نشریه پژوهش‌های علوم دامی/ جلد ۲۴ شماره ۲/ سال۱۳۹۳

اثر پرتوتابی الکترونی بر غلظت ترکیبات فنلی و فراسنجه‌های تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای تفاله دانه انار

فاطمه خسروی[۱]، محمد حسن فتحی نسری*[۲]، همایون فرهنگ‌فر[۲] و جلال مدرسی[۳]

تاریخ دریافت: ۹۱/۶/۱۶ تاریخ پذیرش: ۹۲/۱۱/۰۶

[۱]دانشجوی کارشناسی ارشد تغذیه دام دانشگاه بیرجند
[۲]دانشیار گروه علوم دامی دانشگاه بیرجند
[۳]دانش آموخته کارشناسی ارشد گروه علوم دامی دانشگاه بیرجند
*مسئول مکاتبه: Email: hfathi@birjand.ac.ir

چکیده

تفاله دانه انار (حاصل آبگیری از دانه انار) حاوی مقدار قابل توجهی مواد مغذی نظیر پروتئین و به ویژه روغن است که می‌تواند به عنوان یک خوراک مقرون به صرفه در مناطقی که دسترسی به آن به صورت خشک یا تر وجود دارد جایگزین بخشی از دانه غلات جیره نشخوارکنندگان شود لیکن تانن موجود در آن سبب کاهش خوشخوراکی و ارزش غذایی آن می‌شود. پرتوتابی یکی از روش‌های عمل‌آوری فیزیکی است که می‌تواند سبب کاهش غلظت تانن و بهبود ارزش غذایی مواد خوراکی شود. بنابراین تفاله دانه انار خشک در دوزهای ۱۰، ۱۵ و ۲۰ کیلوگری با اشعه بیم الکترونی مورد پرتوتابی قرار گرفت، سپس ترکیب شیمیایی، غلظت ترکیبات فنلی، فراسنجه‌های تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای و قابلیت هضم شکمبه‌ای و پس از شکمبه‌ای آن اندازه‌گیری شد. تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها در قالب طرح کاملا تصادفی با ٤ تکرار توسط نرم افزار آماری SAS با رویه GLM تجزیه انجام شد. نتایج نشان داد پروتئین خام در اثر پرتوتابی در دوزهای ۱۵ و ۲۰ کیلوگری افزایش یافت در حالی که میزان کربوهیدرات‌های محلول در آب در اثر پرتوتابی کاهش یافت. غلظت کل ترکیبات فنلی و تانن کل در اثر پرتوتابی با هر سه دوز کاهش معنی‌داری یافت اما غلظت تانن متراکم تحت تاثیر پرتوتابی قرار نگرفت. از بین تانن‌های قابل هیدرولیز، غلظت اسید گالیک و اسید الاژیک در اثر پرتوتابی در تمامی دوزها کاهش یافت و میزان اسید تانیک و پونیکالین در دوزهای بالاتر پرتوتابی (۱۵ و ۲۰ کیلوگری) کاهش یافت اما غلظت پونیکالاژین A در اثر پرتوتابی کاهش معنی داری نیافت و میزان پونیکالاژین B نیز در دوزهای ۱۰ و ۲۰ کیلوگری کاهش یافت. فراسنجه‌های تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای ماده خشک، قابلیت هضم شکمبه‌ای ماده خشک و قابلیت هضم ماده خشک در کل دستگاه گوارش تحت تأثیر پرتوتابی قرار نگرفت اما قابلیت هضم پس از شکمبه‌ای ماده خشک در اثر پرتوتابی کاهش معنی داری نشان داد. بنابر نتایج حاصله به نظر می‌رسد پرتوتابی تفاله دانه انار با دوز ۱۵ کیلوگری بهترین نتیجه را به همراه داشته زیرا ضمن کاهش تانن کل و تانن‌های قابل هیدرولیز مضر شامل اسید گالیک، اسید تانیک و پونیکالین سبب حفظ تانن‌های قابل هیدرولیز دارای خاصیت آنتی اکسیدانی شامل پونیکالاژین‌های A و B شد.

واژگان کلیدی: تفاله دانه انار، تانن، ترکیبات فنلی، پرتو تابی

مقدمه

معمولاً در مناطق خشک و نیمه‌خشک مواد خوراکی مورد استفاده در تغذیه دام گران قیمت بوده و استفاده از آنها در تغذیه نشخوارکنندگان ناکارآمد و پرهزینه است (مولینا آلکائید ۲۰۱۰). استفاده از مواد خوراکی محلی قابل دسترس خصوصاً منابع خوراکی که رقابتی با زنجیره غذایی انسانی ندارند، بهترین راهکار موجود با هدف افزایش تامین مواد مغذی از چنین خوراک‌هایی برای تغذیه‌ی حیوانات مزرعه‌ای است. در این راستا استفاده از منابع علوفه‌ای با کیفیت پایین و بقایای صنایع غذایی و کشاورزی به ویژه از نوع عمل‌آوری شده مورد توجه متخصصین تغذیه دام بوده است (سیرام ۲۰۱۰). بطور کلی استفاده از بقایای صنایع غذایی و کشاورزی در تغذیه دام از دو جهت حائز اهمیت است: ۱- کاهش وابستگی دام‌ها به مصرف دانه‌ها که در تغذیه انسان نیز مصرف می‌شوند و ۲- عدم نیاز به برنامه‌های مدیریتی پرهزینه برای دفع یا کنترل ضایعات کشاورزی (گراسر ۱۹۹۵ و بوکن ۲۰۰۵).

در تولید صنعتی فرآورده‌های انار شامل کنسانتره، آب انار، رب و شربت انار مقادیر قابل توجهی تفاله دانه انار به صورت ضایعات باقی می‌ماند که شامل هسته، پریکارپ و مقدار اندکی پوست می‌باشد. این خوراک حاوی ٦ تا ۱۹ درصد چربی و ۱۰ تا ۱۳ درصد پروتئین خام (بر اساس ماده خشک) است و می‌تواند جایگزین بخشی از دانه غلات در جیره نشخوارکنندگان شود. مدرسی و همکاران (۱۳۸۹) گزارش نمودند جایگزینی ٦ و ۱۲ درصد از دانه غلات جیره بزها با تفاله دانه انار سبب افزایش ۸ و ۱۵ درصدی غلظت چربی شیر شد. طاهر-مداح و همکاران (۲۰۱۲) نشان دادند که سیلو کردن دانه انار باعث افزایش تولید گاز در تمامی زمان‌ها شد و اختلاف معنی‌دار آماری بین بخش کند تجزیه در دانه انار خشک و سیلو شده وجود نداشت اما بخش سریع تجزیه، قابلیت هضم و ثابت نرخ تولید گاز در دانه انار سیلو شده بطور معنی‌داری افزایش یافت.

علاوه بر این، تفاله دانه انار حاوی ترکیبات پلی فنولی نظیر اسید الاژیک و پونیکالاژین است که خاصیت آنتی-اکسیدانی دارند (سیرام وهمکاران ۲۰۰٦ و صادقی و همکاران ۲۰۰۹). تانن‌ها نیز که به عنوان پلی‌فنول‌های محلول در آب شناخته می‌شوند از جمله‌ی ترکیبات فنولی موجود در تفاله دانه انار هستند که جزو ترکیبات ضد تغذیه‌ای موجود در این ماده خوراکی طبقه‌بندی می-شوند. بنابر توضیحات فوق تفاله دانه انار خوراکی است که ضمن دارا بودن مقادیر قابل توجهی چربی و پروتئین، حاوی برخی ترکیبات فنلی است که از طرفی خاصیت آنتی‌اکسیدانی دارند و از طرف دیگر برخی از این ترکیبات نظیر تانن‌ها می‌توانند اثرات ضدتغذیه‌ای داشته باشند. برای تبدیل این محصول فرعی به ترکیبی با ارزش غذایی بالاتر در جیره نشخوارکنندگان به نظر می‌رسد روش‌های مختلف عمل آوری فیزیکی نظیر پرتوتابی می‌تواند مؤثر باشد. گزارشاتی مبنی بر کاهش تانن کل در مواد خوراکی در اثر پرتوتابی با اشعه گاما وجود دارد (استانجر ۲۰۰۵ و ال-نیلی ۲۰۰۷) اما تاثیر پرتوتابی الکترونی بر غلظت ترکیبات فنولی مواد خوراکی به ویژه آنهایی که خاصیت آنتی اکسیدانی دارند کمتر مطالعه شده است. لذا هدف از تحقیق حاضر بررسی تغییر در غلظت انواع ترکیبات فنلی موجود در تفاله دانه انار (شامل ترکیبات مفید و مضر) و همچنین فراسنجه‌های تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای و قابلیت هضم شکمبه‌ای و پس از شکمبه‌ای ماده خشک آن در اثر پرتوتابی الکترونی بود.

مواد و روش‌ها

تفاله دانه انار مورد استفاده در این تحقیق از بقایای کارخانه کنسانتره انار شرکت انارین فردوس تهیه شد. در این کارخانه ابتدا انار پوست گیری شده و سپس آبگیری می‌شود و بقایای حاصله پس از آبگیری که شامل دانه و مقداری پوسته داخلی است به صورت تازه به فروش می‌رسد. انار آبگیری شده مخلوطی از ارقام

انار یزد بود که در اواخر پاییز ۱۳۸۹ برداشت شده بود. برای تهیه تفاله پرتوتابی شده ابتدا تفاله تازه (حاوی ٤٧/٥ درصد ماده خشک) در دمای ٦٠ درجه سانتی‌گراد به مدت ٤٨ ساعت در آون (آون Bender مدل VD23، آلمان) خشک شد و سپس تفاله‌ی خشک در دوزهای ١٠، ١٥ و ٢٠ کیلوگری با اشعه بیم الکترونی در مرکز پرتوفرآیند یزد مورد پرتوتابی قرار گرفت. نمونه‌ها (با ٤ تکرار) به لحاظ ماده خشک، پروتئین خام (کلدال Gerhardt مدلVap50/OT، آلمان)، چربی خام (سوکسله Gerhardt مدلSE460، آلمان)، خاکستر (کوره الکتریکی LENTON مدل EF11/88، انگلستان)، کلسیم، سدیم، کلر، پتاسیم (اتوآنالایزر مواد معدنی AUDICOM مدل AC9801، چین)، فسفر (اسپکتروفتومتر SECOMAM مدل XE2، فرانسه)، طبق روش‌های پیشنهادی AOAC (١٩٩٨)، فیبر نامحلول در شوینده خنثی و اسیدی به روش ون‌سوست و همکاران (١٩٩١) اندازه‌گیری شد که برای محلول شوینده خنثی از سدیم لوریل سولفات، سدیم بورات دکاهیدرات، سدیم هیدروژن فسفات، EDTA و اتوکسی اتانول همراه با آمیلاز مقاوم به حرارت و محلول شوینده اسیدی اسید سولفوریک و استیل تری متیل آمونیوم بروماید استفاده شد و پس از کسر مقدار خاکستر نمونه‌ها، تعیین گردید. کربوهیدرات‌های محلول در آب نیز به روش دوبیس و همکاران (١٩٥٦) تعیین شد. برای تعیین میزان کل ترکیبات فنولی، کل ترکیبات فنولی غیر تانن و تانن متراکم، یک گرم تفاله خشک آسیاب شده برای تهیه عصاره استونی استفاده شد و با ٩ میلی لیتر استون ٧٠٪ مخلوط گردید و با سرعت ٦٠٠٠ دور در دقیقه به مدت ١٠ دقیقه سانتریفیوژ (سانتریفیوژ Hettich مدل EBA20، آلمان) شد و با استفاده از معرف فولین فنل شیکالتو و اسپکتروفتومتر میزان کل ترکیبات فنولی و کل ترکیبات فنولی غیر تانن اندازه گیری شد و از کسر آنها میزان کل تانن بدست آمد (ماکار ٢٠٠٠) و میزان تانن متراکم با استفاده از دی پلیمریزاسیون اکسیداتیو HCL-Butanol در حضور آهن بر اساس معادل لوکوسیانیدین (پورتر و همکاران، ١٩٨٦) تعیین شد. کل تانن‌های قابل هیدرولیز هم از اختلاف میزان کل تانن و تانن متراکم محاسبه شد (بارمن و همکاران ٢٠٠٨). برای تعین میزان اسید گالیک، اسید تانیک، اسید الاژیک، پونیکالین و پونیکالاژین‌های A وB (اجزای تانن‌های قابل هیدرولیز) یک گرم تفاله خشک آسیاب شده برای تهیه عصاره متانولی ٨٠٪ استفاده شد و با سرعت ٦٠٠٠ دور در دقیقه به مدت ١٠ دقیقه سانتریفیوژ شد. سپس متانول باقی مانده توسط جریان گاز نیتروژن استخراج و بلافاصله نمونه‌ها به فریزر منتقل و تا اندازه‌گیری ترکیبات فنلی در دمای ٢٥- درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. سپس برای اندازه‌گیری ترکیبات فنلی، نمونه‌ها در دمای اتاق ذوب و محلول مورد نظر به دستگاه HPLC (Yang Lin مدل system YL9100، کره جنوبی) تزریق شد و در طول موج ٢٨٠ نانومتر قرائت گردید، که بدین منظور از دتکتور UV/VIS 9120 و ستونTeknokroma, 5µm 25µm×0.46µm استفاده شد (گیل و همکاران، ٢٠٠٠). ابتدا بافر A (آب، متانول، اسید پیروفسفات) برای فاز متحرک و سپس بافر B (متانول، آب) برای فاز ثابت تهیه و سرعت جریان آنها با شیب‌های مشخص تعیین گردید. سپس استانداردهای مورد نظر با غلظت ٠/٠١ درصد تزریق، نمودار هریک ترسیم و بر اساس پیک‌های به دست آمده، غلظت ترکیبات مختلف فنلی تعیین گردید.

برای تعیین فراسنجه‌های تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای ماده خشک از دو رأس تلیسه هلشتاین (٢٠±٤٠٠ کیلوگرم) مجهز به فیستولای شکمبه‌ای استفاده شد. هر یک از دام-ها از یک هفته قبل با جیره نگهداری حاوی ١/٨ کیلوگرم یونجه خشک، ١/٨ کیلوگرم کنسانتره (متشکل از ٣٥ درصد دانه جو، ١٨ درصد دانه ذرت، ١٠ درصد کنجاله سویا، ١٥ درصد کنجاله کلزا، ١١/٥ درصد سبوس گندم،

۷ درصد ملاس، ۱ درصد مکمل معدنی- ویتامینی[1]، ۲ درصد پودر صدف و ۰/۵ درصد نمک)، ۰/۵ کیلوگرم ذرت سیلویی و ۱/۸ کیلوگرم کاه گندم (بر حسب ماده خشک) در سطح نگهداری (NRC ۲۰۰۱) به صورت جیره کاملاً مخلوط در ۲ نوبت صبح و عصر تغذیه شدند. برای اندازه‌گیری تجزیه‌پذیری ماده خشک از کیسه‌های پلی‌استر با اندازه منافذ ۵۰ میکرومتر، به ابعاد ۱۶×۱۰ سانتیمتر استفاده شد. درون هر کیسه ۵ گرم نمونه ریخته و کیسه‌ها به مدت ۲، ٤، ۸، ۱٦، ۲٤، ٤۸، ۷۲ و ۹٦ ساعت در شکمبه قرار داده شدند. برای هر زمان انکوباسیون ٤ کیسه در هر دام در نظر گرفته شد. انکوباسیون کیسه‌ها قبل از خوراک‌دهی صبح و در یک ساعت معین انجام شد (نوزیر و میکائلت-دورآ ۲۰۰۰). کیسه‌های مربوط به زمان صفر در شکمبه قرار داده نشدند و تنها در آب سرد تا زمان خروج آب زلال از کیسه‌ها شسته شدند. تمام کیسه‌ها پس از خروج از شکمبه با آب سرد شستشو و خشک شدند و میزان ناپدیدشدن ماده خشک نمونه‌ها در ساعات مختلف انکوباسیون شکمبه‌ای با توجه به اختلاف مقدار ماده خشک نمونه‌ها قبل و بعد از انکوباسیون محاسبه گردید. برای تعیین فراسنجه‌های تجزیه پذیری شکمبه‌ای ماده خشک از معادله پیشنهادی ارسکوف و مکدونالد (۱۹۷۹) استفاده شد و برازش داده‌ها با استفاده از رویه NLIN نرم افزار آماری SAS (۲۰۰۲) انجام شد:

$$P = a + b\,(1 - e^{-ct})$$

که در این معادله:

P= مقدار ناپدید شدن در زمان t، a= بخش سریع تجزیه، b= بخش کند تجزیه، c= ثابت نرخ تجزیه پذیری و t= زمان انکوباسیون در شکمبه (ساعت) است.

تجزیه پذیری موثر شکمبه‌ای نمونه‌ها با استفاده از معادله $ED = a + \{(b \times c)/(c + k)\}$ و با در نظر گرفتن نرخ عبور ۰/۰۲، ۰/۰٤ و ۰/۰٦ در ساعت محاسبه شد. اجزای این معادله عبارتند از:

ED= تجزیه پذیری موثر، a= بخش سریع تجزیه، b= بخش کند تجزیه، c= ثابت نرخ تجزیه پذیری و k= نرخ عبور مواد از شکمبه.

برای تعیین قابلیت هضم شکمبه‌ای ماده خشک به روش درون کیسه‌ای، کیسه‌های حاوی نمونه به مدت ۱٦ ساعت در شکمبه دو راس تلیسه انکوباسیون شدند. پس از شستن، کیسه‌ها به مدت ٤۸ ساعت در آون (٦۰ درجه سانتیگراد) خشک شدند و قابلیت هضم شکمبه‌ای ماده خشک برای هر نمونه از اختلاف وزن نمونه‌ها قبل و بعد از انکوباسیون محاسبه گردید. برای تعیین قابلیت هضم پس از شکمبه‌ای ماده خشک ۱ گرم از باقیمانده مواد خوراکی که به مدت ۱٦ ساعت در شکمبه انکوباسیون شده بودند، در داخل کیسه‌های پلی‌استر به ابعاد ۱۰× ۵ سانتیمتر و با اندازه منافذ ۵۰ میکرومتر ریخته شد. داخل هر بطری دو لیتری دستگاه شبیه ساز هضم[2] حدود یک لیتر محلول پپسین- اسیدکلریدریک ریخته شد و به مدت نیم ساعت در دمای ۳۹ درجه سانتیگراد قرار داده شد تا دمای محلول و دستگاه یکسان شود. سپس کیسه‌ها داخل بطری‌ها قرار داده شده (۱۵ کیسه در هر بطری) و به مدت یک ساعت داخل دستگاه با دمای ۳۹ درجه سانتیگراد گذاشته شد. بعد از اتمام کار، کیسه‌ها با آب شسته شد تا آب زلال از آنها خارج گردید. با محلول پانکراتین نیز به مدت ۲٤ ساعت هضم انجام شد و پس از شستشو، کیسه‌ها در آون (به مدت ٤۸ ساعت در دمای ٦۰ درجه سانتیگراد) خشک شده و قابلیت هضم پس از شکمبه‌ای ماده خشک آنها اندازه‌گیری شد (کلسامیگلیا و استرن ۱۹۹۵).

قابلیت هضم در کل دستگاه گوارش نیز از فرمول ذیل محاسبه گردید:

[1] اجزای تشکیل‌دهنده: کلسیم ۱٤۰، فسفر ۷۰، منیزیم ۲۰، سدیم ۷۰، آهن ۲/٤، کبالت ۰/۱، سلنیوم ۰/۰۰۰۱، منگنز ۲/٦، مس ۰/۲٤ (بر حسب گرم بر کیلوگرم) و ویتامین A ٤۰۰۰۰۰، ویتامین D_3 و ویتامین E ۱۰۰۰۰۰ (بر حسب واحد بین‌المللی)

[2] Daizy

قابلیت هضم پس از شکمبه‌ای ماده خشک هضم نشده در شکمبه + قابلیت هضم شکمبه‌ای ماده خشک = قابلیت هضم در کل دستگاه گوارش

مقایسه بین تیمارها از طریق طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار صورت گرفت و داده‌های جمع آوری شده با نرم افزار آماری SAS (۲۰۰۲) با رویه GLM تجزیه آماری شدند. مدل آماری طرح به شکل ذیل بود:

$$Yijk = \mu + Ti + eijk$$

که در آن μ: میانگین کل، Ti: اثر تیمار و eijk: اثر خطای آزمایشی می‌باشد. مقایسات میانگین‌ها با استفاده از آزمون توکی کرامر انجام شد.

نتایج و بحث

ترکیب شیمیایی

ترکیب شیمیایی تفاله دانه انار پرتوتابی نشده و پرتوتابی شده با دوزهای مختلف در جدول ۱ نشان داده شده است. به لحاظ مقدار چربی خام، فیبر نامحلول در شوینده خنثی و اسیدی، خاکستر خام، کلسیم، فسفر، کلر، سدیم و پتاسیم بین تیمارهای آزمایشی اختلاف معنی‌دار آماری وجود نداشت ولی به لحاظ میزان پروتئین خام و کربوهیدرات‌های محلول در آب بین تیمارهای آزمایشی اختلاف معنی‌دار آماری مشاهده شد. علت کاهش میزان پروتئین خام در پرتوتابی با دوز ۱۰ کیلوگری مشخص نیست. در خصوص کاهش کربوهیدرات‌های محلول در آب در اثر پرتوتابی، مایتی و همکاران (۲۰۰۹) نیز نتایج مشابهی گزارش کردند. آنها در تحقیقات خود نشان دادند با افزایش دوز پرتو گاما میزان کربوهیدرات‌های محلول در آب دانه‌های حاوی نشاسته کاهش یافت که علت آن را به تغییرات ایجاد شده در ساختمان بیوشیمیایی آن و ایجاد پیوندهای گلیکوزیدی بین مولکول‌های دی ساکارید و الیگوساکاریدی و ایجاد مولکول‌های بزرگ پلی ساکاریدی طی فرآیند پرتوتابی مربوط دانستند. بنابراین احتمالا می‌توان علت کاهش میزان کربوهیدرات‌های محلول را انباشتگی و تراکم آنها در اثر پرتوتابی دانست.

جدول ۱- ترکیب شیمیایی تفاله دانه انار پرتوتابی نشده و پرتوتابی شده با دوزهای مختلف (درصد ماده خشک)

ترکیب شیمیایی	تیمارها*				اشتباه معیارمیانگین	سطح معنی داری
	۱	۲	۳	٤		
پروتئین خام	۱۲/۲۱^{ab}	۱۲/۰۹^{b}	۱۳/۱۰^{a}	۱۳/۱۳^{a}	۰/۲۸	۰/۰٤
چربی خام	۱۱/٦	۱۲/۳٤	۱۲/٦۲	۱۲/۸۷	۰/۸	۰/۳٦
فیبر نامحلول در شوینده خنثی	٤۹/۹٦	٤۹/٤٦	٤٦/۰۳	۵۰/۳۸	۱/۸۲	۰/۳٦
فیبر نامحلول در شوینده اسیدی	۳۲/۷٦	۳٤/۸٦	۳٤/٦۸	۳۵/۲۵	۰/۷٦	۰/۱۳
کربوهیدرات‌های محلول در آب	٤/۰۷^{a}	۲/۳۵^{b}	۱/۰۳^{b}	۲/٦٤^{b}	۰/۱۳	<۰/۰۰۰۱
خاکستر	۲/۸٦	۲/۱۳	۲/۰۲	۲/۲۰	۰/۲۷	۰/۱۰
کلسیم	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/٤۸
فسفر	۰/۰۲۷	۰/۰۳۰	۰/۰۲٦	۰/۰۳۰	۰/۰۰۲	۰/۱۸
کلر	۰/٦۹	۰/۷۵	۰/٤۵	۰/۵۳	۰/۱۵۵	۰/۵۱
سدیم	۰/٤۱	۰/٦۵	۰/٦۱	۰/٦۰	۰/۰۵٤	۰/٤۹
پتاسیم	۰/۰۰٦	۰/۰۰٦	۰/۰۰٦	۰/۰۰۷	۰/۰۰٤٤	۰/٦۹

*تیمار ۱: تفاله دانه انار خشک، تیمار ۲: تفاله دانه انار پرتوتابی شده با دوز ۱۰ کیلوگری، تیمار ۳: تفاله دانه انار پرتوتابی شده با دوز ۱۵ کیلوگری و تیمار ٤: تفاله دانه انار پرتوتابی شده با دوز ۲۰ کیلوگری.

حروف غیر مشابه در هر ردیف نشانه معنی دار بودن اختلاف بین میانگین هاست.

برخی محققین نیز نشان دادند در اثر پرتوتابی میزان کربوهیدرات‌های محلول در آب دانه‌های بابونه (ناسار و همکاران ۲۰۰٤) و ساقه افتابگردان (عمر و همکاران ۱۹۹۸) افزایش یافت. حیدری و همکاران (۲۰۱۲) گزارش کردند پرتوتابی علوفه ارزن در میزان کربوهیدرات‌های محلول آن تأثیر نداشت. پرتوتابی اشعه گاما در دوزهای ۲۰ و ۲۵ کیلوگری نیز میزان کربوهیدرات‌های محلول دارچین را تغییر نداد (کیتازورا و همکاران ۲۰۰٤).

غلظت ترکیبات پلی فنلی

غلظت ترکیبات فنلی تفاله دانه انار پرتوتابی نشده و پرتوتابی شده با دوزهای مختلف در جدول ۲ ارایه شده است. به لحاظ میزان کل ترکیبات فنلی، میزان کل تانن، تانن‌های قابل هیدرولیز، اسید گالیک، اسید تانیک و اسید الاژیک و پونیکالین و پونیکالاژین B بین تیمارهای آزمایشی اختلافات معنی‌دار آماری وجود داشت ولی به لحاظ میزان تانن متراکم و پونیکالاژین A اختلاف معنی‌دار آماری بین تیمارها مشاهده نشد. کل ترکیبات فنلی تفاله دانه انار در اثر پرتوتابی با بیم الکترونی کاهش یافت و در دوز ۲۰ کیلوگری کمترین مقدار را دارا بود. مطابق با نتایج تحقیق حاضر، بهگر و همکاران (۲۰۱۱) نشان دادند که پرتوتابی با اشعه گاما در دوزهای ۱۰ و ۲۰ کیلوگری میزان کل ترکیبات فنلی را در پوست پسته کاهش داد که علت آن به تغییر در ترکیبات سلولی و شکستن پیوندها یا ترکیبات فنلی نامحلول (مانند هگزاهیدروکسی دی فنولیک اسید (اسید الاژیک) و مشتقات کوتاه زنجیر آن) ربط داده شد. پرتوتابی دانه باقلای کاریوکا[1] و باقلای ماکاکار[2] با اشعه گاما در دوز ۱۰ کیلوگری (ویلاوی سنسیو و همکاران ۲۰۰۰) و دانه سویا در دوزهای ۲ و ٤ کیلوگری (دی تولدو و همکاران ۲۰۰۷) و کلم چینی در دوز ۱ کیلوگری (اهن و همکاران ۲۰۰۵) میزان کل ترکیبات فنلی را بطور معنی‌داری کاهش داد. آدوما و همکاران (۲۰۰٤) بیان کردند فرآیند پرتوتابی پیوندهای شیمیایی داخل پلی‌فنل‌ها را شکسته و فنول‌های محلول با وزن مولکولی کم را آزاد می‌کند. مقدار کل تانن تفاله دانه انار نیز تحت تأثیر بیم الکترونی کاهش یافت اما دوز پرتوتابی در کاهش آن مؤثر نبود و می‌توان نتیجه گرفت که پرتوتابی با دوز ۱۰ کیلوگری به قدر کافی برای شکستن و حذف تانن‌های تفاله دانه انار مناسب بوده و نیازی به دوزهای بالاتر نیست. مطابق با نتایج تحقیق حاضر، ال- نیلی (۲۰۰۷) گزارش نمود پرتوتابی با اشعه گاما در دوزهای ۵، ۷/۵ و ۱۰ کیلوگری میزان کل تانن را در دانه‌های لگوم بطور معنی‌داری کاهش داد. نتایج این محقق نشان داد که با ۱۰ کیلوگری از اشعه گاما میزان کل تانن دانه‌های نخود فرنگی، نخود، عدس، لوبیا و خلر به ترتیب ۲۷/۸، ۲۲/۹، ۲۱/۷، ۲۵ و ۲۸/۱ درصد کاهش یافت. همچنین بهگر و همکاران (۲۰۱۱) نشان دادند که پرتوتابی با اشعه گاما در دوزهای ۱۰ و ۲۰ کیلو گری میزان کل تانن را در پوست پسته کاهش داد. پرتوتابی دانه ارزن با اشعه گاما با دوز ۲ کیلوگری بر میزان کل تانن آن تأثیر نداشت اما پرتوتابی با دوزهای بالاتر از ۱۰ کیلوگری کل تانن دانه ارزن را بطور معنی داری کاهش داد (الشازالی و همکاران ۲۰۱۱). پرتوتابی با اشعه گاما در دوزهای ۷ و ۱۰ کیلوگری میزان کل تانن دانه سویا (استاجنر و همکاران ۲۰۰۸) و سورگوم شهلا (ابوتاربوش ۱۹۹۸) را بطور معنی داری کاهش داد. از آنجا که مقدار تانن متراکم در تفاله دانه انار پایین است، پرتوتابی تاثیری بر غلظت این نوع تانن نداشت. از بین تانن‌های قابل هیدرولیز موجود در تفاله دانه انار اسید گالیک، اسید تانیک، پونیکالین، اسید الاژیک و پونیکالاژین‌های A و B از غلظت بیشتری برخوردارند. از بین این ترکیبات سه ترکیب اول بسرعت در شکمبه تجزیه شده و به ترکیبات سمی تبدیل می‌شوند که برای میکروارگانیسم‌های شکمبه و یا حیوان میزبان سمی هستند در حالی که سه

[1] *Carioca*
[2] *Macacar*

ترکیب بعدی حدود ۷۵ درصد خاصیت آنتی اکسیدانی تفاله دانه انار را تشکیل می‌دهند و حفظ آنها در خوراک مورد نظر است. میزان اسید گالیک تفاله دانه انار در اثر بیم الکترونی کاهش یافت اما دوز پرتوتابی در میزان این کاهش مؤثر نبود. میزان اسید تانیک تفاله دانه انار تنها با پرتوتابی در دوز ۲۰ کیلوگری کاهش یافت زیرا اسید تانیک مولکولی نسبتاً بزرگ با وزن مولکولی بالا بوده (پلوملی و همکاران ۱۹۹۸) و احتمالاً در دوزهای پایین‌تر شکسته نمی‌شود. تحقیقات نشان داده که اسید تانیک در غلظت‌های بیش از ۰/۱ درصد ماده خشک جیره، رشد باکتری‌های تجزیه کننده سلولز و همی-سلولز را مختل کرده و تجزیه فیبر را در شکمبه کاهش می‌دهد (ازکوز و همکاران ۲۰۱۱) بنابراین غلظت‌های بالای آن در جیره نشخوارکنندگان مضر است و می-بایست از جیره حذف گردد. تاننازهای میکروبی موجود در شکمبه موجب هیدرولیز استرهای گالویل مانند اسید تانیک و دیمر پونیکالین و تبدیل آنها به اسید گالیک می شوند. اسید گالیک توسط میکروب‌ها به پیروگالول و دیگر فنول‌های با وزن مولکولی پایین متابولیزه شده و از شکمبه جذب می‌شوند. بنابراین غلظت بالای این دسته از تانن‌های قابل هیدرولیز جیره باعث مسمومیت و اختلالات کبد و کلیه می‌شود (موردیاتی و همکاران ۱۹۹۶). در تحقیق حاضر پرتوتابی با بیم الکترونی در دوزهای ۱۵ و ۲۰ کیلوگری بیشترین تأثیر را بر کاهش این ترکیبات داشت. بنابراین با استفاده از این روش عمل آوری و کاهش مقدار اسید گالیک و اسید تانیک در خوراک، می‌توان قابلیت استفاده از خوراک‌های حاوی تانن را افزایش داد. میزان پونیکالین تفاله دانه انار نیز تحت تأثیر بیم الکترونی در دوزهای ۱۵ و ۲۰ کیلوگری کاهش یافت. مقدار اسید الاژیک نیز در اثر پرتوتابی کاهش یافت اما دوز پرتوتابی در کاهش آن مؤثر نبود.

جدول ۲- غلظت ترکیبات فنلی تفاله دانه انار پرتوتابی نشده و پرتوتابی شده با دوزهای مختلف (درصد ماده خشک)

ترکیب فنلی	تیمارها*				اشتباه معیارمیانگین	سطح معنی داری
	۱	۲	۳	٤		
کل ترکیبات فنلی	۳/۹۲^{a}	۲/۵۲^{b}	۲/۳۷^{b}	۱/۸٦^{c}	۰/۱۲	<۰/۰۰۰۱
کل تانن	۲/۹۵^{a}	۱/٤۱^{b}	٤۷۱^{b}	۱/۰۷^{b}	۰/۱۵	۰/۰۰۱۳
تانن متراکم	۰/۱۱	۰/۱۱	۰/۱۱	۰/۱۰	۰/۰۰٦	۰/۳۲
تانن‌های قابل هیدرولیز	۲/۸٤^{a}	۱/۳^{b}	۱/۳٦^{b}	۰/۹۷^{b}	۰/۱٤	۰/۰۰۱۳
اسید گالیک	۰/۳۵^{a}	۰/۲۸^{b}	۰/۲۵^{b}	۰/۲۷^{b}	۰/۰۱	۰/۰۰۹
اسید تانیک	۰/۲٤^{ab}	۰/۳۱^{a}	۰/۱٦^{b}	۰/۱۱^{b}	۰/۰۳	۰/۰٤
پونیکالین	۰/۱۳^{a}	۰/۰۳^{a}	۰/۰۱^{b}	۰/۰۱^{b}	۰/۰۱۸	۰/۰٤٦
اسید الاژیک	۱/٦۰^{a}	۰/٤۵^{b}	۰/۵۳^{b}	۰/۳۳^{b}	۰/۰۹	۰/۰۰۲
پونیکالاژین A	۰/۱۳	۰/۰۹	۰/۱۱	۰/۰۵	۰/۰۲	۰/۱۲
پونیکالاژین B	۰/۳۹^{a}	۰/۱٤^{b}	۰/۳۰^{a}	۰/۲۰^{b}	۰/۰۳۳	۰/۰۲

*تیمار ۱: تفاله دانه انار خشک، تیمار ۲: تفاله دانه انار پرتوتابی شده با دوز ۱۰ کیلوگری، تیمار ۳: تفاله دانه انار پرتوتابی شده با دوز ۱۵ کیلوگری و تیمار ٤: تفاله دانه انار پرتوتابی شده با دوز ۲۰ کیلوگری.

حروف غیر مشابه در هر ردیف نشانه معنی دار بودن اختلاف بین میانگین هاست.

از آنجایی که این نوع تانن قابل هیدرولیز دارای خواص آنتی اکسیدانی است کاهش غلظت آن در اثر پرتوتابی مطلوب نیست. احتمالا مولکول‌های کوچک فنولی مانند اسید گالیک و اسید الاژیک در تمامی دوزهای پرتوتابی حذف می‌شوند ولی مولکول‌های بزرگ مانند اسید تانیک و پونیکالین تنها در دوزهای بالا شکسته شده و کاهش

می‌یابند. عدم کاهش چشمگیر میزان پونیکالاژین‌های تفاله دانه انار در اثر پرتوتابی با دوز ۱۵ کیلوگری از نتایج جالب توجه تحقیق حاضر محسوب می‌شود زیرا ضمن کاهش مقدار تمامی ترکیبات فنلی موجود در تفاله دانه انار سبب حفظ میزان پونیکالاژین آن گردید. این مولکول‌های بزرگ فنولی دارای فعالیت آنتی‌اکسیدانی قوی بوده که بر سلامت دام‌ها تأثیر بسزایی دارند. لذا با توجه به نتایج حاصله می‌توان گفت بهترین دوز پرتوتابی برای تفاله دانه انار ۱۵ کیلوگری بود.

فراسنجه های تجزیه پذیری شکمبه ای و قابلیت هضم شکمبه‌ای، پس از شکمبه‌ای و کل دستگاه گوارشی ماده خشک

فراسنجه های تجزیه پذیری شکمبه ای و قابلیت هضم شکمبه‌ای، پس از شکمبه‌ای و کل دستگاه گوارشی ماده خشک تفاله دانه انار پرتوتابی شده با دوزهای مختلف در جدول ۳ نشان داده شده است. به لحاظ بخش کند تجزیه، تجزیه‌پذیری مؤثر در نرخ عبورهای ۰/۰۲، ۰/۰٤ و ۰/۰٦ در ساعت و قابلیت هضم پس از شکمبه‌ای اختلاف معنی‌دار آماری بین تیمارها وجود داشت در حالی که به لحاظ بخش سریع تجزیه، ثابت نرخ تجزیه، قابلیت هضم شکمبه‌ای و قابلیت هضم ماده خشک در کل دستگاه گوارش اختلاف معنی‌دار آماری بین تیمارها مشاهده نشد. بخش کند تجزیه ماده خشک تفاله دانه انار در اثر پرتوتابی با بیم الکترونی در دوز ۱۵ کیلوگری نسبت به سایر تیمارها افزیش یافت. احتمالا دوزهای کمتر از ۱۵ کیلوگری روی پیوندهای بین تانن و سایر ماکرو مولکول‌ها تأثیر نداشته است در حالی که پرتوتابی در دوزهای بالاتر باعث کاهش حلالیت پروتئین و بخش سریع تجزیه و افزایش بخش کندتجزیه پروتئین می‌گردد زیرا پروتئین در اثر پرتوتابی دناتوره شده و ساختمان آن متراکم می‌گردد (تقی نژاد و همکاران a,b۲۰۰۹). تقی نژاد و همکاران (۲۰۰۹b) گزارش کردند که در کنجاله کانولای پرتوتابی شده با اشعه گاما بخش سریع تجزیه در اثر پرتوتابی کاهش یافت اما بخش کند تجزیه افزایش یافت هرچند این افزایش از لحاظ آماری معنی‌دار نبود. این محققین همچنین نیز نشان دادند پرتوتابی دانه سویا در دوزهای ۳۰ و ٤٥ کیلوگری باعث کاهش معنی دار بخش سریع تجزیه و افزایش بخش کند تجزیه آن گردید (تقی نژاد و همکاران a۲۰۰۹).

تجزیه‌پذیری مؤثر شکمبه‌ای ماده خشک در نرخ عبورهای ۰/۰۲، ۰/۰٤ و ۰/۰٦ در ساعت در اثر پرتوتابی با بیم الکترونی در دوز ۱۵ کیلوگری بیشترین و در دوزهای ۱۰ و ۲۰ کیلوگری کمترین مقدار را داشت. تقی نژاد و همکاران (۲۰۰۹b) گزارش کردند که در کنجاله کانولای پرتوتابی شده با اشعه گاما تجزیه-پذیری مؤثر شکمبه‌ای در نرخ عبور ۰/۰۲ در ساعت تغییری نکرد ولی در نرخ عبورهای ۰/۰۵ و ۰/۰۸ در ساعت با افزایش دوز پرتوتابی کاهش یافت. قابلیت هضم شکمبه‌ای ماده خشک تفاله دانه انار در اثر پرتوتابی تغییر معنی داری نکرد ولی قابلیت هضم پس از شکمبه‌ای ماده خشک با افزایش دوز پرتوتابی کاهش یافت که می‌تواند به دلیل کاهش غلظت کل تانن تفاله تحت تأثیر پرتوتابی باشد که سبب می‌شود ماده خشک بیشتری در شکمبه هضم شود و ماده خشک کمتری در بخش پس از شکمبه‌ای برای هضم موجود باشد. قابلیت هضم ماده خشک در کل دستگاه گوارش نیز تحت تاثیر پرتوتابی قرار نگرفت.

جدول ۳- فراسنجه های تجزیه پذیری شکمبه‌ای، تجزیه‌پذیری مؤثر شکمبه‌ای و قابلیت هضم شکمبه‌ای، پس از شکمبه‌ای و کل دستگاه گوارشی ماده خشک تفاله دانه انار پرتوتابی نشده و پرتوتابی شده با دوزهای مختلف (درصد ماده خشک)

فراسنجه	تیمارها*				اشتباه	سطح معنی
	۱	۲	۳	٤	معیارمیانگین	داری
بخش سریع تجزیه (a)	۰/۳۰	۰/۲۸	۰/۲۵	۰/۲۷	۰/۰۲	۰/٤٤
بخش کند تجزیه (b)	۰/۲۹ ^{b}	۰/۲۹^{b}	۰/٤۰ ^{a}	۰/۲۸ ^{b}	۰/۰۲	۰/۰۰۹
ثابت نرخ تجزیه (c، در ساعت)	۰/۱۰	۰/۰۸	۰/۰۹	۰/۱۱	۰/۰۲۵	۰/۸۱
تجزیه پذیری موثر در نرخ عبور ۰/۰۲	۰/٥٤^{ba}	۰/٥۱^{b}	۰/٥۹^{a}	۰/٥۰^{b}	۰/۰۱٤	۰/۲۰
تجزیه پذیری موثر در نرخ عبور ۰/۰٤	۰/٥۰^{ab}	۰/٤۷^{b}	۰/٥۳^{a}	۰/٤۷^{b}	۰/۰۱۳	۰/۰۳
تجزیه پذیری موثر در نرخ عبور ۰/۰٦	۰/٤۸^{a}	۰/٤٤^{b}	۰/٤۹^{a}	۰/٤٤^{b}	۰/۰۱۲	۰/۰٤۹
قابلیت هضم شکمبه‌ای (درصد ماده خشک)	۳۹/۸۲	٤۳/۷۸	٥۱/۰٤	٤٤/۷٦	٦/۸٤٤	۰/۷۱
قابلیت هضم پس از شکمبه‌ای ماده خشک هضم نشده در شکمبه (درصد ماده خشک)	۲٦/۳۷^{a}	۱۰/۷٦^{b}	۱۳/۰۱^{b}	۲۰/۳۲^{c}	۱/٥۷۳	۰/۰۰۰٤
قابلیت هضم در کل دستگاه گوارش (درصد ماده خشک)	٥٥/٦۹	٤۹/۸۷	٥۷/٤۱	٥٥/۹٦	٦/۳۳۷	۰/۸۷

*تیمار ۱: تفاله دانه انار خشک، تیمار ۲: تفاله دانه انار پرتوتابی شده با دوز ۱۰ کیلوگری، تیمار ۳: تفاله دانه انار پرتوتابی شده با دوز ۱۵ کیلوگری و تیمار ٤: تفاله دانه انار پرتوتابی شده با دوز ۲۰ کیلوگری.

حروف غیر مشابه در هر ردیف نشانه معنی دار بودن اختلاف بین میانگین هاست.

نتیجه‌گیری

پرتوتابی موجب کاهش میزان ترکیبات فنلی و تانن کل تفاله دانه انار گردید که این کاهش می‌تواند موجب افزایش خوشخوراکی و بهبود مصرف خوراک توسط حیوان شود که البته این موضوع باید از طریق آزمایشات درون تنی تایید شود. کاهش میزان تانن‌های قابل هیدرولیز در اثر پرتوتابی به ویژه در دوز ۱۵ کیلوگری به نحوی بود که اجزای مضر این تانن‌ها (نظیر اسید گالیک و اسید تانیک) کاهش یافتند و اجزای مفید (با خاصیت آنتی اکسیدانی نظیر پونیکالاژین‌های A و B) تحت تاثیر قرار نگرفتند که این نیز می‌تواند بهبود سلامت دام را به دنبال داشته باشد. بر اساس نتایج این تحقیق توصیه می‌شود تاثیر تفاله دانه انار پرتوتابی شده با دوز ۱۵ کیلوگری بر عملکرد دام نیز بررسی شود.

منابع مورد استفاده

علی بخشی الف، نیکخواه ع، شورنگ پ و زارعی الف، ۱۳۸۸. مطالعه اثر پرتوتابی الکترون روی فراسنجه های مختلف تجزیه پذیری پروتئین خام و عوامل ضدتغذیه ای دانه سویا، مجله دانش و پژوهش علوم دامی، جلد ٥، صفحه‌های ۳۲-۲٥.

مدرسی س ج، فتحی نسری م ح، دیانی الف و رشیدی ل، ۱۳۸۹. تاثیر تغذیه با جیره حاوی تفاله دانه انار بر مصرف خوراک، عملکرد و متابولیت های سرم خون بزهای آمیخته خراسان جنوبی، مجله پژوهش های علوم دامی، جلد ۲۰/٤، صفحه‌های ۱۲۳-۱۳۲.

Abbasi H, Rezaei K and Rashidi L, 2008. Extraction of essential oils from the seeds of pomegranate using organic solvents and supercritical CO_2. Journal of American Oil Chemistry Society 85: 83–89.

Abu-tarboush HM, 1998. Irradiation inactivation of some antinutritional factors in plant seeds. Journal of Agricultural Food and Chemistry 46: 2698-2702.

Adamo M, Capitani D, Mannina L, Cristinzio M, Ragani P, Tata A and Coppola R, 2004. Truffles decontamination treatment by ionizing radiation. Radiation Physics and Chemistry 71: 165-168.

Ahn H, Kim JH, Kim JK, Kim D, Yook H and Byun M, 2005. Combined effects of irradiation and modified atmosphere packaging on minimally processed Chinese cabbage (Brassica rapa L.). Food Chemistry 89: 589-597.

AOAC, 1998. Association of Official Analytical Chemists. Official Methods of Analysis, 15th ed. Washington, DC.

Barman K, Deepak K, Dubey MT, Thirumeignanam D and Rai I, 2008. Tannins estimation. Dairy Cattle Nutrition Division, N.D.R.I., Karnal, India.

Behgar M, Ghasemi S, Naserian A, Borzoie A and Fatollahi H, 2011. Gamma radiation effects on phenolics, antioxidants activity and in vitro digestion of pistachio (Pistachia vera) hull. Radiation Physics and Chemistry 80: 963–967.

Calsamiglia S and Stern M D, 1995. Three-step in vitro procedure for estimating intestinal digestion of protein in ruminants. Journal of Animal Science 73: 1459-1465.

De toledo TCF, Canniatti-Brazaca SG, Arthur V and Piedade SMS, 2007. Effects of gamma radiation on total phenolics, trypsin and tannin inhibitors in soybean grains. Radiation Physics and Chemistry 76: 1653–1656.

Dubis M, Hamilton KA, Rebers PA and Smith F, 1956. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. Analytical Chemistry 28: 350-356.

El-niely HFG, 2007. Effect of radiation processing on antinutrients, in-vitro protein digestibility and protein efficiency ratio bioassay of legume seeds. Radiation Physics and Chemistry 76: 1050–1057.

El-shazali AM, Nahid AA, Salma HA and Elfadil EB, 2011. Effect of radiation process on antinutrients, protein digestibility and sensory quality of pearl millet flour during processing and storage. International Food Research Journal 18: 1401-1407.

Gil MI, Tomas-Barberan FA, Hess-pierce B, Holcroft DM and Kader AA, 2000. Antioxidant activity of pomegranate juice and its relationship with phenolic composition and processing. Journal of Agricultural and Food chemistry 48: 4581-4589.

Heidari H, Jahansooz MR, Hosseini SMB and Chaichi MR, 2012. Alternate furrow irrigation effect on radiation use efficiency and forage quality of Foxtail Millet (Setaria italica). Scholars Research Library Annals of Biological Research 3: 2565-2574.

Kitazurua ER, Moreirac AVB, Mancini-filhoc J, Delince´ed H and Villavicencio ALCH, 2004. Effects of irradiation on natural antioxidants of cinnamon (Cinnamomum zeylanicum N.). Radiation Physics and Chemistry 71: 37–39.

Maity JP, Chakraborty S, Kar S, Panja S, Jean JS, Samal AC, Chakraborty A and Santra SC, 2009. Effects of gamma irradiation on edible seed protein, amino acids and genomic DNA during sterilization. Food Chemistry 114: 1237–1244.

Makkar HPS, 2000. Measurement of total phenolics and tannins using folin-ciocalteu method. In:Makar, HMS (Ed), Quantification of tannins in the foliage. Joint FAO/IAEA division of nuclear techniques in food and agriculture, IAEA, Vienna, Austria, pp. 4-6.

Molina-alcaide E, Martín-garcía AI, Moumen A and Carro MD, 2010. Ruminal fermentation, microbial growth and amino acid flow in single-flow continuous culture fermenters fed a diet containing olive leaves. Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition 94:227-36.

Murdiati TB, McSweeney CS and Lowry J B, 1991. Complexing of toxic hydrolysable tannins of yellow-wood (Terminalia oblongata) and harendong (Clidemia hirta) with reactive substances: An approach to preventing toxicity. Journal of Applied Toxicology 11: 333-338.

Nassar AH, Hashim MF, Hassan NS and Abo-zaid H, 2004. Effect of gamma irradiation and phosphorus on growth and oil production of chamomile (Chamomilla recutita L. Rauschert). International Journal of Agriculture and Biology 6: 776–780.

National Research Council – NRC, 2001. Nutrient Requirements of Dairy Cattle, 7th ed. National Academy Press, Washington, DC, 381 p.

Nishino N, Wada H, Yoshida M and Shiota H, 2004. Microbial counts, fermentation products, and aerobic stability of whole crop corn and a total mixed ration ensiled with and without inoculation of Lactobacillus casei or Lactobacillus buchneri. Journal of Dairy Science 87: 2563–2570.

Nozie`re P and Michalet-Doreau B, 2000. In sacco production methods. In: D'Mello, JPF (ed.) Farm Animal Metabolism and Nutrition. CAB International, Wallingford,UK, pp. 233–253.

Oliveira RA, Narciso CD, Bisinotto RS, Perdomo MC, Ballou MA, Dreher M and Santos JEP, 2010. Effects of feeding polyphenols from pomegranate extract on health, growth, nutrient digestion, and immunocompetence of calves. Journal of Dairy Science 93: 4280–4291.

Omar MS, Yousif DP, Al- Jibouri AJM, Al-rawi MS and Hameed MK, 1993. Effects of gamma rays and sodium chloride on growth and cellular constituents of sunflower (Hellanthus Annuus L.) callus cultures. Journal of Islamic Academy of Sciences 6: 69-72.

Ørskov ER and McDonald IM, 1979. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. Journal of Agricultural Science 92: 499-503.

Ozkose E, Kuloglu R, Comlekcioglu U, Kar B, Akyol I and Ekinci MS, 2011. Effects of tannic acid on the fibrolytic fnzyme activity and survival of some ruminal bacteria. International Journal of Agriculture and Biology 11: 386–390.

Plumlee KH, Johnson B, Galey FD, 1998. Comparison of disease in calves dosed orally with oak or commercial tannic acid. Journal of Veterinary Diagnostic Investigation 10: 263–267.

Porter LJ, Hrstich LN and Chan BG, 1986. The conversion of procyanidins and prodelphinidins to cyanidin and delphinidin. Phytochemistry 25: 223–230.

Roy MK, Ghosh SK and Chatterjee SR, 1991. Gamma irradiation of rice grains. Journal of Animal Feed Science and Technology 28: 337–340.

Sadeghi N, Jannat BJ, Oveisi MR, Hajimahmoodi M and Photovat M, 2009. The antioxidant activity of Iranian pomegranate (punica granatum L.) seed extracts. Journal of Agricultural Science 11: 633-638.

Seeram NP, Zhang Y, Reed JD, Krueger CG and Vaya J, 2006. Pomegranate phytochemicals. CRC Press, Taylor & Francis Group, Boca Raton, FL.

Štajner D, Milošević M and Popović BM, 2007. Irradiation effects on phenolic content, lipid and protein oxidation and scavenger ability of soybean seeds. International Journal of Molecular Sciences 8: 618-627.

Statistical Analysis Systems Institute (SAS), 2002. SAS version 9.1. SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.

Taghinejad M, Nikkhah A, Sadeghi AA, Raisali G and Chamani M, 2009a. Effects of gamma irradiation on chemical composition, antinutritional factors, ruminal degradation and in vitro protein digestibility of full-fat soybean. Asian-Australasian Journal of Animal Science 22: 534–541.

Taghinejad M, Shawrang P, Rezapour A, Sadeghi AA and Ebrahimi SR, 2009b. Changes in anti-nutritional factors, ruminal dgradability and in vitro protein digestibility of gamma irradiated Canola meal. Journal of Animal and Veterinary Advances 8: 1298-1304.

Taher-Maddah M, Maheri-Sis N, Salamatdoustnobar R and Ahmadzadeh A, 2012. Estimating fermentation characteristics and nutritive value of ensiled and dried pomegranate seeds for ruminants using in vitro gas production technique. Open Veterinary Journal 2: 40-45.

Topuz A and Ozdemir F, 2004. Influences of gamma irradiation and storage on the capsaicinoids of sun-dried and dehydrated paprika. Food 86: 509–515.

Van soest PJ, Robertson JB and Lewis BA, 1991. Methods for dietary neutral detergent fiber, and non starch polysaccharides in relation to animal nutrition. Journal of Dairy Science 74: 3583-3597.

Villavicencio ALCH, Mancini-Filho J, Delincee H and Greiner R, 2000. Effect of irradiation on anti-nurients (total phenolics, tannins and phytate) in Brazilian beans. Radiation Physics and Chemistry 57: 289-293.

Effect of Beam electron irradiation on phenolic compound content and ruminal degradability parameters of *pomegranat seed pulp*

F Khosravi [1], M H Fathi Nasari [2*], H Farhangfar [2] and J Modarresi [3]

Received: September 06, 2012 Accepted: January 26, 2014
[1]MSc Student, Department of Animal Science, University of Birjand, Birjand, Iran
[2]Associate professor, Department of Animal Science, University of Birjand, Birjand, Iran
[3]Former M.Sc. Student, Department of Animal Science, University of Birjand, Birjand, Iran
[*]Corresponding author: Email: hfathi@birjand.ac.ir

Abstract

Pomegranate seed pulp (PSP, resulting from squeezing of pomegranate seed) contains remarkable amount of nutrients such as protein and specially oil which in areas that it is accessible can stand in ruminant's diet instead of some cereal grains, but its tannin content can reduces palatability and nutritive value. Irradiation is one of physical processing methods that can reduce tannins and improve nutritional value of feeds. So, PSP was irradiated with three doses of 10, 15 and 20 KGy of electron beam and then chemical composition, phenolic compounds content and DM ruminal degradability parameters and ruminal, post-ruminal and total tract digestibility of its DM were measured. The data were analyzed based on completely randomized design using Proc GLM of SAS software. The results showed crude protein was significantly increased by irradiation at 15 and 20 KGy while water soluble carbohydrate was reduced by irradiation. Total phenolic compounds and total tannin content were reduced by all irradiation doses while condensed tannin content was not affected by irradiation. Amongst hydrolysable tannins, gallic acid and ellagic acid content were significantly reduced by all three irradiation doses and tannic acid and punicalin were significantly reduced at higher doses of irradiation (15 and 20 KGy) but punicalagin A content was not reduced by irradiation and punicalagin B content was reducted at 10 and 20 KGy irradiation. Irradiation did not change degradability parameters, ruminal digestibility and total tract digestibility of PSP's DM but post-ruminal digestibility of its DM was significantly reduced by irradiation. From these results it looks that irradiation of PSP at 15 KGy had the best outcome because while it reduced total tannin and detrimental hydrolysable tannins including gallic acid, tannic acid and punicalin, it caused to preserved the hydrolysable tannins with antioxidant properties including punicalagin's A and B.

Key words: Irradiation, Phenolic compound, Pomegranate seed pulp, Tannin