKinnon, J.J., Christensen, D.A. and He, T. 2002. Effects of micronization of flaxseed on nutrient disappearance in the gastrointestinal tract of steers. Animal Feed Science and Technology. 95: 123–132.
39. Naseriyan, A.A., Elmi, H., Tahmasebi, A.M. and Farzaneh, N. 2017. Effect of flaxseed and rapeseed on digestibility and some blood parameters of Kurdish ewes during late pregnancy period. Journal of Animal Science (Research and Construction). 115:167-178. (In Persian).
40. National Research council. 1973. Committee on Animal Nutrition; Center for Tropical Agriculture, University of Florida; and. Department of Animal Science, University of Florida, Effect of processing on the nutritional value of feeds. Proceedings of a Symposium,

Gainesville, Florida, January 11-13, 1972. Washington, D.C., National Academy of Sciences, 491 p.
41. Nounech, G.N., Overton, T.R., Bateman, H.G. and Drackley, J.K. 2003. Peripartal metabolism and production of Holstein cows fed diets supplemented with fat during the dry period. Journal of Dairy Science. 87:4210-4220.
42. Nudda, A., Correddu, F., Marzano, A., Battacone, G., Nicolussi, P., Bonelli, P. and Pulina, G. 2015. Effects of diets containing grape seed, linseed, or both on milk production traits, liver and kidney activities, and immunity of lactating dairy ewes. Journal of Dairy Science. 98 :1157–1166.
43. Nugent, A.P., Roche, H.M., Noone, E.J., Long, A., Kelleher, D.K. and Gibney, M.J. 2005. The effects of conjugated linoleic acid supplementation on immune function in healthy volunteers. European Journal of Clinical Nutrition. 59:742-750.
44. Pappritz, J., Meyer, U., Kramer, R., Weber, E.M., Jahreis, G., Rehage, J., Flachowsky, G. and Dänicke, S. 2011. Effects of long-term upplementation of dairy cow diets with rumen-protected conjugated linoleicacids (CLA) on performance, metabolic parameters and fatty acid profile in milk fat. Journal of Animal Nutrition Science. 65:89-107.
45. Pashaei, S., Ghoorchi, T. and Yamchi, A. 2014. The effect of dietary sources of unsaturated fatty acids in diets containing different levels of energy and protein on growth performance and blood parameters of lambs. Journal of Research in Ruminants. 2:103-121. (In Persian).
46. Pérez-Jiménez, J., Arranz, S., Tabernero, M., Díaz-Rubio, E., Serrano, J., Goñi, I. and Saura-Calixto. F. 2008. Updated methodology to determine antioxidant capacity in plant foods, oils and beverages: Extraction, measurement and expression of results. Food Research International. 41:274-285.
47. 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.
48. Petit, H.V. 2003. Digestion, milk production, milk composition, and blood composition of dairy cows fed formaldehyde- teated flaxseed or sunflower seed. Journal of Dairy Science. 86:2637-2646.
49. Petit, H.V., Germiquet, C. and Lebel, D. 2004. Effect of feeding whole, unproceseed sunflower seeds and flaxseed on milk production, milk composition, and prostaglandin secretion in dairy cows. Journal of Dairy Science. 87:591-600.
50. Rajabi, Y., Chashni Dell, Y. and Dirande, A. 2016. The effect of feeding different sources of fat during the transition period on milk production and composition and blood parameters of Holstein dairy cows. Journal of Animal Production Research, University of Gilan. 9:92-100. (In Persian).
51. Ramezani, M. 2018. The Effect of Extruded Flaxseed and Conjugated Linoleic Acid on Performance, Blood Metabolites and Immune Response in milk-fed calves. . Msc thesis University of Mohaghegh Ardabili.
52. Raphael, W, and Sordillo, L.M. 2013. Dietary polyunsaturated fatty acids and inflammation the role of phospholipid biosynthesis. International journal of molecular sciences. 14:21167-21188.
53. Reddy, P.V., Morrill, J., Minocha, H., Morrill, M., Dayton, A. and Lrey, R. 1986. Effect of Supplemental Vitamin E on the Immune System of Calves. Journal of Dairy Science. 69:164-171.
54. Sabahi, N., and Vafadar, M.R. 2009. Principles of New Technology of Livestock, Poultry and Aquaculture Food Industries. Sepehr Publishing Center. (In Persian).
55. Safamehr, A. 2004. Breeding calves (translation). First Edition, Haghshenas Publications.Pp: 494.
56. Schneider, P.L., Bede, D.K., Wilcox, C.J. 1988. Nycterohemeral patterns of acid-base status, mineral concentrations and digestive function of lactating cows in natural or chamber heat stress environments. Journal of Animal Science. 66:112-125.
57. 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.

58. Shalaby, A.M., Khattab, Y.A. and AbdelRahman, A.M. 2006. Effects of Garlic (Allium sativum) and chloramphenicol on growth performance, physiological parameters and survival of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). Journal of Venomous Animals and Toxins including Tropical Diseases. 12:172-201.
59. Sharma, S.D., Meeran, S.M. and Katiyar, S.K. 2007. Dietary grape seed proanthocyanidins inhibit UVB-induced oxidative stress and activation of mitogen-activated protein kinases and nuclear factor-κB signaling in *in vivo* SKH-1 hairless mice. Molecular cancer therapeutics. 6:995-1005.
60. Soberon, F., Raffrenato, E., Everett, R.W. and Van Amburgh, M.E. 2012. Preweaning milk replacer intake and effects on long-term productivity of dairy calves. Journal of Dairy Science. 95:783–793
61. Spolare, P., Joannis-Cassan, C. and Duran, E. 2005. Commercial applications of microalgae. Journal of Bioscience and Bioengineering. 101:87-96.
62. Van keulen, J.V. and Young, B.A. 1977. Evaluation of acid-insoluble ash as a natural marker in ruminant digestility studies. Journal of Animal Science .Pp:44282.
63. Van Soest, P.J., Robertson, J.B. and Lewis, B.A. 1999. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. Journal of Dairy Science. 74:3583– 3597.
64. Voljc, M., Frankic, T., Levart, A., Nemec, M. and Salobir, J. 2011. Evaluation of differentvitamin E recommendations and bioactivity of α-tocopherol isomers in broiler nutritionby measuring oxidative stress *in vivo* and the oxidative stability of meat. Journal of Poultry Science. 90:1478-1488.
65. Ward, A.T., Wittenberg, K.M. and Przybylski, R. 2002. Bovine milk fatty acid profiles produced by feeding diets containiding solin, flax and canola. Journal of Dairy Science. 85:1191-1196.
66. William, W., Thatcher, W.W. and Staples, C.R. 2000. Effects of dietary fat supplementation on reproduction in lactating dairy cows. Advances in Dairy Technology. 12:213.
67. Worden, L.C., Erickson, M.G., Gramer, S., Tap, C., Ylioja, C., Trottier, N. and Karcher, E. L. 2017. Decreasing the dietary ratio of omega-6 to omega-3 fatty acids increases the omega-3 concentration of peripheral blood mononuclear cells in weaned Holstein heifer calves. Journal of Dairy Science. 101:1227-1233.

Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources
J. of Ruminant Research, Vol. 9(2), 2021
http://ejrr.gau.ac.ir

The effect of processing type and level of flaxseed in the starter diet on the nutrient digestibility, blood parameters, and safety of suckling calves

[*]M. Hossein Abadi[1], N.M. Torbatinejad[2], T. Ghoorchi[2] and A. Toghdory[3]
[1]Ph.D. graduated, [2]Professor and [3]Assistant Prof., Dept. of Animal and Poultry nutrition, Faculty of Animal Science, Gorgan University of Agricultural Science and Natural Resources, Gorgan, Iran
Received: 05/28/2020; Accepted: 07/08/2020

Abstract

Background and objectives: Flax products (seeds and meal) are considered as a source of energy and protein for ruminants. Flaxseed is a vegetable oil that contains 40-45% of oil and 23-30% of protein. In addition to oil extraction, flaxseed meal is used as a protein source in animal diets. Although flaxseed is a very cheap and affordable source of omega-3s, more than 50 percent of its fatty acids are made from alpha-linolenic acid. However, its inclusion rate is limited due to high levels of anti-nutritional factors. Flaxseed processing improves nutrient consumption while reducing the negative effects of anti-nutritional factors such as linatine and makes food more palatable. The objective of the current study was to investigate the effects of processing type and level of flaxseed on the nutrient digestibility, and blood parameters and immunity of suckling calves.

Materials and Methods: Twenty newborn Holstein male calves (with an initial weight of 41±5.4 kg) were used to investigate the effect of processing type and flaxseed level on nutrient digestibility, blood parameters, and immunity of suckling calves. A factorial design 2 × 2 (4 treatments and 5 replications) was performed in the current experiment. Treatments included: 1) Treatment containing 5% micronized flaxseed, 2) Treatment containing 10% micronized flaxseed, 3) Treatment containing 5% extruded flaxseed, and 4) Treatment containing 10% extruded flaxseed. The rations were provided to calves in the form of pellets and were adjusted. The entire period of current trial was 60 days, including 14 days of adaptation. Feed and fecal samples were collected during the last 5 days of the experiment to determine nutrient digestibility. On the last day of the experiment, blood samples were collected from each treatment to determine blood and immune parameters. Flaxseed was replaced with corn and soybean meal in the starter diet. Since the effect of treatments on dry matter intake, daily weight gain, and final weights of calves was not significant due to the improved digestibility of nutrients, it is recommended to use flaxseed in the diet of suckling calves at 5% inclusion as a source of energy and protein.

Results: Based on the results of this experiment, different levels of processed flaxseed had a significant effect on the digestibility of dry matter, organic matter, crude protein, insoluble fiber in neutral detergent, insoluble fiber in acidic detergent, and crude fat (P<05). The highest nutrient digestibility was observed in the treatment containing 10% extruded flaxseed and 10% micronized flaxseed. Moreover, experimental treatments significantly affected the blood urea nitrogen (P <0.05), however, other blood and immune parameters such as cholesterol, triglycerides, glucose, crude protein, albumin, HDL, LDL, VLDL, IgG, white blood cell counts, neutrophils, lymphocytes, monocytes, and neutrophils to lymphocytes ratio were not affected by experimental treatments (P <0.05).

*Corresponding author: Mostafa_hosseinabadi@yahoo.com

Conclusion: Although the experimental results show that the use of processed flaxseed at 10% inclusion level did not have a significant effect on the immune parameters, it improved these parameters and had a significant effect on the digestibility of nutrients. Therefore, it is possible to include 10% Extruded or Micronized flaxseed to the diet of suckling calves as a source of energy and protein.

Keywords: Blood parameters, Flaxseed Processing, Nutrient digestibility, Sucking Calf