نشریه علوم دامی
شماره ۹۲، پاییز ۱۳۹۰
(پژوهش و سازندگی)

مطالعه اثرات پرتو گاما بر ترکیبات شیمیایی، عوامل ضد تغذیه‌ای، روند تجزیه پذیری و قابلیت هضم برون تنی پروتئین خام کنجاله منداب بومی و اصلاح شده (کانولا)

• **سیدروح الله ابراهیمی محمودآباد**
گروه علوم دامی دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهرقدس (نویسنده مسئول)
• **علی نیکخواه**
گروه علوم دامی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران
• **علی اصغر صادقی**
گروه علوم دامی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران
• **غلامرضا رئیسعلی**
عضو هیئت علمی سازمان انرژی اتمی تهران
تاریخ دریافت: آذر ماه ۱۳۸۷ تاریخ پذیرش: شهریور ماه ۱۳۹۰
تلفن تماس نویسنده مسئول: ۰۹۱۳۲۷۴۳۱۸۳
Email: ebrahimiyazd@yahoo.com

چکیده

به منظور مطالعه اثرات پرتو گاما بر تجزیه پذیری ماده خشک و پروتئین خام، قابلیت هضم برون تنی پروتئین خام، مواد ضد تغذیه ای و ترکیب شیمیایی کنجاله منداب بومی و کنجاله منداب اصلاح شده (کانولا) آزمایش حاضر انجام شد. کیسه های حاوی مواد خوراکی عمل آوری نشـده و پرتوتابی شـده با دزهای ۱۵، ۳۰ و ۴۵ کیلوگری به مدت صفر، ۲، ۴، ۸، ۱۶، ۲۴ و ۴۸ ساعت در شکمبه سه رأس گاو نر تالشی دارای فیستولای شکمبه ای انکوباسیون شدند. پارامترهای تجزیه پذیری ماده خشک و پروتئین خام با استفاده از مدل رگرسیون غیر خطی برآورد شد. قابلیت هضم برون تنی پروتئین خام به روش سه مرحله‌ای آنزیمی تعیین شد. نحوه تجزیه شدن پروتئین حقیقی کنجاله منداب بومی و اصلاح شده عمل آوری نشده و پرتوتابی شده در ساعات مختلف انکوباسیون در شکمبه با روش الکتروفورز SDS-PAGE تعیین شد. با افزایش دز پرتودهی، اسید فایتیک کنجاله منداب بومی و اصلاح شده کاهش یافت ولی پرتوتابی تا دز ۳۰ کیلوگری سبب کاهش مقدار کل گلوکوسینولات های آن ها شد ($P<0/05$). پرتو گاما اثر معنی داری بر ترکیبات شیمیایی کنجاله های مورد مطالعه نداشت. پرتوتابی سبب کاهش بخش سـریع تجزیه و تجزیه پذیری مؤثر و افزایش بخش کند تجزیه ماده خشـک و پروتئین خام کنجاله ها شد ($P<0/05$). پرتوتابی سـبب افزایش قابلیت هضم برون تنی پروتئین خام شـد ($P<0/05$) آنالیزهای الکتروفورز پروتئین کنجاله منداب بومی و اصلاح شده نشان داد که پرتوتابی در دزهای ۳۰ و ۴۵ کیلوگری سبب کاهش تجزیه پذیری زیرواحدهای کروسیفرین و به ویژه ناپین در شـکمبه شـد. بر پایه یافته های این آزمایش، پرتو گاما در دز بیشتر از ۱۵ کیلوگری تجزیه پذیری شکمبه ای پروتئین و مقدار ترکیبات ضد تغذیه ای کنجاله منداب بومی و اصلاح شـده را کاهش و قابلیت هضم برون تنی پروتئین آن ها را افزایش داد.

کلمات کلیدی: کنجاله منداب بومی، کنجاله منداب اصلاح شده، پرتو گاما، تجزیه پذیری، گلوکوسینولات، SDS-PAGE

www.SID.ir

Animal Sciences Journal (Pajouhesh & Sazandegi) No 92 pp:19-30

Study of gamma irradiation effects on chemical composition, anti-nutritional factors, protein degradation kinetics and in vitro protein digestibility of native rapeseed meal and canola meal

By: Sayyed Roohollah Ebrahimi Mahmoudabad, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Shahr-e-Qods Branch, Islamic Azad University, Ali Nikkhah and Ali Asghar Sadeghi, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Gholamreza Raisali, Radiation Applications Research School, Nuclear Science and Technology Research Institute, Atomic Energy Organization of Iran.

In order to evaluate effects of gamma irradiation on ruminal dry matter (DM) and crude protein (CP) degradability, in vitro CP digestibility, anti-nutritional factors and chemical composition of native rapeseed meal (NRM) and canola meal (CM), present study was carried out. Bags were filled with untreated or irradiated NRM and CM at doses of 15, 30 and 45 kGy, then incubated in the rumen of three ruminally fistulated Taleshi bulls for periods of 0, 2, 4, 8, 16, 24 and 48 h and resulting data were fitted to non linear degradation model to calculate degradation kinetics of DM and CP. Digestibility of rumen undegraded CP was estimated using the three-step in vitro procedure. Sodium dodecyl sulfate polyacrylamide gel electrophoresis (SDS-PAGE) was used to monitor protein subfractions and the fate of true proteins of untreated and gamma irradiated NRM and CM in the rumen. The phytic acid of NRM and CM decreased ($P<0.05$) as irradiation doses increased, but irradiation up to 30 kGy decreased ($P<0.05$) the total glucosinolate content of NRM and CM. □-irradiation had no effect on chemical composition of NRM and CM. The washout fractions and effective degradability of DM and CP decreased ($P<0.05$) and potentially degradable fractions of DM and CP of NRM and CM increased ($P<0.05$) as irradiation doses increased. Gamma irradiation increased ($P<0.05$) in vitro CP digestibility of NRM and CM. Electrophoresis results of NRM and CM revealed that gamma irradiation at doses of 30 and 45 kGy reduced degradability of cruciferin and especially napin subunits in the rumen. In conclusion, gamma irradiation reduced ruminal degradability of protein and anti-nutritional factors of NRM and CM and increased in vitro CP digestibility of them at doses higher than 15 kGy.

Keyword: Native rapeseed meal; Canola meal; gamma irradiation; degradability, Glucosinolate; SDS-PAGE

مقدمه

به منظـور تأمیـن احتیاجـات پروتئینـی گاوهـای پرتولیـد، در نظر گرفتـن مقـدار کافی پروتئین سـریع تجزیه در شـکمبه بـرای تأمین نیاز میکروارگانیسـم ها و بازدهی مطلوب اکوسیستم میکروبی و همچنین مقدار کافـی پروتئین عبـوری برای عملکرد قابـل قبول حیوان، بـا حداقل مقدار پروتئیـن خام جیره ضروری اسـت. هر چنـد پروتئین میکروبی بخشـی از اسـیدهای آمینه قابل هضم مـورد نیاز دام نشـخوارکننده پرتولید را فراهم کرده ولی به تنهایی قادر به تأمین تمامی احتیاجات اسید آمینه آن ها نبوده و بایـد بخشـی از پروتئین جیره، عبوری باشـد (۳۳). انجمن تحقیقات ملی (۳۳)، گزارش کرد که تولید شیر به میزان ۱/۸۵ کیلوگرم با افزایش ۱ درصد در پروتئین غیر قابل تجزیه در شـکمبه افزایش مـی یابد. کنجاله منداب از منابع پروتئینی اسـت که در جیره دام و طیور مصرف می شـود اما علی رغم داشتن ترکیب اسـیدآمینه مناسب، به جهت تجزیه پذیری شکمبه ای زیاد، بخش زیادی از پروتئین آن در شکمبه تجزیه شده و ارزش غذائی آن کاهش می یابـد. بنابراین افزایش پروتئین عبـوری آن از اهمیت ویژه ای در تغذیه نشـخوارکنندگان پر تولید برخوردار اسـت. از طرف دیگر، در کنجاله منداب به ویژه کنجاله منداب بومی مواد ضد تغذیه‌ای به ویژه گلوکوسـینولات ها و اسـید فایتیک وجود دارد (۲۲، ۲۸)، کـه مصرف آن ها را در جیره به عنوان منبع پروتئین محدود می کند. گلوکوسینولات ها، ترکیبات حاوی گوگرد، از متابولیت ثانویه گیاهان بوده و از نظر بیولوژیکی غیر فعال اند. آنزیم میروزیناز سبب تجزیه گلوکوسینولات ها می شود که محصولات حاصل از تجزیه دارای فعالیـت بیولوژیکی اند. مصرف این ترکیبات سـبب کاهش مصرف خوراک، کاهـش باروری و کاهـش تولید شـیر درگاوهای شـیرده (۱)، کاهش وزن میش های شـیرده (۲۸)، کاهش رشـد روزانه بره های پرواری (۴۰)، کاهش مصـرف خوراک و رشـد و افزایش مـرگ و میر جوجه های گوشـتی (۳۰) شـده اسـت. از روش های حرارتی برای کاهش گلوکوسینولات های کنجاله منداب (۱۷، ۲۲، ۲۳) و کاهش تجزیه پذیری مؤثر کنجاله منداب (۲۹ ، ۳۱) استفاده شده است. متاسـفانه روش های حرارتی سبب کاهش قابلیت هضم پروتئین در روده کوچک می شـود. برخی محققیـن گزارش کردند که پرتو گاما سـبب کاهش تجزیه پذیری شکمبه ای پروتئین و افزایش قابلیت هضم مواد خوراکی شده است (۳۷ و ۴۱). از پرتو گاما، همچنین برای کاهش مقدار اسید فایتیک و بازدارنده تریپسین (۱۳ و ۴۱)، کاهش گوسیپول کنجاله پنبه دانه (۲۴) و کاهش لکتین ها (۱۴) استفاده شده است.

شـورنگ و همکاران (۳۸) اثر دزهای ۲۵، ۵۰ و ۷۵ کیلوگری را بر روند تجزیه پذیری شکمبه ای و قابلیت هضم روده ای پروتئین خام کنجاله منداب اصلاح شده بررسی کردند و گزارش کردند که پرتو گاما تجزیه پذیری شکمبه

Archive of SID
www.SID.ir

ای پروتئیـــن خام کنجاله منداب اصلاح شـــده را کاهش و قابلیت هضم روده ای پروتئیـــن خام آن را افزایش داد. اما اثرات دزهای پائین تر پرتو گاما (۱۵، ۳۰ و ۴۵ کیلوگـــری) بر فراســـنجه های تجزیه پذیـــری و مواد ضد تغذیه ای کنجاله منداب اصلاح شده و به ویژه کنجاله منداب بومی بررسی نشده است، بنابراین، هدف از این تحقیق بررســـی اثرات دزهای مختلف پرتو گاما بر کل گلوکوســـینولات‌ها، اسید فایتیک، روند تجزیه پذیری ماده خشک و پروتئین خام در شـــکمبه، قابلیت هضم برون تنی پروتئین خام و ارزیابی نوع پروتئین حقیقـــی عبـــوری کنجاله منداب بومی و اصلاح شـــده با اســـتفاده از تکنیک SDS-PAGE بود.

مواد و روش‌ها

عمل آوری با پرتو گاما

ماده خشـــک کنجاله های منداب بومی و اصلاح شـــده بـــا قراردادن در آون در دمای ۵۵ درجه به مدت ۴۸ ســـاعت تعیین و ســـپس رطوبت آنها به ۲۵ درصد رســـانده شد. نمونه‌های مواد خوراکی داخل پاکت های پلاستیکی ریخته شد و در پژوهشکده کاربرد پرتوها سازمان انرژی اتمی، با دزهای ۱۵، ۳۰ و ۴۵ کیلوگـــری در معرض پرتو گاما قرار گرفتند. پرتو گاما با پرتودهنده کبالت ۶۰ در دمای ۲۰ درجه ســـانتی‌گراد به نمونه ها داده شـــد. پرتودهی با نرخ متوسط ۰/۳۶ گری در ثانیه بنابر استاندارد (۲۱) و با استفاده از سیستم پرتودهی گاما سل مدل PX-۳۰ انجام شد.

اندازه‌گیری تجزیه پذیری ماده خشک و پروتئین خام

تجزیه پذیری ماده خشک و پروتئین خام با استفاده از روش کیسه های نایلونی ارســـکوف و مکدونالد (۳۴) اندازه‌گیری شد. نمونه ها با آسیاب دارای الک ۲ میلی‌متری آســـیاب شـــدند. مقدار ۶ گـــرم از نمونه کنجاله های عمل آوری نشـــده و یا پرتوتابی شـــده با دزهای مختلف پرتو گاما در شش تکرار به مدت صفر، ۲، ۴، ۸، ۱۶، ۲۴ و ۴۸ ســـاعت در شـــکمبه ســـه راس گاو نر نژاد تالشـــی (میانگین وزن بدن ۱۸±۴۱۶ کیلوگرم) دارای فیستولای شکمبه ای در مؤسســـه تحقیقات علوم دامی کشـــور انکوباسیون شـــدند. گاوها با جیره حاوی ۷۰ درصد علوفه (یونجه خشک و کاه گندم به نسبت ۷۰ به ۳۰) و ۳۰ درصد کنسانتره (۵۳ درصد آرد جو، ۱۳ درصد کنجاله منداب، ۱۶ درصد دانه منداب، ۴ درصد کنجاله پنبه دانه، ۱۲ درصد سبوس گندم، ۱ درصد کربنات کلســـیم و ۱ درصد مکمل مواد معدنی و ویتامینی) به مقدار ۸ کیلوگرم ماده خشـــک در روز تغذیه شدند. جیره به صورت کاملاً مخلوط در دو نوبت صبح و عصر در ســـاعت های ۸ و ۱۶ دو هفته قبل و طی دوره آزمایش در اختیار گاوها قرار گرفت. گاوها در جایگاه های انفرادی نگهداری و دسترسی آزاد به آب و بلوک های لیســـیدنی نمک داشتند. کیسه های مورد استفاده از جنس پلی اســـتر و در ابعاد ۲۰×۱۰ ســـانتی متر با قطر منافذ ۴۵ میکرون بود. پس از سپری شـــدن زمان انکوباسیون، کیسه های حاوی مواد باقیمانده از داخل شـــکمبه خارج و بلافاصله با آب شستشو داده شد. پس از شستشو، کیسه ها در آون به مدت ۴۸ ســـاعت در دمای ۵۵ درجه ســـانتی‌گراد خشـــک شدند. اختلاف وزن محتویات کیســـه ها قبل و بعد از انکوباســـیون به عنوان مقدار ناپدید ماده خشک در زمان های مختلف انکوباسیون در نظر گرفته شد. برای اندازه‌گیری مقدار ناپدید شـــدن ماده خشک و پروتئین خام در زمان صفر یا مقدار مواد محلول در آب، کیسه های حاوی ۶ گرم نمونه در دو تکرار در آب سرد شستشو داده شد. پس از خشک کردن، اختلاف وزن محتویات کیسه ها قبل و بعد از شستشو به عنوان مقدار ناپدید شدن ماده خشک در زمان صفر در نظر گرفته شـــد. مقدار پروتئین خام و ماده خشـــک باقیمانده های داخل کیسه ها برای تعیین فراسنجه های تجزیه پذیری اندازه‌گیری شد.

اندازه‌گیری قابلیت هضم پروتئین خام

قابلیت هضم برون تنی پروتئین خام به روش سه مرحله ای آنزیمی (۷) اندازه‌گیری شد. به این منظور ابتدا کیسه های حاوی ۱/۵ گرم نمونه در شش تکرار به مدت ۱۶ ســـاعت در شکمبه انکوباسیون شدند. پس از سپری شدن زمان انکوباســـیون، کیســـه های حاوی مواد باقیمانده از داخل شکمبه خارج و بلافاصله با آب شستشـــو داده شـــد. پس از شستشو، کیسه ها داخل آون به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۵۵ درجه سانتی گراد خشک شدند. سپس ۱ گرم از نمونه ناپدید نشـــده در شـــکمبه (تقریبا حاوی ۱۵ میلی گرم نیتروژن) به مدت ۱ ساعت در دمای ۳۸ درجه سانتی گراد در ۱۰ میلی‌لیتر محلول اسید کلریدریک ۰/۱ نرمال که حاوی ۱ گرم پپســـین در هر لیتر بود، انکوباســـیون شد. سپس pH مخلوط با ۰/۵ میلی‌لیتر هیدروکسید سدیم ۱ نرمال و ۱۳/۵ میلی لیتر بافر فســـفات (pH ۷/۸ و حاوی ۳۷/۵ میلی گرم پانکراتین تولید شـــرکت سیگما) خنثی شـــد و به مدت ۲۴ ساعته در دمای ۳۸ درجه سانتی گراد انکوباسیون شد. سپس پروتئین های هضم نشده با ۳ میلی لیتر محلول اسید تری کلرو استیک ۱۰۰ درصد (وزنی-حجمی) رسوب داده شد. مخلوط به مدت ۱۵ دقیقه در دور g ۱۰۰۰۰ ســـانتریفیوژ شـــد و محلول بالائی برای آنالیز نیتروژن جدا شد. قابلیت هضم پروتئین خام به صورت نیتروژن محلول در اسید تری کلرو استیک تقسیم بر مقدار نیتروژن در نمونه (مواد باقیمانده در کیسه های نایلونی) اندازه‌گیری شد.

اندازه گیری ترکیبات شیمیایی و مواد ضد تغذیه ای (گلوکوسینولات ها و اسید فایتیک)

تجزیه شـــیمیایی مواد خوراکی بنا بر روش های اســـتاندارد آزمایشگاهی (۵) تعییـــن شـــد. با قرار دادن نمونه های مـــواد خوراکی در آون به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۵۵ درجه سانتی گراد ماده خشک و با قرار دادن نمونه ها در کوره الکتریکی با دمای ۶۰۰ درجه ســـانتی گراد به مدت ۲ ساعت، خاکستر آن ها اندازه گیری شـــد. چربی خام با اســـتفاده از دســـتگاه Soxtec و یک ساعت شستشو با دی اتیل اتر اندازه گیری شد. مقدار پروتئین خام (نیتروژن × ۶/۲۵) نیز با اســـتفاده از دستگاه کل‌دال تعیین شد. دیواره سلولی به روش ون سوســـت و همکاران (۴۲) و با استفاده از دستگاه فایبرتک۲ اندازه گیری شـــد. گلوکوســـینولات ها به روش کلیفورد و اســـمیت (۹) و اسید فایتیک با استفاده از روش دبولاند و همکاران (۱۱) اندازه‌گیری شد.

استخراج پروتئین حقیقی

بـــرای اســـتخراج پروتئیـــن حقیقی مقـــدار ۱۵ میلی گـــرم از تیمارهای آزمایشـــی به درون لوله های اپندورف منتقل شد. سپس ۷۵۰ میکرولیتر بافر اســـتخراج حاوی ۰/۶۲۵ مولار Tris-HCl (pH=۶/۸)، ۱۰ درصد ســـدیم دودســـیل سولفات (SDS)، ۲/۵ درصد بتا مرکاپتو اتانول، ۷ درصد گلیسرول و ۴ میلی گرم بروموفنل بلو اضافه شد. پس از ۳۰ دقیقه به هم زدن بر روی همزن مخصوص لوله اپندورف در دمای ۴ درجه سانتی گراد، پروتئین نمونه

Archive of SID

ها استخراج شد. سپس لوله های اپندورف حاوی نمونه ها را در آب ۹۵ درجه سانتی گراد به مدت ۳ دقیقه قرار داده شد و به مدت ۱ دقیقه در g۱۰۰۰۰ سانتریفیوژ و مایع بالائی جدا شد. مایع بالائی به لوله های اپندورف منتقل و برای انجام الکتروفورز استفاده شد (۲۵).

الکتروفورز پروتئین

برای تعیین وضعیت زیرواحد های پروتئین کنجاله ها، از تکنیک الکتروفورز ژل پلی آکریلامید با اندکی تغییرات به روش لاملی (۲۵) انجام شد. سی میکرولیتر از مایع بالائی نمونه های انکوباسیون نشده و انکوباسیون شده در ساعات مختلف به چاهک های الکتروفورز با ژل بالائی حاوی ۳/۷۵ درصد آکریلامید-بیس آکریلامید و ژل پائینی حاوی ۱۴ درصد آکریلامید-بیس آکریلامید منتقل شد. ابعاد ژل ۱۹۰×۱۴۰×۱ میلی متر و زمان الکتروفورز ۴/۵ ساعت و شدت جریان ۶۰ میلی آمپر و ژل ها دو طرفه بسته شد. پس از بیرون آوردن ژل ها از شیشه‌های الکتروفورز با محلول حاوی ۰/۰۶۲۵ گرم رنگ کوماسی بلو G-۲۵۰، ۷ درصد اسید استیک گلیسیال و ۲۰ درصد متانول به مدت ۲۴ ساعت رنگ آمیزی و سه مرتبه با محلول حاوی ۷ درصد اسید استیک گلیسیال و ۵ درصد متانول رنگ بری شد. سپس ژل ها با دوربین معمولی تصویر برداری شد. از مارکر پروتئینی فرمنتاز حاوی بتاگلوکوزیداز (۱۱۶ کیلودالتون)، آلبومین سرم گاوی (۶۶ کیلودالتون)، اوآلبومین (۴۵ کیلودالتون)، لاکتات دهیدروژناز (۳۵ کیلودالتون)، آندونوکلئاز (۲۵ کیلودالتون)، بتالاکتوگلوبولین (۱۸/۴ کیلودالتون) و لیزوزیم (۱۴/۴ کیلودالتون) برای تعیین وزن مولکولی زیر واحد های پروتئین کنجاله های مورد مطالعه استفاده شد.

تجزیه و تحلیل اطلاعات

فراسنجه های مختلف تجزیه پذیری و تجزیه پذیری مؤثر ماده خشک و پروتئین خام با استفاده از بسته نرم افزاری NEWAY و رابطه های غیرخطی زیر محاسبه شد.

رابطه۱ $P=a+b\ (1-e^{-ct})$

رابطه۲ $ED=a+bc/(c+k)$

در این دو رابطه a بخش سریع تجزیه، b بخش کند تجزیه، c ثابت نرخ تجزیه در واحد زمان (ساعت)، P ناپدید شدن ماده خشک یا پروتئین خام از کیسه ها و ED تجزیه پذیری مؤثر است. با به کار بردن رابطه ۲ تجزیه پذیری مؤثر ماده خشک و پروتئین خام در نرخ‌های عبور مختلف (k) محاسبه شد. آزمایش تجزیه پذیری در قالب طرح بلوک کاملاً تصادفی با شش تکرار (سه حیوان × دو کیسه برای هر زمان انکوباسیون در هرگاو) انجام شد. مدل آماری مورد استفاده به صورت $Yijk= \mu + Ti + Bj + eijk$ بود. به منظور تعیین اثر دزهای مختلف پرتو گاما بر مواد ضد تغذیه ای (گلوکوسینولات و اسید فایتیک) و ترکیبات شیمیایی کنجاله ها آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با شش تکرار انجام شد. مدل آماری مورد استفاده به صورت $Yijk= \mu + Ti + eijk$ بود. در این مدل ها Yijk مقدار هر مشاهده، μ میانگین صفت مورد مطالعه، Ti اثر عمل آوری، Bj اثر حیوان و eij خطای آزمایشی است. تجزیه و تحلیل آماری داده ها در این مطالعه با استفاده نرم افزار SAS (۳۵)، Proc GLM صورت گرفت. پس از تجزیه واریانس، میانگین ها با آزمون کمترین اختلاف معنی دار مقایسه شدند.

نتایج و بحث

اثرات پرتو گاما بر مواد ضد تغذیه ای و ترکیبات شیمیایی کنجاله منداب بومی و اصلاح شده

اثرات پرتو گاما بر مواد ضد تغذیه ای و ترکیبات شیمیایی کنجاله منداب بومی و اصلاح شده به ترتیب در جدول ۱ و ۲ آمده است. پرتوتابی سبب کاهش اسید فایتیک کنجاله منداب بومی و اصلاح شده شد ($P<0/05$). پرتوتابی در دز ۴۵ کیلوگری سبب کاهش اسید فایتیک کنجاله منداب بومی و اصلاح شده به ترتیب به میزان ۶۷ و ۶۲ درصد شد. هم چنین، الکیسی و همکاران (۲) گزارش کردند که پرتو گاما سبب کاهش اسید فایتیک دانه لوبیا به میزان ۱۵ و ۱۸ درصد به ترتیب در ۷/۵ و ۱۰ کیلوگری شد. تقی نژاد و همکاران (۴۱)، حذف کامل اسید فایتیک دانه سویا با پرتوتابی در دزهای ۳۰ و ۴۵ کیلوگری گزارش کردند. همچنین، بات و همکاران (۶) گزارش کردند که مقدار اسید فایتیک لوبیا با پرتوتابی در دزهای ۱۵ و ۳۰ کیلوگری به طور کامل تجزیه شد. اسید فایتیک با مواد معدنی و اسیدهای آمینه باند می شود و با تشکیل ترکیبات نا محلول، زیست فراهمی مواد معدنی کم نیاز و قابلیت هضم اسیدهای آمینه را در روده کوچک کاهش می دهد (۲، ۳۹). بنابراین، با کاهش اسید فایتیک کنجاله منداب بومی و اصلاح شده ارزش غذائی آنها افزایش می یابد. احتمالاً پرتو گاما با تجزیه شیمیایی فیتات به اینوزیتول فسفات های با گروه های فسفر کمتر و یا با شکاف حلقه فیتات سبب کاهش مقدار اسید فایتیک می شود (۱۲، ۳۹).

پرتوگاما سبب کاهش مقدار گلوکوسینولات های کنجاله منداب بومی و اصلاح شده تا دز ۳۰ کیلوگری شد ($P<0/05$). پرتوتابی سبب کاهش گلوکوسینولات های کنجاله منداب بومی به میزان ۳۱، ۵۴ و ۵۵ درصد به ترتیب در دزهای ۱۵، ۳۰ و ۴۵ کیلوگری نسبت به کنجاله منداب عمل آوری نشده شد. هم چنین، پرتوتابی سبب کاهش گلوکوسینولات های کنجاله منداب اصلاح شده به میزان ۳۹، ۵۶ و ۵۷ درصد به ترتیب در دزهای ۱۵، ۳۰ و ۴۵ کیلوگری نسبت به کنجاله منداب عمل آوری نشده شد. قره خوانی و همکاران (۲۰) نیز گزارش کردند که پرتودهی کنجاله منداب اصلاح شده در دزهای ۱۰، ۲۰ و ۳۰ کیلوگری به ترتیب سبب کاهش گلوکوسینولات ها به میزان ۴۰، ۷۰ و ۸۹ درصد نسبت به کنجاله عمل آوری نشده شد. مصرف زیاد گلوکوسینولات ها سبب کاهش مصرف خوراک، باروری و تولید شیر درگاوهای شیرده (۱) و کاهش وزن میش های شیرده (۲۸) می شود. بنابراین، با پرتودهی کنجاله منداب بومی و اصلاح شده مقادیر زیادتری از آن ها را می‌توان در جیره حیوانات استفاده کرد. نحوه کاهش گلوکوسینولات ها با پرتودهی مشخص نشده است؛ ولیکن به نظر می رسد پرتو گاما با تجزیه گلوکوسینولات ها (پروگویترین) سبب کاهش گلوکوسینولات ها می شود (۴۵). پرتو گاما اثر معنی داری بر ترکیبات شیمیایی کنجاله منداب بومی و اصلاح شده نداشت (جداول ۱ و۲) که با نتایج آزمایش های تقی نژاد و همکاران (۴۱) و ابراهیمی و همکاران (۱۳) هماهنگی دارد. تقی نژاد و همکاران (۴۱) گزارش کردند که پرتو گاما در دزهای ۱۵، ۳۰ و ۴۵ کیلوگری اثری بر ترکیبات شیمیایی دانه سویا نداشت. همچنین، شورنگ و همکاران (۳۷ و ۳۸) و فارگ (۱۵) گزارش کردند پرتو گاما در دزهای کمتر از ۷۵ کیلوگری اثر معنی داری بر ماده خشک، رطوبت، خاکستر، پروتئین خام و الیاف خام دانه و کنجاله سویا و کنجاله منداب نداشته است. از نتایج آزمایش ها نتیجه گیری می شود که دزهای بیشتر

Archive of SID

www.SID.ir

از ۱۰۰ کیلوگری، سبب تغییر در مقدار ترکیبات شیمیایی به ویژه الیاف نا محلول در شوینده خنثی و اسیدی می شود (۳، ۴).

اثرات پرتو گاما بر فراسنجه های تجزیه پذیری و قابلیت هضم پروتئین خام کنجاله منداب بومی و اصلاح شده

اثرات پرتو گاما بر فراسنجه های تجزیه پذیری ماده خشک و پروتئین خام و قابلیت هضم پروتئین خام کنجاله منداب بومی و اصلاح شده به ترتیب در جداول ۳ و ۴ آمده است. پرتو گاما سبب کاهش بخش سریع تجزیه، افزایش بخش کند تجزیه و کاهش ثابت نرخ تجزیه بخش کند تجزیه ماده خشک کنجاله ها شد ($P< ۰/۰۵$). دلیل اصلی کاهش تجزیه پذیری ماده خشک کنجاله ها، کاهش تجزیه پذیری پروتئین خام آن ها است. پرتوتابی با واسرشتی پروتئین، سبب عرضه گروه های غیر قطبی اسیدهای آمینه داخل ساختار گلوبولی پروتئین شده و در نتیجه سبب افزایش آب گریزی پروتئین می شود (۴۳). با افزایش آب گریزی پروتئین، تجزیه پذیری پروتئین در شکمبه کاهش می یابد که با نتایج آزمایش های فتحی-نصری و همکاران (۱۶) مطابقت دارد. این محققین نشان دادند که اسیدهای آمینه آب گریز با سرعت کمتری نسبت به اسیدهای آمینه آب دوست در شکمبه تجزیه شدند. پرتوتابی در دزهای ۱۵، ۳۰ و ۴۵ کیلوگری بخش کند تجزیه پروتئین خام کنجاله منداب بومی را به ترتیب به میزان ۵، ۱۲ و ۱۷ درصد و بخش کند تجزیه پروتئین خام کنجاله منداب اصلاح شده را به میزان ۴، ۷ و ۱۲ درصد نسبت به کنجاله های عمل آوری نشده افزایش داد. نتایج مشابهی توسط ابراهیمی و همکاران (۱۳) با عمل آوری دانه منداب اصلاح شده با پرتو گاما گزارش شد. دزهای پائین پرتو گاما اثری کمی بر تجزیه پذیری پروتئین خام داشت که با نتایج الکتروفورز پروتئین کنجاله ها هماهنگی دارد. هم چنین، لی و همکاران (۲۷) نشان دادند که دزهای پائین پرتو گاما (کمتر از ۱۶ کیلوگری) اثر کمی بر واسرشتی و تشکیل مولکول های پروتئینی با وزن زیاد داشت؛ ولی با افزایش دز پرتو گاما تشکیل مولکول های پروتئینی با وزن بالا افزایش یافت. تجزیه پذیری بالقوه (مجموع بخش سریع تجزیه و بخش کند تجزیه) پروتئین خام کنجاله منداب بومی و اصلاح شده عمل آوری نشده به ترتیب ۹۴۱ و ۹۵۲ گرم در کیلوگرم بود که نشان می دهد تجزیه پذیری پروتئین خام آن ها در شکمبه بالا است. تجزیه پذیری مؤثر پروتئین خام کنجاله منداب بومی و کنجاله منداب اصلاح شده عمل آوری نشده در سرعت عبور ۵ درصد در ساعت به ترتیب برابر با ۷۰۵ و ۶۹۱ گرم در کیلوگرم بود که بیشتر از مقدار گزارش شده (۶۵۹ گرم در کیلوگرم) به وسیله شورنگ و همکاران (۳۸) و کمتر از مقدار گزارش شده به وسیله مک کینون و همکاران (۲۹) بود. دلیل تفاوت های گزارش شده به متفاوت بودن واریته منداب، نسبت ناپین به کروسیفرین، ترکیبات ضد تغذیه‌ای از جمله تانن ها، ویژگی کیسه ها و شرایط انکوباسیون مربوط است (۱۳، ۳۴). پرتو گاما تجزیه پذیری مؤثر پروتئین خام کنجاله منداب بومی را به میزان ۱۱ و ۱۸ درصد و تجزیه پذیری مؤثر پروتئین خام کنجاله منداب اصلاح شده را به میزان ۱۴ و ۲۵ درصد به ترتیب در دزهای ۳۰ و ۴۵ کیلوگری در سرعت عبور ۵ درصد کاهش داد که کمتر از مقادیر گزارش شده توسط شورنگ و همکاران (۳۷ ، ۳۸) است. شورنگ و همکاران (۳۸) گزارش کردند پرتو گاما در دزهای ۲۵، ۵۰ و ۷۵ کیلوگری، تجزیه پذیری مؤثر پروتئین کنجاله منداب اصلاح شده را به ترتیب به میزان ۱۹، ۲۷ و ۳۲ درصد در سرعت عبور ۵ درصد کاهش داد. دلیل این تفاوت دز و نرخ پرتودهی بالاتر استفاده شده در آزمایش های شورنگ و همکاران (۳۸) است. کاهش تجزیه پذیری پروتئین خام سبب افزایش پروتئین عبوری می شود که برای گاو شیرده پرتولید و گوساله های در حال رشد مفید است (۳۳). پرتو گاما سبب کاهش حل شدن پروتئین از طریق پیوند عرضی بین زنجیره ها و انباشتگی پروتئین می شود (۱۰، ۱۹). هم چنین، پرتو گاما سبب باز شدن ساختار و واسرشتی پروتئین شده و از این طریق سطح آب گریزی۲ پروتئین را افزایش می دهد (۴۴). پروتئین های آب گریز کمتر توسط باکتری های شکمبه ای تجزیه می شوند (۱۶). مکانیسم احتمالی دیگر کاهش تجزیه پذیری شکمبه ای پروتئین تغییر در ساختمان دوم و سوم است که سبب افزایش وزن مولکولی پروتئین به دلیل بروز واکنش های عرضی داخل پروتئین، بر هم کنش های هیدروفوبیک و الکترواستاتیک و تشکیل باند های دی‌سولفیدی می شود (۱۰، ۲۶). مولکول های پروتئینی با وزن زیاد آب گریز، متراکم و نا محلول هستند و کمتر در شکمبه تجزیه می شوند (۴۳). پرتو گاما سبب افزایش قابلیت هضم برون تنی پروتئین خام کنجاله منداب بومی و اصلاح شده شد ($P<۰/۰۵$) قابلیت هضم پروتئین خام کنجاله منداب بومی پرتوتابی شده با دزهای ۳۰ و ۴۵ کیلوگری به ترتیب به میزان ۸ و ۱۱ درصد و قابلیت هضم پروتئین خام کنجاله منداب اصلاح شده پرتوتابی شده با دزهای ۳۰ و ۴۵ کیلوگری به ترتیب به میزان ۱۰ و ۱۳ درصد افزایش یافت. تقی نژاد و همکاران (۴۱) نشان دادند که پرتو گاما در دزهای ۳۰ و ۴۰ کیلوگری سبب افزایش قابلیت هضم برون تنی پروتئین خام دانه سویا شد. فارگ (۱۵)، گزارش کرد که اتوکلاو کردن کنجاله آفتاب گردان به مدت ۲۰ دقیقه و سپس پرتوتابی با دز ۲۰ کیلوگری سبب بهبود قابلیت هضم برون تنی پروتئین خام شد. افزایش قابلیت هضم روده ای پروتئین کنجاله سویا و منداب اصلاح شده با عمل آوری با پرتو گاما در آزمایش‌های شورنگ و همکاران (۳۷، ۳۸) نیز مشاهده شد. پرتو گاما با باز کردن و واسرشتی پروتئین و در سطح قرار گرفتن اسیدهای آمینه آب گریز (به ویژه آروماتیک ها) که گروه های موقعیتی برای جایگاه فعال آنزیم های پپسین و تریپسین هستند (۳۲)، سبب افزایش قابلیت هضم پروتئین می شود.

اثر پرتو گاما بر زیرواحد های پروتئین کنجاله منداب بومی و اصلاح شده

الگوی زیرواحد های پروتئین کنجاله منداب بومی و اصلاح شده به همراه مارکر پروتئینی به ترتیب در شکل های ۱ و ۲ نشان داده شده است. الکتروفورز پروتئین کنجاله منداب بومی و اصلاح شده نشان داد که عمده پروتئین در کنجاله منداب بومی و اصلاح شده شامل آلبومین S۲ (ناپین) با دو زیر واحد و کروسیفرین (گلوبولین S۱۲) با چهار زیر واحد بود. آنالیز الکتروفورز پروتئین کنجاله منداب بومی عمل آوری نشده در شکمبه (شکل A۳) نشان داد که یک زیرواحد از کروسیفرین در زمان صفر انکوباسیون ناپدید شد؛ زیرواحد های دیگر کروسیفرین و زیرواحد های ناپین به ترتیب پس از ۱۶ و ۴ ساعت انکوباسیون در شکمبه تجزیه شدند. آنالیز الکتروفورز پروتئین کنجاله منداب بومی پرتوتابی شده در دز ۳۰ کیلوگری در شکمبه (شکل C۳) و کنجاله منداب بومی پرتوتابی شده در دز ۴۵ کیلوگری در شکمبه (شکل D۳) نشان داد که یک زیرواحد از کروسیفرین در زمان صفر انکوباسیون ناپدید شد؛ اما زیرواحد های ناپین به ترتیب پس از ۸ و ۱۶ ساعت انکوباسیون در شکمبه و زیرواحد های دیگر کروسیفرین پس از ۴۸ ساعت

Archive of SID

www.SID.ir

انکوباسیون در شکمبه تجزیه شدند. مقایسه آنالیز الکتروفورز کنجاله منداب اصلاح شـده عمل آوری نشـده و پرتوتابی شده در دزهای مختلف (شکل ۴) نشـان مـی دهد که پرتوتابـی در دزهای ۳۰ و ۴۰ کیلوگری سـبب کاهش تجزیه پذیری زیرواحد های کروسیفرین و به ویژه ناپین در شکمبه شد. نتایج الکتروفورز پروتئین کنجاله منداب بومی و اصلاح شـده نشـان داد که تجزیه پذیری شـکمبه ای ناپین بیشـتر از کروسیفرین بود که دلیل آن بالاتر بودن اسیدهای آمینه آب دوست در پروتئین ناپین است. فتحی-نصری و همکاران (۱۶) نیز گزارش کردند اسـیدهای آمینه آب دوست سویا با سرعت بیشتری نسـبت به اسـیدهای آمینه آب گریز آن در شـکمبه تجزیه شـدند. مقایسه آنالیز الکتروفورز پروتئین کنجاله منداب بومی با کنجاله منداب اصلاح شـده نشـان داد که تجزیه پذیری شـکمبه‌ای پروتئین کنجاله منداب بومی کمتر از تجزیه پذیری شـکمبه ای پروتئین کنجاله منداب اصلاح شـده بود که با فراسنجه های تجزیه پذیری پروتئین خام آن ها هماهنگی دارد. پرتو گاما با ایجاد پیوند عرضی ، انباشتگی۲ و اکسیداسیون به وسیله رادیکال آزاد۳ (۱۸، ۱۹، ۳۶) سبب واسرشتی پروتئین می شود. مولکول‌های پروتئینی واسرشت شـده از طریق پیوند های آب گریز به هم متصل می‌شـوند، از شکمبه عبور کـرده و پروتئین عبوری را تشـکیل می دهند. الکتروفـورز پروتئین کنجاله منداب بومی و اصلاح شده نیز نشان داد که دزهای پائین پرتو گاما اثر کمی بر تجزیه پذیری پروتئین داشـت که بیانگر این اسـت کـه در دزهای پائین پرتو گاما (کمتر از ۱۵ کیلوگری) اثر کمی بر واسرشـتی پروتئین دارد. چو و سانگ (۸) نیز نشان دادند که دزهای پائین پرتو گاما اثر کمی بر واسرشتی و انباشتگی آلبومین سرم گاوی و بتا لاکتوگلوبولین داشت.

نتیجه کلی

نتایـج مطالعه حاضر نشـان داد کـه تجزیه پذیری شـکمبه ای کنجاله منداب بومی کمتر از تجزیه پذیری شـکمبه ای کنجاله منداب اصلاح شـده اسـت. پرتو گاما نه تنها تجزیه پذیری پروتئین کنجاله منداب بومی و اصلاح شـده را به طور مؤثر کاهش داد؛ بلکه سـبب افزایش قابلیت هضم برون تنی پروتئیـن خام و کاهـش مقدار ترکیبات ضد تغذیه ای آن ها شـد. بنابراین، بر پایه یافته های این مطالعه، اسـتفاده از پرتو گاما در دزهای بیشـتر از ۱۵ کیلوگری برای بهبود ارزش غذائی کنجاله منداب بومی و اصلاح شـده مفید بود. برای کاربردی کردن این نوع عمل آوری پیشـنهاد می شـود از پرتوتابی الکترون که اثرات مشـابه با پرتو گاما دارد و از مزیت سـرعت بسـیار زیاد با حداقل زمان عمل آوری برخوردار است، مطالعات بیشتری انجام شود.

تشکر و قدردانی

از همکاری و مسـاعدت مؤسسه تحقیقات علوم دامی و آقای دکتر احمد میرهـادی که امـکان انجام آزمایش in situ فراهم نمودند، سـازمان انرژی اتمی به جهت پرتودهی نمونه ها، شـرکت توسـعه کشت دانه های روغنی و معاونت محترم مالی و پژوهشـی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات به جهت تامین مالی تشکر و قدردانی می شود.

منابع مورد استفاده

1- Ahlin, K.A., M., Emmanuelson, and H., Wiktorsson. 1994. Rapeseed products from double cultivars as feed for dairy cow: effects of long term feeding on thyroid function, fertility and animal health. Acta Vet. Scand. 35: 37-53.

2- Al-Kaiesy, M.T., H.A., Abdul-Kader, M.H., Mohammad, and A.H., Saeed. 2003. Effect of gamma irradiation on antinutritional factors in broad bean. Radiat. Phys. Chem. 67: 493-496.

3- Al-Masri, M.R., and M., Zarkawi. 1994. Effect of □-irradiation on chemical compositions of some agricultural residues. Radiat. Phys. Chem. 43: 257-264.

4- Al-Masri, M.R., and K.D., Guenther. 1999. Changes in digestibility and cell-wall constituents of some agricultural by-products due to □-irradiation and urea treatments. Radiat. Phys. Chem. 55: 323-329.

5- AOAC. 1995. Official Methods of Analysis, 16th ed. Association of Official Analytical Chemists. Arlington, VA, USA.

6- Bhat, R., K.R., Sridhar, and K.T.,Yokotani. 2007. Effect of ionising radiation on antinutritional features of velvet seed bean (Mucuna pruriens). Food Chem. 103: 860-866.

7- Calsamiglia, S., and M.D., Stern. 1995. A three-step in vitro procedure for estimating intestinal digestion of protein in ruminants. J. Anim. Sci. 73: 1459-1465.

8- Cho, Y., and K.B., Song. 2000. Effect of □- irradiation on molecular properties of BSA and □-lactoglobulin. J. Biochem. and Mol. Biol. 33: 133-137.

9- Clifford, A., and D.V., Smith. 1987. Rapid method for determining total glucosinolates in rapeseed by enzimatically released glucose. J. Sci. Food Agric. 38: 141-150.

10- Davies, K.J.A., and M.E., Delsignore. 1987. Protein damage and degradation by oxygen radicals III. Modification of secondary structure and tertiary structure. J. Biol. Chem. 262: 9908–9913.

11- De Boland, A.R., G.B., Garner, and B.L., O Dell. 1975. Identification and properties of phytate in cereal grains and oilseed products. J. Agric. Food Chem. 23: 1186- 1189.

12- Duodu, K.G., A., Minnaar, and J.R.N., Taylor. 1999. Effect of cooking and irradiation on the labile vitamins and antinutrient content of a traditional African sorghum porridge and spinach relish. Food Chem. 66: 21-27.

13- Ebrahimi, S.R., A., Nikkhah, A.A., Sadeghi and G., Raisali. 2009. Chemical composition, secondary compounds, ruminal degradation and in vitro crude protein digestibility of gamma irradiated canola seed. Anim. Feed Sci. Technol. 151: 184-193

14- Farag, M.D.E.H. 1998. The nutritive value for chicks of full-fat soybeans irradiated at up to 60KGy. Anim. Feed Sci. Technol.73: 319-328.

15- Farag, M.D.E.H. 1999. Effect of radiation and other processing methods on protein quality of sunflower meal. J. Sci. Food Agric. 79: 1565-1570.

16- Fathi Nasri, M. H., J., France, M., Danesh Mesgaran, and E., Kebreab, 2008. Effect of heat processing on ruminal degradability and intestinal disappearance of nitrogen and amino acids in Iranian whole soybean.

Archive of SID

www.SID.ir

Livestock Sci. 113: 43–51.

17- Fenwick, G.R., E.A., Spinks, A.P., Wilkinson, R.K., Heaney, and M.A., Legoy. 1986. Effect of processing on the antinutrient content of rapeseed. J. Sci. Food Agric. 37: 735-741.

18- Filali-Mouhim, A., M., Audette, M., St-Louis, L., Thauvette, L., Denoroy, F., Penin, Y., Cho, and K.B., Song. 2000. Effect of □-irradiation on the molecular properties of BSA and b-lactoglobulin. J. Biochem. Mol. Biol. 33: 133–137.

19- Gaber, M.H. 2005. Effect of □-irradiation on molecular properties of bovine serum albumin. J. Biosci. Bioengin. 100: 203-206.

20- Gharaghani, H., M., Zaghri, G., Shahhosseini, and H., Moravej. 2008. Effect of gamma irradiation on antinutritional factors and nutrition value of canola meal for broiler chickens. Asian-Aust. J. Anim. Sci. 21: 1479-1485.

21- Holm, N.W., and R.J., Berry. 1970. Manual on Radiation Dosimetry. Dekker, New York, USA.

22- Huang, S., M., Liang, G., Lardy, H.E., Huff, M.S., Kerley, and F., Hsieh. 1995. Extrusion process of rapeseed meal for reducing glucosinolates. Anim. Feed Sci. Technol. 56: 1-9.

23- Jensen, S.K., Y.G., Liu, and B.O., Eggum. 1995. The effect of heat treatment on glucosinolates and nutritive value of rapeseed meal in rat. Anim. Feed Sci. Technol. 53: 17-28.

24- Jo, C., H.S., Yook, M.S., Lee, J.H., Kim, H.P., Song, J.S., Kwon, and M.W., Byun. 2004. Irradiation effects on embryo toxicity and oxidative properties of gossypol dissolved in methanol. Food Chem. Toxicology. 42:1329-1336.

25- Laemmli, U.K. 1970. Cleavage of structural proteins during the assembly of the head of bacteriophage T4. Nature 227: 680-685.

26- Lee Maire, M., L., Thauvette, B., De Foresta. A., Viel. G., Beauregard and M., Potier. 1990. Effects of ionizing radiations on proteins. Biochem. J. 267: 431–439.

27- Lee, S.L., M.S., Lee, and K.B., Song, 2005. Effect of □-irradiation on the physicochemical properties of gluten films. Food Chem. 92: 621-625.

28- Mandiki, S.N.M., G., Derycke, J.L., Bister, J.P., Wathelet, M., Marlier, and R., Paquay. 2002. Chemical changes and influence of rapeseed antinutritional factor on gestation and lactating ewes. Part 1. Animal performances and plasma hormones and glucose. Anim. Feed Sci. Technol. 98: 25-35.

29- McKinnon, J.J., J.A., Olubobokun, A., Mustafa, and R.D.H., Christensen. 1995. Influence of dry heat treatment of canola meal on site and extent of nutrient disappearance in ruminants. Anim. Feed Sci. Technol. 56: 243-252.

30- Mc Neill, L., K., Bernard, and M.G., Macleod. 2004. Food intake, growth rate, food conservation and food choice in broilers fed on diets high in rapeseed meal and pea meal with observations of resulting poultry meat. Brit. Poultry Sci. 54: 519-523.

31- Moshtaghi Nia, S.A., and J.R., Ingalls. 1992. Effect of heating on canola meal protein degradation in the rumen and digestion in the lower gastrointestinal tract of steers. Can. J. Anim. Sci. 72: 83–88.

32- Murray, R.K., D.K., Granner. P.A., Mayes, and V.W., Rodwell. 2003. Harper's Biochemistry, 26th ed. McGraw-Hill, New York, NY, USA.

33- National Research Council. 2001. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 7th Ed. National Academy of Sciences, Washington, DC. USA.

34- Ørskov, E.R., and I., McDonald. 1979. The estimation of protein degradability in rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. J. Agric. Sci. 92: 499-503.

35- SAS Institute Inc. 1996. Statistical Analysis System (SAS) User's Guide, SAS Institute, Cary, NC, USA.

36- Schuessler, H., and K., Schilling. 1984. Oxygen effect in the radiolysis of proteins. Int. J. Radiat. Biol. 45: 267–281.

37- Shawrang, P., A., Nikkhah, A., Zare-Shahneh, A.A., Sadeghi, G., Raisali, and M., Moradi-Shahrebabak. 2007. Effects of gamma irradiation on protein degradation of soybean meal in the rumen. Anim. Feed Sci. Technol. 134: 140-151.

38- Shawrang, P., A., Nikkhah, A., Zare-Shahneh, A.A., Sadeghi, G., Raisali, and M., Moradi-Shahrebabak. 2008. Effects of □-irradiation on chemical composition and ruminal protein degradation of canola meal. Radiat. Phys. Chem. 77, 918-922.

39- Siddhuraju, P., H.P.S., Makkar, and K., Becker. 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.

40- Standford, K., G.L., Wallins, W.G., Smart, and A.A., Mc Allister. 2000. Effect of feeding canola screenings on apparent digestibility, growth performance and carcass characteristics of feedlot lambs. Can. J. Anim. Sci. 80:355-365.

41- Taghinejad, M., A., Nikkhah, A.A., Sadeghi, G., Raisali, and M., Chamani. 2009. Effects of gamma irradiation on chemical composition, antinutritional factors, ruminal degradation and in vitro protein digestibility of full-fat soybean. Asian–Aust. J. Anim. Sci. 22, 534–541.

42- Van Soest, P.J., J.B., Robertson, and B.A., Lewis. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. J. Dairy Sci. 74: 3583–3597.

43- Van Soest, P.J. 1994. Nutritional Ecology of the Ruminants. 2nd Edition. Cornell University Press. NY. USA.

44- Woods, R.J., and A.K., Pichaev. 1994. Applied Radiation Chemistry. John Wiley and Sons, New York, USA.

45- Zeb, A. 1998. Possibilities and limitations of feeding rapeseed meal to broiler chicks. Ph.D. Thesis, Georg-August University, Gottingen, German.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱- اثر دزهای مختلف پرتو گاما بر ترکیبات شیمیایی و مواد ضد تغذیه ای کنجاله منداب بومی

مشخصه	کنجاله منداب عمل آوری نشده	دز پرتوتابی			اشتباه معیار میانگین‌ها[1]
		۱۵ کیلوگری	۳۰ کیلوگری	۴۵ کیلوگری	
ماده خشک (گرم در هر کیلوگرم)	۹۰۰	۸۹۶	۸۹۶	۹۰۲	۴/۹
پروتئین خام (گرم در هر کیلوگرم)	۳۲۱	۳۱۶	۳۱۹	۳۱۹	۲/۷
عصاره اتری (گرم در کیلوگرم)	۸۰	۸۱	۷۹	۸۱	۱/۰
الیاف نا محلول در شوینده خنثی (گرم در کیلوگرم)	۳۱۱	۳۰۷	۳۰۶	۲۹۵	۷/۷
الیاف نا محلول در شوینده اسیدی (گرم در کیلوگرم)	۱۹۴	۱۹۱	۱۸۶	۱۸۱	۶/۱
خاکستر (گرم در کیلوگرم)	۶۱	۵۷	۵۹	۵۹	۱/۴
اسید فایتیک (گرم در کیلوگرم)	۴۰/۶ [a]	۳۲/۹ [b]	۲۰/۰ [c]	۱۳/۲ [d]	۰/۸۱
گلوکوسینولات‌ها (میکرومول در گرم)	۱۰۸/۵ [a]	۷۴/۵ [b]	۵۰/۳ [c]	۴۸/۵ [c]	۱/۹۳

a، b، c، d میانگین های در یک ردیف با حروف متفاوت تفاوت معنی دار دارند (P< ۰/۰۵).

1-Standard error of means

جدول ۲- اثر دزهای مختلف پرتو گاما بر ترکیبات شیمیایی و مواد ضد تغذیه ای کنجاله منداب اصلاح شده

مشخصه	کنجاله منداب عمل آوری نشده	دز پرتوتابی			اشتباه معیار میانگین‌ها[1]
		۱۵ کیلوگری	۳۰ کیلوگری	۴۵ کیلوگری	
ماده خشک (گرم در هر کیلوگرم)	۸۹۲	۸۹۴	۸۹۳	۸۹۵	۴/۹
پروتئین خام (گرم در هر کیلوگرم)	۳۶۶	۳۶۷	۳۶۳	۳۶۳	۲/۷
الیاف نا محلول در شوینده خنثی (گرم در کیلوگرم)	۲۶۹	۲۶۸	۲۶۵	۲۷۲	۱/۰
الیاف نا محلول در شوینده اسیدی (گرم در کیلوگرم)	۱۷۱	۱۷۳	۱۷۲	۱۷۳	۷/۷
عصاره اتری (گرم در کیلوگرم)	۳۰	۲۹	۳۰	۲۹	۶/۱
خاکستر (گرم در کیلوگرم)	۶۹	۶۹	۷۰	۷۰	۱/۴
اسید فایتیک (گرم در کیلوگرم)	۴۴/۷ [a]	۳۳/۸ [b]	۲۱/۲ [c]	۱۷/۰ [d]	۰/۸۱
گلوکوسینولات‌ها (میکرومول در گرم)	۲۱/۶ [a]	۱۳/۱ [b]	۹/۵ [c]	۹/۴ [c]	۱/۹۳

a، b، c، d میانگین های در یک ردیف با حروف متفاوت تفاوت معنی دار دارند (P< ۰/۰۵).

1-Standard error of means

www.SID.ir

جدول ۳- اثر دزهای مختلف پرتو گاما بر فراسنجه های تجزیه پذیری ماده خشک و پروتئین خام و قابلیت هضم برون تنی پروتئین کنجاله منداب بومی

مشخصه	کنجاله منداب عمل آوری نشده	دز پرتوتابی			اشتباه معیار میانگین‌ها[1]
		۱۵ کیلوگری	۳۰ کیلوگری	۴۵ کیلوگری	
ماده خشک					
بخش سریع تجزیه (گرم در هر کیلوگرم)	۲۰۷/۴ a	۱۸۳/۷ ab	۱۴۹/۴ bc	۱۴۳/۲ c	۱۱/۶۷
بخش کند تجزیه (گرم در هر کیلوگرم)	۶۴۱/۲ b	۶۵۶/۵ b	۶۹۸/۰ a	۷۰۹/۴ a	۱۳/۵۶
ثابت نرخ تجزیه (c)	۰/۰۷۹ a	۰/۰۷۰ ab	۰/۰۶۲ bc	۰/۰۴۸ c	۰/۰۰۴۸
تجزیه پذیری مؤثر در سرعت عبور (گرم در کیلوگرم)					
۰/۰۲	۷۱۶/۰ a	۶۹۳/۰ b	۶۷۷/۰ b	۶۴۲/۵ c	۷/۵۲
۰/۰۵	۵۸۶/۰ a	۵۶۶/۰ b	۵۳۶/۰ c	۴۸۹/۸ d	۸/۹۵
۰/۰۸	۵۲۶/۰ a	۴۹۰/۳ b	۴۵۴/۸ c	۴۰۸/۵ d	۹/۳۱
پروتئین خام					
بخش سریع تجزیه (گرم در هر کیلوگرم)	۳۱۳/۹ a	۲۶۴/۸ b	۲۲۰/۷ c	۱۸۱/۴ d	۹/۹۸
بخش کند تجزیه (گرم در هر کیلوگرم)	۶۲۶/۹ d	۶۶۰/۵ c	۷۰۹/۰ b	۷۵۸/۵ a	۱۰/۲۵
ثابت نرخ تجزیه (c)	۰/۰۸۴ a	۰/۰۷۸ ab	۰/۰۶۷ bc	۰/۰۵۵ c	۰/۰۰۴۶
تجزیه پذیری مؤثر در سرعت عبور (گرم در کیلوگرم)					
۰/۰۲	۸۱۷/۸ a	۷۷۴/۵ b	۷۶۶/۰ b	۷۳۶/۵ c	۸/۰۵
۰/۰۵	۷۰۴/۵ a	۶۵۱/۸ b	۶۲۵/۸ c	۵۷۷/۷ d	۷/۹۷
۰/۰۸	۶۳۳/۵ a	۵۷۶/۷ b	۵۴۳/۵ c	۴۸۹/۳ d	۸/۱۱
قابلیت هضم برون تنی پروتئین (گرم در کیلوگرم)	۶۶۰/۵ d	۶۸۶/۸ c	۷۱۵/۲ b	۷۴۱/۷ a	۶/۴۰

a، b، c، d میانگین های در یک ردیف با حروف متفاوت تفاوت معنی دار دارند (P< ۰/۰۵).

1-Standard error of means

www.SID.ir

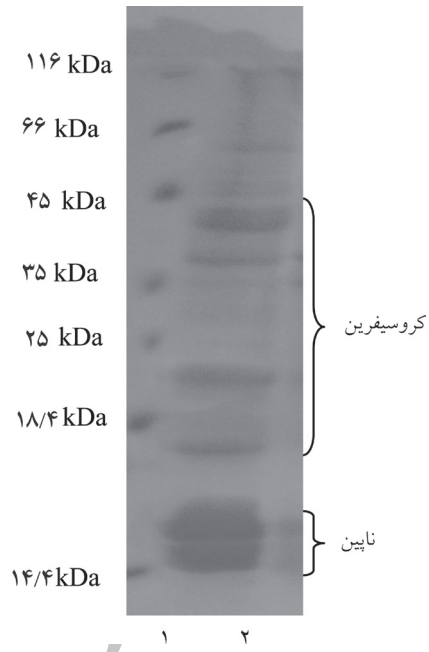
جدول ۴- اثر دزهای مختلف پرتو گاما بر فراسنجه های تجزیه پذیری ماده خشک و پروتئین خام و قابلیت هضم برون تنی پروتئین کنجاله منداب اصلاح شده

مشخصه	کنجاله منداب عمل آوری نشده	دز پرتوتابی			اشتباه معیار میانگین‌ها[1]
		۱۵ کیلوگری	۳۰ کیلوگری	۴۵ کیلوگری	
ماده خشک					
بخش سریع تجزیه (گرم در هر کیلوگرم)	۲۹۷/۵ a	۲۸۴/۲ a	۲۳۱/۹ b	۱۴۷/۶ c	۹/۹۸
بخش کند تجزیه (گرم در هر کیلوگرم)	۵۵۱/۸ c	۵۶۶/۶ bc	۶۱۵/۶ b	۷۰۲/۶ a	۱۸/۲۷
ثابت نرخ تجزیه (c)	۰/۰۸۲ a	۰/۰۷۵ a	۰/۰۴۸ b	۰/۰۴۵ b	۰/۰۰۴۵
تجزیه پذیری مؤثر در سرعت عبور (گرم در کیلوگرم)					
۰/۰۲	۷۴۰/۰ a	۷۲۷/۷ a	۶۶۳/۷ b	۶۲۹/۵ c	۸/۷۲
۰/۰۵	۶۴۰/۰ a	۶۱۹/۸ a	۵۳۰/۷ b	۴۷۶/۳ c	۸/۶۱
۰/۰۸	۵۷۶/۸ a	۵۵۴/۳ a	۴۶۰/۸ b	۳۹۸/۲ c	۸/۷۸
پروتئین خام					
بخش سریع تجزیه (گرم در هر کیلوگرم)	۲۵۴/۲ a	۲۳۵/۱ ab	۲۰۴/۳ b	۱۴۰/۲ c	۱۰/۴۷
بخش کند تجزیه (گرم در هر کیلوگرم)	۶۹۷/۴ b	۷۲۳/۴ b	۷۵۱/۴ ab	۷۹۵/۵ a	۱۷/۶۵
ثابت نرخ تجزیه (c)	۰/۰۸۳ a	۰/۰۸۱ a	۰/۰۵۵ b	۰/۰۴۶ b	۰/۰۰۳۰
تجزیه پذیری مؤثر در سرعت عبور (گرم در کیلوگرم)					
۰/۰۲	۸۱۷/۲ a	۸۰۸/۰ a	۷۵۵/۸ b	۶۹۲/۳ c	۱۰/۲۶
۰/۰۵	۶۹۱/۰ a	۶۷۵/۷ a	۵۹۳/۷ b	۵۱۹/۵ c	۸/۶۰
۰/۰۸	۶۱۱/۷ a	۵۹۳/۲ a	۵۰۶/۲ b	۴۲۹/۲ c	۸/۳۱
قابلیت هضم برون تنی پروتئین (گرم در کیلوگرم)	۶۶۴/۲ b	۶۸۷/۳ b	۷۳۶/۸ a	۷۶۲/۷ a	۱۰/۲۴

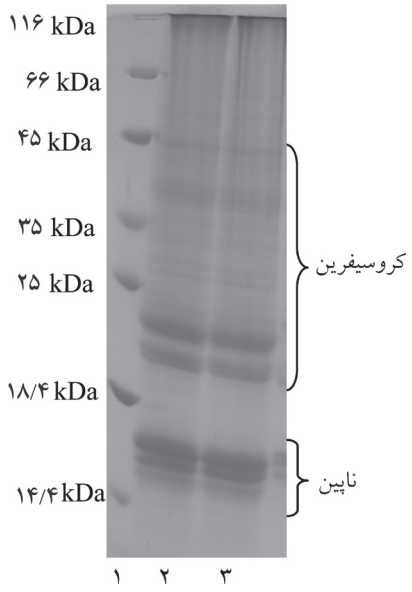
a، b، c، d میانگین های در یک ردیف با حروف متفاوت تفاوت معنی دار دارند (P<۰/۰۵).

1-Standard error of means

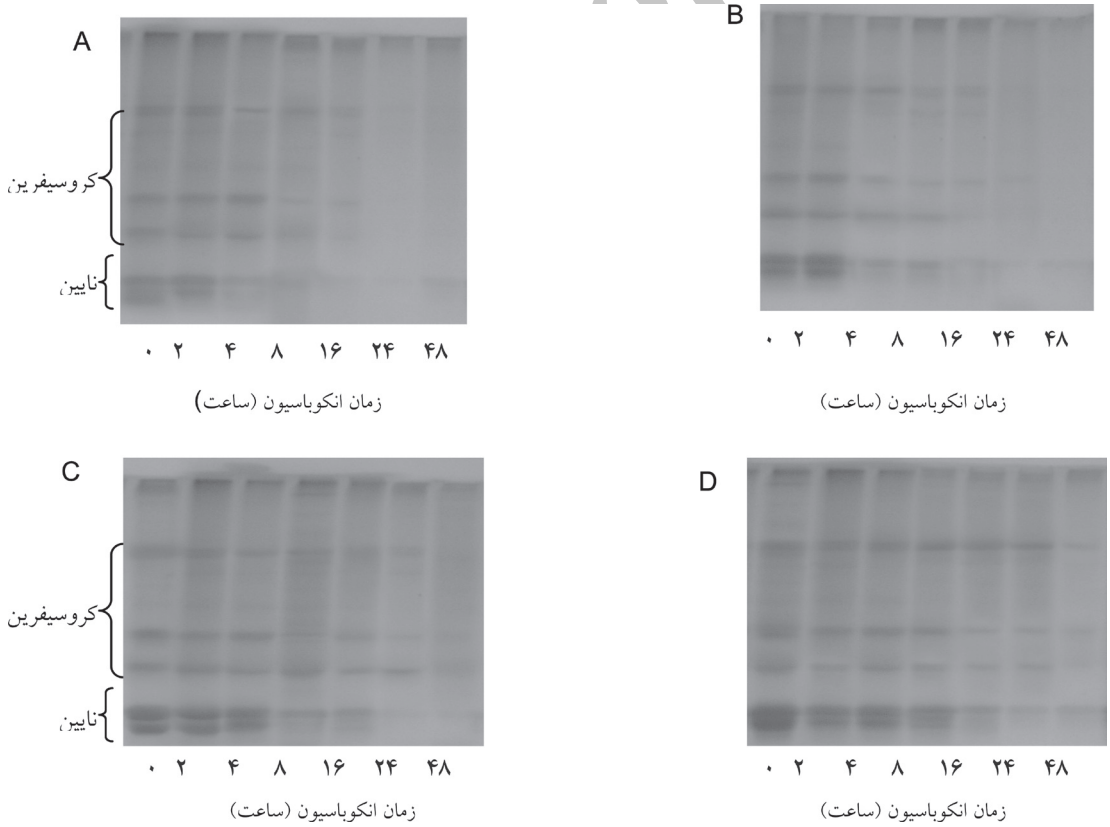
www.SID.ir



شکل ۱- الگو مارکر پروتئینی (۱) و زیرواحد های پروتئین کنجاله منداب بومی (۲)



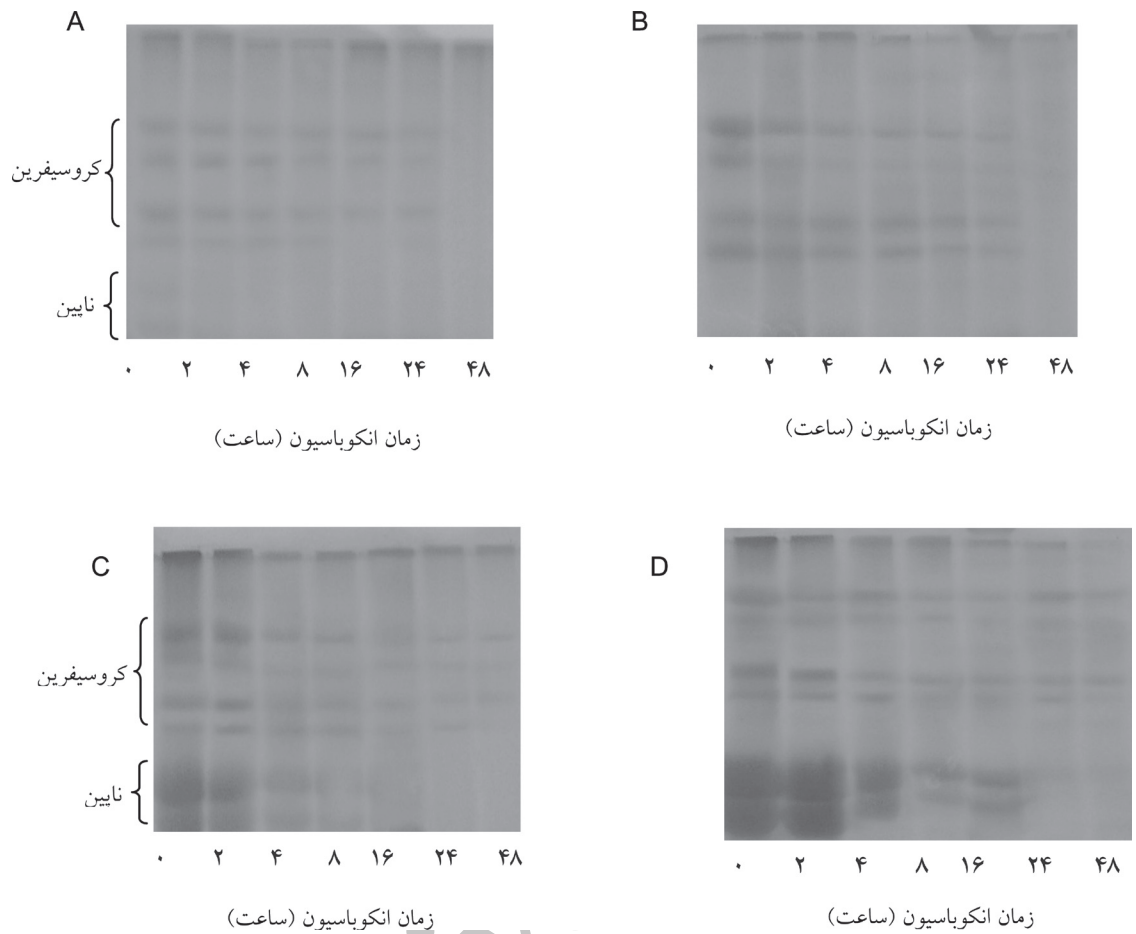
شکل ۲- الگو مارکر پروتئینی (۱) و زیرواحد های پروتئین کنجاله منداب اصلاح شده (۲ و ۳)



شکل ۳- تعیین ژنوتیپ براساس الگوی قطعات هضم شده ژن GHR در مرغان بومی مازندران

(اعداد روی شکل نشان دهنده تعداد جفت باز در هر قطعه برش خورده از DNA می باشند و ژنوتیپ ها به صورت AA و BB در شکل نشان داده شده است)

www.SID.ir



شکل ۴- الکتروفورز ژل پلی‌آکریلامید کنجاله منداب اصلاح شده عمل‌آوری نشده (A)، کنجاله منداب اصلاح شده پرتوتابی شده در دز ۱۵ کیلوگری (B)، کنجاله منداب اصلاح شده پرتوتابی شده در دز ۳۰ کیلوگری (C) و کنجاله منداب اصلاح شده پرتوتابی شده در دز ۴۵ کیلوگری (D)

Archive

www.SID.ir