

Research Article

Investigating the effects of conjugated linoleic acid and vitamin E emulsified on growth performance, blood parameters and immune system of Holstein calves

Behrooz Khalili ¹, Hossein Abdi Benemar ^{1*}, Jamal Seifdavati ¹, Mohammad Reza Zamanloo ², Sayyad Seifzadeh ¹, Afsaneh Talebniya ¹

¹ Department of Animal Sciences, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran

² Department of Applied Chemistry, Faculty of Science, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran

Key Words

Conjugated linoleic acid
Suckling calf
Vitamin E
Emulsion
Interleukin

Abstract

Introduction: A better understanding of the immune system of calves will lead to less use of antibiotics and the production of high-quality replacement heifers for dairy herds. The study aim was to investigate the effects of conjugated linoleic acid and vitamin E emulsion on growth performance, blood parameters and immune system of Holstein calves.

Materials & Methods: The 48 newborn Holstein calves with an average weight of 40 ± 2 kg were used with 4 treatments and 12 replications with a factorial (2×2) in the form of a completely random design. Experimental treatments include: 1) Basic diet without supplementation, 2) Basic diet with 2 g of conjugated linoleic acid emulsified, 3) Basic diet with 500 mg of vitamin E emulsified and 4) Basic diet with 500 mg of vitamin E+2 g of conjugated linoleic acid emulsified.

Results: The supplementing the diet of calves with conjugated linoleic acid with and without vitamin E did not have a significant effect on body weight, daily weight gain, feed intake and feed conversion ratio compared to the control group. At 40 d, calves receiving conjugated linoleic acid had higher glucose concentration ($P < 0.05$). However, the concentration of cholesterol, triglyceride, protein and albumin were not affected by the emulsifying of conjugated linoleic acid, vitamin E and their interaction effects. Supplementation of conjugated linoleic acid in the diet decreased the concentration of blood urea compared to the control group, but the addition of vitamin E had an increasing effect on blood urea ($P < 0.05$). Total Antioxidant capacity of whole blood increased significantly by vitamin E, conjugated linoleic acid emulsion and their interaction effects ($P < 0.05$). At 40 days, the activity of alanine aminotransferase decreased by the vitamin E ($P < 0.05$). Glutathione peroxidase concentration was influenced by conjugated linoleic acid and vitamin E ($P < 0.05$). Conjugated linoleic acid significantly affected the concentration of malondialdehyde and superoxide desmutase ($P < 0.05$). The blood IL-6 concentration was affected by the factor of vitamin E and conjugated linoleic acid, so that the calves receiving the emulsion of conjugated linoleic acid and vitamin E had a lower IL-6 concentration ($P < 0.05$). Conjugated linoleic acid supplementation significantly affected tumor necrosis factor-alpha (TNF- α). Thus, the fed calves with emulsion containing conjugated linoleic acid decreased TNF- α ($P < 0.05$).

Conclusion: The use of conjugated linoleic acid and vitamin E in emulsified form did not improve the growth performance of calves, but it had a significant effect on the immune system and liver enzymes.

Article info

* Corresponding Author's email:
abdibenemar@uma.ac.ir

Received: 22 July 2024

Reviewed: 23 August 2024

Revised: 24 October 2024

Accepted: 22 December 2024

مقاله علمی - پژوهشی

بررسی اثرات اسید لینولئیک مزدوج و ویتامین E امولسیون شده بر عملکرد رشد و فراسنجه‌های خونی و سیستم ایمنی گوساله‌های شیرخوار هلشتاین

بهروز خلیلی^۱، حسین عبدی‌بنمار^{۲*}، جمال سیف‌دواتی^۱، محمدرضا زمانلو^۱، صیاد سیف‌زاده^۱، افسانه طالب‌نیا^۱

^۱ گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

^۲ گروه شیمی کاربردی، دانشکده علوم، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

کلمات کلیدی

چکیده

اسید لینولئیک مزدوج
گوساله شیرخوار
ویتامین E
امولسیون
اینترلوکین

مقدمه: هدف از مطالعه حاضر بررسی اثرات امولسیون اسید لینولئیک مزدوج و ویتامین E بر عملکرد رشد، فراسنجه‌های خونی و سیستم ایمنی گوساله‌های شیرخوار هلشتاین بود.

مواد و روش‌ها: بدین منظور تعداد ۴۸ راس گوساله هلشتاین تازه متولد شده با میانگین وزنی 40 ± 2 کیلوگرم با ۴ تیمار و ۱۲ تکرار با آزمایش فاکتوریل (۲×۲) در قالب طرح کاملاً تصادفی استفاده شدند. تیمارهای آزمایشی شامل: (۱) جیره بدون مکمل (شاهد)، (۲) جیره پایه به همراه ۲ گرم مکمل اسید لینولئیک مزدوج امولسیفه شده، (۳) جیره پایه به همراه ۵۰۰ میلی گرم ویتامین E امولسیفه شده و (۴) جیره پایه به همراه ۵۰۰ میلی گرم ویتامین E+۲ گرم مکمل اسید لینولئیک مزدوج امولسیفه شده بودند.

نتایج: نتایج نشان داد که مکمل کردن جیره گوساله‌های شیرخوار با اسید لینولئیک مزدوج با و بدون ویتامین E تاثیر معنی داری بر وزن بدن، افزایش وزن روزانه، مصرف خوراک و ضریب تبدیل غذایی در مقایسه با گروه شاهد ایجاد نکرد. در ۴۰ روزگی، گوساله‌های دریافت کننده اسیدلینولئیک مزدوج غلظت گلوکز بیش تری داشتند ($P<0/05$). اما غلظت کلسترول، تری گلیسرید، پروتئین و آلبومین تحت تاثیر عامل امولسیون اسید لینولئیک مزدوج، ویتامین E و اثرات متقابل آن‌ها قرار نگرفتند. مکمل کردن اسیدلینولئیک مزدوج در جیره غلظت اوره خون را در مقایسه با گروه شاهد کاهش داد اما افزودن ویتامین E بر اوره خون اثر افزایشی داشت ($P<0/05$). ظرفیت آنتی اکسیدانی کل خون در اثر عامل ویتامین E، امولسیون اسیدلینولئیک مزدوج و اثرات متقابل آن‌ها به طور معنی داری افزایش یافت ($P<0/05$). در ۴۰ روزگی فعالیت آلانین آمینوترانسفراز تحت تاثیر عامل ویتامین E کاهش یافت ($P<0/05$). غلظت گلوکوتائون پراکسیداز تحت تاثیر عامل اسید لینولئیک مزدوج و ویتامین E قرار گرفت ($P<0/05$).

عامل اسیدلینولئیک مزدوج غلظت مالون دی‌الدهید و سوپراکسید دسموتاز را به طور معنی داری تحت تاثیر قرار داد ($P<0/05$). غلظت خونی اینترلوکین-۶ تحت تاثیر عامل ویتامین E و اسیدلینولئیک مزدوج قرار گرفت. به طوری که گوساله‌های دریافت کننده امولسیون اسید لینولئیک مزدوج و ویتامین E غلظت اینترلوکین-۶ پایین تری داشتند ($P<0/05$). تغذیه مکمل اسید لینولئیک مزدوج فاکتور نکروز دهنده تومور-آلفا را به طور معنی داری تحت تاثیر قرار داد. به طوری که تغذیه گوساله‌های شیرخوار با امولسیون حاوی اسید لینولئیک مزدوج سبب کاهش فاکتور نکروز دهنده تومور آلفا شد ($P<0/05$).

بحث و نتیجه‌گیری: به طور کلی نتیجه گیری می‌شود که استفاده از اسید لینولئیک مزدوج و ویتامین E به شکل امولسیفه شده عملکرد رشد گوساله‌های شیرخوار را بهبود نداد اما تاثیر قابل توجهی بر سیستم ایمنی و آنزیم‌های کبدی گذاشت.

* پست الکترونیکی نویسنده مسئول:

abdibenemar@uma.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱ مرداد ۱۴۰۳

تاریخ داوری: ۲ شهریور ۱۴۰۳

تاریخ اصلاح: ۳ آبان ۱۴۰۳

تاریخ پذیرش: ۲ دی ۱۴۰۳

مقدمه

پروژه صحیح گوساله‌های شیرخوار سهم قابل توجهی در ایجاد یک گله سودآور دارد. در این رابطه توجه به سه عامل تغذیه، محیط و بیماری در کاهش ضررهای اقتصادی ناشی از مرگ و میر از زمان تولد تا شیرگیری موثر خواهد بود. امروزه استفاده از مکمل‌های غذایی و ویتامینه برای بهبود سیستم ایمنی نشخوارکنندگان و بهبود عملکرد رشدی آن‌ها بیش‌تر رایج شده است. درک بهتر سیستم ایمنی گوساله‌ها منجر به مصرف کم‌تر آنتی‌بیوتیک‌ها شده و تولید تلیسه‌های جایگزین با کیفیت بالا برای گله‌های شیری می‌شود (۱، ۲). اسید لینولئیک مزدوج نام عمومی برای گروهی از اسیدهای چرب دارای ۱۸ کربن و پیوند دوگانه مزدوج است. اسید لینولئیک مزدوج ایزومرهای موضعی و هندسی اسیدلینولئیک (سیس ۹، سیس ۱۲) بوده که ۲۴ نوع ایزومر مختلف آن شناسایی شده است (۳). سنتز اسید لینولئیک مزدوج در دام‌های نشخوارکننده بر اثر عمل آنزیم دلتا ۹ غیر اشباع کننده (Delta 6 desaturase enzyme) بر اسید واکسنیک و هم‌چنین در شکمبه نشخوارکنندگان در اثر بیوهیدروژناسیون ناقص اسیدلینولئیک و اسید لینولئیک انجام می‌گیرد (۴). اسید لینولئیک مزدوج دارای خواص آنتی‌اکسیدانی بوده به‌طوری که اثر مهار قوی بر تکثیر سلول‌های سرطانی دارد. یکی از اثرات بارز و منحصر به فرد اسید لینولئیک مزدوج در سیستم ایمنی می‌باشد که به‌عنوان موادپیش‌ساز و محرک سنتز پروستگلاندین‌ها بوده که در پاسخ به بروز آلرژی و التهاب، سنتز و ترشح می‌شوند. از طرفی اسید لینولئیک مزدوج به عنوان مواد آنتی‌اکسیدان، از تخریب غشاهای زیستی و سلول‌های بدن و تولید مواد مخرب مانند پراکسیدها جلوگیری می‌کند. از سایر اثرات مفید اسیدلینولئیک مزدوج در سیستم ایمنی می‌توان به سیالیت بیش‌تر غشاهای سلولی اشاره کرد که در تغییر شکل برخی سلول‌ها مانند ماکروفاژها در هنگام بروز عفونت موثر است (۵، ۶). از طرفی، به‌خاطر وجود همین اسیدهای چرب غیراشباع، غشای این سلول‌ها نسبت به اکسیداسیون توسط رادیکال‌های آزاد حساس بوده و بنابراین وجود ویتامین E و سایر مواد اکسیدانی می‌تواند عملکرد سلول‌های ایمنی را بهبود بخشد (۷). ویتامین E مشتقات زیادی دارد که مهم‌ترین آن‌ها آلفا‌توکوفرول می‌باشد این ویتامین در بدن به‌عنوان یک آنتی‌اکسیدان عمل می‌کند (۸). ویتامین E به‌عنوان یک آنتی‌اکسیدان از ماکرومولکول‌های مانند اسیدهای نوکلئیک، لیپوپروتئین‌ها و اسیدهای چرب غیراشباع در برابر اکسید شدن توسط رادیکال‌های آزاد تولید شده در طی متابولیسم طبیعی یا شرایط نامطلوب مانند آلودگی، عفونت و استرس محافظت می‌کند (۹، ۱۰). هم‌چنین ثابت شده است که مکمل‌های غذایی ویتامین E باعث افزایش عملکرد رشد (۱۱، ۱۲،

۱۳)، بهبود پاسخ‌های ایمنولوژیک (۱۴، ۱۵) می‌شود. امولسیون‌ها مخلوطی از دو یا چند مایع هستند که به‌طور طبیعی با یکدیگر اختلاط ناپذیرند و با فرآیندی به نام امولسیفیکاسیون با یکدیگر مخلوط می‌شوند. به‌عبارتی دیگر به فرایند پراکنده شدن یک ماده به صورت قطرات ریز جدا از هم در ماده دیگر امولسیفیکاسیون می‌گویند. سیستم‌های امولسیونی به‌طور گسترده برای ارائه ترکیبات زیست فعال چربی دوست در محصولات غذایی، آرایشی، بهداشتی و دارویی استفاده شده است (۱۶). افزایش طعم‌پذیری، افزایش جذب و زیست فعالی برخی از مزایای استفاده از امولسیون‌ها برای ارائه ترکیبات لیپیدی است (۱۷). امولسیون‌های روغن در آب بهترین محیط برای ترکیب و ارائه مواد مغذی چربی دوست از طریق شیر و محصولات لبنی برای حیوانات اهلی و انسان هستند (۱۸). اسید لینولئیک مزدوج و سایر ترکیبات زیست فعال چربی دوست را نمی‌توان مستقیماً از طریق شیر به گوساله‌های شیرده به‌دلیل نامحلول بودن آن‌ها در شیر تجویز کرد. به‌طور طبیعی، شیر یک امولسیون روغن در آب است و بنابراین، استفاده از سیستم‌های امولسیونی برای تحویل ترکیبات زیست فعال چربی دوست از طریق مخلوط کردن در شیر ممکن است بهترین راه تجویز باشد. لذا امولسیفایر ماده ایست که از طریق کاستن از سرعت واکنش‌های شیمیایی باعث پایداری یک امولسیون می‌شود. تلاش‌هایی برای امولسیون کردن اسید لینولئیک مزدوج برای استفاده در تغذیه انسان انجام شده است (۱۸، ۱۹، ۲۰) با این حال، گزارش اندکی مبنی بر تغذیه اسیدلینولئیک مزدوج به‌شکل امولسیون شده برای گوساله‌های شیرخوار وجود دارد. با توجه به نبود مطالعات در رابطه با اثرات اسید لینولئیک مزدوج و ویتامین E امولسیون شده در گوساله‌های شیرخوار، آزمایشی با بررسی اثرات اسیدلینولئیک مزدوج و ویتامین E امولسیون شده بر عملکرد رشد، فراسنجه‌های خونی و سیستم ایمنی نظیر عوامل ایمنی سایتوکاین‌ها اینترلوکین-۶ و میزان فاکتور نکروزدهنده تومور آلفا گوساله‌های شیرخوار هلشتاین طراحی و اجرا گردید.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر در مجتمع دامپروری شرکت کشت و صنعت مغان واقع در استان اردبیل، شهرستان پارس‌آباد انجام گرفت. بدین منظور تعداد ۴۸ راس گوساله هلشتاین تازه متولد شده با میانگین وزنی 40 ± 2 کیلوگرم با ۴ تیمار ۱۲ تکرار به‌صورت آزمایش فاکتوریل (۲×۲) و در قالب یک طرح کاملاً تصادفی استفاده گردید. تیمارهای آزمایشی شامل: (۱) جیره بدون مکمل (شاهد)، (۲) جیره پایه به‌همراه ۲ گرم مکمل اسیدلینولئیک مزدوج امولسفیة شده از طریق شیر (۳) جیره پایه به‌همراه ۵۰۰ میلی گرم ویتامین E امولسفیة شده از طریق شیر

جیره‌های غذایی پس از توزین، روزانه در دو نوبت صبح و عصر و در ساعت‌های ۹/۰۰ و ۱۹/۳۰ در اختیار گوساله‌ها قرار گرفت.

ترکیبات جیره و فاکتورهای اندازه‌گیری شده: اجزا و ترکیب شیمیایی استارتر و مواد خوراکی تشکیل دهنده در جدول ۱ نشان داده شده است. ترکیب شیمیایی (ماده خشک، پروتئین خام، چربی خام و خاکستر) استارتر از روش‌های AOAC (۲۲) و الیاف نامحلول در شوینده خنثی و الیاف نامحلول در شوینده اسیدی با روش Van Soest و همکاران (۲۳) بدون استفاده از سولفیت سدیم، استون و آنزیم آلفا آمیلاز تعیین شدند. برای تعیین میزان مصرف خوراک، قبل از ریختن خوراک وعده صبح، باقی مانده خوراک روز قبل جمع‌آوری و ثبت شدند. گوساله‌ها در روزهای ۳۰ و ۶۵ روزگی با اعمال محرومیت قبلی ۱۴-۱۲ ساعت از آب و خوراک جهت جلوگیری تغییرات وزن، وزن کشتی شدند. جهت تعیین فراسنجه‌های خونی (گلوکز، کلسترول، تری‌گلیسرید، پروتئین کل، آلبومین، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل، آسپارات آمینوترانسفراز، آلانین آمینوترانسفراز، گلوکاتیون پراکسیداز، سوپراکسید دسموتاز و مالون دی‌آلدهید در روزهای ۲۰ و ۴۰ آزمایش، ۴ ساعت بعد از خوراک دهی وعده صبح از سیاهرگ و داج خونگیری انجام شد. نمونه‌های خون پس از انتقال به آزمایشگاه، به مدت ۱۵ دقیقه سانتریفوژ شده (با سرعت ۳۵۰۰ دور در دقیقه) و پس از جداسازی سرم، نمونه‌های سرم تا زمان اندازه‌گیری، در دمای ۲۰- درجه سلسیوس نگهداری شدند. اندازه‌گیری فراسنجه‌های خونی گلوکز، کلسترول، تری‌گلیسرید، پروتئین کل، آسپارات آمینوترانسفراز، آلانین آمینوترانسفراز و آلبومین با استفاده از کیت‌های آزمایشگاهی (شرکت پارس آزمون، ایران) و با استفاده از دستگاه اتوآنالایزر (مدل CS-400) انجام گرفت. فعالیت آنزیم سوپراکسید دسموتاز و گلوکاتیون پراکسیداز به ترتیب توسط کیت‌های Ransod و Ransel (Randox Laboratories, UK) اندازه‌گیری شد. اندازه‌گیری ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل در نمونه‌های سرم توسط یک کیت تجاری موجود مطابق پروتکل سازنده (Total Antioxidant Status, Randox Laboratories, Co.) ساندن (An-trim, UK) انجام شد. از عوامل ایمنی سایتوکاین‌ها اینترلوکین-۶ و میزان فاکتور نکروز دهنده تومور-آلفا برای بررسی سیستم ایمنی استفاده شد. جهت تعیین اینترلوکین-۶ و فاکتور نکروز دهنده تومور آلفا به واسطه کیت‌های آزمایشگاهی و با کمک دستگاه الیزا اندازه‌گیری شد.

تجزیه و تحلیل آماری: تجزیه و تحلیل داده‌های جمع‌آوری شده به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام شد. ثبت و پردازش داده‌ها توسط برنامه Excel (۲۰۰۷) و داده‌های به دست آمده با استفاده از رویه MIXED نرم‌افزار SAS (۲۴) آنالیز شدند.

و ۴) جیره پایه به همراه ۵۰۰ میلی گرم ویتامین E امولسفیة شده+۲ گرم مکمل اسیدلینولئیک مزدوج امولسفیة شده از طریق شیر بودند. به منظور تهیه مکمل‌های مذکور ۳ امولسیون حاوی اسید لینولئیک مزدوج (CLA oil 80%, 39.9% cis-9, trans-10 CLA, 39.4 cis-10, trans 12; CLA SUZHOU VITAJOY BIO-TECH CO., LTD. China) و ویتامین E (dl-alpha tocopheryl acetate, ZMC,) و ترکیب آن‌ها از روش Asghari و همکاران با اندکی تغییرات استفاده شد (۱). به طور خلاصه، ۲۵ گرم لسیتین در ۲۵۰ میلی لیتر روغن زیتون با حرارت دادن به دمای ۶۰ درجه سلسیوس و مخلوط شدن با استفاده از همزن مغناطیسی (مگنت) به مدت ۱۰ دقیقه حل شد تا مرحله لیپید آماده شود. فاز آبی با حل ۲ گرم صمغ عربی و ۵ گرم پروتئین آب پنیر در ۲۵۰ میلی لیتر آب مقطر که قبلاً گرم شده بود (۶۰ درجه سلسیوس) با مخلوط کردن آرام با استفاده از همزن مغناطیسی روی هیتز به مدت ۱ ساعت تهیه شد. پس از آن، فاز چربی و فاز آبی به مدت ۲۰ دقیقه در مخلوط کن با یکدیگر مخلوط شدند. سپس، ۲ گرم از مکمل اسیدلینولئیک مزدوج یا ۵۰۰ میلی گرم ویتامین E در ۱۰۰ میلی لیتر اتانول حل شد و به آرامی به روغن زیتون در مخلوط آب اضافه شد. حجم نهایی امولسیون با افزودن مقادیر لازم آب مقطر به ۱۰۰۰ میلی لیتر رسید. محصول نهایی تا زمان استفاده در بطری‌های ۱ لیتری پلی اتیلن تنگ و تیره نگهداری شد، که با تغذیه روزانه ۱۰ میلی لیتر از هر کدام از امولسیون‌های تهیه شده از طریق شیر مقادیر مورد نیاز از هر کدام مواد مغذی مورد نظر در اختیار دام قرار گرفت. گوساله‌ها در ۲۴ ساعت اولیه پس از تولد، از مادران خود جدا شده و ضد عفونی ناف با محلول ۱۰٪ پتایودین انجام گرفت و پس از وزن کشتی به باکس‌های انفرادی منتقل شدند. سپس ۴ لیتر آغوز در دو نوبت و در ۸ ساعت اولیه تولد تغذیه شد و در ادامه تغذیه آغوز و شیر انتقالی برای ۲ روز دیگر بر مبنای ۱۰ درصد وزن بدن ادامه یافت. کیفیت آغوز با استفاده از دستگاه رفاکتومتر دیجیتالی بریکس اندازه‌گیری شد و سطح ایده‌آل آغوز (شیر اول) بریکس ۲۰ درصد و بالاتر است. ارزش بریکس آغوز را با مقدار ایمونوگلوبولین (IgG) در آغوز ارتباط قوی داشته به طوری که اگر مقدار بریکس آغوز بالای ۲۰ درصد باشد، می‌توان گفت که آغوز با کیفیت بالا است. لذا آغوزهای با بریکس کم‌تر از ۲۰ دور ریخته شدند (۲۱). شیردهی گوساله‌ها روزانه در دو نوبت (ساعت ۸/۳۰ صبح و ساعت ۱۶/۳۰) انجام شد. تغذیه گوساله‌ها از شیر در طی ۱۴ روز اول به مقدار ۴ لیتر، از ۱۵ الی ۲۸ روزگی به مقدار ۶ لیتر و از ۲۹ الی ۴۲ روزگی به مقدار ۴ لیتر و پس از ۴۲ روزگی به مدت یک هفته ۲/۵ لیتر شیر تا زمان قطع شیر انجام شد. در طول دوره آزمایشی،

در جدول ۲ نشان داده شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود اثرات تغذیه اسیدلینولئیک مزدوج و عامل ویتامین E و اثرات متقابل آن‌ها نتوانست تاثیر معنی‌داری بر وزن بدن، افزایش وزن روزانه، مصرف خوراک و ضریب تبدیل غذایی گوساله‌های شیرخوار در کل دوره پرورشی داشته باشد ($P > 0.05$).

فراسنجه‌های خونی: نتایج مربوط به اثرات امولسیون اسید لینولئیک مزدوج و ویتامین E امولسیون شده بر فراسنجه‌های خونی گوساله‌های شیرخوار در جدول ۳ نشان داده شده است. عامل اسید لینولئیک مزدوج غلظت گلوکز را در ۲۰ روزگی تحت تاثیر قرار داد به‌طوری‌که غلظت گلوکز در گوساله‌های دریافت‌کننده اسید لینولئیک مزدوج بیش‌ترین بود ($P < 0.05$). هم‌چنین در ۴۰ روزگی اثر اسید لینولئیک مزدوج و اثر متقابل اسید لینولئیک مزدوج و ویتامین E غلظت گلوکز را به‌طوری معنی‌داری تحت تاثیر قرار دادند ($P < 0.05$). در ۲۰ و ۴۰ روزگی، غلظت کلسترول و پروتئین کل تحت تاثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفت. در ۲۰ روزگی عامل اسید لینولئیک مزدوج غلظت تری‌گلیسرید را به‌طور معنی‌داری تغییر داد؛ به‌طوری‌که گوساله‌های دریافت‌کننده امولسیون حاوی اسیدلینولئیک مزدوج غلظت تری‌گلیسرید بالاتری داشتند ($P < 0.05$). اما در ۴۰ روزگی اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای آزمایشی از لحاظ غلظت تری‌گلیسرید مشاهده نشد. اثرات متقابل سطح ویتامین E و اسیدلینولئیک مزدوج در ۲۰ و ۴۰ روزگی برای فراسنجه‌های کلسترول، تری‌گلیسرید، پروتئین کل، اوره و بتاهیدروکسی بوتیرات معنی‌دار نبود ($P > 0.05$). در ۲۰ روزگی، عامل اسید لینولئیک مزدوج غلظت آلبومین خون را به‌طور معنی‌داری تغییر داد ($P < 0.05$)؛ به‌طوری‌که مکمل کردن شیر گوساله‌های شیرخوار با اسید لینولئیک مزدوج سبب افزایش غلظت آلبومین شد. در ۴۰ روزگی غلظت اوره خون به‌طور معنی‌داری تحت تاثیر عامل ویتامین E و عامل اسیدلینولئیک مزدوج قرار گرفت ($P < 0.05$)؛ در این راستا گوساله‌های دریافت‌کننده ویتامین E کمترین و گوساله‌های دریافت‌کننده اسیدلینولئیک مزدوج بیش‌ترین غلظت اوره خون را داشتند. نتایج نشان داد مکمل کردن شیر گوساله‌های شیرخوار با ویتامین E، اسیدلینولئیک مزدوج و ترکیب آن‌ها توانست ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل خون را در مقایسه با گروه شاهد افزایش دهد ($P < 0.05$). ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل خون در اثر عامل ویتامین E، امولسیون اسید لینولئیک مزدوج و اثرات متقابل آن‌ها به‌طور معنی‌داری افزایش یافت ($P < 0.05$).

میانگین‌ها به‌صورت حداقل مربعات (SMEAN) به همراه خطای استاندارد نمایش داده شدند معادله مدل آماری مورد استفاده به صورت زیر بود:

$$Y_{ij} = \mu + A_i + B_j + (AB)_{ij} + e_{ij}$$

که در آن اثرات A_i برابر فاکتور اول (امولسیون اسید لینولئیک مزدوج در دو سطح ۰ و ۲ گرم)، B_j برابر اثر فاکتور دوم (ویتامین E در دو سطح ۰ و ۵۰۰ میلی‌گرم) و $(AB)_{ij}$ برابر اثر متقابل بین فاکتورهای اول و دوم و e_{ij} برابر اثر اشتباه آزمایش بوده و سطح معنی‌داری ۵ درصد لحاظ شد.

جدول ۱: اجزا و ترکیب شیمیایی استارتر، یونجه و شیر (گرم بر

کیلوگرم بر حسب ماده خشک)

اقلام جیره	Starter feed	Alfalfa hay	Milk
ذرت	۳۵۰	-	-
جو	۲۲۰	-	-
سبوس گندم	۴۰	-	-
کنجاله سویا	۳۶۰	-	-
نمک	۵	-	-
آهک	۱۰	-	-
مکمل ^۱ معدنی و ویتامینه	۱۰	-	-
دی‌کلسیم فسفات	۵	-	-
ترکیب شیمیایی			
ماده خشک	۹۱۰	۸۷۸	۱۲۲
پروتئین خام	۱۸۵	۱۴۲	۳۰/۱
عصاره اتری	۲۷/۵	۲۵/۵	۳۳/۵
الیاف نامحلول در شوینده خنثی	۱۶۶	۵۶۱	-
الیاف نامحلول در شوینده اسیدی	۸۱	۳۸۰	-
کلسیم	۶/۲	۱۵	-
فسفر	۵/۲	۴	-

^۱پیش‌مخلوط ویتامین ارائه شده به‌ازای هر جیره غذایی: ویتامین A ۲۰۰۰۰۰ واحد بین‌المللی؛ ویتامین D ۳۰۰۰۰۰ واحد بین‌المللی؛ ویتامین E ۱۰۰۰۰ واحد بین‌المللی؛ ویتامین K ۲ میلی‌گرم؛ هیدروکسی تولوئن بوتیل ۱۰۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم. پیش از مخلوط مواد معدنی تهیه شده به‌ازای هر جیره غذایی: مس ۳۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم؛ آهن ۱۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم؛ روی ۱۶۵۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم؛ منگنز، ۹۰۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم؛ ید ۱۲۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم؛ کبالت ۹۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم؛ سلنیوم ۹۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم.

نتایج

عملکرد رشد: نتایج مربوط به اثرات تغذیه امولسیون اسید لینولئیک مزدوج و ویتامین E بر عملکرد رشد گوساله‌های شیرخوار

جدول ۲: بررسی اثرات امولسیون اسید لینولئیک مزدوج و ویتامین E بر عملکرد رشد گوساله‌های شیرخوار

فراسنجه	تیمارهای آزمایشی							سطح معنی داری
	CON ^۱	CLA ^۲	VITE ^۳	CLA+VITE E	SEM ^۴	VITE E	CLA×VITE	
وزن تولد (کیلوگرم)	۴۰/۲	۴۰/۲	۴۰/۱	۴۰	۱/۳۲	۰/۹۱۴	۰/۹۵۲	۰/۹۳۷
وزن نهایی (کیلوگرم)	۸۹/۱	۹۰/۹	۹۱/۸	۹۲/۲	۱/۶۷	۰/۲۷۲	۰/۵۵۵	۰/۷۱۱
افزایش وزن روزانه (گرم در روز)	۷۵۵/۰	۷۸۰/۱	۷۹۵/۳	۸۰۲/۱	۲۳/۲۳	۰/۱۹۱	۰/۴۸۲	۰/۷۰۱
مصرف خوراک (گرم در روز)	۷۲۴/۰	۷۸۶/۳	۷۲۳/۴	۷۵۶/۶	۴۹/۴۷	۰/۷۵۵	۰/۳۳۶	۰/۷۶۹
ضریب تبدیل غذایی	۰/۹۶	۱/۰۱	۰/۹۱	۰/۹۴	۰/۰۶	۰/۴۱۴	۰/۵۷۰	۰/۸۶۲

۱- CON: شاهد؛ ۲- CLA: اسید لینولئیک مزدوج؛ ۳- VITE: ویتامین E؛ ۴- SEM: میانگین خطای استاندارد

جدول ۳: بررسی اثرات امولسیون اسید لینولئیک مزدوج و ویتامین E بر فراسنجه های خونی گوساله های شیرخوار

فراسنجه	تیمارهای آزمایشی							سطح معنی داری
	CON ^۱	CLA ^۲	VITE ^۳	CLA+VITE	SEM ^۴	VITE E	CLA×VITE	
گلوکز (میلی گرم در دسی لیتر)	۱۰۷/۳۷	۱۲۲/۱۲	۹۵/۲۵	۱۲۱/۲۵	۶/۷۹	۰/۵۱۳	۰/۰۱۱	۰/۵۹۷
روز بیستم	۵۷/۳۷	۷۵/۷۱	۶۹/۲۵	۷۲/۲۵	۳/۴۹	۰/۲۳۹	۰/۰۰۴	۰/۰۳۶
روز چهارم	۱۱۷/۶۸	۱۲۴/۷۵	۱۱۱/۷۵	۱۲۲/۲۵	۹/۱۴	۰/۶۴۳	۰/۳۴۸	۰/۸۵۷
کلسترول (میلی گرم در دسی لیتر)	۱۲۰/۲۵	۹۷/۵۷	۱۱۹/۸۷	۱۱۶/۳۷	۸/۱۶	۰/۲۶۸	۰/۱۲۰	۰/۲۵۰
روز بیستم	۱۳/۸۷	۱۹/۷۵	۱۴/۷۵	۱۹/۳۷	۱/۶۹	۰/۸۸۳	۰/۰۰۴	۰/۷۱۴
روز چهارم	۲۴/۵۰	۲۴/۱۴	۲۸/۲۵	۳۰/۱۲	۲/۶۰	۰/۰۷۲	۰/۷۷۳	۰/۶۷۹
تری گلیسرید (میلی گرم در دسی لیتر)	۶/۸۵	۷/۲۲	۷/۱۵	۷/۵۱	۰/۱۷	۰/۱۶۴	۰/۰۷۰	۰/۷۹۹
روز بیستم	۷/۴۷	۷/۳۵	۷/۲۲	۷/۲۱	۰/۱۷	۰/۲۸۵	۰/۷۳۸	۰/۷۳۸
روز چهارم	۳/۷۸	۴/۰۳	۳/۹۳	۴/۴۷	۰/۱۵	۰/۰۶۳	۰/۰۱۵	۰/۳۵۳
آلبومین (گرم در دسی لیتر)	۴/۰۱	۳/۹۵	۳/۹۲	۴/۲۳	۰/۱۳	۰/۴۶۹	۰/۳۶۵	۰/۱۹۹
روز بیستم	۱۷/۲۵	۱۸/۰۰	۱۹/۶۲	۲۰/۲۲	۲/۴۹	۰/۳۵۱	۰/۷۶۹	۰/۹۵۶
اوره (گرم در دسی لیتر)	۲۷/۰۰	۲۰/۰۰	۳۲/۲۵	۲۷/۵۰	۲/۹۴	۰/۰۳۹	۰/۰۵۵	۰/۷۰۵
روز بیستم	۰/۱۵۲	۰/۱۳۸	۰/۱۲۵	۰/۱۴۰	۰/۰۱	۰/۳۲۳	۰/۹۶۰	۰/۲۸۰
بتا هیدرکسی بوتیرات	۰/۲۵۰	۰/۱۶۰	۰/۲۴۳	۰/۲۰۸	۰/۰۳	۰/۷۳۶	۰/۳۲۲	۰/۶۶۲
روز بیستم	۰/۲۵۳	۰/۳۹۶	۰/۴۰۱	۰/۴۲۶	۰/۰۲	۰/۰۰۸	۰/۰۰۱	۰/۰۱۸
ظرفیت آنتی اکسیدانی کل (میلی مول بر لیتر)	۰/۳۹۳	۰/۵۳۸	۰/۵۲۸	۰/۵۶۶	۰/۰۲	۰/۰۰۴	۰/۰۰۱	۰/۰۴۸
روز بیستم								

۱- CON: شاهد؛ ۲- CLA: اسید لینولئیک مزدوج؛ ۳- VITE: ویتامین E؛ ۴- SEM: میانگین خطای استاندارد

آنزیم‌های کبدی و آنتی اکسیداتیو: نتایج مربوط به اثرات

امولسیون حاوی اسید لینولئیک مزدوج و ویتامین E بر آنزیم‌های کبدی و آنتی اکسیداتیو گوساله‌های شیرخوار در جدول ۴ نشان داده

شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود در ۲۰ روزگی غلظت آلانین آمینوترانسفراز تحت تاثیر عامل امولسیون اسید لینولئیک مزدوج، ویتامین E و اثرات متقابل آن‌ها قرار نگرفت. اما در ۴۰ روزگی عامل

غلظت گلوکاتایون پراکسیداز را در مقایسه با گروه شاهد افزایش داد ($P < 0.05$). فعالیت آنزیم سوپراکسید دسموتاز در ۲۰ روزگی تحت تاثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفت اما در ۴۰ روزگی عامل ویتامین E غلظت سوپراکسید دسموتاز را به طور معنی داری در مقایسه با گروه شاهد افزایش داد. گوساله‌های تغذیه شده با امولسیون حاوی ویتامین E، اسید لینولئیک مزدوج و ترکیب آن‌ها دارای غلظت مالون دی‌آلدئید خون کم‌تری را در مقایسه با گروه شاهد در ۲۰ روزگی داشتند ($P < 0.05$). در ۴۰ روزگی عامل ویتامین E توانست به طور معنی داری غلظت مالون دی‌آلدئید را تغییر دهد به طوری که مکمل کردن جیره گوساله‌ها با ویتامین E غلظت مالون دی‌آلدئید را کاهش داد ($P < 0.05$).

ویتامین E غلظت آلانین آمینوترانسفراز را به طور معنی داری تغییر داد ($P < 0.05$)؛ به طوری که گوساله‌های دریافت کننده ویتامین E فعالیت آنزیم آلانین آمینوترانسفراز را در مقایسه با گروه شاهد کاهش یافت. در ۲۰ روزگی، مکمل کردن جیره گوساله‌ها با ویتامین E، اسید لینولئیک مزدوج و ترکیب آن‌ها، فعالیت آنزیم آسپاراتات آمینوترانسفراز را به طور معنی داری در مقایسه با گروه شاهد کاهش داد ($P < 0.05$). در ۴۰ روزگی، اثر متقابل ویتامین E و اسیدلینولئیک مزدوج فعالیت آنزیم آسپاراتات آمینوترانسفراز را به طور معنی داری کاهش داد ($P < 0.05$). فعالیت آنزیم گلوکاتایون پراکسیداز در اثر مکمل کردن جیره گوساله‌های شیرخوار با اسیدلینولئیک مزدوج افزایش معنی داری در مقایسه با گروه شاهد داشت ($P < 0.05$). در ۴۰ روزگی عامل ویتامین E و امولسیون اسید لینولئیک مزدوج به طور معنی داری

جدول ۴: بررسی اثرات امولسیون اسید لینولئیک مزدوج و ویتامین E بر آنزیم‌های کبدی و آنتی اکسیداتیو گوساله‌های شیرخوار

فراسنجه	تیمارهای آزمایشی				سطح معنی داری		
	^۱ CON	^۲ CLA	^۳ VITE	^۴ SEM	CLA+VITE	VITE E	CLA×VITE
آلانین آمینوترانسفراز (واحد بر لیتر)							
روز بیستم	۱۴/۸۷	۱۳/۱۲	۱۳/۰۰	۱/۴۵	۱۴/۱۲	۰/۷۶۶	۰/۸۳۱
روز چهلیم	۲۴/۷۵	۲۶/۵۷	۲۰/۳۷	۱/۶۰	۲۲/۷۵	۰/۰۱۶	۰/۸۶۴
آسپاراتات آمینوترانسفراز (واحد بر لیتر)							
روز بیستم	۳۱/۲۵	۲۳/۰۰	۲۵/۵۰	۲/۰۸	۲۰/۵۰	۰/۰۵۷	۰/۰۰۳
روز چهلیم	۶۵/۳۷	۵۵/۷۱	۵۸/۵۰	۲/۴۹	۵۹/۶۲	۰/۵۵۷	۰/۰۳۹
گلوکاتایون پراکسیداز (واحد بر گرم)							
روز بیستم	۶۲/۷۳	۷۷/۴۱	۶۱/۷۷	۶/۰۰	۷۲/۰۵	۰/۶۰۲	۰/۰۴۷
روز چهلیم	۵۹/۴۶	۶۴/۹۵	۶۵/۷۸	۵/۴۳	۸۲/۱۱	۰/۰۳۹	۰/۰۵۴
سوپراکسید دسموتاز (واحد بر گرم)							
روز بیستم	۱۴۵۷/۵۶	۱۵۹۷/۰۱	۱۴۳۲/۶۶	۱۱۲/۰۶	۱۶۹۳/۷۸	۰/۷۵۰	۰/۰۸۴
روز چهلیم	۱۳۸۴/۸۵	۱۶۶۴/۴۲	۱۴۲۷/۵۷	۹۷/۱۴	۱۹۶۱/۷۵	۰/۰۹۱	۰/۰۰۳
مالون دی‌آلدئید (میلی مول بر لیتر)							
روز بیستم	۲/۵۳	۱/۲۳	۱/۳۸	۰/۰۶	۱/۴۲	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱
روز چهلیم	۲/۸۲	۲/۰۸	۳/۰۲	۰/۲۶	۲/۲۶	۰/۴۴۷	۰/۰۰۷

۱- CON: شاهد؛ ۲- CLA: اسید لینولئیک مزدوج؛ ۳- VITE: ویتامین E؛ ۴- SEM: میانگین خطای استاندارد

میزان اینترلوکین-۶ در مقایسه با گروه شاهد شد ($P < 0.05$). فاکتور نکروز دهنده تومور-آلفا تحت تاثیر عامل اسیدلینولئیک مزدوج امولسیفه شده قرار گرفت ($P < 0.05$)؛ اما عامل ویتامین E و اثر متقابل اسید لینولئیک مزدوج و ویتامین E میزان فاکتور نکروز دهنده تومور-آلفا را نتوانست تحت تاثیر قرار دهد. در بین تیمارهای آزمایشی گوساله‌های دریافت کننده امولسیون اسیدلینولئیک مزدوج کم‌ترین میزان فاکتور نکروز دهنده تومور-آلفا را داشت ($P < 0.05$).

سیستم ایمنی: نتایج مربوط به اثرات امولسیون حاوی اسید لینولئیک مزدوج و ویتامین E بر سیستم ایمنی گوساله‌های شیرخوار در جدول ۵ نشان داده شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود عامل امولسیون اسیدلینولئیک مزدوج، عامل ویتامین E و اثرات متقابل آن‌ها تاثیر معنی داری بر میزان اینترلوکین-۶ داشتند به طوری که استفاده از تغذیه امولسیون حاوی اسیدلینولئیک مزدوج و ویتامین E و استفاده هم‌زمان آن‌ها در شیر گوساله‌های شیرخوار سبب کاهش

سطح معنی داری		تیمارهای آزمایشی					فراسنجه
CLA×VITE	CLA	VITE E	SEM ^۲	CLA+VITE	VITE E ^۱	CLA ^۱	CON ^۱
							اینترلولین-۶ (نانوگرم در میلی لیتر)
۰/۰۰۶	۰/۰۴۳	۰/۰۰۲	۱۰/۸۳	۸۷/۲۰	۷۵/۶۷	۹۱/۸۷	۱۵۲/۳۲
							فاکتور نکروز دهنده تومور-آلفا (نانوگرم در میلی لیتر)
۰/۱۷۳	۰/۹۱۳	۰/۰۱۵	۱۱/۱۵	۱۵۵/۱۲	۱۷۰/۵۲	۱۳۷/۷۲	۱۸۵/۴۵

ترکیبات پروتئینی یا گلیکوپروتئینی در ایجاد التهاب و تنظیم آن نقش مهمی را ایفا می کنند (۵۳). Miller و همکاران (۵۴) گزارش کردند که تغذیه موش با اسیدلینولئیک مزدوج از بی اشتهایی و کاهش وزن ناشی از تزریق لیپوپلی ساکارید باکتریایی جلوگیری می کند. کاهش سطح $TNF-\alpha$ خون توسط مکمل اسید لینولئیک مزدوج در این مطالعه، با گزارش های دیگر مطابقت دارد (۵۳، ۵۵) و می توان آن را به اثر سرکوب کننده اسیدلینولئیک مزدوج امولسیون شده تغذیه شده به گوساله ها نسبت داد. اینترلوکین-۶ سیتوکین های پیش التهابی است که باعث القای پاسخ پروتئین فاز حاد کبدی و تحریک پاسخ سلول های B و T می شود (۵۶). فاکتور نکروز دهنده تومور-آلفا ($TNF-\alpha$) که توسط گلبول های سفید، به ویژه ماکروفاژها تولید می شود، یکی از مهم ترین سیتوکین های پیش التهابی است و در اتساع عروق و تشکیل ادم نقش دارد و به استرس اکسیداتیو در محل های التهاب کمک می کند (۵۷، ۵۸). بنابراین، کاهش تولید $TNF-\alpha$ ممکن است با یکپارچگی سلولی بالاتر و پراکسیداسیون بافتی کم تر همراه باشد. این موضوع ممکن است غلظت کم تر مالون دی آلدئید را در خون گوساله های که مکمل شده با امولسیون حاوی اسیدلینولئیک مزدوج توضیح دهد. این فرضیه که اثرات اسیدلینولئیک مزدوج می تواند با جلوگیری از تولید برخی سیتوکین های پیش التهابی، به ویژه $TNF-\alpha$ در برخی از مطالعات قبلی پیشنهاد شده است (۵۵، ۵۹، ۶۰). در یک مطالعه متاآنالیز Rastgoo و همکاران (۶۱) نشان دادند که اسیدلینولئیک مزدوج سبب کاهش اینترلوکین-۶ و فاکتور نکروز دهنده تومور-آلفا می شود. Haghighatdoost و همکاران (۶۲) بیان کردند که مصرف اسید لینولئیک مزدوج سبب کاهش جزئی در اینترلوکین-۶ و افزایش در میزان فاکتور نکروز دهنده تومور-آلفا می شود. در تحقیقی Mazidi و همکاران (۶۳) اظهار داشتند که مصرف اسیدلینولئیک مزدوج تاثیر معنی داری بر اینترلوکین-۶ ندارد اما به طور قابل توجهی سبب کاهش فاکتور نکروز دهنده تومور-آلفا می شود. **نتیجه گیری:** نتیجه گیری می شود که استفاده از امولسیون اسید لینولئیک مزدوج و ویتامین E امولسیون شده عملکرد رشد گوساله های شیرخوار را تحت تاثیر قرار نداد اما سیستم ایمنی گوساله های شیرخوار با استفاده از اسید لینولئیک مزدوج و ویتامین E افزایش یافت. هم چنین این روش می تواند به عنوان یک روش موثر و کاربردی در تغذیه مواد مغذی محلول در چربی استفاده شود.

منابع

1. Asghari, M., Abdi-Benemar, H., Maheri-Sis, N., Salamatdoust-Nobar, R., Salem, A.Z.M., Zamanloo, M.R. and Anelee, U.Y., 2021. Effects of emulsified essential oils blend on performance, blood metabolites, oxidative status and intestinal microflora of suckling

لیپیدی است در نتیجه تجزیه اسیدهای چرب غیراشباع به وجود می آید. به نظر می رسد که یکی از مکانیسم های احتمالی مهم اثر مواد مؤثره امولسیون حاوی ویتامین E، اسید لینولئیک مزدوج و ترکیب آن ها با جمع آوری رادیکال های آزاد باشد که نقش مهمی در بروز خاصیت آنتی اکسیدانی با کاهش مالون دی آلدئید را ایفا می کنند (۴۳). Karimi Azandariani و همکاران (۴۴) با بررسی اثرات اسید لینولئیک مزدوج در گاوهای شیری نشان دادند که مکمل کردن جیره با اسید لینولئیک مزدوج تاثیر معنی داری بر غلظت خونی اسپارات آمینو ترانسفراز و آلانین آمینو ترانسفراز ایجاد نکرد. Abdolmaleki و همکاران (۴۵) با بررسی اسید لینولئیک مزدوج با و بدون ویتامین E-سلنیوم در گاوهای انتظار زایمان نشان دادند افزودن اسید لینولئیک مزدوج در جیره گاوها تاثیر معنی داری بر غلظت مالون دی آلدئید و ظرفیت آنتی اکسیدانی خون ایجاد نکرد. Hanschke و همکاران (۴۶) گزارش کردند که مکمل کردن جیره با اسید لینولئیک مزدوج تاثیر معنی داری بر ظرفیت آنتی اکسیدانی خون گاوها نداشت. در تحقیقی نشان داده شد که اسید لینولئیک مزدوج موجب افزایش گلوکاتایون از طریق افزایش فعالیت گاما گلوتامین سیستئین لیگاز می شود که به طور موثری سلول ها را از تخریب اکسیداتیو محافظت می کند (۴۷). هم چنین بیان شده است که پتانسیل آنتی اکسیدانی اسید لینولئیک مزدوج بر اساس مشارکت این اسید در بافت چربی و جایگزینی آن با دیگر اسیدهای چرب غیراشباع است. این مشارکت در بافت چربی موجب تغییر پروفایل اسیدهای چرب و کاهش مشارکت دیگر اسیدهای چرب غیراشباع با چند پیوند دوگانه به ویژه اسید ارشیدونیک می شود کاهش مشارکت این گونه اسیدهای چرب باعث کاهش مالون دی آلدئید می شود (۴۶). شناخته شده ترین نقش ویتامین E (آلفا-توکوفرول)، نقش آنتی اکسیدانی است. پس از جذب، آلفا-توکوفرول توسط پروتئین های مرتبط با توکوفرول به لیپوپروتئین با چگالی کم ترکیب می شود و سپس در سراسر سلول ها و فسفولیپیدهای غشای سلولی پراکنده می شود (۴۸، ۴۹). آلفا-توکوفرول با اهدای یک اتم هیدروژن از گروه هیدروکسیل واقع در حلقه آروماتیک انتهایی، گونه های اکسیژن فعال را از بین می برد و در نتیجه واکنش های زنجیره ای رادیکال را قطع می کند (۵۰، ۵۱). سیتوکین های التهابی زمانی تولید می شوند که سیستم ایمنی برای افزایش تکثیر سلول های ایمنی برای حمله به پاتوژن ها تحریک می شود. با این حال، این سیتوکین ها دارای برخی اثرات کاتابولیک اضافی بر روی بافت های بدن هستند و می توانند منجر به کاهش مصرف خوراک و تجزیه عضلات اسکلتی شوند (۵۲). اسید لینولئیک مزدوج به عنوان یک ترکیب ضد التهابی شناخته شده است که می تواند تولید سیتوکین های پیش التهابی را کاهش دهد و تولید سایتوکاین های ضد التهابی را افزایش دهد. در واقع سایتوکاین ها

17. McClements, D.J., Decker, E.A. and Weiss, J., 2007. Emulsion-based delivery systems for lipophilic bioactive components. *Journal of Food Scienc.* 72: 109-123. doi: 10.1111/j.1750-3841.2007.00507.x
18. Yao, X., Xu, Q., Tian, D., Wang, N., Fang, Y., Deng, Z., Phillips, G.O. and Lu, J., 2013. Physical and chemical stability of gum arabic-stabilized conjugated linoleic acid oil-in-water emulsions. *J Agric Food Chem.* 61: 4639-4645. doi: 10.1021/jf400439d
19. Wang, B., Wang, L., Li, D., Adhikari, B. and Shi, J., 2011. Effect of gum Arabic on stability of oil-in-water emulsion stabilized by flaxseed and soybean protein. *Carbohydr Polym.* 86: 343-351. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2011.04.059>
20. Nikbakht Nasrabadi, M., Goli, S.A. and Nasirpour, A., 2016. Stability assessment of conjugated linoleic acid (CLA) oil-in-water beverage emulsion formulated with acacia and xanthan gums. *Food Chem.* 99: 258-264. doi: 10.1016/j.foodchem.2015.12.001
21. Biemann, V., Gillan, J., Perkins, N.R., Skidmore, A., Godden, S.M. and Leslie, K.E., 2010. An evaluation of Brix refractometry instruments for measurement of colostrum quality in dairy cattle. *J Dairy Sci.* 93(8): 3713-3721. doi: 10.3168/jds.2009-2943
22. AOAC. 2005. International Official Methods of Analysis, XXI. Gaithersburg, M.D. AOAC International.
23. Van Soest, P.J., Robertson, J.B. and Lewis, B.A., 1991. Methods for dietary neutral detergent fiber, and non starch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J Dairy Sci.* 74: 3583-3597. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(91\)78551-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(91)78551-2)
24. SAS / STAT User's Guide. 2003. Version 9.1 Edition. SAS Inst. Cary, NC.
25. Ramezani, M., Seifdavati, J., Seifzadeh, S., Abdibenemar, H. and Razmazar, V., 2018. The effects of conjugated linoleic acid and vitamin C on growth performance, some blood metabolites and blood cell counts of Holstein suckling calves. *J Rumin Res.* 6(2): 101-116. doi: 10.22069/ejrr.2018.14986.1634. (In Persian)
26. Suksombat, W., Boonmee, T. and Lounglawan, P., 2007. Effects of various levels of conjugated linoleic acid supplementation on fatty acid content and carcass composition of broilers. *Poul Sci.* 86(2): 318-324.
27. Schlegel, G., Ringseis, R., Shibani, M., Most, E., Schuster, M., Schwarz, F.J. and Eder, K., 2012b. Influence of a rumen-protected conjugated linoleic acid mixture on carcass traits and meat quality in young Simmental heifers. *J Anim Sci.* 90:1532-1540. doi: 10.2527/jas.2011-3617
28. Gassman, K.J., Beitz, D.C., Parrish, F.C. and Trenkle, A., 2000. Effects of feeding calcium salts of conjugated linoleic acid to finishing steers. *J Anim Sci.* 78: 275-276. <https://dr.lib.iastate.edu/handle/20.500.12876/11048>
29. Florez, D.H., Kegley, E.B., Erf, G.F., Kreider, D.L., Coffey, K.P., Luchini, N.D. and Krumpelman, S.L., 2006. Influence of Live Weight Gain and Calcium Salts of Conjugated Linoleic Acid on Growth Performance and Immune Function of Growing Cattle. *Revista: Arkansas Research Report.* 167-170.
30. Mirzaei Aghjehgheshlagh, F., Seyfi HajiKhanlou, N., Navid Shad, B., Nikbin, S. and Karamati Jabehdar, S., 2020. Effect of Aloe vera gel and conjugated linoleic acid on performance, blood metabolites and immune parameters in suckling Holstein calves. *Anim Prod Res.* 9(2): 67-77. (In Persian)
31. Quigley, J.D. and bernard, J.K., 1995. Effects of addition of vitamin E to colostrum on serum α -tocopherol and immunoglobulin concentrations in neonatal calves. *Food Agric Immunol.* 7: 295. <https://doi.org/10.1080/09540109509354887>
32. Evans, M., Geigerman, C., Cook, J., Curtish, L., Kuebler, B. and McIntosh, M., 2000. Conjugated linoleic acid suppresses triglyceride accumulation and induces apoptosis in 3T3-L1 preadipocytes. *Lipids.* 35: 899-910. <https://doi.org/10.1007/S11745-000-0599-6>
33. Den Hartigh, L.J., Yeop Han, C., Wang, S., Omer, M. and Chait, A., 2013. 10E, 12Z-conjugated linoleic acid impairs adipocyte triglyceride storage by enhancing fatty acid oxidation, lipolysis, and mitochondrial reactive calves. *Anim Feed Sci Technol.* 277: 114954. <https://doi.org/10.1016/j.anifoodsci.2021.114954>
2. Seifzadeh, S., Seifdavati, J., Abdi-Benemar, H., Salem, A.Z.M., Sharifi, R.S. and Elghandour, M.M.M.Y., 2022. Dietary vitamin C in pre-parturient dairy cows and their calves: blood metabolites, copper, zinc, iron, and vitamin C concentrations, and calves growth performance. *Trop Anim Health Prod.* 54: 54. doi: 10.1007/s11250-022-03061-6
3. Jones, S., Ma, D.W., Robinson, F.E., Field, C.J. and Clandinin, M.T., 2000. Isomers of conjugated linoleic acid (CLA) are incorporated into egg yolk lipids by CLA-fed laying hens. *J Nutr.* 130: 2002-2005. doi: 10.1093/jn/130.8.2002
4. Fellner, V., Sauer, F.D. and Kramer, J.K.G., 1997. Effect of nigericin, monensin, and tetracycline on biohydrogenation in continuous flowthrough ruminal fermenter. *J Dairy Sci.* 80: 921-928. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(97)76015-6
5. Chin, S.F., Liu, W., Storkson, J.M., Ha, Y.L. and Pariza, M.W., 1992. Dietary sources of conjugated dienoic isomers of linoleic acid, a newly recognized class of ant carcinogens. *J Food Compos Anal.* 5: 185-197.
6. Seven, A., Tasan, E., Inci, F., hatemi, H. and Bircak, G., 1998. Biochemical evaluation of oxidative stress in propylthiouracil treated hyperthyroid patients. Effects of vitamin C supplementation. *Clin Chem Lab Med.* 3: 767-770. doi: 10.1515/CCLM.1998.136
7. Cunnane, S.C., 1982. Differential regulation of essential fatty acid metabolism to the prostaglandins: possible basis for the interaction of zinc and copper in biological systems. *Progress in Lipid Research.* 21: 73-90.
8. Abdul Maleki, Z., Syrian, M., Tawhid, A. and Yadollah, M., 2018. Effect of oral conjugated linoleic acid with or without intravenous supplementation of selenium and vitamin E on the immune system of dairy cows and their newborn calves. *Anim Prod.* 19: 829-845.
9. Chen, R., Lochmann, R., Goodwin, A., Praveen, K., Dabrowski, K. and Lee, K.-J., 2004. Effects of dietary vitamins C and E on alternative complement activity, hematology, tissue composition, vitamin concentrations and response to heat stress in juvenile golden shiner (*Notemigonus crysoleucas*). *Aquaculture.* 242: 553-569. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2004.09.012>
10. Atkinson, J., Manor, D. and Parker, R., 2013. Vitamin E. *Encyclopedia of Biological Chemistry.* 545-550.
11. Lu, Y., Liang, X.P., Jin, M., Sun, P., Ma, H.N., Yuan, Y. and Zhou, Q.C., 2016. Effects of dietary vitamin E on the growth performance, antioxidant status and innate immune response in juvenile yellow catfish (*Pelteobagrus fulvidraco*). *Aquaculture.* 464: 609-617. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2016.08.009>
12. Amlashi, A.S., Falahatkar, B., Sattari, M. and Gilani, M.H., 2011. Effect of dietary vitamin E on growth, muscle composition, hematological and immunological parameters of sub-yearling beluga *Huso huso* L. *Fish Shellfish Immunol.* 30(3): 807-814. <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2011.01.002>
13. Bae, J.Y., Park, G.H., Yoo, K.Y., Lee, J.Y., Kim, D.J. and Bai, S.C., 2013. Evaluation of optimum dietary vitamin E requirements using DL- α -tocopheryl acetate in the juvenile eel, *Anguilla japonica* J Appl Ichthyol. 29: 213-217. <https://doi.org/10.1111/jai.12001>
14. Montero, D., Tort, L., Izquierdo, M.S., Robaina, L. and Vergara, J.M., 1998. Depletion of serum alternative complement pathway activity in gilthead seabream caused by α -tocopherol and n-3 HUFA dietary deficiencies. *Fish Physiol Biochem.* 18: 399-407. <https://doi.org/10.1023/A:1007734720630>
15. Kiron, V., Puangkaew, J., Ishizaka, K., Satoh, S. and Watanabe T., 2004. Antioxidant status and nonspecific immune responses in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fed two levels of vitamin E along with three lipid sources. *Aquaculture.* 234: 361-379. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2003.11.026>
16. Roohinejad, S.H., Greiner, R., Oey, I. and Wen, J., 2018. Emulsion Based Systems for Delivery of Food Active Compounds: Formation, Application, Health and Safety. UK: John Wiley and Sons Ltd. 312 p.

49. Talebi, E., Dolatkah, A. and Asadi Moghadam, R., 2022. Investigation on the Effect of Different Selenium Sources on Some Mineral Elements and Antioxidants in the Blood of Fars kaboodeh Lambs. *J Anim Environ*. 14(3): 43-54. doi: 10.22034/AEJ.2021.30719 5.2648 (In Persian)
50. Sies, H. and Murphy, M.E., 1991. Role of tocopherols in the protection of biological systems against oxidative damage. *J Photochem Photobiol B*. 8: 211-218. [https://doi.org/10.1016/1011-1344\(91\)80061-L](https://doi.org/10.1016/1011-1344(91)80061-L)
51. Engin, K.N., 2009. Alpha-tocopherol: Looking beyond an antioxidant. *Mol Vis*. 15: 855-860.
52. Whigham, L.D., Cook, M.E. and Atkinson, R.L., 2000. Conjugated linoleic acid: implications for human health. *Pharmacol Res*. 42: 503-510. <https://doi.org/10.1006/phrs.2000.0735>
53. Song, H.J., Grant, I., Rotondo, D., Mohede, I., Sattar, N., Heys, S.D. and Wahle, K.W.J., 2005. Effect of CLA supplementation on immune function in young healthy volunteers. *Eur J Clin Nutr*. 59: 508-517. <https://doi.org/10.1038/sj.ejcn.1602102>
54. Miller, C.C., Park, Y., Pariza, M.W. and Cook, M.E., 1994. Feeding conjugated linoleic acid to animals partially overcomes catabolic responses due to endotoxin injection. *Biochem Biophys Res Commun*. 198: 1107-1112.
55. Fujita, Y., Kano, K., Kishino, S., Nagao, T., Shen, X., Sato, C., Hatakeyama, H., Ota, Y., Niibori, S., Nomura, A., Kikuchi, K., Yasuno, W., Takatori, S., Kikuchi, K., Sano, Y., Tomita, T., Suzuki, T., Aoki, J., Zou, K., Natori, S. and Komano, H., 2021. Dietary cis 9, trans-11-conjugated linoleic acid reduces amyloid β protein accumulation and up regulates anti-inflammatory cytokines in an Alzheimer's disease mouse model. *Sci Rep*. 11: 9749. doi: 10.1038/s41598-021-88870-9
56. McGee, D.W., Bamberg, T., Vitkus, S.J. and McGhee, J.R., 1995. A synergistic relationship between TNF alpha, IL-1 beta, and TGF-beta 1 on IL-6 secretion by the IEC-6 intestinal epithelial cell line. *Immunol*. 86: 6-11.
57. Zelová, H. and Hošek, J., 2013. TNF- α signalling and inflammation: interactions between old acquaintances. *Inflamm Res*. 62: 641-651. doi: 10.1007/s00011-013-0633-0
58. Hossein Najdegerami, E., Agh, N., Aghazadeh, A. and Malekzadeh, R., 2013. Partial replacement of fish oil by soybean oil on growth performance, survival and fatty acid metabolism in Persian Sturgeon (*Acipenser persicus*) fingerlings. *J Anim Environ*. 5(2): 31-41. (In Persian)
59. Salas-Salvado, J., Márquez-Sandoval, F. and Bulló, M., 2006. Conjugated linoleic acid intake in humans: a systematic review focusing on its effect on body composition, glucose, and lipid metabolism. *Crit Rev Food Sci Nutr*. 46: 479-488. doi: 10.1080/10408390600723953
60. Tsuboyama-Kasaoka, N., Takahashi, M., Tanemura, K., Kim, H.J., Tange, T., Okuyama, H., Kasai, M., Ikemoto, S. and Ezaki, O., 2000. Conjugated linoleic acid supplementation reduces adipose tissue by apoptosis and develops lipodystrophy in mice. *Diabetes*. 49: 1534-1542. doi:10.2337/diabetes.49.9.1534
61. Rastgoo, S., Shimi, G., Shiraseb, F., Karbasi, A., Ashtary-Larky, D., Yousefi, M., Golalipour, E., Asbaghi, O. and Zamani, M., 2023. The effects of conjugated linoleic acid supplementation on inflammatory cytokines and adipokines in adults: A GRADE-assessed systematic review and dose-response meta-analysis. *Front Immunol*. 14: 1092077. doi: 10.3389/fimmu.2023.1092077
62. Haghighatdoost, F. and Nobakht, M.Gh.B.F., 2018. Effect of conjugated linoleic acid on blood inflammatory markers: A systematic review and meta-analysis on randomized controlled trials. *Eur J Clin Nutr*. 72(8): 1071-1082. doi: 10.1038/s41430-017-0048-z
63. Mazidi, M., Karimi, E., Rezaie, P. and Ferns, G.A., 2017. Effects of conjugated linoleic acid supplementation on serum C - reactive protein: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Cardiovasc Ther*. 35(6): e12275. doi: 10.1111/1755-5922.12275
34. Roodbari, A.R., Towhidi, A., Zhandi, M., Reza Yazdi, K., Rahimi Mianji, G.H. and Khalilvandi-Behroozyar, H., 2016. Effects of conjugated linoleic acid on glucose tolerance test and blood glucose changes of Holstein cows during transition period. *J Rumin Res*. 4: 39-57. (In Persian)
35. Odens, L.J., Burgos, R., Innocenti, M., VanBaale, M.J. and Baumgard, L.H., 2007. Effects of varying doses of supplemental conjugated linoleic acid on production and energetic variables during the transition period. *J Dairy Sci*. 90: 293-305. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(07)7263 0-9
36. Suttle, N.F., 2010. Mineral Nutrition of Livestock (4th ed.). CAB International, 368 Oxford. UK. 1-579.
37. Mougios, V., Matsakas, A. and Petridou, A., 2001. Effect of supplementation with conjugated linoleic acid on human serum lipids and body fat. *J Nutr Biochem*. 12: 585-595. doi: 10.1016/s0955-2863(01)00177-2
38. Moloney, F., Yeow, T.P., Mullen, A., Nolan, J.J. and Roche, H.M., 2004. Conjugated linoleic acid supplementation, insulin sensitivity, and lipoprotein metabolism in patients with type 2 diabetes mellitus. *Am J Clin Nutr*. 80: 887-895. doi: 10.1093/ajcn/80.4.887
39. Cantwell, H., Devery, R., O'Shea, M. and Stanton, C., 1999. The effect of conjugated linoleic acid on the antioxidant enzyme defense system in rat hepatocytes. *Lipids*. 34: 833-839. doi: 10.1007/s 11745-999-0430-4
40. Carter, J.N., Gill, D.R., Krehbiel, C.R., Confer, A.W., Smith, R.A. Lalman, D.L., Claypool, P.L. and McDowell, L.R., 2005. Vitamin E supplementation of newly arrived feedlot calves. *J Anim Sci*. 83(8): 1924-1932. <https://doi.org/10.2527/2005.8381924x>
41. Shinde, P.L., Dass, R.S., Garg, A.K. and Chaturvedi, V.K., 2009. Immune Response and Plasma Alpha Tocopherol and Selenium Status of Male Buffalo (*Bubalus bubalis*) Calves Supplemented with Vitamin E and Selenium. *J Anim Sci*. 20: 1539-1545. <https://doi.org/10.5713/ajas.2007.1539>
42. Rah Chamani, R., Moradian, M., Bani H., Ebrahim, Qarabash Ashour, M. and Dighmi, A., 2015. The effect of injecting vitamins A and E on passive transfer of immunoglobulin G and some blood parameters of calves. *Rumin Res J*. 4(2): 71-90. doi: 10.22069/ejrr. 2016.32 28
43. Mordi, M.K., Saleh, H. and Mirakzehi, M., 2021. Effects of hydroalcoholic extract of boerhavia elegans (choisy) and vitamin E on performance and the antioxidant status of broilers in diets containing oxidized oil. *J Anim Environ*. (In Press). doi: 10.22034/aej. 2020.254906.2393 (In Persian)
44. Karimi Azandariani, S., Ganjkanlou, M., Rezayazdi, K., Zali, A., Moradi shahrbabak, H. and Zhandi, M., 2022. The Effect of Sodium Acetate and Conjugated Linoleic Acid on Feed Intake, Body Weight, Blood Metabolites, Milk Production and Composition and Liver Health Indicators in Fresh Cows. *Res Anim Prod*. 13(38): 69-79. doi: 10.52547/rap.13.38.69 (In Persian)
45. Abdolmaleki, Z.A., Souri, M., moeini, M.M., towhidi, A. and Chashnidel, Y., 2018. Effect of Dietary Conjugated Linoleic Acid (CLA) with or without injectable Se and VE supplement on immune system of lactating dairy cows and their calves. *Anim Prod*. 19(4): 829-845. doi: 10.22059/jap.2018.237755.623207 (In Persian)
46. Hanschke, N., Kankofer Ruda, M., Höltershinken, L., Meyer, M., Frank, U., Dänicke, J. and Rehage, J., 2016. The effect of conjugated linoleic acid supplements on oxidative and antioxidative status of dairy cows. *J Dairy Sci*. 99: 1-1. doi: 10.3168/jds.2015-10685
47. Basiric, L., Morera, P., Dipasquale, D., Troscher, A., Serra, A., Mele, M. and Bernabucci, U., 2015. Conjugated linoleic acid isomers strongly improve the redox status of bovine mammary epithelial cells (BME UV1). *J Dairy Sci*. 98: 7071-7082. doi: 10.3168/jds. 2015-9787
48. Azzi, A., Ricciarelli, R. and Zingg, J., 2002. Non antioxidant molecular functions of α -tocopherol (vitamin E). *FEBS Lett*. 519: 8-10.