



تولیات دامی

دوره ۱۷ ■ شماره ۱ ■ بهار و تابستان ۱۳۹۴

صفحه‌های ۷۰-۵۹

تأثیر سیلوکردن بر ارزش غذایی و برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی محصول فرعی پسته

پیروز شاکری^{۱*}، مرتضی رضایی^۲، سید احمد میرهادی^۲

۱. استادیار پژوهشی بخش تحقیقات علوم دامی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان کرمان، کرمان

۲. استادیار پژوهشی، بخش تحقیقات تغذیه دام، مؤسسه تحقیقات علوم دامی کشور، کرج

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۳/۱۰/۳۰

تاریخ وصول مقاله: ۱۳۹۳/۰۶/۱۵

چکیده

این آزمایش با هدف بررسی تأثیر سیلوکردن بر ارزش غذایی و برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی محصول فرعی پسته انجام شد. محصول فرعی پسته بدون افزودنی به مدت سه ماه سیلو و هم‌زمان مقداری از آن در آفتاب خشک شد. ترکیبات شیمیایی، ظرفیت بافری، ظرفیت نگهداری آب، بخش‌های متفاوت پروتئین در سیستم کربوهیدرات و پروتئین خالص کرنل، غلظت سموم آفلاتوکسین، و میزان تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای و پس از شکمبه‌ای در هر دو نوع محصول اندازه‌گیری شد. با سیلوکردن محصول فرعی پسته اسیدیته آن از ۴/۷۳ به ۴/۱۲ کاهش یافت و کربوهیدرات‌های محلول در آب و لیاف نامحلول در شوینده خنثی کاهش و ترکیبات فنلی افزایش یافتند ($P < 0.05$). تفاوتی در ظرفیت بافری، ظرفیت نگهداری آب، غلظت نیتروژن غیرپروتئینی، غلظت سموم آفلاتوکسین، و میزان تجزیه‌پذیری در کل دستگاه گوارش بین محصول آفتاب خشک و سیلاژ آن مشاهده نشد و غلظت سموم آفلاتوکسین در هر دو محصول در حد مجاز برای تغذیه دام‌ها بود. براساس نتایج تحقیق حاضر، محصول فرعی پسته قابلیت خوبی برای سیلوشدن دارد و ضمن حفظ ارزش غذایی، سیلاژ آن از پایداری هوایی مطلوبی برخوردار است.

کلیدواژه‌ها: آفلاتوکسین، ارزش غذایی، پایداری هوایی، ظرفیت بافری، ظرفیت نگهداری آب، محصول فرعی پسته.

مقدمه

تجمع قارچ‌های تولیدکننده آفلاتوکسین‌ها در باغ‌های پسته، و آلوده کردن محصول پسته سال بعد به این قارچ‌ها فراهم می‌کند (۱۲).

محصول فرعی پسته قابلیت سیلوشدن را دارد و می‌توان آن را بدون افزودنی یا با افزودنی‌های متفاوت سیلو کرد (۱۰، ۲۳ و ۳۰). با وجود این، به تأثیر سیلو کردن محصول فرعی پسته بر برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آن و همچنین قابلیت تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای و پس از شکمبه‌ای آن کمتر توجه شده است.

هدف از انجام پژوهش حاضر، تعیین ترکیبات شیمیایی، خصوصیات فیزیکی و شیمیایی، غلظت سموم آفلاتوکسین، و نسبت تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای و پس از شکمبه محصول فرعی پسته به صورت آفتاب‌خشک و سیلوشده بود.

مواد و روش‌ها

در فصل برداشت پسته، محصول فرعی پسته از پایانه فرآوری پسته در حومه شهر کرمان تهیه و بدون افزودنی در سیلوی خندقی سیلو شد. پس از سه ماه با پروب مخصوص از قسمت‌های متفاوت سیلو نمونه برداری و با دستگاه فریزدرایر (CHRIST ALPHA 2-4 LD PLUS (MARTIN CHRIST, Osterode, Germany) خشک شد. هم‌زمان بخشی از محصول تازه در آفتاب خشک شد و از هر دو محصول برای اجرای آزمایش‌ها استفاده شد.

نمونه‌ها با آسیاب آزمایشگاهی مجهز به غربال با منافذ ۱ میلی‌متر آسیاب شدند. لیاف نامحلول در شوینده خشتی و اسیدی با دستگاه تجزیه فیبر آنکوم (Fiber Analyzer, Ankom) (200, Ankom Technology Corp, Fairport, NY, USA) در کیسه‌های آنکوم (ANKOM F57) و افزودن آنزیم آلفا آمیلاز مقاوم به حرارت (A 3306, Sigma) اندازه‌گیری شد (۲۸). پروتئین خام نمونه‌ها با دستگاه کلدال

محصول فرعی پسته از مهم‌ترین محصولات فرعی کشاورزی کشور است و هر سال مقادیر زیادی از آن در مناطق پسته‌خیز تولید می‌شود. این محصول فرعی ارزش غذایی مناسبی دارد و شامل نسبت‌های متفاوتی از پوست نرم رویی، دُم‌خوشه‌ها، برگ، سرشاخه، و مقدار کمی پسته پوک و نیمه‌مغز است (۵). ترکیبات شیمیایی آن شامل ماده خشک ۲۷/۷-۳۳/۸، پروتئین خام ۸/۸-۱۴/۲، لیاف نامحلول در شوینده خشتی ۲۳/۶-۴۱/۶، لیاف نامحلول در شوینده اسیدی ۱۷/۴-۲۶/۱، ترکیبات فنلی ۷/۸-۱۴/۲ و کل تانن ۴/۱-۹/۷ درصد است (۵، ۱۰، ۳۰). ارزش غذایی این محصول فرعی با بسیاری از خوراکی‌های رایج در جیره نشخوارکنندگان قابل مقایسه است (۵ و ۲۸). از طرف دیگر، این مواد در مناطق خشک کشور تولید می‌شود که با کمبود جدی منابع خوراک دام مواجه‌اند. از این‌رو، استفاده مناسب از آن در تغذیه دام‌ها می‌تواند بخشی از کمبود خوراک دام در این مناطق را جبران کند. چالش عمده برای استفاده مناسب از این محصول رطوبت بالا (۷۵-۷۰ درصد) و تولید حجم بالای آن در دوره دو ماهه است که خشک کردن و ذخیره‌سازی آن را مشکل می‌سازد (۵ و ۱۰). خشک کردن محصول فرعی پسته در مقابل آفتاب حداقل به چهار الی پنج روز زمان، چندین نوبت زیورور کردن روزانه، و محوطه‌هایی گسترده با سطوح تمیز نیاز دارد که معمولاً این شرایط در پایانه‌های فرآوری پسته وجود ندارد. از سوی دیگر، دوره کوتاه تولید محصول و افزایش قیمت حامل‌های انرژی، سرمایه‌گذاران را از نصب و راه‌اندازی خشک‌کن‌های صنعتی باز داشته است. در این شرایط، بخشی از محصول فرعی پسته در زمین‌های خالی اطراف باغات پسته تخلیه و ضمن تحمیل هزینه‌های حمل و انتقال به خارج از محل پوست‌گیری، به سرعت فاسد می‌شود و زمینه مساعدی را برای آلودگی محیط زیست،

تولیدات دامی

درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند. دماسنج‌ها هر دو ساعت یک‌بار بازدید و دمای آن‌ها ثبت شد. در این روش، تا زمانی که دمای توده سیلاژ به بیش از دو درجه سانتی‌گراد بیشتر از دمای محیط نرسد سیلاژ در مرحله پایداری هوایی قرار دارد (۷).

مقدار ۲/۵ گرم از هر نمونه به مدت ۲۰ ساعت با ۲۵۰ میلی‌لیتر آب مقطر خیس‌انده شد و سپس با کاغذ صافی فیلتر شد. حدود ۱۰ دقیقه پس از فیلتراسیون کامل، وزن نمونه روی کاغذ صافی اندازه‌گیری شد و پس از انجام محاسبات، ظرفیت نگهداری آب در نمونه‌ها (لیتر در کیلوگرم) بیان شد (۱۶).

با افزودن ۴۰۰ میلی‌لیتر متانول ۸۰ درصد، ۵۰ میلی‌لیتر هگزان، و پنج گرم NaCl به ۵۰ گرم از هر نمونه، عصاره نمونه‌ها استخراج گردید. تمیزسازی عصاره برای جذب آفلاتوکسین توسط ستون‌های ایمنوآفینیتی مخصوص جذب آفلاتوکسین (VICAM Co. 5µm, 120° A 25×4.6 mm) با نام تجاری آفلاتست) انجام شد. با شش غلظت متفاوت از استاندارد آفلاتوکسین (SIGMA Co.) منحنی استاندارد تعیین شد و در پایان درصد بازیافت دو نمونه فاقد آلودگی با دو غلظت معین و متفاوت از استاندارد آفلاتوکسین آلوده پس از سنجش میزان آلودگی‌شان، با دستگاه HPLC (Dionex, P680PUM) محاسبه شد (۸).

تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای ماده خشک و هریک از مواد مغذی با آنکوباسیون کیسه‌های نایلونی حاوی نمونه‌های محصول فرعی پسته در شکمبه دو رأس گاو هلشتاین (۱۱ ± ۶۰۰ کیلوگرم) دارای فیستولای شکمبه‌ای تعیین شد. گاوها با جیره مخلوط شامل سه کیلوگرم یونجه خشک، هشت کیلوگرم سیلاژ ذرت، ۰/۵ کیلوگرم کاه گندم، و ۳ کیلوگرم مواد متراکم شامل ۵۵ درصد جو، ۳۵ درصد ذرت، ۵ درصد سبوس، ۴ درصد کنجاله پنبه‌دانه، و ۱ درصد مکمل ویتامینی و مواد معدنی در دو نوبت تغذیه

(Kjeldahl Vap50 Gerhardt, Germany) و خاکستر خام نمونه‌ها در دمای ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۲ ساعت در کوره الکتریکی (Shimfan F-47, Iran) اندازه‌گیری شد (۸). کربوهیدرات‌های محلول در آب با روش طیف‌سنجی فنل سولفوریک اندازه‌گیری شد (۱۳). برای اندازه‌گیری نیتروژن آمونیاکی در نمونه‌ها از روش فنل‌هیپوکلیت استفاده شد (۱۱). ترکیبات فنولی نمونه‌ها با استون ۷۰ درصد استخراج شد و با معرف فولین شیکالتو و استاندارد اسیدتانیک میزان ترکیبات فنلی و کل تانن اندازه‌گیری شد (۲۰). برای اندازه‌گیری غلظت تانن‌های متراکم در نمونه‌ها از روش بوتانول-اسیدکلریدریک استفاده شد (۱۴). بخش‌های گوناگون پروتئین در سیستم CNCPS و براساس میزان نیتروژن موجود در نمونه‌ها به تفکیک نیتروژن غیرپروتئینی (NPN)، نیتروژن محلول در بافر بورات فسفات (BSN)، نیتروژن غیرمحلول در شوینده خنثی (NDIN)، و نیتروژن غیرمحلول در شوینده اسیدی (ADIN) تعیین شدند (۱۸).

۱۵ گرم از هر نمونه با ۲۵۰ میلی‌لیتر آب مقطر خیس‌انده و اسیدیته آن (CRISON Basic²⁰⁺, EU) اندازه‌گیری شد. اسیدیته نمونه خیس‌انده‌شده با افزودن اسیدکلریدریک ۰/۱ نرمال به ۳ رسید. سپس با افزودن هیدروکسید سدیم ۰/۱ نرمال اسیدیته آن تا ۴ افزایش یافت و در ادامه با افزودن هیدروکسید سدیم، افزایش اسیدیته تا ۶ ادامه یافت. مقدار میلی‌اکی‌والان هیدروکسید سدیم مصرفی برای تغییر اسیدیته از ۴ به ۶ به‌ازای هر ۱۰۰ گرم ماده خشک نمونه محاسبه و به‌صورت ظرفیت بافری بیان شد (۲۷).

برای تعیین پایداری هوایی سیلاژ، یک کیلوگرم سیلاژ محصول فرعی پسته با چهار تکرار در سطوح پلاستیکی سه‌لیتری ریخته شد و روی آن با دو لایه پارچه متقال پوشانده شد. دماسنجی در مرکز سیلاژ قرار گرفت و سطوح حاوی نمونه در اتاقی با دمای بین ۲۱ تا ۲۲

تولیدات دامی

رویه GLM در قالب طرح آماری کاملاً تصادفی و براساس مدل شماره ۱ تجزیه و میانگین‌ها با آزمون دانکن مقایسه شدند.

$$Y_{ij} = \mu + t_i + \varepsilon_{ij} \quad (\text{رابطه ۱})$$

در این رابطه، Y_{ij} مقدار هر مشاهده، μ میانگین کل، t_i اثر تیمار، و ε_{ij} خطای آزمایشی است.

نتایج و بحث

تفاوتی در غلظت پروتئین خام، چربی خام، و الیاف نامحلول در شوینده اسیدی دو نوع محصول مشاهده نشد (جدول ۱). الیاف نامحلول در شوینده خنثی و کربوهیدرات‌های محلول در آب محصول سیلوشده کمتر از محصول آفتاب‌خشک بود ($P < 0.05$).

در آزمایش حاضر، سیلوکردن محصول فرعی پسته سبب کاهش ۵/۸ درصدی الیاف نامحلول در شوینده خنثی و ۵۴/۲ درصدی کربوهیدرات‌های محلول در آب شد. فرایند سیلوکردن بر کربوهیدرات‌های دیواره سلولی، به‌ویژه همی سلولز تأثیر دارد (۲۱). در تأیید نتایج این آزمایش، گزارش شده است که سیلوکردن محصول فرعی پسته سبب کاهش در الیاف نامحلول در شوینده خنثی و کربوهیدرات‌های محلول در آب می‌شود (۱۰). برخی از محققان با سیلوکردن این محصول بدون افزودنی و یا با افزودن‌های ملاس و اوره تغییری در الیاف نامحلول در شوینده خنثی مشاهده نکردند (۲۳ و ۳۰).

تفاوتی بین غلظت تانن‌های متراکم و قابل هیدرولیز و کل تانن در محصول فرعی پسته سیلوشده و آفتاب‌خشک مشاهده نشد (جدول ۲)، اما غلظت ترکیبات فنلی در محصول سیلوشده بیش از نوع آفتاب‌خشک بود ($P < 0.05$).

شدند. به این منظور به‌ازای هر نمونه، هشت کیسه از جنس پلی‌استر (۱۵×۱۰ سانتی‌متری با منافذ ۵۰ میکرومتر) حاوی ۵ گرم از هر نمونه به‌مدت ۱۶ ساعت در شکمبه گاو‌ها (چهار کیسه برای هر گاو) انکوباسیون شد. کیسه‌ها پس از شست‌وشو، در آون با دمای ۵۵ درجه سانتی‌گراد، به‌مدت ۴۸ ساعت خشک شدند و با اندازه‌گیری باقی‌مانده درون کیسه‌ها، از محتویات چهار کیسه (دو کیسه از هر گاو) برای تعیین غلظت مواد مغذی و از محتویات چهار کیسه دیگر برای تعیین قابلیت هضم پس از شکمبه‌ای ماده خشک و پروتئین خام با دستگاه شبیه‌ساز هضم (Daisy^{II} Incubator, NY, USA) استفاده شد (۱۵). در این روش، ۰/۵ گرم از بقایای هضم شکمبه‌ای با هشت تکرار (چهار تکرار برای هر گاو) در داخل کیسه‌های آنکوم (ANKOM F57) با منافذ با قطر ۲۵ میکرومتر ریخته شد. کیسه‌ها به‌مدت ۱ ساعت در بطری‌های دستگاه با دمای ۳۹ درجه سانتی‌گراد حاوی دو لیتر محلول ۰/۱ نرمال اسیدکلریدریک (pH = ۱/۹) به همراه ۲ گرم پپسین (Merck No. 7190, 2000 FIT U/g, Germany) قرار گرفتند. سپس به‌مدت ۲۴ ساعت با دور ثابت چرخش و در دمای ۳۹ درجه سانتی‌گراد داخل بطری‌های دستگاه حاوی محلول بافر ۰/۵ مولار پانکراتین، شامل ۱۳۶/۱ گرم پتاسیم دی‌هیدروژن فسفات (KH₂PO₄)، ۰/۱ گرم تیمول، و ۶ گرم پانکراتین در حجم ۲ لیتر (pH = ۷/۷۵) قرار گرفتند. در پایان پس از شست‌وشوی کیسه‌ها و محتویات آن‌ها به‌مدت ۴۸ ساعت در آون با دمای ۵۵ درجه سانتی‌گراد خشک شدند. وزن باقی‌مانده داخل کیسه و میزان پروتئین آن‌ها تعیین و با روابط پیشنهادی (۲۵) تجزیه‌پذیری ماده خشک و هریک از مواد مغذی در شکمبه، و ماده خشک و پروتئین خام نمونه‌ها پس از شکمبه و در کل دستگاه گوارش محاسبه شد.

اطلاعات حاصل با نرم‌افزار آماری SAS (نسخه ۹/۱) و

تولیدات دامی

تأثیر سیلوکردن بر ارزش غذایی و برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی محصول فرعی پسته

جدول ۱. ترکیبات شیمیایی محصولات فرعی پسته (آفتاب خشک و سیلوشده)

ترکیبات شیمیایی [†]						محصول فرعی پسته
(درصد)						
ADF _{om}	aNDF _{om}	WCS	EE	CP	DM	
۲۳/۹	۳۲/۷ ^a	۹/۶ ^a	۵/۷	۱۲/۹	۹۶/۶	آفتاب خشک
۲۲/۶	۳۰/۹ ^b	۴/۴ ^b	۶/۲	۱۳/۰	۳۱/۱	سیلوشده
۰/۴۴	۰/۳۷	۰/۳۸	۰/۱۶	۰/۱۴	۰/۳۴	SEM

ارقام میانگین سه تکرار هستند.

†DM: ماده خشک، CP: پروتئین خام، EE: چربی خام، WCS: کربوهیدرات‌های محلول در آب، aNDF_{om}: الیاف نامحلول در شوینده خشتی (با استفاده از آنزیم آلفا-آمیلاز مقاوم به حرارت) و ADF_{om}: الیاف نامحلول در شوینده اسیدی
a-b: میانگین‌های با حروف متفاوت در هر ستون اختلاف معنی‌دار دارند (P<۰/۰۵).
SEM: انحراف استاندارد میانگین‌ها

جدول ۲. غلظت ترکیبات فنلی و انواع تانن در محصول فرعی پسته (آفتاب خشک و سیلوشده)

محصول فرعی پسته			
ترکیبات فنلی	تانن قابل هیدرولیز	تانن متراکم	کل تانن
(%)	(%)	(%)	(%)
۱۳/۷۱ ^b	۸/۸۸	۱/۱۱	۹/۹۹
۱۴/۵۴ ^a	۸/۹۴	۱/۱۴	۱۰/۰۸
۰/۱۲	۰/۱۲	۰/۰۳	۰/۰۹

ارقام میانگین سه تکرار هستند.

a-b: میانگین‌های با حروف متفاوت در هر ستون اختلاف معنی‌دار دارند (P<۰/۰۵).
SEM: انحراف استاندارد میانگین‌ها

پلیمریزاسیون و یا اکسیداسیون تانن نسبت داده‌اند (۲۸). با سیلوکردن محصول فرعی پسته، ترکیبات فنلی، و تانن به ترتیب ۲۰ و ۵۰ درصد (۳۰)، ۶/۰ و ۴/۲ درصد (۱۰)، و صفر و ۱۹/۵۷ درصد (۲۳) کاهش یافتند. این اختلافات احتمالاً به دلیل تفاوت در ساختار ترکیبات فنلی و تانن محصول فرعی پسته در این آزمایش‌ها استفاده می‌شود (۲۲). محصول فرعی پسته به صورت طبیعی اسیدیتته اسیدی دارد و با سیلوکردن اسیدیتته آن کاهش معنی‌داری نشان داد (P<۰/۰۱)، اما با سیلوکردن در ظرفیت نگهداری آب اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. نتایج نشان داد که این محصول ظرفیت بافری بالایی دارد و با سیلوکردن تغییر معنی‌داری در آن ایجاد نشد (جدول ۳).

احتمالاً کاهش کربوهیدرات‌های محلول در آب و الیاف نامحلول در شوینده خشتی در محصول سیلوشده، سبب افزایش نسبی ترکیبات فنلی شده است. میزان ترکیبات فنلی و کل تانن محصول فرعی پسته به ترتیب ۱۳/۷۱-۱۴/۲ و ۷/۸-۹/۷ و ۴/۱-۹/۷ درصد گزارش شده است (۵، ۱۰، ۲۳، ۲۸، و ۳۰). غلظت این ترکیبات در نمونه‌های این آزمایش با مقادیر گزارش شده در برخی از مطالعات مطابقت دارد (۱۰ و ۳۰). دامنه گسترده این ترکیبات در این محصول می‌تواند به عواملی همچون وارپته، شرایط پرورش، اقلیم منطقه، مرحله برداشت، و همچنین روش اندازه‌گیری این ترکیبات مربوط باشد (۲۶). کاهش غلظت تانن علوفه‌های حاوی تانن را پس از سیلوکردن، به

تولیدات دامی

دوره ۱۷ ■ شماره ۱ ■ بهار و تابستان ۱۳۹۴

جدول ۳. اسیدپته، ظرفیت نگهداری آب، و ظرفیت بافری محصول فرعی پسته (آفتاب خشک و سیلوشده)

محصول فرعی پسته	اسیدپته	ظرفیت نگهداری آب (لیتر در کیلوگرم)	ظرفیت بافری (میلی اکی والان ⁺)	پایداری هوازی (روز)
آفتاب خشک	۴/۷۳ ^a	۳/۸۶	۶۱/۷	-
سیلوشده	۴/۱۲ ^b	۳/۵۰	۶۴/۴	۲۱/۷
SEM	۰/۰۲	۰/۱۲	۱/۵۴	-

ارقام میانگین سه تکرار هستند.

⁺ - میلی اکی والان هیدروکسید سدیم مصرفی ۰/۱ نرمال به ازای هر ۱۰۰ گرم ماده خشک برای تغییر اسیدپته از ۴ به ۶
a-b: میانگین‌های با حروف متفاوت در هر ستون اختلاف معنی دار دارند ($P < 0.05$).

SEM: انحراف استاندارد میانگین‌ها

گزارش گردید که با نتیجه آزمایش حاضر مطابقت دارد (۲).

ظرفیت بافری در یک علوفه مقدار میلی اکی والان قلیایی است که برای تغییر اسیدپته یک کیلوگرم علوفه از ۴ به ۶ نیاز است (۲۷). ظرفیت بافری برای محصول فرعی پسته آفتاب خشک ۶۱/۷ و برای سیلاژ آن ۶۴/۴ میلی اکی والان هیدروکسید سدیم ۰/۱ نرمال برای هر ۱۰۰ گرم ماده خشک تعیین شد که تفاوت معنی داری نداشتند. گزارشی در زمینه تعیین ظرفیت بافری در محصول فرعی پسته یافت نگردید اما با روش مشابه ظرفیت بافری گیاه تیموتی (*Phleum pretense*)، ۲۶/۵، علف باغی (*Ductylis glomerata*)، ۳۳/۵، شبدر قرمز (*Trifolium pretense*)، ۳۵/۰، ری گراس ۳۶/۸، و یونجه ۴۷/۲ میلی اکی والان به ازای هر ۱۰۰ گرم ماده خشک تعیین شده است (۲۱) و (۲۷). مقایسه ظرفیت بافری محصول فرعی پسته در مقایسه با سایر علوفه‌ها نشان دهنده بالا بودن آن در این محصول است که می تواند ناشی از میزان و نوع پروتئین‌های آن باشد. این خصوصیت می تواند در ممانعت از کاهش اسیدپته در شکمبه مؤثر باشد، هر چند دلیل روشنی بر عدم کاهش مناسب اسیدپته در سیلاژ محصول است.

در مطالعه‌ای، اسیدپته محصول فرعی پسته تازه ۵/۱۶ و در سیلاژ یک و دوماهه به ترتیب ۴/۹۰ و ۴/۶۱ مشاهده شده است (۱۰). همچنین دامنه اسیدپته برای سیلاژ محصول فرعی پسته بین ۴/۲۵ تا ۵/۲۷ گزارش شده است (۲۳، ۲۹، و ۳۰) که برای اسیدپته یک سیلاژ علوفه، دامنه گسترده‌ای محسوب می شود و احتمالاً می تواند به دلیل مقدار کربوهیدرات‌های محلول در آب، روش سیلو کردن، و همچنین عدم ایجاد محیط بی هوازی در هنگام سیلو کردن در شرایط آزمایشگاهی باشد.

ظرفیت نگهداری آب در محصول فرعی پسته ۳/۸۶ و ۳/۵۰ لیتر در کیلوگرم ماده خشک به ترتیب برای نوع آفتاب خشک و سیلاژ آن تعیین گردید. عامل اصلی در ظرفیت نگهداری آب علوفه‌ها وجود فضاهای بزرگ هوا در ماتریکس دیواره سلولی است و مواد خوراکی با دانسیته توده‌ای پایین وقتی در محیط آبی شکمبه قرار می گیرند، هیدراته می شوند و ظرفیت نگهداری آب بالاتری خواهند داشت. همچنین عواملی چون میزان دیواره سلولی، پکتین، نشاسته، و لیگنین در ظرفیت نگهداری آب مؤثرند و با آن رابطه مستقیم دارند (۱۶). در مطالعه‌ای، ظرفیت نگهداری آب محصول فرعی پسته ۳/۵۰ لیتر در کیلوگرم

تولیدات دامی

دوره ۱۷ ■ شماره ۱ ■ بهار و تابستان ۱۳۹۴

تأثیر سیلوکردن بر ارزش غذایی و برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی محصول فرعی پسته

جلوگیری از رشد قارچ‌ها و خاصیت ضدباکتریایی تانن‌ها وجود دارد (۱۹).

مقادیر بخش‌های گوناگون پروتئین در دو نوع محصول نشان می‌دهد که اختلافات معنی‌داری در بخش‌های A، B₃ و C وجود ندارند، اما روش فرآوری سبب ایجاد تفاوت معنی‌داری در میزان پروتئین‌های محلول و نامحلول ($P < 0.05$) شد، به طوری که با سیلوکردن پروتئین‌های نامحلول افزایش یافت (جدول ۴).

نیترژن آمونیاکی در سیلاژ شاخصی از تجزیه پتیدها و اسیدهای آمینه با ارگانسیم‌های کلسترییدیومی است (۲۱). مواد سیلویی ۶۰-۳۰ درصد نیترژن غیرپروتئینی بیشتری در مقایسه با همان علوفه به صورت تازه دارند (۲۴)، درحالی که نتایج آزمایش حاضر نشان داد که میزان نیترژن غیرپروتئینی در سیلاژ محصول فرعی با نوع آفتاب‌خشک آن تفاوت نداشت و این نشان‌دهنده محافظت از پروتئین‌های محصول فرعی پسته در زمان سیلوشدن است و می‌تواند به دلیل نقش حفاظتی تانن‌ها در جلوگیری از پروتئولیز باشد (۲۱).

در زمان برداشت و استفاده از سیلاژ، باکتری‌های هوازی مجدداً با شروع فعالیت از انواع ترکیبات آلی استفاده می‌کنند. این امر تخریب هوازی و کاهش ارزش غذایی سیلاژ را به دنبال خواهد داشت (۲۱). بنابراین پایداری هوازی از خصوصیات سیلاژ است که می‌تواند در حفظ ارزش غذایی مؤثر باشد. در روش استفاده شده در این مطالعه زمانی که اختلاف درجه حرارت توده سیلاژ با درجه حرارت محیط کمتر از دو درجه سانتی‌گراد بود، مدت زمان پایداری هوازی سیلاژ در نظر گرفته شد (۷). پایداری هوازی در سیلاژ محصول فرعی پسته ۲۱/۷ روز تعیین شد و در شرایط یکسان این زمان برای سیلاژ ذرت علوفه‌ای سه ماهه ۱/۵ روز بود. اطلاعاتی در زمینه پایداری هوازی سیلاژ محصول فرعی پسته یافت نگردید، درحالی که با روش مشابه، پایداری هوازی در سیلاژ ارزن علوفه‌ای ۴۴ ساعت گزارش شده است (۹). بالابودن پایداری هوازی در سیلاژ محصول فرعی پسته را می‌توان به وجود تانن و حفظ اسیدیته اسیدی در سیلاژ در اثر وجود اسیدتانیک نسبت داد. گزارش‌هایی از تأثیر تانن در

جدول ۴. بخش‌های گوناگون پروتئین محصول فرعی پسته (آفتاب‌خشک و سیلوشده) در سیستم CNCPS

بخش‌های پروتئین [†] (درصد از پروتئین)	پروتئین محلول				پروتئین نامحلول		محصول فرعی پسته
	ADIN (C)	B ₃	B ₂	B ₁	NPN (A)	محلول	
	۲/۷۶	۱/۵۹	۵۹/۰۹ ^b	۲۸/۷۰ ^a	۷/۸۶	۸/۲۱ ^b	۴/۷۳ ^a
	۲/۵۷	۱/۸۸	۶۲/۶۱ ^a	۲۵/۲۴ ^b	۷/۷۰	۸/۷۲ ^a	۴/۲۸ ^b
	۰/۰۹	۰/۱۷	۰/۳۷	۰/۴۷	۰/۱۳	۰/۱۰	۰/۰۸
							SEM

ارقام میانگین سه تکرار هستند.

† NPN: نیترژن غیرپروتئینی یا (بخش A)، بخشی از پروتئین است که در زمان صفر فوراً محلول است، بخش B₁ بخشی از پروتئین که در بافر بورات فسفات محلول و با تری‌کلرواستیک اسید رسوب می‌کند، B₂ بخشی از پروتئین است که با کم کردن بخش‌های A، B₁، و B₃ از پروتئین کل به دست می‌آید، B₃ بخشی که از اختلاف بین نیترژن نامحلول در شوینده خنثی و نیترژن نامحلول در شوینده اسیدی به دست می‌آید، و ADIN نیترژن نامحلول در شوینده اسیدی یا (بخش C) که بخش نامحلول پروتئین است.

a-b: میانگین‌های با حروف متفاوت در هر ستون اختلاف معنی‌دار دارند ($P < 0.05$).

SEM: انحراف استاندارد میانگین‌ها

تولیدات دامی

دوره ۱۷ ■ شماره ۱ ■ بهار و تابستان ۱۳۹۴

جدول ۵. غلظت انواع سموم آفلاتوکسین در محصول فرعی پسته (آفتاب خشک و سیلوشده)

محصول فرعی پسته	غلظت آفلاتوکسین (میکروگرم در کیلوگرم)				
	B ₂	B ₁	G ₁	G ₂	کل
آفتاب خشک	۰/۱۰	۰/۲۵	۰/۰۴	۰/۰۳	۰/۴۲
سیلوشده	۰/۱۲	۰/۲۴	۰/۰۴	۰/۰۲	۰/۴۲
SEM	۰/۰۳	۰/۰۹	۰/۰۲	۰/۰۱	۰/۰۸

ارقام میانگین سه تکرار هستند.

SEM: انحراف استاندارد میانگین‌ها

عمل آوری و نگهداری تأثیری بر غلظت سموم آفلاتوکسین نداشت. محصول فرعی پسته آفتاب خشک استفاده شده در جیره گاوهای شیری عاری از هرگونه سم آفلاتوکسین بوده است (۲۹). همچنین نتایج حاصل از بررسی ۶۰ نمونه محصول فرعی پسته از مناطق گوناگون پسته خیز در استان کرمان نشان داد که میانگین غلظت کل سموم آفلاتوکسین ۰/۹ میکروگرم در کیلوگرم بود (۶). از این رو می توان تانن موجود در محصول فرعی پسته را عامل اصلی کنترل رشد آفلاتوکسین‌ها دانست، به طوری که نشان داده شده است با حضور تانن قابل هیدرولیز در پوسته پسته به طور مؤثری از رشد قارچ‌های مولد آفلاتوکسین در محصول پسته جلوگیری به عمل می آید (۱۹). این در حالی است که آلودگی مواد خوراک دام به آفلاتوکسین‌ها تقریباً اجتناب ناپذیر است (۳۲). بررسی جدایه‌هایی از قارچ آسپرژیلوس فلاووس در مواد خوراکی گاو‌داری‌های اطراف تهران نشان داد که ۶۸/۵ درصد از جدایه‌ها تولیدکننده آفلاتوکسین بودند (۴). همچنین بررسی غلظت آفلاتوکسین B₁ در ۱۰۸ نمونه خوراک دام در مزارع پرورش گاو شیری استان چهارمحال و بختیاری نشان داد که در ۶۷/۶ درصد از نمونه‌های مطالعه شده سطح آفلاتوکسین B₁ در دامنه بین ۰/۸-۱۵۵/۲ قسمت در بیلیون و در ۱۷/۶ درصد از نمونه‌ها بیش از حد مجاز بود (۳). میزان تجزیه پذیری ماده خشک و سایر مواد مغذی

عمده پروتئین موجود در محصول فرعی پسته را بخش B₂ تشکیل می دهد. این بخش از پروتئین با سرعتی بین ۳ تا ۱۶ درصد در ساعت در شکمبه تجزیه می شود (۲۴). همچنین، پروتئین بخش B₁ در نوع آفتاب خشک و سیلاژ محصول فرعی پسته به ترتیب ۲۸/۷۰ و ۲۵/۲۴ درصد بود. وجود بخش‌های متنوع پروتئین و به ویژه مقادیر بالای بخش B₂ در محصول فرعی پسته می تواند هم‌زمانی مناسبی را با کربوهیدرات‌های جیره با تجزیه پذیری کند به وجود آورد. در سیلاژ ۶۰ روزه محصول فرعی پسته با ۱۲/۰ درصد پروتئین خام، بخش‌های A، B₁، B₂، B₃ و C به ترتیب ۵۰/۲، ۳/۸، ۲۵/۸، ۱۱/۸، و ۸/۴ درصد گزارش شده است (۲۳) که تفاوت زیادی با نتایج آزمایش حاضر دارد. این تفاوت‌ها احتمالاً به علت نوع وارسته، شرایط پرورش و تفاوت در اقلیم مناطق پرورش، کوددهی، تغذیه، و همچنین تفاوت در روش‌های اندازه‌گیری باشد. مقادیر سموم آفلاتوکسین شامل انواع B₁، B₂، G₁ و G₂ و مقدار کل آن در دو نوع محصول نشان می دهد که اختلاف معنی داری بین آن‌ها وجود ندارد (جدول ۵). سازمان غذا و داروی آمریکا (۲۰۰۰) میزان مجاز آفلاتوکسین‌ها در خوراک دام را ۲۰ قسمت در بیلیون (میکروگرم در کیلوگرم) اعلام کرده است. از این رو، آلودگی هر دو شکل محصول فرعی پسته به سموم آفلاتوکسین در حد مجاز است، علاوه بر این که روش

تولیدات دامی

تأثیر سیلوکردن بر ارزش غذایی و برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی محصول فرعی پسته

انتظار نبود. باوجود مقادیر بالای تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای ماده خشک و پروتئین خام در هر دو نوع محصول فرعی پسته، اما سهم تجزیه‌پذیری پس از شکمبه‌ای ماده خشک و پروتئین خام آن اندک بود. در مطالعه‌ای جامع نسبت تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای پروتئین خام علوفه‌های متفاوت بررسی گردید و نتایج نشان داده شد که با کاهش کیفیت و مقدار پروتئین، نسبت تجزیه‌پذیری پس از شکمبه‌ای پروتئین خام هضم نشده در شکمبه کاهش می‌یابد، ازاین‌رو مقدار پایین تجزیه‌پذیری پس از شکمبه‌ای پروتئین خام در محصول فرعی پسته می‌تواند به دلیل بالابودن میزان تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای آن باشد (۱۴).

بررسی شده، در شکمبه و میزان تجزیه‌پذیری ماده خشک و پروتئین خام در کل دستگاه گوارش برای دو نوع محصول فرعی پسته تفاوت معنی‌داری نداشت، اما میزان تجزیه‌پذیری پس از شکمبه‌ای ماده خشک و پروتئین خام در سیلاژ آن در مقایسه با نوع آفتاب خشک به‌طور معنی‌داری ($P < 0/01$) کمتر بود (جدول ۶).

قابلیت هضم ماده خشک علوفه‌ها در شکمبه به مقدار لیاف نامحلول در شوینده خنثی و اسیدی و میزان لیگنینی‌شدن دیواره سلولی آن‌ها بستگی دارد (۲۱). تجزیه‌پذیری حدود ۷۰ درصدی ماده خشک باتوجه به مقادیر کم دیواره سلولی در محصول فرعی پسته دور از

جدول ۶. تجزیه‌پذیری محصول فرعی پسته (آفتاب خشک و سیلوشده) در شکمبه، پس از شکمبه و در کل دستگاه گوارش

SEM	محصول فرعی پسته		میزان تجزیه‌پذیری
	سیلوشده	آفتاب خشک	
	شکمبه		
۱۷/۴۱	۶۹۴/۷	۶۸۵/۹	ماده خشک
۱۸/۳۱	۶۷۶/۴	۶۷۷/۲	ماده آلی
۱۱/۷۷	۷۹۸/۵	۷۷۳/۴	پروتئین خام
۸/۸۳	۴۱۱/۱	۴۰۲/۵	لیاف نامحلول در شوینده خنثی
۱۰/۲۲	۳۶۵/۳	۳۵۰/۷	لیاف نامحلول در شوینده اسیدی
۱۲/۰۳	۷۷۰/۴	۷۵۴/۲	خاکستر خام
	پس از شکمبه		
۰/۵۶	۱۲/۷ ^b	۳۳/۲ ^a	ماده خشک
۱۰/۸۳	۱۱۸/۵ ^b	۲۱۰/۵ ^a	پروتئین خام
	کل دستگاه گوارش		
۱۷/۱۰	۶۹۸/۶	۶۹۶/۳	ماده خشک
۱۱/۲۵	۸۲۲/۴	۸۲۰/۴	پروتئین خام

ارقام میانگین هشت تکرار هستند.

a-b: میانگین‌های با حروف متفاوت در هر سطر اختلاف معنی‌دار دارند ($P < 0/05$).

SEM: انحراف استاندارد میانگین‌ها

تولیدات دامی

دوره ۱۷ ■ شماره ۱ ■ بهار و تابستان ۱۳۹۴

۳. رحیمی ا، کارگر ع و زمانی ف (۱۳۸۷) ارزیابی سطح آفلاتوکسین B₁ در خوراک دام در مزارع گاو شیری استان چهارمحال و بختیاری، پژوهش و سازندگی. ۷۹: ۷۶-۷۱.

۴. سنگل م، امینان ح، اعتباریان ح، ابوحسینی گ و سبزواری ا (۱۳۸۶) جداسازی قارچ *Aspergillus flavus* از خوراک دام و تعیین مقدار آفلاتوکسین به روش HPLC M₁ در شیر گاوداری‌های اطراف تهران. کشاورزی. ۹: ۲۱-۱۱.

۵. شاکری پ و فضائلی ح (۱۳۸۶) بررسی استفاده از سطوح مختلف پوسته پسته در جیره بره‌های پرواری، علوم کشاورزی ایران. ۳۸: ۵۳۴-۵۲۹.

۶. شاکری پ، درکی ن، فضائلی ح، فروغ عامری ن، تیمورنژاد ن، مداحیان ع، قربانی غ ر، محیط ر، رحمانی ا، خدادادی ع و حسینی نوه ع (۱۳۹۱) بررسی میزان آفلاتوکسین و باقیمانده سموم در بقایای حاصل از پوست‌گیری پسته در استان کرمان، گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی کرمان.

7. Adesogan AT, Krueger N, Salawu MB, Dean DB and Staples CR (2004) The Influence of treatment with dual purpose bacterial inoculants or soluble carbohydrates on the fermentation and aerobic stability of Bermudagrass. Dairy Science. 87: 3407-3416.

8. AOAC (2002) Association of official analytical chemists. Official Methods of Analysis, 17th ed., Arlington, VA.

9. Arbabi S and Ghoorchi T (2008) The effect of different levels of molasses as silage on fermentation quality of foxtail millet (*Setaria italica*) silage. Asian Animal Science. 18: 819-827.

همچنین کمربودن تجزیه پذیری پروتئین خام پس از شکمبه‌ای سیلاژ در مقایسه با نوع آفتاب خشک آن را می‌توان به افزایش معنی‌دار پروتئین‌های نامحلول در حین سیلوشدن نسبت داد. در مطالعه‌ای میزان تجزیه‌پذیری شکمبه‌ای ماده خشک برای محصول فرعی پسته آفتاب خشک ۶۹۸/۰ گرم در کیلوگرم گزارش شده است که با نتایج آزمایش اخیر مطابقت دارد (۱). اما در آزمایش دیگری میزان ناپدیدشدن ماده خشک و پروتئین خام محصول فرعی پسته به صورت سیلاژ در مقایسه با آفتاب خشک در شکمبه، پس از شکمبه، و در کل دستگاه گوارش کمتر بود، علاوه بر این که مقادیر به مراتب کمتر از نتایج آزمایش حاضر بود (۳۰).

نتایج این مطالعه نشان داد که سیلاژ محصول فرعی پسته، علاوه بر ارزش غذایی مناسب، ظرفیت بافری، و پایداری هوازی خوبی دارد و تجزیه‌پذیری ماده خشک و پروتئین خام آن در دستگاه گوارش مطلوب است. بنابراین تهیه سیلاژ روشی مناسب و توصیه‌پذیر برای فرآوری و نگهداری آن است.

منابع

۱. بهلولی‌قاین ع، ناصریان، ع، ولی‌زاده ر و افتخار شاهرودی ف (۱۳۸۸) اثر مصرف فرآورده فرعی پسته بر قابلیت هضم ظاهری مواد مغذی، فعالیت نشخوار و عملکرد گاوهای هلشتاین در اوایل دوره شیردهی، علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. ۱۳: ۱۶۷-۱۷۹.

۲. دهقان م، طهماسبی ر، دیانی ا و خضری ا (۱۳۹۰) تعیین خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و قابلیت هضم برخی از فرآورده‌های فرعی کشاورزی، پژوهش‌های علوم دامی. ۳: ۴۲۱-۴۱۲.

تولیدات دامی

10. Bagheripour E, Rozbehan 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.
11. Broderick GA and Kang JH (1980) Automated simultaneous determination of ammonia and total amino acids in ruminal fluid and *in vitro* media. *Dairy Science*. 63: 64-75.
12. Doster MA and Michailides TJ (1994) Aspergillus moulds aflatoxin in Pistachio nuts in California. *Phytopathology*. 84: 6-10.
13. Dubois M, Gilles KA, Hamilton JK, Rebes PA and Smith F (1956) Colorimetric method for determination of sugars and related substances. *Analytical Chemistry*. 28: 350-356.
14. Frydrych Z (1992) Intestinal digestibility of rumen undegraded protein of various feeds as estimated by the mobile bag technique. *Animal Feed Science and Technology*. 37: 161-172.
15. Gargallo S, Calsamiglia S and Ferret A (2006). Technical note: A modified three-step *in vitro* procedure to determine intestinal digestion of protein. *Animal Science*. 84: 2163-2167.
16. Giger-Reverdin S (2000) Characterisation of feedstuffs for ruminants using some physical parameters. *Animal Feed Science and Technology*. 86: 53-59.
17. Hagerman AE and Butler LG (1989) Choosing appropriate methods and standards for assaying tannins. *J. Chem. Ecol.* 11: 1535-1544.
18. Licitra G, Hernandez TM and Van Soest PJ (1996) Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. *Animal Feed Science and Technology*. 57: 347-358.
19. Mahony NE and Rodriguez SB (1996) Aflatoxin variability in pistachios. *Applied and Environmental Microbiology*. 62: 1197-1202.
20. Makkar HPS (2003) Quantification of tannins in tree and shrub foliage: A laboratory manual. Food and Agriculture Organization of the United Nations/International Atomic Energy Agency. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, the Netherlands. 102P.
21. McDonald P, Henderson AR and Heren SJE (1991) The biochemistry of silage. 2nd ed. chalconePub. Abersyth. UK.
22. Min BR, Barry TN, Attwood GT and McNabb WC (2003) The effect of condensed tannins on the nutrition and health of ruminants fed fresh temperate forages: A review. *Animal Feed Science and Technology*. 106: 3-19.
23. Mokhtarpour A, Naserian AA, Tahmasbi AM and Valizadeh R (2012) Effect of feeding pistachio by-products silage supplemented with polyethylene glycol and urea on Holstein dairy cows performance in early lactation. *Livestock Science*. 148: 208-213.
24. NRC (2001) Nutrient Requirements of Dairy Cattle, 7th Ed., National Academy of Sciences, Press, Washington, DC.
25. Ørskov ER, Deb hovel FD and mould F (1980) The use of the nylon bag technique for the evaluation of feed stuffs. *Tropical Animal Production*. 5: 195-213.
26. Patra AK and Saxena J (2011) Exploitation of dietary tannins to improve rumen metabolism and ruminant nutrition. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 91: 24-37.
27. Playne MJ and McDonald P (1966) The buffering constituents of herbage of silage. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 17: 164-209.
28. Shakeri P, Riasi A, Alikhani M, Fazaeli H and

- Ghorbani GR (2013). Effects of feeding pistachio by-products silage on growth performance, serum metabolites and urine characteristics in Holstein male calves. *Animal Physiology and Animal Nutrition*. 97: 1022-1029.
29. Vahmani P, Naserian AA, Valizadeh R and Nasiri Moghadam H (2006) Nutritive value of Pistachio by-products and their effects on Holstein cows in mid lactation. *Agricultural Science and Technology*. 20: 201-210.
30. 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 Veterinary Advance*. 8: 2363-2368.
31. Van Soest PJ, Robertson JB and Lewis BA (1991) Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Dairy Science*. 74: 3583-3597.
32. Whitlow LW and Hagler WM (1996) Mycotoxin contamination of feedstuff an additional stress factor for dairy cattle. Available, <http://www.Cals.Ncsu.Edu/anSci/extension/dairy/mycoto>. Accessed 8 July 2013.