Archive of SID

JFM

مجله میکروب شناسی مواد غذائی

آلودگی میکروبی و غلظت سموم آفلاتوکسین در محصول فرعی پسته

پیروز شاکری[1*]، حسن فضائلی[2]

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

۲. بخش تغذیه دام، موسسه تحقیقات علوم دامی کشور.

***نویسنده مسئول:** *Pirouz_shakeri@yahoo.co.uk*

تاریخ دریافت :۱۳۹٤/۱۲/۱۲ تاریخ پذیرش : ۱۳۹۵/۱۱/۲۲

چکیده

هر سال پس از پوست‌گیری از پسته تازه، مقدار زیادی محصول فرعی پسته تولید می‌شود. این محصول ارزش غذایی مناسبی دارد و به‌عنوان خوراک دام مورد توجه قرار گرفته است. این مطالعه با هدف بررسی میزان آلودگی میکروبی و غلظت سموم آفلاتوکسین در محصول فرعی پسته تولیدی در شهرستان‌های کرمان، رفسنجان، زرند و سیرجان در استان کرمان انجام شد. نمونه‌ها به‌تفکیک از پایانه‌های سنتی و صنعتی، در سه مرحله شامل اوائل، اواسط و اواخر دوره برداشت پسته و سه فاصله مختلف از زمان برداشت تا پوست‌گیری (۲-۱ ساعت، ۶- ۵ ساعت و ۱۳≤ ساعت) تهیه گردید. نمونه‌ها در مقابل آفتاب خشک و سپس آسیاب شدند. تمام نمونه‌ها در شرایط استریل کشت گردید و جمعیت کپک‌ها، کپک‌های آسپرژیلوس، باکتری‌های *کلی‌فرم* و *اشریشیاکلی* شمارش گردید. همچنین غلظت سموم آفلاتوکسین از طریق عصاره‌گیری از نمونه‌ها و با دستگاه HPLC تعیین شد. نتایج نشان داد که میانگین جمعیت کل کپک‌ها، کپک‌های *آسپرژیلوس* و باکتری‌های *کلی‌فرم* و *اشریشیاکلی* به‌ترتیب ۲۱۰۰۰، ۳۸۹۲، ۳۰۹۴ و ۱/۱ CFU در هر گرم و کمتر از حد مجاز آن برای خوراک دام بود، هر چند جمعیت میکروبی بین نمونه‌های شهرستان‌های مختلف (P< ۰/۰۵)، و جمعیت کپک‌ها بین نمونه‌های پایانه‌های سنتی و صنعتی (P< ۰/۰۵) متفاوت بود. با وجود تفاوت (P< ۰/۰۱) در غلظت سموم آفلاتوکسین بین نمونه‌های شهرستان‌ها، میانگین غلظت کل سموم در نمونه‌های محصول فرعی پسته ۰/۹ میکروگرم در هر کیلوگرم و کمتر از حد مجاز آن برای خوراک‌های دام بود. به‌طور کلی نتایج نشان داد که محصول فرعی پسته تولیدی در استان کرمان از نظر آلودگی‌های میکروبی و غلظت سموم آفلاتوکسین در حد قابل قبولی از سلامت قرار دارد.

واژگان کلیدی: محصول فرعی پسته، کپک‌ها، آفلاتوکسین، *کلی‌فرم* و *اشریشیاکلی*.

مقدمه

وجود آب و هوای خشک و نیمه خشک در اکثر مناطق کشور، محدودیت و فقر مراتع، کمبود منابع آب قابل دسترس، بارش اندک همراه با الگوی نامناسب بارش‌ها و استفاده نادرست از منابع موجود، سبب کمبود مواد خوراکی قابل استفاده در تغذیه دام شده است. در حال حاضر حدود ۳۳/۵ میلیون تن از خوراک مورد نیاز دام‌ها در داخل تولید می‌شود و حدود ۶/۵ میلیون تن باید از خارج از کشور تهیه شود. در سال ۱۳۸۸ بیش از ۸۵۵۰ هزار تن از انواع محصولات فرعی با قابلیت استفاده در جیره نشخوارکنندگان تولید شده است (دیانی و همکاران، ۱۳۸۸). در حالی که اخیراً پیشنهاد شده است که استفاده از محصولات فرعی کشاورزی در تغذیه حیوانات یک راه‌کار موفق برای کاهش هزینه‌های خوراک، کاهش آلودگی‌های زیست محیطی و همچنین بازگشت سریع و کم‌هزینه این مواد به چرخه طبیعت است (Vasta et al., 2008). محصول فرعی پسته یکی از مهم‌ترین محصولات فرعی کشاورزی است که شامل پوست نرم رویی، دُم خوشه‌ها، برگ‌ها، سرشاخه‌ها و مقداری پسته‌های پوک و نیمه مغز می‌باشد و گزارش شده است که میانگین تولید آن ۱/۶

www.SID.ir

Archive of SID

برابر پسته خشک می‌باشد (شاکری و همکاران، ۱۳۹۴). در سال ۱۳۹۲ تولید پسته در کشور ۴۷۲۰۹۷ تن بوده است (FAO, ۲۰۱۵)، و با احتساب تولید محصول فرعی پسته به‌میزان ۱/۶ برابر پسته خشک، تولید آن ۷۵۵ هزار تن در سال برآورد می‌گردد. نتایج تحقیقات متعدد نشان داده است که محصول فرعی پسته از ارزش غذایی قابل توجهی برخوردار است و پتانسیل خوبی برای استفاده در جیره نشخوارکنندگان دارد (مهدوی و همکاران، ۱۳۸۷؛ مختارپور و همکاران، ۲۰۱۲ و شاکری، ۲۰۱۶). با توجه به کمبود و افزایش قیمت منابع خوراک دام در کشور، همچنین وفور، ارزان بودن و ترویج استفاده از محصول فرعی پسته به‌عنوان بخشی از جیره نشخوارکنندگان، سبب شده تا استفاده از آن در تغذیه دام‌ها رایج گردد. تقریباً آلودگی خوراک‌های دام با آفلاتوکسین اجتناب ناپذیر است (کامکار، ۲۰۰۸). مطالعات انجام شده نشان داده است که برخی از مزارع پسته در استان کرمان به قارچ‌های مولد آفلاتوکسین آلوده می‌باشند (اصغری، ۱۳۷۸و مرادی و معصومی، ۱۳۷۸). آفلاتوکسین‌ها ممکن است مستقیماً از طریق رشد کپک‌ها بر روی مواد گیاهی خوراکی تولید شوند و یا از طریق زنجیره غذایی به فرآورده‌های حیوانی نظیر شیر و یا گوشت منتقل شده و در آن‌ها تجمع یابند. در این شرایط سم به‌طور مستقیم از طریق مصرف غذای آلوده در بافت‌های مختلف حیوان و یا ترشحات آن‌ها ذخیره می‌گردد (Tabak and Cook, 1968). بنابراین تعیین این سموم در محصولات مورد استفاده در تغذیه دام‌ها می‌تواند سبب اطمینان خاطر بیشتر در مورد سلامتی محصولات مورد استفاده برای دام‌ها و سلامت محصولات دامی تولید شده باشد. همچنین آلودگی‌های سالمونلایی و اشریشیاکلی از مهمترین آلودگی‌های باکتریایی هستند که از طریق خوراک دام و طیور منتقل شده و سبب ایجاد مشکلات بهداشتی می‌شوند. سویه‌های مشخصی از اشریشیاکلی پاتوژن مهم روده هستند و باعث بروز انواع مختلفی از بیماری‌های گوارشی می‌گردد (Donnenberg, 2002). از این‌رو برای تعیین کیفیت بهداشتی مواد غذایی، بررسی آلودگی‌های باکتریایی به‌خصوص اشریشیاکلی به‌عنوان شاخص بهداشتی پیشنهاد شده است. از سوی دیگر برای جلوگیری از ورود آفلاتوکسین به زنجیره غذایی انسان، پایش مستمر میزان آفلاتوکسین در جیره دام‌ها و حذف عوامل موثر در تولید سموم در خوراک دام‌ها پیشنهاد شده است (مکتبی و همکاران، ۱۳۹۳). از آن‌جا که مصرف محصول فرعی پسته در تغذیه نشخوارکنندگان رو به افزایش است و با توجه به نگرانی‌هایی که در ارتباط با سلامت انسان با مصرف فرآوردهای آلوده به آفلاتوکسین وجود دارد، پژوهش حاضر در استان کرمان به‌عنوان بزرگترین تولید کننده پسته کشور، به‌منظور بررسی‌های میکروبیولوژیکی وتعیین غلظت سموم آفلاتوکسین در محصول فرعی پسته انجام شد.

مواد و روش کار

تهیه نمونه‌های محصول فرعی پسته

برای بررسی محصول فرعی پسته از شهرستان‌های کرمان، رفسنجان، زرند و سیرجان به‌عنوان مناطق اصلی تولید پسته در استان کرمان نمونه‌برداری انجام شد. در هر شهرستان دو پایانه سنتی و صنعتی پوست‌گیری و فرآوری پسته به‌صورت تصادفی انتخاب شد. سه مرحله زمانی برداشت پسته شامل ابتدا، اواسط و اواخر فصل برداشت به‌عنوان مراحل نمونه‌برداری در نظر گرفته شد. همچنین بر اساس فاصله زمان برداشت محصول تا زمان از پوست‌گیری آن در سه فاصله زمانی ۲-۱ ساعت، ۶-۵ ساعت و حدود ۱۳ ساعت و بیشتر نمونه‌برداری انجام شد.

www.SID.ir

Archive of SID

برای نمونه‌برداری از محصول فرعی پسته تولید شده در هر مرحله، مدت ۱۵ دقیقه در محل تخیله محصول و یا در مسیر نقاله انتقال محصول قرار گرفته و در فاصله زمانی هر یک دقیقه یک مشت از محصول برداشت گردید. به‌این ترتیب ۷۲ نمونه شامل: ۴ شهرستان × ۲ نوع پایانه صنعتی و سنتی پوست‌گیری و فرآوری پسته × ۳ مرحله برداشت × ۳ مرحله زمانی برداشت تا پوست‌گیری تهیه گردید. نمونه‌های تهیه شده از هر پایانه در محلی تمیز در برابر آفتاب به‌صورت لایه‌ای نازک پهن گردید و تا خشک شدن کامل (حدود ۴ روز) روزانه ۳-۲ بار به‌هم زده شدند. نمونه‌های تهیه‌شده با آسیاب آزمایشگاهی مجهز به توری با منافذ به قطر ۰/۳ میلی‌متر آسیاب شد.

تعیین سموم آفلاتوکسین در نمونه‌ها

برای تعیین غلظت سموم آفلاتوکسین شامل B_1، B_2، G_1 و G_2 در هر نمونه، با افزودن ۴۰۰ میلی‌لیتر متانول ۸۰ درصد، ۵۰ میلی‌لیتر هگزان و ۵ گرم NaCl به هر ۵۰ گرم از نمونه عصاره استخراج گردید. تمیزسازی عصاره با ستون‌های ایمنوافینیتی مخصوص جذب آفلاتوکسین (Co. 5µm, 120° A 25×4.6 mm VICAM) انجام شد. با ۶ غلظت متفاوت از استاندارد آفلاتوکسین (SIGMA Co.) منحنی استاندارد تعیین شد. در نهایت دو نمونه فاقد آلودگی را با دو غلظت معین و متفاوت از استاندارد آفلاتوکسین آلوده نموده و پس از سنجش میزان آلودگی، درصد بازیافت با HPLC (Dionex, P680PUM) تعیین گردید (AOAC, 2002).

آماده‌سازی نمونه‌ها

به ۱۰ گرم از هر نمونه ۹۰ میلی‌لیتر محلول رینگر استریل اضافه شد (رقت ۰/۱). مجدداً ۹ میلی‌لیتر محلول رقیق‌کننده به یک میلی‌لیتر از محلول اخیر اضافه گردید و رقت ۰/۰۱ به‌دست آمد. با هم‌زدن و یکنواخت کردن محتویات لوله با رقت ۰/۰۱، یک میلی‌لیتر از آن به ۹ میلی‌لیتر محلول رقیق کننده در لوله سوم افزوده و رقت ۰/۰۰۱ حاصل شد (مرتضوی و همکاران، ۱۳۷۲).

شمارش *کلی‌فرم*

مقدار ۱ میلی‌لیتر از محلول‌های با رقت ۰/۰۱ و ۰/۰۰۱ به دو پلیت اضافه گردید و سپس ۲۰ میلی‌لیتر محلول (Mae Conkey Agar) پس از ذوب و خنک شدن به آن‌ها اضافه گردید. پس از بسته شدن در پلیت‌ها به‌مدت ۴۸ ساعت در گرمخانه با ۳۷ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند. پس از آن کلنی‌های ارغوانی شمارش گردید و با استفاده از رابطه زیر تعداد واحد مولد کلنی (CFU) تعیین گردید (مرتضوی و همکاران،۱۳۷۲).

$$\text{CFU} = \frac{\text{تعداد کلنی‌ها}}{\text{رقت نمونه در لوله} \times \text{مقدار نمونه کشت شده}}$$

(تعداد میکروب در یک گرم یا یک میلی‌لیتر)

اشریشیاکی

مقدار ۱۰میلی‌لیتر از محلول هر نمونه (رقت ۰/۱) به لوله دورهام‌دار حاوی ۱۰ میلی‌لیتر محیط کشت[1] اضافه گردید و لوله‌ها به‌مدت ۴۸ ساعت در گرمخانه ۳۷ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد. در صورت وجود گاز در لوله دورهام، با افزودن ۰/۵ میلی‌لیتر معرف کواکس و تشکیل حلقه ارغوانی، ایکولای مثبت می‌باشد. برای

1. Lauryl solfate tryptose broth

www.SID.ir

Archive of SID

شناسایی اشریشیاکلی با افزودن معرف فنل‌رِد به لوله حاوی محیط کشت، رنگ معرف به زرد تغییر می‌یابد (مرتضوی و همکاران، ۱۳۷۲).

شمارش کپک‌ها

مقدار ۰/۵ میلی‌لیتر از محلول‌های با رقت ۰/۰۱ و ۰/۰۰۱ به محیط کشت Y.G.C[1] اضافه گردید و به مدت ۷۲ ساعت در گرمخانه با دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد. کلنی‌های مخملی شکل با رنگ‌های مختلف شمارش و در معکوس رقت و حجم استفاده شده ضرب گردید (مرتضوی و همکاران، ۱۳۷۲). برای تشخیص نوع کپک[2] نیز از محیط کشت Y.G.C استفاده شد. تعدادی از کلنی‌های مخملی شکل در چهار گوشه محیط کشت قرار گرفت و به‌مدت ۷۲ ساعت در گرمخانه با دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد نگهداری گردید. برای تشخیص نوع کپک، بخشی از کلنی رشد یافته با انتقال بر روی لام و با استفاده از لاکتوفنل و عدسی ۴۰ از طریق کلیدهای شناسایی تشخیص داده شد. (مرتضوی و همکاران، ۱۳۷۲).

تجزیه و تحلیل آماری

برای تجزیه آماری داده‌های مربوط به شمارش تعداد کلی فرم، کل کپک‌ها و کپک‌های آسپرژیلوس، از لگاریتم بر پایه ۱۰ مقادیر استفاده شد. از نرم‌افزار آماری SAS (نسخه ۹/۱) و رویه NESTED در قالب یک طرح آماری آشیانه‌ای (ترتیبی)[3] شامل ۴ شهرستان× ۲ نوع پایانه× ۳ مرحله برداشت× ۳ مرحله زمانی برداشت تا پوست‌گیری و بر اساس مدل زیر استفاده شد. میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن مقایسه شدند (SAS, ۲۰۰۳).

$$Y_{ijkl}=\mu + A_i + B_j + C_k + D_l + \varepsilon_{ijkl}$$

در این رابطه، Y_{ijkl} مقدار هر مشاهده، μ میانگین کل، A_i اثر شهرستان، B_j اثر نوع پایانه، C_k اثر مرحله برداشت، D_l اثر زمان برداشت تا پوست‌گیری و ε_{ijkl} خطای آزمایشی می‌باشد.

نتایج

جدول ۱ نتایج حاصل از بررسی جمعیت میکروبی و غلظت سموم آفلاتوکسین (۷۲ نمونه) در محصول فرعی پسته جمع‌آوری شده از استان کرمان در طول یک دوره برداشت پسته را نشان می‌دهد.

مناطق نمونه‌برداری

نتایج حاصل از بررسی جمعیت میکروبی و تعیین غلظت سموم آفلاتوکسین در نمونه‌های محصول فرعی پسته به‌تفکیک شهرستان‌های پسته‌خیز در استان کرمان در جدول ۲ نشان داده شده است. میزان آلودگی به باکتری *اشریشیاکلی* در نمونه‌های محصول فرعی پسته از شهرستان‌های مختلف تفاوت معنی‌داری نداشتند، در حالی که نمونه‌های شهرستان سیرجان کمترین آلودگی به کپک‌ها و کلی‌فرم را در مقایسه با نمونه‌های سایر شهرستان‌ها نشان دادند (**P**<۰/۰۱).

مقایسه غلظت سموم آفلاتوکسین در نمونه‌های شهرستان‌های مختلف نشان داد که نمونه‌های شهرستان سیرجان از نظر غلظت سموم $\mathbf{B_1}$، $\mathbf{G_1}$، $\mathbf{G_2}$ و کل آفلاتوکسین آلوده‌ترین نمونه‌ها در استان کرمان می‌باشند و نمونه‌های شهرستان‌های کرمان و زرند به‌ترتیب با غلظت ۰/۲۰۸۳ و ۰/۳۱۷۴ میکروگرم در کیلوگرم کمترین آلودگی به کل سموم آفلاتوکسین را داشتند (**P**<۰/۰۱).

1. Yeast Extract Chloramphenicol Agar
2. Slide culture
3. Hierarchical or Nested Design

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱- میانگین جمعیت میکروبی و غلظت سموم آفلاتوکسین در محصول فرعی پسته استان کرمان (تعداد= ۷۲ نمونه)

غلظت سموم آفلاتوکسین (میکروگرم در کیلوگرم)					جمعیت میکروبی (*CFU در هر گرم)			
B_1	B_2	G_1	G_2	کل	کل کپک‌ها	کپک آسپرژیلوس	*کلی‌فرم*	*اشریشیاکلی*
۰/۶۰۸۰	۰/۱۲۶۸	۰/۰۶۰۰	۰/۱۰۳۲	۰/۹۰۴۵	۲۱۰۰۰	۳۸۹۲	۳۰۹۴	۱/۱

* Colony Forming Unit

جدول ۲- جمعیت میکروبی و غلظت انواع سموم آفلاتوکسین در محصول فرعی پسته به‌تفکیک شهرستان‌های استان کرمان

فراسنجه‌ها	نمونه‌های مورد بررسی در شهرستان‌های				انحراف استاندارد میانگین‌ها	سطح معنی‌داری
	کرمان	رفسنجان	زرند	سیرجان		
جمعیت میکروبی (*CFU در هر گرم)						
کل کپک‌ها	۱۹۶۲۷ a	۲۸۸۸۹ a	۲۹۹۷۸ a	۳۵۵۶ b	۳۳۰۲/۲	۰/۰۰۰۱
کپک آسپرژیلوس	۲۰۸۰ ab	۵۵۴۷ a	۵۱۵۸ a	۱۰۷۱ b	۱۳۶۹/۴	۰/۰۳۹
کلی‌فرم	۶۱۰۵ a	۱۳۳۴ b	۳۸۵۲ ab	۸۰ c	۱۱۷۴/۷	۰/۰۰۰۳
اشریشیاکلی (ایکولای)	۱/۰۰	۱/۱۶	۱/۰۰	۱/۱۱	۰/۰۶	۰/۱۶۱
غلظت سموم آفلاتوکسین (میکروگرم در کیلوگرم)						
B_1	۰/۰۴۳۹ b	۱/۲۲۲۴ a	۰/۰۹۹۸ b	۱/۳۵۵ a	۰/۲۸۳	۰/۰۱۴
B_2	۰/۱۰۵۶	۰/۱۴۴۰	۰/۱۴۲۲	۰/۰۹۷۰	۰/۰۴۹	۰/۹۹۶
G_1	۰/۰۴۴۷ b	۰/۰۱۵۳ b	۰/۰۳۶۷ b	۰/۲۲۱۸ a	۰/۰۱۵	۰/۰۰۰۱
G_2	۰/۰۱۴۲ b	۰/۰۰۱۴ b	۰/۰۱۶۹ b	۰/۶۲۷۸ a	۰/۰۱۷	۰/۰۰۰۱
کل	۰/۲۰۸۳ c	۱/۳۸۳۱ b	۰/۳۱۷۴ c	۲/۲۸۲۰ a	۰/۲۹۷	۰/۰۱۴

* Colony Forming Unit

حروف متفاوت در هر سطر دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشند (P<۰/۰۵).

پایان فرآوری

نتایج حاصل از بررسی جمعیت میکروبی و غلظت سموم آفلاتوکسین در نمونه‌های محصول فرعی پسته به‌تفکیک نوع پایانه‌های سنتی و صنعتی فرآوری پسته در جدول ۳ نشان داده شده است. بررسی نتایج نشان می‌دهد که محصول فرعی پسته تولید شده در پایانه‌های فرآوری سنتی نسبت به محصول تولید شده در پایانه‌های صنعتی به کپک و اختصاصاً به کپک‌های آسپرژیلوس آلوده‌تر می‌باشند (P<۰/۰۵)، هر چند نوع پایانه بر جمعیت *کلی‌فرم‌ها* و *اشریشیاکلی* موجود در محصول فرعی پسته تاثیری نداشت. غلظت کل سموم آفلاتوکسین در محصول فرعی پسته تولیدی تحت تاثیر نوع پایانه فرآوری قرار نگرفت، هرچند غلظت سموم B_2 و G_1 در نمونه‌های تولیدی در پایانه‌های سنتی بیشتر (P<۰/۰۵) از نمونه‌های تولید شده در پایانه‌های صنعتی بود.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳ - تاثیر نوع پایانه فرآوری پسته بر جمعیت میکروبی و غلظت سموم آفلاتوکسین در محصول فرعی پسته

فراسنجه‌ها	نوع پایانه فرآوری پسته		انحراف استاندارد میانگین‌ها	سطح معنی‌داری
	سنتی	صنعتی		
جمعیت میکروبی (*CFU در هر گرم)				
کل کپک‌ها	۲۵۹۰۰ a	۱۷۷۳۳ b	۲۳۳۴/۹	۰/۰۴۷
کپک آسپرژیلوس	۴۸۴۶ a	۳۲۴۱ b	۹۶۸/۴	۰/۰۲۵
کلی‌فرم	۳۱۹۳	۳۰۲۸	۸۶۰/۶	۰/۸۸۵
اشریشیاکلی	۱/۰۰	۱/۱۱	۰/۰۴	۰/۱۲۲
غلظت سموم آفلاتوکسین (میکروگرم در کیلوگرم)				
B_1	۰/۶۵۸۱	۰/۵۷۴۵	۰/۲۰۴	۰/۶۲۲
B_2	۰/۱۸۵۱ a	۰/۰۸۸۰ b	۰/۳۰۶	۰/۰۳۸
G_1	۰/۰۴۲۲ a	۰/۰۷۱۹ b	۰/۰۱۱	۰/۰۵۰
G_2	۰/۰۱۰۷ b	۰/۱۶۴۹ a	۰/۰۱۳	۰/۰۳۷
کل	۰/۹۱۲۴	۰/۸۹۹۳	۰/۲۱۴	۰/۶۴۹

* Colony Forming Unit

حروف متفاوت در هر سطر دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشند ($P<0/05$).

زمان برداشت محصول

نتایج حاصل از بررسی جمعیت میکروبی و غلظت سموم آفلاتوکسین در نمونه‌های محصول فرعی پسته به‌تفکیک مراحل برداشت محصول (اوایل، اواسط و اواخر دوره برداشت) در جدول ۴ نشان داده شده است. نتایج نشان داد که با تاخیر در برداشت محصول پسته از اوائل به اواخر دوره برداشت، جمعیت کپک‌ها وکپک‌های آسپرژیلوس افزایش می‌یابد ($P<0/05$)، در حالی که زمان برداشت تاثیری بر میزان آلودگی محصول فرعی به باکتری *اشریشیاکلی* نداشت. علاوه بر این زمان برداشت پسته تاثیری بر غلظت سموم آفلاتوکسین B_1، B_2، G_1، G_2 و همچنین غلظت کل سموم موجود در محصول فرعی پسته نداشت.

جدول ۴ - تاثیر زمان برداشت پسته بر جمعیت میکروبی و غلظت سموم آفلاتوکسین در محصول فرعی پسته

فراسنجه‌ها	مراحل برداشت پسته (دوره برداشت)			انحراف استاندارد میانگین‌ها	سطح معنی‌داری
	اوایل	اواسط	اواخر		
جمعیت میکروبی (*CFU در هر گرم)					
کل کپک‌ها	۱۵۱۰۵ b	۲۴۰۷۶ a	۲۴۲۸۹ a	۳۷۶۰/۳	۰/۰۴۵
کپک آسپرژیلوس	۲۳۵۸ b	۳۲۴۰ b	۶۴۴۲ a	۱۱۹۹/۵	۰/۰۱۹
کلی‌فرم	۳۰۴۵ b	۴۰۳۵ a	۳۰۵۴ b	۷۸۳/۰	۰/۰۴۷
اشریشیاکلی (ایکولای)	۱/۰۰	۱/۰۵	۱/۱۶	۰/۰۵	۰/۱۷۱
غلظت سموم آفلاتوکسین (میکروگرم در کیلوگرم)					
B_1	۰/۷۸۷۳	۰/۶۴۳۰	۰/۷۰۷۹	۰/۳۶	۰/۷۳۰
B_2	۰/۱۶۵۶	۰/۰۹۵۹	۰/۱۱۷۸	۰/۰۴	۰/۴۵۱
G_1	۰/۰۴۷۷	۰/۰۷۵۵	۰/۰۵۶۳	۰/۰۱	۰/۹۸۸
G_2	۰/۱۱۱۳	۰/۰۹۶۴	۰/۰۱۰۲	۰/۰۲	۰/۳۷۲
کل	۱/۱۱۱۸	۰/۶۲۹۳	۰/۹۸۳۷	۰/۲۵	۰/۵۸۹

* Colony Forming Unit

حروف متفاوت در هر سطر دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشند ($P<0/05$).

www.SID.ir

Archive of SID

مدت زمان برداشت تا پوست‌گیری

نتایج حاصل از بررسی جمعیت میکروبی و غلظت سموم آفلاتوکسین در نمونه‌های محصول فرعی پسته به‌تفکیک مدت زمان برداشت تا پوست‌گیری پسته در جدول ۵ نشان داده شده است. اختلاف معنی‌داری در جمعیت میکروبی شامل کپک‌ها، کپک‌های آسپرژیلوس، باکتری‌های *کلی‌فرم* و *اشریشیاکلی* موجود در محصول فرعی پسته با تغییر در مدت زمان برداشت تا پوست‌گیری پسته (بین یک تا ۲۴ ساعت) مشاهده نگردید. همچنین به‌طور مشابه افزایش مدت زمان برداشت تا پوست‌گیری تاثیری بر غلظت هیچ‌یک از سموم آفلاتوکسین و غلظت کل آفلاتوکسین موجود در محصول فرعی پسته نداشت.

جدول ۵ - تاثیر مدت زمان برداشت پسته تا پوست‌گیری آن بر جمعیت میکروبی و غلظت سموم آفلاتوکسین در محصول فرعی پسته

فراسنجه‌ها	مدت زمان برداشت تا پوست‌گیری پسته			انحراف استاندارد	سطح
	۱-۲ ساعت	۵-۶ ساعت	≥۱۳ ساعت	میانگین‌ها	معنی‌داری
جمعیت میکروبی (*CFU در هر گرم)					
کل کپک‌ها	۱۷۶۶۰	۲۱۵۹۰	۲۳۷۵۰	۳۸۷۳/۱	۰/۲۸۲
کپک آسپرژیلوس	۳۲۸۲	۳۲۴۴	۳۱۵۰	۱۲۳۵/۴	۰/۴۴۹
کلی‌فرم	۲۵۴۶	۲۲۶۹	۲۴۴۹	۱۲۱۸/۵	۰/۰۷۷
اشریشیاکلی	۱/۰۵	۱/۰۵	۱/۱۰	۰/۰۵	۰/۷۵۲
غلظت سموم آفلاتوکسین (میکروگرم در کیلوگرم)					
B_1	۰/۴۲۷۹	۰/۸۴۶۴	۰/۵۴۹۶	۰/۲۳۸	۰/۷۴۶
B_2	۰/۱۰۲۴	۰/۰۸۸۹	۰/۱۸۹۱	۰/۰۴۲	۰/۱۲۸
G_1	۰/۰۴۹۵	۰/۰۶۳۹	۰/۰۶۶۷	۰/۰۱۳	۰/۴۸۹
G_2	۰/۱۰۹۴	۰/۰۹۵۲	۰/۱۰۵۰	۰/۰۱۵	۰/۹۳۵
کل	۰/۷۰۸۸	۱/۰۹۴۴	۰/۹۱۰۳	۰/۲۵۰	۰/۶۲۰

* Colony Forming Unit

بحث

آلودگی خوراک دام و شیر یک معضل مهم و خطرناک در بسیاری از کشورها و از جمله ایران است (مکتبی و همکاران، ۱۳۹۳؛ کامکار، ۲۰۰۸). اطلاعات زیاد و دقیقی از میزان و نحوه آلودگی‌های میکروبی و سموم ناشی از آن‌ها در خوراک‌های دام مورد استفاده در مناطق مختلف کشور وجود ندارد، با این وجود نتایج برخی از مطالعات نشان داده است که خوراک دام در برخی از دامداری‌ها (مکتبی و همکاران، ۱۳۹۳؛ رحیمی و همکاران، ۱۳۷۸) و شیر تولیدی در برخی از مناطق کشور (ارسالی و همکاران، ۱۳۸۸؛ پیرستانی و همکاران، ۱۳۸۸) به سموم آفلاتوکسین آلوده می‌باشند. سازمان غذا ودارو[1] در آمریکا (۲۰۰۰) میزان مجاز آفلاتوکسین در خوراک دام را ۲۰ میکروگرم در کیلوگرم و میزان آفلاتوکسین M_1 در شیرخام را ۰/۵ میکروگرم در کیلوگرم اعلام نموده است. در حالی که میانگین غلظت سموم آفلاتوکسین B_1، B_2، G_1، G_2 و کل در نمونه‌های محصول فرعی پسته مورد بررسی در آزمایش حاضر به‌ترتیب ۰/۹۰۴۵، ۰/۱۰۳۲، ۰/۰۶۰۰، ۰/۱۲۶۸ و ۰/۶۰۸۰ میکروگرم در کیلوگرم تعیین شد که به‌مراتب پایین‌تر از حد مجاز آن برای خوراک دام

1. Food and Drug Administration

www.SID.ir

Archive of SID

است (FDA, 2000). همچنین میانگین جمعیت میکروبی شامل شمارش کل کپک‌ها، کپک‌های آسپرژیلوس، *کلی‌فرم* و *اشریشیاکلی* در نمونه‌های محصول فرعی پسته مورد بررسی در این آزمایش به‌ترتیب ۲۱۰۰۰، ۳۸۹۲، ۳۰۹۴ و ۱/۱ CFU در گرم تعیین شد. در حالی‌که سازمان دامپزشکی کشور به‌عنوان مرجع کنترل کیفی خوراک‌های دام و فرآورده‌های آن‌ها، حد مجاز جمعیت میکروبی، قارچی و اشریشیاکلی را به‌ترتیب 10^6، 10^4 و کمتر از ۱۰ CFU در گرم برای انواع خوراک‌های دام با منشاء گیاهی اعلام نموده است (سازمان دامپزشکی، ۱۳۸۹). نگرانی‌های زیادی از آلودگی مغز پسته به سموم آفلاتوکسین وجود دارد. برخی از گزارشات نیز تایید می‌کند که برخی از مزارع پسته در استان کرمان به قارچ‌های مولد آفلاتوکسین آلوده بوده و پسته آن‌ها حاوی مقادیر غیر مجاز سموم آفلاتوکسین می‌باشد (دهقانی یخدانی، ۱۳۸۳)، اما محصول فرعی پسته از لحاظ آلودگی‌های میکروبی در حد مجاز (سازمان دامپزشکی، ۱۳۸۹) و از نظر غلظت سموم آفلاتوکسین به‌مراتب پایین‌تر از حد مجاز (FDA, 2000) آن برای خوراک دام بود. رشد و نمو قارچ‌های آسپرژیلوس در رطوبت ۱۳/۵ درصد شروع و تولید سم در رطوبت ۱۷/۵ درصد انجام می‌گیرد (مرتضوی و همکاران، ۱۳۷۲). وجود منبع اولیه آلودگی، حشرات ناقل و حساسیت گیاه به آلودگی‌های قارچی از دیگر عوامل موثر در توسعه و گسترش قارچ‌ها در مواد خوراکی می‌باشند (Urban et al., 1987). از آن‌جا که رطوبت محصول فرعی پسته درحدود ۷۰- ۶۵ درصد می‌باشد (شاکری و همکاران، ۱۳۹۴) و سایر عوامل توسعه و گسترش قارچ‌ها نیز در باغات پسته وجود دارد، هم‌زمان با مطرح شدن محصول فرعی پسته به‌عنوان خوراک دام، نگرانی جدی در رابطه با احتمال آلودگی آن به آفلاتوکسین ایجاد شد، هر چند تجزیه جداگانه پوست و مغز استخوانی پسته آلوده به سموم آفلاتوکسین نشان داده بود که میزان آلودگی پوست استخوانی نسبت به مغز پسته کمتر از یک درصد است (دهقانی یخدانی، ۱۳۸۳). گزارش شده است که گیاهان با مکانیسم‌های پیشرفته زیستی و مکانیسم‌های دفاعی در پاسخ به عوامل تنش‌زای محیطی و حمله عوامل بیماری‌زا مقابله می‌کنند (Mazid et al., 2011). وجود متابولیت‌های ثانویه گیاهی یکی از مکانیسم‌های دفاعی است که علاوه بر نقشی که در رنگ و بوی گیاهان دارند، وظایف فیزیولوژیکی و ضد باکتریایی در برابر دامنه گسترده‌ای از باکتری‌ها، مخمرها و کپک‌ها نشان داده‌اند (Calsamiglia et al., 2007). نشان داده شده است که حضور تانن قابل هیدرولیز به‌عنوان یک متابولیت ثانویه در پوسته پسته از رشد قارچ‌ها و تولید سم آفلاتوکسین در مغز پسته به‌طور موثری جلوگیریمی‌کند. (Mahony and Rodriguez, 1996)، به‌طوری که تا زمان ایجاد شکاف در پوست سبز رویی پسته، مغز آن به آفلانوکسین آلوده نمی‌شود و تقریباً تمام آسپرژیلوس‌ها در دانه‌هایی یافت می‌شود که پوست نرم رویی آن‌ها بر اثر زود خندانی، پرنده‌زدگی و خسارت حشرات آسیب دیده باشد (Sommer et al., 1986). جمع‌بندی نتایج ۲۴ آزمایش مختلف بر روی محصول فرعی پسته نشان داد که میانگین غلظت ترکیبات فنلی و تانن کل به‌ترتیب در انواع محصول فرعی پسته به‌صورت تازه ۱۰/۷۶ و ۶/۳۴، خشک ۱۰/۳۸ و ۶/۱۶ و سیلاژ ۱۰/۷۰ و ۶/۱۷ درصد می‌باشد (شاکری و همکاران، ۱۳۹۵). در تایید نتایج آزمایش اخیر گزارش شده است که محصول فرعی پسته آفتاب‌خشک مورد استفاده در جیره آزمایشی گاوهای شیری عاری از سموم آفلاتوکسین از نوع B و G بود (وهمنی، ۱۳۸۴). علاوه بر این پس از سیلو کردن محصول فرعی پسته تفاوتی در غلظت سموم آفلاتوکسین بین نوع خشک و سیلاژ آن مشاهده

www.SID.ir

Archive of SID

نگردید و غلظت کل سموم بسیار کمتر از حد مجاز آن برای خوراک دام و ۰/۴۲ میکروگرم در کیلوگرم گزارش گردید (شاکری و همکاران، ۱۳۹۴). بعضی از باغداران از محصول فرعی پسته پس از پوسیدگی به‌عنوان کود برای تقویت خاک استفاده می‌کنند. گزارش شده است که رشد و توسعه قارچ آسپرژیلوس در بقایای پسته باعث افزایش قابل توجه قارچ وآلوده شدن مغز پسته‌ها به سم آفلاتوکسین می‌شود (Doster and Michailides, 1994). جمعیت کل کپک‌ها و کپک‌های آسپرژیلوس در نمونه‌های محصول فرعی پسته نشان می‌دهد که جمعیت آن‌ها در آستانه حد مجاز برای مواد خوراک دام با منشاء گیاهی است. تراکم بالای کپک‌ها می‌تواند ناشی از تخلیه و جمع‌آوری محصول برداشت شده بر روی پارچه‌های بزرگی باشد که در زمان برداشت در سطح باغ پهن می‌گردد. عدم رعایت اصول بهداشتی به‌هنگام برداشت محصول با دست، وسایل حمل ونقل نامناسب و غیر بهداشتی و همچنین عدم رعایت اصول بهداشتی در پایانه‌های فرآوری پسته خصوصاً در محوطه پایانه‌ها و دستگاه‌های پوست‌گیری می‌تواند از عوامل مهم دیگر در افزایش جمعیت میکروبی در محصول باشد، خصوصاً این‌که میزان آلودگی در پایانه‌های سنتی به‌طور معنی‌داری ($P<۰/۰۵$) از پایانه‌های صنعتی بالاتر بود. برداشت پسته عمدتاً از اواخر شهریور تا اوایل آبان انجام می‌شود. تعویق در برداشت پسته منجر به شکاف پوسته نرم رویی پسته شده و از این‌رو پسته‌هایی که پس از ترک خوردن پوست برداشت می‌شوند به آفلاتوکسین بیشتری آلوده می‌باشند (دهقانی یخدانی، ۱۳۸۳). افزایش غلظت آفلاتوکسین احتمالاً ناشی از استقرار کپک‌ها بر روی مغز پسته پس از شکاف پوسته نرم رویی می‌باشد و نتایج آزمایش اخیر نیز نشان می‌دهد که با تاخیر در برداشت محصول، جمعیت کپک‌ها در محصول فرعی پسته افزایش یافته است، هر چند این افزایش جمعیت سبب افزایش معنی‌داری در غلظت سموم آفلاتوکسین نمونه‌ها نشده است. عدم افزایش غلظت سموم احتمالاً به‌دلیل ممانعت از تولید آفلاتوکسین توسط کپک‌های آسپرژیلوس در حضور تانن موجود در محصول فرعی پسته می‌باشد (Mahony and Rodriguez, 1996). از دیگر عوامل مهم در آلوده شدن پسته به سموم آفلاتوکسین، طولانی شدن زمان برداشت تا پوست‌گیری پسته ذکر شده است (اصغری، ۱۳۷۸ و دهقانی یخدانی، ۱۳۸۳). محصول برداشت شده در مزرعه، داخل وسیله نقلیه و یا محوطه پایانه فرآوری انباشته می‌شود و این شیوه سبب افزایش حرارت در عمق محصول می‌گردد و رشد باکتری‌ها و کپک‌ها تسریع می‌شود. با وجود تاثیر نامطلوب مدت زمان برداشت تا پوست‌گیری پسته بر آلودگی به میکروب‌ها و سموم آفلاتوکسین در دانه پسته، هیچ یک از فراسنجه‌های مورد بررسی تحت تاثیر مدت زمان برداشت تا پوست‌گیری قرار نگرفت و این امر نیز می‌تواند به خاصیت ضد میکروبی ترکیبات فنلی و تانن موجود در محصول فرعی پسته مربوط باشد (Mahony and Rodriguez, 1996). بر اساس نتایج به‌دست آمده از این مطالعه محصول حاصل از فرآیند پوست‌گیری پسته از نظر آلودگی‌های میکروبی، آلودگی به کپک‌های آسپرژیلوس و سموم آفلاتوکسین در وضعیت مناسبی قرار دارد و با توجه به ارزش غذایی محصول و نتایجی که در اثر استفاده از آن در جیره نشخوارکنندگان حاصل شده است، به‌کارگیری آن در تغذیه دام قابل توصیه می‌باشد.

www.SID.ir

Archive of SID

تشکر و قدردانی

این پروژه در موسسه تحقیقات علوم دامی کشور تصویب و تامین اعتبار گردید. مراحل اجرایی آن در مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان کرمان انجام شد و امور آزمایشگاهی آن در آزمایشگاه کنترل مواد غذایی، آرایشی و بهداشتی شهرستان رفسنجان انجام گردید. بهاین وسیله از کارشناسان محترم آزمایشگاه مذکور بهویژه آقای دکتر نادر درکی رئیس وقت آزمایشگاه تشکر و قدردانی می‌گردد.

منابع

۱. ارسالی، عبدالعظیم.، بهاالدینی بیگی، فائقه .، قاسمی، رضا (۱۳۸۸). انتقال آفلاتوکسین از خوراک دام به شیر دام و شیر پاستوریزه در شهر شیراز و حومه. مجله دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی یزد. دوره ۱۷، شماره ۳، صفحه ۱۸۳- ۱۷۵.

۲. اصغری، محمدرضا (۱۳۷۸). اندازه گیری آفلاتوکسین در پسته با تاکید بر روش‌های نمونه‌برداری. مجموعه مقالات اولین همایش آفلاتوکسین پسته. موسسه تحقیقات پسته کشور. کرمان.

۳. پیرستانی، اکبر.، طباطبایی، سیدنورالدین.، فاضلی، محمدهاشم.، آنتیک‌چی، محمد.، بابایی، مهدی (۱۳۸۸). بررسی تاثیر میزان آفلاتوکسین موجود در جیره و شیر بر مشکلات تولید مثلی در گاوهای هلشتاین. پاتوبیولوژی دامپزشکی. سال اول، شماره ۱، صفحه ۳۷-۲۹.

۴. دهقانی یخدانی، حسین. (۱۳۸۳). آفلاتوکسین و امنیت غذایی پسته. معاونت باغبانی وزارت جهاد کشاورزی.

۵. دیانی، امید.، شریفی حسینی، محمدمهدی و محبی، الهام (۱۳۸۸). استفاده از باقی‌مانده‌های زراعی فیبری در تغذیه نشخوارکنندگان، انتشارات خدمات فرهنگی کرمان.

۶. رحیمی، ابراهیم.، کارگر، عبدالرسول.، زمانی، فرشاد (۱۳۸۷). ارزیابی سطح آفلاتوکسین B_1 در خوراک دام در مزارع گاو شیری استان چهار محال و بختیاری. مجله پژوهش و سازندگی. شماره ۷۹، صفحه ۷۶- ۷۱.

۷. سازمان دامپزشکی کشور. (۱۳۸۹). دستورالعمل‌های اجرایی برای ارزیابی کیفی خوراک‌ها و فرآوردهای دامی در کشور. سازمان دامپزشکی کشور.

۸. شاکری، پیروز.، حسینی غفاری، مرتضی.، فضائلی، حسن (۱۳۹۵). محصول فرعی پسته بهعنوان یک منبع خوراک علوفه‌ای در تغذیه نشخوارکنندگان- یک مقاله مروری. (بخش اول: ذخیره‌سازی، ترکیبات شیمیایی، مصرف خوراک، عملکرد و قابلیت هضم). مجله علوم دامی (پژوهش و سازندگی). پذیرش شده در خرداد ۱۳۹۴ و در نوبت انتشار.

۹. شاکری، پیروز.، رضایی، مرتضی.، میرهادی، سید احمد (۱۳۹۴). تاثیر سیلوکردن بر ارزش غذایی و برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی محصول فرعی پسته. مجله تولیدات دامی.دوره ۱۷، شماره ۱. صفحه ۷۰-۵۹.

۱۰. مرادی، محمد.، معصومی، حیدر (۱۳۷۸). بررسی آلودگی میوه پسته به آفلاتوکسین B_1 در مرحله قبل از برداشت و در حین فرآوری پسته با استفاده از ELISA. مجموعه مقالات اولین همایش آفلاتوکسین پسته. موسسه تحقیقات پسته کشور.

۱۱. مرتضوی، سیدعلی.، حداد خداپرست محمدحسین.، فرهوش، رضا.، ناصحی، بهزاد.، رضائی مکرم، رضا (۱۳۷۲). میکروبیولوژی غذائی مدرن. جلد اول. نشر مشهد.

۱۲. مکتبی، سیاوش.، حاجی حاجیکلانی، محمدرحیم.، قربانپور، مسعود.، ورنامخواستی، محمدکاظم (۱۳۹۳). مطالعه آفلاتوکسین B_1 در خوراک دام دامداری‌های گاو شیری سنتی اهواز. نشریه میکروبیولوژی دامپزشکی. دوره دهم، شماره اول، صفحه ۵۵-۴۵.

۱۳. مهدوی، علی.، زاغری، مجتبی.، زاهدی‌فر، مجتبی.، نیکخواه، علی.، آقاشاهی، علی‌رضا (۱۳۸۷). تعیین ارزش غذایی و بررسی امکان استفاده از سطوح مختلف پوسته پسته خشک شده بر عملکرد پروار بره‌های نر افشاری ایران، مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی، جلد ۱۵، شماره ۵، صفحه ۲۶۳- ۲۵۲.

۱۴. وهمنی، پیام (۱۳۸۴). بررسی خصوصیات شیمیایی، تجزیه پذیری محصولات فرعی پسته و استفاده از آن

www.SID.ir

Archive of SID

در تغذیه گاوهای هلشتاین در اواسط شیردهی. پایان نامه کارشناسی ارشد علوم دامی. دانشگاه فردوسی مشهد.

15. AOAC. 2002. *Association of official analytical chemists*. Official Methods of Analysis, 17th ed., Arlington, VA.
16. Calsamiglia, S., Busquet, M., Cardozo, P.W., Castillejos, L., and Ferret, A. 2007. Essential oils as modifiers of rumen microbial fermentation. J Dairy Sci. 90: 2580-2595.
17. Donnenberg, M.S. 2002. *Escherichia coli:* Virulence mechanisms of a versatile pathogen. Amsterdam: Academic Press.
18. Doster, M.A., and Michailides, T.J. 1994. Aspergillus moulds aflatoxin in Pistachio nuts in California. J Phytopathol. 84: 6.
19. FDA, Food and Drug Administration. 2000. Guidance for Industry: Action Levels for Poisonous or Deleterious Substances in Human Food and Animal Feed. WWW.fda.gov.
20. FAO, Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2012. Agricultural production stats, Available from: http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageI D=567#ancor.
21. Kamkar, A. 2008. The study of aflatoxin M_1 in UHT milk samples by ELISA. J. Vet. Res. 63: 7-12.
22. Mahony, N.E., and Rodriguez, S.B. 1996. Aflatoxin variability in Pistachios. J Appl Environ Microbiol. 62: 1197-1202.
23. Mazid, M., Khan, T.A., and Mohammad, F. 2011. Role of secondary metabolites in defense mechanisms of plants. Biol Med. 3: 232-249.
24. Mokhtarpour, A., Naserian, A.A., Tahmasbi, A.M., 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. J Lives Sci. 148: 208-213.
25. SAS. 2003. *SAS User's Guide Statistics*. Version 9.1 Edition. SAS Inst., Inc., Cary NC.
26. Shakeri, P. 2016. Pistachio by-product as an alternative forage source for male lambs: Effects on performance, blood metabolites, and urine characteristics. J Anim Feed Sci Technol. 211: 92-99.
27. Sommer, N.F., Buchanan, J.R., and Fortlage, R.J. 1986. Relation of early splitting and tattering of Pistachio nuts to aflatoxin in the orchard. J Phytopathol. 76(7): 692-694.
28. Tabak., H.H., and Et Cook, W.B. 1968. Growth and metabolism of fungi in an atmosphere of nitrogen. J Mycologia. 60: 115-140.
29. Urban, L., Diener Richard Cole, J., Sanders, T.H., Gary Payne, A., Louise Lee, S., and Maren Klich, A. 1987. Epidemiology of aflatoxin formation by *Aspergillus flavous*. A Review. J Phytopathol. 25: 249-270.
30. Vasta, V., Nudda, A., Cannas, A., Lanza, M., and Priolo, A. 2008. Alternative feed resources and their effects on the quality of meat and milk from small ruminants. J Anim Feed Sci Technol. 147, 223-246.

www.SID.ir

Archive of SID

Microbial contamination and concentration of aflatoxin in pistachio by-product

Shakeri P[1*], Fazaeli H [2]

1. Animal Sciences Research Section, Kerman Agricultural Research and Education Center, Kerman, Iran.

2. Animal Nutrition Research Section, Animal Science Research Institute, Karaj, Iran.

***Corresponding author**: *pirouz_shakeri@yahoo.co.uk*

Received: 3 Mar 2015 Accepted : 9 Feb 2017

Abstract

Each year, large amount of pistachio by-product (PBP) was produced after the processing of fresh pistachio. PBP has suitable nutritional value and is used as a feed stuff in animal nutrition. The objective of this study was to determine the microbial contamination and concentration of aflatoxin in PBP in four areas in Kerman province (Kerman, Rafsanjan, Zarand, and Sirjan). The samples of PBP were collected from two types of processing system (traditional and industrial systems), three stage of pistachio harvesting (early, mid and late in the harvesting period), and three different intervals time of picking up the skin (1-2 hours, 5-6 hours and ≥13 hours). All samples were dried under the sun and then were milled. All of the samples were cultured in a sterile culture and total mould, *Aspergillus* moulds and *Coliform,* and *E.coli* bacteria were counted. The concentration of total aflatoxin was measured by HPLC via extraction. Results showed that the means of microbial population of total moulds, *Aspergillus* moulds and *Coliforms*, and *E.coli* bacteria count were 21000, 3892, 3094 and 1.1 CFU/g, respectively, that were below a critical level to interfere in animal nutrition. Although microbial population were different in sampling area ($P<0.05$) and moulds population were different between the traditional and industrial processing terminals ($P<0.05$). Although there was a difference in sampling area ($P<0.01$), but the concentration of aflatoxin was 0.9 ppb in PBP samples which was below the critical level for livestock feed staffs. It was concluded that the producing PBP in Kerman province was not too much contaminated with microbes and the concentration of aflatoxin was less than the limit standard levels in feeds.

Keyword: Pistachio by- product, Aflatoxin, molds, *Coliform, E. coli*.

www.SID.ir