



The effect of feeding calcium salts of vegetable oils on the blood antioxidant indices and level of metabolism related hormones in fattening lambs under heat stress

Seyed Ahmad Seyedainnia¹, Ali Asghar Sadeghi^{2*}, Farahnaz Motamedi-Sedeh³,

Mohammad Chamani⁴, Parvin Shawrang⁵

¹PhD student, Department of Animal Science, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

²Associate professor, Department of Animal Science, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

³Associate professor, Nuclear Agriculture Research School, Nuclear Science and Technology Research Institute, Karaj, Iran

⁴Full professor, Department of Animal Science, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

⁵Associate professor, Nuclear Agriculture Research School, Nuclear Science and Technology Research Institute, Karaj, Iran

Place of Research: Nuclear Agricultural Research Institute and Tehran Science and Research Branch

Article Info

Abstract

Article History:

Received 2024.02.11

Revised 2024.08.21

Accepted 2024.9.18

KeyWords:

liver enzymes
fattening lamb
protected fat
glutathione peroxidase
malondialdehyde

*Corresponding author:

E-mail address:

Ali Asghar Sadeghi

a.sadeghi@srbiau.ac.ir

aasdg@gmail.com

Introduction: This study was carried out to evaluate the effects of calcium salts of palm oil, corn oil and linseed oil on antioxidant indices and the level of metabolism related hormones in the blood of fattening lambs under heat stress.

Materials and Methods: Eighteen fattening lambs were divided into three experimental groups and six replicates in a completely random design. Three experimental diets containing 4% calcium salt of oils including palm oil, corn oil and linseed oil were prepared and fed to fattening lambs for 40 days. Then the concentration of malondialdehyde, total antioxidant capacity, activity of aspartate aminotransferase and alanine aminotransferase enzymes and the level of metabolism related hormones were measured.

Results: The level of malondialdehyde in the blood plasma of lambs fed with calcium salt of linseed oil was lower and its antioxidant capacity was higher than the other groups ($P < 0.05$). The addition of calcium salt of linseed oil increased ($P < 0.05$) the activity of antioxidant enzymes. The lambs receiving the calcium salt of corn oil had the highest activity of the liver enzymes ($P < 0.05$) and no significant difference was observed between the two groups receiving the calcium salts of palm oil and linseed oil ($P > 0.05$). The highest blood glucose concentration was observed in the group receiving calcium salt of corn oil ($P < 0.05$). Cortisol concentration in blood plasma of lambs receiving calcium salt of corn oil was higher than lambs receiving linseed oil ($P < 0.05$). The lambs receiving the calcium salt of corn oil had higher concentrations of triiodothyronine and tetraiodothyronine than the other two groups.

Conclusion: The application of calcium salts of linseed oil in ruminants feeding is preferable to calcium salts of corn oil, as it improves the antioxidant indices and improves the liver health. The use of calcium salt of palm oil is also preferable to corn oil, and although palm oil did not improve the activity of antioxidant enzymes, it did not have negative effects on the liver and metabolic hormones.

Cite this article: Seydinnia, S.A., Sadeghi, A.A., Motamedi Sadeh, F., Chamani, M., Shorang, P., The effect of feeding vegetable oils calcium salts on the blood antioxidant indices and level of metabolism related hormones in fattening lambs under heat stress. Iranian Journal of Biological Sciences. 2024; 19 (1):55-66

doi 10.71631/zisti.2024.1039207

Publisher: Islamic Azad University of Varamin – Pishva branch

Print ISSN: 1735-4226

Online ISSN: 1727-459X

This is an open access article under the: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>



اثر تغذیه نمک های کلسیمی روغن های گیاهی بر شاخص های آنتی اکسیدانی خون و غلظت هورمون های موثر بر متابولیسم در بره پرواری در معرض تنش گرمایی

سید احمد سیدین نیا^۱، علی اصغر صادقی^۲، فرحناز معتمدی^۳، محمد چمنی^۴، پروین شورنگ^۵

^۱ دانشجوی دوره دکتری، گروه علوم دامی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

^۲ دانشیار، گروه علوم دامی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

^۳ دانشیار پژوهشکده کشاورزی هسته ای، پژوهشگاه علوم و فنون هسته ای، کرج، ایران

^۴ استاد، گروه علوم دامی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

^۵ دانشیار پژوهشکده کشاورزی هسته ای، پژوهشگاه علوم و فنون هسته ای، کرج، ایران

محل انجام تحقیق: پژوهشکده تحقیقات کشاورزی هسته ای در کرج و آزمایشگاه رازی واحد علوم و تحقیقات تهران

چکیده

اطلاعات مقاله

تاریخچه مقاله

ارسال ۱۴۰۲/۱۱/۲۲

بازنگری ۱۴۰۳/۰۵/۳۱

پذیرش ۱۴۰۳/۰۶/۲۸

کلمات کلیدی

آنزیم های کبدی

بره پرواری

چربی محافظت شده

گلوکاتیون پراکسیداز

مالون دی آلدئید

* مسئول مکاتبات:

علی اصغر صادقی:

aasdgghi@gmail.com

a.sadeghi@srbiu.ac.ir

مقدمه: در این مطالعه به بررسی اثرات نمک های کلسیمی روغن پالم، روغن ذرت و روغن کتان بر شاخص های آنتی اکسیدانی و غلظت هورمون های موثر بر متابولیسم در خون بره های پرواری تحت تنش گرمایی پرداخته می شود

مواد و روش ها: تعداد ۱۸ راس بره پرواری در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه گروه آزمایشی و شش تکرار تقسیم شدند. سه جیره آزمایشی حاوی ۴ درصد نمک کلسیمی سه روغن شامل روغن پالم، روغن ذرت و روغن کتان تنظیم و به بره های پرواری به مدت ۴۰ روز داده شد. در نهایت مالون دی آلدئید، ظرفیت آنتی اکسیدانی کل، فعالیت آنزیم های آسپارات آمینوترانسفراز و آلانین آمینوترانسفراز و غلظت هورمون های موثر بر متابولیسم اندازه گیری شد

نتایج: غلظت مالون دی آلدئید در پلاسما خون بره های تغذیه شده با نمک کلسیمی روغن کتان کمتر و ظرفیت آنتی اکسیدانی آن بیشتر از دو روغن دیگر بود ($P < 0.05$). افزودن نمک کلسیمی روغن کتان سبب افزایش ($P < 0.05$) فعالیت آنزیم های آنتی اکسیدانی شد. بره های دریافت کننده نمک کلسیمی روغن ذرت، بیشترین فعالیت آنزیم های مذکور را داشتند ($P < 0.05$) و بین دو گروه دریافت کننده نمک های کلسیمی روغن پالم و روغن کتان تفاوت معنی دار مشاهده نشد ($P > 0.05$). بیشترین غلظت گلوکز خون در گروه دریافت کننده نمک کلسیمی روغن ذرت مشاهده شد ($P < 0.05$). غلظت کورتیزول در پلاسما خون بره های دریافت کننده نمک کلسیمی روغن ذرت بیشتر از بره های دریافت کننده روغن کتان بود ($P < 0.05$). بره های دریافت کننده نمک کلسیمی روغن ذرت غلظت تری پتیدورونین و ترا پتیدورونین بیشتری نسبت به دو گروه دیگر داشتند

نتیجه گیری: استفاده از نمک های کلسیمی روغن کتان در تغذیه نشخوارکنندگان بر نمک های کلسیمی روغن ذرت ارجحیت دارد و سبب بهبود شاخص های آنتی اکسیدانی و بهبود وضعیت کبد می شود. استفاده از نمک کلسیمی روغن پالم نیز بر روغن ذرت ارجحیت دارد و هر چند سبب بهبود فعالیت آنزیم های آنتی اکسیدانی نشد ولی اثرات منفی بر کبد و هورمون های متابولیسمی نداشت

شیوه آدرس دهی این مقاله: سیدین نیا، س. ا. صادقی، ع. ا. معتمدی، ف. چمنی، م. شورنگ، پ. اثر تغذیه نمک های کلسیمی روغن های گیاهی بر شاخص های آنتی اکسیدانی خون و غلظت هورمون های موثر بر متابولیسم در بره پرواری در معرض تنش گرمایی. مجله دانش زیستی ایران. ۱۴۰۳:

doi 10.71631/zisti.2024.1039207

۱۹ (۱): ۵۵-۶۶

نویسندگان: حق مؤلف ©

شاپا الکترونیک: ۴۵۹ X - ۲۷۱۷

شاپا چاپی: ۱۷۳۵-۴۲۲۶

ناشر: دانشگاه آزاد اسلامی واحد ورامین - پیشوا

مقدمه

در سال‌های اخیر، استراتژی‌های تغذیه‌ای متعددی معرفی شده‌اند که هر کدام عامل کلیدی برای بهبود وضعیت سلامت و رفاه حیوانات و همچنین افزایش بهره‌وری در دام بوده‌اند (۱، ۲). افزودنی‌های خوراکی یکی از استراتژی‌های تغذیه‌ای است که با افزودن آنها به خوراک می‌تواند پاسخ مطلوب بدن حیوان را در پی داشته و سبب افزایش سلامتی یا تولید و تولید مثل شود. از جمله مواد افزودنی، لیپیدها در شکل نمک کلسیمی است که برای افزایش چگالی انرژی جیره با قیمت مناسب به جیره نشخوارکنندگان اضافه می‌شوند (۳). تاکنون اثرات این ترکیبات بر بسیاری از فراسنجه‌ها مورد بررسی قرار گرفته است (۴)، ولیکن اثرات آنها بر ظرفیت آنتی اکسیدانی بدن و هورمون‌های موثر بر متابولیسم به طور محدود ارزیابی شده است (۵). لیپیدها در شکل نمک کلسیمی در واقع نوعی دستکاری متابولیسم لیپید در شکمبه است و مولکول‌های لیپید از تاثیرات میکروب‌های شکمبه محافظت می‌شوند (۶). در صورت تغذیه لیپیدهای محافظت نشده، نمک‌های کلسیمی در شکمبه از اتصال اسیدهای چرب با یون‌های کلسیم و منیزیم تشکیل می‌شود و این موضوع حیوان را با کمبود یون‌های مذکور و متعاقب آن کاهش فعالیت آنزیم سلولاز مواجه می‌کند (۴). در نتیجه این اتفاقات، هضم الیاف در شکمبه به شدت کاهش می‌یابد و پرشدگی شکمبه و کاهش یافتن خوراک مصرفی و کاهش تولید، روی می‌دهد (۷).

در فصول گرم سال در مناطق معتدل و بویژه در مناطق گرمسیری، دمای بالای محیط عامل اصلی تنش است که بر مصرف غذا، دریافت انرژی، دفع حرارت اضافی از بدن، مصرف آب، سیستم هورمونی و وضعیت آنتی اکسیدانی در انسان و حیوانات تأثیر می‌گذارد (۸). تنش گرمایی سبب افزایش تولید رادیکال‌های آزاد، تغییر در سیستم هورمونی و باعث کاهش مصرف خوراک می‌شود (۹). علاوه بر این، تنش گرمایی، متابولیسم بدن را افزایش می‌دهد که منجر به افزایش نیاز به مواد انرژی‌زا می‌شود (۸). با توجه به تغییرات اقلیمی و گرمایش جهانی دمای زمین پیش‌بینی می‌شود در دهه‌های آینده

شرایط تنش گرمایی شدیدتری در بیشتر نقاط جهان ایجاد شود (۱۰). بنابراین یکی از استراتژی‌های تغذیه‌ای در مناطق گرمسیری و در فصول گرم سال، استفاده از لیپیدها در شکل نمک‌های کلسیمی در تغذیه بره‌های پرواری است تا نیازهای انرژی از طریق افزایش چگالی انرژی جیره تامین شود (۱۱).

روغن پالم، روغن ذرت و روغن کتان به ترتیب به عنوان منابع اسیدهای چرب اشباع شده، اسیدهای چرب غیراشباع با چند پیوند دوگانه امگا-۶ و امگا-۳ طبقه بندی می‌شوند (۱۲). منبع غذایی رایج اسیدهای چرب غیراشباع از نوع امگا-۶ در جیره نشخوارکنندگان، روغن سویا و ذرت هستند (۱۳) که حاوی اسید لینولئیک (۱۸:۲ n-6) است. این اسید چرب پیش ساز اسید آراشیدونیک (۲۰:۴ n-6) است که می‌تواند در بدن تغییراتی از جمله التهاب و تغییر هورمونی ایجاد کند. اسیدهای چرب غیراشباع از نوع امگا-۳ مانند α -لینولئیک اسید (۱۸:۳ n-3)، در روغن کتان وجود دارد و نقش مهمی در تنظیم ایمنی یا التهاب دارد (۱۴). با لینولئیک اسید می‌توان از تبدیل اسید آراشیدونیک به واسطه‌های ضد التهابی جلوگیری کرد (۱۵). روغن کتان حاوی اسید آلفا لینولئیک (۱۸:۳ n-3) است که منجر به افزایش اسیدهای چرب امگا-۳ در فرآورده‌های تولیدی حیوانات می‌شود (۱۶). با این حال، بیوهیدروژناسیون شکمبه‌ای از رسیدن اسید چرب غیراشباع روده و سپس گوشت حیوان جلوگیری می‌کند، بنابراین حفاظت اسیدهای چرب از بیوهیدروژناسیون شکمبه لازم است. استفاده از نمک‌های کلسیم اسیدهای چرب روشی برای محافظت از اسیدهای چرب از بیوهیدروژناسیون شکمبه است (۶). مطالعات قبلی بر تأثیر منابع مختلف چربی حاوی اسیدهای چرب امگا-۳ و امگا-۶ به عنوان نمک خام یا کلسیم بر عملکرد (۱۷، ۱۸) و پارامترهای تولید مثلی گوسفند (۱۹) متمرکز شده‌اند. کولمن و همکاران (۲۰۱۸) نشان دادند افزودن اسیدهای چرب امگا-۳ به جیره مادر در زمان از شیرگیری، سبب حفظ توان متابولیکی بدن بره‌ها می‌شود. این محققان نشان دادند تغذیه اسیدهای چرب امگا-۳ در مقابل تنش ناشی از شیرگیری در بره‌ها اثر محافظتی

دارند و مانع از کاهش وزن بدن بره ها می شود (۱۸). عسگری صفدر و همکاران (۲۰۱۷) با تغذیه اسیدهای چرب کلسیمی شده به میش ها نشان دادند اسیدهای چرب امگا-۶ نسبت به اسیدهای چرب امگا-۳، اثر متفاوتی بر فعالیت های بدنی و تولید مثلی در میش دارند (۱۹). این محققان نشان دادند اسیدهای چرب امگا-۳ با اثر محافظتی، سبب بهبود شاخص های عملکردی و تولید مثلی می شوند. منابع در دسترس،

به اثرات اسیدهای چرب بر وضعیت آنتی اکسیدانی و غلظت هورمون های خون بویژه در گوسفندان در شرایط عادی و تنش کمتر پرداخته اند. بنابراین، هدف از این مطالعه، بررسی اثرات منابع مختلف لیپیدی در فرم نمک کلسیمی بر شاخص های آنتی اکسیدانی و غلظت هورمون های موثر بر متابولیسم در خون بره های پرواری تحت تنش گرمایی بود.

مواد و روش ها

مکان آزمایش و حیوانات

این مطالعه در مزرعه تحقیقاتی واقع در منطقه ماهدشت کرج طی تیر و مردادماه ۱۴۰۲ انجام شد. بره های پرواری که در این مطالعه استفاده شدند سالم بودند و بیماری نداشتند. بره ها در بررسی اولیه توسط دامپزشک از نظر آلودگی انگلی سطحی و دستگاه گوارش بررسی کامل شدند و آلودگی انگلی جلدی مشاهده نشد. برای اطمینان از آلوده نبودن به انگل های دستگاه گوارش شربت لوامیزول به بره ها داده شد. همچنین قبل از شروع آزمایش، علیه گونه های کلسترییدیوم واکسینه و یک دوز واکسن انترتوکسمی دریافت کردند. بره ها یک دوز تزریقی ویتامین AD^۳E (۲ میلی لیتر برای هر بره) نیز برای اطمینان از کافی بودن ویتامین های محلول در چربی دریافت کردند. تعداد ۱۸ راس بره نژاد سنگسری (۳۵ کیلوگرم وزن بدن، ۶ ماهه) در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه گروه آزمایشی و شش تکرار تقسیم شدند. دوره آزمایشی ۴۰ روز به طول انجامید. بره ها در باکس های فلزی انفرادی (۱/۱ × ۱/۷ متر) مجهز به آبخوری و دارای تهویه مناسب قرار گرفتند

گروه های آزمایشی

جیره پایه بر اساس دستورالعمل های CNCPS گوسفند (جدول ۱) فرموله شد. سه جیره آزمایشی که انرژی و درصد نیترژن یکسانی داشتند و حاوی ۴ درصد نمک های کلسیمی مختلف شامل موارد ذیل تنظیم شد: (۱) روغن پالم به عنوان منبع اسید چرب اشباع. (۲) روغن ذرت به عنوان منبع اسید چرب غیر اشباع امگا-۶ و (۳) روغن کتان به عنوان منبع اسید چرب غیر اشباع امگا-۳. از دستگاه گاز کروماتوگرافی Unicam (مدل ۴۶۰۰ ساخت آمریکا) مجهز به آشکارساز شعله یونیزه، گاز هلیوم، ستون مووین (طول ۳۰ متر، قطر داخلی ۰/۲۲ میلی متر، ضخامت لایه داخلی ۰/۲۵ میکرومتر)، دمای تزریق ۲۴۰ درجه سلسیوس، دمای آشکارساز ۲۸۰ درجه سلسیوس و دمای ستون ۱۹۰ - ۱۶۰ درجه سلسیوس با سرعت ۵ درجه در دقیقه برای بررسی مقدار اسیدهای چرب روغن ها استفاده شد (۲۰). ترکیب اسیدهای چرب روغن ها در جدول ۲ گزارش شده است. منابع چربی به مدت ۱۰ دقیقه با سایر مواد در یک میکسر عمودی مخلوط شدند. بره ها به صورت جداگانه با کاه گندم خرد شده و یونجه و کنسانتره دو بار در روز در ساعت ۸:۰۰ و ۱۶:۰۰ تغذیه شدند

جدول ۱. مواد خوراکی تشکیل دهنده جیره بره های پرواری

Alfalfa Hay	158
Wheat Straw	158
Barley Grain	330
Dry Corn Grain	228
Soybean Meal	82
Oils	28
Limestone	8
Di-Calcium Phosphate	2
Salt	2
Sodium Bicarbonate	4
<i>Chemical Composition, g/kg of DM</i>	
Metabolisable Energy (Mcal/kg)	2.85
Crude Protein	140
Neutral Detergent Fiber	257
Non-Fibrous Carbohydrate	529
Crude Fat	27
Calcium	7.9
Phosphorus	4.3

جدول ۲. ترکیب اسیدهای چرب نمک های کلسیمی روغن های مورد مطالعه

Parameters	Palm oil	Corn oil	Linseed oil
Myristic (C14:0)	1.0	0.11	-
Palmitic (C 16:0)	43.40	9.39	6.40
Palmitoleic (C 16:1)	0.4	0.16	-
Stearic (C 18:0)	4.3	3.98	3.98
Oleic C18:1 (n-9)	36.6	21.5	17.80
Linoleic C18:2 (n-6)	9.1	55.1	16.28
Linolenic C18:3 (n-3)	-	3.81	54.18
Gamma-Linolenic acid C18:3 (n-6)	0.2	0.31	-
Arachidonic acid (C20:0)	-	-	-
Other fatty acids	5	5.44	1.36

سوپراکسید دیسموتاز در پلاسما به روش Marklund و Marklund (۲۲) با استفاده از کیت های تجاری (Randox Laboratories Ltd. Ardmore, Crumlin, UK) و مطابق دستورالعمل سازنده اندازه گیری شد. سطوح پلاسمایی مالون دی آلدئید به عنوان محصول پراکسیداسیون لیپیدی بر اساس روش تیوباربیتوریک اسید اندازه گیری شد (۲۳). ظرفیت آنتی اکسیدانی کل پلاسما بر اساس روش Benzie و Strain (۲۴) اندازه گیری شد. هورمون های کورتیزول (۵۰۰۰-Catalogue No-MSE)، انسولین (۰۹۰۰-Catalogue No-MEE)، تری یدوتیرون (۲۳۰۰-TFE) و تترا-یدوتیرون (۲۴۰۰-Catalogue No-TFE) در پلاسما بره ها با استفاده از کیت های الایزا (LDN, Nordhorn, Germany) و مطابق با دستورالعمل سازنده آنالیز شد

نمونه گیری خون

در روز آخر آزمایش، نمونه های خون از ورید وداج جمع آوری شد. نمونه گیری خون به مدت یک ساعت به طول انجامید و نمونه برداری از تکرارهای هر گروه آزمایشی به صورتی انجام شد که تفاوت زمانی زیادی بین آن ها نباشد. از ونوجکت دارای ماده ضد انعقاد EDTA برای نمونه گیری از خون و تهیه پلاسما استفاده شد. نمونه های پلاسما در لوله های استریل منتقل شده و تا آنالیز بیشتر در ۷۰- درجه سلسیوس (به مدت یک هفته) نگهداری شدند

اندازه گیری فراسنجه های بیوشیمیایی خون

فعالیت آنزیم های آسپاراتات آمینوترانسفراز، آلکالین فسفاتاز و آلانین آمینوترانسفراز پلاسما با استفاده از کیت های شرکت پارس آزمون (تهران، ایران) و دستگاه فوتومتریک آنالایزر اندازه گیری شد. فعالیت گلوکاتیون پراکسیداز به روش Paglia and Valentine (۲۱) و

آنالیز آماری

تصادفی برای تعیین تأثیر گروه های تیمار بر صفات، با استفاده از نرم افزار SAS مورد تجزیه آماری قرار گرفتند. برای مقایسه میانگین ها از آزمون چند دامنه دانکن استفاده شد. تفاوت های آماری در $P < 0.05$ اعلام شد

داده ها با استفاده از رویه GLM نرم افزار SAS برای ویندوز نسخه ۹/۱ (SAS Institute Inc., Cary, NC) تجزیه آماری شد. برای نرمال سازی داده ها از آزمون کولموگروف- اسمیرنوف استفاده شد (۲۵). داده های نرمال بر اساس آنالیز واریانس مناسب برای طرح کاملاً

نتایج

پراکسیداز و سوپراکسید دیسموتاز در گروه دریافت کننده روغن کتان تفاوت معنی داری با دو گروه دیگر داشت. افزودن نمک کلسیمی روغن کتان سبب افزایش فعالیت آنزیم های آنتی اکسیدانی شد ($P < 0.05$). تفاوت معنی داری بین گروه دریافت کننده نمک کلسیمی روغن ذرت و روغن پالم از نظر فعالیت های آنتی اکسیدانی مشاهده نشد ($P > 0.05$).

اثر بر شاخص های آنتی اکسیدانی در جدول ۳ غلظت مالون دی آلدئید، ظرفیت آنتی اکسیدانی کل، فعالیت گلوکاتایون پراکسیداز و سوپراکسید دیسموتاز گزارش شده است. غلظت مالون دی آلدئید در پلاسماي خون بره های تغذیه شده با نمک کلسیمی روغن کتان کمتر و ظرفیت آنتی اکسیدانی آن بیشتر از دو روغن دیگر بود ($P < 0.05$). فعالیت آنزیم های گلوکاتایون

جدول ۳. وضعیت شاخص های آنتی اکسیدانی در پلاسماي بره های پروراری دریافت کننده نمک های کلسیمی روغن های مختلف

Treatments	Malondialdehyde, nmol/dL	Total Antioxidant Capacity, mmol Trolox equivalent/L	Glutathione peroxidase, U/g of Hb	Superoxide dismutase, U/g of Hb
Palm oil	2.56b	2.55ab	172.6 ^b	1516 ^b
Corn oil	3.12a	2.34b	177.9 ^b	1512 ^b
Linseed oil	2.49b	2.79a	185.1 ^a	1552 ^a
SEM	0.112	0.141	2.190	21.129
p-value	0.024	0.015	0.015	0.011

در هر ستون تفاوت میانگین های با حروف غیر مشابه معنی دار است ($P < 0.05$).

های آسپاراتات آمینوترانسفراز و آلانین آمینوترانسفراز مشاهده شد ($P < 0.05$). بره های دریافت کننده نمک کلسیمی روغن ذرت بیشترین فعالیت آنزیم های مذکور را داشتند ($P < 0.05$) و بین دو گروه دریافت کننده نمک های کلسیمی روغن پالم و روغن کتان تفاوت معنی دار مشاهده نشد ($P > 0.05$)

اثر بر فعالیت آنزیم های آنتی اکسیدانی در جدول ۴ فعالیت آنزیم های آلکالین فسفاتاز، آسپاراتات آمینوترانسفراز و آلانین آمینوترانسفراز در پلاسماي خون بره ها دریافت کننده انواع مختلف روغن گزارش شده است. بین گروه های مختلف تفاوت معنی داری برای فعالیت آنزیم آلکالین فسفاتاز مشاهده نشد ($P > 0.05$). تفاوت معنی داری بین گروه های مختلف از نظر فعالیت آنزیم

جدول ۴. فعالیت آنزیم های آلکالین فسفاتاز، آسپارات آمینوترانسفراز و آلانین آمینوترانسفراز در پلاسمای خون بره های پرواری و دریافت کننده نمک های

کلسیمی روغن های مختلف

Treatments	Alkaline phosphatase, U/mL	Aspartate aminotransferase, U/mL	Alanine aminotransferase, U/mL
Palm oil	90.2	29.5 ^b	69.7 ^b
Corn oil	88.2	34.2 ^a	84.5 ^a
Linseed oil	89.1	28.4 ^b	70.3 ^b
SEM	0.67	1.22	1.89
p-value	0.542	0.021	0.016

در هر ستون تفاوت میانگین های با حروف غیر مشابه معنی دار است ($P < 0.05$).

از بره های دریافت کننده روغن کتان بود ($P < 0.05$). غلظت تری یدوتیرونین و تترا یدوتیرونین بین گروه های آزمایشی تفاوت معنی داری نشان داد. بره های دریافت کننده نمک کلسیمی روغن ذرت غلظت تری یدوتیرونین و تترا یدوتیرونین بیشتری نسبت به دو گروه دیگر داشتند ($P < 0.05$). بین بره های دریافت کننده روغن پالم و روغن کتان از نظر غلظت گلوکز و هورمون های پلاسما تفاوت معنی داری مشاهده نشد ($P > 0.05$).

اثر بر غلظت هورمون ها

داده های مربوط به غلظت گلوکز و هورمون های بره های پرواری در جدول ۵ گزارش شده است. تفاوت معنی داری بین غلظت گلوکز خون بره ها مشاهده شد. بیشترین غلظت گلوکز خون در گروه دریافت کننده نمک کلسیمی روغن ذرت مشاهده شد ($P < 0.05$). تفاوت معنی داری بین غلظت انسولین پلاسمای خون بره ها مشاهده نشد ($P > 0.05$). غلظت کورتیزول در پلاسمای خون بره های دریافت کننده نمک کلسیمی روغن ذرت بیشتر

جدول ۵. هورمون های موثر بر متابولیسم در بره های پرواری دریافت کننده نمک های کلسیمی روغن های مختلف

Treatments	Glucose, mg/dL	Insulin, ng/dL	Cortisol, ng/mL	Triiodothyronine (T3), ng/mL	Tetraiodothyronine (T4), µg/dL
Palm oil	56.5 ^b	149.8	85.5 ^{ab}	1.31 ^b	5.40 ^b
Corn oil	59.9 ^a	145.4	89.2 ^a	1.41 ^a	6.05 ^a
Linseed oil	54.6 ^b	144.5	78.7 ^b	1.29 ^b	5.22 ^b
SEM	0.73	2.89	0.937	0.072	0.105
p-value	0.026	0.351	0.011	0.016	0.010

در هر ستون تفاوت میانگین های با حروف غیر مشابه معنی دار است ($P < 0.05$).

بحث

امگا-۶ است (۲۷)، که در برابر اکسیداسیون و افزایش سطح مالون دی آلدئید در غشای سلولی آسیب پذیر است. تغذیه با روغن ذرت سبب افزایش نسبت اسیدهای چرب امگا-۶ به امگا-۳ در غشای سلولی و افزایش سرعت پراکسیداسیون و سطح مالون دی آلدئید می شود (۲۸) علاوه بر این، اسیدهای چرب امگا-۶ سبب افزایش التهاب در کبد و سایر بافت ها می شود که در نهایت منجر به آسیب سلولی و بافتی و افزایش سطح مالون دی آلدئید می شود (۲۹)

یکی از شاخص های مهم برای تعیین وضعیت آنتی اکسیدانی در پلاسمای خون حیوانات سطح مالون دی آلدئید است (۲۳). غلظت مالون دی آلدئید در بره های دریافت کننده نمک کلسیمی روغن کتان کمتر از روغن ذرت بود. مالون دی آلدئید به عنوان محصول نهایی پراکسیداسیون لیپیدی تشکیل می شود و میزان پراکسیداسیون لیپیدی ناشی از رادیکال های آزاد با تعیین غلظت مالون دی آلدئید تعیین می شود (۲۶). افزایش سطح مالون دی آلدئید نشانگر افزایش استرس اکسیداتیو است (۲۳). روغن ذرت منبع غنی اسید لینولئیک، یک اسید چرب غیراشباع

پژوهش کنونی، افزودن روغن سبب افزایش فعالیت آنزیم های آنتی اکسیدانی در مطالعه Valls و همکاران (۳۷) و Drehmer و همکاران (۳۸) شد. در مطالعه این محققان افزودن روغن کتان و روغن زیتون سبب افزایش فعالیت آنزیمهای آنتی اکسیدانی در موش نسبت به روغن ذرت شده بود. دلیل افزایش فعالیت آنزیم های آنتی اکسیدانی در بره های دریافت کننده روغن کتان احتمالاً وجود اسیدهای چرب امگا-۳ و اثراتی است که این اسید چرب بر التهاب و بیان ژن ها دارد.

فعالیت آنزیمهای کبدی در پلاسمای خون بره های دریافت کننده روغن ذرت بیشترین و در پلاسمای خون بره های دریافت کننده روغن کتان و روغن پالم کمترین میزان بود. در توافق با یافته پژوهش کنونی، یک مطالعه متآنالیز (۳۹) نشان داد که مکمل روغن کتان سبب کاهش سطح پلاسمایی مالون دی آلدئید و افزایش قابل توجه سطح ظرفیت آنتی اکسیدانی شد. پیشنهاد شده است که روغن کتان گیرنده لیپوپروتئین با چگالی کم (LDL) و گیرنده گامای فعال شده با تکثیر پراکسی زوم (PPAR- γ) را تنظیم می کند. همچنین با ممانعت از قرار گرفتن این عوامل در معرض رادیکال های آزاد، غلظت مالون دی آلدئید را کاهش می دهد (۴۰). مکانیسم های دیگر برای اثر کاهش روغن کتان بر پراکسیداسیون غشاهای، تغییر در ترکیب پروستاگلاندین ها و کاهش التهاب است (۴۱). همچنین، روغن کتان می تواند بیان ژن فاکتور افزایش دهنده سلول های B فعال (NF-kB) را کاهش دهد و فعالیت NADPH اکسیداز را تعدیل کند (۴۲). مجموعه این عوامل سبب کاهش التهابات در بدن و کاهش تولید رادیکال های آزاد و در نهایت باعث کاهش پراکسیداسیون غشاهای و غلظت مالون دی آلدئید می شود. با کاهش غلظت مالون دی آلدئید غشای سلول های کبدی و ماهیچه ای حفظ می شود و آنزیم های موجود در سلول ها وارد خون نمی شود. دلیل کاهش فعالیت این آنزیم ها در خون احتمالاً ناشی از عوامل ذکر شده فوق است. بالاتر بودن فعالیت آسپارات آمینوترانسفراز و آلانین آمینوترانسفراز در پلاسمای خون بره های دریافت کننده روغن ذرت با سطح بالاتر مالون دی آلدئید مرتبط بود. سطح بالای مالون دی آلدئید در سلول های کبد منجر به پارگی غشای سلولی و آزاد شدن آنزیم های آنتی اکسیدانی مانند آسپارات آمینوترانسفراز

روغن کتان غنی از اسید آلفا-لینولنیک به عنوان یک اسید چرب امگا-۳ است و همچنین حاوی ترکیبات با خاصیت آنتی اکسیدانی مانند فیتواستروژن ها، پلاستوکرومانول-۸، کاروتنوئیدها، فیتواستروئول ها، فنول ها و لیگنان ها است (۳۰). روغن کتان به اکسیداسیون بسیار حساس است و محافظت آن به شکل نمک کلسیمی از پراکسید شدن قبل از تغذیه جلوگیری می کند. با توجه به اینکه در روغن کتان مقادیر زیادی مواد آنتی اکسیدان وجود دارد و اسید چرب امگا-۳ بیشتری نسبت به روغن ذرت دارد، غلظت مالون دی آلدئید کمتری در خون ایجاد کرده است (۳۱) بره های دریافت کننده روغن پالم ظرفیت آنتی اکسیدانی کل بیشتری نسبت به بره های دریافت کننده روغن ذرت داشتند. روغن پالم دارای ترکیبات آنتی اکسیدانی مانند کاروتنوئیدها، توکوفرول ها، توکوترینول ها و ترکیبات فنلی است و حاوی اسیدهای چرب اشباع بیشتر و اسید چرب غیراشباع کمتری نسبت به سایر روغن ها است (۱۷). تفاوتی بین روغن کتان و روغن پالم از نظر ظرفیت آنتی اکسیدانی کل و غلظت مالون دی آلدئید وجود نداشت. روغن کتان حاوی ترکیبات آنتی اکسیدانی مانند ویتامین E، فلاون ها و سایر اجزای فیتوشیمیایی است (۳۲)، و نقش اساسی در افزایش ظرفیت آنتی اکسیدانی کل ایفا می کند (۳۳). علاوه بر این، گزارش شده است روغن کتان می تواند بیان ژن ایزوپروستتان را افزایش دهد، که بیان ژن فاکتور هسته ای-اریتروئید ۲ (Nrf-۲) را القا می کند (۳۴). Nrf-۲ پروتئینی است که می تواند بیان ژن آنزیم های آنتی اکسیدانی را افزایش دهد که در سم زدایی گونه های فعال اکسیژن بسیار موثر است (۳۵). علاوه بر این، شواهدی وجود دارد که اسیدهای چرب امگا-۳ بر بیان سینتاکس-۳ (3-syntaxin) تأثیر می گذارد، که ممکن است با تحریک 3-syntaxin، پراکسیداسیون لیپیدی را کاهش دهد (۳۶). 3-Syntaxin یک پروتئین غشای سلولی است، که نقش مهمی در رشد سلول های عصبی دارد و همچنین به عنوان یک هدف مستقیم برای اسید آراشیدونیک (اسید چرب امگا-۶) عمل می کند. اسید آراشیدونیک پیش ساز پروستاگلاندین های سری ۲ و لکوترین های سری ۴ است که واسطه های بسیار فعال التهاب هستند (۳۶)

فعالیت آنزیم های آنتی اکسیدانی در گروه دریافت کننده روغن کتان بیشتر از دو گروه دیگر بود. همسو با یافته

افزایش کورتیزول خون می شود که متعاقب آن گلوکز خون نیز افزایش می یابد. مقاومت به انسولین نیز از اثرات التهاب در بدن است که می تواند سبب افزایش غلظت گلوکز خون شود (۴۵). در توافق با گزارش Waritz و همکاران (۱۹۹۶) غلظت هورمون های تیروئیدی با مصرف روغن ذرت افزایش یافت (۴۶). این محققان گزارش کردند مصرف روغن ذرت در موش، غلظت هورمون های تیروئیدی در خون افزایش می یابد. دلیل افزایش این هورمون ها ممکن است ناشی از اثرات التهابی اسیدهای چرب امگا-۶ بر بدن باشد که، سرعت متابولیسم طی التهاب و تولید گرما در بافت های تحت تاثیر آن هم افزایش می یابد (۴۵)

و آلانین آمینوترانسفراز در خون می شود. این اثر روغن ذرت بر وضعیت آنتی اکسیدانی و آنزیم های آمینوترانسفراز ممکن است مربوط به اسیدهای چرب امگا-۶ باشد که فرآیندهای التهابی را تحریک می کنند (۴۳). التهاب می تواند حساسیت بافت به آسیب و آنزیم های کبدی را در خون افزایش دهد (۴۴). استفاده از نمک کلسیمی روغن ذرت سبب افزایش غلظت گلوکز و هورمون های کورتیزول و تیروئیدی شد. اسیدهای چرب امگا-۶ سبب التهاب در بدن می شوند. نتایج این پژوهش با یافته های Fayt و همکاران (۲۰۰۸) موافق است (۴۵). دلیل این مشاهده می تواند به اسیدهای چرب امگا-۶ مربوط باشد. اسیدهای چرب امگا-۶ با ایجاد شرایط التهابی سبب افزایش تنش اکسیداتیو و

نتیجه گیری

روغن پالم نیز بر روغن ذرت ارجحیت دارد و هر چند سبب بهبود فعالیت آنزیم های آنتی اکسیدانی نشد ولی اثرات منفی بر کبد و هورمون های متابولیسمی نداشت

استفاده از نمک های کلسیمی روغن کتان در تغذیه نشخوارکنندگان بر نمک های کلسیمی روغن ذرت ارجحیت دارد و سبب بهبود شاخص های آنتی اکسیدانی و بهبود وضعیت کبد می شود. استفاده از نمک کلسیمی

References

1. Ponnampalam EN, Kiani A, Santhiravel S, Holman BW, Lauridsen C, Dunshea FR. The importance of dietary antioxidants on oxidative stress, meat and milk production, and their preservative aspects in farm animals: Antioxidant action, animal health, and product quality—Invited review. *Animals*. 2022; 12(23):3279. DOI: 10.3390/ani12233279.
2. Gallo A, Valsecchi C, Masseroni M, Cannas A, Ghilardelli F, Masoero F, Atzori AS. An observational study to verify the influence of different nutritional corn silage-based strategies on efficient use of dietary nutrients, faecal fermentation profile, and profitability in a cohort of intensive dairy farms. *Italian Journal of Animal Science*. 2022; 21(1):228-243. DOI:10.1080/1828051X.2022.2025932.
3. Ibrahim NA, Alimon AR, Yaakub H, Samsudin AA, Candyrine SC, Wan Mohamed WN, Md Noh A, Fuat MA, Mookiah S. Effects of vegetable oil supplementation on rumen fermentation and microbial population in ruminant: A review. *Tropical animal health and production*. 2021; 53:1-1. DOI: 10.1007/s11250-021-02863-4.
4. Hess BW, Moss GE, Rule DC. A decade of developments in the area of fat supplementation research with beef cattle and sheep. *Journal of Animal Science*. 2008; 86(suppl_14):E188-204. DOI: 10.2527/jas.2007-0546.
5. Emami A, Ganjkanlou M, Nasri MF, Zali A, Rashidi L, Sharifi M. Antioxidant status of dairy goats fed diets containing pomegranate seed oil or linseed oil. *Small Ruminant Research*. 2017; 153:175-9. DOI:10.1016/j.smallrumres.2017.06.018.
6. da Rosa e Silva PI, Zervoudakis JT, da Silva Cabral L, Hatamoto-Zervoudakis LK, da Freiria LB, e Silva YR, Paulino PV, Tsuneda PP, Possamai AJ. Effects of rumen-protected oil supplementation on finishing grazing beef cattle. *Tropical animal health and production*. 2020; 52:763-9.
7. Rahimi-Tari M, Sadeghi AA, Motamedi-Sedeh F, Aminafshar M, Chamani M. Effects of unprotected and calcium salts of palm and linseed oils on feed intake, total tract digestibility, ruminal degradation and fermentation in lambs. *Journal of Livestock Science & Technologies (JLST)*. 2023; 11(1).
8. Baumgard LH, Rhoads RP. Ruminant nutrition symposium: ruminant production and metabolic responses to heat stress. *Journal of Animal Science*. 2012; 90(6):1855-65. DOI: 10.2527/jas.2011-4675.
9. Coffel ED, Horton RM, De Sherbinin A. Temperature and humidity based projections of a rapid rise in global heat stress exposure during the 21st century. *Environmental Research Letters*. 2017; 13(1):014001. DOI : 10.1088/1748-9326/aaa00e.
10. Sariçiçek Z. The effects of climate change on animal nutrition, production and product quality and solution suggestions. *Black Sea Journal of Agriculture*. 2022; 5(4):491-509. DOI: 10.47115/bsagriculture.1169680.
11. Conte G, Ciampolini R, Cassandro M, Lasagna E, Calamari L, Bernabucci U, Abeni F. Feeding and nutrition management of heat-stressed dairy ruminants. *Italian Journal of Animal Science*. 2018; 17(3):604-20. DOI:10.1080/1828051X.2017.1404944.
12. de Medeiros EJ, de Cássia Ramos do Egypto Queiroga R, de Souza AG, de M. Cordeiro AM, de Medeiros AN, de Souza DL, Madruga MS. Thermal and quality evaluation of vegetable oils used in ruminant feed. *Journal of thermal analysis and calorimetry*. 2013; 112:1515-21. DOI:10.1007/s10973-012-2653-3.
13. Duckett SK, Andrae JG, Owens FN. Effect of high-oil corn or added corn oil on ruminal biohydrogenation of fatty acids and conjugated linoleic acid formation in beef steers fed finishing diets. *Journal of Animal Science*. 2002; 80(12):3353-60. DOI: 10.2527/2002.80123353x.
14. Suksombat W, Thanh LP, Meeprom C, Mirattanaphrai R. Effect of linseed oil supplementation on performance and milk fatty acid composition in dairy cows. *Animal Science Journal*. 2016; 87(12):1545-53. DOI: 10.1111/asj.12609.
15. Sergeant S, Rahbar E, Chilton FH. Gamma-linolenic acid, dihommo-gamma linolenic, eicosanoids and inflammatory processes. *European journal of pharmacology*. 2016;(15)785:77-86. DOI: 10.1016/j.ejphar.2016.04.020.
16. Thanh LP, Looor JJ, Mai DT, Hang TT. Effect of Fish Oil and Linseed Oil on Intake, Milk Yield and Milk Fatty Acid Profile in Goats. *Animals*. 2023; 13(13):2174. DOI: 10.3390/ani13132174.
17. Gómez-Cortés P, Gallardo B, Mantecón

- AR, Juárez M, De La Fuente MA, Manso T. Effects of different sources of fat (calcium soap of palm oil vs. extruded linseed) in lactating ewes' diet on the fatty acid profile of their suckling lambs. *Meat Science*. 2014; 96(3):1304-12. DOI: 10.1016/j.meatsci.2013.10.040.
18. Coleman DN, Rivera-Acevedo KC, Relling AE. Parturition fatty acid supplementation in sheep I. Eicosapentaenoic and docosahexaenoic acid supplementation do not modify ewe and lamb metabolic status and performance through weaning. *Journal of Animal Science*. 2018; 96(1):364-74. DOI: 10.1093/jas/skx012.
19. Asgari Safdar AH, Sadeghi AA, Chamani M. Effects of different fat sources (saturated and unsaturated) on reproductive performance and biological indices of ewes during flushing period. *Tropical animal health and production*. 2017; 49:1447-53. DOI: 10.1007/s11250-017-1346-0.
20. Metcalfe LD, Schmitz AA, Pelka JR. Rapid preparation of fatty acid esters from lipids for gas chromatographic analysis. *Analytical chemistry*. 1966; 38(3):514-5.
21. Paglia DE, Valentine WN. Studies on the quantitative and qualitative characterization of erythrocyte glutathione peroxidase. *The Journal of laboratory and clinical medicine*. 1967; 70(1):158-69.
22. Marklund S, Marklund G. Involvement of the superoxide anion radical in the autoxidation of pyrogallol and a convenient assay for superoxide dismutase. *European journal of biochemistry*. 1974; 47(3):469-74. doi: 10.1111/j.1432-1033.1974.tb03714.x. PMID: 4215654.
23. Draper HH, Hadley M. [43] Malondialdehyde determination as index of lipid Peroxidation. *Methods in Enzymology*. 1990;186:421-31. doi: 10.1016/0076-6879(90)86135-i. PMID: 2233309
24. Benzie IF, Strain JJ. The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of "antioxidant power": the FRAP assay. *Analytical biochemistry*. 6-70: (1)239; 1996. DOI: 10.1006/abio.1996.0292.
25. Steel RG, Torrie JH. Principles and procedures of statistics: a biometrical approach. New York, NY, USA: McGraw-Hill; 1986.
26. Ayala A, Muñoz ME, Argüelles S. Lipid peroxidation: production, metabolism, and signaling mechanisms of malondialdehyde and 4-hydroxy-2-nonenal. *Oxidative medicine and cellular longevity*. 2014; 2014:360438. DOI: 10.1155/2014/360438.
27. Hales KE, Foote AP, Brown-Brandl TM, Freetly HC. The effects of feeding increasing concentrations of corn oil on energy metabolism and nutrient balance in finishing beef steers. *Journal of Animal Science*. 2017; 95(2):939-48. DOI: 10.2527/jas.2016.0902.
28. Domitrović R, Tota M, Milin V. Oxidative stress in mice: effects of dietary corn oil and iron. *Biological trace element research*. 2006; 113:177-91. DOI: 10.1385/BTER:113:2:177.
29. Sears B, Saha AK. Dietary control of inflammation and resolution. *Frontiers in Nutrition*. 2021; 8:709435. DOI: 10.3389/fnut.2021.709435.
30. Kyselka J, Rabiej D, Dragoun M, Kreps F, Burčová Z, Němečková I, Smolová J, Bjelková M, Szydłowska-Czerniak A, Schmidt Š, Šarman L. Antioxidant and antimicrobial activity of linseed lignans and phenolic acids. *European Food Research and Technology*. 2017; 243:1633-44. DOI:10.1007/s00217-017-2871-9.
31. Scarpa G, Tarricone S, Ragni M. Carcass composition, meat quality and sensory quality of gentile di puglia light lambs: Effects of dietary supplementation with oregano and linseed. *Animals*. 2021; 11(3):607. DOI: 10.3390/ani11030607.
32. Sembratowicz I, Ziȳba G, Cholewinska E, Czech A. Effect of dietary flaxseed oil supplementation on the redox status, haematological and biochemical parameters of horses' blood. *Animals*. 2020; 10(12):2244. DOI: 10.3390/ani10122244.
33. Goyal A, Sharma V, Upadhyay N, Gill S, Sihag M. Flax and flaxseed oil: an ancient medicine & modern functional food. *Journal of food science and technology*. 2014; 51(9):1633-53. DOI: 10.1007/s13197-013-1247-9.
34. Shi XC, Jin A, Sun J, Yang Z, Tian JJ, Ji H, Yu HB, Li Y, Zhou JS, Du ZY, Chen LQ. γ-lipoic acid ameliorates n-3 highly-unsaturated fatty acids induced lipid peroxidation via regulating antioxidant defenses in grass carp (*Ctenopharyngodon idellus*). *Fish & Shellfish Immunology*. 2017; 67:359-67. DOI: 10.1016/j.fsi.2017.06.036.
35. Gao L, Wang J, Sekhar KR, Yin H, Yared NF, Schneider SN, Sasi S, Dalton TP, Anderson ME, Chan JY, Morrow JD. Novel n-3 fatty acid

oxidation products activate Nrf2 by destabilizing the association between Keap1 and Cullin3. *Journal of Biological Chemistry*. 2007 Jan 26;282(4):2529-37. DOI:10.1074/jbc. M607622200.

36. Darios F, Davletov B. Omega-3 and omega-6 fatty acids stimulate cell membrane expansion by acting on syntaxin 3. *Nature*. 2006 Apr 6;440(7085):813-7. DOI: 10.1038/nature04598.

37. Valls V, Goicoechea M, Muñoz P, Saez GT, Cabo JR. Effect of corn oil and vitamin E on the oxidative status of adipose tissues and liver in rat. *Food Chemistry*. 2003; 81(2):281-6. DOI: 10.1016/S0308-8146(02)00425-9.

38. Drehmer E, Navarro-Moreno MÁ, Carrera-Juliá S, Moreno ML. A comparative study between olive oil and corn oil on oxidative metabolism. *Food & Function*. 2022;13(13):7157-67. https://doi.org/10.1039/D2FO00919F

39. Musazadeh V, Jafarzadeh J, Keramati M, Zarezadeh M, Ahmadi M, Farrokhian Z, Ostadrahimi A. Flaxseed oil supplementation augments antioxidant capacity and alleviates oxidative stress: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Evidence-based Complementary and Alternative Medicine*. 2021 Sep 3;2021:4438613. DOI: 10.1155/2021/4438613.

40. Elimam H, Ramadan BK. Comparative study of the possible prophylactic and curative effects of flaxseed oil on the lipid profile and antioxidant status of hyperlipidaemic rats. *J Appl Pharm*. 2018; 10(257):2. DOI:10.4172/1920-4159.1000257.

41. Heshmati J, Morvaridzadeh M, Maroufizadeh S, Akbari A, Yavari M, Amirinejad A, Maleki-Hajiagha A, Sepidarkish M. Omega-3 fatty acids

supplementation and oxidative stress parameters: A systematic review and meta-analysis of clinical trials. *Pharmacological research*. 2019; 149:104462. DOI: 10.1016/j.phrs.2019.104462.

42. Han H, Yan P, Chen L, Luo C, Gao H, Deng Q, Zheng M, Shi Y, Liu L. Flaxseed oil containing α -linolenic acid ester of plant sterol improved atherosclerosis in apoE deficient mice. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*. 2015;2015:958217. doi: 10.1155/2015/958217. Epub 2015 Jun 9. PMID: 26180602; PMCID: PMC4477243.

43. Berton G, Minuti A, Trevisi E. Immune system, inflammation and nutrition in dairy cattle. *Animal Production Science*. 2015; 55(7):943-8. DOI: 10.1071/AN14863.

44. Aminoroaya K, AA S, Ansari-Pirsaraei Z, KASHA N. The effects of cyclical higher incubation temperatures on body and organs weights, thyroid hormones and HSP70 gene expression of newly hatched broiler chicks. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*. 2016; 22(4).

45. Fayt J, Dotreppe O, Hornick JL, Istasse L. Spelt, an ancient cereal and first pressure linseed oil as ingredients of compound feedstuffs for modern horse feeding. *Journal of animal physiology and animal nutrition*. 2008; 92(3):303-9. DOI: 10.1111/j.1439-0396.2007.00772.x.

46. Waritz RS, Steinberg M, Kinoshita FK, Kelly CM, Richter WR. Thyroid function and thyroid tumors in toxaphene-treated rats. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*. 1996; 24(2):184-92. DOI: 10.1006/rtph.1996.0124.