14(2) 403-412, Summer 2022

Journal of Animal Environment
(AEJ)
Journal homepage: http://www.aejournal.ir

Original Research Paper

Use of different carriers in the production of extruded flaxseed and its effect on yield, egg quality, blood metabolites and blood lipid indices in laying hens LSL strain

Arezoo Parandeh*, Mohammaderza Abedini, Qobad Asgary Jafarabadi, Seyed Naser Mousavi, Farhad Foroudi

Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Varamin-Pishva Branch, Islamic Azad University, Varamin, Iran

Key Words
Extruded flaxseed
Soybean meal
Sunflower meal
Corn gluten
Laying hen

Abstract

Introduction: This study was conducted to evaluate the use of different sources in the extruded flaxseed production and its impact on the performance of laying hens and the egg quality.

Materials & Methods: In this experiment LSL laying hens in a completely randomized design with 9 treatments, 5 replicates and 10 hens in each replicate at the age of 34 to 42 wk-old. Experimental control treatment standard diet based on corn and soybean, treatments 2and3 extruded flaxseed with 7.5 and 15% ration levels, treatments4 and 5, extruded flaxseed and soybean meal with 7.5 and 15% diet ration, treatments 6 and 7, extruded flaxseed and sunflower meal with 7.5 and 15% diet ratios, treatments8 and 9 extruded flaxseed and corn gluten 7.5 and 15% diet rations.

Results: The use of 7.5 and 15% of extruded flax and corn gluten significantly increased laying rate, feed consumption, conversion ratio and production percentage ($P<0.05$). Consumption of 7.5 and 15% of extruded flax and corn gluten as well as 15% of extruded flax and soybean meal improved the Hav unit ($P<0.05$). The highest shell weight and endurance were observed in eggs produced in treatments containing extruded flax and corn gluten ($P<0.05$). The number cells, hematocrite, hemoglobin and lymphocytes in treatments containing 7/5 and 15 % corn gluten had a significant increase compared to the control group ($p<0/05$). Heterophil, monocytes and eosinophils cells were not affected by experimental treatments ($P<0.05$). Cholesterol and triglyceride levels were significantly reduced in treatments eight and nine ($P<0.05$). Treatments did not affect total blood protein concentration ($p>0.05$).

Conclusion: The results of this study showed that the use of 7.5 and 15% of extruded flax and corn gluten increases the yield and improves the quality of eggs.

* Corresponding Author's email: arezooparandeh@gmail.com
Received: 25 March 2022; Reviewed: 26 April 2022; Revised: 29 June 2022; Accepted: 3 August 2022
(DOI): 10.22034/AEJ.2021.281987.2509

مقاله پژوهشی

استفاده از حامل‌های مختلف در تولید دانه کتان اکسترود شده و تأثیر آن بر عملکرد، کیفیت تخم‌مرغ، متابولیت‌های خونی و شاخص‌های لیپیدی خون در مرغ تخم‌گذار سویه ال اس ال

آرزو پرنده، محمدرضا عابدینی، قباد عسگری‌جعفرآبادی، سیدناصر موسوی، فرهاد فرودی*

گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، واحد ورامین-پیشوا، دانشگاه آزاد اسلامی، ورامین، ایران

کلمات کلیدی

کتان اکسترود شده
کنجاله سویا
کنجاله آفتابگردان
گلوتن ذرت
مرغ تخم‌گذار

چکیده

مقدمه: این مطالعه به‌منظور مقایسه استفاده از حامل‌های مختلف در تولید دانه کتان اکسترودشده و تأثیر آن بر عملکرد مرغ تخم‌گذار و کیفیت تخم‌مرغ انجام گرفت.

مواد و روش‌ها: در این آزمایش مرغ‌های تخم‌گذارهای-لاین سویه LSL در قالب طرح کاملاً تصادفی با نه تیمار، پنج تکرار و ۱۰ قطعه مرغ تخم‌گذار در هر تکرار، از سن ۳٤ تا ٤۲ هفتگی مرغ‌ها انجام شد. تیمار شاهد با جیره استاندارد بر پایه ذرت و کنجاله سویا، تیمار دو و سه ،کتان اکسترودشده با سطوح ۷/۵و ۱۵ درصد، تیمار چهار و پنج کتان اکسترودشده و کنجاله سویا با سطوح ۷/۵و ۱۵ درصد، تیمار شش و هفت کتان اکسترودشده و کنجاله آفتابگردان با سطوح ۷/۵ و ۱۵ درصد، تیمار هشت و نه کتان اکسترودشده و گلوتن ذرت با سطوح ۷/۵و ۱۵ درصد درجیره لحاظ شد.

نتایج: استفاده از ۷/۵ و ۱۵ درصد کتان اکسترودشده و گلوتن ذرت میزان تخم‌گذاری، مصرف خوراک، ضریب تبدیل و درصد تولید را افزایش داد (P<۰/۰۵). مصرف ۷/۵ و ۱۵ درصد کتان اکسترودشده و گلوتن ذرت و هم‌چنین ۱۵ درصد کتان اکسترود شده و کنجاله سویا موجب بهبود واحد هاو شد (P<۰/۰۵). بیش‌ترین وزن پوسته و میزان استقامت در تخم‌مرغ‌های تولید شده در تیمارهای حاوی کتان اکسترودشده و گلوتن ذرت مشاهده شد (P<۰/۰۵). تعداد گلبول‌های قرمز خون، هماتوکریت، هموگلوبین و لنفوسیت‌ها در تیمارهای حاوی ۷/۵ و ۱۵ درصد گلوتن ذرت افزایش معنی‌داری نسبت به گروه شاهد داشته است (P<۰/۰۵). میزان هتروفیل، مونوسیت‌ها و ائوزونوفیل‌ها تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفتند (P<۰/۰۵). در تیمارهای هشت و نه میزان کلسترول و تری‌گلسیرید خون به‌طورمعنی‌داری کاهش یافت (P<۰/۰۵). تیمارها غلظت پروتئین کل خون را تحت تأثیر قرار ندادند (p>۰/۰۵).

بحث و نتیجه‌گیری: نتایج این مطالعه نشان داد که استفاده از مقادیر ۷/۵ و ۱۵ درصد کتان اکسترود شده و گلوتن ذرت موجب افزایش عملکرد و بهبود کیفیت تخم‌مرغ‌ها می‌شود.

* پست الکترونیکی نویسنده مسئول: arezooparandeh@gmail.com

تاریخ دریافت: ۵ فروردین ۱٤۰۱؛ تاریخ داوری: ٦ اردیبهشت ۱٤۰۱؛ تاریخ اصلاح: ۸ تیر ۱٤۰۱؛ تاریخ پذیرش: ۱۲ مرداد ۱٤۰۱
(DOI): 10.22034/AEJ.2021.281987.2509

مقدمه

در سال‌های اخیر به‌دلیل نمایان شدن تأثیر اسید چرب امگا-۳ در سلامت انسان، کاربردهای آن بیش از پیش در تغذیه مورد توجه قرار گرفته است (۱). افزایش مقدار اسیدهای چرب امگا-۳ در پروفایل اسیدهای چرب محصولات حیوانی که انسان از آن استفاده می‌کند، به‌عنوان روشی برای ارتقاء سلامت و کاهش خطر ابتلا به بیماری از اهمیت‌ویژه‌ای برخوردار است (۲). درنتیجه برای داشتن یک محصول حیوانی مانند تخم‌مرغ، گوشت و شیر غنی شده از امگا-۳ باید تغییرات کمی و کیفی در جیره اعمال شود (۳). با تخصیص بخشی از فضای جیره به منابع پروتئینی جایگزین هم‌چون دیگر انواع کنجاله‌های گیاهی و نیز پروتئین‌های حیوانی، جایگزینی بخشی از سویا جیره که وارداتی است و نیز با بهره‌گیری از سیستم‌های پربازده فرمولاسیون جیره) نظیر سیستم‌های مبتنی بر اسیدآمینه قابل هضم یا ایده‌آل (می‌توان در مسیر کاهش هزینه جیره و درعین حال حفظ یا بهبود بازده خوراک، گام برداشت (۴). بهره‌گیری از موادی مانند دانه کتان، کانولا و پودر ماهی در جیره جوجه‌های تخم‌گذار و گوشتی که سرشار از لینولنیک اسید هستند، نمونه‌هایی از اعمال تغییرات مثبت به‌شمار می‌رود (۵). نتایج نشان داده است که مرغ‌ها به‌راحتی می‌توانند اسیدهای چرب را از جیره غذایی دریافت کرده و آن را به تخم‌مرغ انتقال دهند (۶). کتان یا فلکس گیاهی یک‌ساله با گل‌هایی آبی رنگ است که دانه‌های مسطح در رنگ‌های گوناگون از زرد تا قهوه‌ای متمایل به قرمز تولید می‌نماید (۷، ۸). دانه کتان به‌دلیل وجود ترکیبات فعال بیولوژیکی شامل اسید آلفالینولنیک، پروتئین با کیفیت، لیگنان و فیبرهای تغذیه‌ای در تغذیه انسان و دام حائز اهمیت می‌باشد (۸، ۹). دانه کتان دارای ۲۱ درصد پروتئین خام است (۸). هم‌چنین غنی از انواع اسیدآمینه‌های مختلف بوده که اسیدآمینه‌های سیستئین و متیونین به‌همراه ترکیبات فنلی شناخته شده در فیتواستروژن‌های دانه کتان، سطوح آنتی‌اکسیدانی را بهبود بخشیده و از بروز سرطان پیشگیری می‌کنند (۵، ۱۰). علی‌رغم همه ویژگی‌های مناسب دانه کتان، وجود ترکیبات ضد تغذیه‌ای در آن عاملی محدودکننده برای استفاده در جیره دام و طیور محسوب می‌گردد. سیانوژنیک، اسیدفیتیک و لیناتین از جمله عوامل ضدتغذیه‌ای دانه کتان هستند (۱۱). پژوهشگران دریافتند عوامل ضدتغذیه‌ای دانه کتان به حرارت حساس بوده و به‌راحتی با روش‌های فرآوری حرارتی به‌ویژه اتوکلاو، میکروویو، پلت‌سازی و اکسترود کردن تخریب می‌شوند (۱۲). لوبیای سویا با حدود ۳۵ تا ۴۰ درصد پروتئین خام و ۱۸ تا ۲۱ درصد چربی خام منبع عمده تأمین‌کننده پروتئین خام در جیره‌های غذایی طیور به‌شمار می‌رود (۹). کنجاله سویا دارای ترکیبات ضدتغذیه‌ای شامل بازدارنده‌های تریپسین، لکتین، ساپونین (۱۳) فیتوستروژن، گواتروژن (۱۴) و هم‌چنین الیگوساکاریدهایی مانند رافینوز و استاکیوز (۱۵) می‌باشد که با حرارت از بین می‌روند (۱۶). واریته‌های مختلف دانه آفتابگردان حاوی ۳۸ تا ۵۴ درصد روغن خام که غنی از اسیدلینولئیک است (۱۰). جیره غذایی حاوی کنجاله تخم آفتابگردان به همراه اسیدهای آمینه ضروری، به‌ویژه متیونین و لیزین، می‌تواند موجب افزایش تولید تخم‌مرغ در مرغ‌های تخمگذار شود (۱۷). گلوتن ذرت محصولی است که از ضایعات نشاسته و شیره ذرت تهیه شده و با توجه به نوع فرآوری و واریته گیاه به‌کار رفته منبعی غنی از پروتئین (۴۳ تا ۸۰ درصد) به‌شمار می‌آید (۱۸). این محصول در مقایسه با سایر منابع پروتئین گیاهی از لحاظ پروفایل آمینواسید و اسیدهای چرب وضعیت مطلوب‌تری دارد، منبعی غنی از متیونین (۱۹) اسیدهای چرب غیراشباع (اسیدلینولئیک) و کارتنوئیدها (گزانتوفیل‌ها) محسوب می‌گردد (۲۰) و به‌دلیل فرآوری و تغلیظ پروتئین در این محصول، فاکتورهای ضد تغذیه‌ای در آن کم و یا ناچیز می‌باشد (۱۷). کبدعضو اصلی سم‌زدایی در بدن محسوب می‌شود و افزایش غلظت سآلکالین فسفاتاز، آسپارتات آمینوترانسفراز و آلانین آمینوترانسفراز در اثر آسیب کبدی ناشی از نکروز یا تغییر در نفوذپذیری غشای سلولی ایجاد می‌شود (۲۱). هم‌چنین کنجاله دانه کتان در تغذیه مرغ‌های تخم‌گذار یک منبع عالی پروتئین و انرژی است اما از نظر اسیدآمینه لیزین محدودیت دارد و قابلیت هضم کم‌تری نسبت به موادی مانند کنجاله سویا دارد و افزودن شکل ساده و زیاد این ماده در مرغ‌های تخم‌گذار موجب خونریزی کبدی می‌شود (۱). فرآوری دانه کتان مصرف مواد مغذی محتوای آن را بهبود بخشیده و تأثیر منفی مواد ضدتغذیه‌ای نظیر لیناتین را کاهش می‌دهد فرآوری‌های زیادی وجود دارد ازجمله پلت کردن، اتوکلاو برشته کردن توسط مایکروویو امروزه اکستروژن و یا کاربرد سامانه الکسترود کردن به‌عنوان آخرین و بهترین شیوه در فرآوری آن مطرح بوده است (۲۲). فرایند اکستروژن در حقیقت پردازش با دمای بالا در زمان کوتاه است به‌وسیله عمل ترکیبی رطوبت، حرارت، انرژی مکانیکی و فشار صورت می‌گیرد. مصرف سویای اکسترود شده موجب بهبود کیفیت تخم‌مرغ‌های تولیدی می‌شود و افزایش ۲و ۴ درصدی در وزن تخم‌مرغ به ویژه در مرغ‌ها تخم‌گذار سفید که تولید آن‌ها در تابستان آغاز می‌گردد. افزایش در اندازه تخم‌مرغ تا ۵ درصد در شروع دوره تخم‌گذاری و بهبود تولید در فصل گرم می‌شود (۲۳). لذا با توجه به تأثیر غیرقابل انکار جیره غذایی بر سلامت و عملکرد موجود زنده، تحقیق حاضر به بررسی حامل‌های کنجاله سویا، گلوتن ذرت و کنجاله آفتابگردان در تولید دانه کتان اکسترود شده و تعیین

اثرات آن بر کیفیت تخم‌مرغ، متابولیت‌های خونی و فراسنجه‌های لیپیدی خون در مرغ تخم‌گذار می‌پردازد.

مواد و روش‌ها

در این مطالعه از ۴۵۰ قطعه مرغ تخم‌گذارهای-لاین سویه LSL در غالب طرح کاملاً تصادفی با نه گروه و پنج تکرار و ۱۰ قطعه مرغ تخم‌گذار در هر گروه، از سن ۳۳ تا ۳۷ هفتگی استفاده شد. این آزمایش به‌مدت ۲ ماه انجام پذیرفت که قبل از شروع دوره، دو هفته زمان برای عادت‌پذیری و همگن شدن مرغ‌ها تخم‌گذار درنظر گرفته شد، سپس مرغ‌ها با وزن و تولید مشابه به‌طور کاملاً تصادفی در قفس‌ها توزیع شدند. شرایط پرورش اعم از دما، نور، میزان رطوبت و سایر مشخصات طبق دستورالعمل مرغ‌ها تخم‌گذار لاین سویه LSL انجام پذیرفت. تهویه سالن از طریق دو هواکش با قدرت مناسب و دوره نوری ۱۴ ساعت روشنایی و ۱۰ ساعت تاریکی در روز انجام پذیرفت. مرغ‌ها روزانه در دو نوبت به‌صورت دستی مورد تغذیه قرار گرفتند. تهیه جیره‌های آزمایشی با توجه به توصیه راهنمای پرورش مرغ تخمگذار لوهمن LSL با کمک نرم‌افزار UFFDA منظور تعیین مقادیر پروتئین خام و انرژی یکسان انجام شد. هم‌چنین برای تنظیم درصد سایر مواد مغذی به فید استاف استناد شد. در جدول ۱ و ۲، درصد مواد خوراکی به‌کار رفته برای تهیه جیره‌های آزمایشی و ترکیب شیمیایی مواد مغذی تشکیل‌دهنده آن‌ها نشان داده شده است. جیره‌های آزمایشی مورد استفاده در این مطالعه به‌صورت زیر بودند: تیمار شاهد (جیره استاندارد بر پایه ذرت و سویا)، تیمار دو سه (کتان اکسترود شده کتان با سطوح ۷/۵و ۱۵ درصد جیره)، تیمار چهار و پنج (کتان اکسترودشده و کنجاله سویا با سطوح ۷/۵و ۱۵ درصد جیره)، تیمار شش و هفت (کتان اکسترودشده و کنجاله آفتابگردان با سطوح ۷/۵ و ۱۵ درصدجیره)، تیمار هشت ونه (کتان اکسترودشده کتان و گلوتن ذرت با سطوح ۷/۵ و ۱۵ درصد جیره). تمامی گروه‌ها جیره مشابه دریافت کردند. پس از دوره هشت هفته‌ای تخم‌مرغ‌ها جمع‌آوری شد و شاخص‌های مختلف مورد بررسی قرار گرفت.

جدول ۱: ترکیب مواد خوراکی جیره ها

مواد خوراکی (درصد)	جیره‌های مورد آزمایش									
	استاندارد	فول فت کتان		کتان + ک سویا		کتان + ک آفتابگردان		کتان + گلوتن ذرت	
	شاهد	٪ ۷/۵	٪۱۵	٪۷/۵	٪۱۵	٪ ۷/۵	٪۱۵	٪۷/۵	٪۱۵
ذرت	۵۹/۶۲۲	۵۶/۶۱۸	۴۹/۶۹۶	۵۷/۴۴۸	۵۳/۳۲۳	۵۶/۲۰۸	۵۲/۷۹۴	۵۷/۹۵۳	۵۲/۰۰۳
کنجاله سویا (CP: ۴۴/۳)	۲۷/۵۸۸	۲۴/۳۱۶	۲۰/۵۳۱	۲۳/۱۸۹	۱۸/۳۲۳	۲۴/۰۸۸	۲۰/۵۸۶	۲۱/۹۳۲	۱۵/۷۱۴
روغن سویا (حتماً سویا و نه روغن مخلوط)	۱/۲۶۰	۰/۰۵۴	–	۰/۳۴۳	–	۰/۶۹۴	۰/۱۲۸	–	–
۱) فول فت کتان کامل	–	۷/۵۰۰	۱۵/۰۰۰	–	–	–	–	–	–
۲) فول فت کتان + کنجاله سویا	–	–	–	۷/۵۰۰	۱۵/۰۰۰	–	–	–	–
۳) فول فت کتان + کنجاله آفتابگردان	–	–	–	–	–	۷/۵۰۰	۱۵/۰۰۰	–	–
۴) فول فت کتان + گلوتن ذرت	–	–		–	–	–	–	۷/۵۰۰	۱۵/۰۰۰
سبوس گندم	–	–	۳/۳۰۰	–	۱/۶۴۴	–	–	۱/۰۰۵	۵/۶۱۵
دی ال- متیونین	۰/۱۸۴	۰/۱۸۱	۰/۱۸۰	۰/۱۸۲	۰/۱۸۱	۰/۱۷۹	۰/۱۷۳	۰/۱۷۱	۰/۱۶۰
ال- لیزین هیدروکراید	–	۰/۰۲۸	۰/۰۶۰	۰/۰۲۴	۰/۰۵۱	۰/۰۳۹	۰/۰۷۷	۰/۰۹۹	۰/۲۰۱
ال- ترئونین	–	–	۰/۰۰۳	–	۰/۰۰۲	۰/۰۰۲	۰/۰۰۵	۰/۰۱۱	۰/۰۲۷
کربنات کلسیم	۸/۸۹۹	۸/۸۸۰	۸/۸۸۰	۸/۸۸۵	۸/۸۸۱	۸/۸۷۸	۸/۸۵۸	۸/۹۰۵	۸/۹۳۰
دی کلسیم فسفات	۱/۵۶۲	۱/۵۴۷	۱/۴۸۷	۱/۵۵۱	۱/۵۱۸	۱/۵۴۳	۱/۵۲۴	۱/۵۴۵	۱/۴۸۰
بیکربنات سدیم	۰/۱۵۰	۰/۱۵۰	۰/۱۵۰	۰/۱۵۰	۰/۱۵۰	۰/۱۵۰	۰/۱۵۰	۰/۱۵۰	۰/۱۵۰
نمک طعام	۰/۲۳۶	۰/۲۲۶	۰/۲۱۳	۰/۲۲۸	۰/۲۱۹	۰/۲۲۰	۰/۲۰۵	۰/۲۳۰	۰/۲۲۱
مکمل ویتامینی- معدنی	۰/۵۰۰	۰/۵۰۰	۰/۵۰۰	۰/۵۰۰	۰/۵۰۰	۰/۵۰۰	۰/۵۰۰	۰/۵۰۰	۰/۵۰۰
جمع کل	۱۰۰/۰۰	۱۰۰/۰۰	۱۰۰/۰۰	۱۰۰/۰۰	۱۰۰/۰۰	۱۰۰/۰۰	۱۰۰/۰۰	۱۰۰/۰۰	۱۰۰/۰۰

برای اندازه‌گیری واحد هاو از فرمول زیر استفاده شد: که در این فرمول H عبارت است از ارتفاع سفیده غلیظ برحسب میلی‌متر و W برابر است با وزن تخم‌مرغ بر حسب گرم. برای اندازه‌گیری ارتفاع سفیده از دستگاه ارتفاع‌سنج استاندارد استفاده شد. به‌طوری که ابتدا تخم‌مرغ‌ها روی یک صفحه صاف شکسته شده و ارتفاع سفیده در سه محل چسبیده به زرده، قسمت میانی و انتهای سفیده غلیظ اندازه‌گیری شد و میانگین آن‌ها ارتفاع سفیده درنظر گرفته شد. سپس با درنظر گرفتن وزن تخم‌مرغ و ارتفاع سفیده و با قرار دادن آن‌ها در فرمول بالا، واحد هاو برای هر یک از تخم‌مرغ‌ها محاسبه شد. برای اندازه‌گیری وزن پوسته، محتویات پوسته تخم‌مرغ‌ها تمیز شده و پوسته‌ها به‌مدت ۴۸ ساعت برای خشک شدن در دمای اتاق نگه‌داری شدند. بعد از خشک شدن، وزن آن‌ها با ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۱ گرم

اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری میزان کلسترول و تری‌گلیسرید زرده تخم‌مرغ، از روش آنزیمی لوهمن و همکاران استفاده شد (۲۴). در انتهای دوره آزمایش نیز از هر تکرار دو قطعه مرغ انتخاب شد و از ورید زیربال آن‌ها خونگیری به‌عمل آمد. خون گرفته شده در لوله‌های معمولی بدون ماده ضدانعقاد ریخته شد و سپس به‌مدت ۱۵ دقیقه برای جدا شدن سرم آن سانتریفیوژ شد. پس از تهیه سرم میزان کلسترول و تری‌گلیسرید آن توسط کیت‌های پارس آزمون، اندازه‌گیری شد. این تحقیق در قالب یک طرح کاملاً تصادفی با نه گروه و پنج تکرار و ۱۰ مشاهده در هر تکرار اجرا گردید. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار آماری SAS (نسخه ۹/۳) رویه GLM استفاده شد. هم‌چنین برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد استفاده شد.

نتایج

مصرف خوراک و ضریب تبدیل غذایی و درصد تولید تخم‌مرغ: در جدول اثر تیمارهای آزمایشی بر میزان مصرف روزانه خوراک و ضریب تبدیل غذایی در مدت ۸ هفته نشان داده شده است. با توجه به نتایج به‌دست آمده با افزایش مدت زمان نگه‌داری مرغ‌های تخم‌گذار، مقدار مصرف روزانه خوراک در برخی گروه‌های آزمایشی افزوده شد. بیش‌ترین افزایش مقدار مصرف در گروه‌های حاوی کتان اکسترودشده و گلوتن ذرت مشاهده شد که دارای اختلاف معنی‌داری با گروه شاهد و هم‌چنین سایر گروه‌های آزمایشی بودند (p<۰/۰۵). پس از بررسی میزان تولید و مصرف روزانه خوراک تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای آزمایشی از نظر ارزیابی ضریب تبدیل غذایی مشاهده شد (p<۰/۰۵). طبق این ارزیابی تیمار حاوی ۱۵٪ کتان اکسترود شده بذر کتان و گلوتن ذرت دارای بهترین ضریب تبدیل در بین تیمارهای آزمایشی بود که به‌طور معنی‌داری با گروه شاهد و سایر گروه‌های آزمایشی تفاوت داشت (p<۰/۰۵). هم‌چنین تیمارهای حاوی بذر کتان اکسترود شده با حامل‌های کنجاله سویا و کنجاله آفتابگردان نسبت به تیمار کتان اکسترود شده عملکرد بهتری از نظر ضریب تبدیل غذایی نشان دادند که این تفاوت معنی‌دار نیز بود (p<۰/۰۵).

خصوصیات کیفی تخم‌مرغ: در جدول ۴ نتایج حاصل از بررسی استفاده از کتان اکسترودشده با حامل‌های مختلف بر خصوصیات کیفی تخم‌مرغ‌ها در مدت ۸ هفته بیان شده است. براساس نتایج حاصل شده از این مطالعه تیمارهای مورد استفاده واحد هاو را تحت تأثیر قرار دادند به‌طوری‌که ۷/۵ و ۱۵ درصد کتان اکسترودشده بذر کتان و گلوتن ذرت و ۱۵ درصد کتان اکسترودشده و کنجاله سویا موجب بروز بیش‌ترین بهبود در این واحد نسبت به گروه شاهد و سایر گروه‌های آزمایشی شد که این امر دارای اختلاف معنی‌داری نیز بود (P<۰/۰۵). هرچند برخی از تیمارها اختلاف معنی‌داری با گروه شاهد نداشتند اما استفاده کردن از ۷/۵ درصد کنجاله سویا و ۱۵ درصد کنجاله آفتابگردان به همراه کتان اکسترودشده موجب بهبود واحد هاو نسبت به گروه شاهد شد (P<۰/۰۵). وزن پوسته نیز از دیگر فاکتورهای مورد بررسی در این مطالعه بود که طبق نتایج به دست آمده بیش‌ترین مقدار آن در تیمارهای حاوی کتان اکسترود شده و گلوتن ذرت و کم‌ترین مقدار آن در تیمار شاهد و تیمار ۷/۵ درصد کتان اکسترود شده مشاهده شد که اختلاف معنی‌داری با یکدیگر داشتند (P<۰/۰۵). هم‌چنین وزن پوسته در سایر تیمارهای اکسترودشده نسبت به گروه شاهد افزایش معنی‌داری نسبت به گروه شاهد داشتند که شایان توجه بود (P<۰/۰۵). استقامت تخم‌مرغ و ضخامت پوسته نیز تحت تأثیر جیره‌های آزمایشی قرار گرفت و به‌طوری که تغییر معنی‌داری بین گروه‌های آزمایشی مشاهده شد (P<۰/۰۵). طبق این نتایج بیش‌ترین میزان استقامت در تخم‌مرغ‌های تولید شده از مرغ‌ها دریافت‌کننده جیره غذایی حاوی ۱۵درصد کتان اکسترود شده و گلوتن ذرت و کم‌ترین استقامت در تخم‌مرغ‌های حاصل از تیمار شاهد مشاهده شد که تفاوت معنی‌داری بین آن‌ها وجود داشت (P<۰/۰۵). هم‌چنین تخم‌مرغ‌های به‌دست آمده از تیمارهای حاوی کتان اکسترودشده و گلوتن ذرت بیش‌ترین ضخامت پوسته را نسبت به تیمار شاهد و گروه‌های آزمایشی حاوی کتان اکسترودشده (۷/۵ و ۱۵٪) به خود اختصاص دادند که این اختلاف معنی‌دار نیز بود (P<۰/۰۵).

شاخص‌های خون‌شناسی: اثر تیمارهای آزمایشی بر میانگین فراسنجه‌های خونی مرغ‌ها تخم‌گذار در جدول ۵ ارائه شده است. نتایج نشان می‌دهد، تعداد گلبول‌های سفید در تیمارهای حاوی ۷/۵و ۱۵ درصد گلوتن ذرت افزایش معنی‌داری نسبت گروه شاهد داشته است (P<۰/۰۵). هم‌چنین تعداد گلبول‌های قرمز خون، میزان هماتوکریت، هموگلوبین و لنفوسیت‌ها در تیمار حاوی کتان اکسترودشده کتان و ۱۵ درصد گلوتن ذرت دارای اختلاف معنی‌داری با گروه شاهد بود (P<۰/۰۵). اما میزان هتروفیل، مونوسیت‌ها و ائیوزونوفیل‌ها تحت تأثیر هیچ‌کدام از تیمارهای آزمایشی قرار نگرفتند لذا اختلاف معنی‌داری میان گروه‌های مختلف مشاهده نشد (P<۰/۰۵).

فراسنجه‌های لیپیدی خون: در جدول ۶ نتایج به‌کارگیری حامل‌های مختلف در تولید دانه کتان اکسترودشده بر میزان کلسترول، تری‌گلسیرید و پروتئین کل پلاسما در مرغ‌های تخم‌گذار به‌مدت هشت هفته نشان داده شده است. طبق نتایج به‌دست آمده استفاده از ۷/۵و ۱۵ درصد کتان اکسترودشده کتان و گلوتن ذرت میزان

کلسترول خون را به‌طور معنی‌داری کاهش داده است (P<۰/۰۵). این اختلاف در بین گروه شاهد و سایر گروه‌های آزمایشی در مقایسه با گروه‌های حاوی کتان اکسترودشده و گلوتن ذرت به‌طور واضح قابل مشاهده است. هم‌چنین اختلاف معنی‌داری بین تیمار شاهد و تیمار کتان اکسترودشده وجود نداشت (P<۰/۰۵). غلظت تری‌گلیسیرید خون نیز تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار گرفته است (P<۰/۰۵). این اثر کاهشی بوده است به‌طوری‌که کم‌ترین میزان تری‌گلیسیرید پلاسما در تیمارهای حاوی کتان اکسترود شده و گلوتن ذرت با سطوح ۷/۵و ۱۵ درصد و بیش‌ترین مقدار آن در تیمار شاهد مشاهده شد. اختلاف بین گروه‌های ذکر شده و تیمار شاهد دارای اختلاف معنی‌داری‌نیز بودند. (P<۰/۰۵). هم‌چنین تمامی تیمارهای آزمایشی کاهش معنی‌داری را نسبت به گروه شاهد نشان دادند (P<۰/۰۵). اما بررسی غلظت پروتئین کل سرم تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرارنگرفت لذا تفاوت معنی‌داری بین‌گروه‌های مختلف آزمایشی قابل مشاهده نبود (P<۰/۰۵).

جدول ۳: بررسی اثر تیمارهای آزمایشی بر مصرف خوراک (گرم) و ضریب تبدیل غذایی در مرغ‌ها تخم‌گذار به‌مدت ۸ هفته

تیمار	مصرف خوراک	ضریب تبدیل غذایی	درصد تولید تخم‌مرغ	
			ماه اول	ماه دوم
شاهد	۱۱۶± ۰/۰۱^{a}	۲/۴۸ ± ۰/۰۲^{g}	۷۹/۶^{a}	۸۰/۱^{a}
۷/۵٪ کتان اکسترودشده	۱۱۶ ± ۰/۰۳^{a}	۲/۳۶ ± ۰/۰۳^{f}	۸۰/۷^{a}	۸۳/۶^{b}
۱۵٪ کتان اکسترودشده	۱۱۶ ± ۰/۰۲^{a}	۲/۳۱ ± ۰/۰۱^{f}	۸۱/۱^{a}	۸۵/۳^{bc}
۷/۵٪ ف.ف کتان + ک. سویا	۱۱۶ ± ۰/۰۴^{a}	۲/۲۰ ± ۰/۰۱^{e}	۸۲/۴^{ab}	۸۶/۲^{bc}
۱۵٪ ف.ف کتان + ک.سویا	۱۱۶ ± ۰/۰۲^{a}	۲/۱۴ ± ۰/۰۴^{cd}	۸۱/۹^{ab}	۸۶/۵^{bc}
۷/۵٪ ف.ف کتان + ک. آفتاگردان	۱۱۶ ± ۰/۰۵^{a}	۲/۱۷ ± ۰/۰۲^{de}	۸۴/۴^{bc}	۸۷/۸^{c}
۱۵٪ ف.ف کتان + ک. آفتابگردان	۱۱۶ ± ۰/۰۳^{a}	۲/۰۹ ± ۰/۰۲^{c}	۸۶/۱^{c}	۹۰/۷^{d}
۷/۵٪ ف.ف کتان + گلوتن ذرت	۲۰۱ ± ۰/۰۱^{b}	۱/۷۸ ± ۰/۰۱^{b}		
۱۵٪ ف.ف کتان + گلوتن ذرت	۲۰۱ ± ۰/۰۲^{b}	۱/۷۰ ± ۰/۰۲^{a}		

جدول۴: بررسی اثر تیمارهای آزمایشی بر خصوصیات کیفی تخم‌مرغ در مرغ‌ها تخم‌گذار به‌مدت هشت هفته

تیمار	واحد هاو	وزن پوسته (گرم)	استقامت (کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع)	ضخامت پوسته (میلی‌متر)
شاهد	۸۹/۷۵^{a}	۵/۲۲^{a}	۲/۹۰^{a}	۰/۳۵۵^{a}
۷/۵ درصد کتان اکسترودشده	۹۰/۵۴^{a}	۵/۱۹^{a}	۳/۲۴^{b}	۰/۳۶۰^{a}
۱۵ درصد کتان اکسترودشده	۹۰/۶۲^{a}	۵/۷۸^{b}	۳/۱۵^{b}	۰/۳۷۱^{a}
۷/۵ درصد ف.ف کتان + ک. سویا	۹۱/۵۴^{b}	۶/۴۰^{c}	۳/۴۳^{c}	۰/۳۹۰^{b}
۱۵ درصد ف.ف کتان + ک.سویا	۹۲/۱۳^{c}	۷/۰۱^{d}	۳/۱۰^{b}	۰/۴۰۰^{b}
۷/۵ درصد ف.ف کتان + ک. آ.گردان	۸۹/۸۳^{a}	۶/۰۲^{bc}	۳/۶۰^{d}	۰/۴۰۳^{b}
۱۵ درصد ف.ف کتان + ک. آ.گردان	۹۱/۶۷^{b}	۶/۱۵^{bc}	۳/۴۸^{cd}	۰/۴۰۵^{b}
۷/۵ درصد ف.ف کتان + گلوتن ذرت	۹۳/۵۲^{c}	۷/۷۴^{e}	۳/۵۳^{d}	۰/۴۵۰^{c}
۱۵ درصد ف.ف کتان + گلوتن ذرت	۹۴/۶۸^{c}	۷/۸۱^{e}	۳/۷۶^{e}	۰/۴۵۲^{c}
P-value	۰/۰۱۲	۰/۰۰۲	۰/۰۰۰۱	۰/۰۲۷
خطای استاندارد میانگین‌ها	۲/۵۴۷	۰/۸۲۱	۰/۲۶۸	۰/۰۱۲

حروف انگلیسی مختلف در هر ردیف نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح پنج درصد می‌باشند. SEM: خطای استاندارد میانگین‌ها

جدول۵: بررسی اثر تیمارهای آزمایشی بر درصد فراسنجه‌های خونی در مرغ‌ها تخم‌گذار به‌مدت ۸ هفته

تیمارها	گلبول سفید	گلبول قرمز	هماتوکریت	هموگلوبین	هتروفیل	لنفوسیت	مونوسیت	ائیوزونوفیل
شاهد	۱۰/۹۷^{a}	۹/۴۰^{a}	۲۹/۸۶^{a}	۷/۵۴^{a}	۶۰/۳۰	۳۳/۰۱^{a}	۳/۳۰	۳/۴۰
۷/۵درصد کتان اکسترودشده	۱۴/۴۲^{b}	۹/۳۸^{a}	۲۹/۸۷^{a}	۷/۶۷^{ab}	۶۰/۳۰	۳۴/۶۰^{a}	۲/۷۰	۲/۷۰
۱۵ درصد کتان اکسترودشده	۱۳/۸۳^{b}	۹/۵۹^{a}	۳۰/۴۷^{ab}	۷/۷۲^{ab}	۶۲/۸۰	۳۲/۱۰^{a}	۲/۷۰	۲/۴۰
کتان اکسترودشده + ۷/۵ درصد ک.سویا	۱۴/۸۶^{b}	۹/۷۲^{a}	۳۰/۶۷^{abc}	۷/۷۵^{ab}	۵۹/۳۰	۳۳/۳۰^{a}	۲/۹۰	۳/۸۰
کتان اکسترودشده + ۱۵ درصد.سویا	۱۵/۱۷^{b}	۹/۸۴^{a}	۳۰/۵۲^{ab}	۷/۸۱^{bc}	۶۱/۰۰	۳۲/۲۰^{a}	۳/۷۰	۲/۸۰
کتان اکسترودشده + ۷/۵ درصد.آفتابگردان	۱۷/۵۰^{c}	۹/۸۳^{a}	۳۱/۸۲^{bc}	۷/۶۱^{a}	۵۹/۰۰	۳۴/۸۰^{a}	۳/۸۰	۲/۵۰
کتان اکسترودشده + ۱۵ درصد ک.آفتابگردان	۱۷/۹۲^{c}	۹/۹۱^{a}	۳۲/۸۷^{bc}	۷/۷۹^{bc}	۶۰/۴۰	۳۴/۷۰^{a}	۳/۶۰	۲/۲۰
کتان اکسترودشده + ۷/۵ درصد گلوتن ذرت	۲۱/۰۵^{d}	۱۰/۱۲^{a}	۳۲/۸۴^{bc}	۷/۹۵^{bc}	۵۷/۰۰	۳۶/۰۰^{a}	۳/۲۰	۳/۰۰
کتان اکسترودشده + ۱۵ درصد گلوتن ذرت	۲۱/۸۴^{d}	۱۰/۳۱^{b}	۳۲/۹۵^{c}	۸/۰۹^{c}	۶۰/۰۰	۴۲/۷۰^{b}	۴/۰۰	۲/۶۰
P-value	<۰/۰۰۰۱	۰/۰۱۹	۰/۰۲۷	۰/۰۴۱	۰/۰۹۱	۰/۰۰۶	۰/۱۴۲	۰/۰۸۴
خطای استاندارد میانگین‌ها	۲/۳۸	۰/۴۲	۰/۸۳	۰/۳۵	۰/۴۹	۰/۵۳	۰/۱۹	۰/۱۴

حروف انگلیسی مختلف در هر ردیف نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح پنج درصد می‌باشند. SEM: خطای استاندارد میانگین‌ها

جدول۶: بررسی اثر تیمارهای آزمایشی بر غلظت لیپیدهای خون (میلی‌گرم/دسی‌لیتر) در مرغ‌ها تخم‌گذار به‌مدت هشت هفته

تیمارها	کلسترول	تری گلسیرید	پروتئین کل
شاهد	۱۰۵/۴۱^{c}	۱۵۰۷/۱۵^{e}	۶/۰۰
۷/۵ درصد کتان اکسترودشده	۱۰۸/۵۱^{c}	۱۴۶۷/۹۷^{d}	۵/۶۶
۱۵ درصد کتان اکسترودشده	۱۱۸/۵۰^{d}	۱۴۶۶/۰۳^{d}	۶/۹۰
۷/۵ درصد ف.ف کتان + ک. سویا	۹۷/۱۶^{b}	۱۳۷۸/۴۸^{c}	۶/۰۳
۱۵ درصد ف.ف کتان + ک.سویا	۱۰۰/۷۸^{b}	۱۳۶۴/۸۲^{c}	۵/۶۲
۷/۵ درصد ف.ف کتان + ک. آفتاگردان	۱۴۳/۷۳^{e}	۱۲۰۷/۱۵^{b}	۶/۰۵
۱۵ درصد ف.ف کتان + ک. آفتابگردان	۱۸۱/۴۶^{f}	۱۲۳۱/۱۳^{b}	۵/۶۳
۷/۵ درصد ف.ف کتان + گلوتن ذرت	۸۳/۱۳^{a}	۱۱۲۶/۷۳^{a}	۵/۵۷
۱۵ درصد ف.ف کتان + گلوتن ذرت	۸۸/۸۹^{a}	۱۰۸۷/۹۰^{a}	۶/۵۰
P-value	<۰۰۰۱	۰/۰۲۶	۰/۱۲۳
خطای استاندارد میانگین‌ها	۳/۸۰۲	۴۴/۰۲۴	۰/۱۰۳

حروف انگلیسی مختلف در هر ردیف نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح پنج درصد می‌باشند. SEM: خطای استاندارد میانگین‌ها

بحث

نتایج حاصل از بررسی گزارش‌های انجام گرفته درباره مقدار مصرف خوراک در اثر استفاده از دانه کتان اختلاف نظرهای بسیاری با یکدیگر دارند. Scheideler و Lewis گزارش دادند وجود دانه کتان در جیره غذایی مرغ‌ها مصرف خوراک را به‌طور معنی‌داری افزایش می‌دهد (۲۵)، درحالی‌که Schideler و همکاران، نشان دادند که پرندگان تغذیه شده با تخم کتان میزان مصرف خوراک کم‌تری دارند (۲۶). Huang و همکاران بیان کردند، علی‌رغم وجود فیبر بالا در جیره غذایی که ناشی از وجود ۲۲/۵ درصد بذر کتان اکسترود شده بوده است هیچ اثر مضری بر مصرف خوراک مرغ‌های تخم‌گذار ندارد (۲۷). هم‌چنین Nain و Renema، به نتایج مشابهی با حضور ۷/۵ و ۱۵ درصد بذر کتان در جیره غذایی مرغ‌های تخم‌گذار دست یافتند (۲۸). در مطالعه حاضر میزان مصرف خوراک در تیمار حاوی کتان اکسترود شده و گلوتن ذرت افزایش یافت. هم‌سو با نتایج به‌دست آمده Leeson و همکاران استفاده از دانه کتان را عاملی برای افزایش مقدار مصرف خوراک و افزایش ضریب تبدیل غذایی عنوان کردند (۲۹). جیره‌های غذایی حاوی کتان اکسترود شده (۱۰ و ۲۰ درصد) انرژی متابولیسمی کم‌تری نسبت به جیره غذایی حاوی بذر کتان دارند لذا مصرف خوراک افزایش می‌یابد (۳۰). گلوتن ذرت یکی از محصولات مهم حاصل از ذرت است که از طریق فرآیند آسیاب مرطوب تولید می‌شود و معمولاً به‌دلیل دارا بودن پروتئین زیاد و میزان بالای انرژی در جیره‌های غذایی طیور مورد استفاده قرار می‌گیرد. علاوه براین بررسی گلوتن ذرت توسط Peter و همکاران، آن‌را به‌عنوان ماده غذایی با قابلیت هضم و جذب بالا قلمداد کرده است (۳۱). با توجه به آن‌چه بیان شد به نظر می‌رسد کاهش انرژی متابولیسمی در اثر وجود دانه کتان اکسترود شده هم راستا با بهبود مکانیسم هضم و جذب با استفاده از گلوتن ذرت در جیره غذایی می‌تواند دلیل احتمالی افزایش میزان مصرف خوراک و کاهش ضریب تبدیل غذایی در تیمارهای آزمایشی بهبود یافته در این مطالعه باشد. کیفیت پوسته تخم‌مرغ با عملکرد آن در مقاومت در برابر چالش‌های فیزیکی، عوامل بیماری‌زا از محیط خارجی و در درجه اول کلسیم، برای رشد جنین ارتباط دارد (۳۲). علاوه بر این، کیفیت پوسته تخم‌مرغ عامل مهمی برای تولید تخم‌مرغ است. به‌عنوان مثال در تخم‌مرغ‌های تجاری پوسته‌ها باید به اندازه کافی قوی باشند تا از خرابی هنگام بسته‌بندی و حمل و نقل جلوگیری شود (۳۳). این خصوصیات وابسته به ساختار پوسته تخم‌مرغ است، زیرا این ماده از دو بخش زیستی و فیزیکی تشکیل شده است که به عنوان نتیجه تعامل کنترل شده بین اجزای معدنی و آلی آن حاصل می‌شود. کیفیت تخم‌مرغ نقش اساسی در اقتصادی بودن تولید تخم‌مرغ دارد زیرا شکستگی ۸ تا ۱۰ درصد تخم‌مرغ در کل تولید تخم‌مرغ باعث بروز خسارات اقتصادی می‌شود (۳۴). پس از بررسی منابع متفاوت حاوی اسیدچرب در جیره غذایی و مقایسه آن‌ها بیان شد که خوراک حاوی گروه n-3 کم‌تر (روغن ماهی ۱/۷۵ + ۱/۷۵ گرم چربی زرد) کاهش معنی‌داری در مقاومت پوسته و ضخامت پوسته نسبت به مقادیر زیاد گروه n-3 بالا (۳/۵درصد روغن ماهی) داشته است. همچنین Basmacoglu و همکاران، در مطالعه‌ای بر مرغ‌های تخم‌گذار دریافتند که افزودن روغن بذر کتان و روغن ماهی به جیره غذایی تأثیر منفی بر شاخص‌های کیفیت تخم‌مرغ مانند وزن پوسته، مقاومت پوسته و ضخامت پوسته و استقامت آن ندارد. در این مطالعه تیمارهای حاوی کتان اکسترودشده و گلوتن ذرت موجب افزایش وزن، مقاومت و ضخامت پوسته تخم‌مرغ شدند (۳۵). هم‌سو با نتایج بررسی شده در این آزمایش Al-Daraji و همکاران، بیان داشتند که افزودن بذر کتان در سطوح دو درصد، چهار درصد یا شش درصد به جیره‌های بلدرچین تخم‌گذار منجر به بهبود بخش عمده پارامترهای

کیفیت تخم‌مرغ موجود در این آزمایش شد. هم‌چنین آن‌ها توصیه کردند که استفاده از کتان در مقادیر ذکر شده در جیره غذایی بلدرچین ژاپنی در طی دوره تخم‌گذاری راندمان بالایی بدون تأثیر منفی بر عملکرد دارد و کیفیت تخم‌مرغ را بهبود می‌بخشد (۳۶). لیگنان‌ها گروهی از ترکیبات شیمیایی هستند که از نظر ساختاری مشابه استروژن‌ها هستند (۳۷). به‌دلیل شباهت‌ها، لیگنان‌ها ممکن است با اتصال به گیرنده‌های استروژن روی غشای سلولی بر متابولیسم استروژن تأثیر بگذارند و یا عملکرد استروژن‌های استروئیدی قوی‌تر را مسدود کنند یا در صورت کمبود بدن مانند استروژن‌های ضعیف عمل کنند (۳۸). دانه کتان حاوی مقادیر زیادی از فیتواستروژن‌ها مانند لیگنان و ایزوفلاون است که نقش مهمی در تنظیم عملکرد تولیدمثلی و کیفیت تخم‌مرغ دارند (۳۳). از سوی دیگر کیفیت تخم‌مرغ تحت تأثیر عواملی مانند تغذیه متعادل با مکمل‌های کافی کلسیم، پتاسیم و ویتأمین دی است (۳۹). دانه کتان و گلوتن ذرت به‌عنوان منبعی سرشار از انواع ویتأمین‌ها به‌خصوص ویتأمین دی که نقش عمده‌ای در جذب کلسیم را دارد، می‌تواند دلیل احتمالی بهبود کیفیت تخم‌مرغ‌های حاصل از تیمار مورد اشاره باشد. تجزیه و تحلیل فراسنجه‌های خونی یکی از با ارزش‌ترین روش‌های بررسی وضعیت فیزیولوژیکی موجودات به‌شمار می‌رود زیرا این مقادیر مختص به هر گونه بوده و با توجه به سن موجود متغیر است (۴۰). بررسی‌های خون‌شناسی جهت پیشگیری از بیماری‌های مختلف و کاهش استرس‌های محیطی و تغذیه‌ای موثر واقع شده است (۳۲). شمارش گلبول‌های سفید و قرمز، بررسی میزان هموگلوبین، هماتوکریت و سایر متابولیت‌های خونی در پایش سمیت جیره غذایی به‌ویژه در رابطه با ترکیبات موثر بر وضعیت خون و سلامت حیوان بسیار اهمیت دارد (۴۱). در این مطالعه افزایش تعداد گلبول‌های سفید و قرمز و هموگلوبین خون در تیمارهای حاوی بذر کتان به همراه گلوتن ذرت قابل مشاهده بود. هم‌سو با نتایج مطالعه حاضر، Al-zuhairy و Taher، بیان داشتند که حضور مکمل دانه کتان در ترکیبات جیره جوجه گوشتی موجب افزایش تعداد گلبول‌های سفید در خون می‌شود (۴۲). در تحقیقی دیگر Abdulwahid و Mudheher، گزارش کردند که استفاده از روغن بذر کتان سرشار از امگا-۳ در جیره غذایی جوجه باعث افزایش تعداد گلبول‌های سفید، گلبول‌های قرمز و مقدار هموگلوبین در خون می‌شود (۴۳). Rymer و Givens، نیز گزارش کردند که افزودن ۱۰ و ۲۰ درصد دانه کتان به جیره غذایی مرغ‌ها تخم‌گذار سویه لگهورن سفید در مدت یک‌ماه موجب افزایش تعداد گلبول‌های قرمز خون می‌گردد (۴۴). دانه‌های روغنی سرشار از اسیدچرب‌های مختلف به‌خصوص امگا-۳ و امگا-۶ می‌باشند. اسیدهای چرب امگا-۳ می‌توانند با کاهش اثرات مخرب رادیکال‌های آزاد موجب حفظ وضعیت غشای گلبول‌های سفید و افزایش گلبول‌های قرمز خون شوند. از طرف دیگر، افزایش تعداد گلبول‌های سفید و قرمز خون به دلیل افزایش نسبت امگا-۳ به امگا-۶ در تعدیل فرآیند سنتز ایکوزانوئید می‌تواند بسیار مهم باشد زیرا غنی‌سازی غشای سلولی از اسیدهای چرب امگا-۳ با ساختار سلول‌های ایمنی و تشکیل ایکوزانوئید همراه بوده و در اثر کاهش رها شدن ایکوزانوئیدها، پاسخ‌های التهابی و پیش التهابی نیز کاهش می‌یابد (۴۵). علاوه بر این، وجود دانه‌های روغنی می‌تواند شکل طبیعی گلبول‌های قرمز حفظ کند (۴۶). افزودن ۱۰ درصد دانه‌های روغنی غنی از امگا-۳ به جیره غذایی مرغ باعث افزایش میزان هموگلوبین در خون شده و شاخص‌های سلامت را افزایش می‌دهد (۴۷). از دلایل احتمالی دیگر، افزایش مقدار هموگلوبین به‌دنبال افزایش تعداد گلبول‌های قرمز در خون می‌باشد (۴۸). گمان می‌رود با توجه به این موضوع که گلوتن ذرت به‌دلیل دارا بودن مقدار زیادی ویتأمین E می‌تواند به‌عنوان یک آنتی‌اکسیدان از پروتئین محافظت کرده و سطوح پراکسیداسیون لیپید در مالون‌دی‌آلدهید را کاهش دهد (۴۹، ۵۰) و موجب تشدید اثر این تیمار بر پارامترهای خونی در این مطالعه گردیده است. اگرچه میزان شاخص‌های هتروفیل، مونوسیت‌ها و ائوزونوفیل‌ها تحت تأثیر هیچ‌کدام از تیمارهای آزمایشی قرار نگرفتند اما تمامی این فراسنجه‌های خون‌شناسی در بازه نرمال قرار داشتند که نشان از سلامت فیزیولوژیکی نمونه‌های بررسی شده دارد. فراسنجه‌های بیوشیمیایی خونی پاسخ‌های فیزیولوژیکی هستند که منعکس‌کننده پاسخ‌های حاصل از عوامل داخلی و خارجی همانند شرایط تغذیه‌ای می‌باشند. فراسنجه‌های خونی به‌عنوان حدواسط‌ها اطلاعاتی را در مورد سوخت و ساز و سلامت حیوانات فراهم می‌آورند. پروتئین کل، کلسترول و تری‌گلیسرید به‌عنوان رایج‌ترین شاخص‌ها برای تشخیص هموستازی بدن و سوخت و ساز انرژی استفاده می‌شوند که می‌توانند اطلاعات مفیدی را برای ارزیابی شرایط فیزیولوژیکی ارائه دهند (۵۱). لیپو پروتئین‌ها مسئول انتقال کلسترول در خون هستند. چربی‌های جیره غذایی می‌توانند ترکیب خون و سطح لیپوپروتئین‌های سرم را تغییر دهند. هم‌چنین، چربی‌های جیره غذایی می‌توانند غلظت لیپوپروتئین پلاسما و متابولیسم کبد را با توجه به محتوای اسیدهای چرب اشباع نشده یا اشباع شده تشکیل‌دهنده آن‌ها تغییر دهند (۵۲). به‌طورکلی، اسیدهای چرب اشباع، لیپوپروتئین‌های کم چگالی پلاسما (LDL) را افزایش می‌دهند که بسیار آتروژنیک هستند و تا حدودی باعث کاهش جذب کلسترول می‌شوند، درحالی‌که اسیدهای چرب اشباع نشده تولید لیپوپروتئین‌های با چگالی بالا (HDL) را افزایش می‌دهند که علاوه بر محافظت در برابر گرفتگی عروق با انتقال کلسترول از بافت به کبد آن را با اسیدهای صفراوی دفع می‌کند (۵۳). روغن‌های جیره‌ای حاوی PUFA می‌تواند غلظت کلسترول پلاسما در مرغ‌های تخم‌گذار را کاهش دهد (۷). هم‌چنین جیره‌های غذایی حاوی PUFA n-3

می‌تواند لیپوپروتئین‌های بسیار کم چگال (VLDL)، (LDL) و کلسترول سرم را کاهش دهد درحالی‌که اسیدهای چرب اشباع در مرغ‌های تخم‌گذار می‌تواند غلظت HDL سرم را افزایش دهد (۵۴). در این مطالعه حضور تیمارهای حاوی کتان اکسترودشده بذر کتان و گلوتن ذرت موجب کاهش میزان کلسترول پلاسما در مرغ‌های تخم‌گذار تغذیه‌کننده از این گروه‌ها شدند. Caston و Leeson، گزارش کردند که کلسترول خون در مرغ‌ها تغذیه شده با دانه کتان تحت تأثیر قرار نمی‌گیرد (۵۵). Ahmad و همکاران، بیان داشتند که دانه کتان باعث کاهش کلسترول خون در جوجه‌های گوشتی و مرغ تخم‌گذار می‌شود. غلظت تری‌گلیسرید پلاسما، نشان‌دهنده میزان چربی بدن می‌باشد که توسط سطح انرژی قابل متابولیسم تحت تأثیر قرار می‌گیرد (۵۷). غلظت تری‌گلیسرید خون پرندگان تحت تأثیر عواملی چون گونه، جنس، سن، مرحله تولیدمثلی، وضعیت سلامتی و تغذیه قرار می‌گیرد. هم‌چنین کلسترول به‌شدت تحت تأثیر وراثت، تغذیه و سن است (۵۸). بسیاری از مطالعات کاهش سطح تری‌گلسیرید پلاسما را در پرندگان تغذیه شده با منابع امگا۳ گزارش کردند. آثار اسیدهای چرب امگا۳ و امگا۶ بر تری‌گلسیرید پلاسمای خون پرندگان متفاوت است. به‌طوری‌که امگا۳ سبب کاهش و امگا۶ سبب افزایش سطح گلسیرید پلاسما می‌شود. Celebi و Utlu، کاهش تری‌گلیسرید سرم در مرغ‌های تخم‌گذار دریافت کننده جیره‌های غذایی غنی شده با چهار درصد روغن بذر کتان را گزارش کرده‌اند (۵۴). Schumann و همکاران، نیز در آزمایشی مشابه کاهش تقریباً ۲۵ درصدی تری‌گلیسرید پلاسما در اثر استفاده از ۴ درصد روغن بذر کتان را گزارش کردند (۵۹). Crespo و Esteve-Garcia، دریافتند که جوجه‌های گوشتی با جیره‌های غذایی غنی از n-3 PUFA غلظت کم‌تری تری‌گلیسرید در سرم خون نشان دادند (۶۰). هم‌چنین روغن ماهی غنی از EPA و DHA است و در موش صحرایی دارای اثرات کاهش‌دهنده خون است و باعث کاهش تری‌گلیسرید پلاسما و کلسترول پلاسما می‌شود. EPA و DHA می‌توانند از طریق اسید لینولنیک از طریق سیستم زنجیره میکروزومی و سیستم دزتوراز تشکیل شوند. گنجاندن ۴۰ گرم در کیلوگرم روغن کتان در جیره غذایی، درصد EPA و DHA کل چربی‌های سرم خون موش را به‌ترتیب ۹، ۱ و ۵ درصد افزایش می دهد. در این آزمایش سطح گلسیرید خون در تیمارهای حاوی دانه کتان اکسترود شده و گلوتن ذرت (۷/۵ و ۱۵ درصد) کاهش یافته است در این رابطه می‌توان بیان نمود که میزان امگا-۳ محتوی جیره عاملی برای کاهش سنتز و ترشح تری‌گلسیرید از سلول‌های روده شده و بنابراین سنتز کبدی اسیدهای چرب را کاهش داده است (۶۱). سطح پروتئین کل سرم انعکاس‌دهنده سطوح آمینواسیدهای جیره‌ای است و می‌تواند در برآورد آمینواسیدهای ضروری استفاده شود (۵۱). در مطالعه‌ای نشان داده شد که سطح پروتئین بالاتر در گردش خون، نشان‌دهنده فراهم بودن آمینواسیدهای لازم و سوخت و ساز مناسب پروتئین‌های جیره‌ای می‌باشد (۶۲). در این مطالعه هیچ‌کدام از تیمارهای آزمایشی مقدار پروتئین کل سرم خون را تحت تأثیر قرار نداد (P<۰/۰۵). بررسی‌های انجام گرفته بر روی دانه کتان و حامل مختلف در این آزمایش و تأثیر آن بر غلظت پروتئین کل در مرغ‌ها تخم‌گذار بسیار محدود است. با این‌حال با توجه به نتایج می‌توان درک نمود که سطح آمینواسیدها در تمام گروه‌ها مشابه بوده است و نقصی مشاهده نشده است. انتظار می‌رفت که وجود منابعی چون گلوتن ذرت سبب افزایش سنتز پروتئین گردد و این امر در پروتئین کل نمایان گردد اما این موضوع به واقعیت بدل نگردید. با این‌وجود می‌توان بیان نمود که سن، شرایط نگه‌داری، فصل و سویه مورد استفاده در این مطالعه می‌تواند علتی برای عدم تأثیر گروه‌های آزمایشی بر غلظت پروتئین کل پلاسما باشد. در مجموع، نتایج به‌دست آمده در این پژوهش نشان می‌دهد که افزودن ۷/۵ درصد کتان اکسترود شده با گلوتن ذرت و ۱۵ درصد کتان اکسترود شده با گلوتن ذرت (نسبت ۲۵ به ۷۵) موجب افزایش مصرف خوراک، افزایش وزن تخم‌مرغ، افزایش تولید تخم‌مرغ و بهبود ضریب تبدیل خوراک بهبود واحد هاو افزایش وزن پوسته و ضخامت پوسته در مرغ‌ها تخم‌گذار می‌شود. بررسی نتایج فراسنجه‌های خونی شامل شمارش گلبول‌های سفید و قرمز، بررسی میزان هموگلوبین و هماتوکریت نشان داد که تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار گرفتند. پیشنهاد می‌شود که این طرح بر روی جوجه‌های گوشتی نیز مطالعه گردد و هم‌چنین مقایسه‌ای با اقلام مرسوم در جیره از قبیل کلزا صورت گیرد و میزان کلسترول زرده که در کیفیت و فروش تخم‌مرغ نیز موثر است، مورد ارزیابی قرار گیرد.

منابع

1. **Eggie, K., 2010.** Development of an extruded flax-based feed ingredient (Doctoral dissertation, McGill University Library). 235 p.
2. **Apperson, K.D. and Cherian, G., 2017.** Effect of whole flax seed and carbohydrase enzymes on gastrointestinal morphology, muscle fatty acids, and production performance in broiler chickens. Poultry Science. 96(5): 1228-1234.
3. **Jia, W., Slominski, B.A., Guenter, W., Humphreys, A. and Jones, O., 2008.** The effect of enzyme supplementation on egg production parameters and omega-3 fatty acid deposition in laying hens fed flaxseed and canola seed. Poultry Science. 87(10): 2005-2014.
4. **Adeli Moshfegh, T., Fattah, A. and Honarvar, M., 2018.** Effects of hatchery waste instead of soybean meal on egg weight and blood parameters in laying hens. Journal of Animal Environment. 10(1): 87-94. (In Persian)
5. **Beejmohun, V., Fliniaux, O., Grand, E., Lamblin, F., Bensaddek, L., Christen, P. and Mesnard, F., 2007.**

Microwave-assisted extraction of the main phenolic compounds in flaxseed. Phytochemical Analysis: An International Journal of Plant Chemical and Biochemical Techniques. 18(4): 275-282.

6. **Cherian, G., 2008.** Egg quality and yolk polyunsaturated fatty acid status in relation to broiler breeder hen age and dietary n-3 oils. Poultry science. 87(6): 1131-1137.
7. **Morris, D.H., 2007.** Flax: A health and nutrition primer. Flax Council of Canada.
8. **Rubilar, M., Gutiérrez, C., Verdugo, M., Shene, C. and Sineiro, J., 2010.** Flaxseed as a source of functional ingredients. Journal of Soil science and plant nutrition. 10: 373-377.
9. **Carter, J.F., 1993.** Potential of flaxseeds and flaxseed oil in baked goods and other products in human nutrition. Cereal Foods World. 38: 754-759.
10. **Singh, K.K., Mridula, D., Rehal, J. and Barnwal, P., 2011.** Flaxseed: a potential source of food, feed and fiber. Critical Reviews in Food Science and Nutrition. 51(3): 210-222.
11. **Oomah, B.D., 2001.** Flaxseed as a functional food source. Journal of the Science of Food and Agriculture. 81(9): 889-894.
12. **Imran, M., Anjum, F.M., Masood, S., Siddiq, M. and Sheikh, M.A., 2013.** Reduction of cyanogenic compounds in flaxseed (*Linum usitatissimum* L.) Meal Using Thermal Treatment. Health communication. 29(9): 877-887.
13. **Gertler, A., Birk, Y. and Bondi, A., 1967.** Acomparative study of the nutritional and physiological significance of pure soybean trypsin inhibitors and of ethanol-extracted soybean meals in chicks and rats. The Journal of nutrition. 91: 358-370.
14. **Xu, Y., Hall Iii, C. and Wolf-Hall, C., 2008.** Antifungal activity stability of flaxseed protein extract using response surface methodology. Journal of Food Science. 73(1): 9-14.
15. **Lee, H.S., Shin, Y.W., Kim, J.G. and Park, Y.H., 2004.** Evaluation of protein dispersibility index as an indicator for Soybean meal protein quality in growing pigs: I. Metabolic Study. 42: 174-179.
16. **Scott, T.A. and Hall, J.W., 1998.** Using Acid Insoluble Ash marker rations to predict digestibility of wheat and barley ME and nitrogen retention in broiler chicks. Journal Poultry Science. 77: 674-679.
17. **Karunajeewa, J.H., Tham, S.H. and Abu-Serewa, S., 1989.** Sunflower seed meal, sunflower oil and full-fat sunflower seeds, hulls and kernels for laying hens. Animal Feed Science and Technology. 26(12): 45-54
18. **Menghe, H., Edwin, H., Robinson, R., Daniel, F. and Penelope, M., 2012.** Evaluation of corn gluten feed and cottonseed meal as partial replacements for soybean meal and corn in Diets for pond-raised hybrid catfish, *Ictalurus punctatus* × *I. furcatus*. Journal of the World Aquaculture Society. 43: 107-113.
19. **Barley, H.S., Summers, J.D. and Slinger, S.J., 1971.** A nutritional evaluation of corn wheat milling by-products with growing chicks, turkey poultry, adult roosters, turkeys, rats. Canadian Journal of Animal Science. 57(1): 195-207.
20. **Parkhurst, C.R. and Mountney, G.J., 1987.** Poultry meat and egg production. Van Nostrand Reinhold, New York.
21. **Tenant, B.C., 1997.** Hepatic function. In: Kaneko, J.J., Harvey, J.W. and Bruss, M.L., (Eds). Clinical Biochemistry of Domestic Animals. 5th ed. Academic Press, London. 327-352.
22. **William, L. and Pangzhen, Zh., 2019.** Application of extrusion technology in plant food processing by products. J institute of technologists. 19: 218-246
23. **Abedini, M.R., 2017.** The importance of wet extrusion processing on the destruction of anti-nutritional factors in extruded flax (Shai Flax). Monthly Agriculture and Industry. 2: 49.
24. **Boucher, S.E., Calsamiglia, S., Parsons, C.M., Stein, H.H., Stern, M.D., Erickson, P.S., Utterback, P.L. and Schwab, C.G., 2009b.** Intestinal digestibility of amino acids in rumen undegradable protein estimated using a precisionfed cecectomized rooster bioassay: II. Distillers dried grains with solubles and fish meal. Journal of Dairy Science. 92: 6056- 6067.
25. **Scheideler, S.E. and Lewis, N.M., 2001.** Omega eggs, a dietary source of n-3 fatty acide. Published by cooperative extension institute of agriculture and natural. 18(5): 17-25.
26. **Schideler, S.E. and Foring, G.W., 1996**. The combined influence of dietary flaxseed variety, level, form and storage conditions on egg production and composition among vitamin E-supplemented hens. Poult. Science. 75: 1221-1226.
27. **Huang, S., Baurhoo, B. and Mustafa, A., 2018.** Effects of extruded flaxseed on layer performance, nutrient retention and yolk fatty acid composition. British poultry science. 59(4): 463-469.
28. **Nain, S. and Renema, A., 2012**. Characterization of the N-3polyunsaturated fatty acid enrichment in laying hens fed on extruded flax enrichment source. J. poultry science. 91: 1720-1732
29. **Leeson, S., Diaz, G. and Summers, J.D., 2001**. In Poultry Metabolic Disorders and Mycotoxins. Publ. Univ. Books, Guleph, Ontario. 55-68.
30. **Liljana, K. and Sanja, P., 2016.** Effect of extruded flaxseed in broiler diets on blood oxidative stability and meat fatty acid composition. J. Europ poult. Sci. ISSN0-9199.
31. **Peter, C.M., Han, Y.S.D. and Boling-Frankenbach, C., 2000.** Limiting order of amino acids and the effects of phytase on protein quality in corn gluten meal fed to young chicks. J. Animal. Science. 78: 2150-2156.
32. **Jiang, Z., Ahn, D.U. and Sim, J.S., 1991.** Effects of feeding flax and two types of sunflower seeds on fatty acid compositions of yolk lipid classes. Poultry Science. 70: 2467-475.
33. **Venglovska, K., Gresakova, L., Placha, I., Ryzner, M. and Cobanova, K., 2014.** Effects of feed supplementation with manganese from its different sources on performance and egg parameters of laying hens. Czech Journal of Animal Science. 59: 147-155.
34. **Yaman, A., 2020.** Increase in egg production, egg quality and immunity of local chicken resulted by cross-breeding. Journal of Earth and Environmental Science. 15: 420-440.
35. **Basmacoglu, H., Cabuk, M., Unal, K., Ozkan, K., Akkan, S. and Yalcn, H., 2003.** Effect of dietary fish oil and flax seed on cholesterol and fatty acid composition of egg yolk and blood parameters of laying hens. Journal of Animal Science. 33: 266-273.
36. **Al-Daraji, H.J., Razuki, W.M., Al-Hayani. W.K. and Al-Hassani, A.S., 2010.** Effect of dietary linseed on egg quality of laying quail. International Journal Poultry science. 9(6): 584-590.
37. **Souza, J.G., Costa, F.G.P., Queioga, R., Silva, J., Sculer, A. and Goulart, C., 2008.** Fatty acid profile of eggs of semi-heavy layers fed feeds containing linseed oil. Brazilian Journal of Poultry Science. 10(1): 37-44.
38. **Chen, W., Jiang, Y.Y., Wang, J.P., Huang, Y.Q. and Wang, Z.X., 2014.** Effects of dietary flaxseed meal on

production performance, egg quality, and hatchability of Huoyan geese and fatty acids profile in egg yolk and thigh meat from their offspring. Livestock Science. 164: 102-108.

39. **Roberts, J.R., 2010.** Factors affecting egg shell and internal egg quality. In Proc. 18th Annual ASAIM SE Asian Feed Technology and Nutrition Workshop. Le Meridien Siem Reap, Cambodia. 1-9.
40. **Celik, E.S., 2004.** Blood chemistry (electrolytes, lipoproteins and enzymes) values of black scorpion fish (*Scorpaena porcus* Linneaus, 1758) in the Dardanelles, Turkey. Jouronal of Biologicol Sciences. 4: 716-719.
41. **Etim, N.N., Enyenihi, G.E., Akpabio, U. and Offiong, E.E.A., 2014.** Effects of nutrition on haematology of rabbits: a review. European Scientific Journal. 10: 413-424.
42. **Al-zuhairy, M.A. and Taher, M.G., 2014.** Effects of feeding different levels of flaxseed on performance traits and blood parameters in broiler. Diyala Agricultural Sciences Journal. 6(2): 1-10.
43. **Abdulwahid, M.T. and Mudheher, S.J., 2017.** Influence of probiotic and flaxseed oil supplementation on some physiological parameters and immune response of broilers. J. Entomology and Zoology Studies. 5: 1836-1842.
44. **Rymer, C. and Givens, D.I., 2005.** N-3 fatty acid enrichment of edible tissue of poultry: A review. Lipids. 40: 121-130.
45. **Stulnig, T.M., 2003.** Immunomodulation by polyunsaturated fatty acids: mechanisms and effects. International archives of allergy and immunology. 132(4): 310-321.
46. **Ross, S.R., Lexin, W. and Herbert, J., 2007.** Erythrocyte oxidative damage in chronic fatigue syndrome. Journal of Archives of Medical Research. 38: 94-98.
47. **Roy, R., Singh, S. and Pujari, S., 2008.** Dietary role of omega-3 polyunsaturated fatty acid (PUFA): A study with growing chicks, *Gallus domesticus*. International Journal Poultry science. 7: 360-367.
48. **Calder, P.C., Yaqoob, P., Thies, F., Wallace, F.A. and Miles, E.A., 2011.** Fatty acids and lymphocyte 498 functions. British Journal of Nutrition. 87: 31-48.
49. **Benzie, I.F., 2003.** Evolution of dietary antioxidants. Comp. Biochem. Physiol. A. Mol. Integr. Physiol. 136: 113-126.
50. **Yang, W., Fu, J., Yu, M., Huang, Q., Wang, D. and Xu, J., 2012.** Effects of flaxseed oil on anti-oxidative system and membrane deformation of human peripheral blood erythrocytes in high glucose level. Lipids in health and disease. Journal of the Lipids in Health and Disease. 11(1): 1-10.
51. **Ahmadi, M., Yaghobfar, A. and Tabatabaei, S.H., 2015.** Study of effects difference levels of crude protein and amino acid of diet on intestinal morphological and blood biological parameter of poultry. International Journal Poultry science. 7(2): 666-670.
52. **Donaldson, W.E., 1979.** Regulations of fatty acid synthesis. Feed. production. 38: 2617-2621.
53. **Grundy, S.M., 1989.** Monounsaturated fatty acids, plasma cholesterol and coronary heart disease. American Journal of Clinical Nutrition. 45: 1168-1175.
54. **Celebi, S. and Utlu, N., 2006.** Influence of animal and vegetable oil in layer diets on performance and serum lipid profile. International Journal Poultry Science. 5: 370-373.
55. **Caston, L. and Leeson, S., 1990.** Dietary flax and egg composition. Poultry Science. 69: 1617-1620.
56. **Ahmad, S., Ahsan-ul-Haq., Yousaf, M., Sabri, M.A. and Kamran, Z., 2012.** Response of laying hens to omega-3 fatty acids for performance and egg quality. Avian Biology Research. 5(1): 1-10.
57. **Tohala, H.S., 2010.** The relationship between blood lipid profile and performance of broilers fed two types of finisher diets. Iraqi Journal of Veterinary Sciences. 24(2): 87-91.
58. **Tahami, Z. and Hosseini, M., 2021.** Effect of *Cinnamomun cassia*, Origanum vulgare and Capsicum annuum extracts in first period on performance, carcass characteristic and blood parameters of Broiler chickens. Journal of Animal Environment. 13(1): 173-182. (In Persian)
59. **Schumann, B.E., Squires, E.J. and Leeson, S., 2000.** Effect of dietary linseed, flax oil and n-3 fatty acid supplementation on hepatic and plasma characteristics relevant to fatty liver haemorrhagic syndrome in laying hens. British Poultry Science. 41(4): 465-472.
60. **Crespo, N. and Esteve-Garcia, E., 2002a.** Nutrient and fatty acid deposition in broilers fed different dietary fatty acid profiles. Poultry Science. 81: 1533-1542.
61. **Fe´bal, H., Me´zes, M., Pa´lfy, T., Herma´ n, A., Gundel, J., Lugasi, A., Balogh, K., Kocsis, I. and Bla´ zovics, A., 2008.** Effect of dietary fatty acid pattern on growth, body fat composition and antioxidant parameters in broilers. Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition. 92(3): 369-376.
62. **Liukkonen-Anttila, T., 2001.** Nutritional and genetic adaptation of galliform birds: Implications for handrearing and restocking. Oulu University Press.