

تاریخچه آفاتوکسین:

در سال ۱۹۶۰ بیش از صد هزار بوقلمون در انگلیس در اثر بیماری نامعلومی از بین رفتند. همچنین در آمریکا در بین خوکهایی که با ذرت های کپک زده تغذیه شده بودند یک نوع بیماری شیوع پیدا کرد. یک سال بعد توانایی گونه هایی از قارچ آسپرژیلوس در تولید آفاتوکسین بر روی بادام زمینی در محیط کشت آزمایشگاهی مشخص گردید.

محصولاتی که آلودگی به آفاتوکسین در آنها دیده شده است عبارتند از: ذرت، پنبه دانه، بادام زمینی، پسته، گردو، بادام، نارگیل، انجیر، برنج، گندم، سویا، آفتابگردان، دانه های روغنی، حبوبات، انواع علوفه و لبنیات. بررسیها نشان داده است که آفاتوکسین در حیوانات آزمایشگاهی مانند موش، خرگوش و میمون باعث مسمومیتهای شدید، ضایعات کبدی و مرگ آنها می شود.

در انسان اولین اندامی که در نتیجه مصرف زهرابه آفاتوکسین آسیب می بیند کبد است، البته در اندامهای دیگر نظیر قلب، مغز، کلیه و مجاری ادراری نیز مشاهده شده است. مسمومیتهای مختلف در کشورهای مختلف در اثر مصرف زهرابه آفاتوکسین گزارش شده است. چنانچه میزان آفاتوکسین مصرف شده کمتر از حد مرگبار باشد، باعث ایجاد سرطان کبد و ضایعات ژنتیکی در انسان می شود.

تعریف آفاتوکسین:

آفاتوکسین زهرابه ای است که بوسیله گروهی از قارچها (کپکها) ترشح می شود. این قارچها ضمن تغذیه و رشد و نمو بر روی محصولات غذایی زهرابه ای را تولید می کنند که در مواد غذایی باقی می ماند. بنابراین یک متابولیت ثانویه از قارچها می باشد. به دلیل اینکه تولید این گروه از سموم قارچی ابتدا در گونه آسپرژیلوس فلاووس یافت شده است به آفاتوکسین مشهور شدند.

حرف A از *Aspergillus* و Fla از *Flavus* گرفته شده و Toxin نیز به معنی سم می باشد. تاکنون ۱۸ نوع آفاتوکسین شناخته شده که تعدادی از آنها بوسیله قارچها تولید نشده بلکه از متابولیسم سایر گروهها حاصل می شوند. آفاتوکسین ها دارای خاصیت فلورسانس بوده و در صورتیکه در معرض پرتو ماوراء بنفش قرار گیرند قادرند از خود نور منعکس کنند. آنهایی که در معرض پرتو ماوراء بنفش نور آبی از خود منتشر می کنند گروه (Blue) B و آنهایی که نور سبز منتشر می کنند به گروه (Green) G معروفند. از لحاظ شیمیایی به دسته های B1، B2، G1 و G2 تقسیم بندی می شوند. گروه M از مشتقات گروه B بوده و در شیر دامهایی که از خوراک آلوده به زهرابه آفاتوکسین گروه B تغذیه می کنند وجود دارد. آفاتوکسین ها از نظر قدرت سمیت تفاوتهای عمده ای با یکدیگر دارند بطوریکه آفاتوکسین B1 بیشترین سمیت را دارد.

$$LD50 = 12 \text{ Mg/kg}$$

B1 و M1، G1 و M2، B2، G2

درجه سمیت کاهش می یابد.



Aspergillus niger



A. flavus

خصوصیات عامل تولیدکننده آفلاتوکسین:

قارچها موجوداتی هتروتروف هستند (مواد آلی از پیش ساخته شده را مصرف می نمایند). قارچ آسپرژیلوس که عامل تولید آفلاتوکسین می باشد در دامنه وسیعی از مواد غذایی و شرایط آب و هوایی مختلف زندگی کرده و بقای خود را حفظ می کند. این قارچ در باغهای پسته بصورت 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 می کنند. اندام تولیدمثل غیرجنسی قارچ (کنیدیوم) حاوی هاگ به آسانی با حرکت هوا پراکنده می شود. اندامهای مقاوم قارچ (زمستانگذران) چندین سال در خاک زنده باقی می مانند.

بافت خاک تاثیر مهمی در بقاء قارچ دارد. بررسیها نشان داده است که خاکهای سنگین خصوصاً خاکهای دارای مقدار زیاد مواد آلی محل مناسبی برای زندگی و بقاء قارچ می باشد. هر چه بافت خاک سبک تر و دارای مقدار مواد آلی کمتری باشد میزان آلودگی و بقاء قارچ نیز در آن کمتر است. آب و هوای گرم و مرطوب شرایط مساعدی برای رشد و نمو این قارچ است. عسلک ایجاد شده توسط حشرات و اجساد آفات نیز در تحریک رشد قارچها موثر است.

چنانچه شرایط محیطی بخصوص ماده غذایی و رطوبت موجود باشد قارچ به سرعت رشد کرده و تعداد زیادی اسپور تولید می کنند. این اسپورها در هوا منتشر شده و می توانند تمام مواد غذایی از جمله میوه پسته را آلوده کنند. قارچهای آسپرژیلوس فاقد کوتیناز (آنزیمی که لایه کوتیکول موجود بر روی پوست نرم رویی را از بین می برد) بوده بنابراین توان نفوذ از لایه کوتیکولی را ندارند. بنابراین تنها راه ورود این قارچها به میوه پسته و آلوده کردن آن از طریق شکاف های ایجاد شده روی پوست سبز می باشد.

شرایط بهینه رشد قارچ و تولید آفلاتوکسین:

اسپورهای قارچهای آسپرژیلوس تقریباً در همه جا یافت می شود. وجود اسپور بر روی پسته یا هر ماده غذایی دیگر دلیل بر آلودگی به آفلاتوکسین نیست. مهمترین شرایط برای رشد و فعالیت قارچهای مولد آفلاتوکسین، وجود مواد غذایی، حرارت و رطوبت است. پسته بعنوان یکی از مواد غذایی مناسب جهت رشد این قارچ ها می باشد. این قارچها در دامنه وسیع دمایی (از ۶ تا ۴۶ درجه سانتیگراد) فعالیت می کنند. مناسبترین دما برای فعالیت قارچ ۳۸-۳۶ درجه و برای تولید آفلاتوکسین ۲۵ درجه سانتیگراد است.

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 می باشد.

آلودگی به آفلاتوکسین در باغ:

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 می گردد، شکاف خوردن پوست سبز رویی

پسته می باشد. شکافهای ایجاد شده بر روی پوست رویی پسته از لحاظ وضعیت شکاف خوردگی به دو گروه تقسیم بندی می شوند.

۱- زودخندانی: پسته های زودخندان پسته های غیرطبیعی هستند که هم پوست سبز و هم پوست استخوانی بطور همزمان در محل خندانی شکاف برمی دارند. به عبارت دیگر شکاف ایجاد شده بر روی پوست سبز دقیقاً منطبق با محل خندانی با پوست استخوانی بوده بطوریکه مغز پسته قابل مشاهده است. در این نوع شکاف خوردگی به دلیل اینکه قیمت خوراکی میوه (مغز مستقیماً در معرض هجوم و استقرار اسپورهای قارچها قرار می گیرد از مهمترین عامل تولید آفلاتوکسین در باغ به شمار می روند. این پسته ها به آن علت غیرطبیعی هستند که خندان شدن پوست سخت (استخوانی) قبل از بلوغ صورت می گیرد یعنی قبل از جدا شدن آسان پوست نرم از پوست استخوانی. بنابراین در این حالت پوست نرم به پوست استخوانی چسبیده است و از انعطاف پذیری لازم برخوردار نیست. لذا با خندان شدن زود هنگام پوست سخت، پوست نرم نیز از محل خندان شدن پوست سخت شکاف برمی دارد به این عارضه زودخندانی می گویند. 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 وجود دارد. همانطور که قبلاً گفته شد پوست سبز بعنوان سدی موثر و قوی حفاظت از مغز را در برابر حمله قارچها و آفات بر عهده دارد. بنابراین اجازه نفوذ قارچها را به درون میوه نمی دهد. بهر حال اگر پوست سبز به هر دلیل شکاف بردارد این سر شکسته شده و میوه مستعد آلودگی می شود.



زودخندانی در پسته با حالتی که در آن پوست سبز بصورت نامنظم شکاف برمی دارد 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 می گویند ولی در شکاف خوردگی نامنظم پوست سبز در جهات مختلف میوه بصورت نامنظم شکاف برمی دارد که محل شکاف خوردگی از میوه ای به میوه دیگر متفاوت است بنابراین به آن شکاف خوردگی نامنظم می گویند.



علاوه بر این شکاف های نامنظم بعد از رسیدگی میوه (بعد از جدا شدن آسان پوست نرم از پوست سخت) ایجاد شده بنابراین زمان ایجاد این شکافها نزدیک زمان برداشت است. به دلیل اینکه در شکاف خوردگی 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 وجود دارد این گونه پسته ها در مقایسه با پسته های زودخندان از آلودگی بسیار کمتری به قارچها و آفلاتوکسین برخوردارند. پسته های زودخندان که زود در باغ تشکیل می شوند به تدریج رطوبت خود را از محل شکاف خوردگی از دست می دهند و بنابراین در زمان برداشت از ظاهری چروکیده و خشک برخوردار هستند.



و همچنین این حالت از دست دادن رطوبت در پسته های دارای شکاف نامنظم نیز دیده می شود. اگر برداشت پسته با تاخیر صورت گیرد میزان پسته های با پوست شکاف خورده نامنظم به دلیل زیادرسی و کاهش استحکام سلولهای پوست نرم و به سرعت افزایش یافته و نیز فرصت بیشتری برای رشد و نمو قارچها و تولید آفلاتوکسین هم در پسته های زودخندان و هم در پسته های شکاف خورده نامنظم مهیا می شود.



میزان بیشتری از پسته های زودخندان و شکاف خورده نامنظم به دلیل در معرض قرار گرفتن نسوج میوه با هوا به تدریج رطوبت خود را از دست داده و چروکیده و خشک خواهند شد.

رابطه زودخندانی و شکاف خوردگی نامنظم با میزان آفلاتوکسین:

تحقیقات متعدد نشان داده است که رابطه مستقیمی بین پسته های زودخندان و آفلاتوکسین وجود دارد. بر اساس نتایج تحقیقات پسته های زودخندانی با پوست چروکیده و خشک بیشترین مقدار آفلاتوکسین را دارند. اگرچه میزان پسته های زودخندان با پوست چروکیده و خشک در توده پسته بسیار کم می باشد ولی می توانند توده بزرگی از پسته را آلوده نشان دهند. بطوریکه وجود یک عدد پسته دارای مقدار آفلاتوکسین ۶۰۰۰ ppb در یک محموله ۴/۵ کیلوگرن پسته کاملاً عاری از آفلاتوکسین، می تواند مقدار آفلاتوکسین کل آن را تا ۲۰ ppb بالا ببرد. مقدار آفلاتوکسین اندازه گیری شده در پسته های زودخندان با پوست چروکیده و خشک ۸ برابر میزان آفلاتوکسین در پسته های زودخندان با پوست نرم است. همچنین شیوع آلودگی به قارچها در این پسته ها سه برابر بیشتر است. میزان آلودگی پسته های زودخندان به مراتب بیشتر از پسته های با پوست شکاف خوردگی نامنظم است این میزان در پسته های زودخندان با پوست چروکیده و خشک دو برابر پسته های با شکاف خوردگی نامنظم بود. پسته های شکاف خورده نامنظم نقش

مهمی در تولید آفلاتوکسین ندارند. بطوریکه پسته های شکاف خورده نامنظم با پوست چروکیده و خشک ۸/۶ برابر پسته های شکاف خورده نامنظم با پوست نرم آفلاتوکسین دارند. بهر حال اگر برداشت محصول برای مدت زیادی به تاخیر افتد آلودگی به کپکها و آفلاتوکسین در این گونه پسته ها نیز قابل توجه خواهد بود. پسته های با پوست سالم فاقد آفلاتوکسین هستند.

