مجله تحقیقات دامپزشکی، ۱۳۹۱، دوره ۶۷، شماره ۳، ۲۳۳ - ۲۲۳

اثرات پرتوتابی الکترون و اسیدآلی برعملکرد تولید و پاسخ ایمنی در جوجه‌های گوشتی

شعبان رحیمی[1*] سعید یخکشی[1] پروین شورنگ[2]

۱) گروه پرورش و تولید طیور دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس، تهران - ایران.
۲) پژوهشکده تحقیقات کشاورزی، پزشکی و صنعتی پژوهشگاه علوم و فنون هسته‌ای کرج، کرج - ایران.

(دریافت مقاله: ۳ بهمن ماه ۱۳۹۰ ، پذیرش نهایی: ۲۳ اردیبهشت ماه ۱۳۹۱)

چکیده

زمینه مطالعه: پرتوتابی الکترون و استفاده از اسیدهای آلی سبب کاهش یا رفع آلودگی میکروبی جیره غذایی طیور می‌شوند. **هدف:** این مطالعه به‌منظور مقایسه اثر پرتوتابی الکترون و اسیدآلی بر بار میکروبی جیره، سیستم ایمنی، لیپیدهای سرم، مورفولوژی روده، وزن نسبی اندام‌ها و شاخص‌های رشد جوجه‌های گوشتی انجام گرفت. **روش کار:** ۳۰۰ قطعه جوجه گوشتی یک‌روزه نر (سویه کاب ۵۰۰) به‌طور تصادفی به ۵ گروه آزمایشی تقسیم شدند، به‌طوری که هر گروه شامل ۴ تکرار ۱۵ قطعه‌ای بود. تیمارهای آزمایشی شامل جیره پایه به‌عنوان شاهد، جیره‌های پرتوتابی شده با دزهای ۳ kGy، ۵ و ۷ و جیره حاوی فورمایسین ۰/۲٪ بود. **نتایج:** بیشترین و کمترین میانگین افزایش وزن روزانه در دوره پایانی و کل دوره به‌ترتیب در جیره پرتوتابی‌شده با دز ۷ kGy و شاهد مشاهده شد ($p<0/05$). به علاوه، تیمارهای آزمایشی اثر معنی‌داری بر کاهش آلودگی باکتریایی جیره داشتند ($p<0/05$). بالاترین (۵/۶۶) و پایین‌ترین (۴/۱۷) عیار پادتن بر علیه SRBC در نوبت دوم به‌ترتیب در تیمار فورمایسین و شاهد مشاهده شد ($p<0/05$). بیشترین و کمترین درصد وزن سینه و چربی بطنی به‌ترتیب در جیره پرتوتابی‌شده با دز ۷ kGy و شاهد مشاهده شد ($p<0/05$). بیشترین مقدار ارتفاع پرز ژژونوم (۱۰۸۹μm) و نسبت ارتفاع پرز بر عمق کریپت (۵/۸۴) در دز ۷ kGy به‌دست‌آمد ($p<0/05$). **نتیجه‌گیری نهایی:** پرتوتابی جیره‌های آزمایشی سبب بهبود عملکرد جوجه‌های گوشتی می‌شود که این روند با افزایش دز پرتوتابی بیشتر مشهود است.

واژه‌های کلیدی: پرتوتابی الکترون، فورمایسین، جوجه‌های گوشتی، عملکرد.

مقدمه

یکی از عوامل شناخته شده و مؤثر که میزان تولید جوجه‌های گوشتی را تحت تأثیر قرار می‌دهد جیره غذایی می‌باشد. آلودگی جیره با عوامل میکروبی یکی دیگر از مشکلات موجود در صنعت پرورش طیور می‌باشد، که خسارات زیادی را به این صنعت وارد می‌سازد. مصرف جیره آلوده برای طیور زیان آور بوده و سبب افزایش ضریب تبدیل غذایی، کاهش بازده تولید، افزایش تلفات و در نتیجه افزایش هزینه‌های اقتصادی پرورش می‌شود (۷). در صنعت طیور از روش‌های مختلفی برای کاهش آلودگی باکتریایی خوراک استفاده می‌شود. خاصیت ضد عفونی کنندگی اسیدهای آلی و محافظت خوراک از آلودگی‌های باکتریایی، با آزمایش‌های متعدد در مزرعه و آزمایشگاه ثابت شده است (۱۹). استفاده از حرارت خشک و مرطوب اگرچه احتمالاً ارزان‌تر و یا قابل دسترس‌تر می‌باشد اما کارایی آنها بر روی مواد غذایی که به شدت تحت تأثیر حرارت و رطوبت قرار می‌گیرند مورد تردید است. پرتوتابی الکترون یکی از راه‌های کاهش و یا رفع بار میکروبی مواد خوراکی است. معمولاً برای پرتوتابی از شتاب دهنده‌های الکترونی با قدرت ۵ MeV و ۱۰ MeV استفاده می‌شود (۳۵). باریکه الکترونی جریانی از الکترون‌های پرانرژی است که از تفنگ الکترونی خارج می‌شود. باریکه الکترونی، با ورود به محیط خلاء و در یک میدان الکتریکی قوی شتاب داده می‌شود و در نهایت با کمک یک میدان مغناطیسی نوسان کننده، بر روی هدف مورد نظر می‌تابد (۸). از آنجا که الکترون‌ها عمق نفوذ کمی دارند (حدوداً ۸cm)، محصولاتی که دارای ضخامت بیش از دامنه نفوذ الکترون‌ها باشند خوب پرتوتابی نمی‌شوند. بنابراین پرتوتابی الکترون برای عمل‌آوری غلات یا خوراک دام و طیور که به صورت یک لایه بر روی نوار نقاله گسترده می‌شوند مفید است.

از جمله مزایای پرتوتابی می‌توان به ۱) آسیب کمتر به مواد مغذی جیره بویژه پروتئین‌ها ۲) ایجاد نشدن فرآورده‌های غیرقابل هضم مانند فرآورده‌های میلارد و ۳) حذف آلودگی‌های قارچی و باکتریایی از مواد خوراکی بدون داشتن اثرات باقیمانده بعد از پرتوتابی اشاره کرد (۳۶). تنها عیب استفاده از پرتوتابی به‌عنوان یک روش عمل‌آوری در حال حاضر، نبودن تجهیزات و امکانات پرتوتابی به تعداد زیاد در نقاط مختلف کشور است که این موضوع در شرایط کنونی سبب زیاد شدن هزینه‌های این نوع عمل‌آوری می‌شود. تا کنون گزارش‌های متعددی درمورد جیره‌های پرتوتابی شده در تغذیه حیوانات منتشر شده است. بهبود قابلیت هضم مواد مغذی بعد از پرتوتابی جیره، در تغذیه خوک‌ها (۱۱)، بزهای پرواری (۲۸) و جوجه‌های گوشتی (۱) گزارش شده است. مشاهده شده پرتوتابی می‌تواند سبب تغییر فیزیکی و شیمیایی در جیره شود، که این امر می‌تواند بر دسترسی مواد مغذی توسط حیوان مؤثر و بر عملکرد رشد اثر گذار باشد (۴۸). همچنین گزارش شده است که اسیدی کردن خوراک بوسیله اسیدهای آلی سبب کاهش کلونیزاسیون و ساکن شدن پاتوژن‌های مضر می‌شود، که این شرایط می‌تواند عملکرد حیوان را تحت تأثیر قرار دهد

*)نویسنده مسؤول: تلفن: ۰۲۱-۴۸۲۹۲۰۰۴ نمابر: ۰۲۱-۴۸۲۹۲۲۰۰ Email: rahimi_s@modares.ac.ir

(۱۰،۲۳). بدین منظور تحقیق حاضر برای مقایسه اثرات پرتوتابی الکترون و اسید آلی فورمایسین بر کاهش بار میکروبی جیره، سیستم ایمنی، لیپیدهای سرم، مرفولوژی روده، وزن نسبی ارگان‌های داخلی و شاخص‌های رشد جوجه‌های گوشتی انجام گرفته است.

مواد و روش کار

پرتوتابی جیره آزمایشی: پس از جیره نویسی و فرموله کردن جیره (جدول ۱) بر حسب احتیاجات غذایی (مطابق با NRC در سال ۱۹۹۴) در دوره‌های آغازین (۱۴-۱ روزگی)، رشد (۲۸-۱۵ روزگی)، و پایانی (۴۲-۲۹ روزگی)، نمونه‌های خوراک به وزن ۵ kg در کیسه‌های نایلونی پلی اتیلن به ابعاد ۷۰cm × ۳۰ بسته بندی و به مرکز پرتوفرآیند یزد انتقال داده شدند. پرتوتابی الکترون با دزهای ۳ kGy، ۵ و ۷ با استفاده از دستگاه شتاب‌دهنده الکترون (رودوترون) مدل TT200 که قادر به تولید باریکه جاروب شونده الکترون (بیشنه پهنای جاروب ۱۰۰ cm با بسامد (۱۰۰Hz) با انرژی ۱۰MeV انجام شد.

پرنده‌ها و گروه‌های آزمایشی: تعداد ۳۰۰ قطعه جوجه گوشتی نر یک روزه (سویه کاب ۵۰۰) که پراکندگی وزن کمتری حول میانگین داشتند انتخاب و در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۵ تیمار و ۴ تکرار و تعداد ۱۵ قطعه پرنده در هر تکرار قرار داده شدند. تیمارهای آزمایشی شامل: جیره پایه به عنوان شاهد، جیره‌های پرتوتابی شده با دزهای ۳kGy، ۵ و ۷ الکترون و جیره حاوی ۰/۲٪ اسید آلی فورمایسین در نظر گرفته شدند. پرنده‌های آزمایشی بر روی بستر در پن‌های مجزا و شرایط کاملا مشابه نگهداری شدند. جوجه‌ها در تمام طول آزمایش به طور آزاد به آب و غذا دسترسی داشتند. میزان نور ۳W/m در ابتدای دوره شروع و ۱/۵W/m، در انتهای دوره بود. دمای سالن در روز ورود جوجه‌ها $۳۳^{o}C$ تنظیم و به تدریج متناسب با استانداردهای پرورش کاهش یافت. خوراک مصرفی، افزایش وزن و ضریب تبدیل غذایی به صورت هفتگی اندازه‌گیری شد.

وزن نسبی اجزای لاشه و دستگاه گوارش: در روز ۴۲ پرورش، تعداد ۴ پرنده از هر واحد آزمایشی به طور تصادفی انتخاب شده و به صورت جابجایی مهره گردن کشتار گردیدند. وزن بخش‌های مختلف لاشه، شامل سینه، ران، پشت، گردن و بال و درصد اندام‌های مختلف دستگاه گوارش، کلیه، قلب و چربی محوطه بطنی و همچنین طول بخش‌های مختلف روده باریک (دئودنوم، ژژونوم، ایلئوم) و روده کور اندازه‌گیری شد.

ارزیابی مرفولوژی روده: در سن ۴۲ روزگی ۴ قطعه پرنده از هر واحد آزمایشی به صورت تصادفی انتخاب و به روش جابجایی مهره‌های گردن کشته شدند. پس از کالبد گشائی و جداسازی روده کوچک به طور یکسان از قسمت میانی ژژونوم به طول ۵cm نمونه تهیه گردید.

نمونه‌های روده با محلول تامپون فسفات شسته شدند و سپس با محلول کلارک (سه حجم اتانول مطلق و یک حجم اسید استیک گلاسیال) تثبیت شدند (۲۴). قطعات تثبیت شده پس از رنگ آمیزی و برش، در زیر میکروسکوپ از نظر ارتفاع پرز، عمق کریپت و پهنای پرزها بررسی شدند (۱۸).

ارزیابی سیستم ایمنی هومورال: در روزهای ۲۱ و ۳۵ به چهار قطعه پرنده از هر واحد آزمایشی مقدار ۰/۱ ml سوسپانسیون گلبول قرمز گوسفند ۰/۵٪ در PBS، به عضله سینه تزریق شد. هفت روز پس از هر بار تزریق گلبول قرمز، در روزهای ۲۸ و ۴۲ از همان پرنده‌ها از طریق ورید بال خونگیری شد. برای تعیین عیار پادتن تولید شده علیه گلبول قرمز گوسفند از روش هماگلوتیناسیون میکروتیتر استفاده شد (۴۶). میزان ایمونوگلوبولین‌های G و M به طور جداگانه با استفاده از محلول ۲-مرکاپتواتانول ۰/۰۲mol مطابق با روش فوق تعیین گردید. همچنین در پایان دوره گسترش‌های به دست آمده از نمونه‌های خون چهار پرنده به ازای هر پن با رایت رنگ آمیزی شدند. شمارش هتروفیل (H) و لنفوسیت (L) و محاسبه نسبت H/L بر اساس روش Gross و Siegel در سال ۱۹۸۳ به وسیله میکروسکوپ بدست آمد.

لیپیدهای سرم و درصد هماتوکریت: در ۴۲ روزگی با استفاده از سرنگ‌های آغشته به هپارین ۲ml خون از سیاهرگ بال جوجه‌ها گرفته شد. سپس با استفاده از لوله‌های موئین و قرار دادن لوله‌ها در سانتریفیوژ در ۱۲۰۰۰ r/m به مدت ۵ دقیقه و جدا شدن سرم، با خط کش مدرج دایره‌ای میزان هماتوکریت تعیین شد. در انتهای دوره پرورش از هر واحد آزمایشی از ۴ قطعه پرنده خونگیری شدند. پس از انعقاد خون، نمونه‌های سرم جدا گردید. اندازه‌گیری کلسترول، LDL و HDL کلسترول موجود در نمونه‌های سرم در ۴۲ روزگی با استفاده از روش آنزیمی (CHOD-PAP) و همچنین تری گلیسرید با روش (GPO- PAP) با استفاده از کیت تجاری (پارس آزمون - ایران) و در طول موج ۵۴۶Nm برآورد گردید (۳۴).

تعیین بار میکروبی خوراک: ۲۵g از هر یک از خوراک‌های آغازین، رشد و پایانی به ارلن‌های محتوی ۲۲۵ml محلول بافر فسفات سالین (PBS) افزوده شد. بعد از مخلوط شدن، سری رقت با فاکتور رقت $۱۰^{-۱}$ (۰/۱) از سوسپانسیون مورد نظر تهیه شد و به روش Pure plate به محیط‌های کشت پلیت کانت آگار (PCA) (مرک، آلمان) و مکانکی آگار (MCA) (مرک، آلمان) به ترتیب برای تعیین جمعیت کل باکتری‌های هوازی و کلی‌فرم‌ها منتقل شد (۱۹). سپس برای شمارش کلنی‌ها، پلیت‌ها به مدت ۲۴ ساعت در انکوباتور در دمای $۳۷^{o}C$ قرار داده شدند.

آنالیز آماری: نتایج حاصله در قالب طرح کاملاً تصادفی با استفاده از نرم افزار SAS مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ انجام شد.

نتایج

عملکرد: نتایج مربوط به مقایسه میانگین‌های مصرف خوراک روزانه، افزایش وزن روزانه و ضریب تبدیل غذایی جوجه‌ها در جدول ۲ آورده شده است. اثر تیمارهای آزمایشی بر میانگین مصرف خوراک در هیچ یک از

جدول۱- ترکیبات جیره غذایی در دوره‌های مختلف پرورش جوجه‌های گوشتی.۱: به ازای هر کیلوگرم جیره: ویتامین A: ۸۰۰۰ IU، ویتامین D3: ۳۰۰۰ IU، ویتامین E: ۲۵ IU، ویتامین K3: ۱/۵ mg، تیامین: ۵mg، ریبو فلاوین: ۱۰mg، پانتوتنیک: ۱۵mg، نیاسین: ۵۰mg، پیریدوکسین: ۴mg، اسید فولیک: ۱mg، ویتامین B_{12}: ۰/۰۲mg، بیوتین: ۰/۱mg، کلرید کولین: ۱۱۰۰mg، آنتی اکسیدان: ۱۰۰mg. ۲: به ازای هر کیلوگرم جیره: Mn: ۱۰۰mg، Zn: ۸۰mg، Fe: ۸۰mg، Cu: ۲۰mg، Co: ۰/۵mg و Se: ۰/۱۵mg.

اجزای جیره	جیرهٔ آغازین	جیرهٔ رشد	جیرهٔ پایانی
ذرت (٪)	۴۹/۶۲	۵۲/۲۱	۴۷/۰۴
کنجاله سویا (٪)	۴۰/۰۴	۳۵/۰۵	۳۰/۹۶
گندم (٪)	۴/۰۰	۸/۰۹	۱۴/۶۰
روغن سویا (٪)	۱/۳۴	۱/۰۰	۴/۲۳
دی‌کلسیم فسفات (٪)	۲/۴۶	۲/۲۰	۲/۶۰
DL - متیونین (٪)	۰/۳۴	۰/۲۷	۰/۱۶
L- لایزین (٪)	۰/۲۳	۰/۱۹	۰/۰۳
مکمل ویتامینی (٪)	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵
مکمل معدنی (٪)	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵
سنگ آهک (٪)	۰/۰۵ -	-	
نمک (٪)	۰/۲۷	۰/۲۸	۰/۲۸
مواد مغذی محاسبه شده			
انرژی متابولیسمی (kcal/kg)	۲۸۲۰	۲۹۵۰	۳۰۴۵
پروتئین خام (٪)	۲۱/۵۳	۱۸/۸۵	۱۸/۰۱
فیبر خام (٪)	۴/۷	۵/۰۹	۴/۸۲
چربی خام (٪)	۴/۰۴	۵/۴۵	۶/۵۷
کلسیم (٪)	۰/۹۳	۰/۸۳	۰/۸۰
فسفر قابل دسترس (٪)	۰/۴۷	۰/۴۱	۰/۴۰
متیونین+سیستئین (٪)	۰/۹	۰/۸۲	۰/۷۲
لایزین (٪)	۱/۲۸	۱/۱۴	۰/۹۵

دوره‌های آزمایشی معنی‌دار نمی‌باشد (p>۰/۰۵). همچنین میزان افزایش وزن روزانه در سنین ۱۴-۱ و ۲۸-۱۵ روزگی معنی‌دار نبود (p>۰/۰۵). تیمارهای آزمایشی اثر معنی‌داری (p<۰/۰۵) بر میانگین افزایش وزن روزانه در سنین ۴۲ و ۴۲-۱ روزگی داشتند به طوری که بیشترین و کمترین میزان افزایش وزن به ترتیب در تیمار پرتوتابی با دز ۷ kGy و شاهد مشاهده شد. ضریب تبدیل غذایی در سنین ۱۴-۱ و ۲۸-۱۵ روزگی بین تیمارها اختلاف معنی‌داری نداشت (p>۰/۰۵). در سن ۴۲-۲۹ روزگی بالاترین ضریب تبدیل غذایی توسط تیمار پرتوتابی با دز ۳ kGy و شاهد و پایین‌ترین ضریب تبدیل غذایی در تیمار پرتوتابی با دز ۷ kGy حاصل شده است (p<۰/۰۵). همچنین در کل دوره پایین‌ترین و بالاترین ضریب تبدیل غذایی به ترتیب مربوط به تیمار پرتوتابی با دز ۷ kGy و شاهد بود (p<۰/۰۵).

وزن نسبی اجزای لاشه: در جدول ۳ میانگین‌های مربوط به درصد وزن لاشه و قسمت‌های دیگر ارائه شده است. تیمارهای آزمایشی اثر معنی‌داری بر درصد وزن سینه داشتند (p<۰/۰۵). بالاترین میزان درصد وزن سینه مربوط به تیمار پرتوتابی با دز ۷ kGy می‌باشد، که تفاوت معنی‌داری با تیمارهای پرتوتابی شده با دز ۵ kGy و ۳ و اسید آلی نداشت. همچنین اثر تیمارهای آزمایشی بر درصد وزن لاشه، ران، پشت، بال و گردن معنی‌دار نبود (p>۰/۰۵).

وزن نسبی اجزای دستگاه گوارش: همان طور که جدول ۴ نشان می‌دهد بین تیمارهای آزمایشی از لحاظ وزن نسبی روده باریک، پیش معده، سنگدان، کبد، قلب، پانکراس، بورس فابریسیوس و طحال اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (p>۰/۰۵). درصد وزن چربی محوطه بطنی تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار گرفته است (p<۰/۰۵). بیشترین و کمترین درصد چربی بطنی در تیمارهای پرتوتابی شده با دز ۷ kGy و شاهد مشاهده شد.

طول نسبی روده: همان طور که از جدول ۵ استنباط می‌شود در بین تیمارها بلندترین و کوتاه‌ترین طول نسبی روده باریک و قسمت‌های آن مربوط به تیمار شاهد و پرتوتابی با دز ۷ kGy می‌باشد، که تیمارها از نظر این صفات با یکدیگر اختلاف معنی‌داری (p>۰/۰۵) نداشتند.

مرفولوژی روده: اثر تیمارهای آزمایشی بر خصوصیات پرزهای ژژونوم در جدول ۶ نشان داده شده است. تیمارهای آزمایشی اثر معنی‌داری بر خصوصیات پرزها داشتند (p<۰/۰۵). کمترین و بیشترین مقدار طول ویلی و نسبت طول ویلی به عمق کریپت به ترتیب در تیمارهای شاهد و پرتوتابی با دز ۷ kGy مشاهده شد. به‌علاوه بین تیمارهای فورمایسین و پرتوتابی شده با دز ۵ kGy تفاوت معنی‌داری وجود نداشت (p>۰/۰۵). همچنین اثر تیمارهای آزمایشی بر عمق کریپت، مساحت و عرض ویلوس ژژونوم معنی‌دار نبود (p>۰/۰۵).

سیستم ایمنی هومورال: در جدول ۷ میزان عیار پادتن‌های تولید شده علیه گلبول قرمز گوسفند (SRBC) نشان داده شده است. اثر تیمارهای آزمایشی بر عیار پادتن در نوبت اول معنی‌داری نبود (p>۰/۰۵). میزان عیار پادتن در نوبت دوم، اختلاف معنی‌داری را نشان می‌دهد و تیمار دریافت کننده اسید آلی تیتر پادتن بالاتری نسبت به سایر گروه‌ها داشت (p<۰/۰۵)، اما در مقدار IgM با تیمار پرتوتابی با دز ۷ kGy در نوبت دوم تفاوت معنی‌داری نداشت. همچنین بالاترین مقدار IgG در تیمار فورمایسین مشاهده شد (p<۰/۰۵).

لیپیدهای سرم و درصد هماتوکریت: نتایج اثر گروه‌های آزمایشی بر کلسترول سرم، تری‌گلیسرید سرم، HDL و LDL کلسترول و درصد هماتوکریت خون در جدول ۸ ارائه شده است. اثر تیمارهای آزمایشی بر پارامترهای اندازه‌گیری شده معنی‌داری نبود (p>۰/۰۵).

بار میکربی جیره: با توجه به جدول ۹ تیمارهای آزمایشی اثر معنی‌داری بر کاهش بار میکروبی جیره داشتند (p<۰/۰۵). بیشترین و کمترین جمعیت کلی‌فرم‌ها و کل باکتری‌های هوازی در روزهای ۱۴ و ۲۸ به ترتیب در گروه شاهد و ۳ kGy مشاهده شد. همچنین میزان آلودگی جیره‌های پایانی (۴۲-۲۹)، در تیمارهای اسید آلی و ۳ kGy، کمتر از جیره‌های آغازین (۱۴-۱) و رشد (۲۸-۱۵) نسبت به شاهد می‌باشد. به علاوه در جیره‌های پرتوتابی شده با دز ۵ kGy و ۷ هیچ گونه آلودگی باکتریایی وجود نداشت.

جدول۲ ـ تاثیر پرتوتابی و افزودن فورمایسین به جیره بر عملکرد رشد جوجه‌های گوشتی. ab: میانگین‌ها با حروف غیر مشابه در هر ردیف نشان دهنده اختلاف معنی‌دار می‌باشند ($p<0/05$).

اندازه‌گیری‌های	تیمارها					
	شاهد	۳ kGy	۵ kGy	۷ kGy	فورمایسین	SEM
مصرف خوراک (g/day)						
۱۴-۱ روزگی	۴۲/۸۶	۴۳/۰۳	۴۲/۶۴	۴۲/۴۳	۴۲/۳۴	۰/۳۴۴
۲۸-۱۵ روزگی	۱۰۸/۳۸	۱۱۰/۱۵	۱۰۹/۷۲	۱۰۹/۶۲	۱۰۹/۵۳	۰/۵۷۷
۴۲-۲۹ روزگی	۱۷۰/۶۵	۱۷۰/۴۴	۱۷۸/۰۰	۱۷۴/۷۷	۱۶۷/۶۶	۲/۱۵
۴۲-۱ روزگی	۱۰۹/۲۱	۱۰۹/۷۴	۱۱۱/۹۸	۱۱۰/۷۹	۱۰۸/۴۱	۰/۷۹۳
افزایش وزن (g/day)						
۱۴-۱ روزگی	۳۱/۷۱	۳۲/۳۹	۳۲/۶۴	۳۳/۴۴	۳۱/۰۴	۰/۳۹۳
۲۸-۱۵ روزگی	۵۱/۶۸	۵۶/۸۵	۵۸/۴۹	۵۹/۸۷	۶۰/۶۰	۱/۴۳۹
۴۲-۲۹ روزگی	۷۴/۲۲[b]	۷۴/۲۵[b]	۷۹/۸۸[ab]	۸۴/۸۰[a]	۷۵/۲۶[b]	۱/۵۱
۴۲-۱ روزگی	۵۳/۶۰[b]	۵۴/۲۲[b]	۵۸/۰۸[ab]	۶۰/۴۸[a]	۵۶/۶۹[ab]	۰/۹۲۳
ضریب تبدیل غذایی						
۱۴-۱ روزگی	۱/۳۵	۱/۳۲	۱/۳۰	۱/۲۶	۱/۳۶	۰/۰۱۴
۲۸-۱۵ روزگی	۲/۱۱	۱/۹۴	۱/۸۷	۱/۸۳	۱/۸۲	۰/۰۴۵
۴۲-۲۹ روزگی	۲/۳۰[ab]	۲/۳۸[a]	۲/۳۲[ab]	۲/۰۶[b]	۲/۲۲[ab]	۰/۰۳۴
۴۲-۱ روزگی	۲/۰۴[a]	۲/۰۱[a]	۱/۹۲[ab]	۱/۸۳[b]	۱/۹۱[ab]	۰/۰۲۶

جدول۳ ـ تاثیر پرتوتابی و افزودن فورمایسین به جیره بر وزن نسبی اجزاء مختلف لاشه جوجه‌های گوشتی. ab: میانگین‌ها باحروف غیر مشابه در هر ردیف نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار می‌باشند ($p<0/05$).

تیمارها	لاشه	سینه	ران	پشت	بال	گردن
	از وزن بدن (٪)			از وزن لاشه (٪)		
شاهد	۵۹/۱۹	۳۵/۵۶[b]	۳۱/۸۷	۱۷/۵۹	۹/۹۸	۴/۹۷
۳ kGy	۵۹/۴۷	۳۶/۶۳[ab]	۳۱/۶۸	۱۷/۶۶	۹/۵۸	۴/۴۳
۵ kGy	۶۰/۹۴	۳۹/۰۷[ab]	۳۰/۲۲	۱۷/۱۳	۸/۸۲	۴/۷۴
۷ kGy	۶۱/۷۴	۳۹/۲۳[a]	۳۱/۰۱	۱۶/۰۴	۹/۰۱	۴/۶۸
فورمایسین	۶۰/۴۳	۳۸/۵۹[ab]	۳۱/۷۶	۱۶/۳۸	۸/۲۶	۴/۹۸
SEM	۰/۶۱۲	۰/۵۵۸	۰/۳۶۱	۰/۴۴۳	۰/۳۹۶	۰/۱۲۹

جدول۴- تاثیر پرتوتابی و افزودن فورمایسین به جیره بر وزن نسبی اندام‌های داخلی جوجه‌های گوشتی (سن ۴۲ روزگی). abمیانگین‌ها باحروف غیر مشابه در هر ردیف نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار می‌باشند ($p<0/05$).

تیمارها	اجزاء وارگان‌ها								
	روده خالی	پیش معده	سنگدان	پانکراس	کبد	قلب	چربی بطنی	بورس	طحال
	از وزن بدن(٪)								
شاهد	۲/۵۰	۰/۳۲	۱/۳۴	۰/۲۹	۲/۴۲	۰/۴۱	۱/۲۸[b]	۰/۱۵	۰/۰۹۶
۳ kGy	۲/۴۸	۰/۲۸	۱/۳۰	۰/۲۵	۲/۱۳	۰/۴۰	۱/۳۱[b]	۰/۱۳	۰/۰۹۸
۵ kGy	۲/۴۱	۰/۲۹	۱/۳۱	۰/۲۶	۲/۳۵	۰/۴۳	۱/۳۹[ab]	۰/۱۴	۰/۰۸۳
۷ kGy	۲/۳۸	۰/۳۳	۱/۲۹	۰/۲۹	۲/۳۰	۰/۴۲	۱/۷۳[a]	۰/۱۷	۰/۱۰۴
فورمایسین	۲/۴۰	۰/۳۰	۱/۳۳	۰/۲۷	۲/۱۱	۰/۴۵	۱/۳۴[ab]	۰/۱۶	۰/۰۹۱
SEM	۰/۰۷۰	۰/۰۰۸	۰/۰۲۸	۰/۰۰۸	۰/۰۵۰	۰/۰۰۹	۰/۰۶۲	۰/۰۰۷	۰/۰۰۴

بحث

عملکرد: با توجه به نتایج، تیمار اسید آلی در دوره‌های آزمایشی به جز دوره رشد سبب کاهش مصرف خوراک نسبت به تیمار شاهد شد. مطالعات نشان داده است که اسید پروپیونیک احتمالاً اشتها و خوشخوراکی (۶،۳۲) را در جوجه‌های گوشتی تحت تأثیر قرار می‌دهد، زیرا پروپیونیک اسید با تأثیر بر مرکز سیری منجر به کاهش مصرف خوراک می‌گردد. علاوه بر این وجود فرمالدئید و بنتونایت سدیم در ترکیب به کار رفته می‌تواند تأثیر مضاعفی بر کاهش خوشخوراکی جیره داشته باشد (۳۷).

بهبود مصرف خوراک و افزایش وزن ناشی از جیره‌های پرتوتابی شده را می‌توان به اثر پرتوها بر ساختار جیره و افزایش قابلیت هضم و دسترسی مواد مغذی نسبت داد. به علاوه پرتوتابی می‌تواند به حلالیت دانه‌های نشاسته کمک کند، در نتیجه هضم آن بوسیله آمیلازهای لوزالمعده راحت تر صورت می‌گیرد و سبب بهبود خوراک مصرفی و درنتیجه افزایش وزن می‌شود (۲۵،۴۵). همچنین با توجه به اینکه جیره‌های مورد آزمایش حاوی ۸/۰۹،۴ و ۱۴/۶۰٪ گندم به ترتیب در دوره‌های آغازین، رشد و پایانی بوده است، ممکن است پرتوهای االکترون با اثرگذاری بر پلی ساکاریدهای گندم و دیگر ترکیبات جیره، میزان عبور مواد خوراکی و قابلیت هضم مواد مغذی را در دستگاه گوارش تحت تأثیر قرار داده و سبب بهبود عملکرد گردند (۱۷). ذرت و کنجاله سویا بیشترین بخش از اجزای جیره جوجه‌های گوشتی را تشکیل می‌دهند، لذا میزان تغییرات در این ترکیبات می‌تواند به طور مستقیم بر روی پرنده تأثیر بگذارد. الیگوساکاریدهای موجود در کنجاله سویا پیچیده ترین ساختمان را در میان انواع پلی ساکاریدهای غیر

جدول۵- تاثیر پرتوتابی و افزودن فورمایسین به جیره بر طول قسمت‌های مختلف روده جوجه‌های گوشتی (۴۲ روزگی).

تیمارها	کل روده باریک	دئودنوم	ژژونوم	ایلئوم	روده کور
	cm/100 g Bw				
شاهد	۶/۵۷	۱/۰۳	۲/۶۳	۲/۹۰	۰/۵۱
۳ kGy	۶/۵۳	۱/۰۰	۲/۶۲	۲/۹۵	۰/۵۳
۵ kGy	۶/۴۴	۰/۹۷	۲/۵۶	۲/۹۰	۰/۵۲
۷ kGy	۶/۴۰	۰/۹۷	۲/۵۶	۲/۸۷	۰/۴۸
فورمایسین	۶/۴۹	۱/۰۰	۲/۶۰	۲/۸۸	۰/۵۱
SEM	۰/۰۸۴	۰/۰۲۲	۰/۰۳۰	۰/۰۵۰	۰/۰۱۵

نشاسته‌ای دارند (۱۶،۴۱). پرتوتابی به دلیل کاهش پلی‌ساکاریدهای غیر قابل هضم و افزایش در میزان کل قندهای محلول، سبب بهبود قابلیت هضم و ارزش غذایی خوراک می‌شود (۱۲). از طرفی دیگر دانه‌های نشاسته ذرت به صورت غیرمحلول هستند و در مقابل اعمال هضم مقاومند. استفاده از وسایل فیزیکی و پرتوتابی می‌تواند به حلالیت دانه‌های نشاسته کمک کند، در نتیجه هضم آن بوسیله آمیلازهای لوزالمعده راحت تر صورت می‌گیرد (۴۱). تحقیقات نشان داده است که نشاسته پرتوتابی شده تغییراتی می‌کند و نسبت به فعالیت آنزیم‌های آلفا و بتا آمیلاز حساس تر می‌شود، درنتیجه این امر منجر به افزایش مالتوز و مالتوتریوز می‌شود (۲،۳).

ضریب تبدیل غذایی پاسخی در راستای خوراک مصرفی و افزایش وزن است. با توجه به ممکن بودن تأثیرات مثبت پرتوتابی بر روی بهبود کیفیت مواد مغذی، افزایش حلالیت پروتئین، دپلیمریزاسیون نشاسته و تأثیرات مثبت بر روی کاهش و حذف عوامل بیماریزای میکروبی و سموم آنها و همچنین افزایش قابلیت هضم (۲۵)، می‌توان نتیجه گرفت که ضریب تبدیل غذایی با فرآیند پرتوتابی بهتر گردد. گزارش شده پرتوتابی پودر خون با منبع پرتو گاما و الکترون در دزهای ۲/۵ kGy، ۵، ۱۰ و ۲۰ سبب افزایش رشد و بهبود ضریب تبدیل غذایی در توله خوک‌ها گردید (۱۱). مطابق با نتایج فوق در این مطالعه نیز با افزایش دز پرتوتابی ضریب تبدیل غذایی و میزان افزایش وزن بهبود یافت. تیمار اسید آلی علی‌رغم، عدم وجود تفاوت معنی‌دار با سایر گروه‌ها، نسبت به شاهد بهبود وزن و ضریب تبدیل بهتری داشته است. به نظر می‌رسد اسیدهای آلی با تأمین pH مناسب و بهبود شرایط میکروبی دستگاه گوارش و کاهش باکتری‌های مضر، هضم و جذب مواد مغذی را افزایش داده و سبب بهبود عملکرد می‌شوند (۱۰،۴۲).

وزن نسبی اجزای لاشه: تیمار پرتوتابی شده با دز ۷ kGy سبب افزایش معنی‌داری در بهبود وزن نسبی سینه نسبت به تیمار شاهد در ۴۲ روزگی شد. تحقیقات کمی در مورد اثر خوراک پرتوتابی شده بر روی اجزای لاشه وجود دارد، اما می‌توان چنین بیان کرد که بهبود افزایش وزن در مصرف

جدول۶- تأثیر پرتوتابی و افزودن فورمایسین به جیره بر مرفولوژی روده جوجه‌های گوشتی (سن ۴۲ روزگی). ab: میانگین‌ها با حروف غیر مشابه در هر ردیف نشان دهنده اختلاف معنی‌دار می‌باشند ($p<0/05$).

تیمارها	صفات ویلوس				
	طول ویلی (µm)	عرض ویلی (µm)	عمق کریپت (µm)	طول ویلی بر عمق کریپت (µm)	مساحت ویلی ($µm^2$)
شاهد	۱۰۰۲/۰۰[b]	۶۵۱/۹۶	۲۲۵/۷۵	۴/۴۳[b]	۳۲۶/۹۶
۳ kGy	۱۰۱۶/۷۵[b]	۶۳۷/۲۶	۲۲۳/۵۰	۴/۵۵[b]	۳۲۴/۸۴
۵ kGy	۱۰۷۱/۰۸[ab]	۶۶۱/۷۷	۲۰۱/۷۵	۵/۳۰[ab]	۳۵۴/۸۸
۷ kGy	۱۱۲۳/۵۰[a]	۶۴۹/۵۱	۱۹۸/۵۳	۵/۸۴[a]	۳۶۴/۸۴
فورمایسین	۱۰۸۹/۰۰[ab]	۶۳۷/۲۶	۲۰۰/۵۰	۵/۴۵[ab]	۳۴۶/۸۴
SEM	۱۵/۳۳	۱۳/۲۲	۴/۶۹	۰/۱۷	۹/۰۱

خوراک پرتوتابی شده می‌تواند تا حدودی بر روی اجزای لاشه تأثیر گذاشته باشد. بهبود درصد وزن سینه در تیمار پرتوتابی با دز ۷ kGy را هم می‌توان به بهبود افزایش وزن و تجمع درصد گوشت سینه در این تیمار نسبت داد. همچنین افزودن اسید آلی به جیره غذایی، نتوانست تأثیر معنی‌داری بر روی اجزای لاشه بگذارد. درتحقیق Leeseon و همکاران در سال ۲۰۰۵ استفاده از اسید بوتریک در جیره تأثیری بر لاشه و وزن نسبی لاشه نداشت (۲۶)، که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد.

وزن نسبی اجزای دستگاه گوارش: نتایج بدست آمده نشان داد که درصد وزن نسبی چربی محوطه بطنی تفاوت معنی‌داری در بین تیمارها داشت. بالاتر بودن چربی محوطه بطنی در تیمارهای پرتوتابی شده، ممکن است به دلیل رشد سریع‌تر جوجه‌ها، بهبود در متابولیسم کربوهیدرات‌ها، کاهش ویسکوزیته و افزایش امولسیون چربی‌ها باشد (۲۰). علی‌رغم اینکه انتظار می‌رفت با کاهش پلی‌ساکاریدهای ضد تغذیه‌ای و دپلیمریزاسیون نشاسته و بهبود شرایط هضم و جذب مواد مغذی، وزن نسبی سنگدان، پیش معده، پانکراس و فعالیت کبد در اثر مصرف جیره پرتوتابی کاهش یابد، اما در این آزمایش چنین نتایجی بدست نیامد (۱،۲۱). گزارش شده جیره پرتوتابی شده با دز ۵۰kGy، هیچ اثر معنی‌داری بر روی وزن ارگان‌های داخلی جوجه‌های گوشتی نداشت (۴۷)، که با نتایج این آزمایش مطابقت دارد. همچنین تیمارهای آزمایشی اثر معنی‌داری بر وزن ارگان‌های لنفاوی نداشتند. از آنجائیکه درصد وزن و اندازه طحال و غده بورس فابریسیوس نشان دهنده فعالیت آنها می‌باشد و میزان فعالیت با واکنش‌های ایمنی در ارتباط است، بنابراین عاملی که بتواند سبب تحریک سیستم ایمنی شود، می‌تواند بر روی وزن این ارگان‌ها اثر بگذارد. تحقیقات نشان داده استفاده از اسید هیومیک در جیره به عنوان محرک رشد، اثر معنی‌داری روی درصد وزن طحال و غده بورس فابریسیوس نداشت (۱۸). همچنین با استفاده از آرد گندم پرتودیده با دز ۲/۵ kGy در رت‌ها، هیچ تفاوتی در آنزیم‌های کبدی و وزن طحال و بورس

جدول۷- تاثیر پرتوتابی و افزودن فورمایسین به جیره جوجه‌های گوشتی بر تیتر آنتی بادی علیه SRBC و نسبت هتروفیل به لنفوسیت. *تیتر آنتی بادی بر مبنای عکس لگاریتم در منهای دوی رقتی که هماگلوتیناسیون اتفاق افتاد. abc: میانگین‌ها با حروف غیر مشابه در هر ردیف نشان دهنده اختلاف معنی‌دار می‌باشند (p<۰/۰۵).

تیمارها	تیتر آنتی بادی نوبت اول (روز ۲۸)			تیتر آنتی بادی نوبت دوم (روز ۴۲)			هتروفیل بر لنفوسیت
	پادتن‌کل	IgM	IgG	پادتن‌کل	IgM	IgG	
شاهد	۳/۵۱	۲/۲۸	۱/۲۲	۴/۱۷^{b}	۲/۹۷^{b}	۱/۲۰^{c}	۲۷/۷۱
۳ kGy	۳/۹۸	۲/۷۱	۱/۲۷	۴/۳۶^{b}	۳/۱۴^{b}	۱/۲۲^{c}	۲۸/۶۲
۵ kGy	۴/۰۱	۲/۷۶	۱/۲۵	۴/۴۰^{b}	۳/۱۰^{b}	۱/۳۰^{bc}	۲۷/۶۲
۷ kGy	۴/۱۲	۲/۸۵	۱/۲۷	۴/۴۶^{b}	۳/۰۳^{b}	۱/۴۳^{ab}	۲۶/۷۳
فورمایسین	۴/۰۸	۲/۷۷	۱/۳۰	۵/۶۶^{a}	۴/۰۶^{a}	۱/۶۰^{a}	۲۵/۷۴
SEM	۰/۲۳۱	۰/۲۲۳	۰/۰۱۴	۰/۱۶۲	۰/۱۳۳	۰/۰۴۵	۰/۵۵۵

جدول۸ـ تاثیر پرتوتابی و افزودن فورمایسین به جیره بر سطح لیپیدهای سرم و درصد هماتوکریت در جوجه‌های گوشتی (سن ۴۲ روزگی).

تیمارها	لیپیدهای سرم				هماتوکریت (٪)
	تری‌گلیسرید (mg/dl)	کلسترول (mg/dl)	LDL-C (mg/dl)	HDL-C (mg/dl)	
	(mg/dl)				
شاهد	۵۱/۶۵	۱۳۴/۰۰	۵۷/۷۵	۶۳/۴۰	۲۸/۳۳
۳ kGy	۴۹/۱۶	۱۲۷/۴۷	۵۵/۱۵	۶۱/۴۰	۲۹/۳۳
۵ kGy	۴۸/۵۰	۱۳۲/۴۱	۵۸/۱۶	۵۹/۶۴	۲۸/۶۶
۷ kGy	۵۲/۲۳	۱۳۳/۱۶	۶۰/۷۷	۶۴/۷۳	۲۸/۶۶
فورمایسین	۴۶/۳۹	۱۲۵/۷۶	۵۳/۶۱	۵۷/۸۰	۲۸/۳۳
SEM	۱/۰۳۱	۱/۳۴۴	۱/۳۶۱	۱/۰۷۶	۰/۳۱۸

جدول ۹- تاثیر پرتوتابی و افزودن فورمایسین به جیره بر کاهش آلودگی باکتریائی خوراک جوجه‌های گوشتی. abc: میانگین‌ها با حروف غیر مشابه در هر ردیف نشان دهنده اختلاف معنی‌دار می‌باشند (p<۰/۰۵). ND: بدون آلودگی.

تیمارها	روز ۱۴-۱		روز ۲۸-۱۵		روز ۴۲-۲۹	
	کل هوازی‌ها (Log10 cfu /g)	کلی فرم‌ها (Log10 cfu /g)	کل هوازی‌ها (Log10 cfu /g)	کلی فرم‌ها (Log10 cfu /g)	کل هوازی‌ها (Log10 cfu /g)	کلی فرم‌ها (Log10 cfu /g)
شاهد	۶/۴۶^{a}	۶/۲۸^{a}	۶/۲۸^{a}	۵/ ۸۲ a	۶/۵۶^{a}	۵/۳۵^{a}
۳ kGy	۴/۲۷^{b}	۴/۳۵^{b}	۴/۷۷^{b}	۴/۰۳b	۴/۴۹^{c}	۳/۸۸^{b}
۵ kGy	ND	ND	ND	ND	ND	ND
۷ kGy	ND	ND	ND	ND	ND	ND
فورمایسین	۵/۸۶^{a}	۵/۸۶^{a}	a۶/۰^{a}	۵/۳۶	۵/۵۴^{b}	۳/۹۸^{b}
SEM	۰/۶۷۳	۰/۶۴۷	۰/۶۶۱	۰/۵۹۹	۰/۶۵۱	۰/۵۲۴

فابریسیوس مشاهده نشد (۲۷)، که یافته‌های این آزمایش با نتایج تحقیقات فوق مطابقت دارد.

طول نسبی روده: بررسی‌های انجام شده نشان دادند که اثر تیمارهای مختلف روی طول نسبی روده باریک و روده کور معنی‌دار نمی‌باشد، اما طول بخش‌های اندازه‌گیری شده در تیمار پرتوتابی با دز ۷ kGy پایین‌تر بود. از طرفی ضریب تبدیل در تیمار پرتوتابی با دز ۷ kGy و اسید آلی پایین‌تر از تیمار شاهد بود که نشان دهنده بهبود جذب مواد مغذی در این تیمارها می‌باشد. لذا افزایش در طول روده کوچک می‌تواند نشان دهنده کاهش در دسترسی مواد مغذی باشد که این روند در تیمار شاهد بیشتر مشهود بوده است. افزایش طول دوازدهه در تیمار شاهد نسبت به تیمارهای دیگر ممکن است به منزله‌ی تلاشی در جهت طولانی‌تر کردن، برای در معرض قرار گرفتن مواد خوراکی با آنزیم‌های هاضمه باشد. همچنین بالاتر بودن طول ژژونوم در تیمار شاهد می‌تواند به علت وجود پلی‌ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای، عدم تغییر ماهیت نشاسته در ذرت، پایین‌تر بودن حلالیت پروتئین و سموم احتمالی موجود در جیره باشد (۲۱).

مرفولوژی روده: گزارش شده روده باریک در مقابل تغییرات جیره غذایی، تغییراتی در سطح جذبی خود نشان می‌دهد (۵). از طرفی عمق کریپت و طول ویلی از جمله عوامل مؤثر در اندازه موکوس و جذب مواد مغذی از آن به حساب می‌آیند (۳۶،۳۹). به‌علاوه گزارش شده است که مواد مغذی و افزایش فعالیت میکروبی در لوله گوارش ممکن است بر ترشح و مرفولوژی روده کوچک تأثیر بگذارند (۲۰،۲۹). همانطور که در نتایج افزایش وزن مطرح شد، جوجه‌هایی که از جیره پرتوتابی شده با دز ۷ kGy تغذیه شده بودند، افزایش وزن بیشتری داشتند. در این قسمت نیز مشاهده می‌شود که طول پرزها و نسبت طول پرز بر عمق کریپت در تیمار پرتوتابی با دز ۷ kGy بیشتر بوده است. در توجیه این مسأله می‌توان چنین بیان نمود که هرگونه تغییر در طول پرز به معنی تغییر در جذب می‌باشد و افزایش طول پرز تحت تأثیر میزان هضم و جذب مواد مغذی است. به نظر می‌رسد که پرتوتابی می‌تواند از این طریق سبب بهبود هضم و جذب و افزایش طول پرزها شده باشد. افزایش فعالیت میکروب‌ها در دستگاه گوارش همراه با تغییر مرفولوژی دیوارهٔ روده می‌باشد (۴۳). پرتوتابی جیره می‌تواند باکتری‌های بیماریزا و سموم تولید شده توسط آنها را از بین

برده و همچنین با تغییر در بافت جیره و بهبود قابلیت هضم سبب توسعه میکروفلورای مناسب شود. افزایش فعالیت میکروب‌ها در دستگاه گوارش همراه با تغییر مرفولوژی دیوارهٔ روده و افزایش طول پرزها می‌باشد (۴۳). همچنین تحقیقات نشان داده است اسیدهای آلی می‌توانند pH لومن روده‌ای را کاهش داده و توام با دیگر مواد ضدباکتریایی و آنزیم‌های تولید شده بوسیله بعضی باکتری‌ها، میکروارگانیسم‌های حساس به pH را کاهش دهند، در نتیجه ارتفاع پرز ممکن است افزایش یابد (۳۱،۳۳).

عملکرد سیستم ایمنی هومورال: اسید آلی سبب افزایش پاسخ پادتن در نوبت دوم نسبت به SRBC به صورت پادتن کل، IgM و IgG شد. تحقیقات نشان داده است که افزودن ۰/۱٪ فورمایسین به جیرهٔ جوجه‌های گوشتی سبب افزایش تیتر پادتن علیه نیوکاسل گردید (۳۰،۳۵). همچنین پیشنهاد نمودند که، احتمالاً این افزایش به دلیل تحریک و یا فعال سازی سلول‌های ایمنی توسط اسیدآلی باشد. از طرف دیگر اسیدهای آلی از طریق کاهش رشد قارچ‌ها و جلوگیری از تولید مایکوتوکسین‌ها و اثر بر جمعیت باکتریایی می‌توانند از طریق حذف باکتری‌های بیماریزا سبب غالب شدن جمعیت لاکتوباسیل‌ها شوند (۴،۱۴).

گزارش شده تغذیه رت‌ها با گندم پرتو دیده، تیتر پادتن و همچنین تعداد کل سلول‌های تولید کننده پادتن در طحال و لنفوسیت‌ها را افزایش داد (۱۳،۴۴). اثر مستقیم جیره پرتوتابی شده بر بهبود سیستم ایمنی ممکن است مربوط به تحریک بافت‌های لنفاوی و اثر غیر مستقیم آن از طریق تغییر در جمعیت میکروبی دستگاه گوارش باشد. با توجه به اینکه کمبود مواد غذایی در جیره یا عدم جذب مناسب آنها در سطح روده می‌تواند سبب کاهش سیستم ایمنی گردد، پرتوتابی جیره با بهبود شرایط هضم و جذب مواد مغذی می‌تواند سبب ایجاد ایمنی مطلوب گردد (۴۲). از طرفی دیگر پرتوتابی جیره می‌تواند علاوه بر افزایش فراهمی مواد مغذی و کاهش بار میکروبی خوراک و سموم احتمالی موجود در آن، سبب بهبود فلور میکروبی مناسب و جایگزینی لاکتوباسیل‌ها در دستگاه گوارش گردد.

لیپیدهای سرم و درصد هماتوکریت: اثر تیمارهای آزمایشی مختلف بر میزان تری‌گلیسرید و کلسترول سرم و همچنین HDL و LDL کلسترول معنی‌دار نبود. کمترین میزان پارامترهای اندازه‌گیری شده در تیمار اسید آلی و بیشترین میزان در تیمار پرتوتابی شده با دز ۷ kGy به جز کلسترول دیده شد که این روند با افزایش دز پرتوتابی بیشتر بوده است. تحقیقات نشان داده است که استفاده از اسید آلی در جیره سبب افزایش هورمون T3 می‌شود. با توجه به اینکه این هورمون منجر به افزایش متابولیسم در پرنده می‌شود می‌تواند درکاهش ذخایر چربی مؤثر باشد (۹). همچنین گزارش شده است که اسیدی کردن جیره سبب افزایش شمار باکتری‌های مفید مثل لاکتوباسیل‌ها و بیفیدوباکترها می‌شود که این باکتری‌ها می‌توانند نمک‌های صفراوی را دکونژوگه کرده و بر سطح کلسترول پلاسمای خون مؤثر باشند (۱۵). مطالعات نشان داده است مصرف روغن ذرت پرتودیده با دز ۵ kGy در رت‌ها تغییر چندانی در غلظت لیپیدهای پلاسما ایجاد نکرده است (۲۲). بالاتر بودن لیپیدهای سرم در تیمارهای پرتوتابی می‌تواند به اثر جیره پرتوتابی شده بر متابولیسم هضم و جذب مواد مغذی در دستگاه گوارش ربط داشته باشد. افزایش قابلیت هضم و جذب مواد مغذی سبب تولید انرژی در پرنده می‌شود، در این حالت انرژی اضافه قابل دسترس (احتمالاً در فرم استیل - کوآ) صرف افزایش سنتز بافت چربی و کلسترول می‌شود، که این امر منجر به افزایش چربی حفره بطنی و کلسترول سرم می‌گردد (۲۲).

اثر تیمارهای آزمایشی برمیزان هماتوکریت معنی‌دار نبود. نتایج این تحقیق با یافته‌های Daskiran و همکاران در سال ۲۰۰۴ در مورد اسیدی کردن جیره جوجه گوشتی مطابقت دارد. همچنین تحقیقات نشان داده با تغذیه رت‌ها با جیره پرتوتابی شده، هیچ تفاوتی در میزان هموگلوبین خون مشاهده نشد (۴۰). به طور کلی می‌توان چنین بیان نمود که عدم بروز اختلالات متابولیکی عمده ناشی از تیمارها بر سلول‌های خونی، عامل عدم تفاوت معنی‌دار در مورد این پارامتر باشد.

بار میکروبی خوراک: اثر پرتوتابی در از بین بردن میکروارگانیسم‌ها معمولاً به علت تأثیرگذاری پرتوها بر اندام‌های سلولی بویژه بخش ژنتیکی آنها می‌باشد. در باکتری‌ها DNA دو رشته‌ای بوده و پیوندهای کووالان آن در اثر پرتوتابی از بین می‌روند و در نتیجه منجر به مرگ سلول می‌شود (۱۴،۳۶). مطابق با نتایج این آزمایش، گزارش شده پرتوتابی دانه‌های برنج با دز ۳/۲ kGy سبب کاهش کل باکتری‌های هوازی گردید و دز ۷/۵ kGy میزان جمعیت باکتری‌ها را به صفر رساند (۳۸). همچنین Hayashi و همکاران در سال ۱۹۹۸ گزارش کردند که متوسط دز پرتو الکترون برای کاهش جمعیت کل باکتری‌های هوازی و کلی فرم‌ها در برنج ۱۰ kGy تا ۱۵ و برای پرتوتابی با پرتوگاما ۷/۵ kGy می‌باشد.

تحقیقات نشان داده است که اضافه کردن اسید آلی سالکیل (به شکل پودر) به خوراک طی ساعت اول بیش از ۵۰٪ و طی ۲۴ ساعت، بیش از ۹۵٪ سالمونلای موجود را از بین برد (۴)، که با نتایج این آزمایش مطابقت دارد. اسیدهای آلی با کاهش pH و ظرفیت بافری جیره و خاصیت باکتریواستاتیک مانع از رشد عوامل میکروبی در جیره می‌شوند. همچنین علت پایین تر بودن بار میکروبی خوراک در جیره پایانی نسبت به جیره آغازین ممکن است به این دلیل باشد که مواد مؤثره در اسیدهای آلی که به صورت پودر تهیه می‌شوند به تدریج متصاعد شده و با گذشت زمان اثربخشی بیشتری بر عوامل میکروبی خواهند داشت.

اثر پرتوتابی الکترون بر کاهش بار میکروبی جیره بیشتر از فورمایسین بوده است. همچنین پاسخ ایمنی در جیره‌های پرتوتابی شده نسبت به تیمار فورمایسین پایین تر بوده که این روند با افزایش دز پرتوتابی بهبود پیدا کرد. بعلاوه پرتوتابی بر طول روده، میزان لیپیدهای سرم و وزن ارگان‌های داخلی تغییر چندانی نداشت. به نظر می‌رسد پرتوتابی با کاهش بار

میکروبی و افزایش دسترسی مواد مغذی سبب تغییر در طول پرزها و بهبود ضریب تبدیل و افزایش وزن جوجه‌ها شود. به طور کلی مطالعات بیشتری به منظور اثر جیره‌های پرتوتابی به ویژه در سطوح دزهای بالاتر در تغذیه جوجه‌های گوشتی مورد نیاز است.

تشکر و قدردانی

بدینوسیله از معاونت محترم پژوهشی و فناوری دانشگاه تربیت مدرس و دانشکده کشاورزی به خاطر تأمین مالی این پروژه تقدیر و تشکر می‌نماید. همچنین از پژوهشکده تحقیقات کشاورزی، پزشکی و صنعتی کرج و پژوهشکده کاربرد پرتوها (یزد) وابسته به سازمان انرژی اتمی ایران به خاطر فراهم نمودن امکانات پرتوتابی سپاسگزاری می‌شود.

References

1. Al-Masri, M.R. (2003) Changes in apparent metabolizable energy and digestive tract of broiler chickens fed diets containing irradiated meat-bone meal. Radiat. Phys. Chem. 67: 73-77.
2. Ananthaswamy, H.N., Vakil, U.K., Sreenivasan, A. (1970a) Effect of gamma radiation on wheat starch and its components. J. Food. Sci. 35: 795-798.
3. Ananthaswamy, H.N., Vakil, U.K., Sreenivasan, A. (1970b) Susceptibility to amylolysis of gamma irradiated wheat. J. Food. Sci. 35: 792-794.
4. Alshawabakeh, K., Tabbas, M.J. (2002) Using dietary propionic acid to limit *Salmonella gallinarum* colonization in broiler chickens. J. Anim. Sci. 15: 243-246.
5. Bradford, M.R. (2000) Exogenous enzyme in monogasteric nutrition: Their current value and future benefits. Anim. Feed. Sci. Technol. 86: 1-13.
6. Cave, N.A.G. (1984) Effect of dietary propionic and lactic acid on feed intake by chicks. Poult. Sci. 63:131-134.
7. Da Costa, P.M., Oliveira, M., Bica, A., Vaz-Pires, P., Bernando, F. (2007) Antimicrobial resistance in Enterococcus spp. and *Escherichia coli* isolated from poultry feed and feed ingredients. J. Vet. Microbiol. 120: 122-131.
8. Daskiran, M., Teeter, R.G., Vanhooser, S.L., Gibson, M.L., Roura, E. (2004) Effect of dietary acidification on mortality rates, general performance, carcass characteristics, and serum chemistry of broilers exposed to cycling high ambient temperature stress. J. Appl. Poult. Res. 13: 605-613.
9. Denbow, D.M. (2000) Gastrointestinal anatomy and physiology. In: Sturkie's Avian Physiology. Causey Whittow, G. (ed.) Fifth edition. Academic Press, San Diego, USA. p.299-325.
10. Denli, M., Okan, F., Celik, K. (2003) Effect of dietary probiotic, organic acid and antibiotic supplementation to diets on broiler performance and carcass yield. Pak. J. Nutr. 2: 89-91.
11. Derouchey, J.M., Tokach, M.D., Nelssen, R.D., Goodband, S.S., Dritz, J.S., Woodworth, J.C., Webster, M. J., James, B.W. (2003) Efeects of blood meal pH and irradiation on nursery pig performance. J. Anim. Sci. 81:1013-1022.
12. Ghazy, M.A. (1990) Effect of g-irradiation on some antinutritional factors in kidney bean seeds. Minia J. Agric. Res. 12: 1965-1980.
13. Gross, W.B., Siegel, P.B. (1983) Evaluation of the heterophil/lymphocyte ratio as measure of stress in chickens. Avian Dis. 27: 972-979.
14. Hayashi, T., Okadome, H., Toyoshima, H., Todoriki, S., Ohtsubo, K. (1998) Rheological propertiesand lipid oxidation of rice decontaminated with low-energy electrons. J. Food Prot. 61: 73-77.
15. Hedge, S.N., Rolls, B.A., Coates, M.E. (1982) The effect of the gut microflora and dietary fiber on energy utilization by chick. Br. J. Nutr. 48: 73-80
16. Hetland, H., Choct, M., Svihus, B. (2004) Role of insoluble non-starch polysaccharides in poultry nutrition. Worlds. Poult. Sci. J. 60: 415-422.
17. Hetland, H., Svihus, B., Krogdahl. A. (2003) Effect of oat hulls and wood shavings on digestion in broilers and layers fed diets based on whole or ground wheat. Br. Poult. Sci. 44: 272-282.
18. Holdsworth, P.A., Conway, D.P., McKenzie, M.E.,

Dayton, A.D. Chapman, H.D., Mathis, G.F., et al. (2004) World association for the advancement of veterinary parasitology (WAAVP) guidelines for evaluating the efficacy of anticoccidial drugs inchickens and turkeys. Vet. Parasitol. 121: 189-212.

19. Hughbaert, G. (2003) Replacement of antibiotic in poultry. Ministry of the Flemish Community. CLO-DVV. B-9820 Merelbeke, Belguim.
20. Iji, P.A., Saki, A., Tivey, D.R. (2001a) Body and intestinal growth of broiler chicks on a commercial starter diet. 1. Intestinal weight and mucosal development. Br. Poult. Sci. 42: 505-513.
21. Iji, P.A., Saki, A., Tivey, D.R. (2001b) Intestinal development and body growth of broiler chicks on diets supplemented whit non-starch polysaccharides. Anim. Feed. Sci. Technol. 89:175-188.
22. Khovidhunkit, W., Kim, M., Memon, R.A., Shigenaga, J.K., Moser, A., H., Feinfold, K.R., et al. (2001) Effects of gamma-irradiated fat on plasma lipid coccentrations and hepatic cholesterol metabolism in rats. Anim. Nutr. Metab. 45: 8-152.
23. Kirchgessner, M., Roth, F.X. (1988) Organic acids in pig nutrition-Mode of action as the basis for right product-. Übers. Tierernährg. 16:93-108. [DA1].
24. Klaenhammer, T.R., Kullen, M.J. (1999) Selection and design of probiotics. Int. J. Food Microbiol. 50: 45-57.
25. Langhout, D.J., Schutte, J.B., van Leeuwen, P., Wiebenga, J., Tamminga, S. (1999) Effect of dietary high-and low-methylated citrus pectin on the activity of the ileal microflora and morphology of the small intestinal wall of broiler chicks. Br. Poult. Sci. 40: 340-347.
26. Leeseon, S.H., Namkung, M., Antongiovanni,T., Lee, E.H. (2005) Effect of butyric acid on the performance and carcass yield of broiler chickens. Poult. Sci. 84:1418-1422.
27. Maier, P., Wenk-siefet, I., Schawalder, H.P., Zehnder, H., Schlatter, J. (1993) Ceel-cycle and ploidy analysis in bone marrow and liver cells of rats after long-term consumption of irradiated wheat. Food Chem. Toxicol. 31: 395-405.
28. Mani, V., Chandra, P. (2003) Effect of feeding soybean on nutrient intake, digestibility and N-balace in goats. Small. Rumin. Res. 48: 77-81.
29. Mathlouthi, N., Lalle, J.P., Lepercq, P., Juste, C., Larbier, M. (2002) Xylanase and β-glucanase supplementation improve conjugated bile acid fraction in intestinal contents and increase villus size of small intestine wall in broiler chickens fed a rye-based diet. J. Anim. Sci. 80: 2773-2779.
30. Perdigon, G., Maldonado Galdeano, C., Valdez, J.C., Madici. M. (2002) Interaction of lactic acid bacteria with the gut immune system. Eur. J. Clin. Nutr. 56 Suppl 4: 21-26.
31. Radecki, S.V., Yokoyama, M.T. (1991) Intestinal bacteria and their influence on swine nutrition. In: Swine Nutrition. Miller, E.R., Duane, E.U., Lewis, A.J. (eds.) Butter Worth Heinemann. Boston, USA. p. 439-447.
32. Ramarao, S.V., Reddy, M.R., Raju, L.N., Panda, A.K. (2004) Growth, nutrient utilization and immune-competence in broiler chicken fed probiotic, gut acidifier and antibacterial compounds. Indian J. Poult. Sci. 39: 125-130.
33. Rath, N.C., Huff, W.E. (2006). Effects of humic acid on broiler chickens. J. Poult. Sci. 85: 410-414.
34. Richmond, W. (1973) Preparation and properties of a cholesterol oxidase from Nocardi sp.Clin. Chem. 19: 1350-1356.
35. Roser, U. (2006) Effects of organic acids in liquid and solid forms on the survival rate of salmonella in pelleted compound feed after recontamination. J. Immunol. 82: 12-19.
36. Rowghani, E., Arab, M., Akbarian, A. (2007) Effects of a probiotic and other feed additives on performance and immune response of broiler chicks. Int. J. Poult. Sci. 6: 261-265.
37. Salari, S., Kermanshahi, H., Nasiri Moghaddam, H. (2006) Effect of sodium bentonite and comparison of pellet VS [DA2] [DA3] mash on performance of broiler chickens. Int. J. Poult. Sci. 5: 31-34.
38. Sarrias, J.A., Valero, M., Salmeron, M.C. (2003) Elimination of *Bacillus cereus* contamination in raw rice by electron beam irradiation. Food Microbiol. 20:

327-332.

39. Sharma, R., Schumacher, U. (2001) Carbohydrate expression in the intestinal mucosa. Adv. Anat Embryol. Cell Biol. 160 : 1-91.
40. Shatrove, G.N., Zaitsev, A.N., rakhmanina, N.K., Kamal dinova, Z.M. (1985) Toxicological evaluation of gamma ray-treared fresh fish in an experiment on rats. Vopr Pitan. 4: 64-66.
41. Siddhurajua, P., Makkarb, H.P.S., Beckera, 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 Chem. 78: 187-205.
42. Skrivanova, E., Marounek, M. (2007) Influence of pH on antimicrobial activity of organic acids against rabbit enteropathogenic strain of *Escherichia coli*. Florida Microbiol. 52:70-72.
43. Smits, C.H.M., Annison, G. (1996) Non-starch polysaccharides in broiler nutrition towards a physiologically valid approach to their determinations. Worlds. Poult. Sci. J. 52: 203-221.
44. Vijayalaxmi. (1978) Immune response in rats given irradiation wheat. Br. J. Nutr. 40: 535-41.
45. Wang, G.J., Marquardt, R.R., Guenter, W., Zhang, Z., Han, Z. (1997) Effects of enzyme supplementation and irradiation of rice bran on the performance of growing Leghorn and broiler chickens. Anim. Feed. Sci. Technol. 66: 47-61.
46. Wegmann, T., Smithies, O. (1966) A simple hemagglutination system requiring small amounts of red cells and antibodies. Transfusion. 6: 67-75.
47. Yousri, R.M., Hilali, E.A., El-Hakeim, N.F., Farag, M.D., El-Din, H. (1991) Studies on chicks fed irradiated animal protein by products; part 1: Biological studies. Isotopenpraxis. 27: 108-114.

J.Vet.Res. 67,3:223-233,2012

Effects of electron beam irradiation and organic acid on production performance and immune responses in broiler chickens

Rahimi, S.[1*], Yakhkeshi, S.[1], Shawrang, P.[2]

[1]*Department of Poultry Sciences, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University, Tehran-Iran.*

[2]*Agricultural, Medical and Industrial Research School, Nuclear Science and Technology Research Institute, Atomic Energy Organization of Iran, Karaj-Iran.*

(Received 22 February 2012 , Accepted 12 May 2012)

Abstract:

BACKGROUND: Electron beam irradiation and using of organic acids cause reducing or eliminating the microbial load of poultry diets. **OBJECTIVES:** This study was conducted to compare the effect of electron beam irradiation and organic acids on diet microbial load, immune system, serum lipids, intestinal morphology, organs relative weight and growth characters of broilers. **METHODS:** 300 day-old male broilers (Cobb 500) were randomly divided into 5 experimental groups, so that each group included 4 replicates with 15 birds per pen. Treatments were basal diet as control, irradiate diet by 3, 5 and 7 kGy doses and diet containing Formycin 0.2%. **RESULTS:** The highest and lowest of daily weight gain average were observed in finisher and total period by 7 kGy and control groups, respectively ($p<0.05$). Moreover, a significant reduction were observed in microbial load of diets among treatments ($p<0.05$). Highest (5.66) and lowest (4.17) antibody titer against SRBC were observed in Formycin and control groups, respectively ($p<0.05$) after 2nd injection. Highest and lowest percentage of breast weight and abdominal fat were observed in 7 kGy and control groups, respectively ($p<0.05$). Greatest villus height (1089 µm) and villus height to crypt depth ratio (5.84) in jejunum were obtained in 7 kGy group ($p<0.05$). **CONCLUSIONS:** Experimental dietary irradiation improves broiler performance, that its trend is more evident with increasing exposure dose.

Key words: broilers, Electron beam irradiation, Formycin, performance.

Figure Legends and Tabel Captions

Table 1. Diets ingredients in different period of broilers production.

Table 2. Effect of diet irradiation and formicin addition on the growth performance of broiler chickens.

Table 3. Relative weight of different parts of the broiler chickens carcasses.

Table 4. Relative weight of internal organs of the broiler chickens (age 42 days).

Table 5. Length of different segments of intestine of broiler chickens (age 42 days).

Table 6. Intestinal morphology of the broiler chickens (age 42 days).

Table 7. Antibody titer against sheep red blood cells (SRBC) of broiler chickens and relative of hetrophil to lymphocyte. Antibody titre as log2 of the reciprocal of the last dilution in which agglutination has occurred.

Table 8. Serum lipids and hematocrit values of broiler chickens (age 42 days).

Table 9. Reduction of bacterial contamination in broiler chickens feed. Different superscripts letters show significant difference among values of each row at $p<0.05$. ND: Not detected.

***Corresponding author's email: rahimi_s@modares.ac.ir, Tel: 021-48292004, Fax: 021-48292200**