پرونده ویژه



آفلاتوکسین در باغ

- علی تاج آبادی پور - اعضاء هیئت علمی پژوهشکده پسته
- مریم افروشه - اعضاء هیئت علمی پژوهشکده پسته
- فرشته احمدی - کارشناس پژوهشکده پسته

آفلاتوکسین در محصولاتی مانند ذرت، پنبه‌دانه، بادام زمینی، پسته، گردو، بادام، نارگیل، انجیر، برنج، گندم، سویا، آفتابگردان، دانه‌های روغنی، حبوبات، انواع علوفه و لبنیات دیده شده‌است. در انسان اولین اندامی که در نتیجه مصرف زهرابه آفلاتوکسین آسیب می‌بیند کبد است؛ البته آسیب آن در اندام‌های دیگر نظیر قلب، مغز، کلیه و مجاری ادراری نیز مشاهده شده‌است. چنانچه میزان آفلاتوکسین مصرف شده کمتر از حد مرگبار باشد، باعث ایجاد سرطان کبد و ضایعات ژنتیکی در انسان می‌شود.



روی میوه پسته Aspergillus niger
کپک سیاه رنگ ناشی از فعالیت قارچ



کپک سبز رنگ ناشی از فعالیت قارچ
Aspergillus flavus روی میوه پسته

قارچ آسپرژیلوس که عامل تولید آفلاتوکسین می‌باشد در دامنه وسیعی از مواد غذایی و شرایط آب و هوایی مختلف زندگی کرده و بقای خود را حفظ می‌کند. این قارچ در باغ‌های پسته به‌صورت اندام‌های در حال رشد و یا اندام زمستان‌گذران بر روی بقایای گیاهی (میوه، برگ، گل آذین نر و پوست نرم ریخته شده در باغ) و کودهای حیوانی زندگی می‌کند. چنانچه شرایط محیطی، به‌خصوص ماده غذایی و رطوبت، موجودباشد قارچ به‌سرعت رشد کرده و تعداد زیادی اسپور تولید می‌کنند. این اسپورها در هوا منتشر شده و می‌توانند تمام مواد غذایی از جمله میوه پسته را آلوده کنند. قارچ‌های آسپرژیلوس فاقد کوتینیاز (آنزیمی که لایه کوتیکول موجود بر روی پوست نرم رویی را از بین می‌برد) هستند، بنابراین توان نفوذ از لایه کوتیکولی را ندارند. بنابراین، تنها راه ورود این قارچ‌ها به میوه پسته و آلوده‌کردن آن از طریق شکاف‌های ایجادشده روی پوست سبز می‌باشد. برای فعالیت قارچ، رطوبت نسبی هوا بایستی حداقل ۸۵ درصد و یا رطوبت پسته حداقل ۸ درصد باشد. بنابراین، تنها راه ممکن جهت جلوگیری از فعالیت این قارچ کاهش رطوبت است.

شکاف خوردن پوست نرم رویی میوه پسته

جهت استقرار اسپور قارچ و رشد آن و نهایتاً تولید آفلاتوکسین بایستی شرایط مناسب فراهم شود. مهم‌ترین عاملی که سبب نفوذ قارچها به درون میوه پسته می‌گردد، شکاف خوردن پوست سبز رویی پسته است.

پسته‌های زودخندان پسته‌های غیرطبیعی هستند که هم پوست سبز و هم پوست استخوانی به‌طور همزمان در محل خندانی شکاف برمی‌دارند. به‌عبارت‌دیگر، شکاف ایجاد شده بر روی پوست سبز دقیقاً منطبق با محل خندانی با پوست استخوانی است، به‌طوری‌که مغز پسته قابل مشاهده است. در این نوع شکاف خوردگی به‌دلیل اینکه مغز مستقیماً در معرض هجوم و استقرار اسپورهای قارچها قرار می‌گیرد از مهمترین عامل تولید آفلاتوکسین در باغ به شمار می‌روند. این پسته‌ها به آن علت غیرطبیعی هستند که خندان شدن پوست سخت (استخوانی) قبل از بلوغ صورت می‌گیرد؛ یعنی قبل از جدا شدن آسان پوستِ نرم از پوست استخوانی. بنابراین، در این حالت پوست نرم به پوست استخوانی چسبیده و از انعطاف‌پذیری لازم برخوردار نیست. از این‌رو، با خندان شدن زودهنگام پوست سخت، پوست نرم نیز از محل خندان شدن پوست سخت شکاف برمی‌دارد. به این عارضه زودخندانی می‌گویند. این حالت معمولاً قبل از رسیدن میوه بیشتر از یک ماه قبل از برداشت در باغات قابل مشاهده است. بنابراین، فرصت کافی جهت رشد قارچها و تولید آفلاتوکسین در آنها وجوددارد. همان‌طورکه قبلاً گفته شد پوست سبز به‌عنوان سدی موثر و قوی حفاظت از مغز را در برابر حمله قارچها و آفات برعهده‌دارد. بنابراین، اجازه نفوذ قارچها را به درون میوه نمی‌دهد. به‌هرحال اگر پوست سبز به هر دلیل شکاف بردارد، میوه مستعد آلودگی می‌شود. زودخندانی در پسته با حالتی که در آن پوست سبز به‌صورت نامنظم شکاف برمی‌دارد متفاوت است. در عارضه زودخندانی دقیقاً محل شکاف پوست نرم مشخص است و دقیقاً بر محل خندان شدن پوست سخت منطبق است، بنابراین به آن شکاف منظم نیز می‌گویند. اما در شکاف‌خوردگی نامنظم، پوست سبز در جهات مختلف به‌صورت نامنظم شکاف برمی‌دارد که محل شکاف خوردگی از میوه‌ای به میوه دیگر متفاوت است.علاوه بر این، شکاف‌های نامنظم بعد از رسیدگی میوه (بعد از جدا شدن آسان پوست نرم از پوست سخت) ایجاد می‌شود، نتیجتاً زمان ایجاد این شکاف‌ها نزدیک زمان برداشت است. به‌دلیل اینکه در شکاف‌خوردگی نامنظم مغز مستقیماً در معرض هجوم و استقرار قارچها قرار نگرفته و نیز فرصت کوتاهی جهت استقرار و رشد و نمود و تولید زهرابه تا زمان برداشت وجوددارد، این‌گونه پسته‌ها در مقایسه با پسته‌های زودخندان آلودگی بسیار کمتری به قارچها و آفلاتوکسین دارند. پسته‌های زودخندان که زود در باغ تشکیل می‌شوند به‌تدریج رطوبت خود را از محل شکاف‌خوردگی از دست می‌دهند و بنابراین در زمان برداشت ظاهری چروکیده و خشک دارند.همچنین، این حالت از دست دادن رطوبت در پسته‌های دارای شکاف نامنظم نیز دیده می‌شود. اگر برداشت پسته با تأخیر صورت گیرد میزان پسته‌های با پوست شکاف خورده نامنظم به‌دلیل زیادرسی و کاهش استحکام سلول‌های پوست نرم و به‌سرعت افزایش یافته و نیز فرصت بیشتری برای رشد و نمو قارچها و تولید آفلاتوکسین هم در پسته‌های زودخندان و هم در پسته‌های شکاف خورده نامنظم مهیا می‌شود.



رابطه زودخندانی و شکاف خوردگی نامنظم با میزان آفلاتوکسین

تحقیقات متعدد نشان داده‌است که رابطه مستقیمی بین پسته‌های زودخندان و آفلاتوکسین وجوددارد. براساس نتایج تحقیقات، پسته‌های زودخندان با پوست چروکیده و خشک بیشترین مقدار آفلاتوکسین را دارند. اگرچه میزان پسته‌های زودخندان با پوست چروکیده و خشک در توده پسته بسیار کم می‌باشد، ولی می‌توانند توده بزرگی از پسته را آلوده نشان دهند. به‌طوری‌که وجود یک عدد پسته دارای مقدار آفلاتوکسین ppb ۶۰۰۰ در یک محموله ۴.۵ کیلوگرمی پسته کاملاً عاری از آفلاتوکسین، می‌تواند مقدار آفلاتوکسین کل آن را تا ppb ۲۰ بالا ببرد. مقدار آفلاتوکسین اندازه‌گیری شده در پسته‌های زودخندان با پوست چروکیده و خشک ۸ برابر میزان آفلاتوکسین در پسته‌های زودخندان با پوست نرم است. همچنین، شیوع آلودگی به قارچها در این پسته‌ها سه برابر بیشتر است. میزان آلودگی پسته‌های زودخندان به مراتب بیشتر از پسته‌های با شکاف‌خوردگی نامنظم است. این میزان در پسته‌های زودخندان با پوست چرکیده و خشک ۲ برابر پسته‌های با شکاف‌خوردگی نامنظم بود. پسته‌های شکاف خورده نامنظم نقش مهمی در تولید آفلاتوکسین ندارند. به‌طوری‌که پسته‌های شکاف‌خورده نامنظم با پوست چروکیده و خشک ۸.۶ برابر پسته‌های شکاف‌خورده نامنظم با پوست نرم آفلاتوکسین دارند. به‌هرحال، اگر برداشت محصول برای مدت زیادی به تأخیر افتد آلودگی به کپک‌ها و آفلاتوکسین در این‌گونه پسته‌ها نیز قابل توجه خواهدبود. پسته‌های با پوست سالم فاقد آفلاتوکسین هستند.