مجله تولیدات دامی، دوره ۱۴، شماره ۲، پاییز و زمستان ۱۳۹۱، صص ۶۱-۵۱

تأثیر روش ذخیره کردن تفاله دانه انار بر ترکیب شیمیایی و فراسنجه‌های تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای آن

فاطمه خسروی [۱] و محمد حسن فتحی نسری [۲*]

(E-mail: hfathi@birjand.ac.ir)

تاریخ وصول مقاله: ۹۱/۰۹/۰۱، تاریخ پذیرش مقاله: ۹۱/۱۲/۱۶

چکیده

دانه انار (حاوی ۴۷/۵ درصد ماده خشک) به مدت ۷۰ روز در سطل‌های پلاستیکی سه کیلویی سیلو شد و سپس ترکیب شیمیایی، غلظت ترکیبات فنلی و فراسنجه‌های تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای ماده خشک و نیز تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای و پس از شکمبه‌ای ماده خشک دانه سیلو شده و نیز دانه خشک شده تعیین گردید. نتایج نشان داد سیلو کردن سبب کاهش معنی‌دار میزان کل ترکیبات فنلی، تانن کل، اسید گالیک، اسید تانیک، پونیکالین و پونیکالاژین A شد اما غلظت تانن‌های متراکم، اسید الاژیک و پونیکالاژین B تحت تأثیر روش ذخیره‌سازی قرار نگرفت. فراسنجه‌های تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای ماده خشک، بخش سریع تجزیه، کند تجزیه و تجزیه‌پذیری مؤثر در نرخ عبورهای ۰/۰۲، ۰/۰۵ و ۰/۰۸ در ساعت تحت تأثیر روش ذخیره‌سازی قرار نگرفت. سیلو کردن سبب افزایش معنی‌دار گوارش‌پذیری شکمبه‌ای ماده خشک و گوارش‌پذیری ماده خشک در کل دستگاه گوارش و کاهش معنی‌دار ثابت نرخ تجزیه ماده خشک و گوارش‌پذیری پس از شکمبه‌ای ماده خشک گردید ($P<0/05$). براساس نتایج این تحقیق سیلو کردن تفاله دانه انار ارزش غذایی این پسماند خوراکی را بهبود می‌بخشد.

کلمات کلیدی: تانن، ترکیبات فنلی، دانه انار، سیلاژ، گوارش‌پذیری

---

۱ - دانشجوی کارشناسی ارشد تغذیه دام، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند، بیرجند - ایران

۲ - دانشیار گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند، بیرجند - ایران **(نویسنده مسئول مکاتبات *)**

مقدمه

درخت انار به‌طور وسیعی در ایران کشت می‌شود. ایران به عنوان یکی از تولیدکنندگان و صادرکنندگان عمده انار در جهان شناخته شده است و یکی از موطن‌های اصلی کشت و پرورش این میوه است که در هر دو منطقه ساحلی و کوهستانی آن رشد می‌کند (۱). در تولید صنعتی فرآورده‌هایی نظیر کنسانتره، آب انار، رب و شربت انار مقادیر قابل توجهی تفاله دانه انار به صورت ضایعات باقی می‌ماند. تفاله دانه انار شامل هسته، پوسته خارجی و مقدار اندکی پوست می‌باشد و محصول فرعی کارخانجات آب‌گیری دانه انار است (۲). این پس‌مانده دانه انار حاوی شش تا ۱۹ درصد چربی (براساس ماده خشک) است و ۷۵ درصد اسیدهای چرب آن را اسید پونیسیک[1] تشکیل می‌دهد که خواص ضدسرطانی آن به اثبات رسیده است (۵). علاوه بر این، تفاله دانه انار حاوی ترکیبات پلی‌فنولی است که عمدتاً شامل اسید الاژیک و مشتقات آن، پونیکالاژین و پونیکالین بوده که به ترتیب استرهای اسید الاژیک و اسید گالیک محسوب می‌شوند و خاصیت آنتی‌اکسیدانی دارند (۳۰ و ۳۱).

تانن‌ها که به عنوان پلی‌فنول‌های محلول در آب شناخته می‌شوند از ترکیبات فنولی و ضدتغذیه‌ای موجود در تفاله دانه انار می‌باشند. این ترکیبات در غلظت زیاد موجب رسوب پروتئین‌ها می‌شوند و این ویژگی در استفاده از آنها در تغذیه دام-ها محدودیت ایجاد کرده است (۱۶). علاوه بر این، تانن‌ها با تأثیر مستقیم بر گیرنده‌های چشایی، حس خشن و رنج‌آوری را در دهان ایجاد کرده که موجب ایجاد خاصیت گس (قابض) در زمان مصرف آنها می‌شود (۲۹). تانن‌های قابل هیدرولیز حلالیت بیشتری از تانن‌های متراکم داشته و به میزان بیشتری در معرض هیدرولیز آنزیمی و غیرآنزیمی قرار می‌گیرند (۲۷). اسید تانیک، اسید گالیک و اسید الاژیک که در تحقیقات برای ایجاد مسمومیت‌های ناشی از تانن‌ها استفاده شده‌اند، همگی در گروه تانن‌های قابل هیدرولیز قرار می‌گیرند. تانن‌آزهای میکروبی شکمبه استرهای گالویل را به اسید گالیک هیدرولیز می‌کنند و این ترکیبات سپس توسط میکروب‌ها به پیروگالول و دیگر فنول‌های با وزن مولکولی کم (ری‌سورسینول و فلوروگلوسینول) متابولیزه می‌شود. این ترکیبات قبل از اینکه حلقه آنها به استات و بوتیرات شکسته شود از طریق دیواره شکمبه جذب می‌شوند و خاصیت هپاتوتوکسین و نفروتوکسین دارند (۲۱). مصرف مقادیر زیاد خوراک‌های حاوی تانن قابل هیدرولیز در گوسفند و گاو موجب آسیب به کبد و کلیه شده و معمولاً بعد از پنج تا ۱۰ روز موجب مرگ حیوان می‌شوند (۱۴ و ۱۷).

در یک تحقیق، با جایگزین کردن تفاله دانه انار (به میزان ۱۲ درصد) در جیره بزهای شیری، چربی شیر افزایش یافت ($P< ۰/۰۵$) که ناشی از زیاد بودن اسید پونیسیک موجود در تفاله انار مربوط می‌باشد (۸). درضمن، غلظت کل اسیدهای چرب کونژوگه، اسید پونیسیک و اسید واکسنیک نیز افزایش یافت ($P< ۰/۰۵$). همچنین با استفاده از ۱۰ و ۴۰ گرم عصاره تغلیظ شده انار در هر کیلوگرم جیره غذایی گاوهای شیری، میزان مصرف خوراک به ترتیب ۳/۹ و ۴/۹ درصد افزایش یافت (۳۴). با سیلو کردن پوست انار فعالیت آنتی‌اکسیدانی آن افزایش می‌یابد (۳۳). همچنین با سیلو کردن دانه انار بخش سریع تجزیه و ثابت میزان تولید گاز افزایش می یابد (۳۷).

پس تفاله دانه انار ضمن دارا بودن چربی و پروتئین، حاوی برخی ترکیبات فنلی است که علاوه بر این که خاصیت آنتی‌اکسیدانی دارند، برخی از این ترکیبات نظیر تانن‌ها می‌توانند اثرات ضدتغذیه‌ای داشته باشند. امروزه خواص آنتی‌اکسیدانی مواد خوراکی در تغذیه انسان و دام بسیار مورد توجه است، بررسی روش‌های مناسب ذخیره کردن مواد خوراکی برای حفظ این خاصیت و بهبود ارزش غذایی آنها و کاهش ترکیبات ضدتغذیه‌ای آنها اهمیت دارد.

هدف از انجام تحقیق حاضر، بررسی تغییر غلظت انواع ترکیبات فنلی موجود در تفاله دانه انار (شامل ترکیبات مفید و مضر) و همچنین فراسنجه‌های تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای و گوارش‌پذیری شکمبه‌ای و پس از شکمبه‌ای ماده خشک آن در اثر خشک کردن و سیلو کردن می‌باشد.

1 - Punicic acid

مواد و روش‌ها

تفاله دانه انار مورد استفاده در این تحقیق از کارخانه کنسانتره انار شرکت انارین فردوس تهیه شد. انار آب‌گیری شده مخلوطی از ارقام انار یزد بود که در اواخر پاییز ۱۳۸۹ برداشت شده بود. برای تهیه تفاله خشک، تفاله تازه (حاوی ۴۷/۵ درصد ماده خشک) به مدت ۴۸ ساعت در آون با دمای ۶۵ درجه سانتی‌گراد خشک شد. برای تهیه تفاله سیلویی، تفاله تازه به مدت ۷۰ روز در دمای تقریبی ۱۴ درجه سانتی‌گراد در سیلوهای آزمایشی (سطل‌های پلاستیکی چهار لیتری) با تراکم ۶۵۰ کیلوگرم بر متر مکعب سیلو شد. سپس pH، اسید لاکتیک و نیتروژن آمونیاکی (۲۰۰۴) در نمونه‌های سیلو شده مرطوب و پروتئین خام، چربی خام، خاکستر، کلسیم، سدیم، کلر، پتاسیم و فسفر طبق روش‌های پیشنهادی AOAC (۷)، فیبر نامحلول در شوینده خنثی و اسیدی به روش ون سوست و کربوهیدرات‌های محلول در آب به روش دوبیس و همکاران پس از خشک کردن در نمونه‌های سیلو شده اندازه‌گیری شد (۱۲ و ۳۹). میزان کل ترکیبات فنولی و کل ترکیبات فنولی غیرتانینی با استفاده از معرف فولین فنل شیکالتو اندازه‌گیری شد و از کسر آنها میزان کل تانن محاسبه شد (۱۹). میزان تانن متراکم با استفاده از دی‌پلیمریزاسیون اکسیداتیو HCL-Butanol در مجاورت آهن براساس معادل لوکوسیانیدین تعیین شد (۲۸). میزان تانن‌های قابل هیدرولیز نیز از تفاوت میزان کل تانن و تانن متراکم محاسبه شد (۱۰). برای تعیین میزان اسید گالیک، اسید تانیک، اسید الاژیک، پونیکالین و پونیکالاژین‌های A و B (اجزای تانن‌های قابل هیدرولیز) یک گرم تفاله خشک آسیاب شده برای تهیه عصاره متانولی ۸۰ درصد استفاده و با ۶۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۱۰ دقیقه سانتریفیوژ شد. سپس اتانول باقیمانده توسط جریان گاز نیتروژن استخراج و بلافاصله نمونه‌ها به فریزر منتقل و تا اندازه‌گیری ترکیبات فنلی در دمای ۲۵- درجه سانتی‌گراد نگهداری شد. برای اندازه‌گیری ترکیبات فنلی، نمونه‌ها در دمای اتاق ذوب و محلول موردنظر به دستگاه کروماتوگرافی مایع[1] تزریق شد و در طول موج ۲۸۰ نانومتر قرائت گردید (۱۵).

برای تعیین فراسنجه‌های تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای ماده خشک از دو رأس تلیسه هلشتاین (۲۰ ± ۴۰۰ کیلوگرم) مجهز به فیستولای شکمبه‌ای استفاده شد. هر حیوان از یک هفته قبل با جیره نگهداری (به صورت جیره کاملاً مخلوط) در دو نوبت صبح و عصر تغذیه شد و برای اندازه‌گیری تجزیه‌پذیری ماده خشک از کیسه‌های پلی‌استر با اندازه منافذ ۵۰ میکرومتر، به ابعاد ۱۶ × ۱۰ سانتی‌متر استفاده شد. کیسه‌ها به مدت دو، چهار، هشت، ۱۶، ۲۴، ۴۸، ۷۲ و ۹۶ ساعت در شکمبه قرار داده شدند. انکوباسیون کیسه‌ها قبل از خوراک‌دهی صبح و در یک ساعت معین (هفت صبح) انجام شد. کیسه‌های مربوط به زمان صفر فقط در آب سرد تا زمان خروج آب زلال از کیسه‌ها شسته شدند. کلیه کیسه‌ها پس از خروج از شکمبه با آب سرد شستشو و خشک شدند و میزان ناپدید شدن ماده خشک نمونه‌ها در ساعات مختلف انکوباسیون شکمبه‌ای باتوجه به اختلاف مقدار ماده خشک نمونه‌ها قبل و بعد از انکوباسیون محاسبه گردید. برای تعیین فراسنجه‌های تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای ماده خشک از معادله (۱) استفاده شد و برازش داده‌ها با استفاده از رویه NLIN نرم‌افزار آماری SAS انجام شد (۲۵ و ۳۶):

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

(۱)

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

تجزیه‌پذیری موثر شکمبه‌ای نمونه‌ها با استفاده از معادله (۲) و با درنظر گرفتن سرعت عبور ۰/۰۲، ۰/۰۵ و ۰/۰۸ بر ساعت محاسبه شد.

$$ED = a + \{(b \times c)/(c + k)\}$$

(۲)

در این معادله، ED تجزیه پذیری موثر، a بخش سریع تجزیه، b بخش کند تجزیه، c ثابت سرعت تجزیه‌پذیری و k سرعت عبور مواد از شکمبه می‌باشد.

1 - High-performance liquid chromatography (HPLC)

برای تعیین تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای ماده خشک به روش درون کیسه‌ای، کیسه‌های حاوی نمونه به مدت ۱۶ ساعت در شکمبه دو رأس تلیسه انکوباسیون شدند. پس از شستن، کیسه‌ها به مدت ۴۸ ساعت در آون (۶۰ درجه سانتی‌گراد) خشک شدند و تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای ماده خشک برای هر نمونه از اختلاف وزن نمونه‌ها قبل و بعد از انکوباسیون محاسبه گردید. برای تعیین گوارش‌پذیری پس از شکمبه‌ای ماده خشک یک گرم از باقیمانده مواد خوراکی که به مدت ۱۶ ساعت در شکمبه انکوباسیون شده بودند، در داخل کیسه‌های پلی‌استر به ابعاد ۱۰ در پنج سانتی‌متر و با اندازه منافذ ۵۰ میکرومتر ریخته شد. داخل هر بطری دو لیتری دستگاه شبیه‌ساز هضم[1] حدود یک لیتر محلول پپسین – اسیدکلریدریک ریخته شد و به مدت ۳۰ دقیقه 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 ۲۴ ساعت هضم انجام شد و پس از شستشو، کیسه‌ها در آون (به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد) خشک شده و گوارش‌پذیری پس از شکمبه‌ای ماده خشک آنها اندازه‌گیری شد.

مقایسه بین تیمارها از طریق طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار انجام شد و داده‌های حاصل با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS با رویه GLM برای مدل آماری زیر تجزیه شدند از مدل آماری زیر برای تجزیه و تحلیل ارقام استفاده شد (۳۶):

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + e_{ijk} \quad (۳$$

در این رابطه، μ میانگین کل، T_i اثر تیمار و e_{ijk} اثر خطای آزمایشی می‌باشد. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون توکی کرامر انجام شد.

نتایج و بحث

ترکیب شیمیایی

ترکیب شیمیایی تفاله دانه انار خشک و سیلو شده در جدول (۱) نشان داده شده است. تفاوت بین دو تیمار آزمایشی از نظر مقدار پروتئین خام، چربی خام، فیبر نامحلول در شوینده خنثی، فیبر نامحلول در شوینده اسیدی، کربوهیدرات‌های محلول در آب، خاکستر خام، کلسیم، فسفر، کلر، سدیم و پتاسیم معنی‌دار نبود. لذا می‌توان از روش سیلو کردن برای نگهداری تفاله دانه انار به صورت مرطوب استفاده نمود. در تحقیقی سیلو کردن تفاله دانه انار در میزان پروتئین خام، چربی خام و خاکستر خام آن تغییر معنی‌داری ایجاد نکرد که با نتایج تحقیق حاضر مطابقت داشت اما مقدار فیبر نامحلول در شوینده خنثی و اسیدی آن کاهش یافت که با نتایج به‌دست آمده در تحقیق حاضر مغایرت داشت (۳۷). مقدار پروتئین خام، چربی خام، فیبر نامحلول در شوینده خنثی و اسیدی و خاکستر خام تفاله دانه انار را به‌ترتیب ۸/۸۵، ۱۲/۵، ۴۳/۵، ۳۱/۱ و ۹/۲ درصد گزارش شد که به‌جز مقدار خاکستر خام از لحاظ سایر ترکیبات با نتایج تحقیق حاضر مطابقت داشت (۴). مقدار پروتئین خام تفاله دانه انار خشک با مقدار به‌دست آمده در سایر تحقیقات مطابقت داشت (۱۲ و ۱۸) اما مقدار چربی خام با نتایج برخی تحقیقات (به ترتیب یک و شش درصد گزارش شده بود) مغایرت داشت (۱۳ و ۲۲) اما با مقادیر گزارش شده در برخی تحقیقات مطابقت داشت (۴ و ۵).

غلظت ترکیبات پلی فنلی

غلظت ترکیبات فنلی تفاله دانه انار خشک و سیلو شده در جدول (۲) نشان داده شده است. میزان کل ترکیبات فنلی موجود در تفاله دانه انار در اثر سیلوکردن کاهش یافت ($P<۰/۰۵$). باتوجه به این‌که بیشتر ترکیبات فنلی محلول در آب هستند و در اثر فعالیت میکروارگانیسم‌های سیلاژ می‌توانند از ترکیبات گیاه جدا و همراه شیرابه سیلاژ از آن خارج گردند (رطوبت تفاله قبل از سیلو شدن ۵۲/۵ و بعد از سیلو شدن ۴۷ درصد بود)، کاهش میزان کل ترکیبات فنلی در اثر سیلو کردن مورد انتظار بود.

1 - Daizy

جدول ۱ - ترکیب شیمیایی تفاله دانه انار خشک و سیلو شده (درصد ماده خشک)

ترکیب شیمیایی	تیمار		اشتباه معیار میانگین	احتمال
	دانه انار خشک شده	تفاله سیلو شده		
ماده خشک	۱۰۰/۰[a]	۵۳/۰[b]	۱/۹۲	<۰/۰۰۱
پروتئین خام	۱۲/۲	۱۲/۳	۰/۳۲	۱/۰۰
چربی خام	۱۱/۶	۱۰/۸	۰/۹۹	۰/۶۶
فیبر نامحلول در شوینده خنثی	۵۰/۰	۴۷/۸	۱/۴۶	۰/۳۳
فیبر نامحلول در شوینده اسیدی	۳۲/۲	۳۴/۵	۰/۷۶	۰/۰۸
کربوهیدرات‌های محلول در آب	۴/۰	۳/۷	۰/۱۰	۰/۱۲
خاکستر	۲/۸	۲/۸	۰/۷۲	۱/۰۰
کلسیم	۰/۰۰۰۸	۰/۰۰۰۸	۰/۰۰۰۰۴	۱/۰۰
فسفر	۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۰۰۰۴	۰/۶۷
کلر	۰/۶۹	۰/۹۶	۰/۱۰	۰/۱۰
سدیم	۰/۴۱	۰/۲۹	۰/۰۸	۰/۱۲
پتاسیم	۰/۰۰۶	۰/۰۰۷	۰/۰۰۰۶	۰/۴۷
اسید لاکتیک	-	۱۳/۵	-	-
ازت آمونیاکی	-	۱/۰	-	-
pH	-	۳/۷	-	-

در هر ردیف، وجود حروف غیرمشابه به مفهوم معنی‌دار بودن تفاوت اختلاف بین میانگین‌ها می‌باشد.

مطابق با نتایج مطالعه حاضر، براساس برخی گزارشات، میزان کل ترکیبات فنلی پوست پسته در اثر سیلو کردن کاهش یافت (۳۸). این در حالی است طبق دیگر گزارشات، کل ترکیبات فنلی در پوست انار سیلو شده نسبت به پوست خشک افزایش یافت و علت آن را به افزایش میزان تانن متراکم در اثر سیلو کردن مربوط دانستند (۳۳). غلظت کل تانن موجود در تفاله نیز در اثر سیلو کردن به طور معنی‌داری کاهش یافت ($P<۰/۰۱$) که این موضوع ممکن است نتیجه شرایط pH پایین و واکنش‌های بی‌هوازی سیلو باشد. در این شرایط تانن‌ها به پلی‌فنل‌های با وزن مولکولی کوچکتر تبدیل می‌گردند. علاوه بر این، برخی از میکروارگانیسم‌های موجود در سیلاژ نیز ممکن است تانن‌ها را به مونومرهای تشکیل‌دهنده آن‌ها تجزیه کنند. کاهش تانن تفاله دانه انار در اثر سیلو کردن با نتایج سایر محققین مطابقت داشت. میزان کل ترکیبات فنلی و کل تانن موجود در پوست پسته با سیلو کردن کاهش یافت که این کاهش را نتیجه پلیمریزاسیون ترکیبات فنلی در سیلو دانستند (۳۸). در مطالعه دیگری نیز نشان داده شد که با سیلوکردن علوفه سورگوم حاوی تانن بالا، سطح کل تانن به میزان چهار تا ۱۰ درصد کاهش یافت (۱۱). مقدار کل تانن موجود در علوفه سورگوم در اثر سیلو کردن ۱۵ تا ۳۵ درصد کاهش نشان داده است (۲۶). در مطالعه حاضر، غلظت تانن‌های متراکم موجود در تفاله دانه انار تحت تأثیر روش ذخیره‌سازی قرار نگرفت که احتمالاً به دلیل غلظت کم آن‌ها در این خوراک بوده است. تانن‌ها به دو گروه تانن‌های قابل هیدرولیز و تانن‌های متراکم تقسیم می‌شوند. بیشترین میزان

تانن‌های موجود در تفاله دانه انار از نوع تانن‌های قابل هیدرولیز است. میزان تانن‌های قابل هیدرولیز و تانن‌های متراکم ضایعات پسته تحت شرایط بی‌هوازی سیلو کاهش یافت (۸).

سیلو کردن موجب کاهش غلظت اسید گالیک، اسید تانیک، پونیکالین و پونیکالاژین شد (P<۰/۰۵) ولی میزان اسید الاژیک و پونیکالاژین B که خواص آنتی‌اکسیدانی قوی دارند. تغییری نداشت (۲۸). بنابراین سیلو کردن تفاله دانه انار با حفظ ارزش آنتی‌اکسیدانی آن موجب کاهش میزان کل تانن می‌گردد. مطالعات نشان داده است که ۵۰ درصد از ظرفیت آنتی‌اکسیدانی انار به‌دلیل وجود تانن‌های قابل هیدرولیز موجود در آن از جمله پونیکالاژین، اسید الاژیک، اسید گالیک و پونیکالین است (۱۵). مهمترین ترکیبات حاوی فعالیت آنتی‌اکسیدانی در تفاله دانه انار ایزومرهای پونیکالاژین هستند (۳۴) که از پراکسیداسیون چربی‌ها و فعالیت رادیکال‌های آزاد ممانعت کرده (۱۸) و در حفظ سلامت دام‌ها بسیار مؤثرند (۶). از سوی دیگر، میزان بالای اسید گالیک، اسید تانیک، اسید الاژیک و پونیکالین به دلیل تولید پیروگالول در شکمبه موجب مسمومیت در نشخوارکنندگان می‌شوند (۹ و ۲۰). در مطالعه حاضر، سیلو کردن تفاله دانه انار موجب کاهش غلظت اسید گالیک، اسید تانیک، پونیکالین و پونیکالاژین A شد. این کاهش می‌تواند احتمالاً به دلیل محلولیت زیاد این تانن‌ها در آب باشد که موجب حل شدن آنها در شیرابه سیلو و خروج آنها از سیلو شده است. سیلو کردن پوست انار موجب کاهش معنی‌دار در میزان کل ایزومرهای پونیکالاژین پوست انار شد اما فعالیت آنتی‌اکسیدانی آن را افزایش داد (۳۳). سیلو کردن پوست انار علاوه بر افزایش ارزش غذایی آن موجب افزایش خواص آنتی‌اکسیدانی پوست انار می‌شود. علت عدم کاهش اسید الاژیک در اثر سیلو نمودن، احتمالاً حلالیت کمتر آن درمقایسه با سایر تانن‌ها بوده است که موجب خروج کمتر آن از طریق شیرابه سیلو می‌گردد (۴۱). همچنین سیلو کردن موجب کاهش معنی‌دار غلظت پونیکالاژین A شد در حالی که بر غلظت پونیکالاژین B اثر معنی‌داری نداشت. این دو ایزومر قادرند به یکدیگر تبدیل شوند (۴۰). بنابراین می‌توان علت تفاوت در غلظت این دو ایزومر را تبدیل آنها به یکدیگر دانست.

جدول ۲ - غلظت ترکیبات فنلی تفاله دانه انار خشک و سیلو شده (درصد ماده خشک)

ترکیب فنلی	تیمار		اشتباه معیار	احتمال
	دانه انار خشک شده	تفاله سیلو شده	میانگین	
کل ترکیبات فنلی	۳/۹[a]	۳/۳[b]	۰/۱۶	۰/۰۴۷
کل تانن	۲/۴[a]	۱/۲[b]	۰/۱۹	۰/۰۰۶
تانن متراکم	۰/۱۱	۰/۱۱	۰/۰۰۴	۰/۹۳
اسید گالیک	۰/۳۵[a]	۰/۱۹[b]	۰/۰۱۵	۰/۰۱۵
اسید تانیک	۰/۲۴[a]	۰/۲۰[b]	۰	۰/۰۰۰۱
اسید الاژیک	۱/۶۰	۱/۱۷	۰/۱۷	۰/۲۲
پونیکالین	۰/۱۳[a]	۰/۰۱[b]	۰/۰۰۴	۰/۰۰۲۵
پونیکالاژین A	۰/۱۳۳[a]	۰/۰۲۵[b]	۰/۰۰۹	۰/۰۱۳
پونیکالاژین B	۰/۳۹	۰/۱۸	۰/۰۴۴	۰/۰۷۷

در هر ردیف وجود حروف غیرمشابه به مفهوم معنی‌دار بودن تفاوت اختلاف بین میانگین‌ها می‌باشد.

فراسنجه‌های تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای ماده خشک

فراسنجه‌های تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای و قابلیت هضم شکمبه‌ای، پس از شکمبه‌ای و کل دستگاه گوارشی ماده خشک تفاله دانه انار خشک و سیلو شده در جدول (۳) نشان داده شده است. به لحاظ ثابت نرخ تجزیه، قابلیت هضم شکمبه‌ای و قابلیت هضم پس از شکمبه‌ای ماده خشک بین تیمارها اختلاف معنی‌دار آماری وجود داشت اما از نظر مقدار بخش سریع‌تجزیه، بخش کندتجزیه، تجزیه‌پذیری مؤثر در نرخ‌های عبور ۰/۰۲، ۰/۰۴ و ۰/۰۶ و قابلیت هضم ماده خشک در کل دستگاه گوارش اختلاف معنی‌دار آماری بین تیمارها مشاهده نشد. از آنجا که در سیلو مقداری از همی‌سلولز مواد گیاهی تجزیه می‌شود، احتمالاً سبب شده است ثابت نرخ تجزیه ماده خشک تفاله سیلو شده کمتر از تفاله خشک باشد. مطابق با نتایج مطالعه حاضر، براساس گزارشات نیز ثابت نرخ تجزیه ماده خشک پوست پسته خشک بیشتر از پوست پسته سیلو شده بود (۳۸).

تجزیه‌پذیری مؤثر در نرخ عبورهای ۰/۰۲، ۰/۰۴ و ۰/۰۶ در اثر سیلو کردن افزایش یافت اما این افزایش از نظر آماری معنی‌دار نبود. قابلیت هضم شکمبه‌ای ماده خشک در اثر سیلو کردن افزایش یافت اما قابلیت هضم پس از شکمبه‌ای کاهش نشان داد. تانن‌ها ترکیبات فنولی با وزن مولکولی بالا هستند که قادرند به مولکول‌های بزرگ مثل پروتئین‌ها، کربوهیدرات‌های ساختمانی و نشاسته متصل شده و آنها را از دسترس فلور میکروبی شکمبه خارج نمایند و تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای را کاهش دهند (۲۱ و ۳۵). باتوجه به کاهش مقدار کل تانن در اثر سیلو کردن، احتمالاً دسترسی میکروارگانیسم‌های شکمبه به پروتئین، نشاسته و کربوهیدرات‌های تفاله دانه انار بیشتر شده و سبب افزایش گوارش‌پذیری شکمبه‌ای ماده خشک تفاله سیلویی شده است. علاوه بر این، تانن‌ها با اتصال به دیواره باکتری‌های شکمبه مانع ترشح آنزیم‌های خارج سلولی شده و از انتقال مواد مغذی به سلول باکتریایی ممانعت می‌نمایند بنابراین می‌توانند مانع رشد ارگانیسم‌های شکمبه و حتی موجب مرگ آنها گردند (۲۱). براساس دیگر مطالعات، گوارش پذیری شکمبه‌ای ماده خشک پوست پسته سیلویی به دلیل حذف تانن، بیشتر از پوست خشک بود که با نتایج مطالعه حاضر مطابقت دارد (۳). برخلاف نتایج مطالعه حاضر، گزارش شده است که گوارش‌پذیری شکمبه‌ای ماده خشک پوست پسته سیلویی به‌دلیل وجود برخی ترکیبات نامعلوم کمتر از پوست پسته خشک بود (۳۸). علت افزایش گوارش‌پذیری پس از شکمبه‌ای ماده خشک هضم نشده در شکمبه در مورد تفاله انار خشک نسبت به تفاله سیلو شده احتمالاً این بوده که در شرایط اسیدی روده باریک (در دستگاه هضم دایزی نیز این شرایط شبیه‌سازی شده بود) اتصال بین تانن و سایر ترکیبات تاننی با مواد مغذی سست شده و گوارش‌پذیری آنها را افزایش داده است، درحالی‌که در مورد تفاله سیلویی این پیوندها قبلاً در سیلو جدا شده و لذا گوارش‌پذیری ماده خشک تفاله سیلویی در شرایط روده کمتر از تفاله خشک بوده است.

نتیجه‌گیری

با سیلو کردن تفاله دانه انار غلظت ترکیبات فنلی و تانن‌ها (عمدتاً ترکیبات فنلی محلول در آب) نسبت به مقدار آن در روش خشک کردن کاهش یافت. ولی تفاوت میزان اسید الاژیک و پونیکالاژین که مهمترین ترکیبات دارای فعالیت آنتی‌اکسیدانی می‌باشند در دو روش معنی‌دار نبود. در ضمن گوارش‌پذیری شکمبه‌ای ماده خشک و گوارش‌پذیری ماده خشک در کل دستگاه گوارش در روش سیلو کردن بیشتر بود.

منابع مورد استفاده

۱ . بی‌نام (۱۳۸۹) آمارنامه‌های کشاورزی، وزارت جهاد کشاورزی. دفتر فناوری و اطلاعات، تهران، ایران.

۲ . صمدلوئی ح. ر.، عزیزی م. ح. و برزگر م (۱۳۸۶) اثر آنتی‌اکسیدانی ترکیبات فنولیک هسته انار بر روغن سویا. علوم کشاورزی و منابع طبیعی. جلد ۱۴، شماره چهارم.

۳ . فروغی ا. ن. و فضائلی ح (۱۳۸۰) بررسی روشهای مختلف سیلو کردن ضایعات پسته. سومین کنگره تغذیه دام، مرکز تحقیقات دامپروری کشور، کرج، ایران.

۴ . مدرسی ج.، فتحی نسری م. ح.، دیانی ا. و رشیدی ل (۱۳۸۹) تأثیر تغذیه با جیره حاوی تفاله دانه انار بر مصرف خوراک، عملکرد و متابولی‌های سرم خون بزهای آمیخته خراسان جنوبی. پژوهش‌های علوم دامی. ۲(۲۰/۴): ۱۳۲-۱۲۳.

جدول ۳ - فراسنجه‌های تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای و گوارش‌پذیری ماده خشک تفاله دانه انار خشک و سیلو شده (درصد ماده خشک)

فراسنجه	تیمارها		اشتباه معیار میانگین	احتمال
	دانه انار خشک شده	تفاله سیلو شده		
بخش سریع‌تجزیه	۰/۳۰	۰/۲۸	۰/۰۰۷	۰/۱۶
بخش کندتجزیه	۰/۳۹	۰/۴۰	۰/۰۲	۰/۱۲
ثابت نرخ تجزیه (در ساعت)	۰/۱۰[a]	۰/۰۷[b]	۰/۰۰۴	۰/۰۰۷
تجزیه‌پذیری مؤثر در نرخ عبور ۰/۰۲ بر ساعت	۰/۶۲	۰/۵۹	۰/۰۱۷	۰/۰۹
تجزیه‌پذیری مؤثر در نرخ عبور ۰/۰۵ بر ساعت	۰/۵۶	۰/۵۱	۰/۰۱۵	۰/۲۰
تجزیه‌پذیری مؤثر در نرخ عبور ۰/۰۸ بر ساعت	۰/۵۲	۰/۴۷	۰/۰۱۴	۰/۳۶
قابلیت هضم شکمبه‌ای ماده خشک (٪)	۳۹/۸۲ [b]	۵۷/۴۸[a]	۰/۶۸۷	۰/۰۰۴
قابلیت هضم پس از شکمبه‌ای ماده خشک هضم نشده در شکمبه (درصد ماده خشک)	۲۶/۳۷[a]	۱۷/۹۵[b]	۱/۸۸۹	۰/۰۱
قابلیت هضم در کل دستگاه گوارش (درصد ماده خشک)	۵۵/۶۹[b]	۶۵/۱۱[a]	۱/۶۲۹	۰/۰۲

در هر ردیف وجود حروف غیرمشابه به مفهوم معنی‌دار بودن تفاوت اختلاف بین میانگین‌ها می‌باشد.

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

6 . Adams LS, Seeram NP, Aggarwal BB, Takada Y, Sand D and Heber D (2006) Pomegranate juice, total pomegranate ellagitannins, and punicalagin suppress inflammatory cell signaling in colon cancer cells. Agricultural Food and Chemistry. 54: 980-985.

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

8 . Bagheripour E, Rouzbehan Y and Alipour D (2008) Effect of ensiling, air-drying and addition of polyethylene glycol on in vitro gas production of pistachio by-products. Animal Feed Science and Technology. 146: 327-336.

9 . Barman K and Rai SN (2008) In vitro nutrient digestibility, gas production and tannin metabolites of *Acacia nilotica* pods in goats. Asian-Australian Journal of Animal Science. 21: 59-65.

10 . Barman K, Deepak K, Tandon DM, Thirumeignanam D and Rai SN (2008) Tannins estimation. Dairy Cattle Nutrition Division N.D.R.I., Karnal, India.

11 . Cummins DG (1971) Relationships between tannin content and forage digestibility in sorghum. Agronomy. 63: 500-502.

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

13 . Feizi R, Ghodrat Nama A, Zahedifar M, Danesh Mesgaran M and Raisianzade M (2005) The influence of urea treatment on in vitro gas production of pomegranate peel. Proceeding of British Society of Animal Science. 223 p.

14 . Filippich LJ, Zhu J and Oelrichs P (1991) Hepatotoxic and nephrotoxic principles in Terminalia oblongata. Resarch Veterinary Science. 50: 170-177.

15 . 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. Agricultural and Food Chemistry. 48: 4581-4589.

16 . Haslam E (1989) Plant polyphenols-vegetable tannins revisited. Cambridge University Press, Cambridge, U.K. Pp. 220-230.

17 . Holliman A, (1985) Acorn poisoning in ruminants. Veterinary Research. 116: 546.

18 . Kulkarni AP, Aradhya SM and Divakar S (2004) Isolation and identification of a radical scavenging antioxidant – punicalagin from pith and carpellary membrane of pomegranate fruit. Food Chemistry. 87: 551-557.

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

20 . McDonald P, Henderson AR and Heron S (1991) The biochemistry of silage. 2nd ed. Marlow. 340 p.

21 . McSweeney CS, Palmer B, McNeill DM and Krause DO (2001) Microbial interactions with tannins: nutritional consequences for ruminants. Animal Feed Science and Technoogy. 91: 83-93.

22 . Mirzaei-Aghsaghali A, Maheri-Sis N, Mansouri H, Razeghi ME, Mirza-Aghazadeh A, Cheraghi H and Aghajanzadeh-Golshani A (2011) Evaluating potential nutritive value of pomegranate processing by-products for ruminants using in vitro gas production technique. Agricultural and Biological Science. 6: 45-51.

23 . Modaresi J, Fathi Nasri MH, Rashidi L, Dayani O and Kebreab E (2011) Effects of supplementation with pomegranate seed pulp on concentrations of conjugated linoleic acid and punicic acid in goat milk. Dairy Science. 94: 4075-4080.

24 . 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. Dairy Science. 87: 2563-2570.

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

26 . Osman MA (2004) Changes in sorghum enzyme inhibitors, phytic acid, tannins and *in vitro* protein digestibility occurring during Khamir (local bread) fermentation. Food Chemistry. 88: 129-134.

27 . Ozkose E, Kuloglu R, Comlekcioglu U, Kar K, Akyol I and Ekinci MS (2011) Effects of tannic acid on the fibrolytic enzyme activity and survival of some ruminal bacteria. International Journal of Agriculture and Biology. 11: 386-390.

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

29 . Quideau S (2008) Chemistry and biology of ellagitannins, an underestimated class of bioactive plant polyphenols, World Scientific Publishing Co. London. Pp. 78-86.

30 . Reed JD (1995) Nutritional toxicology of tannins and related polyphenols in forage legumes. Animal Science. 73: 1516-1528.

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

32 . Seeram NP, Zhang Y, Reed JD, Krueger CG and Vaya J (2006) Pomegranate phytochemicals. CRC Press, Taylor and Francis Group, Boca Raton, FL. Pp. 129-137.

33 . Shabtay A, Eitam H, Tadmor Y, Orav A, Meir A, Weinberg P, Zwika G, Weinberg ZG, Chen Y, Brosh A, Izhak I and Kerem Z (2008) Nutritive and antioxidative potential of fresh and stored pomegranate industrial byproduct as a novel beef cattle feed. Agricultural and Food Chemistry. 56: 10063-10070.

34 . Shabtay A, Nikbachat M, Zenou A, Yosef E, Arkin O, Sneer O, Shwimmer A, Yaari A, Budman E, Agmon G and Miron J (2012) Effects of adding a concentrated pomegranate extract to the ration of lactating cows on performance and udder health parameters. Animal Feed Science and Technology. 175: 24-32.

35 . Silanikove N, Perevolotsky A and Provenza FD (2001) Use of tannin-binding chemicals to assay for tannins and their negative post-ingestive effects in ruminants. Animal Feed Science and Technology. 91: 69-81.

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

37 . 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. 2: 40-45.

38 . Valizadeh R, Naserian AA and Vahmani P (2009) Influence of drying and ensiling pistachio by-products with urea and molasses on their chemical composition, tannin content and rumen degradability parameters. Animal and Veterinary Advances. 8: 2363-2368.

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

40 . Yoshida T, Amakura Y and Yoshimura M (2010) Structural features and biological properties of ellagitannins in some plant families of the order Myrtales. International Journal of Molecular Sciences. 11: 79-106.

41 . Yoshimura M, Watanabe Y, Kasai K, Yamakoshi J and Koga T (2005) Inhibitory effect of an ellagic acid rich pomegranate extract on tyrosinase activity and ultraviolet inducted pigment. Bioscience, Biotechnology and Biochemistry. 69: 2368-2373.

Journal of Animal Production, Vol. 14, No. 2, Autumn 2012

Effect of drying and ensiling of pomegranate seed pulp on its chemical composition and ruminal degradability parameters

F. Khosravi [1] and M. H. Fathi Nasri [2*]

(E-mail: hfathi@birjand.ac.ir)

Abstract

The fresh Pomegranate seed pulp (PSP, containing 47.5 percent dry matter) was ensiled within plastic buckets (three kg weight) for 70 days and then chemical composition, phenolic compounds concentration and DM ruminal degradability parameters and ruminal, post-ruminal and total tract digestibility of DM were measured. The results showed that ensiling significantly decreased total phenolic compounds, total tannins, gallic acid, tannic acid, penicillin and punicalagin A content of PSP but condensed tannins, ellagic acid and punicalagin B content were not affected by preservation method. DM ruminal degradability parameters, rapidly and slowly potentially degradable fractions and effective degradability on passage rate of 0.02, 0.05 and 0.08 per h were not significantly affected by treatments but ensiling increased the ruminal and total tract digestibility of DM and decreased the DM degradability rate constant and DM post-ruminal digestibility. Based on the results of this study ensiling could improve the nutritional value of PSP.

Keywords: Digestibility, Ensiling, Phenolic compound, Pomegranat Seed Pulp (PSP), Tannin

1 - M.Sc. Student, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, University of Birjand, Birjand - Iran

2 - Associate Professor, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, University of Birjand, Birjand - Iran **(Corresponding Author*)**