

بررسی سطوح مختلف بذر کتان بر عملکرد و برخی فراسنجه‌های خونی در جوجه‌های گوشتی

• مجتبی حقیقت*^۱، حسین عمرانی^۲، حمیدرضا خدایی^۱، سهیل میرحبیبی^۱

۱- عضو هیات علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد گلپایگان.

۲- عضو هیات علمی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، موسسه تحقیقات علوم دامی کشور، ایران، کرج.

تاریخ دریافت: اسفند ۱۳۹۹ تاریخ پذیرش: خرداد ۱۴۰۰

شماره تماس نویسنده مسئول: ۹۱۳۳۱۷۶۱۴۸.

Email: haghghat@giau.ac.ir

شناسه دیجیتال (DOI): 10.22092/ASJ.2021.353870.2136

چکیده

این پژوهش به منظور بررسی اثرات سطوح مختلف بذر کتان بر عملکرد و برخی فراسنجه‌های خونی در جوجه‌های گوشتی انجام شد. بدین منظور تعداد ۱۹۲ قطعه جوجه گوشتی یک‌روزه سویه راس ۳۰۸ در ۱۶ واحد آزمایشی (هر واحد آزمایشی ۱۲ پرنده) با ۴ تیمار و ۴ تکرار استفاده شد. تیمارهای آزمایشی شامل: (۱) جیره بر پایه ذرت و سویا، (شاهد) (۲) جیره دارای ۲/۵ درصد بذر کتان، (۳) جیره دارای ۵ درصد بذر کتان و (۴) جیره دارای ۷/۵ درصد بذر کتان بود. صفات عملکردی به صورت دوره‌ای اندازه‌گیری شد. در سنین ۲۱ و ۴۲ روزگی به منظور اندازه‌گیری برخی فراسنجه‌های سرم خون‌گیری انجام شد. نتایج آزمایش نشان داد که استفاده از سطح ۷/۵ درصد بذر کتان در جیره سبب کاهش معنی‌دار افزایش وزن روزانه شد ($P < 0/05$). استفاده از سطح ۵ درصد بذر کتان در جیره جوجه‌های گوشتی در این پژوهش موجب کاهش فعالیت آنزیم‌های گلوکاتیون پراکسیداز، سوپراکسید دیسموتاز و کاتالاز شد ($P < 0/05$). بر اساس نتایج این پژوهش، استفاده از ۵ درصد بذر کتان در جیره جوجه‌های گوشتی پیشنهاد می‌شود.

Animal Science Journal (Pajouhesh & Sazandegi) No 133 pp: 117-128

Evaluation of different levels of flaxseed on performance and some blood parameters in broilers

By: Mojtaba Haghghat¹, Hosein Emrani², Hamidreza Khodaei¹, Soheil Mirhabibi¹,

1-Assistant professor of Animal Science, Faculty of Agriculture, Islamic Azad University, Golpayegan Branch

2-Animal science research institute of Iran

Received: March 2021

Accepted: June 2021

This current study was performed to evaluation of the effects of flaxseed on performance and some blood parameters in broilers. One hundred ninety-two one day-old Ross 308 broilers in 16 experimental units (12 birds in each experimental unit) were used with 4 treatments and 4 replications. Treatments include Treatment 1: Diet based on corn and soybean meal. 2) Diet with 2.5% flaxseed. 3) Diet with 5% flaxseed. 4) Diet with 7.5% flaxseed. Functional traits were measured periodically. Blood samples were taken at 21 and 42 days of age to measure some blood parameters. The results showed that the use of 7.5% flaxseed in the diet caused a significantly ($P < 0.05$) decrease in daily weight gain (DWG). Inclusion of 5% flaxseed in diet significantly reduced glutathione peroxidase, superoxide dismutase and catalase enzymes activities ($P < 0.05$). Based on the results of this study, dietary inclusion of 5% flaxseed in broilers diets is recommended.

Key words: Flaxseed, Broiler, Glutathione Peroxidase, Superoxide Dismutase, Catalase.

مقدمه

گیاهی، اسیدهای چرب امگا ۶- بیشتر از نوع امگا ۳- است. اسید لینولئیک و اسید آلفا لینولئیک پیش‌ساز سایر اسیدهای چرب ضروری بوده و برای حفظ سلامتی باید مصرف این دو در غذای روزانه در حد کافی باشد. اسید آلفا لینولئیک در بدن به اسید ایکوزا پنتانوئیک^۳ و اسید دوکوزاهگزانوئیک^۴ تبدیل می‌شود. همان‌طور که ذکر شد دانه بزرگ منبع غنی از پیش‌ساز لیگنان است. لیگنان‌ها متعلق به طبقه فیتو استروژن‌ها بوده و ساختمانی مشابه استروژن انسان دارند. فیتواستروژن‌ها از بدن در برابر بیماری‌هایی مثل سرطان سینه و پوکی استخوان محافظت می‌کنند. البته میزان آن در صورت تصفیه شدن روغن، کاهش می‌یابد (خواجه پور، ۱۳۷۰). نسبت اسید چرب امگا-۶ به امگا-۳ در روغن‌های گیاهی یکی از شاخص‌های شناخت کیفیت آن به شمار می‌رود. تغییر در ترکیب اسیدهای چرب گوشت طیور از طریق وارد کردن اسیدهای چرب امگا-۳ و ۶ به جیره امکان‌پذیر است (Hocquette و همکاران ۲۰۰۵، Al-Yasiry و همکاران ۲۰۱۷). این در حالی است که در اکثر گوشت طیور نسبت اسید

بذر کتان که به آن تخم بزرک هم می‌گویند، منبعی سرشار از مواد مغذی همچون فیبر، منیزیوم، ویتامین B₁، اسید چرب آلفا لینولئیک، و اسید چرب امگا ۳ است. بذر کتان منبعی برای چربی سالم، آنتی‌اکسیدان و فیبر است (خواجه پور، ۱۳۷۰). دانه کتان منبع غنی از چربی (۳۰ تا ۳۵ درصد) و حاوی اسیدهای چرب سودمند است؛ به طوری که حدود ۵۰ درصد اسیدهای چرب آن، اسیدهای چرب امگا ۳ (آلفا لینولئیک اسید^۱ و آلفا لینولئیک اسید^۲) است (Mostafa و همکاران، ۲۰۰۳). این دانه همچنین منبع خوب لیگنان (اجزای فیتو استروژنیک)، فیبر رژیمی پروتئینی، مواد معدنی و ویتامین‌ها است. علاوه بر این، کنجاله دانه بزرک (دانه روغن‌گیری شده) خود یک منبع پروتئینی مناسب برای تغذیه حیوانات اهلی است که در کشورهای توسعه‌یافته از آن استفاده می‌شود (Oomah، ۲۰۰۱؛ Al-Yasiry و همکاران، ۲۰۱۷). دانه بزرک دارای مقادیر بالایی اسید چرب غیر اشباع بوده و اسیدهای چرب غیر اشباع آن اغلب از نوع امگا-۶ و امگا-۳ به نسبت ۰/۳۰ به ۱ است. این در حالی است که در اغلب روغن‌های

¹ alpha linolenic acid

² alpha-linolenic acid

³ Eicosapentaenoic acid (EPA)

⁴ Docosahexaenoic acid (DHA)

وجود داشت. در این پژوهش برای همه تیمارها در هر دوره از جیره‌ای با انرژی و پروتئین یکسان استفاده شد (جدول ۱). تغذیه همه جوجه‌ها تا سن هفت‌روزگی با یک جیره یکسان انجام شد. تیمارهای آزمایشی از هفت‌روزگی به بعد بر جوجه‌ها اعمال شد. برآورد نیاز مواد مغذی پرنده‌ها بر اساس جدول استاندارد مواد غذایی سویه‌ای بود که با استفاده از نرم افزار جیره نویسی آمینو فید^۷ جیره نویسی انجام شد. تیمارهای آزمایشی شامل: (۱) جیره بر پایه ذرت و سویا (شاهد، ۲) جیره دارای ۲/۵ درصد بذرکتان، (۳) جیره دارای ۵ درصد بذرکتان و (۴) جیره دارای ۷/۵ درصد بذرکتان بود. جیره‌ها در دوره رشد و پایانی در اختیار پرنده قرار گرفت (جدول ۱). جهت فرموله کردن جیره ابتدا سه جزء اصلی جیره یعنی ذرت (برزیل)، کنجاله سویا (آرژانتین) و بذرکتان (قزاقستان) تهیه شد (از شرکت آوا تجارت صبا). مقدار ماده خشک، پروتئین خام، لیاف خام، چربی خام و خاکستر و انرژی خام در آزمایشگاه تجزیه مواد خوراکی با استفاده از سیستم AOAC (۱۹۹۰) تعیین شده و با استفاده از فرمول‌های موجود (NRC ۱۹۹۴) انرژی قابل متابولیسم به دست آمد که در جیره نویسی از آن‌ها استفاده شد (جدول ۲). مدیریت پرورش جوجه‌ها بر اساس راهنمای پرورش سویه مربوطه انجام شد و در طول آزمایش خوراک و آب به صورت دسترسی آزاد در اختیار پرندگان قرار گرفت. توزین پرندگان و خوراک مصرفی به صورت دوره‌ای انجام شد.

چرب امگا-۶ به امگا-۳ بیشتر از ۱۵ است، اما در گوشت سالم این نسبت بیشتر از ۴ نیست (Simopoulos, ۲۰۰۲)، بنابراین بهترین راه کار برای بهبود این نسبت، افزایش میزان اسیدهای چرب امگا-۳ در گوشت طیور از طریق وارد کردن این نوع اسیدهای چرب در جیره است. یکی از راهکارهای افزایش اسیدچرب امگا-۳ در محصولات طیوری، اعم از تخم مرغ و گوشت، مصرف دانه کتان یا روغن کتان در جیره است (Wood و همکاران، ۲۰۰۳؛ Isabel و همکاران، ۲۰۰۳). برخی مطالعات نشان داده که مصرف زیاد بذرکتان و یا روغن حاصل از آن در مرغان تخم گذار باعث وارد شدن آسیب به کبد^۵ می شود (Grobas و همکاران، ۲۰۰۷). باور دانشمندان بر این است که این عارضه به احتمال زیاد به خاطر افزایش سطح اکسیداسیون چربی‌های غیراشباع نظیر ALA^۶ رخ می دهد (Apperson و Cherian، ۲۰۱۷). اکسیداسیون چربی‌ها تولید یکسری از محصولات ثانویه را افزایش می دهد. این محصولات عمدتاً آلدئیدها بوده و توانایی زیادی در ایجاد آسیب‌های اکسیداتیو دارند (Sohal و همکاران، ۲۰۰۲). ویژگی طول عمر و واکنش پذیری بالای این محصولات سبب شده است تا بتوانند در داخل و خارج از سلول عمل کنند (Rosiak، ۲۰۱۸). تمایل بالا به واکنش‌های برگشتناپذیر با مولکول‌های زیستی مانند اسیدهای نوکلئیک و پروتئین‌ها موجب آسیب رسیدن به مکانیسم‌های ظریف در عملکرد سلول شود. مالون‌دی‌آلدئید یک محصول اصلی حاصل از پراکسیداسیون اسیدهای چرب دارای چند پیوند دوگانه است که بسیار مورد مطالعه قرار گرفته است (Del Rio، ۲۰۰۵). لذا هدف از این پژوهش بررسی اثرات مصرف بذرکتان بر روی شاخص‌های تنش اکسیداسیون در بدن جوجه‌های گوشتی است.

مواد و روش‌ها

تعداد ۱۹۲ قطعه جوجه گوشتی یک‌روزه سویه راس ۳۰۸ در ۱۶ واحد آزمایشی (هر واحد آزمایشی ۱۲ پرنده) توزیع شدند. از زمان ورود جوجه تا پایان آزمایش سه دوره آغازین (۷-۱ روزگی) و رشد (۲۱-۸ روزگی) و پایانی (۴۲-۲۲) پرورشی

⁵ liver hemorrhage

⁶ α -Linolenic acid

⁷ AminoFeed

جدول ۱- فرمول جیره های غذایی و ترکیب مواد مغذی موجود در جیره ها

پایانی		رشد						آغازین		اجزاء جیره (درصد)
تیمار ۴	تیمار ۳	تیمار ۲	تیمار ۱	تیمار ۴	تیمار ۳	تیمار ۲	تیمار ۱	تیمار ۴	تیمار ۳	
۶۰/۷۹	۶۱/۶۵	۶۲/۵۳	۶۳/۳۹	۵۴/۳۱	۵۵/۳۸	۵۶/۴۴	۵۷/۵	۵۳/۴		ذرت
۲۵/۶۳	۲۶/۷۸	۲۷/۹۲	۲۹/۰۶	۳۱/۳۸	۳۲/۳۷	۳۳/۳۶	۳۴/۳۵	۴۰/۷۹		سویا
۱/۹۳	۲/۴۴	۲/۹۵	۳/۴۶	۲/۴	۲/۸۵	۳/۳	۳/۷۵	۱		روغن سویا
۷/۵	۵	۲/۵	-	۷/۵	۵	۲/۵	-	-		بذر کتان
۱/۰۶	۱/۰۶	۱/۰۶	۱/۰۶	۱/۰۶	۱/۰۷	۱/۰۸	۱/۰۹	۱/۶		کربنات کلسیم
۱/۶	۱/۶۱	۱/۶۲	۱/۶۴	۱/۷۶	۱/۷۶	۱/۷۶	۱/۷۶	۱/۷۲		دی کلسیم فسفات
۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵		مکمل ویتامینی*
۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵		مکمل معدنی*
۰/۳۱	۰/۳۱	۰/۳۱	۰/۳۲	۰/۳۲	۰/۳۲	۰/۳۳	۰/۳۳	۰/۲۵		نمک
۰/۲۹	۰/۲۷	۰/۲۵	۰/۲۳	۰/۳۱	۰/۳	۰/۲۹	۰/۲۹	۰/۴۴		متیونین
۰/۱۹	۰/۱۸	۰/۱۷	۰/۱۵	۰/۲۴	۰/۲۳	۰/۲۲	۰/۲۱	۰/۱		لازین
۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۴	۰/۰۴	۰/۰۷	۰/۰۷	۰/۰۷	۰/۰۷	۰/۰۵		ترئونین
۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱		جوش شیرین
۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵		آنزیم برگازیم

مواد مغذی محاسبه شده

انرژی قابل متابولیسم (Kcal/kg)	۲۹۵۰	۳۰۰۰	۳۰۰۰	۳۰۰۰	۳۰۰۰	۳۰۰۰	۳۰۰۰	۳۰۵۵	۳۰۵۵	۳۰۵۵	۳۰۵۵
پروتئین خام (%)	۲۳	۲۱/۵۴	۲۱/۵۴	۲۱/۵۴	۲۱/۵۴	۲۱/۵۴	۲۱/۵۴	۱۹/۰۹	۱۹/۰۹	۱۹/۰۹	۱۹/۰۹
متیونین (%)	۰/۵۰	۰/۴۳	۰/۴۳	۰/۴۳	۰/۴۳	۰/۴۳	۰/۴۳	۰/۴۰	۰/۴۰	۰/۴۰	۰/۴۰
لیزین (%)	۱/۴	۱/۲	۱/۲	۱/۲	۱/۲	۱/۲	۱/۲	۱/۰۵	۱/۰۵	۱/۰۵	۱/۰۵

* مکمل های ویتامینی و معدنی استفاده شده در این تحقیق در هر کیلوگرم جیره، مقادیر زیر را تأمین نمود: ۸۴۰۰ واحد بین المللی ویتامین آ، ۱۸۰۰۰ واحد بین المللی ویتامین د، ۳۰۰ میلی گرم ویتامین ای، ۲۴ میلی گرم ویتامین ک، ۱۸ میلی گرم ویتامین ب۶، ۳۶ میلی گرم ویتامین ب۱۲، ۳۶۰۰ میلی گرم ویتامین نیاسین، ۱۲۰ میلی گرم ویتامین اسید پانتوتیک، ۱/۲ میلی گرم ویتامین اسید فولیک، ۹۰۰ میلی گرم ویتامین کولین، ۲۸/۸ میلی گرم کلسیم، ۱۹/۱ میلی گرم فسفر، ۶۰۰ میلی گرم منگنز، ۳۰۰ میلی گرم آهن، ۴۸۰ میلی گرم روی، ۶۰ میلی گرم مس، ۱/۵ میلی گرم کبالت و ۹ میلی گرم ید.

جدول ۲- تجزیه شیمیایی ذرت، کنجاله سویا و بذر کتان

ماده خوراکی	ماده خشک (%)	پروتئین خام (%)	الیاف خام (%)	عصاره اتری (%)	خاکستر (%)	انرژی خام (kcal/kg)
ذرت	۸۸/۲۱	۸/۷۲	۲/۱۸	۴/۳۶	۱/۷۹	۴۵۴۶/۸۸
کنجاله سویا (۴۴٪)	۹۱/۸۷	۴۴/۱۹	۶/۲۰	۱/۴۳	۵/۹۴	۴۶۱۴/۱۰
بذر کتان	۹۰/۵۰	۲۰/۲۰	۶/۵	۸/۵۸	۲/۱	۳۹۱۵/۶۹

کتان کمترین مقدار افزایش وزن روزانه را داشت (جدول ۳). در دوره ۲۲ تا ۴۲ روزگی بالاترین مقدار افزایش وزن روزانه در تیمار شاهد مشاهده شد که به طور معنی داری بالاتر از سایر تیمارها بود ($P < 0/05$) و بین سطوح مختلف بذر کتان اختلاف معنی داری مشاهده نشد ($P > 0/05$). در کل دوره آزمایش نیز بالاترین افزایش وزن روزانه در تیمار شاهد مشاهده شد و کمترین آن در تیمار دارای ۷/۵ درصد بذر کتان مشاهده شد. سایر تیمارها بین این دو مقدار قرار داشتند (جدول ۵). در دوره ۸ تا ۲۱ روزگی از نظر صفت ضریب تبدیل غذایی اختلاف معنی داری بین تیمارها مشاهده شد ($P < 0/05$). پایین ترین ضریب تبدیل غذایی در تیمارهای شاهد و ۲/۵ درصد بذر کتان مشاهده شد و بالاترین مقدار ضریب تبدیل غذایی در تیمار ۷/۵ درصد بذر کتان مشاهده شد. تیمار ۵ درصد بذر کتان بین این دو مقدار قرار داشت. در دوره ۲۲ تا ۴۲ روزگی تفاوت معنی داری بین تیمارها از نظر ضریب تبدیل غذایی مشاهده نشد ($P > 0/05$). هرچند از نظر عددی و غیر معنی دار ضریب تبدیل غذایی در تیمار دارای ۷/۵ درصد بذر کتان بالاتر از سایر تیمارها بود. در کل دوره آزمایش بالاترین مقدار ضریب تبدیل غذایی در تیمار ۷/۵ درصد بذر کتان مشاهده شد که به طور معنی داری بالاتر از سایر تیمارها بود ($P < 0/05$). ضریب تبدیل تیمارهای شاهد، ۲/۵ و ۵ درصد بذر کتان در کل دوره آزمایش تفاوت معنی داری نشان نداد (جدول ۵).

در سنین ۲۱ و ۴۲ روزگی دوره پرورش، از هر تکرار دو پرندۀ از میانگین وزن انتخاب شد و مقدار ۲ میلی لیتر خون از بال (سیاهرگ وداج) گرفته شد. به منظور جلوگیری از انعقاد از ماده ضد انعقاد هپارین استفاده شد و سپس برای اندازه گیری قدرت آنتی اکسیدانی پلازما از روش^۸ FRAP^۸ توصیف شده توسط بنزی و استرین^۹ (۱۹۹۶) و برای اندازه گیری فعالیت گلوکاتیون پراکسیداز از روش توصیف شده توسط ماتس^{۱۰} و همکاران (۲۰۰۰) استفاده شد. اندازه گیری فعالیت آنزیم های سوپراکسید دیسموتاز، اندازه گیری و کاتالاز و اندازه گیری غلظت کلسترول (با استفاده از کیت های اختصاصی شرکت پارس آزمون در آزمایشگاه انجام شد. تجزیه و تحلیل داده های عملکرد با استفاده از روش تجزیه کوواریانس و رویه GLM با استفاده از نرم افزار SAS انجام شد (SAS، ۲۰۰۳)؛ به این ترتیب که داده های ۱ تا ۷ روزگی به عنوان متغیر کمکی (کوواریت) برای دوره های ۸ تا ۲۱، ۲۲ تا ۴۲ و کل دوره روزگی در نظر گرفته شد. مقایسه میانگین داده های عملکردی به روش توکی در سطح آماری ۵ درصد انجام شد. تجزیه و تحلیل صفات خونی هم با نرم افزار آماری SAS انجام گرفت و برای مقایسه میانگین ها از آزمون دانکن در سطح آماری ۵ درصد استفاده شد.

نتایج و بحث

اثر متغیر کوواریت بر صفات عملکردی در دو دوره ۸ تا ۲۱-۲۲ تا ۴۲ و کل دوره روزگی معنی دار نبود ($P > 0/05$). در دوره ۸ تا ۲۱ و ۸ تا ۴۲ روزگی از نظر صفت میزان خوراک مصرفی اختلاف معنی داری بین تیمارها وجود داشته ($P < 0/05$) و بالاترین مقدار خوراک مصرفی در تیمار شاهد و کمترین آن در تیمار ۷/۵ درصد بذر کتان مشاهده شد (جدول ۳ و ۵). سایر تیمارها بین این دو مقدار قرار داشتند و اختلاف معنی داری بین سطوح ۲/۵ با ۵ درصد مشاهده نشد ($P > 0/05$). در دوره ۲۲ تا ۴۲ روزگی اثرات تیمارها بر خوراک مصرفی معنی دار نبود (جدول ۴). در دوره ۸ تا ۲۱ روزگی افزایش وزن روزانه در تیمار شاهد و سطح ۲/۵ درصد بذر کتان بالاترین مقدار بود ($P < 0/05$) و سطح ۷/۵ درصد بذر

^۸Ferric Reducing Ability of Plasma (FRAP)

^۹ Benzie and Strain

^{۱۰} Matés

جدول ۳- اثر سطوح مختلف بذر کتان بر صفات عملکردی جوجه های گوشتی در مرحله اول (۸ تا ۲۱ روزگی)

تلفات	ضریب تبدیل غذایی	افزایش وزن روزانه (گرم)	خوراک مصرفی روزانه (گرم)	تیمارها
۱/۰۵	۱/۳۷۸ ^c	۶۰/۴۹ ^a	۸۳/۲۷ ^a	شاهد
۱/۱۰	۱/۳۶۱ ^c	۵۹/۲۵ ^a	۸۰/۶۶ ^b	سطح ۲/۵ درصد بذر کتان
۰/۹۸	۱/۴۷۶ ^b	۵۴/۷۷ ^b	۸۰/۷۸ ^b	سطح ۵ درصد بذر کتان
۰/۸۷	۱/۵۸۶ ^a	۴۹/۴۹ ^c	۷۸/۶۱ ^c	سطح ۷/۵ درصد بذر کتان
۰/۰۳	۰/۰۱۵	۰/۴۰۰	۰/۴۷	SEM
۰/۰۶۷	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	p-value

حروف مشابه در هر ستون بیانگر عدم وجود اختلاف معنی دار در سطح معنی داری ۰/۰۵ است.

جدول ۴- اثر سطوح مختلف بذر کتان بر صفات عملکردی جوجه های گوشتی در مرحله دوم (۲۲ تا ۴۲ روزگی)

تلفات	ضریب تبدیل غذایی	افزایش وزن روزانه (گرم)	خوراک مصرفی روزانه (گرم)	تیمارها
۲/۰۷ ^a	۲/۰۰۵	۵۱/۹۹ ^a	۱۰۱/۵۲	شاهد
۲/۱۳ ^a	۲/۱۱۴	۴۸/۳۲ ^b	۱۰۱/۱۵	سطح ۲/۵ درصد بذر کتان
۲/۰۰ ^a	۲/۰۹۹	۴۸/۰۴ ^b	۱۰۱/۱۶	سطح ۵ درصد بذر کتان
۱/۵۵ ^b	۲/۲۷۰	۴۳/۹۴ ^b	۱۰۱/۸۵	سطح ۷/۵ درصد بذر کتان
۰/۰۳	۰/۰۶۹	۲/۷۴	۰/۷۸۴	SEM
۰/۰۰۳	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۷۸	p-value

حروف مشابه در هر ستون بیانگر عدم وجود اختلاف معنی دار در سطح معنی داری ۰/۰۵ است.

جدول ۵- اثر سطوح مختلف بذر کتان بر صفات عملکردی جوجه های گوشتی در پایان دوره (۸ تا ۴۲ روزگی)

تلفات	ضریب تبدیل غذایی	افزایش وزن روزانه (گرم)	خوراک مصرفی روزانه (گرم)	تیمارها
۳/۴۷ ^a	۱/۶۷۰ ^b	۵۲/۳۰ ^a	۸۷/۲۹ ^a	شاهد
۳/۴۳ ^a	۱/۷۳۰ ^b	۵۰/۶۷ ^b	۸۷/۴۷ ^{ab}	سطح ۲/۵ درصد بذر کتان
۳/۳۳ ^a	۱/۷۲۴ ^b	۵۱/۰۰ ^{ab}	۸۷/۷۶ ^{ab}	سطح ۵ درصد بذر کتان
۳/۲۵ ^b	۱/۷۹۳ ^a	۴۹/۱۱ ^c	۸۸/۱۹ ^b	سطح ۷/۵ درصد بذر کتان
۰/۰۳۱	۰/۰۴۵	۱/۳۲	۰/۷۵	SEM
۰/۰۰۱	۰/۰۳۱	۰/۰۴۴	۰/۰۲۸	p-value

حروف مشابه در هر ستون بیانگر عدم وجود اختلاف معنی دار در سطح معنی داری ۰/۰۵ است.

درصد بذرکتان موجب کاهش تلفات شده است را می‌توان کاهش سطح فعالیت آنزیم‌های گلوکوتاتیون پراکسیداز، سوپر اکسید دیسموتاز و حتی کاتالاز دانست که نشان‌دهنده کاهش تنش اکسیداتیو در این تیمار است.

نتایج حاصل از اندازه‌گیری فراسنجه‌های بیوشیمیایی خون جوجه‌ها در نتیجه تأثیر سطوح مختلف بذرکتان در سن ۲۱ روزگی در جدول ۶ ارائه شده است. استفاده از سطوح ۵ و ۷/۵ درصد بذرکتان در جیره سبب کاهش معنی‌دار در فعالیت آنزیم گلوکوتاتیون پراکسیداز نسبت به تیمار شاهد شد ($P < 0/05$). بالاترین میزان فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز در تیمارهای شاهد و ۲/۵ درصد بذرکتان مشاهده شد که به‌طور معنی‌داری بالاتر از تیمار ۵ درصد بذرکتان بود ($P < 0/05$). روند فعالیت آنزیم کاتالاز در تیمارهای مختلف مشابه آنزیم گلوکوتاتیون پراکسیداز بود. بالاترین فعالیت آنزیم کاتالاز در تیمار شاهد مشاهده شد که به‌طور معنی‌داری بالاتر از تیمارهای سطوح ۵ و ۷/۵ درصد بذرکتان بود ($P < 0/05$). بالاترین مقدار کلسترول خون در تیمار شاهد مشاهده شد که به‌طور معنی‌داری بالاتر از تیمارهای ۲/۵ و ۵ درصد بذرکتان بود ($P < 0/05$). در رابطه با میزان کلسترول موجود در خون (و تخم‌مرغ) کیفیت چربی‌ها بیشتر از مقدار آن‌ها اثر گذار است. در جیره‌های دارای بذرکتان به‌واسطه بالا بودن اسیدهای چرب امگا- موجود در بذرکتان، مقدار اسید چرب امگا-۳ در جیره بالاتر از تیمار شاهد است و بالا بودن اسیدهای چرب امگا-۳ مقدار جذب کلسترول را کاهش می‌دهد. به‌طوری‌که گزارش شده است که زمانی که اسید چرب امگا-۳ موجود در جیره ۳ درصد افزایش یابد، مقدار کلسترول موجود در زرده تخم-مرغ تا ۱۵ درصد کاهش می‌یابد (Lin و Pratt، ۱۹۹۲). از نظر مقدار آنتی‌اکسیدان کل خون در تیمارهای مختلف تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد ($P > 0/05$).

دانه کتان از جمله دانه‌های روغنی با سطح بالای روغن، انرژی و پروتئین است که دارای ترکیبات ضد تغذیه‌ای مانند لینامارین، فیبرخام بالا، موسیلاژ و پلی ساکارید محلول در آب است. همچنین به لحاظ ویتامین B₆ دارای کمبود است (Insel و همکاران، ۲۰۰۱). میزان افزایش وزن بدنی در جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با سطح ۷/۵ درصد دانه کتان از شاهد کمتر بود ($P < 0/05$). احتمالاً دلیل این کاهش نیز وجود عوامل ضد تغذیه‌ای موجود در دانه کتان است. در تحقیقات پیشین نیز تغذیه دانه کتان در سطح بالاتر از ۱۰ تا ۱۵ درصد باعث کاهش عملکرد جوجه‌های گوشتی شد (Ajuyah و همکاران، ۱۹۹۳؛ Najib و Al-Khateeb، ۲۰۰۴) همچنین کامران^{۱۱} و همکاران (۲۰۰۹) نیز گزارش نمودند که تغذیه با سطوح ۱۵ و ۷/۵ درصد دانه کتان یا کانولا باعث کاهش عملکرد جوجه‌های گوشتی شد. بنابراین هر چند در بسیاری از تحقیقات پیشین گزارش شده که می‌توان از کتان برای غنی‌سازی گوشت بهره جست، ولی تغذیه سطوح بالای دانه کتان باعث کاهش عملکرد می‌شود. از نظر مقایسه درصد تلفات در دوره ۸ تا ۲۱ روزگی تفاوت معنی‌داری بین تیمارها مشاهده نشد ($P > 0/05$). در دوره ۲۲ تا ۴۲ روزگی و همچنین در کل دوره آزمایش (۸ تا ۴۲ روزگی) تیمار دارای ۷/۵ درصد بذرکتان به‌طور معنی‌داری تلفات را نسبت به سایر تیمارها کاهش داد ($P < 0/05$). بین سایر تیمارها از نظر درصد تلفات اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد ($P > 0/05$). استفاده از سطح ۷/۵ درصد بذرکتان در جیره سبب کاهش میزان تلفات شد. نسبت مناسب اسیدهای چرب امگا ۶ به امگا ۳، جهت فعالیت طبیعی مغز و رتینال چشم ضروری است، البته در مورد نسبت دقیق این اسیدها تناقض‌هایی وجود دارد. بعضی پژوهشگران نسبت مناسب بین این دو خانواده را برابر ۵ (Corliss و Anderson، ۱۹۹۰)، گروه دیگری برابر ۴ (Okuyama و همکاران، ۱۹۹۷) و محققین دیگری نزدیک به یک (Robinson و Simopoulos، ۱۹۹۸) را گزارش نموده‌اند و نسبت کمتر از ۵ مورد توافق بیشتر محققین است. یکی دیگر از دلایلی که استفاده از سطح ۷/۵

جدول ۶- اثر سطوح مختلف بذر کتان بر غلظت برخی از فاکتورهای خونی در سن ۲۱ روزگی

تیماها	گلو تاتیون پراکسیداز ^۱	سوپراکسید دیسموتاز (U/ml)	کاتالاز (U/ml)	کلسترول (mg/dl)	آنتی اکسیدان کل (μMol/Li)
شاهد	۲۶/۹۳ ^a	۱۵/۷۹ ^a	۶۶/۴۲ ^a	۱۴۰/۴۰ ^a	۱/۸۶
سطح ۲/۵ درصد بذر کتان	۲۵/۶۹ ^{ab}	۱۵/۹۱ ^a	۶۵/۴۹ ^{ab}	۱۳۶/۸۳ ^b	۱/۸۹
سطح ۵ درصد بذر کتان	۲۴/۵۲ ^b	۱۵/۰۴ ^b	۶۴/۴۹ ^b	۱۳۵/۷۳ ^b	۱/۸۰
سطح ۷/۵ درصد بذر کتان	۲۴/۸۰ ^b	۱۵/۳۶ ^{ab}	۶۳/۷۹ ^b	۱۳۸/۹۰ ^{ab}	۱/۷۸
SEM	۰/۱۸۸	۰/۱۱۲	۰/۱۵۲	۱/۳۷	۰/۰۶۹
P-Value	۰/۰۰۶	۰/۰۳۲	۰/۰۲۵	۰/۰۲۴	۰/۲۳۸

حروف مشابه در هر ستون بیانگر عدم وجود اختلاف معنی دار در سطح معنی داری ۰/۰۵ است..
۱- مول NADPH اکسید شده در هر دقیقه در هر میلی لیتر خون

در سن ۴۲ روزگی بالاترین فعالیت آنزیم گلو تاتیون پراکسیداز در تیمارهای شاهد و ۲/۵ درصد بذر کتان مشاهده شد که به طور معنی داری بالاتر از تیمار سطح ۵ درصد بذر کتان در جیره بود ($P < 0/05$). سطح ۷/۵ درصد بذر کتان در جیره از نظر مقدار کلسترول خون تفاوت معنی داری با تیمارهای شاهد، ۲/۵ و ۵ درصد بذر کتان نداشت ($P > 0/05$). همانند ۲۱ روزگی در ۴۲ روزگی نیز بین تیمارهای مختلف از نظر مقدار آنتی اکسیدان کل خون اختلاف معنی داری مشاهده نشد ($P > 0/05$).

در سن ۴۲ روزگی بالاترین فعالیت آنزیم گلو تاتیون پراکسیداز در تیمارهای شاهد و ۲/۵ درصد بذر کتان مشاهده شد (جدول ۷) که به طور معنی داری بالاتر از تیمارهای ۵ و ۷/۵ درصد بذر کتان بود ($P < 0/05$). بالاترین فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز در تیمار شاهد بود که به طور معنی داری بالاتر از تیمارهای سطوح ۵ و ۷/۵ درصد بذر کتان بود ($P < 0/05$). پایین ترین فعالیت آنزیم کاتالاز در تیمارهای سطوح ۵ و ۷/۵ درصد بذر کتان مشاهده شد که به صورت معنی داری از تیمار شاهد کمتر بود ($P < 0/05$). بالاترین

جدول ۷- اثر سطوح مختلف بذر کتان بر غلظت برخی از فاکتورهای خونی در سن ۴۲ روزگی

تیماها	گلو تاتیون پراکسیداز ^۱	سوپراکسید دیسموتاز (U/ml)	کاتالاز (U/ml)	کلسترول (mg/dl)	آنتی اکسیدان کل (μMol/L)
شاهد	۲۷/۰۳ ^a	۱۶/۳۹ ^a	۶۸/۱۸ ^a	۱۴۰/۹۰ ^a	۱/۹۲
سطح ۲/۵ درصد بذر کتان	۲۶/۰۱ ^a	۱۵/۵۳ ^{ab}	۶۷/۹۳ ^{ab}	۱۳۶/۳۰ ^a	۱/۹۰
سطح ۵ درصد بذر کتان	۲۵/۱۲ ^b	۱۴/۹۰ ^b	۶۴/۱۹ ^b	۱۳۳/۹۰ ^b	۱/۷۵
سطح ۷/۵ درصد بذر کتان	۲۴/۸۱ ^b	۱۴/۳۳ ^b	۶۴/۲۵ ^b	۱۳۵/۵۰ ^{ab}	۱/۸۳
SEM	۰/۱۱۲	۰/۱۸۸	۰/۱۴۲	۱/۴۷	۰/۰۸۹
P-Value	۰/۰۳۲	۰/۰۰۶	۰/۰۳۵	۰/۰۳۴	۰/۲۶۸

حروف مشابه در هر ستون بیانگر عدم وجود اختلاف معنی دار در سطح معنی داری ۰/۰۵ است..
۱- مول NADPH اکسید شده در هر دقیقه در هر میلی لیتر خون

پراکسیداز و کاتالاز در تیمار شاهد افزایش یافته است. افزایش فعالیت گلوکاتایون پراکسیداز و کاتالاز در تیمار شاهد را می‌توان به کاهش اسیدهای چرب امگا-۳ در اثر عدم مصرف بذرکتان در این تیمار نسبت داد. از طرفی بالاتر بودن فعالیت گلوکاتایون پراکسیداز در تیمار شاهد نشان‌دهنده این واقعیت است که تولید پراکسید هیدروژن در این تیمار بالا است و بالاتر بودن نرخ متابولیسم در تیمار شاهد (پایین‌تر بودن ضریب تبدیل غذایی در این تیمار) نشان‌دهنده این واقعیت است که افزایش نرخ متابولیسم، سرعت متابولیسم لیپیدها را افزایش داده است. نتیجه این امر افزایش تولید پراکسید هیدروژن است که فعالیت گلوکاتایون پراکسیداز برای خشی کردن آن افزایش یافته است. از طرفی در آزمایش حاضر، مقدار مصرف روغن سویا در تیمار شاهد نسبت به سطوح مختلف بذرکتان در جیره افزایش یافت (جدول ۱). افزایش مقدار روغن سویا در جیره می‌تواند فعالیت گلوکاتایون پراکسیداز را در خون، کبد و کلیه جوجه‌های گوشتی افزایش دهد (Placha و همکاران، ۲۰۰۹). همان‌طور که گفته شد، ظرفیت آنتی‌اکسیدان کل در این پژوهش به روش FRAP اندازه‌گیری شد. در این روش انتقال الکترون از آنتی‌اکسیدان‌ها سبب احیای یون فریک به فروس می‌شود. که بالاتر بودن مقدار FRAP نشان‌دهنده بالاتر بودن ظرفیت آنتی‌اکسیدانی است (Khajali و همکاران، ۲۰۱۰). عدم وجود اختلاف معنی‌دار در ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل نشان‌دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار در آنتی‌اکسیدان‌های موجود در جیره است.

نتیجه‌گیری کلی

در کل دوره آزمایش استفاده از سطح ۷/۵ مختلف بذرکتان در جیره در مقایسه با شاهد، مصرف خوراک جوجه‌های گوشتی را کاهش داد، همچنین استفاده از ۷/۵ درصد بذرکتان در جیره موجب کاهش افزایش وزن نسبت به تیمار شاهد شد. بالاترین مقدار ضریب تبدیل غذایی نیز در تیمار ۷/۵ درصد بذرکتان مشاهده شد. در سه پارامتر یاد شده تفاوت معنی‌داری بین تیمار دارای ۵ درصد بذرکتان و شاهد مشاهده نشد. اما استفاده از سطح

بررسی‌های فراسنجه‌های خونی در ۲۱ و ۴۲ روزگی حاکی از آن است که استفاده از بذرکتان در جیره موجب کاهش در فعالیت آنزیم‌های گلوکاتایون پراکسیداز، کاتالاز و سوپراکسید دیسموتاز و مقدار کلسترول در خون می‌شود. استفاده از روغن کتان در جیره غذایی مرغ‌ان مادر به دلیل داشتن مقدار بالای اسیدهای چرب امگا-۳ سبب کاهش مالون‌دی‌آلدهاید و تنش اکسیداتیو در جوجه‌های حاصل از آن‌ها شده است (Bautista Ortega, ۲۰۰۸). افزایش فعالیت سوپراکسید دیسموتاز در تیمار شاهد نشان‌دهنده آن است که یون سوپراکساید (مانند O^-) حاصل از متابولیسم چربی‌ها به پراکسید هیدروژن و آب تبدیل شده (در اثر فعالیت سوپراکسید دیسموتاز) و پراکسید هیدروژنی که بدین صورت به وجود می‌آید توسط آنزیم‌های کاتالاز و گلوکاتایون پراکسیداز به آب تبدیل می‌شود (Fantel, ۱۹۹۶). بالاتر بودن فعالیت این آنزیم‌ها نشان‌دهنده افزایش تنش اکسیداسیون در تیمار شاهد است. به همین ترتیب کاهش گلوکاتایون پراکسیداز، سوپراکسید دیسموتاز و کاتالاز در اثر مصرف بذرکتان نشان‌دهنده کاهش تنش اکسیداتیو در اثر متابولیسم چربی در این تیمارها است. افزودن آنتی‌اکسیدان‌ها یا چربی‌هایی که مقدار اسید چرب امگا-۳ بالایی دارند به جیره سبب حفاظت چربی‌ها شده و در تیمارهایی دارای بذرکتان (حاوی مقدار بالای اسیدهای چرب امگا-۳)، سبب تولید سوپراکساید (مانند O^-) کمتر شده است که به نقش حفاظتی این نوع اسیدهای چرب در متابولیسم اشاره دارد (Bautista Ortega, ۲۰۰۸). لذا کاهش میزان تلفات نیز نتیجه این اثر حفاظتی در تیمار دارای ۷/۵ درصد بذرکتان است. گلوکاتایون پراکسیداز و کاتالاز، احیای هیدروژن پراکسید را به آب را کاتالیز می‌کند؛ هم‌زمان با این تغییر، گلوکاتایون احیا به گلوکاتایون اکسید شده تبدیل می‌شود (Lawrence و Burk, ۱۹۷۶ و Kiczorowska و همکاران، ۲۰۱۹). کاهش فعالیت گلوکاتایون پراکسیداز در تیمار دارای بذرکتان را می‌توان به کاهش تولید پراکسید هیدروژن در اثر حضور اسیدهای چرب امگا-۳ بالای موجود در بذرکتان در این تیمار مربوط دانست (Placha و همکاران، ۲۰۰۹). از طرفی فعالیت گلوکاتایون

Benzie IFF, and Strain J. (1996). The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of "antioxidant power": the FRAP assay. *Analytical biochemistry*.239(1):70-6.

Del Rio D. Stewart A.J. and Pellegrini N. (2005). "A review of recent studies on malondialdehyde as toxic molecule and biological marker of oxidative stress". *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases*.15(4):316-28 .

Grobas, S., Mendez, J. Lazaro, R. de Blas, C. and Mateos, G. G. (2007). Influence of source and percentage of fat added to die on performance and fatty acid composition of egg yolks of two strains of laying hens. *Poultry Science*. 80:1171-1179.

Hocquette J. F., Richardson R. I. and Prache S. (2005). The future trends for research on quality and safety of animal products. *Italian Journal of Animal Science*, 4: 49- 72.

Insel. P., Tumer R.E., and Ross D. (2001). Nutrition: lipids (fatty acid). *Jones and Bartlett publisher* pp: 137-148.

Isabel B., Lopez-Bote C. J., Hoz L. D., Timon M., Garcia C. and Ruiz J. (2003). Effects of feeding elevated concentrations of monounsaturated fatty acids and vitamin E to swine on characteristics of dry cured ham. *Meat Science*, 64: 475- 482.

Kamran Azad, S. Rahimi, Sh. and Karimi Torshizi, M. A. (2009). Effect of dietary oil seeds on n-3 fatty acid enrichment, performance parameters and humoral immune response of broiler chickens. *Iranian Journal of Veterinary Research, Shiraz Uni*

Khajali F, Raei A, Aghaei A, and Qujeq D. (2010). Evaluation of a Dietary Organic Selenium Supplement at Different Dietary Protein Concentrations on Growth Performance, Body Composition and Antioxidative Status of Broilers Reared under Heat Stress. *Asian-australasian journal of animal sciences*.23(4):501-7 .

۷/۵ درصد بذر کتان در جیره مقدار تلفات را کاهش داد. سطح ۵ درصد بذر کتان در جیره موجب کاهش فعالیت آنزیم‌های گلوکوتایون پراکسیداز، سوپراکسید دیسموتاز و کاتالاز و غلظت کلسترول خون شد. سطح ۵ درصد بذر کتان به عنوان سطح توصیه شده در این پژوهش در نظر گرفته می شود.

تشکر و قدردانی

به این وسیله از کلیه همکاران و اساتید محترم که در اجرای این پروژه به هر نحو مرا یاری نموده‌اند کمال تشکر و قدردانی را دارم.

منابع

- خواججه پور، م. ر. (۱۳۷۰). تولید نباتات صنعتی انتشارات جهاد دانشگاهی دانشگاه صنعتی اصفهان، صفحه ۲۵۱.
- Ajuyah A. O. Ahn, D.U. Hardin, R.T. and Sim J.S. (1993). Dietary antioxidants and storage affect chemical characteristics of w-3 fatty acid enriched broiler chicken meats. *Journal of food Science*, 58 (1): 43-47.
- Al-Yasiry, A.R.M.; Kiczorowska, B.; and Samolinska, W. (2017) The Boswellia serrata resin in broiler chicken diets and mineral elements content and meat nutritional value. *Biol. Trace Elem. Res.* 179: 294–303.
- Anderson, G. J., and Corliss. W. E. (1990). Docosa-hexaenoic acid is the preferred dietary n-3 fatty acid for the development of the brain and retina. *Pediatric. Res.* 27: 89-97.
- AOAC (Association Official Analytical Chemists). (1990). Official methods of analysis. Henrich K. (ed). 15th edition. Arlington, VA. USA.
- Apperson, K.D.; and Cherian, G. E. (2017) Effect of whole flax seed and carbohydrase enzymes on gastrointestinal morphology, muscle fatty acids, and production performance in broiler chickens. *Poultry Science*, 96, 1228–1234.
- Bautista Ortega J. (2008). Polyunsaturated fatty acid metabolism in broiler chickens: effects of maternal diet Msc dissertation. Oregon State University. .

- Kiczorowska, B.; Samolin' ska, W.; Andrejko, D.; Kiczorowski, P.; Antoszkiewicz, Z.; Zaja,c, M.; Winiarska-Mieczan, A.; and Ba,kowski, M. (2019) Comparative analysis of selected bioactive components (fatty acids, tocopherols, carotenoides, polyphenols) with nutritional and functional properties in processed traditional oil seeds (Camelina sativa L. Crantz, Helianthus L.; Linum L.). *Journal of Food Science and Technol.*, 56, 4296–4310.
- Lawrence RA. and Burk RF. (1976). Glutathione peroxidase activity in selenium-deficient rat liver. *Biochemical and Biophysical Research Communications*.71(4):952.
- Lin , J.H. and Pratt, D.E., 1992. Effect of menhaden oil on cholesterol of the egg. *Poult. Sci.*, 71, Suppl. 1.
- Matés J.M. Aledo J.C. Pérez-Gómez C. Valle A.E. and Segura J.M. (2000). "Interrelationship between oxidative damage and antioxidant enzyme activities: an easy and rapid experimental approach". *Biochemical education*.28(2):93-5 .
- Mustafa, A.F., Gonthier, C., and Ouellet, D.R (2003). Effects of extrusion of flaxseed on ruminal and postruminal nutrient digestibilities. *Archives of Animal Nutrition* 57(6), 455 - 463.
- Najib, H. and Al-Khateeb, S.A. (2004). The effect of incorporating different levels of locally produced canola seeds (Brassica napus, L.) in the diet of laying hen. *International Journal of Poultry Science*. 3: 490-496.
- National Research Council. 1994. Nutritional Requirements of Poultry. National academic press. 9th edition, Washington DC.
- Okuyama, H. Kobayashi, T. and Watanaba. S. (1997). Dietary fatty acids- The n-6/n-3 balance and chronic elderly diseases excess linoleic acid and relative n-3 deficiency syndrome seen in Japan. *Prog. Lipid Res.* 35: 409-457.
- Oomah, B. D. (2001). Flaxseed as functional source. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 81: 889–894.
- Placha I, Borutova R, Gresakova L, Petrovic V, Faix S, and Leng L. (2009). Effects of excessive selenium supplementation to diet contaminated with deoxynivalenol on blood phagocytic activity and antioxidative status of broilers. *Journal of animal physiology and animal nutrition*.93(6):695-702 .
- Rosiak, E. (2018) World and Polish production of oilseed and linseed oil. *Zeszyty Nauk. SGGW. Probl. Rol. ´ Swiatowego*, 18, 214–223.
- SAS Institute. (2003). SAS/STAT® User's guide, release 9.1 edition. SAS institute Inc., Cary, NC.
- Simopoulos A. P. (2002). The importance of the ratio omega-6/omega-3 essential fatty acids, *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 56: 365- 379.
- Simopoulos, A. P., and Robinson J. (1998). The omega plan. Harper Collins Published, New york, NY.
- Sohal R.S. Mockett R.J. and Orr W.C. (2002). "Mechanisms of aging: an appraisal of the oxidative stress hypothesis". *Free Radical Biology and Medicine*.33(5):575-86 .
- Wood J. D., Richardson R. I., Nute G. R., Fisher A. V., Campo M. M. and Kasapidou E. (2003). Effects of fatty acids on meat quality: a review. *Meat Science*, 66: 21- 32.

