دوره پانزدهم ـ شماره ۴ ـ زمستان ۱۳۹۸
DOI: 10.22055/ivj.2019.156349.2088

اثر دانه‌ی جو پرتوتابی شده با بیم الکترون بر گرانروی، جمعیت باکتریایی، فعالیت آنزیمی و هیستومورفومتری روده‌ی جوجه‌های گوشتی

لطف‌اله برنایی[۱]، نعیم عرفانی‌مجد[۲] و سمیه سالاری[۳*]

تاریخ دریافت: ۹۷/۸/۲۴ تاریخ پذیرش: ۹۷/۱۱/۲۷

چکیده

این آزمایش به منظور بررسی اثر دانه‌ی جو پرتوتابی شده با بیم الکترون در دوز ۴۰ کیلوگری بر گرانروی، جمعیت باکتریایی، فعالیت آنزیمی و هیستومورفومتری روده‌ی جوجه‌های گوشتی انجام شد. جیره‌های آزمایشی شامل سطوح ۲۵ و ۵۰ درصد دانه‌ی جو (به صورت خام و پرتوتابی) و جیره‌ی شاهد بر پایه‌ی ذرت و کنجاله‌ی سویا (بدون جو و پرتو) که مجموعاً شامل ۵ تیمار و چهار تکرار و تعداد ۱۲ قطعه پرنده در هر تکرار به مدت ۴۲ روز در قالب طرح کاملاً تصادفی به اجرا درآمد. با افزایش سطح دانه‌ی جو به ۵۰ درصد (خام و پرتوتابی) گرانروی محتویات ایلئوم افزایش معنی‌داری نسبت به سایر تیمارها نشان داد. پرتوتابی سبب کاهش گرانروی ایلئوم در جیره‌ی ۵۰ درصد دانه‌ی جو شد. با افزایش سطح دانه‌ی جو در جیره، pH محتویات ایلئوم کاهش معنی‌داری نشان داد اما پرتوتابی تأثیر معنی‌داری بر pH نشان نداد. اثر تیمارهای آزمایشی بر جمعیت باکتریایی سکوم (کلی‌فرم، اشریشیا کلی و کل هوازی) معنی‌دار نبود. اما با افزایش سطح دانه‌ی جو خام به ۵۰ درصد جمعیت لاکتوباسیل کاهش معنی‌داری نسبت به جیره‌ی ۲۵ درصد جو پرتوتابی و شاهد نشان داد. فعالیت آنزیمی پانکراس و محتویات ژژنوم (آمیلاز و پروتئاز) بین تیمارهای آزمایشی معنی‌دار نبود. فعالیت آنزیم لیپاز در بافت پانکراس با افزایش سطح دانه‌ی جو به ۵۰ درصد (خام و پرتوتابی) افزایش معنی‌داری نسبت به سایر تیمارها نشان داد. تیمارهای آزمایشی بر خصوصیات هیستومورفومتری دئودنوم و ژژنوم شامل ارتفاع و قطر کرک، عمق و ضخامت کریپت، نسبت ارتفاع کرک به عمق کریپت، تعداد سلول‌های جامی شکل در بافت پوششی و کریپت، ضخامت بافت پوششی، ضخامت طبقه‌ی عضلانی و ضخامت کل دیواره تأثیر معنی‌داری نشان نداد. نتایج این آزمایش نشان داد که پرتوتابی باعث کاهش معنی‌دار گرانروی در سطح ۵۰ درصد دانه‌ی جو گردید اما اثر معنی‌داری بر pH، جمعیت میکروبی، فعالیت آنزیمی و هیستومورفومتری دئودنوم و ژژنوم نشان نداد.

کلمات کلیدی: دانه‌ی جو پرتوتابی شده، جمعیت میکروبی، آنزیم، هیستومورفومتری، جوجه‌های گوشتی

مقدمه

جو با نام علمی هوردم والگار[۱] گیاهی است مقاوم به خشکسالی و توانایی بلوغ در شرایط سخت اقلیمی را دارد (Villamide et al. 1997). با توجه به مشکل کم آبی در کشور و وارداتی بودن دانه‌ی ذرت استفاده از دانه‌ی جو به جای ذرت مورد توجه است (Kalantar et al. 2014). اما استفاده از دانه‌ی جو در جیره‌ی طیور به علت داشتن ترکیبات ضد تغذیه‌ای به خصوص پلی‌ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای (فیبر) محدود است (García et al. 2008, Jacob and Pescatore 2012). بتاگلوکان پلی‌ساکارید غیرنشاسته‌ای محلول اصلی در دانه‌ی جو است که ساختمان آن شامل زنجیره‌ی خطی از واحدهای گلوکز با پیوند بتا است (Knudsen 2014). پلی‌ساکاریدهای

[۱] دانشجوی دکترای تغذیه‌ی دام، دانشکده علوم دامی و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ملاثانی، ایران
[۲] استاد گروه علوم پایه، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران
[۳*] دانشیار گروه علوم دامی، دانشکده علوم دامی و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ملاثانی، ایران
E-mail: s.salari@asnrukh.ac.ir (نویسنده‌ی مسئول)

1- *Hordeum vulgare*

غیرنشاسته‌ای محلول (بخصوص بتاگلوکان در دانه‌ی جو) با جذب آب توده‌ی چسپنده‌ای ایجاد می‌کنند که سبب افزایش گرانروی در دستگاه گوارش می‌شوند که این شرایط سبب احاطه شدن مواد هضمی و مانع از تماس آنزیم‌های گوارشی با ترکیبات غذایی شده و کاهش قابلیت هضم را در پی دارد (Garcıa et al. 2008, Rebole et al. 2010). افزایش گرانروی سبب افزایش ترشح مایع موکوسی از سلول‌های جامی شده و باعث ضخیم شدن لایه‌ی آب ساکن در مخاط روده می‌گردد و به دنبال آن کاهش جذب مواد مغذی و کاهش عملکرد حاصل می‌شود (Onderci et al. 2008). همچنین افزایش رقابت بین میزبان و میکروارگانیزم‌ها برای مواد مغذی، افزایش زمان عبور غذا از دستگاه گوارش و تغییرات مرفولوژیکی دیواره‌ی روده گزارش شده است (Mathlouthi et al. 2002, Sieo et al. 2005). حرکت آهسته‌ی مواد هضمی با فشار پایین اکسیژن در روده، محیط مناسبی را برای میکروارگانیزم‌های تخمیرکننده فراهم می‌کند که منجر به افزایش تولید اسیدهای چرب کوتاه زنجیره می‌گردد. در حضور پلی‌ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای محلول احتمال رشد باکتری‌های بیماری‌زا و تولید سموم مخرب افزایش می‌یابد (Montagne et al. 2003). حضور باکترهای مضر باعث تغییرات مورفولوژیکی در دیواره‌ی روده‌ی کوچک گردیده و سبب آسیب به سلول‌های انتروسیت و افزایش عمق کریپت و تکثیر زیاد سلول‌های ناحیه‌ی کریپت می‌گردد (Parsaie et al. 2007, Rebole et al. 2010). در دستگاه گوارش طیور آنزیم‌های تجزیه کننده‌ی پلی‌ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای وجود ندارد، بنابراین با توجه به اثرات مضر این ترکیبات در دانه‌ی جو، عمل‌آوری آن ضروری به نظر می‌رسد. روش عمل‌آوری رایج، استفاده از آنزیم است اما سایر روش‌ها از جمله پرتوتابی هم مورد تحقیق‌اند (Jacob and Pescatore 2012).

در مطالعات مختلف حوزه‌ی تغذیه‌ی طیور از پرتوتابی برای افزایش کیفیت پروتئین، بهبود قابلیت هضم مواد مغذی، حذف عوامل ضد تغذیه‌ای و همچنین کاهش یا حذف آلودگی خوراک استفاده شده است (Bahraini et al. 2017). پرتوتابی مزایایی از جمله سرعت بالا، عدم تغییر طعم و رنگ خوراک، عدم آلودگی شیمیایی و همچنین اثر منفی کم‌تر بر کیفیت مواد مغذی به خصوص پروتئین نسبت به سایر روش‌ها دارد (Shawrang et al. 2011). در پژوهشی، پرتو گاما و بیم الکترون (۱۰ تا ۴۰ کیلوگری) سبب کاهش گوسیپول و فیبرخام کنجاله‌ی پنبه‌دانه گردید (Nayefi et al. 2014). همچنین در پژوهشی دیگر دوزهای ۱۰ تا ۳۰ کیلوگری این پرتوها سبب کاهش گوسیپول و فیبرخام در کنجاله‌ی تخم پنبه شد و بیم الکترون نسبت به پرتو گاما اثر بیش‌تری بر کاهش گوسیپول نشان داد (Bahraini et al. 2017). بیان شده است که پرتو بیم الکترون در دوزهای ۱۰ تا ۳۰ کیلوگری باعث تغییر در ترکیبات شیمیایی دانه‌ی سورگوم نگردید، اما سبب کاهش تانن و فیتات در این دانه شد. همچنین کاهش این مواد ضد تغذیه‌ای سبب بهبود قابلیت هضم در خروس‌های بالغ گردید (Shawrang et al. 2011). استفاده از اشعه‌ی گاما در دانه‌ی گندم، تریتیکاله، دانه‌ی جو پوست کنده، دانه‌ی جو بدون پوشینه، یولاف پوست کنده و یولاف بدون پوشینه در جوجه‌های گوشتی سبب افزایش وزن گردید. دانه‌ی جو و یولاف که دارای سطح بالایی از بتاگلوکان بودند به خوبی تحت تأثیر قرار گرفتند (Campbell et al. 1986). اثر پرتو بیم الکترون در دوز ۲۰ کیلوگری بر دانه‌ی کتان سبب افزایش قابلیت هضم ایلئومی ماده‌ی خشک، ماده‌ی آلی و چربی خام در ۲۱ روزگی جوجه‌های گوشتی گردید. پرتو بیم الکترون در این آزمایش سبب کاهش فیبر خام و کل گلیکوزیدهای سیانوژنیک دانه‌ی کتان گردید که می‌تواند علت افزایش قابلیت هضم باشد (Beheshti Moghadam et al. 2017). بررسی‌های انجام شده نشان می‌دهد که گزارشی در خصوص اثر خوراک پرتوتابی شده با بیم الکترون بر هیستومورفومتری، فعالیت آنزیمی و جمعیت میکروبی دستگاه گوارش طیور وجود ندارد. لذا این تحقیق با هدف بررسی اثر دانه‌ی جو پرتوتابی شده با بیم الکترون بر ساختار هیستومورفومتری روده‌ی کوچک،

فعالیت آنزیمی لوزالمعده و محتویات روده و جمعیت میکروبی سکوم دستگاه گوارش جوجه‌های گوشتی انجام گردید.

مواد و روش کار

برای انجام این آزمایش ابتدا دانه‌ی جو (رقم فجر) به منظور پرتوتابی با بیم الکترون به پژوهشکده کاربرد پرتوهای انرژی اتمی (یزد) منتقل شد و در دوز ۴۰ کیلوگری پرتوتابی گردید. پرتوتابی بیم الکترون با استفاده از دستگاه رودوترون[1] که دارای شتاب‌دهنده‌ی TT200 می‌باشد و با شدت ۱۰ مگا ولت انجام شد. نمونه‌های پرتوتابی شده به مزرعه تحقیقاتی منتقل شد و در تغذیه‌ی جوجه‌های گوشتی مورد استفاده قرار گرفت. این مطالعه با ۲۴۰ قطعه جوجه‌ی گوشتی یک روزه سویه‌ی تجاری راس ۳۰۸ به مدت ۴۲ روز در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام شد. جیره‌های آزمایشی شامل: ۱- جیره‌ی شاهد بر پایه‌ی ذرت-کنجاله سویا (بدون جو) ۲- جیره‌ی حاوی ۲۵ درصد جو خام ۳- جیره‌ی حاوی ۲۵ درصد جو پرتوتابی شده ۴- جیره‌ی حاوی ۵۰ درصد جو خام ۵- جیره‌ی حاوی ۵۰ درصد جو پرتوتابی شده بودند، که در ۴ تکرار برای هر تیمار آزمایشی انجام شد. جیره‌های خوراکی برای گروه‌های مختلف آزمایشی بر اساس جداول احتیاجات غذایی طیور (NRC, ۱۹۹۴) برای دوره‌های آغازین (۲۱-۱ روزگی) و رشد (۴۲-۲۲ روزگی) تنظیم گردیدند. مواد خوراکی و ترکیب شیمیایی جیره‌ها در جدول ۱ نشان داده شده است.

در روز پایانی پرورش (۴۲ روزگی) ۲ قطعه پرنده از هر تکرار با وزنی نزدیک به میانگین وزنی آن تکرار کشتار شده و محتویات ایلئوم (از زائده‌ی مکل تا محل اتصال ایلئوم به سکوم) آن‌ها جهت اندازه‌گیری گرانروی و pH جمع‌آوری شد. برای اندازه‌گیری pH یک گرم از محتویات ایلئوم وزن شده و با ۹ میلی‌لیتر آب دیونیزه (۹:۱ وزنی/حجمی) مخلوط و به مدت ۵ دقیقه به خوبی ورتکس گردید و pH آن با استفاده از pH متر دیجیتال (مدل pH-3110 SET2 ساخت آلمان) اندازه‌گیری شد (Pang and Applegate 2007). برای اندازه‌گیری گرانروی محتویات ایلئوم نمونه‌های جمع‌آوری شده، با دور ۱۲۰۰۰ به مدت ۱۰ دقیقه سانتریفیوژ شده و مایع رویی هر نمونه جدا گردیده و در دمای ۲۰- درجه‌ی سانتی‌گراد ذخیره شد. در زمان مناسب مایع رویی یخ‌گشایی گردید و سپس در دمای ۲۵ درجه‌ی سانتی‌گراد گرانروی آن توسط دستگاه ویسکومتر دیجیتال بروکفیلد مدل DV-III (Cone Plate 40) و سرعت ۵۰۰-۵ در ثانیه) برحسب سانتی‌پوآز اندازه‌گیری شد (Sieo et al. 2005).

جهت بررسی فعالیت آنزیم‌های پروتئاز، آمیلاز و لیپاز مربوط به پانکراس و محتویات ژژنوم در پایان دوره‌ی آزمایش، یک پرنده به طور تصادفی از هر تکرار انتخاب و از محتویات ژژنوم نمونه‌برداری گردید. همچنین در این زمان پانکراس هر تکرار جدا گردید. به منظور جلوگیری از آسیب و تخریب آنزیمی، در سراسر مراحل آماده‌سازی نمونه‌ها روی یخ نگهداری شدند. سپس نمونه‌ها در دمای ۸۰- درجه‌ی سانتی‌گراد تا زمان انجام آزمایش‌ها نگهداری شدند. برای آماده‌سازی، نمونه‌ها به نسبت ۱ به ۹ (ورنی/حجمی) با بافر فسفات پتاسیم (pH=۷/۴) مخلوط و سپس نمونه‌های هموژن شده از درون ظروف کوچک شیشه‌ای به داخل اپندورف‌ها ریخته شد و در داخل سانتریفیوژ یخچال‌دار به مدت ۱۵ دقیقه در دور ۱۰۰۰۰ قرار داده شدند و در دمای ۴ درجه‌ی سانتی‌گراد سانتریفیوژ گردیدند. مایع رویی به دمای ۲۰- درجه‌ی سانتی‌گراد انتقال داده شد. در نهایت از مایع رویی حاصله (عصاره‌ی آنزیمی) برای سنجش آنزیمی استفاده شد (Xu et al. 2003). پروتئین نمونه‌ها هموژن شده (بافت پانکراس و محتویات ژژنوم) اندازه‌گیری گردید. به این منظور از آلبومین سرم گاوی (BAS) به عنوان استاندارد استفاده شد (Bradford 1976). جهت سنجش آنزیم پروتئاز از کازئین به عنوان سوبسترا استفاده شد (Worthington 1991).

1- Rhodotron

جدول ۱: ترکیب جیره‌های مورد استفاده در دوره‌های مختلف رشد جوجه‌های گوشتی

	جیره‌های دوره آغازین (۲۱-۱ روزگی)			جیره‌های دوره رشد (۴۲-۲۲ روزگی)		
مواد خوراکی (درصد)	جیره شاهد	۲۵ درصد دانه جو خام و یا پرتوتابی	۵۰ درصد دانه جو خام و یا پرتوتابی	جیره شاهد	۲۵ درصد دانه جو خام و یا پرتوتابی	۵۰ درصد دانه جو خام و یا پرتوتابی
ذرت	۵۸/۴۹	۳۳/۷۷	۹/۷۰	۶۷/۲۱	۴۱/۴۵	۱۶/۸۴
کنجاله سویا (۴۴ درصد پروتئین)	۳۴/۷۰	۳۰/۶۱	۲۶/۵۷	۲۷/۵۲	۲۵/۲۲	۲۱/۱۰
جو	۰	۲۵	۵۰	۰	۲۵	۵۰
روغن آفتابگردان	۱/۵۸	۴/۱۸	۶/۵۴	۰/۷۲	۳/۶۳	۶/۱۹
پودر ماهی	۱	۲/۵۰	۳/۸۷	۱/۱۳	۱/۴۵	۲/۹۶
سنگ آهک	۱/۴۹	۱/۵۳	۱/۳۵	۱/۴۵	۱/۴۲	۱/۴۱
دی کلسیم فسفات	۱/۵۷	۱/۲۷	۰/۹۳	۱/۰۳	۰/۸۸	۰/۵۹
نمک طعام	۰/۴۹	۰/۴۶	۰/۳۸	۰/۳۳	۰/۳۱	۰/۲۷
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
دی ال- متیونین	۰/۱۸	۰/۱۸	۰/۱۶	۰/۰۷	۰/۰۸	۰/۰۷
ال -لیزین هیدروکلرید	۰	۰	۰	۰/۰۴	۰/۰۶	۰/۰۷
ترکیبات محاسبه شده						
انرژی قابل متابولیسم (Kcal/Kg)	۲۹۰۰	۲۹۰۰	۲۹۰۰	۲۹۶۰	۲۹۶۰	۲۹۶۰
پروتئین خام (٪)	۲۰/۸۴	۲۰/۸۴	۲۰/۸۴	۱۸/۵۰	۱۸/۴۹	۱۸/۴۹
متیونین (٪)	۰/۵۰	۰/۵۰	۰/۵۰	۰/۳۸	۰/۳۸	۰/۳۸
لیزین(٪)	۱/۱۳	۱/۱۲	۱/۱۱	۱	۱	۱
فسفر قابل دسترس (٪)	۰/۴۵	۰/۴۵	۰/۴۵	۰/۳۵	۰/۳۵	۰/۳۵
کلسیم (٪)	۱	۱	۱	۰/۹	۰/۹	۰/۹
سدیم (٪)	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۰/۱۵	۰/۱۵	۰/۱۵
فیبر خام(٪)	۳/۷۲	۴/۲۸	۴/۸۵	۳/۴۱	۴/۰۶	۴/۶۲

۱- مکمل ویتامنیه به ازای هر کیلوگرم از جیره مواد مغذی زیر را تأمین نمود: ویتامین A، ۹۰۰۰ واحد بین‌المللی؛ ویتامین D_3، ۳۰۰۰ واحد بین‌المللی؛ ویتامین E، ۴۸ میلی‌گرم؛ ویتامین K_3، ۳ میلی‌گرم؛ ویتامین B_1، ۱/۸ میلی‌گرم؛ ویتامین B_2، ۶ میلی‌گرم؛ ویتامین پیریدوکسین، ۳ میلی‌گرم؛ ویتامین B_{12}، ۰/۰۱۲ میلی‌گرم؛ نیاسین، ۴۲ میلی‌گرم؛ فولیک اسید، ۱/۲میلی‌گرم؛ بیوتین، ۰/۲۴ میلی‌گرم؛ اسید پانتوتنیک ۱۲ میلی‌گرم.

۲- مکمل مواد معدنی به ازای هر کیلوگرم از جیره مواد مغذی زیر را تأمین نمود: منگنز، ۱۲۰ میلی‌گرم؛ روی، ۱۰۰ میلی‌گرم؛ آهن، ۸۰ میلی‌گرم؛ مس، ۲۰میلی‌گرم؛ ید، ۲ میلی‌گرم؛ سلنیوم، ۰/۳ میلی‌گرم؛ کبالت، ۰/۵ میلی‌گرم.

اندازه‌گیری میزان فعالیت آنزیم‌های پانکراس و شیرابه‌ی ژژنوم شامل آمیلاز و لیپاز توسط کیت‌های اختصاصی ساخت شرکت پارس آزمون با استفاده از روش اسپکتروفتومتری طبق دستورالعمل شرکت سازنده انجام شد. طبق دستورالعمل کیت‌های مربوطه اقدام به تهیه‌ی محلول‌های معرف شد و نسبت‌های مشخصی از نمونه و معرف مخلوط و نمونه‌های به دست آمده به دستگاه میکرو پلیت اسپکتروفتومتر مدل Power Wave XS2

شرکت BioTek انتقال داده شد. برای آمیلاز از طول موج ۴۰۵ نانومتر و لیپاز از طول موج ۵۸۰ نانومتر استفاده شد. سپس به ترتیب در زمان‌های صفر، ۱ و ۲ دقیقه بعد از شروع، کار قرائت دستگاه پلیت ریدر انجام شد. میزان فعالیت آنزیمی بر اساس واحد IU/mg پروتئین گزارش گردید.

در پایان دوره‌ی آزمایش، دو قطعه پرنده از هر تکرار (۸ قطعه برای هر تیمار) به صورت تصادفی انتخاب و ابتدا سطح شکمی پرنده با الکل ۷۰ درصد ضدعفونی و حفره‌ی شکمی در شرایط استریل باز شد تا جمعیت باکتری‌های Lactobacillus, E. coli, Coliform and total aerobic bacteria در سکوم مورد بررسی قرار گیرند. جهت کشت و شمارش باکتری‌ها از محیط‌های کشت اختصاصی استفاده شد. از محیط کشت اختصاصی Rogasa Agar (MRS) برای کشت لاکتوباسیل‌ها، برای کشت باکتری‌های کلی‌فرم از محیط کشت (MCA) MacConkey Agar، اشریشیا کلی از محیط Eosin Methylene Blue Agar (EMB) و برای کشت باکتری‌های کل هوازی از محیط کشت (PCA) Plate Count Agar استفاده شد. جهت تهیه‌ی رقت مناسب کشت، بعد از کشتار پرندگان سکوم در محل اتصال به ایلئوم و کولون توسط نخ بسته شد و به کمک قیچی استریل و پنس از روده جدا و در داخل پتری دیش‌های استریل قرار گرفت. سپس توسط اسکالپل (تیغ) شکافی به صورت طولی در روی سکوم ایجاد کرده و یک گرم از محتویات سکوم استخراج و در داخل لوله‌های آزمایش حاوی ۹ میلی‌لیتر محلول رقیق کننده (نرمال سالین) ریخته شد و دهانه‌ی لوله‌ی آزمایش توسط پنبه استریل بسته تا رقت 10^{-1} به دست آید. محتویات لوله‌های آزمایش توسط شیکر هموژنیزه گردیدند. سپس ۱ میلی‌لیتر از محلول لوله‌ی اول را برداشته و در لوله‌ی دوم حاوی ۹ میلی‌لیتر محلول رقیق کننده وارد گردید تا رقت 10^{-2} به دست آید. این عمل تا به دست آوردن رقت‌های 10^{-8} ادامه یافت. بعد از کشت باکتری‌ها، پلیت‌های (محیط کشت) لاکتوباسیل در شرایط بی‌هوازی (استفاده از جار بی‌هوازی) به همراه سایر پلیت‌ها در دمای ۳۷ درجه‌ی سانتی‌گراد انکوبه شدند. واحدهای تشکیل پرگنه در پلیت‌ها پس از ۲۴ و ۴۸ ساعت بعد از تلقیح مورد ارزیابی و شمارش قرار گرفتند. نتایج تعداد پرگنه‌ها به صورت لگاریتم بر مبنای ۱۰ گزارش گردید (Engberg et al. 2004).

برای مطالعه‌ی تغییرات هیستومورفومتری بخش‌های مختلف روده‌ی کوچک، در روز پایانی آزمایش تعداد ۲۰ قطعه جوجه (یک پرنده از هر تکرار) به صورت تصادفی انتخاب گردید. سپس حدود ۵ سانتی‌متر از قسمت ابتدایی دوازدهه و ژژنوم جدا شده و نمونه‌ی بافتی حداکثر با ضخامت ۰/۵ سانتی‌متر تهیه و به محلول فرمالین ۱۰ درصد انتقال یافت. نمونه‌های بافتی پایدار (فیکس) شده از داخل محلول فرمالین خارج گردید. مراحل آماده‌سازی نمونه‌ها توسط دستگاه خودکار آماده کننده‌ی بافت (هیستوکینت) صورت گرفت و در نهایت پس از خروج نمونه‌ها از دستگاه یاد شده، تهیه‌ی بلوک‌های بافتی با استفاده از قالب انجام شد. تهیه‌ی برش‌های عرضی (۳ مقطع بافتی از هر قسمت از روده‌ی کوچک هر جوجه) از نمونه‌های آماده شده به کمک دستگاه میکروتوم دورانی (لیکا، مدل ۲۰۰۰، آلمان) و با ضخامت ۵ تا ۶ میکرومتر صورت گرفت. رنگ‌آمیزی بافت‌های پایدار شده روی لام، به کمک هماتوکسیلین و ائوزین[1] انجام گردید (Rebole et al. 2010). برای بررسی بافت‌های تهیه شده از میکروسکوپ نوری مجهز به عدسی Digital Dino-Lite و نرم‌افزار Dino capture software II استفاده شد. فراسنجه‌های مورد اندازه‌گیری شامل: ارتفاع و قطر کرک‌ها، عمق و ضخامت کریپت، نسبت ارتفاع کرک‌ها به عمق کریپت‌ها، ضخامت طبقه‌ی عضلانی، ضخامت بافت پوششی، ضخامت کل دیواره و شمارش سلول‌های جامی شکل (در بافت پوششی و

1- Hematoxylin and Eosin

کریپت) بود. داده‌های حاصل از این آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی آنالیز گردد. داده‌ها با استفاده از رویه‌ی GLM نرم‌افزار آماری SAS (۹/۱) آنالیز شد. مقایسه‌ی میانگین‌ها با استفاده از روش دانکن در سطح اطمینان ۹۵ درصد صورت گرفت. مدل آماری طرح به صورت زیر بود.

$$Yij = \mu + Ti + eij$$

Yij = مقدار هر مشاهده؛ μ = میانگین کل؛ Ti = اثر تیمار؛ Eij= اثر خطای باقی‌مانده است.

نتایج

اثر جیره‌های آزمایشی بر pH و گرانروی محتویات ایلئوم جوجه‌های گوشتی در جدول ۲ آمده است. گرانروی و pH به طور معنی‌داری (P<۰/۰۵) تحت تأثیر جیره‌های آزمایشی قرار گرفتند. با افزایش سطح دانه‌ی جو در جیره، گرانروی افزایش یافت اما این افزایش در سطح ۲۵ درصد دانه‌ی جو (خام و پرتوتابی شده) نسبت به شاهد معنی‌دار نبود. سطح ۵۰ درصد جو خام بالاترین گرانروی را داشت که نسبت به سایر جیره‌های آزمایشی اختلاف آن معنی‌دار بود (P<۰/۰۵). استفاده از جو پرتوتابی شده در سطح ۵۰ درصد نسبت به ۵۰ درصد جو خام گرانروی را به طور معنی‌داری (P<۰/۰۵) کاهش داد. با افزایش سطح دانه‌ی جو در جیره‌ی pH به طور معنی‌داری (P<۰/۰۵) کاهش یافت به طوری که جیره‌ی ۲۵ درصد جو پرتوتابی شده و ۵۰ درصد جو (خام و پرتوتابی شده) نسبت به شاهد کاهش معنی‌داری (P<۰/۰۵) نشان داد. pH جیره‌ی ۲۵ درصد جو خام نسبت به شاهد کاهش یافت اما اختلاف آن با شاهد و سایر جیره‌ها معنی‌دار نبود.

یافته‌های مربوط به جمعیت میکروبی سکوم جوجه‌های گوشتی در جدول ۲ آمده است. جیره‌های حاوی جو نسبت به جیره‌ی شاهد جمعیت لاکتوباسیل کم‌تری داشتند به طوری که جیره‌ی ۵۰ درصد جو خام کم‌ترین جمعیت لاکتوباسیل را داشته و نسبت به جیره‌ی شاهد و جیره‌ی ۲۵ درصد جو پرتوتابی شده اختلاف آن معنی‌دار بود (P<۰/۰۵) . بین سایر جیره‌های آزمایشی اختلاف معنی‌دار نبود. اثر جیره‌های آزمایشی بر جمعیت کلی‌فرم، کل هوازی و اشریشیا کلی معنی‌دار نبود.

جدول ۲: تأثیر جیره‌های آزمایشی بر جمعیت میکروبی سکوم (Log_{10} CFU/g)، گرانروی (سانتی‌پوآز) و pH محتویات ایلئوم جوجه‌های گوشتی در ۴۲ روزگی (میانگین ± انحراف معیار)

جیره‌های آزمایشی	لاکتوباسیل	کلی‌فرم	اشریشیا کلی	کل هوازی	گرانروی	pH
شاهد	۹/۱۲±۰/۱۷^{a}	۶/۸۶±۰/۲۱	۶/۸۲±۰/۲۰	۹/۱۵±۰/۱۲	۲/۶۰±۰/۱۸^{c}	۶/۴۴±۰/۱۲^{a}
۲۵٪ جو خام	۸/۹۵±۰/۱۸^{ab}	۷/۱۱±۰/۰۹	۷/۰۵±۰/۰۹	۹/۲۸±۰/۰۶	۲/۷۷±۰/۰۹^{c}	۶/۲۰±۰/۱۴^{ab}
۲۵٪ جو پرتوتابی	۹/۱۱±۰/۰۹^{a}	۶/۹۴±۰/۱۷	۶/۸۴±۰/۲۲	۹/۱۹±۰/۱۰	۲/۶۸±۰/۱۹^{c}	۵/۹۵±۰/۱۷^{b}
۵۰٪ جو خام	۸/۷۲±۰/۲۸^{b}	۷/۱۲±۰/۱۷	۷/۰۹±۰/۱۴	۹/۳۰±۰/۱۱	۳/۳۲±۰/۰۶^{a}	۶/۱۰±۰/۱۴^{b}
۵۰٪ جو پرتوتابی	۸/۸۲±۰/۱۵^{ab}	۶/۹۵±۰/۱۸	۶/۸۴±۰/۲۴	۹/۱۹±۰/۱۰	۳/۰۵±۰/۱۳^{b}	۶/۰۲±۰/۲۱^{b}
P- value	۰/۰۳۵۴	۰/۲۰۱۹	۰/۱۴۹۷	۰/۲۱۱۷	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۵۳

مقادیر هر ستون با حروف غیر مشابه دارای اختلاف معنی‌داری می‌باشند (P<۰/۰۵).

جدول ۳: تأثیر تیمارهای آزمایشی برفعالیت آنزیمی پانکراس و محتویات ژژنوم جوجه‌های گوشتی در ۴۲ روزگی (واحد بین‌المللی در میلی‌گرم پروتئین) (میانگین ± انحراف معیار)

	پانکراس			محتویات ژژنوم		
جیره‌های آزمایشی	آمیلاز	لیپاز	پروتئاز	آمیلاز	لیپاز	پروتئاز
شاهد	۳/۳۳±۰/۱۸	۱/۵۱±۰/۰۷^{b}	۲۷۰۲/۲۵±۴۰/۸۶	۲/۴۴±۰/۲۷	۱/۱۵±۰/۰۴^{b}	۱۵۸۷/۵۴±۲۸/۹۰
۲۵٪ جو خام	۳/۴۶±۰/۴۶	۱/۷۸±۰/۱۹^{b}	۲۷۵۳/۴۸±۳۹/۲۰	۲/۵۸±۰/۰۷	۱/۲۹±۰/۱۳^{ab}	۱۶۵۸/۵۶±۴۸/۱۲
۲۵٪ جو پرتوتابی	۳/۴۰±۰/۳۳	۱/۵۲±۰/۱۳^{b}	۲۷۰۸/۱۷±۳۰/۰۹	۲/۴۷±۰/۳۲	۱/۱۹±۰/۰۹^{b}	۱۵۹۲/۷۷±۴۲/۴۸
۵۰٪ جو خام	۳/۶۰±۰/۲۹	۲/۹۷±۰/۱۵^{a}	۲۷۸۸/۱۶±۲۸/۳۱	۲/۸۱±۰/۰۹	۱/۴۳±۰/۱۱^{a}	۱۷۰۵/۵۱±۵۹/۶۸
۵۰٪ جو پرتوتابی	۳/۴۹±۰/۱۹	۲/۹۱±۰/۳۸^{a}	۲۷۷۲/۳۷±۴۲/۴۸	۲/۶۱±۰/۲۴	۱/۳۳±۰/۱۵^{ab}	۱۶۸۴/۹۹±۴۸/۶۰
P- value	۰/۸۴۴۴	۰/۰۰۰۱	۰/۱۴۲۱	۰/۱۹۸۶	۰/۰۲۰۵	۰/۱۶۶۳

مقادیر هر ستون با حروف غیرمشابه دارای اختلاف معنی‌داری می‌باشند (P<۰/۰۵).

تغییرات فعالیت آنزیم‌های پانکراس و محتویات ژژنوم جوجه‌های گوشتی تحت تأثیر جیره‌های آزمایشی در جدول ۳ نشان داده شده است. به طور کلی این تغییرات نشان داد که با افزایش سطح دانه‌ی جو فعالیت آنزیم‌های پانکراس و محتویات ژژنوم افزایش یافت. در خصوص فعالیت آنزیم‌های آمیلاز و پروتئاز پانکراس و محتویات ژژنوم این افزایش معنی‌دار نبود. آنزیم لیپاز پانکراس و محتویات ژژنوم به طور معنی‌داری (P<۰/۰۵) تحت تأثیر جیره‌های آزمایشی قرار گرفت. فعالیت آنزیمی لیپاز پانکراس در جیره‌ی ۵۰ درصد جو (خام و پرتوتابی شده) بیش‌ترین بوده و با سایر جیره‌ها اختلاف معنی‌داری داشتند (P<۰/۰۵). فعالیت آنزیمی لیپاز محتویات ژژنوم در جیره‌ی ۵۰ درصد جو خام بیش‌ترین بوده و اختلاف آن با جیره‌ی شاهد و جیره‌ی ۲۵ درصد جو پرتوتابی شده معنی‌دار بود (P<۰/۰۵). پرتوتابی اثر معنی‌داری بر فعالیت آنزیمی نشان نداد.

تأثیر جیره‌های آزمایشی مختلف بر هیستومورفومتری دئودنوم و ژژنوم جوجه‌های گوشتی در جدول ۴ آمده است.

اثر جیره‌های آزمایشی بر ساختارهای اندازه‌گیری شده در دئودنوم و ژژنوم تأثیر معنی‌داری نشان نداد اما به لحاظ عددی باعث بهبود برخی از این ساختارها گردید. مقایسه‌ی جیره‌ی ۲۵ درصد جو پرتوتابی شده نسبت به جیره‌ی ۲۵ درصد جو خام و همچنین مقایسه‌ی جیره‌ی ۵۰ درصد جو پرتوتابی شده نسبت به جیره‌ی ۵۰ درصد جو خام نشان داد که جیره‌های پرتوتابی شده سبب افزایش در طول کرک، نسبت ارتفاع کرک به عمق کریپت و کاهش در قطر کرک، عمق کریپت، تعداد سلول‌های جامی شکل (در بافت پوششی و کریپت)، ضخامت بافت پوششی و ضخامت کل دیواره در دئودنوم و ژژنوم به صورت عددی گردید. جیره‌ی ۵۰ درصد جو خام نسبت به سایر جیره‌ها سبب کاهش در ارتفاع کرک، نسبت ارتفاع کرک به عمق کریپت و افزایش در عمق کریپت، تعداد سلول‌های جامی شکل (در بافت پوششی و کریپت)، ضخامت بافت پوششی، ضخامت طبقه‌ی عضلانی و ضخامت کل دیواره در دئودنوم و ژژنوم به صورت عددی گردید.

جدول ۴: تأثیر جیره‌های آزمایشی مختلف بر هیستومورفومتری دئودنوم و ژژنوم جوجه‌های گوشتی در ۴۲ روزگی (میکرومتر)
(میانگین ± انحراف معیار)

شرح اجزاء بافت	جیره‌های آزمایشی					
	شاهد	۲۵٪ جو خام	۲۵٪ جو پرتوتابی	۵۰٪ جو خام	۵۰٪ جو پرتوتابی	P- value
دئودنوم						
ارتفاع کرک	۱۲۸۳/۸۴±۲۲۱/۹۸	۱۲۸۳/۹۰±۲۳۴/۱۲	۱۳۰۶/۳۶±۲۴۷/۴۶	۱۱۹۶/۶۳±۲۴۹/۷۴	۱۲۷۱/۸۱±۲۲۶/۷۳	۰/۶۹۳۳
قطر کرک	۱۳۰/۲۴±۱۲/۴۳	۱۳۶/۵۴±۳۲/۱۶	۱۳۴/۲۰±۴۵/۳۴	۱۴۳/۹۳±۲۲/۹۲	۱۳۶/۶۷±۳۴/۷۱	۰/۷۵۹۰
عمق کریپت	۱۴۱/۵۷±۱۶/۲۸	۱۴۰/۴۴±۱۷/۹۰	۱۳۷/۳۸±۲۰/۱۵	۱۴۸/۰۴±۲۵/۶۶	۱۴۳/۳۹±۳۲/۷۳	۰/۶۴۸۱
ضخامت کریپت	۴۲/۳۸±۷/۳۲	۴۰/۰۵±۵/۳۴	۴۲/۳۳±۶/۱۳	۴۳/۴۰±۵/۹۷	۴۲/۴۹±۷/۴۵	۰/۴۷۳۶
نسبت ارتفاع کرک به عمق کریپت	۹/۰۹±۱/۹۱	۹/۱۰±۱/۷۴	۹/۷۷±۲/۴۳	۷/۹۴±۱/۰۴	۹/۰۵±۱/۵۸	۰/۷۱۵۵
تعداد سلول‌های جامی در بافت پوششی[a]	۹/۵۰±۱/۰۷	۱۰/۶۲±۲/۵۰	۱۰/۲۵±۱/۲۸	۱۰/۶۹±۱/۳۸	۱۰/۳۰±۱/۸۳	۰/۵۸۳۳
تعداد سلول‌های جامی در کریپت[a]	۱۴/۶۲±۲/۹۱	۱۴/۹۴±۳/۴۱	۱۴/۰۰±۱/۷۳	۱۵/۶۹±۳/۳۲	۱۴/۹۲±۲/۰۲	۰/۵۷۶۹
ضخامت بافت پوششی	۳۸/۲۰±۸/۱۶	۴۱/۳۱±۴/۳۱	۳۸/۱۶±۵/۵۰	۴۲/۱۳±۴/۰۳	۴۰/۴۶±۵/۲۵	۰/۱۴۵۳
ضخامت طبقه عضلانی	۱۲۳/۱۶±۱۲/۳۴	۱۲۰/۱۷±۲۲/۹۰	۱۲۴/۷۰±۱۳/۶۷	۱۳۲/۱۸±۷/۲۷	۱۳۱/۹۲±۲۲/۴۳	۰/۲۱۵۲
ضخامت کل دیواره	۱۴۰۳/۸۰±۱۵۷/۹۵	۱۴۳۴/۴۰±۱۸۴/۵۲	۱۳۹۷/۱۱±۱۵۴/۵۱	۱۴۵۱/۰۶±۱۲۵/۴۰	۱۴۱۳/۷۹±۲۳۵/۰۹	۰/۹۵۳۴
ژژنوم						
ارتفاع کرک	۱۱۹۸/۵۵±۲۴۳/۲۱	۱۱۴۳/۳۴±۲۲۱/۱۸	۱۱۷۲/۷۸±۲۸۸/۳۳	۱۱۰۵/۹۹±۷۹/۶۷	۱۱۳۱/۴۲±۲۴۴/۷۶	۰/۸۳۲۷
قطر کرک	۱۳۱/۳۹±۱۸/۶۵	۱۲۹/۲۷±۳۴/۳۲	۱۲۸/۶۹±۱۷/۸۵	۱۴۰/۶۵±۲۲/۶۴	۱۳۲/۹۸±۲۴/۸۷	۰/۷۱۲۷
عمق کریپت	۱۸۵/۰۸±۱۸/۴۳	۲۰۳/۵۷±۳۳/۴۲	۱۸۲/۴۲±۴۲/۵۶	۲۰۵/۸۳±۱۰/۵۲	۱۸۷/۱۸±۳۰/۷۲	۰/۱۳۶۱
ضخامت کریپت	۴۲/۲۱±۲/۳۱	۴۲/۷۶±۶/۰۴	۴۲/۸۸±۵/۳۱	۴۵/۳۳±۴/۷۷	۴۳/۳۸±۵/۳۵	۰/۴۷۴۲
نسبت ارتفاع کرک به عمق کریپت	۶/۶۱±۱/۵۱	۵/۴۳±۰/۷۸	۶/۴۷±۰/۶۲	۵/۳۹±۰/۳۹	۵/۸۹±۱/۱۴	۰/۵۴۴۳
تعداد سلول‌های جامی در بافت پوششی[a]	۱۱/۹۲±۱/۴۴	۱۳/۵۰±۴/۳۲	۱۳/۰۰±۱/۶۳	۱۳/۹۰±۲/۲۷	۱۳/۲۵±۱/۹۱	۰/۳۴۱۴
تعداد سلول‌های جامی در کریپت[a]	۱۵/۳۵±۱/۴۲	۱۵/۷۰±۳/۴۰	۱۵/۵۷±۱/۷۸	۱۶/۳۱±۱/۱۸	۱۵/۸۵±۱/۷۷	۰/۷۱۵۸
ضخامت بافت پوششی	۳۱/۱۲±۳/۶۱	۳۱/۱۷±۳/۰۱	۳۰/۹۳±۴/۳۱	۳۳/۵۷±۳/۷۲	۳۲/۵۹±۴/۰۱	۰/۱۳۹۹
ضخامت طبقه عضلانی	۱۸۳/۶۶±۳۲/۲۵	۱۸۵/۰۰±۲۹/۰۹	۱۸۴/۵۵±۱۹/۸۲	۱۹۵/۲۳±۲۵/۱۹	۱۹۰/۶۳±۲۱/۰۴	۰/۷۱۲۰
ضخامت کل دیواره	۱۲۳۷/۰۳±۱۵۰/۸۱	۱۳۲۶/۳۵±۲۷۶/۶۴	۱۲۳۹/۴۲±۱۱۷/۰۸	۱۳۶۷/۵۳±۵۹/۵۴	۱۲۵۲/۷۶±۲۱۴/۱۰	۰/۴۵۶۱

a: تعداد در ۱۰۰ میکرومتر

بحث

افزایش سطح دانه‌ی جو به ۵۰ درصد سبب افزایش پلی‌ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای شده که موجب افزایش معنی‌دار (P<۰/۰۵) گرانروی در محتویات ایلئوم گردید. جذب مقادیر زیاد آب توسط پلی‌ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای محلول (به خصوص بتاگلوکان) موجود در دانه‌ی جو ایجاد توده‌ی ژله‌ای می‌کند که عامل اصلی افزایش گرانروی در روده است (Jacob and Pescatore 2012). افزایش گرانروی در روده به عنوان اصلی‌ترین اثر ضد تغذیه‌ای پلی‌ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای بیان شده است (Garcıa et al. 2008). پرتوتابی در این آزمایش گرانروی را کاهش داد و این کاهش در سطح ۵۰ درصد دانه‌ی جو معنی‌دار (P<۰/۰۵) بود اما در سطح ۲۵ درصد

کاهش آن عددی بود. Beheshti Moghadam و همکاران در سال ۲۰۱۷ گزارش نمودند که اثر پرتو بیم الکترون در دوز ۲۰ کیلوگری بر دانه‌ی کتان سبب کاهش معنی‌داری در گرانروی محتویات ایلئوم جوجه‌های گوشتی در ۴۲ روزگی گردید. اثر دوزهای مختلف بیم الکترونی (۱۰، ۱۵، ۲۰، ۲۵ و ۳۰ کیلوگری) بر دانه‌ی جو (رقم فجر) سبب کاهش خطی گرانروی عصاره‌ی آبی آن شد. کاهش گرانروی به دپلیمره شدن بتاگلوکان نسبت داده شد که سبب کاهش وزن مولکولی بتاگلوکان و افزایش حلالیت آن می‌شود (Shawrang et al. 2013). Campbell و همکاران در سال ۱۹۸۶ نشان دادند که استفاده از پرتو گاما در دوزهای ۳، ۶ و ۹ مگا راد بر دانه‌ی جو پوست کنده و دانه‌ی جو بدون پوشینه، سبب افزایش حلالیت بتاگلوکان و کاهش گرانروی عصاره‌ی آن‌ها گردید. اثر پرتو گاما در دوزهای ۲۰۰- ۱۰ کیلوگری سبب کاهش گرانروی عصاره‌ی دو رقم جو به صورت خطی گردید و علت آن را شکسته شدن ساختمان مولکولی بتاگلوکان ذکر کردند (Al-Kaisey et al. 2002). پرتو گاما می‌تواند سبب ایجاد رادیکال‌های آزاد روی مولکول نشاسته گردد که در نهایت سبب تغییر در وزن مولکولی و ساختار آن می‌شود. ایجاد این شرایط سبب افزایش حلالیت و کاهش گرانروی می‌گردد (Yu and Wang 2007).

از آن جایی که گزارشی در خصوص اثر پرتوتابی بر pH، جمعیت میکروبی، فعالیت آنزیمی و هیستومورفومتری روده‌ی کوچک جوجه‌های گوشتی یافت نشد و با توجه به این که روش رایج عمل‌آوری دانه‌ی جو استفاده از آنزیم است، لذا در ادامه‌ی نتایج این آزمایش با گزارشات حاصل از اثر آنزیم مقایسه می‌گردد.

اسیدیته‌ی محتویات دستگاه گوارش به عنوان عامل مهمی در تأمین سلامت و ماندگاری پرندگان و شاخصی برای ارزیابی و وضعیت سلامتی جوجه‌ها در منابع علمی مورد تأیید قرار گرفته است (Rick 2003). افزایش گرانروی سبب حرکت آهسته‌ی مواد هضمی در روده گردیده و محیط مناسبی برای رشد میکروارگانیزم‌های تخمیرکننده فراهم می‌سازد که در این شرایط تولید اسیدهای چرب فرار افزایش یافته و pH کاهش می‌یابد (Jozefiak et al. 2005). با افزایش سطح دانه‌ی جو در جیره، pH به طور معنی‌داری ($P<0/05$) کاهش یافت اما پرتوتابی تأثیر معنی‌داری نشان نداد. Sharifi و همکاران در سال ۲۰۱۲ نشان دادند که افزایش سطح دانه‌ی جو بدون پوشینه در جیره‌ی جوجه‌های گوشتی (۱۰، ۲۰ و ۳۰ درصد) سبب کاهش pH در ایلئوم نسبت به جیره بر پایه-ی ذرت گردید اما افزودن آنزیم بتاگلوکاناز و زایلاناز اثری بر pH نشان نداد که با نتیجه‌ی این آزمایش در ارتباط با پرتو هم‌خوانی دارد. همچنین در گزارش دیگری اثر آنزیم بتاگلوکاناز بر جیره‌ی بر پایه‌ی جو (۶۱/۰۵ درصد در جیره) در جوجه‌های گوشتی اثری بر pH چینه‌دان، سنگدان، ایلئوم و سکوم نشان نداد (Jozefiak et al. 2005). گزارش Shakouri و همکاران در سال ۲۰۰۹ هم نشان می‌دهد که مکمل نمودن جیره با آنزیم بتاگلوکاناز و زایلاناز در جیره بر پایه‌ی جو تأثیر معنی‌داری بر pH ایلئوم در جوجه‌های گوشتی نداشت. افزودن همزمان گندم و جو در جیره‌ی جوجه‌های گوشتی سبب کاهش معنی‌دار pH ایلئوم نسبت به جیره بر پایه‌ی ذرت گردید که با نتیجه‌ی این آزمایش هماهنگ است. همچنین در این گزارش اثر هم‌زمان آنزیم بتاگلوکاناز و زایلاناز سبب کاهش معنی‌دار pH ایلئوم گردید که با نتیجه‌ی این آزمایش مخالف است زیرا پرتوتابی اثر معنی‌داری بر pH نداشت (Mathlouthi et al. 2002). مکمل نمودن جیره با آنزیم زایلاناز در جیره‌ی جوجه‌های گوشتی بر پایه‌ی گندم (۵۵/۷۳ درصد در جیره) اثری بر pH در قسمت‌های مختلف دستگاه گوارش (چینه‌دان، سنگدان، دئودنوم، ژژنوم، ایلئوم و سکوم) نشان نداد (Esmaeilipour et al. 2011). همچنین استفاده‌ی هم‌زمان از آنزیم زایلاناز و بتاگلوکاناز در جیره‌ی جوجه‌های گوشتی بر پایه‌ی گندم (۲۵/۵۷ درصد در جیره) و جو (۲۰ درصد در جیره) اثر معنی‌داری بر pH سکوم نداشت. غلظت اسیدهای چرب کوتاه زنجیره (استیک، پروپیونیک

و بوتیریک) و اسید لاکتیک نیز اختلاف معنی‌داری نشان نداد که علت آن به حضور اجزای بافری مثل کلسیم در غذا نسبت داده شد (Rebole et al. 2010). سطوح مختلف آنزیم زایلاناز در جیره‌ی حاوی سطوح افزایشی دانه‌ی گندم (۲۳، ۴۶ و ۶۹ درصد در جیره) اثری بر pH بخش‌های مختلف دستگاه گوارش مرغ‌های تخم‌گذار نشان نداد. همچنین جیره بر پایه‌ی ذرت هم اختلاف معنی‌داری با جیره‌های با سطوح افزایشی دانه‌ی گندم نداشت که با نتیجه‌ی این آزمایش مخالف است (Mirzaie et al. 2012).

مشخص شده که اثر ضد تغذیه‌ای پلی‌ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای موجود در غلات به واسطه‌ی تغییر در جمعیت میکروبی اعمال می‌شود (Rebole et al. 2010). ترکیبات جیره‌ی غذایی از دو طریق بر میکروفلورای دستگاه گوارش اثر می‌کنند که شامل: تغییر در خصوصیات فیزیکوشیمیایی (گرانروی و pH) محتویات روده و فراهمی مواد مغذی برای جمعیت میکروبی روده است (Shakouri et al. 2009). گرانروی بالا در روده سبب کاهش جذب مواد مغذی و افزایش زمان عبور غذا و تولید موکوس بیش‌تر شده، که سبب افزایش جمعیت باکتری‌های بی‌هوازی و کاهش جمعیت لاکتوباسیلوس در روده‌ی کوچک می‌شود (Collier et al. 2003, Sieo et al. 2005). کاهش pH برای رشد باکتری‌های مفید، سودمند است و رشد باکتری‌های بیماری‌زا که در pH نسبتاً بالا رشد می‌کنند مختل می‌کند (Rick 2003, Shakouri et al. 2009).

در این آزمایش افزایش سطح دانه‌ی جو به ۵۰ درصد سبب کاهش معنی‌دار ($P<0/05$) جمعیت لاکتوباسیل گردید و بر جمعیت باکتریایی کلی‌فرم، کل هوازی و اشریشیا کلی تأثیر معنی‌داری نشان نداد. Masouri و همکارن در سال ۲۰۱۷ نشان دادند که جیره بر پایه‌ی گندم نسبت به جیره بر پایه‌ی ذرت سبب کاهش جمعیت لاکتوباسیل گردید اما بر جمعیت اشریشیا کلی، کلی‌فرم و کل هوازی در سکوم تأثیری نشان نداد که با نتیجه‌ی این آزمایش هم‌خوانی دارد. Rebole و همکاران در سال ۲۰۱۰ نشان دادند که استفاده‌ی هم‌زمان از آنزیم زایلاناز و بتاگلوکاناز در جیره‌ی جوجه‌های گوشتی بر پایه‌ی گندم و جو اثری بر جمعیت لاکتوباسیل و بیفیدوباکتر در ایلئوم و سکوم نداشت. مکمل نمودن جیره بر پایه‌ی گندم با آنزیم زایلاناز در جوجه‌های گوشتی اثری بر جمعیت لاکتوباسیل، اشریشیا کلی و کل هوازی در ایلئوم و سکوم نشان نداد (Luo et al. 2009). Gao و همکاران در سال ۲۰۰۸ در گزارش مشابهی نشان دادند که افزودن آنزیم زایلاناز به جیره بر پایه‌ی گندم در جوجه‌های گوشتی اثری بر جمعیت لاکتوباسیل و کلی‌فرم در سکوم نداشت. نتایج یک گزارش نشان می‌دهد که جیره بر پایه‌ی گندم و جو سبب افزایش جمعیت اشریشیا کلی، لاکتوباسیل‌ها و کل هوازی گردید و مکمل نمودن آن با آنزیم زایلاناز و بتاگلوکاناز سبب کاهش جمعیت اشریشیا کلی و کل هوازی گردید. همچنین افزودن آنزیم سبب افزایش جمعیت لاکتوباسیل‌ها نسبت به جیره بر پایه‌ی ذرت گردید. یافته‌های این گزارش مخالف نتیجه‌ی این آزمایش است (Mathlouthi et al. 2002). همچنین Engberg و همکاران در سال ۲۰۰۴ نشان دادند که افزودن آنزیم زایلاناز به جیره بر پایه‌ی گندم در جوجه‌های گوشتی سبب افزایش باکتری‌های تولید کننده‌ی اسید لاکتیک در ایلئوم گردید و افزایش غلظت اسید لاکتیک در این آزمایش افزایش جمعیت این باکتری‌ها را مورد تأیید قرار داد. در گزارش دیگری مکمل نمودن جیره با آنزیم زایلاناز در جوجه‌های گوشتی سبب افزایش جمعیت لاکتوباسیل در بافت مخاطی روده شد و بیان گردید این امکان وجود دارد که کربوهیدرات حاصل از تجزیه آنزیم زایلاناز ابتدا توسط باکتری‌های لاکتوباسیل به اسید لاکتیک تبدیل شود (Vahjen et al. 1998).

پلی‌ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای در غلات با افزایش گرانروی سبب محصور نمودن چربی، نشاسته و پروتئین خوراک شده و دسترسی آنزیم‌های گوارشی به این اجزا را مختل نموده و سبب کاهش قابلیت هضم می‌شوند

(Garcia et al. 2008, Knudsen 2014). افزایش پلی‌ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای در روده‌ی جوجه‌های گوشتی همراه با افزایش گرانروی سبب افزایش جمعیت باکتریایی روده شده که منجر به دکونژوگه شدن اسیدهای صفراوی می‌گردد. در این شرایط حلالیت و تشکیل میسل چربی‌ها کم‌تر شده و هضم آن‌ها کاهش می‌یابد (Smits et al. 1998). افزایش گرانروی محتویات روده سبب افزایش ضخامت لایه‌ی آب ساکن در مخاط روده شده که به عنوان سدی مانع رسیدن آنریم به سوبسترا می‌گردد. همچنین مانع تشکیل میسل شده و منجر به کاهش قابلیت هضم چربی می‌شود (Montagne et al. 2003). ناکار آمد شدن ترشح آنزیم منجر به افزایش ترشح بیش‌تر آنزیم از غدد ترشحی به مجرای روده شده و بر هضم مواد مغذی اثر مثبتی نخواهد داشت (Slominski 2011). با افزایش سطح دانه‌ی جو فعالیت آنزیم‌های پانکراس و محتویات ژژنوم در این آزمایش افزایش یافت و این افزایش در خصوص آنزیم لیپاز معنی‌دار بود (P<۰/۰۵). Ikegami و همکاران در سال ۱۹۹۰ نشان دادند که پلی‌ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای سبب افزایش فعالیت آنزیم‌های آمیلاز و لیپاز در روده‌ی موش صحرایی گردید. Kalantar و همکاران در سال ۲۰۱۶ نشان دادند که جیره بر پایه‌ی گندم و یا جو سبب افزایش فعالیت آنزیمی آمیلاز و لیپار پانکراس نسبت به جیره بر پایه‌ی ذرت در جوجه‌های گوشتی گردید. اثر سطوح افزایشی دانه‌ی گندم (۲۳، ۴۶ و ۶۹ درصد در جیره) در جیره‌ی مرغ‌های تخم‌گذار سبب افزایش فعالیت آنزیمی لیپاز و آمیلاز در دئودنوم و افزایش فعالیت لیپاز در ژژنوم گردید اما در ایلئوم تغییری نشان نداد (Mirzaie et al. 2012). این گزارشات با نتیجه‌ی این آزمایش هماهنگ است و نشان می‌دهد که با افزایش سطح پلی‌ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای فعالیت آنزیمی افزایش می‌یابد. در مقابل Engberg و همکاران در سال ۲۰۰۴ نشان دادند که مصرف دانه‌ی کامل گندم باعث کاهش فعالیت آنزیم آمیلاز در بافت پانکراس شد. در این آزمایش پرتوتابی اثر معنی‌داری بر فعالیت آنزیمی از خود نشان نداد. مکمل نمودن جیره بر پایه‌ی گندم با آنزیم زایلاناز اثری بر فعالیت آنزیمی آمیلاز و پروتئاز در دئودنوم، ژژنوم و ایلئوم جوجه‌های گوشتی نشان نداد (Luo et al. 2009). گزارش Shakouri و همکاران در سال ۲۰۰۹ هم نشان می‌دهد که مکمل نمودن جیره با آنزیم بتاگلوکاناز و زایلاناز در جیره بر پایه‌ی غلات مختلف (جو، گندم، سورگوم و ذرت) تأثیری بر فعالیت آنزیمی مالتاز و سوکراز در ژژنوم و فعالیت آنزیمی کیموتریپسین پانکراس نشان نداد. همچنین سطوح مختلف آنزیم زایلاناز در جیره بر پایه‌ی گندم تغییری در فعالیت آنزیمی آمیلاز، پروتئاز و تریپسین محتویات روده در جوجه‌های گوشتی ایجاد نکرد (Liu and Kim 2017). در مقابل افزودن مکمل آنزیمی (زایلاناز، بتاگلوکاناز، همی‌سلولاز و فیتاز) به جیره‌های بر پایه‌ی گندم و یا جو در جوجه‌های گوشتی سبب کاهش فعالیت آمیلاز و لیپار پانکراس گردید (Kalantar et al. 2016). از طرفی در گزارش Engberg و همکاران در سال ۲۰۰۴ افزودن آنزیم زایلاناز سبب افزایش فعالیت آنریمی لیپاز و کیموتریپسین در بافت پانکراس شد.

مورفولوژی لایه‌ی مخاطی روده‌ی کوچک جوجه‌های گوشتی به سن، جیره‌ی مصرفی و فلور باکتریایی بستگی دارد (VanLeeuwen et al. 2004). وضعیت مخاط و ساختار میکروسکوپی آن شاخص خوبی از پاسخ روده به مواد فعال در خوراک و تغییرات مورفولوژی روده‌ای مانند کرک‌های کوتاه‌تر و عمیق شدن کریپت در حضور مواد سمی می‌باشد (Viveros et al. 2011). همچنین وضعیت هیستولوژیکی مخاط روده نشانه‌ی خوبی از وضعیت سلامتی پرنده است. به طوری که کرک کوتاه‌تر و کریپت عمیق‌تر سبب جذب کم‌تر، افزایش ترشح موکوس به مجرای گوارشی، اسهال، کاهش مقاومت به بیماری و کاهش عملکرد می‌گردد (Masouri et al. 2017). سلول‌های پوششی کرک از کریپت منشاء گرفته و کریپت را می‌توان به عنوان کارخانه‌ی ساخت پرز در نظر گرفت.

کریپت کم عمق‌تر نشانه‌ی ترن‌آور کندتر بافتی و نیاز کم-تر به ساخت بافت جدید است. افزایش ترن‌آور سلولی نیاز به مواد مغذی را افزایش داده و سبب کاهش عملکرد در پرندگان می‌شود (Parsaie et al. 2007). ظرفیت جذب سلول‌های انتروسیت وابسته به ارتفاع کرک است. کاهش ارتفاع کرک سبب کاهش سطح برای جذب مواد مغذی می‌گردد . نسبت بیش‌تر ارتفاع کرک به عمق کریپت نشان دهنده‌ی بهبود مخاط روده است (Xu et al. 2003). نتیجه‌ی این آزمایش نشان داد که بین تیمارهای آزمایشی تفاوت معنی‌داری از نظر ارتفاع و قطر کرک، عمق و ضخامت کریپت و نسبت ارتقاع کرک به عمق کریپت در دئودنوم و ژژنوم وجود نداشت (P>۰/۰۵). آنزیم زایلاناز در جیره بر پایه‌ی گندم اثری بر ارتفاع کرک و عمق کریپت در دئودنوم، ژژنوم و ایلئوم جوجه‌های گوشتی نشان نداد (Iji et al. 2001). Parsaie و همکاران در سال ۲۰۰۷ تفاوتی بین جیره بر پایه‌ی گندم و افزودن آنزیم زایلاناز به آن برارتفاع و قطر کرک در ژژنوم و عمق کریپت در دئودنوم جوجه‌های گوشتی مشاهده نکردند. اثر آنزیم زایلاناز در جیره بر پایه‌ی گندم تأثیری بر ارتفاع کرک در سن ۷ و ۲۱ روزگی در ژژنوم جوجه‌های گوشتی نداشت اما باعث کاهش عمق کریپت در ۷ روزگی گردید و در ۲۱ روزگی تفاوتی در عمق کریپت هم یافت نشد (Yang et al. 2008). گزارش Shakouri و همکاران در سال ۲۰۰۹ هم نشان می‌دهد که مکمل نمودن جیره با آنزیم بتاگلوکاناز و زایلاناز در جیره بر پایه‌ی جو تأثیری بر ارتفاع کرک، نسبت ارتفاع کرک به عمق کریپت در ژژنوم جوجه‌های گوشتی نداشت. در پژوهش حاضر نیز، پرتوتابی اثر معنی‌داری بر شاخص‌های یاد شده نشان نداد. در مقابل گزارشاتی از اثر آنزیم بر این شاخص‌ها وجود دارد. Viveros و همکاران در سال ۱۹۹۴ نشان دادند که جیره بر پایه جو سبب کوتاه، ضخیم و آتروفی شدن کرک‌ها نسبت به جیره بر پایه‌ی ذرت در ژژنوم جوجه‌های گوشتی گردید و افزودن آنزیم بتاگلوکاناز به جیره بر پایه‌ی جو باعث بهبود وضعیت کرک‌ها گردید. گزارش Onderci و همکاران در سال ۲۰۰۸ نشان داد که جیره بر پایه‌ی جو سبب کاهش ارتفاع و قطر کرک در ایلئوم جوجه‌های گوشتی نسبت به جیره بر پایه‌ی ذرت گردید و افزودن مکمل آنزیمی بتاگلوکاناز سبب افزایش ارتفاع و قطر کرک در جیره بر پایه‌ی جو شد. Rebole و همکاران در سال ۲۰۱۰ نشان دادند که استفاده همزمان از آنزیم زایلاناز و بتاگلوکاناز در جیره‌ی جوجه‌های گوشتی بر پایه‌ی گندم و جو باعث کاهش عمق کریپت و افزایش نسبت ارتفاع کرک به عمق کریپت گردید. افزایش تعداد سلول‌های جامی شکل سبب ترشح بیش‌تر موسین به مجرای روده شده که باعث کاهش دسترسی به مواد مغذی و همچنین افزایش ترشح پروتئین و افزایش انرژی نگهداری پرنده خواهد شد (Montagne et al. 2003). در این آزمایش تیمارها اثر معنی‌داری بر تعداد سلول‌های جامی شکل نشان نداد اما جیره‌های حاوی دانه‌ی جو خام به صورت عددی سبب افزایش تعداد سلول‌های جامی شکل در بافت پوششی و کریپت گردید و پرتوتابی تمایل به کاهش این سلول‌ها نشان داد. Wu و همکاران در سال ۲۰۰۴ نشان دادند که استفاده از مکمل آنزیمی زایلاناز در جیره بر پایه‌ی گندم اثر معنی‌داری بر تعداد سلول‌های جامی شکل در دئودنوم و ایلئوم جوجه‌های گوشتی ندارد. اما در مقابل Viveros و همکاران در سال ۱۹۹۴ نشان دادند که جیره بر پایه‌ی جو سبب افزایش سلول‌های جامی شکل در بافت پوششی نسبت به جیره بر پایه‌ی ذرت در ژژنوم جوجه‌های گوشتی گردید و افزودن آنزیم بتاگلوکاناز به جیره بر پایه‌ی جو باعث کاهش تعداد سلول‌های جامی شکل گردید. کاهش ضخامت اپیتلیوم روده‌ی باریک طیور باعث افزایش سرعت جذب مواد مغذی توسط اپیتلیوم می‌گردد (Adibmoradi et al. 2006). در سال ۲۰۰۹ Luo و همکاران نشان دادند که اثر سطوح مختلف آنزیم زایلاناز (۵۰۰، ۱۰۰۰ و ۵۰۰۰ واحد در کیلوگرم) در جیره بر پایه‌ی گندم تأثیر معنی‌داری بر ضخامت بافت پوششی و ضخامت طبقه‌ی عضلانی در دئودنوم، ژژنوم و ایلئوم جوجه‌های گوشتی

نداشت. آنزیم زایلاناز در جیره بر پایه‌ی گندم اثری بر ضخامت بافت پوششی در دئودنوم و ایلئوم جوجه‌های گوشتی نشان نداد (Wu et al. 2004). گزارش Shakouri و همکاران در سال ۲۰۰۹ هم نشان می‌دهد که مکمل نمودن جیره با آنزیم بتاگلوکاناز و زایلاناز در جیره بر پایه‌ی جو تأثیری بر ضخامت طبقه‌ی عضلانی در ژژنوم جوجه‌های گوشتی نداشت. در پژوهش حاضر نیز جیره‌های آزمایشی اثر معنی‌داری بر ضخامت بافت پوششی و ضخامت طبقه‌ی عضلانی نشان ندادند. نتایج این آزمایش نشان داد که پرتوتابی باعث کاهش معنی‌دار گرانروی محتویات ایلئوم در سطح ۵۰ درصد دانه‌ی جو در جیره گردید. جمعیت باکتریایی، pH، فعالیت آنزیمی و هیستومورفومتری دئودنوم و ژژنوم تحت تأثیر معنی‌دار پرتوتابی قرار نگرفت اما پرتوتابی سبب بهبود این شاخص‌ها به صورت عددی شد که احتمالاً اثر مثبتی بر عملکرد جوجه‌های گوشتی خواهد داشت هر چند که پژوهش‌های بیش‌تری در این زمینه مورد نیاز است.

تشکر و قدردانی

از معاونت محترم پژوهشی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان به خاطر حمایت‌های مالی پروژه و همچنین از سرکار خانم دکتر میترا قدسی به دلیل همکاری‌های صمیمانه‌ی ایشان در بررسی جمعیت میکروبی سکوم، تشکر و قدردانی می‌گردد.

منابع

Adibmoradi, M.; Navidshad, B.; Seifdavati, J. and Royan, M. (2006). Effect of dietary garlic on histological structure of small intestinal In broiler chickens. The Journal of Poultry Science, 43(4): 378-383.

Al-Kaisey, M.T.; Mohammed, M.A.; Alwan, A-K.H. and Mohammed, M.H. (2002). The effect of gamma irradiation on the viscosity of two barley cultivars for broiler chicks. Radiation Physics and Chemistry, 63(1): 295-297.

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.

Beheshti Moghadam, M.H.; 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.

Bradford, M.M. (1976). A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. Analytical Biochemistry, 72(1): 248-254.

Campbell, G.L.; Classen, H.L. and Balance, G.M. (1986). Gamma irradiation treatment of cereal grains for chick diets. Journal of Nutrition, 116(4): 560-569.

Collier, C.T.; Van der klis, J.D.; Deplancke, B.; Anderson, D.B. and Gaskins, H.R. (2003). Effects of tylosin on bacterial mucolysis, clostridium perfringens colonization and Intestinal barrier function in a chick model of necrotic enteritis. Antimicrobial Agents and Chemotherapy, 47(10): 3311-3317.

Engberg, R.M.; Hedemann, M.S.; Steenfeldt, S. and Jensen, B.B. (2004). Influence of whole wheat and xylanase on broiler performance and microbial composition and activity in the digestive tract. Poultry Science, 83(6): 925-938.

Esmaeilipour, O.; Shivazad, M.; Moravej, H.; Aminzadeh, S.; Rezaian, M. and Van Krimpen, M.M. (2011). Effects of xylanase and citric acid on the performance, nutrient retention, and characteristics of gastrointestinal tract of broilers fed low-phosphorus wheat-based diets. Poultry Science, 90(9): 1975-1982.

Gao, F.; Jiang, Y.; Zhou, G.H. and Han, Z.K. (2008). The effects of xylanase supplementation on performance, characteristics of the gastrointestinal tract, blood parameters and gut microflora in broilers fed on wheat-based diets. Animal Feed Science and Technology, 142(1): 173-184.

Garcıa, M.; Lazaro, R.; Latorre, M.A.; Gracia, M.I. and Mateos, G.G. (2008). Influence of enzyme supplementation and heat processing of barley on digestive Traits and productive performance of broilers. Poultry Science, 87(5): 940-948.

Iji, P.A.; Hughes, R.J.; Choct, M. and Tivey, D.R. (2001). Intestinal structure and function of broiler chickens on wheat-based diets supplemented with a microbial enzyme. Asian-Australasian Journal of Animal Science, 14(1): 54-60.

Ikegami, S.; Tsuchihashi, F.; Harada, H.; Tsuchihashi, N.; Nishide, E. and Innami, S. (1990). Effect of viscous indigestible polysaccharides on pancreatic biliary secretion and digestive organs in rats. Journal of Nutrition, 120(4): 353-360.

Jacob, J.P. and Pescatore, A.J. (2012). Using barley in poultry diets-A review. Journal of Applied Poultry Research, 21(4): 915-940.

Jozefiak, D.; Kaczmarek, S.; Rutkowski, A.; Jozefiak, A.; Jensen, B.B. and Engberg, R.M. (2005). Fermentation in broiler chicken gastrointestinal tract as affected by high dietary inclusion of barley and by β-glucanase supplementation. Journal of Animal and Feed Sciences, 14(4): 695-704.

Kalantar, M.; Khajali, F. and Yaghobfar, A. (2016). Effect of cereal type and enzyme addition on performance, pancreatic enzyme activity, intestinal microflora and gut morphology of broilers. Poultry Science Journal, 4(1): 63-71.

Kalantar, M.; Yaghobfar, A. and khajali, F. (2014). Effect of non-starch polysaccharides of barley supplemented with enzyme on growth performance,gut microbial population and intestinal morphology of broiler chickens. Animal Science Journal (Pajouhesh and Sazandegi), 106(1): 121-132. (In Persian).

Knudsen, K.E.B. (2014). Fiber and nonstarch polysaccharide content and variation in common crops used in broiler diets. Poultry Science, 93(9): 2380-2393.

Liu, W.C. and Kim, I.H. (2017). Effects of dietary xylanase supplementation on performance and functional digestive parameters in broilers fed wheat-based diets. Poultry Science, 96(3): 566-573.

Luo, D.; Yang, F.; Yang, X.; Yao, J.; Shi, B. and Zhou, Z. (2009). Effects of xylanase on performance, blood parameters, intestinal morphology, microflora and digestive enzyme activities of broilers fed wheat-based diets. Asian-Australasian Journal of Animal Science, 22(9): 1288-1295.

Masouri, L.; Salari, S.; Sari, M.; Tabatabaei, S. and Masouri, B. (2017). Effect of feed supplementation with Satureja khuzistanica essential oil on performance and physiological parameters of broilers fed on wheat- or maize-based diets. British Poultry Science, 58(4): 425-434.

Mathlouthi, N.; Mallet, S.; Saulnier, L.; Quemener, B. and Larbier, M. (2002). Effects of xylanase and β-glucanase addition on performance, nutrient digestibility, and physico-chemical conditions in the small intestine contents and caecal microflora of broiler chickens fed a wheat and barley-based diet. Animal Research, 51(5): 395–406.

Mirzaie, S.; Zaghari, M.; Aminzadeh, S.; Shivazad, M. and Mateos G.G. (2012). Effect of wheat inclusion and xylanase supplementation of the diet on productive performance, nutrient retention and endogenous intestinal enzyme activity of laying hens. Poultry Science, 91(2): 413-425.

Montagne, L.; Pluske, J.R. and Hampson, D.J. (2003). A review of interactions between dietary fibre and the intestinal mucosa, and their consequences on digestive health in young non-ruminant animals. Animal Feed Science and Technology, 108(1): 95-117.

National Research Council, NRC. (1994). Nutrient requirements of poultry. 9th ed. National Academy Press. Washington, DC.

Nayefi, M.; Salari, S.; Sari, M. and Behgar, M. (2014). Treatment by gamma or electron radiation decreases cell wall and gossypol content of cottonseed meal. Radiation Physics and Chemistry, 99: 23-25.

Onderci, M.; Sahin, N.; Cikim, G.; Aydin, A.; Ozercan, I.; Ozkose, E. et al. (2008). β-Glucanase-producing bacterial culture improves performance and nutrient utilization and alters gut morphology of broilers fed a barley-based diet. Animal Feed Science and Technology, 146(1): 87-97.

Pang, Y. and Applegate, T. (2007). Effects of dietary copper supplementation and copper source on digesta pH, calcium, zinc, and copper complex size in the gastrointestinal tract of the broiler chicken. Poultry Science, 86(3): 531-537.

Parsaie, S.J.; Shariatmadari, F.; Zamiri, M.J. and Khajeh, K. (2007). Influence of wheat-based diets supplemented with xylanase, bile acid and antibiotics on performance, digestive tract measurements and gut morphology of broilers compared with a maizebased diet. British Poultry Science, 48(5): 594-600.

Rebole, A.; Ortiz, L.T.; Rodriguez, M.L.; Alzueta, C.; Trevino, J. and Velasco, S. (2010). Effects of inulin and enzyme complex, individually or in combination, on growth performance, intestinal microflora, cecal fermentation characteristics, and jejunal histomorphology in broiler chickens fed a wheat- and barley-based diet. Poultry Science, 89(2): 276-286.

Ricke, S.C. (2003). Perspectives on the use of organic acids and short chain fatty acids as antimicrobials. Poultry Science, 82(4): 632-639.

Shakouri, M.D.; Iji, P.A.; Mikkelson, L.L. and Cowieson, A.J. (2009). Intestinal function and gut microflora of broiler chickens as influenced by cereal grains and microbial enzyme supplementation. Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition, 93(5): 647-658.

Sharifi, S.D.; Shariatmadari, F. and Yaghobfar, A. (2012). Effects of inclusion of hull-less barley and enzyme supplementation.of broiler diets on growth performance, nutrient digestion and dietary metabolisable energy content. Journal of Central European Agriculture, 13(1): 193-207.

Shawrang, P.; Sadeghi, A.A.; Behgar, M.; Zareshahi, H. and Shahhoseini. G. (2011). Study of chemical compositions, anti-nutritional contents and digestibility of electron beam irradiated sorghum grains. Food Chemistry, 125(2): 376-379.

Shawrang, P.; Sadeghi, A.A. and Ghorbani, B. (2013). The effect of electron beam irradiation on β-glucan content, X-ray diffraction of starch, protein subunit patterns, and in vivo digestibility of barley grain in cockerels. Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences, 37(4): 443-448.

Sieo, C.C.; Abdullah, N.; Tan, W.S. and Ho, Y.W. (2005). Influence of β-glucanase-producing Lactobacillus strains on intestinal characteristics and feed passage rate of broiler chickens. Poultry Science, 84(5): 734-741.

Slominski, B.A. (2011). Recent advances in research on enzymes for poultry diets. Poultry Science, 90(9): 2013-2023.

Smits, C.H.M.; Veldman, A., Verkade, H.J. and Beynen, A.C. (1998). The inhibitory effect of carboxy methyl cellulose with high viscosity on lipid absorption in broiler chickens coincides with reduced bile salt concentration and raised microbial numbers in the small intestine. Poultry Science, 77(10): 1534-1539.

Vahjen, W.; Glaser, K.; Schafer, K. and Simon, O. (1998). Influence of xylanase-supplemented feed on the development of selected bacterial groups in the intestinal tract of broiler chicks. Journal of Agricultural Science, 130(4): 489-500.

VanLeeuwen, P.; Mouven, J.M.V.M.; VanderKlis, J.D. and Verstegen, M.W.A. (2004). Morphology of the small intestinal mucosal surface of broiler in relation to age, diet formulation, small intestinal microflora and performance. British Poultry Science, 45(1): 41-48.

Villamide, M.J.; Fuente, J.M.; Perez de ayala, P. and Flores, A. (1997). Energy evaluation of eight barley cultivars for poultry: effect of dietary enzyme addition. Poultry Science, 76(6): 834-840.

Viveros, A.; Brenes, A.; Pizarro, M. and. Castano, M. (1994). Effect of enzyme supplementation of a diet based on barley, and autoclave treatment, on apparent digestibility, growth performance and gut morphology of broilers. Animal Feed Science and Technology, 48(3): 237-251.

Viveros, A.; Chamorro, S.; Pizarro, M.; Arija, I.; Centeno, C. and Brenes, A. (2011). Effects of dietary polyphenol-rich grape products on intestinal microflora and gut morphology in broiler chicks. Poultry Science, 90(3): 566-578.

Worthington, C.C. (1991). Worthington enzyme manual related Biochemical. 3rd ed. Freehold, New jersey, Pp: 212-215.

Wu, Y.B.; Ravindran, V.; Thomas, D.J.; Birtles, M.J. and Hendriks, W.H. (2004). Influence of phytase and xylanase, individually or in combination, on performance, apparent metabolisable energy, digestive tract measurements and gut morphology in broilers fed wheat-based diets containing adequate level of phosphorus. British Poultry Science, 45(1): 76-84.

Xu, Z.R.; Hu, C.H.; Xia, M.S.; Zhan, X.A. and Wang, M.Q. (2003). Effects of dietary fructooligosaccharide on digestive enzyme activities, intestinal microflora and morphology of male broilers. Poultry Science, 82(6): 1030-1036.

Yang, Y.; Iji, P.A.; Kocher, A.; Mikkelsen, L.L. and. Choct, M. (2008). Effects of xylanase on growth and gut development of broiler chickens given a wheat-based diet. Asian-Australasian Journal of Animal Science, 21(11): 1659-1664.

Yu, Y. and Wang, J. (2007). Effect of g-ray irradiation on starch granule structure and physicochemical properties of rice. Food Research International, 40(2): 297-303.

Vol. 15, No. 4, Winter, 2020
DOI: 10.22055/ivj.2019.156349.2088

Effect of electron beam irradiated barley grains on viscosity, microbial population, digestive enzyme activities, histomorphometry structure of intestine in broiler chickens

Bornaei, L.[1]; Erfanimajd, E.[2] and Salari, S.[3]

Received: 15.11.2018 Accepted: 16.02.2019

Abstract

This experiment was conducted to evaluate the effect of electron beam-irradiated barley on viscosity, microbial population, digestive enzyme activities, histomorphometrical structure of broiler chicks. Treatments were barley at levels of 25% and 50% (raw and irradiated at 40 kGy) and corn-soya bean meal diet (as control, without barley) that used with five dietary treatments, four replicates and 12 birds of each for 42 days in a completely randomized design. Increasing levels of barley to 50% (raw or irradiated) in the diet significantly increased ileal viscosity compared to the other treatments. Broilers fed 50% irradiated barley diet had significantly lower viscosity compared to the broilers fed 50% raw barley. The inclusion of barley in the diet resulted in significantly decreased ileal pH when compared with a control diet. However, radiation of barley had no significant effect on ileal pH of broilers. Caecal populations of *Coliform*, *E. coli* and total aerobic bacteria were not influenced by the experimental treatments. Also the caecal population of *Lactobacillus* was decreased in broilers fed on 50% raw barley compared to 25% irradiated barley and control diet. No significant differences were observed among dietary treatments on amylase and protease activities of the jejunal digesta and in pancreatic tissue. Broilers fed 50% barley (raw or irradiated) diet had significantly higher lipase activities in pancreatic tissue compared to the other treatments. The villus height, villus width, crypt depth, crypt width, the ratio of villus height to crypt depth, epithelial thickness, muscle thickness, number of goblet cells and a total wall thickness of the duodenum and jejunum were not affected by the experimental treatments. The results of this study showed that radiation significantly decreased viscosity at the level of 50% barley. However, radiation was no significant effect on pH, microbial population, enzyme activities, histomorphometry of duodenum and jejunum.

Key words: Irradiated barely grain, Microbial population, Enzyme, Histomorphometry, Broilers

1- PhD Student of Animal Nutrition, Faculty of Animal Science and Food, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Mollasani, Iran
2- Professor, Department of Basic Science, Faculty of Veterinary Medicine, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran
3- Associate Professor, Department of Animal Science, Technology Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Mollasani, Iran
Corresponding Author: Salari, S., E-mail: s.salari@asnrukh.ac.ir