Archive of SID

Journal of Horticultural Science
Vol. 25, No. 1, Spring 2011, P. 73-81
ISSN: 2008 - 4730

نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۵، شماره ۱، بهار ۱۳۹۰، ص. ۸۱-۷۳
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

بررسی میزان تاثیر پوسته مغز پسته (Testa) در کاهش رشد قارچ *Aspergillus flavus* آفلاتوکسین زا و تولید آفلاتوکسین B_1 در مغز ارقام مختلف پسته

مهدی محمدی مقدم[1*] – حسین افشاری[2] – ابراهیم محمدی گل تپه[3] – حسین حکم آبادی[4] – سینا راد[5]

تاریخ دریافت:۸۸/۱۱/۶
تاریخ پذیرش:۸۹/۱۲/۳

چکیده

به منظور ارزیابی تاثیر پوسته مغز پسته(Testa) درکاهش میزان رشد قارچ *A. flavus* آفلاتوکسین زا و تولید آفلاتوکسین B_1 ، ده رقم پسته در زمان برداشت پسته از مناطق مختلف کشور جمع آوری گردید. قسمتی از پوسته مغز پسته بهمراه یک میلیمتر از لپه ها یا مغز پسته تراشیده شد. مقدار ۲۰ گرم مغز پسته سالم و ۲۰ گرم مغز پسته زخمی ، پس از ضدعفونی سطحی درون تشتکهای جداگانه قرار داده شد (طرح کاملا تصادفی در سه تکرار).یک میلی لیتر از سوسپانسیون اسپور قارچ *Aspergillus flavus* آفلاتوکسین زا (به غلظت ۲×۱۰^{۶} اسپور در میلی لیتر) به هر یک از تشتکها اضافه و تشتکها درون ظروف پلاستیکی حاوی آب مقطر سترون (برای تامین رطوبت در حد اشباع) در انکوباتور در دمای ۲۶ درجه سانتی گراد نگهداری گردید. ۲/۵ ،۵ و ۸ روز بعد از مایه زنی، میزان درصد رشد و کلونیزاسیون قارچ در روی مغز پسته سالم و زخمی ارقام مختلف اندازه گیری شد. آفلاتوکسین تولید شده در پسته های آلوده نیز به روش BF استخراج و با استفاده از روش کروماتوگرافی لایه نازک (TLC) و دانسیتومتر، میزان کمی آفلاتوکسین B_1 نمونه ها محاسبه گردید. در پایان اختلاف میانگین درصد کلونیزاسیون قارچ *A. flavus* بر روی پسته های سالم و زخمی ارقام مختلف توسط آزمون t-student مورد مقایسه قرار گرفت. نتایج بررسیهای آماری نشان دهنده معنی دار بودن اختلاف میانگین درصد کلونیزاسیون و اسپورزایی قارچ بر روی مغز پسته های سالم در مقایسه با پسته های زخمی ارقام مختلف، در سطح ۱درصد می باشد. بررسیها نشان دادن که اختلاف میزان تولید آفلاتوکسینB_1 در پسته های سالم و زخمی نیز در سطح ۵درصد معنی دار است. به عبارت دیگر در پسته های سالم ، پوسته می تواند به عنوان سدفیزیکوشیمیای مقاوم در برابر نفوذ قارچ به داخل مغز پسته عمل کرده و باعث کاهش رشد و اسپورزایی قارچ و تولید آفلاتوکسینB_1 در مقایسه با پسته های زخمی گردد.

واژه های کلیدی: پسته، رقم، آسپرژیلوس فلاووس، آفلاتوکسین، پوسته مغز

مقدمه

کشور ما با داشتن حدود ۴۴۰ هزار هکتار سطح زیر کشت باغهای پسته در حال حاضر حدود ۵۷ درصد تولید جهانی و متجاوز از ۶۰ درصد صادرات جهانی این محصول مهم و اقتصادی را بخود اختصاص می‌دهد. و به عنوان بزرگترین و مهمترین کشور تولید کننده و صادر کننده پسته در جهان، در بین کشورهای تولید کننده پسته به‌شمار می‌رود (۵).

ارزش اقتصادی حاصل از صادرات پسته به ۶۶ کشور جهان، در حدود یک میلیارد دلار در سال می‌باشد که دومین منبع درآمد ارزی بعد از نفت محسوب می‌شود (۲)، که این خود گواهی بر اهمیت فوق‌العاده این محصول است که نیاز مبرم به بهینه‌سازی بیشتر محصول در سطح تجارت جهانی دارد.

بدون شک معضل اصلی و مهم کشور در عرصه صادرات پسته، مسأله آلودگی پسته به قارچ *A. flavus* و آفلاتوکسین می‌باشد. آلودگی پسته به آفلاتوکسین می‌تواند این منبع درآمد ارزی را تهدید نموده و ما را از رقابت در بازار جهانی باز دارد. به‌طوری‌که در ۳۷ سال گذشته، در چند مورد پسته صادراتی ایران به علت وجود آفلاتوکسین بالاتر از حد ماکزیمم از مقاصد کشورهای اروپایی برگشت داده شد (۱۰ و ۱۲) و به قیمت بسیار پائینی در کشورهای آسیایی که

۱ و ۵- مربیان ایستگاه تحقیقات پسته دامغان
(*- نویسنده مسئول: Email: mm.moghadam52@yahoo.com)
۲- استادیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد دامغان
۳- دانشیار دانشگاه تربیت مدرس
۴- استادیار مؤسسه تحقیقات پسته کشور، رفسنجان

www.SID.ir

Archive of SID

استانداردی وجود ندارد، به‌فروش رفته است (۱۲).

آفلاتوکسین‌ها گروه بزرگی از مایکوتوکسین‌ها هستند که جزء متابولیت‌های ثانویه قارچی بوده و به‌وسیله گونه‌هایی از جنس آسپرژیلوس شامل *A. parasiticus* , *A. nomius* و *A. flavus* تولید می‌شوند آفلاتوکسین‌ها به دلیل سابقه نسبتاً طولانی، استفاده در تحقیقات تجربی و فراوانی قابل ملاحظه آنها در طبیعت به عنوان سردسته و مشهورترین مایکوتوکسین‌های شناخته شده، معرفی می‌گردند. تاکنون ۱۸ آفلاتوکسین شناسایی و گزارش شده‌اند که از میان آنها آفلاتوکسین‌های B_1، B_2، G_1، G_2 دارای اهمیت بیشتری هستند (۳). از میان این چهار گروه عمده نیز، آفلاتوکسین B_1 دارای بیشترین سمیت در انسان و حیوانات می‌باشد. امروزه آلودگی محصولات کشاورزی به آفلاتوکسین‌ها یکی از مهمترین مشکلات بهداشت جامعه جهانی بوده و کشورهای مختلف با توجه به خطرات جدی مایکوتوکسین‌ها، مقررات و قوانین ویژه‌ای برای تولید، مصرف و واردات مواد غذایی تنظیم نموده‌اند و اکثر کشورها حساسیت ویژه‌ای نسبت به آلودگی مواد غذایی به قارچ‌های جنس *Aspergillus* و آفلاتوکسین حاصل از آن دارند (۱).

از زمان کشف آفلاتوکسین، در دهه ۱۹۶۰ ، قارچ *A. flavus* به‌عنوان متداول‌ترین قارچ آلوده‌کننده مواد غذایی در منابع علمی همواره ذکر گردیده‌است، که نشانگر اهمیت اقتصادی این قارچ می‌باشد. این قارچ انتشار جهانی داشته و به‌عنوان میکوفلور دائمی هوا و خاک مطرح بوده و در ارتباط با حیوانات و گیاهان زنده و مرده یافت می‌شود. این قارچ تمایل ویژه‌ای برای آلودگی دانه‌های آجیلی و روغنی و غلات از خود نشان می‌دهد. بادام زمینی، ذرت، گندم، برنج، پسته، و بادام از عمده‌ترین محصولاتی هستند که به‌وسیله این قارچ مورد تهاجم واقع می‌شوند.

بنابراین با توجه به اهمیت موضوع، جنبه‌های مختلف موضوع آلودگی پسته به قارچ *A. flavus* و آفلاتوکسین باید به طور جدی مورد مطالعه و بررسی قرار گیرد. با توجه به اینکه پوسته مغز پسته (Testa) در مراحل مختلف فراوری پسته (بخصوص در دستگاه جدا کننده پسته خندان از دهان بست) آسیب می بیند بنابراین میزان تاثیر آسیب دیدگی پوسته مغز پسته در جلوگیری از رشد قارچ های مولد آفلاتوکسین امری ضروری می نماید. بدین منظور در این مطالعه، تاثیر پوسته مغز پسته (Testa) در کاهش میزان رشد قارچ *A. flavus* و تولید آفلاتوکسین B_1 در ارقام مختلف کشور مورد ارزیابی قرار گرفت.

مواد و روش ها

جمع آوری ارقام مختلف پسته

به منظور ارزیابی تاثیر پوسته مغز پسته (Testa) در کاهش میزان رشد قارچ *A. flavus* و تولید آفلاتوکسین B_1، ده رقم از ارقام مهم پسته، از مناطق پسته خیز کشور انتخاب و جمع آوری گردید. بدین منظور از منطقه رفسنجان ارقام اکبری، کله قوچی، اوحدی و احمدآقایی، از منطقه دامغان ارقام شاه پسند، عباسعلی، خنجری و FAS-13-73 و از منطقه قزوین نیز ارقام کال خندان و کله بزی جمع آوری گردید. برای جلوگیری از زخمی شدن و آسیب دیدن پوسته رویی مغز پسته (Testa) و همچنین به حداقل رساندن امکان آلودگی پسته‌ها به قارچ *A. flavus* و آفلاتوکسین، نمونه‌برداری در سال ۱۳۸۶ در زمان برداشت پسته (با توجه به زمان رسیدگی هر رقم) از روی درخت انجام شد. بعد از برداشت پسته، پسته‌های آفت زده و آنهایی که احتمال آلودگی وجود داشت حذف گردید. سپس پوشینه پسته به‌صورت دستی از پوست شاخی آن جدا گردید تا هیچ آسیبی به پوسته مغز پسته وارد نگردد. پس از آن پسته‌ها در آفتاب خشک گردید و برای انجام آزمایشات لازم در شرایط آزمایشگاهی (In vitro) مورد استفاده قرار گرفت. برای انجام این تحقیق از یک جدایه آفلاتوکسین‌زای *A. flavus* جدا شده از پسته‌های آلوده، استفاده گردید. این جدایه قادر بود هر دو نوع آفلاتوکسین B_1 و B_2 را به‌مقدار زیاد تولید کند.

بررسی میزان تاثیر پوسته مغز پسته (Testa) در کاهش میزان رشد قارچ *A. flavus* آفلاتوکسین زا و تولید آفلاتوکسین B_1در مغز ارقام مختلف پسته

با توجه به اینکه پوسته مغز پسته می تواند به عنوان سدی مقاوم در برابر نفوذ قارچ به داخل مغز پسته عمل کرده و بالطبع باعث کاهش میزان آفلاتوکسین ناشی از رشد و فعالیت قارچ گردد، به منظور بررسی تاثیر این پوسته در کاهش رشد قارچ، قسمتی از پوسته مغز پسته به همراه یک میلیمتر از لپه ها یا مغز پسته تراشیده شد تا راه نفوذ قارچ به داخل مغز پسته های زخمی شده تسهیل گردد. مقدار ۲۰ گرم مغز پسته سالم و ۲۰ گرم مغز پسته زخمی از هر رقم، (در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار) با استفاده از هیپوکلریت سدیم ۰/۵ درصد ضدعفونی سطحی شده و جهت جذب رطوبت اولیه حدود ۱۰ دقیقه داخل آب مقطر استریل خیسانده شد، سپس مغز پسته ارقام مختلف به‌طور جداگانه داخل تشتک پتری استریل قرار گرفته و یک میلی‌لیتر از سوسپانسیون قارچ (به غلظت ۲×۱۰^{۶} اسپور در میلی‌لیتر) به پسته‌های داخل تشتک‌های پتری مایه زنی گردید. پتری‌ها درون ظروف پلاستیکی که در کف آن برای تامین رطوبت در حد اشباع، آب مقطر استریل ریخته شده بود، قرار داده شد و در دمای ۲۶ درجه سانتیگراد نگهداری گردید. ۲/۵، ۵ و ۸ روز بعد از مایه زنی، میانگین درصد رشد و کلونیزاسیون قارچ بر روی مغز پسته سالم و زخمی ارقام مختلف (بر اساس سطح کلونیزه شده مغز پسته) محاسبه گردید. بعد از

www.SID.ir

Archive of SID

محاسبه درصد کلونیزاسیون قارچ *A. flavus* روی مغز پسته ارقام مختلف، اختلاف میانگین درصد کلونیزاسیون قارچ *A. flavus* بر روی پسته های سالم و زخمی ارقام مختلف توسط نرم افزار آماری SPSS و آزمون t-student مورد مقایسه قرار گرفت. همچنین به منظور محاسبه میزان اسپورزایی قارچ در روز هشتم ، پسته های کلونیزه شده هر پتری با ۱۰۰ میلی لیتر آب مقطر استریل مخلوط و داخل ارلن ریخته شد و به مدت ۲۴ ساعت روی شیکر قرار داده شد تا اسپورها به طور کامل از سطح پسته ها شسته شوند، سپس اسپور موجود در ۱۰۰ میلی لیتر آب مقطر توسط لام توما شمارش گردید و میزان اسپور تولید شده در اثر رشد قارچ در ۲۰ گرم مغز پسته هر پتری محاسبه گردید.

استخراج و اندازه‌گیری میزان آفلاتوکسین B_1 تولید شده در پسته‌های آلوده

هشت روز بعد از مایه‌زنی و بعد از محاسبه درصد کلونیزاسیون قارچ روی مغز پسته‌های آلوده، پسته‌ها در داخل آون خشک گردید تا از رشد بیشتر قارچ و تولید آفلاتوکسین بیشتر ممانعت به عمل آید. سپس آفلاتوکسین موجود در نمونه‌های پسته به روش BF استخراج و میزان کمی آفلاتوکسینB_1 تولید شده، توسط روش کروماتوگرافی لایه نازک (TLC) و دستگاه دانسیتومتر محاسبه گردید. مقایسه میانگین تولید آفلاتوکسین B_1 در مغز ارقام مختلف توسط نرم افزار آماری SPSS و آزمون چند دامنه‌ای دانکن صورت گرفت.

نتایج

همانطوریکه در قسمت مواد و روشها توضیح داده شد، ۲/۵ ،۵ و ۸ روز بعد از مایه زنی، میانگین درصد رشد و کلونیزاسیون قارچ روی مغز پسته سالم و زخمی ارقام مختلف (بر اساس سطح کلونیزه شده مغز پسته) محاسبه گردید. نتایج این تحقیق نشان دهنده آنست که در ۲/۵ روز بعد از مایه زنی، روی هیچکدام از ارقام پسته با پوسته سالم رشد قابل ملاحظه ای از قارچ مشاهده نشد ولی در پسته های با پوسته زخمی، در این مدت قارچ شروع به کلونیزه نمودن سطح پسته های زخمی کرده است (شکل ۱). نتایج بررسیهای آماری نشان دهنده تفاوت معنی داری در میزان کلونیزاسیون قارچ روی مغز پسته ارقام مختلف (در سطح ۵ درصد) می‌باشد (جدول ۱). در شکلهای ۲ و ۳ میزان رشد قارچ در پسته های سالم و زخمی ارقام مختلف ۲/۵ روز بعد از مایه زنی نشان داده شده است. میزان کلونیزاسیون قارچ در پسته های با پوسته سالم و زخمی در روزهای پنجم و هشتم نیز ثبت و با یکدیگر مقایسه گردید. همانطوریکه در جدول ۲ مشاهده می شود میزان کلونیزاسیون قارچ روی مغز پسته زخمی، ۵ روز بعد از مایه زنی به مراتب بیشتر از رشد آن در روی پسته های سالم است. ۸ روز بعد از مایه زنی، تمامی ارقام پسته با پوسته زخمی سطحشان به طور کامل توسط قارچ کلونیزه شده بود در حالیکه در پسته های سالم هیچکدام سطحشان به طور کامل کلونیزه نشده بود (شکل ۴ و۵).

نتایج مطالعه میزان اسپورزایی قارچ روی مغز پسته سالم و زخمی ارقام مختلف (هشت روز بعد از مایه زنی)

پس از رشد قارچ میزان اسپور تولید شده روی مغز پسته سالم و زخمی ارقام مختلف، مطابق روش ذکر شده در بخش مواد و روش ها محاسبه و با یکدیگر مقایسه گردید که نتایج آن در جدول ۳ نشان داده شده است. همانطوریکه مشاهده می‌شود، با تراشیدن پوسته مغز پسته و تسهیل در نفوذ قارچ به داخل مغز پسته، همزمان با افزایش میزان رشد قارچ (کلونیزاسیون)، میزان اسپور تولید شده در روی پسته های زخمی در مقایسه با پسته های سالم، افزایش یافته است.

جدول ۱ - مقایسه میانگین درصد کلونیزاسیون *A. flavus* روی مغز پسته زخمی ارقام مختلف (۲/۵ روز بعد از مایه زنی)

رقم پسته	میانگین درصد کلونیزاسیون قارچ در مغز پسته	گروه بندی آماری(۵٪ = α)
احمد آقایی	۴۱/۳۸	A
شاه پسند	۲۹/۸۰	B
اوحدی	۲۶/۵۹	C
فخری	۲۳/۵۸	D
عباسعلی	۲۲/۵۹	D
FAS-13-73	۱۹/۸۳	E
کله قوچی	۱۹/۳۳	E
کله بزی	۱۸/۵۰	EF
اکبری	۱۷/۵۶	FG
کال خندان	۱۶/۳۹	G

حروف مشابه بعد از میانگین ها در هر ستون نمایانگر عدم وجود اختلاف معنی دار در سطح ۵٪ بین آنها ست (روش آزمون چند دامنه ای دانکن)

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲- مقایسه میانگین درصد کلونیزاسیون قارچ *A. flavus* در روی پسته‌های سالم و زخمی ارقام مختلف (۵ روز بعد از مایه زنی)

رقم پسته	میانگین درصد کلونیزاسیون در پسته‌های سالم		میانگین درصد کلونیزاسیون در پسته‌های زخمی	
۱- احمدآقایی	۵۵/۲۱	A	۸۴/۷۳	B
۲- اوحدی	۴۱/۸۳	B	۷۵/۸۶	D
۳- کال خندان	۳۱/۴۴	BC	۵۷/۲۶	F
۴- فخری	۲۶/۴۵	CD	۷۸/۳۹	C
۵- FAS-13-73	۲۶/۳۱	CD	۵۶/۶۰	F
۶- کله بزی	۲۴/۴۹	CD	۵۳/۵۶	G
۷- شاه پسند	۲۴/۱۳	CD	۸۷/۴۵	A
۸- کله قوچی	۲۰/۳۸	D	۵۲/۶۹	G
۹- عباسعلی	۱۹/۷۲	D	۶۹/۷۵	E
۱۰- اکبری	۱۸/۹	D	۴۹/۱۵	H
	۲۸/۸۸ b		۶۶/۵۴ A	

شکل ۱ - مقایسه میزان رشد قارچ *A. flavus* روی مغز پسته سالم (سمت راست) و زخمی (سمت چپ) رقم اکبری (۲/۵ روز بعد از مایه زنی)

شکل ۲ - مقایسه میزان رشد قارچ *A. flavus* روی مغز پسته سالم (سمت راست) و زخمی (سمت چپ) رقم شاه پسند (۲/۵ روز بعد از مایه زنی)

www.SID.ir

Archive of SID

شکل ۳ - مقایسه میزان رشد قارچ *A. flavus* روی مغز پسته زخمی ارقام مختلف (۲/۵ روز بعد از مایه زنی)

جدول ۳- میزان اسپورزایی قارچ *A. flavus* روی مغز پسته سالم و زخمی ارقام مختلف پسته

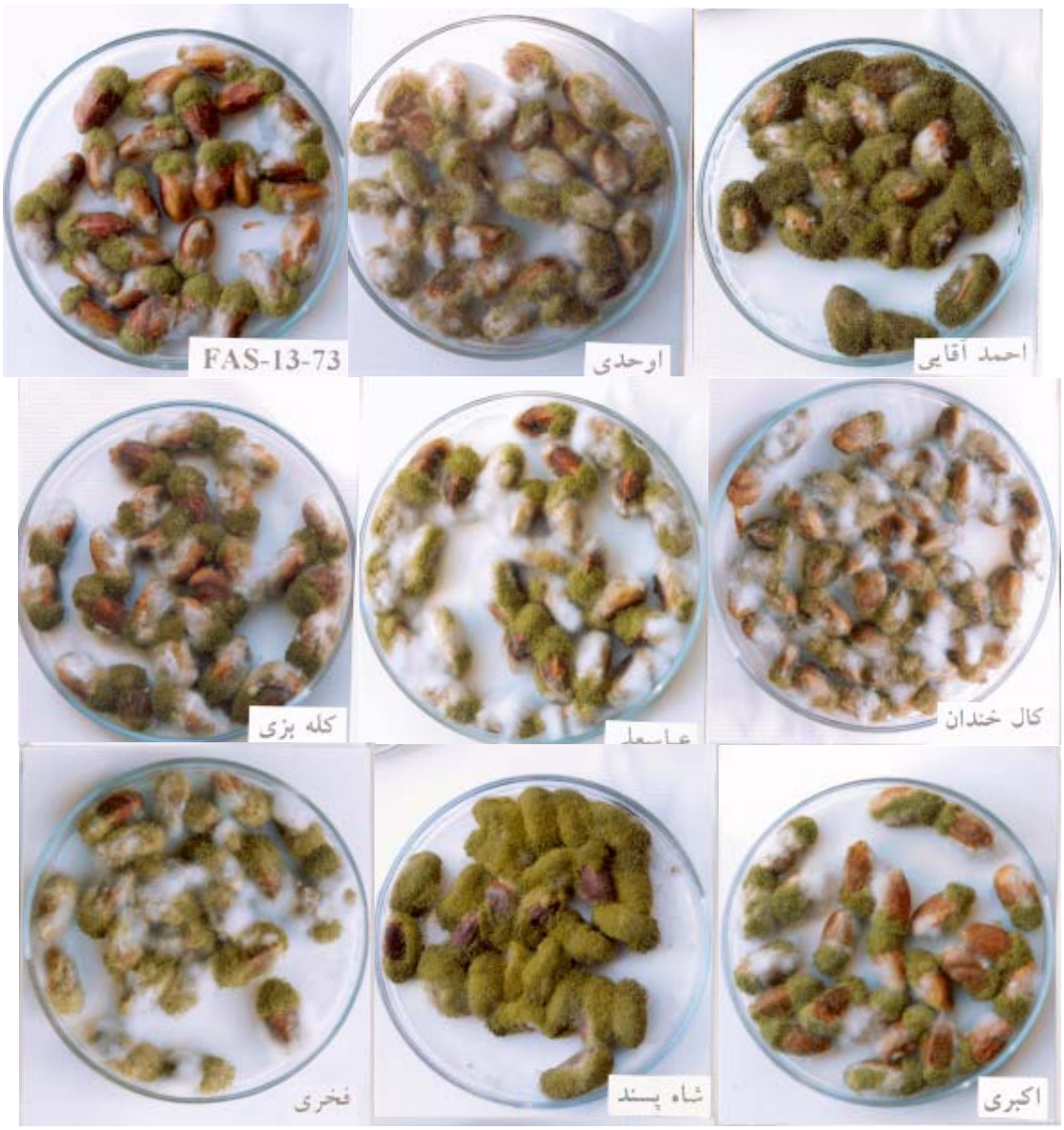
رقم پسته	میزان اسپورزایی قارچ (اسپور در میلی لیتر) در پسته سالم	میزان اسپورزایی قارچ (اسپور در میلی لیتر) در پسته زخمی
کله قوچی	$۳/۷۳\times۱۰^{۷}$	$۷/۱۱\times۱۰^{۷}$
اوحدی	$۱/۰۱\times۱۰^{۸}$	$۱/۳۶\times۱۰^{۸}$
اکبری	$۲/۱۷\times۱۰^{۷}$	$۷/۱۹\times۱۰^{۷}$
احمدآقایی	$۱/۰۴\times۱۰^{۸}$	$۱/۴۹\times۱۰^{۸}$
شاه پسند	$۱/۱۳\times۱۰^{۸}$	$۱/۵۷\times۱۰^{۸}$
عباسعلی	$۹/۷۴\times۱۰^{۷}$	$۱/۰۳\times۱۰^{۸}$
فخری	$۴/۳۸\times۱۰^{۷}$	$۸/۹۱\times۱۰^{۷}$
کله بزی	$۲/۳۸\times۱۰^{۷}$	$۵/۳۳\times۱۰^{۷}$
کال خندان	$۲/۸۵\times۱۰^{۷}$	$۵/۵۶\times۱۰^{۷}$
FAS-13-73	$۶/۷۸\times۱۰^{۷}$	$۹/۵۹\times۱۰^{۷}$

www.SID.ir

Archive of SID

نتایج بررسی اختلاف میزان رشد قارچ *A. flavus* روی مغز سالم و زخمی ارقام مختلف پسته (۵ روز بعد از مایه زنی)

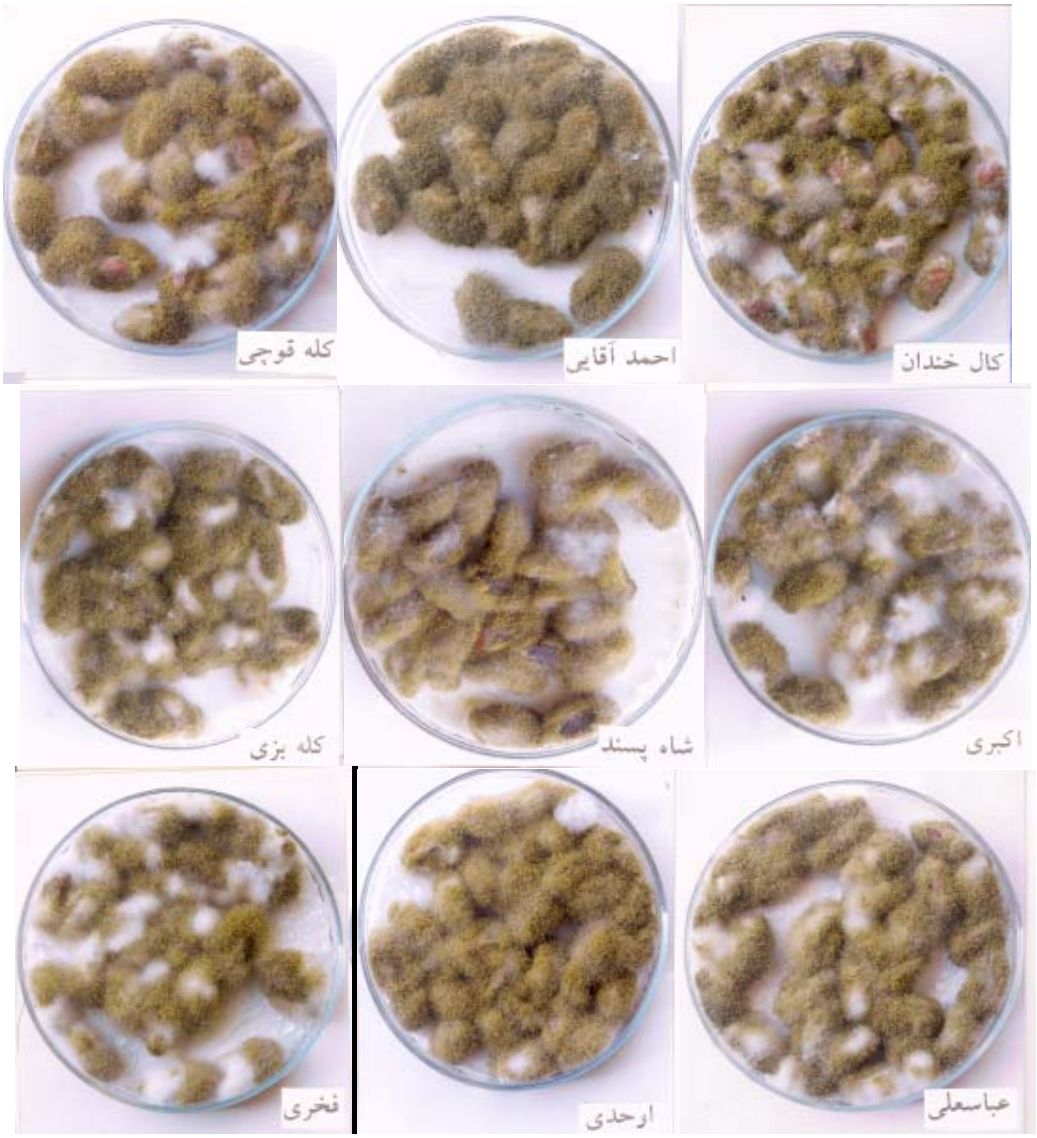
نتایج بررسیهای آماری نشان دهنده معنی دار بودن اختلاف میزان کلونیزاسیون قارچ روی مغز پسته سالم و زخمی ارقام مختلف در سطح۱ درصد می باشد (جدول ۴). به عبارت دیگر در پسته هایی که پوسته مغز (Testa) آنها تراشیده شده است، نفوذ قارچ به درون مغز پسته تسهیل می گردد و در پسته های زخمی قارچ قادر است رشد بیشتری داشته و بیشتر مغز پسته ها را کلونیزه نماید. بنابراین میتوان از پوسته مغز پسته (Testa) ، به عنوان سدی مقاوم در برابر نفوذ قارچ به داخل مغز پسته نام برد که حداقل باعث به تاخیر انداختن زمان نفوذ قارچ به داخل مغز پسته شده و بالطبع مانع رشد زیاد قارچ در روی مغز پسته می گردد.



شکل ٤ – نمایی از رشد و کلونیزاسیون قارچ *A. flavus* روی مغز زخمی ارقام مختلف پسته (۵ روز بعد از مایه زنی)

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۵ - نمایی از رشد و کلونیزاسیون کامل قارچ *A. flavus* روی مغز زخمی ارقام مختلف پسته (۸ روز بعد از مایه زنی)

جدول ٤- آزمون t-student به منظور مقایسه اختلاف میزان درصد کلونیزاسیون قارچ *A. flavus* روی پسته‌های سالم و زخمی ارقام مختلف

درجه آزادی	τ محاسبه شده	انحراف معیار	واریانس میانگین‌ها	میانگین کلونیزاسیون پسته سالم	میانگین کلونیزاسیون پسته زخمی
۱۸	-۶/۴۹**	۵/۸۰	۳۳/۶۸	۲۸/۸۹	۶۶/۵۴

** معنی دار در سطح α=٪۱

نتایج بررسی اختلاف میزان تولید آفلاتوکسین B_1 در مغز پسته های سالم و زخمی ارقام مختلف (هشت روز بعد از مایه زنی)

نتایج بررسیهای آماری مؤید آنست که اختلاف میزان تولید آفلاتوکسین B_1 در مغز پسته های سالم و زخمی ارقام مختلف در سطح ۵ درصد معنی دار می‌باشد (جدول ۵). به عبارت دیگر در پسته های با پوسته سالم، پوسته مغز (Testa) به عنوان سدی مقاوم در برابر نفوذ قارچ به داخل مغز پسته عمل می نماید.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۵- آزمون t-student به منظور مقایسه میزان تولید آفلاتوکسین B_1 در پسته‌های سالم و زخمی ارقام مختلف (۸ روز بعد از مایه زنی)

درجه آزادی	τ محاسبه شده	انحراف معیار	واریانس میانگین‌ها	میانگین کلینیزاسیون پسته سالم	میانگین کلینیزاسیون پسته زخمی
۱۸	-۲/۷۴۳*	۱۱۱۰۸۹	۱۲۳۴۰۸۹/۲۱	۲۷۲۶۱/۷	۳۰۳۰۸/۶

* معنی دار در سطح ۵٪=α

جدول ٦- مقایسه میزان تولید آفلاتوکسین B_1 در پسته‌های سالم و زخمی ارقام مختلف (۸ روز بعد از مایه زنی)

رقم پسته	میزان تولید آفلاتوکسین در پسته‌های سالم $\mu g/kg$	میزان تولید آفلاتوکسین در پسته‌های زخمی $\mu g/kg$
شاه پسند	۳۱۱۷۱	۳۲۳۰۰
عباسعلی	۳۰۷۵۴	۳۲۳۰۷
اوحدی	۲۹۸۲۳	۳۲۸۱۰
احمد آقایی	۲۹۴۲۹	۳۰۱۷۱
اکبری	۲۶۸۸۰	۲۹۹۴۰
کله بزی	۲۶۴۱۰	۲۷۴۳۹
کله قوچی	۲۶۲۱۸	۳۰۴۳۳
FAS-13-73	۲۵۳۹۳	۲۹۰۱۲
فخری	۲۴۸۱۱	۳۰۷۶۲
کال خندان	۲۱۷۲۸	۲۷۹۱۲
	۲۷۲۶۱/۷ b	۳۰۳۰۸/۶ A

با به تاخیر انداختن فاز رشدی و کاهش رشد قارچ روی مغز پسته با پوسته سالم در مقایسه با پسته زخمی شده و با توجه به ارتباط و همبستگی نسبی میان رشد قارچ و میزان آفلاتوکسین B_1 تولیدی، وجود پوسته (Testa) باعث کاهش تولید آفلاتوکسین B_1 در پسته سالم در مقایسه با پسته های زخمی شده می گردد (جدول ۶).

بحث

با توجه به اینکه فرآیند آلودگی به قارچ *A. flavus* و آفلاتوکسین از پیچیدگی بسیار زیادی برخوردار است، به گونه ای که در بسیاری از موارد نابود سازی یا حتی کنترل آلودگی به توکسین، اتخاذ چندین رویکرد و روش مختلف را طلب می نماید (۴). لذا انجام فعالیتهای تحقیقاتی در خصوص شناسایی ارقام مقاوم محصولات مختلف به قارچ *A. flavus* و آفلاتوکسین و همچنین مطالعه در زمینه تاثیرات فیزیکوشیمیایی پوسته مغز پسته در جلوگیری از رشد قارچ و تولید توکسین، میتواند مبنای مناسبی را جهت کنترل آلودگی آفلاتوکسین فراهم نماید.

به این منظور در اکثر نقاط جهان تحقیقات گسترده و وسیعی در جهت شناسایی ارقام مقاوم محصولات زراعی و باغی، به قارچ آسپرژیلوس فلاووس و آفلاتوکسین و بررسی مکانیسمهای مقاومت آنها در حال انجام است که نتایج موفقیت آمیزی نیز از آنها گزارش شده‌است (۸).

بیشتر مطالعات در این زمینه بر روی ذرت (۱۳)، پنبه (Amalarj and Meshram, 1981)، بادام زمینی (Mehan,1989) و بادام (۸) صورت گرفته است.

نتایج تحقیقات قاوانده و همکاران (۷) نشان دهندهٔ تفاوت میزان مقاومت ارقام مختلف بادام زمینی نسبت به رشد قارچ آسپرژیلوس فلاووس آفلاتوکسین زا است آنان همچنین با مطالعهٔ میزان تولید آفلاتوکسین B_1 در ارقام مختلف، مشاهده نمودند که میزان تولید آفلاتوکسین در ارقام مختلف بادام زمینی بسیار متفاوت از یکدیگر است. در حالیکه مقاوم ترین رقم ۳۹۰۰ $\mu g/kg$ آفلاتوکسین تولید می‌نمود میزان تولید آفلاتوکسین در حساس ترین رقم به ۹۰۰۰۰ $\mu g/kg$ می‌رسید. آنان همچنین دریافتند که همبستگی نسبی و ارتباط معنی داری بین میزان رشد قارچ و تولید آفلاتوکسین وجود دارد.

بورداسپل و همکاران (۶) نیز آلودگی به آفلاتوکسین‌های B_1، B_2، G_1 و G_2 را در ۴۲۴ نمونه بادام زمینی پوست گرفته و پوست دار و پسته بررسی کردند و نشان دادند که بادام زمینی‌های پوست گرفته بیشترین میزان آلودگی را نشان می‌دهند و از پوست بادام زمینی به عنوان سدی مقاوم در برابر نفوذ قارچ نام بردند.

والین و همکاران (۱۳) با زخمی کردن پری‌کارپ (Pericarp) دانه ذرت،تاثیر این لایه را در جلوگیری از نفوذ رشد قارچ *A. flavus*

www.SID.ir

Archive of SID

به داخل دانه ذرت مورد بررسی قرار دادند و مشاهده کرد که میزان تولید آفلاتوکسین در دانه های زخمی به مراتب بیشتر از دانه های سالم ذرت می باشد و به این ترتیب از لایه آلرون و پریکارپ ذرت به عنوان سدی مهم در برابر نفوذ قارچ *A. flavus* به داخل دانه ذرت نام برد (۱۱).

گرادزیل و وانگ (۸) میزان حساسیت ارقام بادام کالیفرنیای آمریکا را نسبت به رشد قارچ آسپرژیلوس فلاووس آفلاتوکسین زا بررسی کردند و دریافتند که میزان حساسیت ارقام مختلف نسبت به این قارچ بسیار متفاوت است. آنان همچنین با زخمی کردن پوشش مغز بادام، تأثیر این پوشش را در کاهش میزان نفوذ قارچ به درون مغز بادام مورد بررسی قرار دادند. نتایج حاصل از تحقیقات نشان داد که پوشش مغز بادام می‌تواند به عنوان سد مقاومی در برابر نفوذ قارچ به داخل مغز بادام عمل نماید. گرادزیل و وانگ (۸) دریافتند که پوشش مغز تمام واریته‌های بررسی شدهٔ بادام، مقاومت زیادی در برابر کلونی سازی *A. flavus* داشتند. همچنین به نظر می‌رسید که در برخی ارقام زراعی همچون Ne Plus، Ruby و Carrion مقاومت لپه‌ای وجود داشت.

تحقیقات نشان می‌دهد که آسیب دیدگی پوستهٔ روی دانه بر امکان هجوم سریع و مستقیم *A. flavus* به دانه‌های بادام زمینی می‌افزاید که این امر نیز به نوبه خود موجب افزایش احتمال تشکیل آفلاتوکسین می‌گردد. آسیب دیدگی غلاف‌ها نیز به در دسترس بودن مواد غذایی لازم برای رشد سریع *A. flavus* کمک می کند (۴).

تحقیقات ردریگز و همکاران (۱۱) نشان دهندهٔ آن است که پسته دارای کوتیکول‌های سالم نسبت به کلونی سازی *A. flavus* مقاوم است. در هر حال لازم به ذکر است که آسیب دیدگی لایه کوتیکول منجر به کلونی سازی سریع *A. flavus* در پوست سبز میوه می‌شود (۹).

ماهونی و ردریگز (۹) به رغم کلونی سازی سریع *A. flavus* در پوست‌های سبز میوه نتوانستند هیچ تجمع آفلاتوکسینی را در آنها ردیابی کنند. در دانه‌های پسته سالم دارای پوشش بذر نیز کلونی سازی و تولید آفلاتوکسین کم بود. ممکن است لایه کوتیکول تا حدی در مقاومت بذر در برابر کلونیزه شدن نقش داشته باشد.

در طی مراحل انجام این تحقیق نیز به ارزیابی تأثیر پوستهٔ مغز پسته در جلوگیری از رشد قارچ آسپرژیلوس فلاووس و تولید آفلاتوکسین B_1 در ارقام مختلف پرداخته شد. نتایج حاصله از انجام آزمایش‌ها نشان داد که پوستهٔ مغز پسته می‌تواند به عنوان سدی مقاوم در برابر نفوذ قارچ به داخل مغز پسته عمل کرده و حداقل باعث تأخیر در شروع رشد قارچ و بالطبع کاهش تولید آفلاتوکسین در مغز پسته گردد. که این نتایج با نتایج به دست آمده از مطالعات گرادزیل و ونگ (۸) در مورد تأثیر پوشش مغز بادام همخوانی دارد.

منابع

۱- امین شهیدی م. ۱۳۷۵. مطالعه آسپرژیلوس‌های آفلاتوکسین زا در پسته های آلوده بومی ایران و بررسی توان آفلاتوکسین زایی آن ها. پایان نامه کارشناسی ارشد دانشکده علوم، دانشگاه تهران.

۲- شرافتی ع. ۱۳۸۷. پسته کاری کاربردی. چاپ اول، تهران، انتشارات سروا. ۱۲۰ صفحه.

۳- علامه ع. و رزاقی م. ۱۳۸۰. مایکوتوکسین ها. چاپ اول ، تهران، انتشارات دانشگاه امام حسین. ۶۷۸ صفحه.

۴- علوی ا. ۱۳۸۳. مایکوتوکسین‌ها در کشاورزی و امنیت غذایی. چاپ اول، تهران، انتشارات نشر علوم کشاورزی کاربرد. ۸۷۱ صفحه.

۵- محمدی مقدم م. ۱۳۸۶. مطالعه وضعیت آلودگی پسته در ترمینال‌های فرآوری استان سمنان و ارزیابی مقاومت ارقام پسته به قارچ آسپرژیلوس فلاووس و آفلاتوکسین B_1. سازمان تحقیقات ، آموزش و ترویج کشاورزی. مؤسسه تحقیقات پسته کشور. گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی.

6- Burdaspal P.A., and Govostidi A. 1986. Data on aflatoxin contamination in peanut and other nuts. *Alimentari* 192,51-53.

7- Ghewande M.P., Nagaraj G., Desai S., and Narayan P. 1993. Screening of groundnut bold seeded genotypes for resistance to *Aspergillus flavus* seed colonization and less aflatoxin production. Seed Science and Technology 21, 45-51.

8- Gradziel T.M., and Wang D. 1994. Susceptibility of california almond cultivars to aflatoxigenic *Aspergillus flavus*. Hort Science 29, 33-35.

9- Mahoney M.E., and Rodrigues S.B. 1996. Aflatoxin variability in pistachios. Appl Environ Microbiol 62:1197.

10- RASFF (Rapid Alert Safe Food and Feed) windows. 2010.Gateway to the European Union http://europa.eu.int/comm/food/food/rapidalert/archive_en.htm.

11- Rodrigues S.B., Mahoney M.E., Irwing D.W., and King A.D. Jr. 1996. Aflatoxin production in pistachios. Aflatoxin Elimination Workshop. U. S. Department of Agriculture, Fresno, CA.

12- Van Plaggenhoef M., Batterink M., and Trienekens J.H. 2002. International trade and food safety: Overview of legislation and standards. www.globalfoodnetwork.org.

13- Wallin G.R. 1986. Production of aflatoxin in wounded and whole maize kernels by *Aspergillus flavus*. Plant Diseases 10, 429-430.

www.SID.ir