اثرات استفاده از کنجاله کلزا و گندم پرتوتابی شده با الکترون بر عملکرد، برخی فراسنجه‌های خونی، تیتر آنتی‌بادی و ریخت‌شناسی روده در جوجه‌های گوشتی

مهدی نظرپور[۱]، محسن حاجی پور*[۲]، پروین شورنگ [۳]

۱- دانشجوی دوره دکتری تغذیه دام، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد قائمشهر، ایران
۲-استادیار گروه علوم دامی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد قائمشهر، ایران
۳- دانشیار، پژوهشکده کشاورزی هسته ای، پژوهشگاه علوم و فنون هسته ای سازمان انرژی اتمی ایران
* نویسنده مسئول: مسئول مکاتبات: محسن حاجی پور
آدرس پست الکترونیک: m.hajipour@qaemiau.ac.ir
*شماره تماس: ۰۹۱۱۱۱۱۷۱۱۵

The effects of using rapeseed and wheat irradiated with electron on performance, blood parameters, antibody titer and intestinal morphology in broiler chickens

Mehdi Nazarpour[1], Mohsen Hajipour[2*],Parvin Shoorang[3]

1-Ph.D. Student in Animal Nutrition, Islamic Azad University, Qaemshahr branch, Iran
2-Assistant professor of Animal Science Department, Islamic Azad University, Qaemshahr branch, Iran
3- Associate professor, Nuclear Agriculture Research Institute, Nuclear Science and Technology Research Institute of Iran Atomic Energy Organization
Email: m.hajipour@qaemiau.ac.ir
Phone Number: 09111117115

شناسه دیجیتال (DOI) 10.22092/ASJ.2024.363169.2336

اثرات پرتوتابی با الکترون بر عملکرد، برخی فراسنجه‌های خونی، تیتر آنتی‌بادی و ریخت‌شناسی روده باریک در جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با جیره‌های حاوی کنجاله کلزا و گندم

چکیده

این پژوهش با هدف بررسی اثرات پرتوتابی الکترون بر عملکرد، فراسنجه‌های خونی، تیتر آنتی‌بادی و ریخت‌شناسی ژژنوم در جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با جیره‌های حاوی کنجاله کلزا و گندم انجام شد. در این تحقیق تعداد ۳۰۰ قطعه جوجه یک‌روزه گوشتی (مخلوط نر و ماده) سویه راس ۳۰۸ در قالب طرح کاملاً تصادفی به ۴ تیمار با پنج تکرار و در هر تکرار ۱۵ جوجه اختصاص داده شد. تیمارهای آزمایش شامل گروه شاهد (فاقد کنجاله کلزا و گندم) و تیمارهای حاوی کنجاله کلزا و گندم با دز پرتوتابی ۱۰، ۲۰ و ۳۰ کیلوگری بودند. نتایج نشان داد در وزن بدن در دوره رشد، گروه شاهد نسبت به سایر تیمارها دارای بالاترین وزن بدن بود (P<۰/۰۵). در کل دوره، گروه شاهد و تیمار با دز پرتوتابی ۳۰ کیلوگری دارای بالاترین وزن بدن بودند (P<۰/۰۵). در خوراک مصرفی در دوره رشد و کل دوره، گروه شاهد و تیمار با دز پرتوتابی ۳۰ کیلوگری دارای بالاترین مقدار بود (P<۰/۰۵). در ضریب تبدیل خوراک، گروه شاهد نسبت به سایر تیمارها در دوره پایانی و کل دوره دارای کمترین (بهترین) مقدار بود (P<۰/۰۵). تیمار با دز پرتوتابی ۳۰ کیلوگری نسبت به سایر تیمارها دارای بیشترین طول پرز و ضخامت لایه ماهیچه‌ای بود (P<۰/۰۵). گروه شاهد و تیمار با دز پرتوتابی ۳۰ کیلوگری نسبت به سایر تیمارها دارای بیشترین درصد سینه و ران بودند (P<۰/۰۵). نتایج کلی نشان داد پرتودهی کنجاله کلزا و گندم با دز ۳۰ کیلوگری سبب بهبود عملکرد، افزایش درصد رطوبت و ظرفیت نگهداری آب عضله ران و بهبود صفات ریخت‌شناسی ژژنوم شد.

واژه‌های کلیدی: پرتوتابی، تیتر آنتی بادی، عملکرد رشد، ریخت‌شناسی روده، جوجه گوشتی

The Effects of electron irradiation on performance, some blood parameters, antibody titer and morphology of the small intestine in broiler chickens fed diets containing canola meal and wheat

Abstract

This study was conducted with the aim of investigating the effects of electron irradiation on performance, blood parameters, antibody titer and morphology in broiler chickens fed diets containing canola meal and wheat. In this study, 300 one-day-old broiler chickens (mixed sexes) of Ross 308 strain were assigned to 4 treatments with 5 replicateions and 15 chickens in each replicateions in a CRD. The experimentaltreatments included the control group (without canola meal and wheat) and treatments containing canola meal and wheat with radiation dose of 10, 20 and 30 kGy. The results showed that the control group had the highest body weight compared to other treatments during grower period (P<0.05). In total period, control group and treatment with a radiation dose of 30 kGy had the highest body weight (P<0.05). In feed intake during grower and total period, control group and treatment of 30 kGy had the highest feed intake (P<0.05). In the feed conversion ratio, the control group had lowest (best) value compared to other treatments in the final and the total period (P<0.05). The treatment of 30 kGy had highest villus length and thickness of the

muscle layer compared to other treatments (P<0.05). The control group and treatment of 30 kGy radiation dose had the highest percentage of breasts and thighs compared to other treatments (P<0.05). The general results of the present study showed that irradiation of canola meal and wheat with a dose of 30 kGy improved performance, increased moisture content and water retention capacity of the thigh muscle and improved the morphological characteristics of the jejunum of broiler chickens.
Keywords: Irradiation, Antibody titer, Growth performance, Intestinal morphology, Broiler chickens.

مقدمه

در بین دانه‌های روغنی، سویا و کلزا به‌طور وسیع در جیره طیور استفاده می‌شود (Baker و Chung، ۱۹۹۲)؛ اما استفاده از آنها در جیره به‌دلیل وجود مواد ضدتغذیه‌ای مانند الیاف زیاد، گلوکوزینولات، پلی فنل‌ها و اسید فایتیک در کلزا و محدود کننده پروتئازها (بازدارنده تریپسین و بازدارنده کیموتریپسین) در سویا محدود است (Siddhuraju و همکاران ۲۰۰۲). گندم یک غله مهم است که اغلب به علت نشاسته بالا، انرژی قابل دسترس و پروتئین موجود در آن در تغذیه طیور مورد ا ستفاده قرار می گیرد (Pirgozliev و همکاران، ۲۰۰۰). نشاسته منبع مهم انرژی در غلات است و توجه به هضم آن حائز اهمیت می‌باشد (Ravindran و همکاران، ۲۰۰۷). فاکتورهای ضدتغذیه‌ای اصلی در بعضی از غلات نظیر گندم و جو، پلی‌ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای محلول هستند. گندم حاوی سطوح بالایی از پلی‌ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای در لایه آلورون و دیواره اندوسپرم می‌باشد (Annison، ۱۹۹۰). پس از هضم، آرابینوزایلان‌ها در شیرابه روده حل شده و سبب افزایش ویسکوزیته ماده هضمی می‌شوند. افزایش ویسکوزیته روده سبب کاهش نرخ عبور، کاهش مصرف و عملکرد جوجه‌ها می گردد. با افزایش ویسکوزیته میزان هضم و جذب مواد مغذی کاهش می‌یابد (Annison و Choct، ۱۹۹۱). استفاده از کنجاله کلزای خام در جیره طیور سبب اختلال در رشد و افزایش نرخ مرگ و میر می‌شود (McNeill و همکاران، ۲۰۰۴). این امر ناشی از ترکیباتی به نام گلوکوزینولات‌ها در کنجاله کلزا است. گلوکوزینولات‌ها به وسیله آنزیم مایروزیناز موجود در کلزا هیدرولیز شده و طیف وسیعی از ترکیبات شامل ایزوتیوسیانات‌ها را آزاد می کند که سبب کاهش مصرف خوراک در طیور می‌شوند (Fathi و همکاران، ۲۰۱۱). در طی سالیان گذشته از روش‌های مختلف عمل‌آوری برای بهبود ارزش غذائی و کاهش مواد ضد تغذیه‌ای در دانه‌های غلات و کنجاله کلزا و سویا استفاده شده است. عمده‌ترین روش عمل‌آوری استفاده از حرارت بوده است؛ اما اکثر روش‌های عمل‌آوری حرارتی در دماهای بالا سبب کاهش قابلیت هضم پروتئین می‌شوند (Farag، ۱۹۸۹). بنابراین پژوهشگران از سایر روش‌های عمل‌آوری برای کاهش مواد ضدتغذیه‌ای کلزا و سویا استفاده کرده‌اند که یکی از این روش‌ها پرتوتابی است (Ebrahimi-Mahmoudabad و Taghinejad-Roudbaneh، ۲۰۱۱). در عمل‌آوری با پرتوتابی، مواد خوراکی در معرض پرتوهای یون‌ساز قرار می گیرند. پرتو یون‌ساز می‌تواند به صورت الکترون و یا ذرات تابش شده از هسته‌ها (پرتو آلفا و بتا) و یا پرتوهای الکترومغناطیس تابش شده از هسته‌ها (پرتو گاما) باشد (Bagher و همکاران، ۲۰۱۴). پرتوتابی الکترون روش فیزیکی است که می تواند سبب بهبود ارزش غذایی مواد

خوراکی دام و طیور شود و اخیراً مورد توجه قرار گرفته است. عمل‌آوری با این پرتو بدون افزایش دما در مواد خوراکی صورت می‌گیرد. پرتوهای حاصل از شتاب دهنده‌های الکترونی حداکثر می‌توانند تا عمق ۸ سانتی‌متری در مواد غذایی نفوذ نمایند و برای پرتوتابی مواد خوراکی که می‌توانند به صورت لایه‌های باریک درآیند، مفید است (Roser، ۲۰۰۶). از جمله مزایای عمل‌آوری با پرتو بیم الکترون عدم آسیب به مواد غذایی (همچون پروتئین‌ها)، عدم ایجاد فرآورده‌های غیر قابل هضم (مانند فرآورده‌های میلارد)، افزایش قابلیت هضم پروتئین خام و حذف آلودگی های قارچی و باکتریایی بدون داشتن اثرات جانبی به مواد خوراکی است (Anwar و همکاران، ۲۰۱۵). مطالعات نشان دادند که پرتو الکترون سبب کاهش اسید فایتیک و گلوکوسینولات در دانه کلزا و بازدارنده تریپسین در دانه سویا شد است (Ebrahimi-Mahmoudabad و Taghinejad-Roudbaneh، ۲۰۱۱؛ Anwar و همکاران، ۲۰۱۵). همچنین نتایج برخی پژوهش‌ها نشان داد که اعمال پرتوتابی روی کنجاله کلزا سبب بهبود عملکرد رشد (Bahraini و همکاران، ۲۰۱۷) و افزایش وزن زنده (Gharaghani و همکاران، ۲۰۰۸) در جوجه‌های گوشتی شد. با توجه به این موضوع که، اثرات مصرف دانه گندم و کنجاله کلزا عمل‌آوری شده با پرتو الکترون بر عملکرد جوجه‌های گوشتی مورد مطالعه قرار نگرفته است، بنابراین هدف از این پژوهش، بررسی اثرات پرتوتابی با الکترون بر عملکرد، برخی فراسنجه های خونی، تیتر آنتی‌بادی و ریخت‌شناسی روده باریک در جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با جیره‌های حاوی کنجاله کلزا و گندم بود.

مواد و روش‌ها

آماده نمودن مواد خوراکی و پرتوتابی آنها: کنجاله کلزا و دانه گندم به مقدار لازم از از شرکت خوراک دام و طیور زرین امروان واقع در استان مازندران، شهرستان بابل تهیه و آسیاب شدند. سپس در کیسه‌های نایلونی قرار گرفتند و به مرکز پرتو فرآیند یزد فرستاده شدند و به وسیله دستگاه ردوترون مدل TT۲۲۰ با دزهای ۱۰، ۲۰ و ۳۰ کیلوگری پرتو الکترون عمل‌آوری شدند.

شرایط سالن پرورش: برای هر گروه آزمایشی با استفاده از توری و قاب‌های چوبی پن‌بندی صورت گرفت. از رول کاغذی به‌عنوان بستر استفاده شد. ۲۴ ساعت قبل از ورود جوجه‌ها، درجه حرارت ۳۴ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی تقریباً ۶۰ درصدی در سالن تأمین گردید. دمای سالن هر هفته با افزایش سن ۲/۸ درجه سانتی گراد کاهش یافت. در ابتدای پرورش برای هر گروه آزمایشی یک آبخوری نوع پلاستیکی کله قندی کوچک در نظر گرفته شد. به‌منظور جلوگیری از آلودگی، از بین بردن رسوبات حاصل از انتقال بستر به درون آبخوری ها و بر طرف کردن حالت لزجی، آبخوری‌ها، به‌صورت روزانه خالی و شستشو شدند. در هفته اول برای سهولت در تغذیه جوجه‌ها از سینی‌های مخصوص استفاده شد. جوجه‌ها تا سن ۳ روزگی در معرض ۲۴ ساعت روشنایی قرار داشتند و سپس برنامه ۲۳ ساعت نور و ۱ ساعت خاموشی تا پایان آزمایش اعمال شد.

تیمارهای آزمایشی: این آزمایش طی یک دوره پرورشی ۴۲ روزه شامل دوره آغازین (۱۰-۰ روزگی)، دوره رشد (۲۴-۱۱ روزگی) و دوره پایانی (۴۲-۲۵ روزگی) به اجرا درآمد. در این تحقیق تعداد ۳۰۰ قطعه جوجه یک‌روزه گوشتی (مخلوط نر و ماده) سویه راس ۳۰۸ در قالب طرح کاملاً تصادفی به ۴ تیمار آزمایشی با پنج تکرار و در هر تکرار با ۱۵ جوجه اختصاص داده شد. تیمارهای آزمایش شامل: ۱-گروه شاهد (فاقد کنجاله کلزا و گندم)، ۲-تیمار حاوی کنجاله کلزا و گندم با دز پرتوتابی ۱۰ کیلوگری، ۳- تیمار حاوی کنجاله کلزا و گندم با دز پرتوتابی ۲۰ کیلوگری و ۴- تیمار حاوی کنجاله کلزا و گندم با دز پرتوتابی ۳۰ کیلوگری بودند. در تنظیم جیره‌ها از نرم افزار UFFDA استفاده گردید و برای تعیین احتیاجات مواد مغذی نیز از مقادیر مواد مغذی توصیه شده در راهنمای پرورش سویه راس ۳۰۸ استفاده شد. در جیره‌های پرتوتابی شده فقط دانه گندم و کنجاله کلزا در معرض پرتودهی الکترون قرار گرفتند و سایر اجزا جیره معمولی بودند. ترکیب جیره‌های آزمایشی در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱. اجزا و ترکیبات شیمیایی جیره‌های آزمایشی جوجه‌های گوشتی

اجزای جیره (درصد)	آغازین (۱۰-۰)		رشد (۲۴-۱۱)		پایانی (۴۲-۲۵)	
	شاهد	پرتودهی	شاهد	پرتودهی	شاهد	پرتودهی
دانه ذرت	۵۵/۲۴	۴۹/۹۴	۵۷/۴۷	۴۸/۳۴	۶۲/۶۱	۵۲/۱۱
دانه گندم	۰	۵	۰	۹/۵	۰	۱۰
کنجاله سویا	۳۹/۲۸	۳۳/۵۶	۳۶/۱۳	۲۵/۵	۳۰/۶۸	۲۰/۷
روغن سویا	۱/۳	۲/۲	۲/۲۶	۳/۲	۲/۷۵	۳/۵
کنجاله کلزا	۰	۵	۰	۹/۵	۰	۱۰
دی کلسیم فسفات	۱/۵۵	۱/۸	۱/۴۴	۱/۶۵	۱/۳	۱/۵
کربنات کلسیم	۱/۱۸	۱	۱/۰۳	۰/۷۸	۰/۹۶	۰/۸۵
دی ال- متیونین	۰/۳۲	۰/۳۲	۰/۳	۰/۳	۰/۲۷	۰/۲۶
ال لیزین هیدروکلراید	۰/۲۴	۰/۲۸	۰/۱۸	۰/۲۶	۰/۱۹	۰/۲۲
ال -ترئونین	۰/۱	۰/۸	۰/۰۶	۰/۰۶	۰/۰۴	۰/۰۴
نمک طعام	۰/۲۹	۰/۳۲	۰/۴۵	۰/۲۴	۰/۴۰	۰/۳۲
مکمل ویتامینی[1]	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵
مکمل معدنی[2]	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵
انرژی قابل سوخت و ساز (کیلوکالری/کیلوگرم)	۲۷۷۰	۲۷۷۰	۲۸۵۰	۲۸۵۰	۲۹۳۰	۲۹۳۰
پروتئین خام (درصد)	۲۲/۲۵	۲۲/۲۵	۲۱	۲۱	۱۹	۱۹
متیونین (درصد)	۰/۶۴	۰/۶۴	۰/۶۰	۰/۶۰	۰/۵۵	۰/۵۵
لیزین (درصد)	۱/۳۶	۱/۳۶	۱/۲۴	۱/۲۴	۱/۱۲	۱/۱۲
متیونین+سیستئین (درصد)	۱/۰۵	۱/۰۵	۰/۹۶	۰/۹۶	۰/۸۷	۰/۸۷
ترئونین (درصد)	۰/۸۵	۰/۸۵	۰/۸۳	۰/۸۳	۰/۸۱	۰/۸۱
کلسیم (درصد)	۰/۹	۰/۹	۰/۸۲	۰/۸۲	۰/۷۵	۰/۷۵
فسفر قابل دسترس (درصد)	۰/۴۵	۰/۴۵	۰/۴۲	۰/۴۲	۰/۳۸	۰/۳۸

۱-در هر کیلوگرم از جیره غذایی ویتامین‌های زیر را تأمین می‌کرد: ویتامین A، ۱۱۰۰۰ واحد بین المللی؛ کوله کلسیفرول ۲۲۰۰ واحد بین المللی؛ ویتامین E، ۳۰ واحد بین المللی؛ ویتامین K، ۰/۰۵ میلی‌گرم؛ ویتامین B_{12}، ۰/۰۲ میلی‌گرم؛ تیامین ۱/۵ میلی‌گرم؛ ریبوفلاوین ۶ میلی‌گرم؛ اسید فولیک ۰/۰۶ میلی‌گرم؛ بیوتین ۰/۱۵ میلی‌گرم؛ نیاسین ۶۰ میلی‌گرم؛ پیریدوکسین ۵ میلی‌گرم و کولین کلراید ۷۸۸ میلی‌گرم.

۲ -در هر کیلوگرم از جیره غذایی مواد معدنی زیر را تأمین می‌کرد: مس ۲۰ میلی‌گرم؛ آهن ۸۰ میلی‌گرم؛ منگنز ۲۱/۸ میلی‌گرم؛ سلنیوم ۰/۱ میلی‌گرم؛ ید ۰/۳۵ میلی‌گرم و روی ۱۰۰ میلی‌گرم.

عملکرد رشد و صفات لاشه: صفات مربوط به عملکرد شامل مقدار مصرف خوراک، افزایش وزن بدن و ضریب تبدیل خوراک در پایان دوره آغازین، رشد، پایانی و کل دوره برای هر واحد آزمایشی اندازه‌گیری شد. مقدار خوراک مصرفی پرندگان برای هر واحد آزمایشی بر اساس دان تخصیص یافته و دان باقیمانده واحد آزمایشی مربوطه اندازه‌گیری شد. همین‌طور وزن‌کشی پرندگان برای هر واحد آزمایشی در پایان روزهای ۱۱، ۲۵ و ۴۲ انجام شد و پرندگان قبل از انجام وزن‌کشی به مدت ۴ ساعت جهت تخلیه محتویات دستگاه گوارش گرسنه نگه داشته شدند. همچنین تعداد تلفات روزانه واحدهای آزمایشی با رعایت ثبت تاریخ و وزن تلفات، جهت تصحیحات لازم از نظر مصرف خوراک، افزایش وزن و ضریب تبدیل خوراک در پایان دوره‌های (آغازین، رشد، پایانی) برای واحدهای آزمایشی که دارای تلفات بودند اِعمال شد. به‌منظور بررسی ویژگی‌های لاشه در روز آخر آزمایش، از هر واحد آزمایشی ۲ پرنده انتخاب و پس از نصب شماره پا، برای خالی شدن دستگاه گواراش ۱۲ ساعت گرسنگی داده شد و سپس توزین، کشتار، پرکنی و تفکیک لاشه شدند و وزن لاشه و اندام‌های احشایی به‌طور جداگانه یادداشت شد.

فراسنجه‌های خونی: در پایان دوره آزمایش (۴۲ روزگی) پس از توزین، یک پرنده از هر واحد آزمایشی (از هر تیمار آزمایشی ۵ پرنده) که متوسط وزن آن به میانگین گروه نزدیک‌تر بود انتخاب شدند. سپس نمونه‌های خون به‌وسیله سرنگ از ورید زیر بال به مقدار ۵ میلی‌لیتر جمع‌آوری و بلافاصله به آزمایشگاه منتقل شد. سرم نمونه‌های خون با استفاده از دستگاه سانتریفیوژ (Sigma مدل ۱۰۱) با ۳۰۰۰ دور در دقیقه و به مدت ۵ دقیقه جداسازی شد. سرم خون به میکروتیوب‌ها منتقل و در داخل فریزر در دمای منفی ۱۸ درجه سانتی گراد نگهداری شد. در آزمایشگاه فراسنجه‌های خونی شامل گلوکز، کلسترول، تری گلیسرید، لیپوپروتئین با دانسیته بالا[1]، آسپارتات آمینوترانسفراز[2]، آلانین آمینوترانسفراز[3]، آلکانین فسفاتاز[4]، اسید اوریک، آلبومین و پروتئین تام از کیت شرکت پارس آزمون و با دستگاه اتوآنالایزر (مدل RA1000 -RAXT) استفاده شد.

تیتر آنتی‌بادی علیه بیماری برونشیت عفونی و گامبورو: واکسیناسیون جوجه‌ها در برابر بیماری‌های برونشیت عفونی (H_{120}) در ۳ و ۱۳ روزگی به‌صورت آشامیدنی، نیوکاسل (B^1) در ۸ روزگی به‌صورت آشامیدنی، نیوکاسل (لاسوتا) در ۲۰ روزگی به‌صورت آشامیدنی، دوگانه نیوکاسل و آنفولانزا به‌صورت تزریقی و گامبرو در ۱۲ و ۲۴ روزگی به‌صورت آشامیدنی بود. به‌منظور اندازه‌گیری تیتر آنتی‌بادی علیه بیماری برونشیت عفونی و گامبورو در یک‌روزگی (قبل از واکسیناسیون)، ۳۰ روزگی (دوازده روز بعد از آخرین واکسیناسیون) و ۴۲ روزگی (۲۴ روز بعد از آخرین واکسیناسیون) خون‌گیری انجام شد. برای خون‌گیری ۲ جوجه از هر تکرار انتخاب و پس از خون‌گیری به روش زیربالی، جوجه‌های موردنظر با ۲ اسپری رنگی

مختلف علامت‌گذاری و در نوبت بعدی نیز از همان جوجه‌ها خون‌گیری به‌عمل آمد. به‌منظور جدا کردن سرم، نمونه‌های خون در ۳۰۰۰ دور به مدت ۱۵ دقیقه سانتریفیوژ شدند. سرم به وسیله سمپلر جمع‌آوری و در میکروتیوب‌های ۱/۵ میلی‌لیتری در دمای ۲۰ درجه سانتیگراد تا زمان اندازه‌گیری غلظت آنتی‌بادی نگهداری شدند. آزمایش الایزا در طول موج ۴۵۰ نانومتر با استفاده از کیت‌های تجاری (شرکت ID.vet) برای اندازه‌گیری سطح نسبی آنتی‌بادی برونشیت عفونی و گامبورو در سرم خون جوجه‌ها بر اساس روش استاندارد انجام شد (Allan و Gough، ۱۹۷۴).

کیفیت گوشت: جهت ارزیابی شاخص‌های کیفیت گوشت در پایان دوره آزمایش (۴۲ روزگی) از هر یک از واحدهای آزمایشی ۲ پرنده انتخاب، که وزن هر یک از آنها نزدیک به میانگین وزن واحد آزمایشی مربوطه بود. پس از ذبح و جداسازی امعاء و احشاء، ران آنها جدا شد و درون پاکت‌های پلاستیکی زیپ دار قرار گرفت. برای اندازه‌گیری ماده خشک، ابتدا یک گرم نمونه ران وزن شد و سپس به مدت ۴۸ ساعت درون آون در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد قرارگرفت و مجدداً توزین شد و رطوبت نمونه‌ها به دست آمد و با کم کردن عدد ۱۰۰ از مقدار رطوبت گوشت، ماده خشک آن به‌دست آمد. برای تعیین ظرفیت نگهداری آب نخست یک گرم نمونه گوشت درون کاغذ صافی قرار گرفت و به مدت ۴ دقیقه در دور g ۱۵۰۰ سانتریفیوژ شد. نمونه گوشت بعد از سانتریفیوژ کردن به مدت ۲۴ ساعت درون آون در دمای ۷۰ درجه سانتی گراد قرار گرفت. سپس ظرفیت نگهداری آب با استفاده از رابطه (۱) محاسبه شد (Bouton و همکاران، ۱۹۷۱):

رابطه (۱):
$$\text{ظرفیت نگهداری آب} = \frac{\text{وزن نمونه گوشت بعد از آون گذاری} - \text{وزن نمونه گوشت بعد از سانتریفیوژ}}{\text{وزن نمونه گوشت قبل از سانتریفیوژ}} \times ۱۰۰$$

برای تعیین pH نمونه‌های گوشت ران، ابتدا ۱۰ گرم نمونه گوشت چرخ شده و با ۵۰ میلی‌لیتر آب مقطر مخلوط شد و با استفاده از همزن، یکنواخت شد. سپس با استفاده از گاز استریل صاف شد و به کمک دستگاه pH متر دیجیتال (Main-Germay، مدل D-۵۵۱۲۲) در دمای محیط pH نمونه اندازه‌گیری شد (Jeacocke، ۱۹۷۷). مالون‌دی‌آلدهید یکی از ترکیبات ثانویه حاصل از اکسیداسیون چربی‌ها می‌باشد که تا حدود زیادی فساد اکسیداتیو را بیان می‌کند. یکی از روش‌های سریع، ساده و رایج برای محاسبه مالون‌دی‌آلدهید، روش TBA [۵] می‌باشد. این روش براساس مقدار جذب نوری کمپلکس صورتی رنگ حاصل از واکنش یک مولکول مالون‌دی‌آلدهید با دو مولکول TBA استوار است. برای محاسبه مالون‌دی‌آلدهید ابتدا ۱۰ گرم گوشت ران چرخ شده را با ۵۰ میلی‌لیتر آب مقطر به مدت ۲ دقیقه همزده شد و سپس در یک فلاسک تقطیر به آن ۴۷/۵ میلی‌لیتر آب مقطر و ۲/۵ میلی‌لیتر اسید کلریدریک ۴ مولار اضافه گردید. پس از حرارت فلاسک به مدت تا ۱۰ تا ۱۵ دقیقه و استخراج ۵۰ میلی‌لیتر از محلول تقطیر، ۵ میلی‌لیتر از محلول تقطیر را با ۵ میلی‌لیتر معرف TBA به مدت ۳۵ دقیقه در آب درحال جوش حرارت داده شد و با استفاده از دستگاه

اسپکتوفتومتر در طول موج ۵۳۸ مقدار جذب اندازه‌گیری شد. عدد حاصله در ۷/۸ ضرب شد تا میزان مالون‌دی‌آلدهید به دست آمد (Tarladgis و همکاران، ۱۹۶۰).

جهت بررسی صفات ریخت‌شناسی ناحیه ژژنوم در پایان آزمایش، از هر واحد آزمایشی یک جوجه نر که به میانگین تیمار نزدیک بود، انتخاب و کشتار شد. برای اندازه‌گیری صفات ریخت‌شناسی روده پرندگان آزمایشی، از قسمت میانی ژژنوم، نمونه‌هایی به‌طول دو سانتی‌متر برای مطالعات بافت‌شناسی نمونه‌برداری شد. نمونه‌های تهیه شده با محلول سالین ۰/۹ درصد به‌منظور زدوده‌شدن محتویات آن شستشو داده شدند و سپس در ظرف‌های مخصوص نگهداری نمونه حاوی فرمالین ۱۰ درصد به‌منظور ثابت شدن نمونه‌های بافتی قرار گرفتند. بعد از ۲۴ ساعت محلول ثابت‌کننده تعویض شد و نمونه‌ها تا زمان انجام آزمایش‌های بافت‌شناسی در ظروف نگهداری شدند (Ziprin و همکاران، ۱۹۹۱). ارتفاع طول پرز از انتهای بالایی پرز تا دهانه کریپت‌ها منظور شد. اندازه‌گیری عمق کریپت از اتصالات پرز و کریپت تا پایه کریپت محاسبه شد (Geyra و همکاران، ۲۰۰۱). عرض پرزها با اندازه‌گیری میانگین عرض در یک سوم و دو سوم ارتفاع پرز محاسبه شد. اندازه‌گیری فراسنجه‌های بافتی روده با استفاده از دستگاه آنالیزور و گرفتن عکس انجام گردید. اسلایدها توسط میکروسکوپ نوری (مدل MicrometricsTM SE Premium Version 2.8) و به کمک نرم‌افزار Motic Image Plus 2.0 ML آنالیز شدند (Iji و همکاران، ۲۰۰۱).

تجزیه آماری

تجزیه و تحلیل نهایی داده ها با استفاده از رویه GLM[۶]، توسط نرم افزار آماری SAS[۷] نسخه ۹/۱ (SAS، ۲۰۰۱) انجام گرفت. مقایسه میانگین تیمارها نیز با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال خطای ۰/۰۵ انجام شد (Duncan، ۱۹۵۵). مدل آماری طرح به صورت رابطه ۲ می‌باشد:

رابطهٔ ۲): $Y_{ij} = \mu + T_i + e_{ij}$

در این رابطه، Y_{ij}: مقدار هر مشاهده، μ: میانگین کل مشاهدات، T_i: اثر تیمار و e_{ij}: اثرات خطای آزمایشی است.

داده‌های مربوط به صفات کمی و کیفی لاشه و تیتر آنتی‌بادی علیه بیماری گامبورو و برونشیت عفونی در قالب طرح کاملاً تصادفی چندمشاهده‌ای به‌صورت مدل آماری زیر تجزیه شدند (رابطه ۳).

رابطهٔ ۳): $Y_{ijk} = \mu + T_i + e_{ij} + e_{ijk}$

در این رابطه، Y_{ijk}: مقدار هر مشاهده، μ: میانگین کل مشاهدات، T_i: اثر تیمار، e_{ij}: اثرات خطای آزمایشی و e_{ijk}: اثرات خطای نمونه‌برداری تیمار iام در تکرار jام و نمونه kام است.

نتایج و بحث

عملکرد رشد

نتایج عملکرد رشد در جدول ۲ نشان داد که در وزن بدن، مصرف خوراک و ضریب تبدیل خوراک تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای آزمایشی وجود داشت (P<۰/۰۵). در وزن بدن در دوره رشد، گروه شاهد نسبت به سایر تیمارها دارای بالاترین وزن بدن بود (P<۰/۰۵). در کل دوره گروه شاهد و تیمار حاوی کنجاله کلزا و گندم با دز پرتوتابی ۳۰ کیلوگری نسبت به دو تیمار دیگر دارای بالاترین وزن بدن بودند (P<۰/۰۵). در خوراک مصرفی در دوره رشد، گروه شاهد و تیمار حاوی کنجاله کلزا و گندم با دز پرتوتابی ۳۰ کیلوگری نسبت به دو تیمار دیگر دارای بالاترین مقدار بود (P<۰/۰۵). در دوره پایانی، تیمار حاوی کنجاله کلزا و گندم با دز پرتوتابی ۳۰ کیلوگری نسبت به سایر تیمارها دارای بالاترین مقدار بود (P<۰/۰۵). همچنین در کل دوره، گروه شاهد و تیمار حاوی کنجاله کلزا و گندم با دز پرتوتابی ۳۰ کیلوگری نسبت به دو تیمار دیگر دارای بالاترین مقدار بود (P<۰/۰۵). در ضریب تبدیل خوراک گروه شاهد نسب به سایر تیمارها در دوره پایانی و کل دوره دارای کمترین مقدار بود (P<۰/۰۵).

جدول ۲. اثر تیمارهای آزمایشی بر عملکرد جوجه‌های گوشتی

متغیرها	تیمارهای آزمایشی				اشتباه استاندارد میانگین‌ها	احتمال معنی‌داری
	شاهد	پرتوتابی ۱۰ کیلوگری	پرتوتابی ۲۰ کیلوگری	پرتوتابی ۳۰ کیلوگری		
وزن بدن (گرم)						
آغازین (۱۰-۰ روزگی)	۲۳۱/۸	۲۲۴/۶	۲۱۴/۸	۲۲۱/۸	۶/۵۴	۰/۳۵۱
رشد (۲۴-۱۱ روزگی)	۶۸۲ a	۵۷۴/۴ c	۶۱۷/۴ b	۶۵۱/۴ ab	۱۳/۷۹	۰/۰۰۰۳
پایانی (۴۲-۲۵ روزگی)	۱۴۱۹/۲	۱۳۲۷/۸	۱۳۵۷/۴	۱۴۰۵/۶	۲۹/۲۰	۰/۱۴۰
کل دوره (۴۲-۰ روزگی)	۲۳۳۳/۰ a	۲۱۲۶/۸b	۲۱۸۹/۶ b	۲۲۷۸/۸ a	۲۹/۸۲	۰/۰۰۰۸
خوراک مصرفی (گرم)						
آغازین (۱۰-۰ روزگی)	۲۴۰۸	۲۴۱/۸	۲۳۴/۴	۲۳۳/۴	۶/۶۶	۰/۷۴۴
رشد (۲۴-۱۱ روزگی)	۱۰۳۴/۶ a	۹۱۴/۴ b	۹۳۸/۴ b	۱۰۰۹/۲ a	۱۹/۹۲	۰/۰۰۲
پایانی (۴۲-۲۵ روزگی)	۳۱۰۸/۸ b	۳۲۲۷/۶ a	۳۱۰۸/۶ b	۳۰۹۳ b	۲۵/۸۷	۰/۰۰۷
کل دوره (۴۲-۰ روزگی)	۴۳۸۴/۲ a	۴۳۸۳/۸ a	۴۲۸۱/۴ b	۴۳۳۵/۶ ab	۳۰/۴۶	۰/۰۳۲
ضریب تبدیل خوراک						
آغازین (۱۰-۰ روزگی)	۱/۰۴	۱/۰۸	۱/۰۹	۱/۰۵	۰/۰۲	۰/۶۸۵
رشد (۲۴-۱۱ روزگی)	۱/۵۲	۱/۵۹	۱/۵۲	۱/۵۵	۰/۰۲	۰/۰۵۳
پایانی (۴۲-۲۵ روزگی)	۲/۱۹ b	۲/۴۳ a	۲/۲۹ ab	۲/۲۰ b	۰/۰۵	۰/۰۲۲
کل دوره (۴۲-۰ روزگی)	۱/۸۸ b	۲/۰۶ a	۱/۹۵ b	۱/۹۰ b	۰/۰۳	۰/۰۰۳

میانگین‌های با حروف متفاوت در هر سطر دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشند (P<۰/۰۵).

در تأیید نتایج این آزمایش، وقری و همکاران (۱۳۹۶) نشان دادند که مصرف خوراک بلدرچین‌های ژاپنی در کل دوره پرورش در تیمارهای حاوی کلزای عمل آوری شده با پرتو الکترون (۵ و ۱۰ کیلوگری) و نیز گروه شاهد نسبت به تیمار حاوی کلزای پرتودهی با ۱۵ کیلوگری به‌طور معنی‌داری بالاتر بود. در چندین مطالعه بهبود افزایش وزن بدن در جوجه‌های گوشتی (Gharaghani و همکاران، ۲۰۰۸) و بلدرچین‌های ژاپنی (Vaghri و همکاران، ۲۰۱۷) با پرتودهی الکترون منابع پروتئینی جیره مشاهده شد. بهبود افزایش وزن و خوراک مصرفی حاصل از مصرف جیره‌های پرتوتابی شده را می‌توان به کاهش مواد ضد تغذیه‌ای (اسید فایتیک و گلوکوسینولات) و افزایش قابلیت هضم و دسترسی مواد مغذی جیره نسبت داد (Anwar و همکاران، ۲۰۱۵). علاوه بر آن پرتوتابی به حلالیت دانه‌های نشاسته کمک کرده، در نتیجه هضم آن به‌وسیله آمیلازهای لوزالمعده راحت‌تر صورت گرفته و از این طریق نیز ممکن است سبب افزایش وزن شده باشد (Siddhuraju و همکاران، ۲۰۰۲). در یک تحقیق افزایش مصرف خوراک و وزن بدن جوجه‌های گوشتی در اثر پرتودهی الکترون با دز ۵۰ کیلوگری روی دانه غلات مشاهده شد (Bornaei و همکاران، ۲۰۲۲). این محققین نشان دادند که پرتودهی الکترونی روی دانه غلات می‌تواند ساختار پلیمری کربوهیدرات‌های چسبناک به‌خصوص بتاگلوکان‌ها را تجزیه کند و با کاهش ویسکوزیته (Farag، ۱۹۹۸)، افزایش مصرف خوراک و وزن بدن در پرندگان رخ می‌دهد. Nayefi و همکاران (۲۰۱۶) بیان کردند که جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با جیره حاوی ۱۲ درصد کنجاله پنبه دانه تابش شده با الکترون (با دز ۳۰ کیلوگری) دارای مصرف خوراک و افزایش وزن بدن بالاتری در مقایسه با پرندگانی بودند که با جیره حاوی کنجاله پنبه دانه خام تغذیه می‌شدند. این محققین افزایش وزن بدن بیشتر را به کاهش سطح مواد ضدمغذی کنجاله پروتئینی توسط پرتودهی با الکترون مرتبط دانستند.

صفات کمی و کیفی لاشه

نتایج صفات لاشه و کیفیت گوشت در جدول ۳ نشان داده شده است. در صفات کمی لاشه، گروه شاهد و تیمار حاوی کنجاله کلزا و گندم با دز پرتوتابی ۳۰ کیلوگری نسبت به سایر تیمارها به‌طور معنی‌داری دارای بیشترین درصد سینه و ران بودند ($P<۰/۰۵$). در نتایج کیفیت گوشت عضله ران، تیمار حاوی کنجاله کلزا و گندم با دز پرتوتابی ۳۰ کیلوگری نسبت به سایر تیمارها به‌طور معنی‌داری دارای بیشترین درصد رطوبت و ظرفیت نگهداری آب بود ($P<۰/۰۵$). همسو با این نتایج، وقری و همکاران (۱۳۹۶) گزارش دادند که مصرف دانه سویا و کلزای عمل‌آوری شده با پرتو الکترون اثر معنی‌داری بر درصد بازده لاشه بلدرچین‌های ژاپنی نداشت. همچنین در یک مطالعه پرتودهی منبع پروتئینی جیره با دز ۲۰ کیلوگری سبب افزایش درصد لاشه، درصد سینه و درصد ران‌ها نسبت به گروه شاهد در جوجه‌های گوشتی شد (وکیلی و نظرزاده، ۱۳۹۹). در تحقیق Pelicia و همکاران، (۲۰۱۵) گزارش شد که پرتودهی بر pH گوشت سینه مرغ و ظرفیت نگهداری آب تأثیر معنی‌داری نداشت.

در کل مقدار زیادی از آب موجود در گوشت در داخل شبکه پروتئین‌های گوشت محصور شده است و بر اثر اعمال پرتوتابی الکترون با دز بالاتر در تحقیق حاضر، این پروتئین‌ها دناتوره شده و مقدار زیادی از آب موجود در آنها خارج می‌شوند (Estévez و همکاران، ۲۰۰۷؛ Al-Bachir و Zeinou، ۲۰۰۹). پرتودهی الکترون می‌تواند ظرفیت نگهداری آب در گوشت را با ایجاد تغییرات در ساختار پروتئین تحت تأثیر قرار دهد (Ahn و همکاران، ۲۰۱۳). Showmer (۲۰۱۵) گزارش داد که نمونه‌های گوشت پرتوتابی شده دارای درصد رطوبت بیشتر و نیز ظرفیت نگهداری آب بالاتری بودند.

جدول ۳. اثر تیمارهای آزمایشی بر صفات کمی و کیفی لاشه جوجه‌های گوشتی

متغیرها	تیمارهای آزمایشی				اشتباه استاندارد میانگین‌ها	احتمال معنی‌داری
	شاهد	پرتوتابی ۱۰ کیلوگری	پرتوتابی ۲۰ کیلوگری	پرتوتابی ۳۰ کیلوگری		
صفات کمی لاشه						
درصد لاشه	۷۴/۴۰	۷۲/۹۴	۷۳/۰۵	۷۳/۳۳	۰/۸۵	۰/۰۶۱
درصد سینه	۳۳/۱۵^{a}	۳۱/۰۲^{b}	۳۱/۲۲^{b}	۳۳/۱۰^{a}	۰/۴۵	۰/۰۰۱
درصد ران	۲۹/۱۶^{a}	۲۷/۳۳^{b}	۲۷/۱۹^{b}	۲۹/۰۴^{a}	۰/۴۱	۰/۰۱۰
درصد چربی حفره بطنی	۲/۰۱	۱/۹۷	۱/۹۹	۲/۰۰	۰/۰۲۸	۰/۱۴۸
صفات کیفیت گوشت عضله ران						
pH گوشت	۵/۶۹	۵/۵۷	۵/۶۱	۵/۷۶	۰/۰۸	۰/۴۳۱
رطوبت (درصد)	۷۲/۲^{b}	۷۲/۳^{b}	۷۲/۰^{b}	۷۳/۶^{a}	۰/۴۱	۰/۰۱۰
ظرفیت نگهداری آب (درصد)	۵۰/۴^{b}	۵۱/۰^{b}	۵۱/۹^{b}	۵۳/۶^{a}	۰/۵۰	۰/۰۰۲
مالون دی‌الدهید (میکروگرم/گرم)	۰/۲۳	۰/۱۶	۰/۱۵	۰/۱۴	۰/۰۴	۰/۳۸۲

میانگین‌های با حروف متفاوت در هر سطر دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشند ($p<۰/۰۵$).

فراسنجه‌های خونی

نتایج برخی فراسنجه‌های خونی در جدول ۴ نشان داده شده است. نتایج نشان داد که تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای آزمایشی وجود نداشت. همسو با این نتایج، در یک مطالعه پرتودهی الکترون اثر معنی‌داری روی غلظت اسید اوریک در جوجه‌های گوشتی که کنجاله تخم‌پنبه مصرف کردند، نداشت (Al-Masri، ۲۰۰۳). Moghadam و همکاران (۲۰۱۷) بیان کردند که مصرف دانه کتان پرتوتابی شده با دز ۲۰ کیلوگری اثر معنی‌داری روی غلظت کلسترول، تری‌گلیسرید و AST خون جوجه‌های گوشتی نداشت. همچنین در یک مطالعه تغذیه کنجاله پنبه دانه پرتودهی شده با الکترون تأثیر معنی‌داری بر فراسنجه‌های خونی از جمله تری‌گلیسرید و غلظت کلسترول جوجه‌های گوشتی نداشت (Nayefi و همکاران، ۲۰۱۶).

جدول ٤. اثر تیمارهای آزمایشی بر برخی فراسنجه‌های خونی جوجه‌های گوشتی

فراسنجه‌ها	تیمارهای آزمایشی				اشتباه استاندارد میانگین‌ها	احتمال معنی‌داری
	شاهد	پرتوتابی ۱۰ کیلوگری	پرتوتابی ۲۰ کیلوگری	پرتوتابی ۳۰ کیلوگری		
گلوکز (میلی‌گرم در دسی لیتر)	۱۹۵/۲	۲۰۶/۲	۲۲۱/۰	۲۱۱/۲	۱۱/۷۳	۰/۴۹۲
کلسترول (میلی‌گرم در دسی لیتر)	۱۳۲/۶	۱۲۰/۲	۱۵۲/۲	۱۳۷/۶	۱۲/۱۱	۰/۳۴۵
تری‌گلیسرید (میلی‌گرم در دسی لیتر)	۱۱۸/۲	۱۳۳/۶	۱۲۶/۸	۱۲۶/۶	۹/۵۸	۰/۷۳۰
لیپوپروتئین با دانسیته بالا (میلی‌گرم در دسی لیتر)	۷۳/۰	۷۶/۸	۷۳/۶	۷۷/۲	۲/۷٤	۰/۶۱۰
آسپارتات آمینوترانسفراز (AST) (واحد در لیتر)	۲۳۹/۶	۲۰۹/۸	۲۱۹/۲	۲۱۳/۰	۱۲/۳۸	۰/۳۵۴
آلانین آمینوترانسفراز (ALT) (واحد در لیتر)	۳/۳۸	٤/٤۰	٤/۹۲	۳/۸٤	۰/٤۰	۰/۰۷۴
آلکانین فسفاتاز (ALP) (واحد در لیتر)	۱۷۵۲/۲	۱٦٤۵/۲	۱۷۹٤/۰	۱۵٤۹/۸	۱۰۲/۱	۰/۳۵۳
اسید اوریک (میلی‌گرم در دسی لیتر)	٤/۹۸	۵/٦	۵/۵	۵/۳٤	۰/۳۸	۰/۶۸۰
پروتئین تام (گرم در دسی لیتر)	٤/۸٦	٤/٦۲	٤/٤۸	٤/۷٦	۰/۱۳	۰/۲۷۶
آلبومین (گرم در دسی لیتر)	۱/۲۸	۱/٤٦	۱/۳٦	۱/٦۰	۰/۱۰	۰/۲۱۰

تیتر آنتی بادی علیه گامبورو و برونشیت

نتایج تیتر آنتی‌بادی علیه بیماری گامبورو و برونشیت عفونی در جدول ۵ نشان داده شده است. نتایج نشان داد که تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای آزمایشی وجود نداشت. در یک مطالعه فرآوری کنجاله سویا اثر معنی‌داری بر تیتر آنتی‌بادی علیه بیماری نیوکاسل و گامبورو در جوجه‌های گوشتی نداشت (Nahavandinejad و همکاران، ۲۰۱۲). عدم معنی‌داری صفات مورد مطالعه در بخش تیتر آنتی‌بادی می‌تواند احتمالاً مربوط به سطح پرتودهی الکترونی، تنش‌های محیطی در طول دوره پرورش و جیره مصرفی پرندگان آزمایشی باشد (Rahimi و همکاران، ۲۰۱۲).

جدول ۵. اثر تیمارهای آزمایشی بر تیتر آنتی‌بادی علیه بیماری گامبورو و برونشیت عفونی

تیتر آنتی‌بادی	تیمارهای آزمایشی				اشتباه استاندارد میانگین‌ها	احتمال معنی‌داری
	شاهد	پرتوتابی ۱۰ کیلوگری	پرتوتابی ۲۰ کیلوگری	پرتوتابی ۳۰ کیلوگری		
برونشیت عفونی (log_2)	٦٦٦٦/٤	٦٥٢٠/٤	٦٣٨٥/٤	٦٤٤٤/٦	١٦٦/٣٤	۰/۶۷۳
گامبورو (log_{10})	٣٧٦٨/٤	٣٧٠٧/٨	٤٢٥٨/٦	٣٦٩٩/٨	٢٤٣/٨٢	۰/۳۴۶

ریخت‌شناسی ژژنوم

نتایج ریخت‌شناسی ژژنوم در جدول ۶ نشان داده شده است. نتایج نشان داد که در طول پرز و ضخامت لایه ماهیچه‌ای تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای آزمایشی وجود داشت (P<۰/۰۵). تیمار حاوی کنجاله کلزا و گندم با دز پرتوتابی ۳۰ کیلوگری نسبت به سایر تیمارها دارای بیشترین طول پرز و ضخامت لایه ماهیچه‌ای بود. صلواتی و همکاران (۱۴۰۰) گزارش دادند که استفاده از گندم فرآوری شده در جیره جوجه‌های گوشتی ارتفاع ویلی‌های ناحیه ژژنوم روده را به‌طور معنی‌داری کاهش داد. به‌نظر می‌رسد فرآوری دانه گندم مقدار مواد غیرنشاسته‌ای محلول را کاهش داده و باعث تغییر در جمعیت میکروبی روده و بهبود جذب مواد مغذی شده است (Yaghobfar و همکاران، ۲۰۱۴). مطالعات نشان داده است که فرآوری دانه گندم در جیره پرندگان، بر ارتفاع و پهنای ویلی‌ها و عمق کریپت تأثیر معنی‌داری دارد (Yaghobfar و همکاران، ۲۰۱۴). این نتیجه با یافته‌های که Yakhkeshi و همکاران (۲۰۱۳) گزارش دادند تابش پرتو الکترونی جیره غذایی تأثیر مثبتی بر شاخص‌های پرزهای روده دارد و همچنین با یافته‌های Bradley و همکاران (۱۹۹۴) مطابقت دارد که گزارش کردند که هر چه ارتفاع پرز بیشتر باشد، ظرفیت جذب روده کوچک بیشتر است. در یک تحقیق طول جوجه‌های گوشتی مصرف‌کننده دانه جو پرتودهی شده با ۴۰ کیلوگری دارای طول بیشتر دئودنوم، ژژنوم و ایلئوم نسبت به گروه شاهد بودند (Bornaei و همکاران، ۲۰۲۲).

مصرف پلی‌ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای در جیره، آثار فیزیولوژیک متعددی از جمله تغییرات ساختاری پرزها، تغییر فعالیت ترشحی سلول‌های گابلت و تغییرات مرفولوژیک زواید پوششی بافت جداری روده را ایجاد می‌کند که به‌طور مستقیم بر توانایی جذب مواد مغذی تأثیر دارند (Silva و Smithard، ۲۰۰۲). این نتایج بیانگر این مطلب است که احتمالاً افزایش سطح کربوهیدرات‌های غیرنشاسته‌ای محلول در آب با مصرف دانه گندم خام در جیره‌ها جوجه‌ها به وضوح بر ساختمان و ابعاد ظاهری پرزهای ناحیه ژژنوم روده باریک اثرات منفی دارد، ولی این اثرات به‌وسیله پرتوتابی الکترونی دانه گندم مرتفع گردید. این اتفاق باکاهش ویسکوزیته روی محتویات گوارشی و حذف اثرات منفی آن بر ساختار پرزها در نهایت باعث افزایش طول پرز و ضخامت لایه ماهیچه‌ای می‌گردد (Yakhkeshi و همکاران، ۲۰۱۳). نشان داده شده است که پرتودهی عوامل ضدتغذیه‌ای را در جیره کاهش می دهد و ممکن است بر مورفولوژی روده کوچک تأثیر بگذارد (Siddhuraju و همکاران، ۲۰۰۲).

جدول ٦. اثر تیمارهای آزمایشی بر صفات ریخت‌شناسی ژژنوم جوجه‌های گوشتی (میکرومتر)

متغیرها	تیمارهای آزمایشی				اشتباه استاندارد میانگین‌ها	احتمال معنی‌داری
	شاهد	پرتوتابی ۱۰ کیلوگری	پرتوتابی ۲۰ کیلوگری	پرتوتابی ۳۰ کیلوگری		
طول پرز	۱۰۶۲/۰^{b}	۱۰۳۳/۴^{b}	۱۱۲۳/۴^{b}	۱۳۱۵/۶^{a}	۷/۳۷	۰/۰۰۰۳
عرض پرز	١٦٦/٢	۱۷۹/۰	١٤٩/٤	١٥٩/٤	۸/۱	۰/۰۶۳
عمق کریپت	۱۸۷/۸	۱۹۷/۸	۱۹۱/٦	۱۷۰/۲	۱۲/۷	۰/۴۸۲
ضخامت لایه ماهیچه‌ای	۱۱۶/۶^{b}	۱۳۰/۶^{ab}	۱۴۸/۶^{ab}	۱۶۱/۴^{a}	۱۰/۲	۰/۰۳۴

نتیجه‌گیری کلی

نتایج کلی تحقیق حاضر نشان داد که استفاده از سطح ۳۰ کیلوگری پرتودهی روی کنجاله کلزا و دانه گندم نسبت به سایر سطوح دیگر پرتودهی در بهبود صفات عملکرد رشد در کل دوره پرورش، برخی صفات کمی و کیفی لاشه و نیز صفات ریخت‌شناسی ژژنوم در جوجه‌های گوشتی موثر بود و قابل توصیه است.

سپاسگزاری

از همکاران محترم دانشکده کشاورزی ساری، دانشگاه فنی و حرفه‌ای استان مازندران و از آزمایشگاه تغذیه دام دانشکده علوم دامی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری جهت انجام آزمایش‌های تغذیه‌ای قدردانی می‌شود.

پاورقی‌ها

1- High-density lipoprotein (HDL)
2- Aspartate aminotransferase (AST)
3- Alanine aminotransferase (ALT)
4- Alkaline phosphatase (ALP)
5- Total barbituric acids (TBA)
6- General linear model (GLM)
7- Statistical Analysis System (SAS)

منابع

صلواتی، م.، حسن آبادی، الف.، تیموری، م و سالاری، ع. (۱۴۰۰). بررسی تأثیر استفاده از دانه گندم فرآوری‌شده با حرارت در جیره بر عملکرد جوجه‌های گوشتی، تولیدات دامی، دوره ۲۳، شماره ۲، ص. ۲۶۷-۲۵۵.

وقری، س.، ابراهیمی محمودآباد، س و جوزی شکالگورابی، س. (۱۳۹۶). عملکرد بلدرچین‌های در حال رشد تغذیه شده با دانه سویا یا کلزای عمل‌آوری شده با پرتو الکترون، نشریه پژوهشهای علوم دامی، جلد ۲۷، شماره ۱، ص. ۶۷-۵۵.

وکیلی، ر و نظرزاده، ع. (۱۳۹۹). اثر جایگزینی کنجاله سویا با کنجاله تخم پنبه پرتودهی شده بر عملکرد رشد، فراسنجه‌های خون و راندمان لاشه جوجه‌های گوشتی، فصلنامه تحقیقات کاربردی در علوم دامی، دوره ۹، شماره ۳۷، ص. ۵۸-۴۳.

Annison, G. and Choct, M. (1991). Anti-nutritive activities of cereal non-starch polysaccharides in broiler diets and strategies minimizing their effects. *World's Poultry Science Journal*. 47(3): 232-242.

Annison, G. (1990). Polysaccharide composition of Australian wheats and the digestibility of their starches in broiler chicken diets. *Australian Journal of Experimental Agriculture*. 30(2): 183-186.

Ahn, D. U., Kim, I.S. and Lee, E.J. (2013). Irradiation and additive combinations on the pathogen reduction and quality of poultry meat. *Poultry Science*, 92(2), 534-545.

Al-Bachir, M. and Zeinou, R. (2009). Effect of gamma irradiation on microbial load and quality characteristics of minced camel meat. *Meat Science*, 82(1), 119-124.

Allan, W.H. and Gough, R. (1974). A standard haemagglutination inhibition test for Newcastle disease.(1). A comparison of macro and micro methods. *Veterinary Record*. 95(6): 120-123.

Al-Masri, M.R. (2003). Productive performance of broiler chicks fed diets containing irradiated meat–bone meal. *Bioresource Technology*. 90(3): 317-322.

Anwar, M.M., Ali, S.E. and Nasr, E.H. (2015). Improving the nutritional value of canola seed by gamma irradiation. *Journal of Radiation Research and Applied Sciences*. 8(3): 328-333.

Baker, D.H. and Chung, T.K. (1992). Ideal protein for swine and poultry. *Biokyowa Technical Review*. 4: 16.

Bahraini, Z., Salari, S., Sari, M., Fayazi, J. And Behgar, M. (2017). Effect of radiation on chemical composition and protein quality of cottonseed meal. *Animal Science Journal*. 88(9): 1425-1435.

Bagher, A.M., Nahid, A., Mohsen, M. and Vahid, M. (2014). Nuclear techniques in agriculture and genetics. *American Journal of Bioscience*. 2(3): 102-105.

Bouton, P.E., HARRIS, P.T. and Shorthose, W.R. (1971). Effect of ultimate pH upon the water-holding capacity and tenderness of mutton. *Journal of Food Science*. 36(3): 435-439.

Bornaei, L., Salari, S. and Erfani majd, N. (2022). Effect of electron beam irradiated barley grains on growth performance, blood parameters, nutrient digestibility, microbial population, and intestinal histomorphometry in broiler chickens. *Journal of Applied Animal Research*. 50(1): 408-419.

نسخه پیش از انتشار ، نشریه علوم دامی

Bradley, G. L., Savage, T.F. And Timm, K.I. (1994). The effects of supplementing diets with Saccharomyces cerevisiae var. boulardii on male poult performance and ileal morphology. *Poultry Science*. 73(11): 1766-1770.

Duncan, D.B. (1955). Multiple range and multiple F tests. *Biometrics*. 1: 1-42.

Ebrahimi-Mahmoudabad, S.R. and Taghinejad-Roudbaneh, M. (2011). Investigation of electron beam irradiation effects on anti-nutritional factors, chemical composition and digestion kinetics of whole cottonseed, soybean and canola seeds. *Radiation Physics and Chemistry*. 80(12): 1441-1447.

Estévez, M., Ventanas, S. and Cava, R. (2007). Oxidation of lipids and proteins in frankfurters with different fatty acid compositions and tocopherol and phenolic contents. *Food Chemistry*, 100(1), 55-63.

Fathi, S.A.A., Bozorg-Amirkalaee, M. and Sarfaraz, R.M. (2011). Preference and performance of Plutella xylostella (L.)(Lepidoptera: Plutellidae) on canola cultivars. *Journal of Pest Science*, 84, 41-47.

Farag, M.D.E.D.H. (1998). The nutritive value for chicks of full-fat soybeans irradiated at up to 60 kGy. *Animal Feed Science and Technology*. 73(3-4): 319-328.

Geyra, A., Uni, Z. And Sklan, D. (2001). Enterocyte dynamics and mucosal development in the posthatch chick. *Poultry Science*. 80(6): 776-782.

Gharaghani, H., Zaghari, M., Shahhosseini, G. and Moravej, H. (2008). Effect of gamma irradiation on anti nutritional factors and nutritional value of canola meal for broiler chickens. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*. 21(10): 1479-1485.

Iji, P.A., Saki, A. And Tivey, D.R. (2001). Body and intestinal growth of broiler chicks on a commercial starter diet. 1. Intestinal weight and mucosal development. *British Poultry Science*. 42(4): 505-513.

Jeacoce, R.E. (1977). Continuous measurements of the pH of beef muscle in intact beef carcasses. *International Journal of Food Science & Technology*. 4: 375-386.

McNeill, L., Bernard, K. and MacLeod, M. (2004). Food intake, growth rate, food conversion and food choice in broilers fed on diets high in rapeseed meal and pea meal, with observations on sensory evaluation of the resulting poultry meat. *British poultry Science*, 45(4), 519-523.

Moghadam, M.B., Rezaei, M., Behgar, M. and Kermanshahi, H. (2017). Effects of irradiated flaxseed on performance, carcass characteristics, blood parameters, and nutrient digestibility in broiler chickens. *Poultry Science Journal*. 5(2): 153-163.

Nayefi, M., Salari, S., Sari, M. and Behgar, M. (2016). Nutritional Value of electron beam irradiated cottonseed meal in broiler chickens. Jou*rnal of Animal Physiology and Animal Nutrition*. 100(4): 643-648.

Nahavandinejad, M., Seidavi, A. And Asadpour, L. (2012). Effects of soybean meal processing method on the broiler immune system. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*. 18(6).

نسخه پیش از انتشار ، نشریه علوم دامی

Pirgozliev, V.R., Rose, S.P., Kettlewell, P.S. and Bedford, M.R. (2000). Relationship between chemical composition of wheat and broiler chicken growth performance. *British Poultry Science*. 41: S697-S698.

Pelicia, K., Garcia, E.A., Molino, A.B., Santos, G.C., Vieira Filho, J.A., Santos, T.A. and Berto, D.A. (2015). Chicken meat submitted to gamma radiation and packed with or without oxygen. *Brazilian Journal of Poultry Science*. 17: 255-261.

Ravindran, V., Tilman, Z.V., Morel, P.C.H., Ravindran, G. and Coles, G.D. (2007). Influence of β-glucanase supplementation on the metabolisable energy and ileal nutrient digestibility of normal starch and waxy barleys for broiler chickens. *Animal Feed Science and Technology*. 134(1-2): 45-55.

Rahimi, S., Yakhkeshi, S. and Shawrang, P. (2012). Effects of electron beam irradiation and organic acid on production performance and immune responses in broiler chickens. *Journal of Veterinary Research*. 67(3): 223-233.

Roser, U. (2006). Effects of organic acids in liquid and solid forms on the survival rate of Salmonella in pelleted compound feed after recontamination. *Journal Immunology*. 82: 12-19.

Siddhuraju, P., Makkar, H.P.S. and Becker, K. (2002). The effect of ionising radiation on antinutritional factors and the nutritional value of plant materials with reference to human and animal food. *Food Chemistry*. 78(2): 187-205.

Silva S.S, and Smithard R.R., (2002) Effect of enzyme supplementation of a rye-based diet on xylanase activity in the small intestine of broilers, on intestinal crypt cell proliferation and on nutrient digestibility and growth performance of the birds. *British Poultry Science* 43:274-282.

SAS. (2001). Statistical Analysis System User's Guide: Statistics. SAS Institute, Cary, NC.

Tarladgis, B.G., Watts, B.M., Younathan, M.T. and Dugan Jr, L. (1960). A distillation method for the quantitative determination of malonaldehyde in rancid foods. *Journal of the American Oil Chemists' Society*. 37(1): 44-48.

Showmer, F. M. (2015). Impact of ultraviolet irradiation processing on quality of fresh beef meat during cold storage. Agricultural Engineering International: *CIGR Journal*, 17(2).

Vaghri, S., Mahmoudabad, S.R.E. and Joezi, S. (2017). Performance of growing quails fed electron beam irradiated soybean or canola seeds. *Journal of Animal Science Research*. 27(1).

Yaghobfar, A.S., Sharifi, D. and Golestani, G. (2014) Effects Natozyme enzyme plus on metabolizable energy and protein digestibility of diets containing wheat and rapeseed meal in broiler chickens. *Animal Production Research*. 5(10).

Yakhkeshi, S., Rahimi, S. and Shawrang, P. (2013). Effects of electron-beam irradiation of the diet on microbial population, intestinal morphology, ileal digestibility and performance of broilers. *Iranian Journal of Applied Animal Science*. 3(4): 747-754.

نسخه پیش از انتشار ، نشریه علوم دامی

Ziprin, R.L., Elissalde, M.H., Hinton Jr, A., Beier, R.C., Spates, G.E., Corrier, D.E. and DeLoach, J.R. (1991). Colonization control of lactose-fermenting Salmonella Typhimurium in young broiler chickens by use of dietary lactose. *American Journal of Veterinary Research*. 52(6): 833-837.