



تجزیه پذیری شکمبه‌ای و قابلیت هضم ظاهری تفاله زیتون عمل‌آوری شده با پرتو الکترون

مهدی سبحانی^۱، سیدروح اله ابراهیمی محمودآباد^{۲*}، مهدی تقی نژاد رودبند^۳، یوسف مهمان نواز^۴

- ۱- دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، واحد مراغه، دانشگاه آزاد اسلامی، مراغه، ایران
- ۲- استادیار گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، واحد شهر قدس، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
- ۳- استادیار گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی تبریز، ایران
- ۴- استادیار گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، واحد مراغه، دانشگاه آزاد اسلامی، مراغه، ایران

(تاریخ دریافت: ۹۴/۱۲/۵ - تاریخ پذیرش: ۹۵/۶/۲۳)

چکیده

پژوهش حاضر به منظور مطالعه اثرات عمل‌آوری با پرتوتابی الکترون بر ترکیبات شیمیایی، قابلیت هضم ظاهری ماده آلی و پروتئین خام و تجزیه‌پذیری ماده خشک، پروتئین خام و الیاف نامحلول در شوینده خنثی تفاله زیتون انجام شد. پس از تهیه تفاله زیتون، نمونه‌ها با استفاده از شتاب‌دهنده رودوترون در دزهای ۲۰۰، ۲۵۰ و ۳۰۰ کیلوگری پرتوتابی شدند. قابلیت هضم ظاهری ماده آلی و پروتئین خام به روش خاکستر نامحلول در اسید اندازه‌گیری شد. بدین منظور از ۴ راس گوسفند نر قزل با میانگین وزن زنده 41 ± 2 کیلوگرم استفاده شد. گوسفندها، ۲ هفته از قبل از شروع آزمایش و در طول دوره آزمایش با جیره حاوی ۷۰ درصد علوفه و ۳۰ درصد تفاله زیتون به صورت جیره کاملاً مخلوط تغذیه شدند. فراسنجه‌های تجزیه‌پذیری ماده خشک، پروتئین خام و الیاف نامحلول در شوینده خنثی به روش کیسه‌های نایلونی اندازه‌گیری شد. مقدار ۳ گرم از هر نمونه ماده خوراکی عمل‌آوری نشده یا عمل‌آوری شده به مدت صفر، ۴، ۸، ۱۶، ۲۴، ۴۸، ۷۲ و ۹۶ ساعت در شکمبه چهار رأس گوسفند نر قزل قرار داده شد. پرتوتابی سبب کاهش الیاف نامحلول در شوینده خنثی و اسیدی و افزایش قابلیت هضم ظاهری ماده آلی و پروتئین خام تفاله زیتون شد ($P < 0.05$). پرتوتابی تفاله زیتون با دزهای ۲۰۰، ۲۵۰ و ۳۰۰ کیلوگری درصد تجزیه‌پذیری موثر الیاف نامحلول در شوینده خنثی در سرعت عبور ۵ درصد در ساعت را به ترتیب به میزان ۶/۴، ۱۰/۶ و ۱۶/۸ درصد نسبت به تفاله زیتون عمل‌آوری نشده افزایش داد ($P < 0.05$). بر پایه یافته‌های این پژوهش، پرتوتابی الکترون سبب افزایش تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای و قابلیت هضم ظاهری تفاله زیتون شد و دز ۳۰۰ کیلوگری، بیشترین اثرات مثبت بر بهبود ارزش غذایی تفاله زیتون را داشت.

واژه‌های کلیدی: پرتو الکترون، تجزیه‌پذیری، تفاله زیتون، قابلیت هضم

مقدمه

باگاس شد (شهبازی و همکاران، ۱۳۸۸). همچنین پرتوتابی الکترون در دز ۱۵۰ کیلوگری سبب افزایش بخش سریع تجزیه شونده ماده خشک کنجاله‌های سویا و کلزا شد (طحان و همکاران، ۱۳۹۰). از طرفی دیگر، عمل‌آوری با پرتو گاما و الکترون در دزهای پائین سبب افزایش قابلیت هضم پروتئین، کاهش تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای پروتئین خام و کاهش مواد ضد تغذیه‌ای دانه‌های سویا، کلزا و پنبه شده است (Ebrahimi-Mahmouabad and Taghinejad_Roudbaneh, 2011). تاکنون اطلاعاتی در خصوص اثرات پرتو الکترون بر تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای و قابلیت هضم ظاهری تفاله زیتون در دسترس نیست. بنابراین، هدف از انجام این پژوهش، بررسی اثرات پرتو الکترون بر ترکیبات شیمیایی، قابلیت هضم ظاهری ماده آلی و پروتئین خام و روند تجزیه‌پذیری ماده خشک، پروتئین خام و الیاف نامحلول در شوینده خنثی تفاله زیتون بود.

مواد و روش‌ها

تفاله زیتون هوا خشک به مقدار ۲۰۰ کیلوگرم از کارخانه روغن-کشی گنجه رودبار تهیه شد. سپس نمونه‌ها در مرکز پرتو فرایند یزد با دزهای ۲۰۰، ۲۵۰ و ۳۰۰ کیلوگری با نرخ پرتوتابی ۱۸۰ کیلوگری در هر دقیقه، دقت حدود ۹۷ درصد و در دمای اتاق پرتو دهی شدند. جهت پرتو دهی نمونه‌ها از دستگاه شتاب‌دهنده رودتورون مدل TT200 استفاده شد.

اندازه‌گیری ترکیب شیمیایی شامل ماده خشک، پروتئین خام، عصاره اتری و خاکستر خام نمونه‌ها بر اساس روش‌های استاندارد آزمایشگاهی (AOAC, 1995) انجام شد. ماده خشک با قرار دادن نمونه‌های ماده خوراکی در آون به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۵۵ درجه سانتیگراد اندازه‌گیری شد. مقدار پروتئین خام نمونه‌ها با استفاده از دستگاه کجل‌دال (Kjeldahl) اتوماتیک تعیین شد (نیتروژن $\times 6/25$). خاکستر نمونه‌ها با قرار دادن نمونه‌های ماده خوراکی در کوره الکتريکی با دمای ۶۰۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲ ساعت اندازه‌گیری شد. چربی خام با استفاده از دستگاه سوکسله و یک ساعت شستشو با دی اتیل اتر اندازه‌گیری شد. الیاف نامحلول در شوینده خنثی و اسیدی با روش استاندارد اندازه‌گیری شد (Van Soest et al., 1991).

اندازه‌گیری قابلیت هضم ظاهری مواد غذایی با استفاده از روش نشانگر داخلی خاکستر نامحلول در اسید انجام گرفت

سطح زیر کشت زیتون در طی سال‌های اخیر به ویژه در شمال کشور رو به افزایش بوده است و در سال زراعی ۱۳۸۹ سطح زیر کشت آن به ۳۰۰ هزار هکتار رسیده و بیش از ۷۰ هزار تن دانه زیتون در کشور تولید شده است (آمارنامه محصولات زراعی، ۱۳۹۰). پس از استخراج روغن از دانه زیتون، تفاله زیتون که متشکل از پوست، گوشت و هسته زیتون است باقی می‌ماند. از تفاله زیتون به عنوان ماده خوراکی در جیره دام و طیور و مقداری محدودی از آن به صورت کود و سوخت استفاده می‌شود (میر نظامی، ۱۳۷۷). این محصول بسته به نوع روش استخراج روغن دارای ۲۵ الی ۳۰ درصد رطوبت و ۲۷ الی ۴۱ درصد فیبر خام و مقدار قابل توجهی روغن (۶ الی ۸ درصد) است. مقدار پروتئین خام آن بین ۸ الی ۱۲ درصد است. اگرچه تفاله زیتون قابلیت استفاده در تغذیه نشخوارکنندگان را دارند، اما مصرف آن به تنهایی و بدون عمل‌آوری به دلیل متصل بودن ۸۰ درصد پروتئین آن به ترکیبات لیگنوسولوزی حاوی فیبر زیاد (انرژی کم تا متوسط) دارای محدودیت‌هایی است. همچنین، قابلیت هضم آن به دلیل وجود سلولز و همی‌سلولز و لیگنینی شدن زیاد، پائین است. روش‌های مختلف عمل‌آوری مانند استفاده از سود، اوره، آمونیاک، اکسید کلسیم و پراکسید هیدروژن برای افزایش تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای مواد فیبری استفاده شده است (Van Soest, 1994; Haddad and Gran, 1998; Rowghani et al., 2008). ولی عمل‌آوری با مواد شیمیایی معایبی مانند تخریب مواد غذایی، آلودگی محیط زیست و افزایش مصرف آب جهت حذف مواد شیمیایی پس از عمل‌آوری دارد (Chaudbry, 2005).

پرتوتابی یکی دیگر از روش‌های عمل‌آوری است که در این روش مواد خوراکی در معرض پرتوهای یونیزه کننده نظیر پرتو گاما و الکترون قرار می‌گیرند. عمل‌آوری با پرتو الکترون نسبت به سایر روش‌های عمل‌آوری شیمیایی مزایایی مانند سرعت بالای عمل‌آوری، عدم ایجاد فرآورده‌های غیر قابل هضم و عدم ایجاد آلودگی محیط زیست به همراه دارد (Farkas, 2006). در آزمایشی اثرات دزهای مختلف پرتو الکترون بر ارزش غذایی باگاس نیشکر مورد بررسی قرار گرفت و نشان داده شد که پرتوتابی سبب افزایش بخش سریع تجزیه و تجزیه‌پذیری موثر ماده خشک و الیاف نامحلول در شوینده‌های خنثی و اسیدی

رابطه ۱

$$p = a + b(1 - e^{-ct})$$

رابطه ۲

$$ED = a + \frac{b \times c}{c + k}$$

در این رابطه‌ها (۱ و ۲) a بخش سریع تجزیه‌شونده، b بخش کند تجزیه‌شونده، c نرخ ثابت تجزیه در واحد زمان، e عدد نپر (۲/۷۱۸۲)، t زمان تخمیر در شکمبه، P ناپدید شدن ماده خشک یا مغذی از کیسه‌ها و ED تجزیه‌پذیری مؤثر است. با به کار بردن رابطه ۲ تجزیه‌پذیری مؤثر ماده خشک، پروتئین خام و لیاف نامحلول در شوینده خنثی در نرخ‌های عبور ۲ و ۵ درصد در ساعت محاسبه شد.

داده‌های آزمایش تجزیه‌پذیری در قالب طرح بلوک کاملاً تصادفی با ۴ تیمار (تفاله زیتون بدون عمل‌آوری و عمل‌آوری شده با دزهای ۲۰۰، ۲۵۰ و ۳۰۰ کیلوگرمی پرتو الکترون) و ۴ تکرار (۴ گوسفند \times ۱ کیسه در هر زمان در هر گوسفند) اجرا شد و طبق مدل آماری $Y_{ijk} = \mu + T_i + B_j + e_{ijk}$ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. در این مدل Y_{ijk} مقدار هر مشاهده، μ میانگین هر یک از مشاهدات، T_i اثر عمل‌آوری، B_j اثر حیوان و e_{ijk} خطای آزمایشی است. داده‌های قابلیت هضم در قالب طرح چرخشی متوازن با چهار تیمار، چهار دوره و چهار حیوان و مدل آماری $Y_{ijk} = \mu + T_i + B_j + P_k + e_{ijk}$ در این مدل Y_{ijk} مقدار هر مشاهده، μ میانگین هر یک از مشاهدات، T_i اثر عمل‌آوری، B_j اثر حیوان، P_k اثر دوره آزمایش و e_{ijk} خطای آزمایشی است. به منظور تعیین اثر دزهای مختلف پرتو الکترون بر ترکیبات شیمیایی ماده خوراکی آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۵ تکرار انجام شد. مدل آماری مورد استفاده به صورت $Y_{ij} = \mu + T_i + e_{ij}$ بود. در این مدل Y_{ij} مقدار هر مشاهده، μ میانگین هر یک از مشاهدات، T_i اثر عمل‌آوری و e_{ij} خطای آزمایشی است. تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها در این مطالعه با استفاده از رویه GLM نسخه ۶/۱۲ بسته نرم‌افزاری (1996) SAS صورت گرفت. پس از تجزیه واریانس، میانگین‌ها با آزمون کم‌ترین اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد مقایسه شدند.

(Van Keulen and Young, 1977). بدین منظور از ۴ راس گوسفند نر قزل با میانگین وزن 41 ± 2 کیلوگرم استفاده شد. ابتدا کلیه موارد بهداشتی متداول (اعم از واکسیناسیون، پشم-چینی و سم‌چینی) در مورد دام‌ها انجام شد. یک هفته قبل از شروع آزمایش قرص ضد انگل به وسیله قرص‌خوران به دام‌ها داده شد. جیره حیوانات بر اساس نرم افزار CNCPS گوسفندی تنظیم شد. آب، آجر معدنی و سنگ نمک به صورت آزاد در اختیار دام‌ها قرار داشت. خوراک ساعات ۸ صبح و ۵ بعد از ظهر در اختیار آنها قرار می‌گرفت. هر گوسفند طی چهار دوره، هر چهار جیره را دریافت کرد. طول هر دوره آزمایشی سه هفته بود که دو هفته آن به عنوان دوره عادت‌پذیری و یک هفته به آزمایش‌های هضمی اختصاص یافت. در این آزمایش یونجه به عنوان خوراک پایه مورد استفاده قرار گرفت و پس از آنکه قابلیت هضم یونجه تعیین شد، تفاله زیتون به میزان ۳۰ درصد جایگزین یونجه شد. برای تعیین قابلیت هضم ظاهری ماده آلی و پروتئین خام، در ۷ روز آخر هر دوره نمونه‌های مدفوع گوسفندان جمع‌آوری و تا زمان آنالیز در دمای -20 درجه سانتیگراد نگهداری شد.

جهت اندازه‌گیری تجزیه‌پذیری ماده خشک، پروتئین خام و لیاف نامحلول در شوینده خنثی، مقدار ۳ گرم نمونه ماده خوراکی عمل‌آوری نشده یا عمل‌آوری شده با دزهای مختلف پرتو الکترون در داخل کیسه‌های با جنس پلی‌استر (با ابعاد 10×20 سانتی متر و قطر منافذ ۴۵ میکرومتر) ریخته شد و به مدت صفر، ۴، ۸، ۱۶، ۲۴، ۴۸، ۷۲ و ۹۶ ساعت در شکمبه چهار راس گوسفند قزل فیستوله دار انکوباسیون شد. گوسفندها با جیره حاوی ۷۰ درصد علوفه (۸۰ درصد یونجه و ۲۰ درصد گندم) و ۳۰ درصد کنسانتره (آرد جو ۴۲ درصد، تفاله زیتون ۲۰ درصد، تفاله هسته خرما ۲۰ درصد، سبوس گندم ۱۵ درصد، مکمل مواد معدنی و ویتامینی ۱ درصد و دی کلسیم فسفات ۲ درصد) به صورت جیره کاملاً مخلوط در طول دوره آزمایش تغذیه شدند. کیسه‌ها پس از شستشو، به مدت ۴۸ ساعت در آون با دمای ۵۵ درجه سانتیگراد قرار داده شد تا خشک شدند. اختلاف وزن کیسه جهت اندازه‌گیری تجزیه‌پذیری محاسبه شد. از رابطه‌های ۱ و ۲ جهت بررسی روند تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای تفاله زیتون استفاده شد (Ørskov and McDonald, 1979):

نتایج و بحث

همانطور که در جدول ۱ مشاهده می‌شود، قابلیت هضم ظاهری ماده آلی و پروتئین خام تفاله زیتون به ترتیب برابر با ۲۶/۹۳ و ۲۳/۷۴ درصد بود که مقادیر کمتر از مقادیر گزارش شده به وسیله صمدی و شمس شرق (۱۳۸۷) بود. صمدی و شمس شرق (۱۳۸۷) میزان قابلیت هضم ظاهری ماده آلی و پروتئین خام تفاله زیتون را به ترتیب ۳۵/۲ و ۲۶/۱ درصد گزارش کردند. این اختلاف ممکن است به دلیل شرایط اقلیمی، مرحله رشد و واریته زیتون باشد (Sansoucy et al., 1985; Rowghani et al., 2008). با افزایش دز پرتو دهی قابلیت هضم ظاهری ماده آلی و پروتئین خام تفاله زیتون افزایش یافت ($P < 0.05$). بیشترین قابلیت هضم ماده آلی مربوط به تفاله پرتوتابی شده با پرتو الکترون با دز ۳۰۰ کیلوگری بود. قابلیت هضم پروتئین خام در تیمارهای پرتوتابی شده با دز ۲۰۰، ۲۵۰ و ۳۰۰ کیلوگری در مقایسه با تفاله زیتون عمل‌آوری نشده اختلاف معنی‌داری نشان داد ($P < 0.05$). گزارش شده است که میزان لیگنین و ترکیبات شیمیایی آن بر قابلیت هضم مواد خوراکی موثر است و با افزایش میزان الیاف نامحلول در شوینده خنثی، قابلیت هضم مواد خوراکی کاهش می‌یابد (تقی زاده، ۱۳۷۵). بنابراین، پرتوتابی الکترونی با کاهش الیاف نامحلول در شوینده خنثی تفاله زیتون توانسته است قابلیت هضم ماده آلی را افزایش دهد.

نتایج تجزیه‌پذیری به روش کیسه‌های نایلونی در جدول ۲ نشان داده شده است. فراسنجه‌های تجزیه‌پذیری ماده خشک و پروتئین خام تفاله زیتون عمل‌آوری نشده در این آزمایش با نتایج آزمایش محققین دیگر مطابقت دارد (Tahssen et al., 2014)؛ ولی مقادیر بخش تند تجزیه‌شونده ماده خشک و پروتئین خام تفاله زیتون عمل‌آوری نشده کمتر از مقادیر گزارش شده به وسیله Rowghani et al. (2008) بود. آنها بخش تند تجزیه ماده خشک و پروتئین خام تفاله زیتون بدون هسته را به ترتیب ۲۰/۲۸ و ۲۶/۲۹ درصد گزارش کردند. این اختلاف می‌تواند به دلیل نوع تفاله زیتون (با هسته یا بدون هسته)، واریته زیتون و نوع عمل‌آوری باشد (Sansoucy et al., 1985; Rowghani et al., 2008). با افزایش دز پرتوتابی الکترون بخش سریع تجزیه شونده (a) و سرعت تجزیه پذیری (c) ماده خشک و

میانگین ترکیبات شیمیایی تفاله زیتون و اثرات پرتوتابی الکترون بر میانگین ترکیبات شیمیایی و قابلیت هضم آن در جدول ۱ آمده است. پروتئین خام، عصاره اتری، الیاف نامحلول در شوینده خنثی و اسیدی تفاله زیتون به ترتیب ۷۶، ۷۴، ۶۶۸ و ۵۷۰ گرم در کیلوگرم بود که با نتایج آزمایش صمدی و شمس شرق (۱۳۸۷) هماهنگی دارد؛ ولی میزان الیاف نامحلول در شوینده خنثی و اسیدی تفاله عمل‌آوری نشده در این آزمایش با سایرین هماهنگی ندارد (Ashraf et al., 2013). این تفاوت می‌تواند به دلیل متفاوت بودن واریته زیتون، روش روغن‌کشی (پرسی، سانتریفیوژ، حلال و یا ترکیب آنها) و منطقه جغرافیایی باشد (Rowghani et al., 2008; Sadeghi et al., 2009).

پرتوتابی اثر معنی‌داری بر ماده خشک، پروتئین خام، عصاره اتری و خاکستر خام تفاله زیتون نداشت؛ اما باعث کاهش الیاف نامحلول در شوینده خنثی و اسیدی کنجاله زیتون شد ($P < 0.05$). پرتوتابی الیاف نامحلول در شوینده خنثی تفاله زیتون را به میزان ۷/۰ و ۹/۶ درصد به ترتیب در دزهای ۲۰۰ و ۳۰۰ کیلوگری کاهش داد. الیاف نامحلول در شوینده اسیدی تفاله زیتون به ترتیب به میزان ۶/۱ و ۸/۸ درصد با پرتوتابی الکترون در دز ۲۰۰ و ۳۰۰ کیلوگری کاهش یافت. همچنین در آزمایشی دیگر، عمل‌آوری کنجاله سویا، کنجاله کلزا و دانه خلر با پرتو الکترون در دزهای ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگری سبب کاهش الیاف نامحلول در شوینده خنثی و اسیدی شد (طحان و همکاران، ۱۳۹۰). کاهش الیاف خام، الیاف نامحلول در شوینده خنثی و اسیدی بستر طیور با پرتوتابی گاما در آزمایش‌های سایرین نیز گزارش شده است (Al-Masri and Zarkawi, 1999). پرتوتابی الکترون در دزهای بالا با ایجاد رادیکال‌های آزاد سبب شکاف در باندهای گلیکوزیدی سلولز و همی‌سلولز شده و دپلمریزاسیون، لیگنین‌زدائی و تخریب ساختار کریستالی سلولز را به همراه داشته و با تبدیل سلولز و همی سلولز به ترکیبات محلول سبب کاهش الیاف نامحلول در شوینده خنثی و اسیدی می‌شود (Arora et al., 2002; Banchorndhevakul, 2002; Henniges et al., 2013).

سویا از ۲۲/۵ درصد در دانه سویا عمل آوری نشده به ۳۶/۹ درصد در دانه سویای عمل آوری شده با دز ۶۰ کیلوگری شد (Akbarian *et al.*, 2014). هرچند گزارش شده است که عمل آوری دانه سویا، دانه کلزا و پنبه دانه با پرتو الکترون در دزهای پائین تر از ۴۵ کیلوگری سبب کاهش بخش سریع تجزیه شونده و افزایش بخش کند تجزیه شونده پروتئین خام شد (Ebrahimi-Mahmouabad and Taghinejad- Roudbaneh, 2011)، ولی به نظر می‌رسد که پرتوتابی در دزهای بین ۲۰۰ تا ۳۰۰ کیلوگری سبب شکسته شدن پیوندهای عرضی بین پروتئین و تبدیل پروتئین به مولکول‌های کوچکتر شده و در نهایت با افزایش محلولیت پروتئین در شکمبه، تجزیه پروتئین را در شکمبه افزایش می‌دهد (Van Soest, 1994; Gaber, 2005). اثر پرتوتابی بر میانگین فراسنجه‌های مختلف تجزیه پذیری الیاف نامحلول در شوینده خنثی تفاله زیتون در جدول ۳ ارائه شده است. مقادیر فراسنجه‌های تجزیه پذیری الیاف نامحلول در شوینده خنثی با مقادیر گزارش شده به وسیله محققین دیگر همخوانی دارد (Tahssen *et al.*, 2014).

پروتئین خام تفاله زیتون افزایش یافت ($P < 0.05$). پرتوتابی سبب افزایش تجزیه پذیری ماده خشک تفاله زیتون شد که با مطالعه Shahbazi *et al.* (2008) همخوانی دارد. آنها گزارش کردند که پرتوتابی در دزهای ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگری سبب افزایش تجزیه پذیری موثر الیاف نامحلول در شوینده خنثی و اسیدی علوفه یونجه شد. همچنین، در آزمایش دیگر، کنجاله‌های سویا و کلزا با دزهای ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگری پرتو الکترون عمل آوری شدند. پرتوتابی تنها در دز ۱۵۰ کیلوگری سبب افزایش بخش سریع تجزیه شونده ماده خشک شد (طحان و همکاران، ۱۳۹۰). کاهش الیاف نامحلول در شوینده‌های خنثی و اسیدی از پرتوتابی می‌تواند یکی از دلایل افزایش بخش سریع تجزیه ماده خشک باشد. پرتوتابی با افزایش لیگنین زدائی و دی‌پلیمریزاسیون مواد لیگنوسلولزی و شکستن پیوندهای پپتیدی در زنجیره پلی پپتیدی اسیدهای آمینه سبب افزایش تجزیه پذیری شکمبه‌ای ماده خشک و پروتئین خام شد (Taub *et al.*, 1979; Henniges *et al.*, 2013). در توافق با این آزمایش نشان داده شد که پرتوتابی الکترون سبب افزایش بخش سریع تجزیه شونده پروتئین خام دانه

جدول ۱- اثرات دزهای مختلف پرتو الکترون (۲۰۰، ۲۵۰ و ۳۰۰ کیلوگری) بر ترکیبات شیمیایی و قابلیت هضم ظاهری ماده آلی و پروتئین خام تفاله زیتون به روش درون تنی

Table 1. Effects of different doses of electron beam irradiation (200, 250 and 300 kGy) on chemical composition and apparent digestibility of olive cake by *in vivo* method (n=5)

	Electron beam irradiated (kGy)				SEM	P value
	0	200	250	300		
Dry matter (%)	90.41	91.13	91.04	91.07	0.69	0.47
Crude protein (%)	7.58	7.44	7.76	7.54	0.42	0.23.
Ether extract (%)	7.43	7.52	7.44	7.56	0.65	0.37.
Neutral Detergent Fiber (%)	66.76 ^a	61.08 ^b	59.78 ^{bc}	57.16 ^c	2.22	0.03
Acid Detergent Fiber (%)	57.01 ^a	52.45 ^b	50.87 ^{bc}	48.19 ^c	2.06	0.01
Ash (%)	3.64	3.65	3.66	3.60	0.15	0.87
Apparent organic matter digestibility (%)	26.93 ^c	32.80 ^b	35.15 ^b	40.18 ^a	1.42	0.01
Apparent crude protein digestibility (%)	23.74 ^c	28.06 ^b	32.20 ^{ab}	34.70 ^a	2.18	0.02

^{a, b, c} Means in the same row with different letters are different.

جدول ۲- اثرات دزهای مختلف پرتو الکترون (۲۰۰، ۲۵۰ و ۳۰۰ کیلوگری) بر فراسنجه‌های تجزیه‌پذیری ماده خشک و پروتئین خام تفاله زیتون به روش کیسه‌های نایلونی

Table 2. Effects of different doses of electron beam irradiation (200, 250 and 300 kGy) on rumen degradation parameters of dry matter and crude protein of olive cake by nylon bag technique

	Electron beam irradiated (kGy)				SEM	P value
	0	200	250	300		
Dry matter						
Washout fraction (%)	10.42 ^d	11.87 ^c	13.05 ^{bc}	14.67 ^a	0.53	0.01
Potentially degradable fraction (%)	52.67 ^c	56.50 ^b	58.09 ^{ab}	60.54 ^a	1.76	0.03
Potential degradability (%)	63.09 ^d	63.38 ^{bc}	71.14 ^{ab}	75.22 ^a	2.11	0.04
Rate of degradation (h ⁻¹)	0.021 ^d	0.026 ^{bc}	0.029 ^b	0.033 ^a	0.015	0.01
Effective rumen degradation (%)						
0.02/h	37.19 ^c	43.68 ^{ab}	47.66 ^b	52.40 ^a	1.82	0.01
0.05/h	25.82 ^c	31.09 ^{ab}	34.06 ^b	38.78 ^a	1.58	0.01
Crude protein						
Washout fraction (%)	5.20 ^d	6.90 ^c	8.47 ^{bc}	9.30 ^a	0.78	0.02
Potentially degradable fraction (%)	40.72 ^c	45.50 ^b	47.10 ^{ab}	49.53 ^a	2.32	0.01
Potential degradability (%)	45.92 ^d	52.40 ^c	55.56 ^{abc}	58.84 ^a	2.25	0.05
Rate of degradation (h ⁻¹)	0.012 ^d	0.015 ^c	0.018 ^b	0.022 ^a	0.013	0.01
Effective rumen degradation (%)						
0.02/h	20.64 ^c	26.29 ^{bc}	30.61 ^b	35.25 ^a	1.65	0.01
0.05/h	13.20 ^c	17.09 ^{bc}	20.81 ^b	24.44 ^a	1.40	0.01

a, b, c, d Means in the same row with different letters are different.

جدول ۳- اثرات دزهای مختلف پرتو الکترون (۲۰۰، ۲۵۰ و ۳۰۰ کیلوگری) بر فراسنجه‌های تجزیه‌پذیری الیاف نامحلول در شوینده خنثی تفاله زیتون به روش کیسه‌های نایلونی

Table 3. Effects of different doses of electron beam irradiation (200, 250 and 300 kGy) on rumen degradation parameters of NDF of olive cake by nylon bag technique

	Electron beam irradiated (kGy)				SEM	P value
	0	200	250	300		
Neutral detergent fiber						
Washout fraction (%)	8.36 ^c	9.90 ^{bc}	11.55 ^b	13.68 ^a	0.84	0.01
Potentially degradable fraction (%)	50.20 ^c	55.02 ^{bc}	56.09 ^{ab}	59.38 ^a	2.06	0.04
Potential degradability (%)	58.57 ^c	64.92 ^{bc}	67.64 ^{ab}	73.07 ^a	1.91	0.01
Rate of degradation (h ⁻¹)	0.018 ^d	0.025 ^c	0.029 ^b	0.036 ^a	0.006	0.01
Effective rumen degradation (%)						
0.02/h	32.29 ^c	40.39 ^b	44.96 ^b	51.56 ^a	2.02	0.01
0.05/h	21.77 ^c	28.17 ^b	32.35 ^b	38.54 ^a	1.88	0.01

a, b, c, d Means in the same row with different letters are different ($P < 0.05$).

موثر الیاف نامحلول در شوینده خنثی می‌شود (Henniges et al., 2013).

نتیجه‌گیری کلی

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که عمل‌آوری با پرتو الکترون نه تنها سبب کاهش مقدار الیاف نامحلول در شوینده اسیدی و خنثی تفاله زیتون شد؛ بلکه سبب افزایش تجزیه‌پذیری موثر ماده خشک، پروتئین خام و الیاف نامحلول در شوینده خنثی و در نهایت قابلیت هضم ظاهری ماده آلی و پروتئین خام آن شد. بر پایه یافته‌های این تحقیق، دز ۳۰۰ کیلوگری بیشترین اثرات مثبت بر ارزش غذایی تفاله زیتون داشت.

سپاسگزاری

از همکاری و مساعدت دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز که امکان آنالیز نمونه‌ها را فراهم آوردند و سازمان انرژی اتمی به جهت پرتودهی نمونه‌ها و معاونت محترم پژوهشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد مراغه تشکر و قدردانی می‌شود.

پرتوتابی الکترون سبب افزایش بخش سریع تجزیه‌شونده، کند تجزیه‌شونده و تجزیه‌پذیری موثر الیاف نامحلول در شوینده خنثی تفاله زیتون شد ($P < 0.05$). تجزیه‌پذیری موثر الیاف نامحلول در شوینده خنثی تفاله زیتون (در سرعت عبور ۲ درصد در ساعت) با پرتوتابی الکترون در دزهای ۲۰۰، ۲۵۰ و ۳۰۰ کیلوگری به ترتیب در حد ۸/۱، ۱۲/۷ و ۱۹/۳ درصد افزایش یافت. در توافق با نتایج این آزمایش گزارش شده است که پرتو گاما سبب افزایش تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای الیاف نامحلول در شوینده خنثی علوفه یونجه به میزان ۸، ۱۱ و ۱۲ درصد به ترتیب در دزهای ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگری شد (Shahbazi et al., 2008). همچنین، در آزمایشی دیگر نشان داده شده است که پرتوتابی الکترون در دزهای ۱۰۰، ۲۰۰ و ۳۰۰ کیلوگری سبب افزایش خطی تجزیه‌پذیری موثر دیواره سلولی باگاس نیشکر شد (شهبازی و همکاران، ۱۳۸۸). پرتوتابی از راه افزایش لیگنین‌زدائی، دیپلیمراسیون و تخریب ساختار کریستالی مواد لیگنوسولوزی سبب افزایش تجزیه‌پذیری

فهرست منابع

- بی نام. آمارنامه محصولات زراعی. ۱۳۹۰. اداره کل آمار و اطلاعات وزارت جهاد کشاورزی. معاونت طرح و برنامه وزارت جهاد کشاورزی.
- تقی زاده ا. ۱۳۷۵. تعیین قابلیت هضم و خصوصیات تجزیه پذیری برخی مواد خوراکی به روش *in vitro* و *in situ in vivo*. پایان نامه کارشناسی ارشد علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران.
- طلحان ق.، فتحی نصری م. ح.، ریاسی ا.، بهگر م. و فرهنگ فر ه. ۱۳۹۰. اثر پرتوتابی الکترونی بر فراسنجه‌های تجزیه پذیری و قابلیت هضم شکمبه‌ای و پس شکمبه‌ای ماده خشک و پروتئین خام برخی منابع پروتئین گیاهی. مجله پژوهش‌های علوم دامی ایران، جلد دوم، شماره چهارم.
- شهبازی ح. ر.، صادقی ع. ا.، فضائلی ح.، رئیس علی غ. ر. و چمنی م. ۱۳۸۸. اثرات پرتوتابی الکترون بر تجزیه پذیری ماده خشک، الیاف نامحلول در شوینده‌های خنثی و اسیدی باگاس نیشکر. علوم و فنون کشاورزی، جلد سیزدهم، شماره چهل و هفتم.
- صمدی ف.، و شمس شرق م. ۱۳۸۷. ترکیب شیمیایی و قابلیت هضم تفاله زیتون به روش حیوان زنده. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی، جلد پانزدهم، شماره سوم.
- میر نظامی ز. س. ۱۳۷۷. ویژگی‌های داروئی تفاله روغنی زیتون. انتشارات دانش نگار، چاپ اول، ۱۳۷ صفحه.
- Akbarian A., Khorvash M., Ghorbani G. R., Ghasemi E., Dehghan-Banadaky M., Shawrang P. and Hosseini Ghaffari M. 2014. Effects of roasting and electron beam irradiating on protein characteristics, ruminal degradability and intestinal digestibility of soybean and the performance of dairy cows. *Livestock Science*, 168: 45-52.
- Al-Masri M. R. and Zarkawi M. 1999. Digestibility and composition of broiler litter, as affected by gamma irradiation. *Bioresource Technology*, 69: 129-132.

- AOAC. 1995. Official Methods of Analysis, 16th Edition. Association of Official Analytical Chemists, Arlington, VA, USA.
- Arora D. S., Chander M. and Gill P. K. 2002. Involvement of lignin peroxidase, manganases peroxidase and lactase in the degradation and selective lignolysis of wheat straw. *International Journal of Biodegradation*, 50: 115-120.
- Ashraf A., Sharma R. K. and Rastogi A. 2013. Effect of lime treatment of olive meal on in vitro utilization of total mixed ration containing olive meal as partial maize replacer. *Veterinary World*, 6(7): 440-443.
- Banchornruevakul S. 2002. Effect of urea and urea-gamma treatments on cellulose degradation of Thai rice straw and corn stalk. *Radiation Physics and Chemistry*, 64: 417-422.
- Chaudhry A. S. 2000. Rumen degradation in sacco in sheep of wheat straw treated with calcium oxide, sodium hydroxide and sodium hydroxide plus hydrogen peroxide. *Animal Feed Science and Technology*, 83: 313-323.
- Ebrahimi-Mahmoudabad S. R. and Taghinejad-Roudbaneh M. 2011. Evaluation of electron beam irradiation effects on anti-nutritional factors, chemical composition and digestion kinetics of whole cottonseed, soybean and canola seeds. *Radiation Physics and Chemistry*, 80: 1441-1447.
- Gaber M. H. 2005. Effect of gamma irradiation on molecular properties of bovine serum albumin. *Journal of Bioscience. Bioengineering*, 100: 203-206.
- Haddad S. G. and Grant R. J. 1998. Effects of wheat straw treated with alkali on ruminal function and lactational performance of dairy cow. *Journal of Dairy Science*, 81: 1956-1965.
- Henniges U., Hssani M., Potthast A., Westman G. and Rosenau T. 2013. Electron beam irradiation of cellulosic materials-opportunities and limitations. *Materials*, 6: 1584-1598.
- Lanzas C., Sniffen C., Seo S., Tedeschi, L. O. and Fox D. G. 2007. A revised CNCPS feed carbohydrate fractionation scheme for formulating rations for ruminants. *Animal Feed Science and Technology*, 136: 167-190.
- Molina A. E., Yanez R. D., Moumen A. and Martin G. I. 2003. Chemical composition and nitrogen availability for goats and sheep of some olive by-products. *Small Ruminant Research*, 49: 329-336.
- Ørskov E. R. and McDonald I. 1979. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation weighed according to rate of passage. *Journal of Agricultural Science*, 92: 499-503.
- Rowghani E., Zamiri M. J. and Serdj A. R. 2008. The chemical composition, rumen degradability in vitro gas energy content and digestibility of olive cake ensiled with additives. *Iranian Journal of Veterinary Research*, 9: 213-221.
- Sadeghi H., Teimouri Yansari A. and Ansari-Pirsarae Z. 2009. Effects of different olive cake by products on dry matter intake, nutrient digestibility and performance of Zel sheep. *International Journal of Agriculture and Biology*, 11: 39-44.
- Sansoucy R., Alibes X., Berge P., Martilotti H. F., Nefzaoui A. and Zoïopoulos P. 1985. Olive By-products for Animal Feed. Food and Agriculture Organization of the United Nation, Rome, FAO.
- SAS. 1996. Statistical Analysis System. SAS Instit. Inc., Cary, NC, USA.
- Shahbazi H. R., Sadeghi A. A., Shawrang P. and Raisali G. 2008. Effect of gamma irradiation on ruminal DM and NDF degradation kinetics of alfalfa hay. *Pakistan Journal of Biological Science*, 11: 1165-1168.
- Taub I. A., Robbins F. M., Simic M. G., Walker J. E. and Wierbick E. 1979. Effect of irradiation on meat proteins. *Food Technology*, 33: 184-193.
- Tahssen O., Abdallah J. and Omar J. A. 2014. In situ degradability of dry matter, crude protein, acid and neutral detergent fiber of olive cake and greenhouse wastes of tomato and cucumber. *Revue Medecine Veterinaire*, 165 (3): 93-98.
- Van Keulen J. V. and Young B. A. 1977. Evaluation of acid insoluble ash as a natural marker in ruminant digestibility studies. *Journal of Animal Science*, 44: 282-288.
- Van Soest P. J., Robertson J. B. and Lewis B. A. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*, 74: 3583-3597.
- Van Soest P. J. 1994. Nutritional Ecology of the Ruminants. 2nd Edition, Cornell University Press., NY. USA.



Ruminal degradability and apparent digestibility of electron beam irradiated olive cake

M. Sobhani¹, S. R. Ebrahimi-Mahmoudabad^{2*}, M. Taghinejad-Roudbaneh³, Y. Mehmannaavaz⁴

1. MS.c student, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Maraghad Branch, Islamic Azad University, Maraghad, Iran

2. Assistant professor, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Shahr-e-Qods Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

3. Assistant professor, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Tabriz branch, Islamic Azad University Tabriz, Iran

4. Assistant professor, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Maraghad Branch, Islamic Azad University, Maraghad, Iran

(Received: 24-2-2016 – Accepted: 13-9-2016)

Abstract

This research was conducted to evaluate the effects of electron beam (EB) irradiation on chemical composition, apparent digestibility of organic matter and crude protein (CP) and ruminal degradation of dry matter (DM), CP and neutral detergent fiber (NDF) of olive cake (OC). After preparation of OC, samples were irradiated with EB at doses of 200, 250 and 300 kGy using a Rhodotron accelerator system. Four Gezel sheep (41±2 kg) were used for determination of OM and CP digestibilities of OC. The sheep were fed a total mixed ration containing 70% of DM forage and 30% of DM concentrate during two pre-experimental and experimental periods. Apparent digestibility were evaluated using acid insoluble ash method. Ruminal degradation of DM, CP and NDF was determined according to *in situ* procedure. Untreated and EB irradiated feed samples were incubated in the rumen of four ruminally fistulated Gezel rams at periods of 0, 4, 8, 16, 24, 48, 72 and 96 h and resulting data were fitted to non-linear degradation model to calculate degradation parameters of DM, CP and NDF. EB decreased ($P<0.05$) ADF and NDF content of EB irradiated OC. Irradiation at doses of 200, 250 and 300 kGy, increased effective degradability of NDF at a rumen outflow rate of 0.05/h by 6.4, 10.6 and 16.8%, compared with untreated OC, respectively ($P<0.05$). According to the results of this research, EB irradiation increased ruminal degradability and apparent digestibility of OC and a dose of 300 kGy had the most positive effects on nutritional value of OC.

Keywords: Electron beam irradiation, Degradability, Olive cake, Digestibility

*Corresponding author: ebrahimiyazd@yahoo.com