



موسسه تحقیقات گیاه پروری کشور

دستورالعمل اجرایی

کاهش آفلاتوکسین‌ها در ذرت

روح اله کرمی اسبو

منصوره میرابولفتحی

شماره فروست

۴۷۱۰۵

۱۳۹۴



وزارت جهاد کشاورزی
معاونت تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
مؤسسه تحقیقات گیاهپزشکی کشور

دستورالعمل اجرایی

کاهش آفلاتوکسین‌ها در ذرت

روح‌اله کرمی اسبو
منصوره میرابولفتحی

شماره فروست

۴۷۱۰۵

۱۳۹۴



موسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور



وزارت جهاد کشاورزی
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
موسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور

عنوان دستورالعمل: کاهش آفلاتوکسین‌ها در ذرت

عنوان پروژه‌های منتج به دستورالعمل

شماره پروژه	عنوان پروژه
۸۵۰۸۹-۰۰۰۰-۰۲-۰ ۱۰۰۰۰-۱۰۰-۰	بررسی میزان آفلاتوکسین B1 در دو رقم ذرت محصول استان‌های فارس، خوزستان و مغان
۸۹۰۷۸-۱۶-۱۶-۷	بررسی پتانسیل <i>Saccharomyces cerevisiae</i> در جلوگیری از اسپور قارچ <i>Aspergillus flavus</i> و کاهش آفلاتوکسین‌های B1, B2, G1, G2 در ذرت

نگارندگان: روح‌اله کرمی اسبو و منصوره میرابولفتحی

ناشر: موسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور

نوع: دستورالعمل اجرایی

تاریخ انتشار: ۱۳۹۴



چکیده

تامین غذا و امنیت غذایی جایگاه مهمی در زندگی اجتماعی، اقتصادی و سیاسی کشورها دارد. در این راستا، توجه به امنیت غذایی از جمله دغدغه‌های دستگاه‌های مسئول در سال‌های اخیر بوده است. ذرت، پس از گندم و برنج، به عنوان سومین فرآورده مهم کشاورزی در جهان می‌باشد. این فرآورده کشاورزی ارزشمند، افزون بر آنکه حدود ۷۰ درصد از خوراک طیور را فراهم می‌کند، دانه‌ای سودمند برای تولید روغن خوراکی، نشاسته و گلوکز و چند فرآورده‌ی دیگر است. تحقیقات نشان داده است، در بعضی موارد ذرت به مقادیر بالای آفلاتوکسین‌ها آلوده است و متأسفانه دستورالعملی جهت کنترل و کاهش آفلاتوکسین‌ها در ذرت در کشور وجود ندارد و از سوی دیگر شرایط رشد و نمو قارچ‌های مولد آفلاتوکسین در مرحله کاشت، داشت، برداشت، پس از برداشت و انبار فراهم بوده و امکان افزایش آلودگی تمامی مراحل وجود دارد. بنابراین بهترین و موثرترین روش در تولید محصول سالم، رعایت توصیه‌های فنی می‌باشد تا از آلودگی‌های بسیار بالای این محصول جلوگیری نمود. در تحقیقی که در سه سال متوالی در مناطق مهم کشت ذرت در کشور صورت پذیرفت و با مطالعه منابع و مدارک موجود علاوه بر ردیابی آلودگی‌ها راه‌های ایجاد آلودگی و کاهش آن نیز بررسی گردید و روش‌های کاهش از جمله مقاومت ارقام مختلف، مبارزه با آفات، زمانبندی کشت مناسب و سرعت عمل در خشک کردن محصول و کاهش رطوبت آن در دستورالعمل حاضر آورده شده است.

واژه‌های کلیدی: ذرت، آفلاتوکسین، اسپرژیلوس فلاووس



مقدمه

طبق گزارش FAO سلامت محصول غذایی یکی از سه پارامتر مهم در امنیت غذایی بحساب می‌آید. ذرت، پس از گندم و برنج، به عنوان سومین فرآورده مهم کشاورزی در جهان حائز اهمیت است. مایکوتوکسی‌ها ترکیبات شیمیایی حاصل از فعالیت قارچ‌های مختلفی هستند که در محصولات کشاورزی ایجاد می‌شوند و با آلوده نمودن مواد غذایی از یک سو سبب از بین رفتن ارزش غذایی و خسارات اقتصادی شده و از سوی دیگر باعث زیان‌های بهداشتی مانند بیماری‌های مزمن و حاد اولیه و یا اثرات ثانویه مانند سرطان‌زایی، جهش ژنتیکی، ناقص‌الخلقه‌زایی و مهار سیستم ایمنی می‌شوند. آفلاتوکسین‌ها از مهم‌ترین مایکوتوکسین‌ها و از مشتقات Bifurano coumarin و وابسته به وارفارین هستند، که عمدتاً به وسیله‌ی گونه‌های مختلف قارچ آسپرژیلوس (*Aspergillus spp.*) مانند *A.flavus*, *A.parasiticus* و گونه‌های دیگر از جمله پنی سیلیوم (*Penicilium spp.*) در شرایط ویژه‌ی زیستی، شیمیایی و محیطی تولید می‌گردند. تاکنون ۲۰ نوع آفلاتوکسین شناخته شده است که اهمیت ۶ نوع آن M2 و M1، G2، G1، B2، B1 به ویژه انواع G1، M1 و B1 در صنایع غذایی و سلامت انسان بیش از بقیه‌ی آنها است. آفلاتوکسی‌ها در شرایط لازم از جمله رطوبت بیش از ۱۵ درصد ماده اولیه، حداقل دمای محیطی ۲۵ درجه سانتی‌گراد، وجود هوای کافی و به طور ویژه در شرایط اقلیمی گرم و مرطوب در ذرت، گندم، جو، برنج، سویا، بادام‌زمینی، کنجاله پنبه، کنجد، پسته، تخمه کدو، خوراک و علوفه‌های دامی و... رشد و آنها را آلوده می‌کنند این زهر



قارچی در انسان و سایر حیوانات پس از ورود به بافت‌های کبد، کلیه، نای و بافت‌های زیرپوستی، غدد و معده آسیب می‌رسانند.

در سال‌های اخیر، استفاده از روش‌های شیمیایی و بیولوژیکی در توکسین‌زدایی آفلاتوکسین‌ها در محصولی مانند پسته افزایش یافته است و تحقیقات مختلفی در این زمینه در آزمایشگاه تحقیقات میکوتوکسین‌ها با استفاده از گاز اوزون و هم‌چنین آفت‌کش‌ها صورت گرفته است، لیکن در مورد محصولی مانند ذرت که آلودگی آن به آفلاتوکسین سبب انتقال این میکوتوکسین چه به صورت مستقیم (نان، پفک و ...) و چه به صورت غیر مستقیم (شیر و سایر لبنیات) به چرخه غذایی انسان شده می‌تواند عوارض خطرناکی در انسان ایجاد نماید. بدلیل مهیا بودن شرایط رشد قارچ مولد آفلاتوکسین در مراحل کاشت، داشت و برداشت همواره امکان افزایش آلودگی در تمامی این مراحل وجود دارد (شکل ۱). بنابراین بهترین و موثرترین روش در تولید محصول سالم، رعایت توصیه‌های فنی می‌باشد. از این رو اولین استراتژی در کاهش آفلاتوکسین ذرت، توقف رشد قارچ‌های مولد آن در مزرعه می‌باشد. استفاده از بذره‌های مقاوم در برابر حمله قارچ و آفات، استفاده از جدایه‌های غیر توکسین‌زا برای رقابت با جدایه توکسین‌زا در مزرعه، مبارزه و کنترل بموقع آفات ذرت، کشت در زمان مناسب، تناوب کشت، برداشت در زمان مناسب، خشک نمودن سریع محصول پس از برداشت و نگهداری در انبارهای بهداشتی و فاقد رطوبت از جمله روش‌هایی است که مورد استفاده قرار گرفته‌اند. در دستور العمل اخیر توصیه‌های فنی جهت پیشگیری و کاهش میزان آلودگی به آفلاتوکسین در مراحل مختلف



برداشت، فرآوری و انبارداری توسط آزمایشگاه تحقیقات میکوتوکسین‌ها در بخش تحقیقات بیماری‌های گیاهان موسسه تحقیقات گیاه پزشکی کشور تنظیم گردیده است. امید آن که با به کارگیری این توصیه‌ها توسط کلیه دست اندرکاران امر بتوان محصولی سالم با حداقل میزان آلودگی به آفلاتوکسین تولید نمود. (شکل ۲)



شکل ۱- (a) و (b) ذرت آلوده به قارچ اسپرژیلوس فلاووس، (c) آلودگی ذرت به قارچ بدلیل زخم‌های حاصل از فعالیت آفت



شکل ۲- ذرت‌های آسیب‌دیده توسط حشرات



دستور العمل

۱- رابطه بسیار زیادی بین منطقه کشت ذرت و میزان آلودگی به آفلاتوکسین وجود دارد، در مناطق مرطوب با درجه حرارت بالا احتمال وقوع آلودگی به آفلاتوکسین بسیار بالا است.

۲- در مناطقی که سرعت تبخیر آب سریع بوده، احتمال تنش خشکی و تنش کمبود نیتروژن وجود دارد که سبب آلودگی بیشتر محصول به قارچ شده و احتمال آلوده شدن محصول به آفلاتوکسین در این مناطق افزایش می یابد بنابراین تا حد امکان از ایجاد تنش و استرس باید جلوگیری شود. تحقیقات نیز نشان داد که در شرایط خشکسالی میزان آلودگی در محصول استان خوزستان و فارس افزایش چشمگیری داشته است.

۳- مبارزه و کنترل بموقع آفات (حشرات و لارو حشرات). فعالیت آفات ذرت سبب می شود که زخم های حاصل از فعالیت آفت، راهی برای نفوذ قارچ درون گیاه شده و از سوی دیگر سبب تنش در گیاه شده و نهایتاً گیاه را در برابر فعالیت قارچ تضعیف می نماید.

۴- کشت در زمان مناسب یکی از فاکتورهای مهم در کاهش میزان آلودگی به آفلاتوکسین و همچنین افزایش بهره وری در تولید محصول است. بر اساس شرایط آب و هوایی منطقه و همچنین بسته به نوع رقم، ارقام دیررس (مانند KSC704)، متوسط رس (مانند KSC ۶۰۴)، زودرس (مانند KSC305) زمانبندی کشت متفاوت بوده و معمولاً از نیمه دوم



اردیبهشت تا اواسط خرداد زمان مناسب کشت ذرت بحساب می‌آید، همچنین اگر زمانبندی کشت به گونه‌ای تنظیم شود که از زمان افزایش فعالیت آفاتمانند کرم ساقه‌خوار بگریزد، میزان آسیب‌های فیزیکی بستر فعالیت قارچ نیز کاهش می‌یابد.

۵- فاصله بذرها در زمان کاشت به اندازه‌ای باشد تا از تراکم بیش از حد گیاه در مزرعه جلوگیری گردد، هر چند تراکم بین ۲۰۰۰۰ تا ۶۰۰۰۰ بوته در هکتار برای کشت ذرت پیشنهاد شده است ولی تراکم کشت از یک منطقه به منطقه دیگر متفاوت بوده و هرچقدر میزان تراکم کمتر باشد احتمال انتقال اسپور قارچ به کاکل گیاه کاهش یافته و در نتیجه، این امر سبب خواهد شد که از آلودگی گسترده محصول جلوگیری گردد.

۶- تناوب کشت رعایت شود. تناوب کشت ذرت با محصولی که میزبان خوبی برای اسپرژیلوس نیست مانند سویا و یا سیب‌زمینی و همچنین از بین بردن بقایای گیاهی پس از برداشت محصول، سبب کاهش آلودگی قارچی در کشت بعدی خواهد شد.

۷- برداشت به موقع در زمان خشک شدن محصول، یکی از راه‌های مناسب جهت مبارزه با آلودگی ذرت می‌باشد. تاخیر سه هفته‌ای در برداشت میزان آلودگی را چهار برابر و تاخیر چهار هفته‌ای در برداشت سبب آلودگی هفت برابری محصول به آفلاتوکسین می‌گردد.

۸- رطوبت و دما فاکتورهای مهمی در افزایش آلودگی محصول پس از برداشت هستند. اگر رطوبت در دانه ذرت بالا باشد پس از گذشت سه روز در حضور جدایه توکسین‌زا میزان آلودگی به آفلاتوکسین ده برابر



خواهد شد. یک توصیه کلی آن است که محصول به سرعت پس از برداشت خشک شود و رطوبت آن کاسته شود، رطوبت محصول در زمان انبارداری باید بین ۱۰ تا ۱۳ درصد باشد. بدلیل اهمیت زمان در کاستن رطوبت پیشنهاد می گردد حتما از دستگاه‌های خشک کن استفاده گردد و از خشک نمودن زیر نور خورشید پرهیز شود. استفاده از خشک کن‌های دارای تجهیزات کنترل دما و محاسبه زمان لازم برای خشک شدن محصول ضروری است.

۹- اصول بهداشتی و تمیز کردن محوطه و دستگاه‌ها باید در زمان خشک کردن و مراحل فرآوری رعایت شود.

۱۰- انبارها باید در برابر دما و رطوبت عایق باشند. تمامی قسمت‌های انبار از جمله کف و دیوارهای آن باید بدون ترک خوردگی و شکاف بوده تا امکان ایجاد آلودگی محصول در زمان انبارداری کاهش یابد.

۱۱- با استفاده از تجهیزات کنترل خودکار دمای پایین در انبار باید با دمای تمام محوطه انبار یکسان شود تا از تجمع رطوبت در محصول جلوگیری شود.

۱۲- از انباشته نمودن مقادیر زیاد محصول روی هم جلوگیری شود و همواره محصول در انبار جا به جا گردد و تهویه در انبار به خوبی صورت پذیرد.

۱۳- با آفات انباری از جمله جوندگان و حشرات مبارزه شود، وجود این آفات سبب پراکنده شدن قارچ در محصولات می‌شود. تحقیقات نشان



داده است که در صورت کنترل شرایط ذکر شده در بالا میزان آلودگی ذرت به مراتب کاهش خواهد یافت.

۱۴- در صورت عدم دسترسی به انبارهای استاندارد، استفاده از دود حاصل از سوختن چوب در محل نگهداری محصول، سبب کاهش میزان قارچ و آفلاتوکسین خواهد شد. در صورت امکان می توان از گاز اکسید تیلن به جای دود استفاده نمود.

۱۵- از آفت کش های شیمیایی گروه A که بیماری زایی آنها برای انسان مشخص شده است در محل ذخیره محصول استفاده نگردد زیرا این ترکیبات خطر بالقوه ای نیز برای انسان در پی خواهند داشت.

۱۶- ذرت های آسیب دیده توسط حشرات یا دانه هایی که آلودگی به قارچ در آنها مشهود است جداسازی شوند و با سایر دانه ها مخلوط نگردند. جداسازی دانه های آسیب دیده از دانه های سالم بر اساس رنگ، شکل و اندازه ظاهری می تواند بین ۴۰ تا ۸۰ درصد آلودگی محصول به آفلاتوکسین را کاهش دهد.

۱۷- استفاده از ارقام مقاوم در برابر قارچ آسپرژیلوس. تا کنون بذرهای مقاوم در زمینه آفلاتوکسین ها در کشور تولید نشده و به صورت تجاری وجود ندارد، هیبریدهای ۴۹۹، ۶۰۲، ۶۶۶، ۶۱۷، ۶۱۹، H، Geta، و Kurdana ... ذرت که در مغان و استان های فارس و خوزستان کشت می شدند از نظر آلودگی به آفلاتوکسین ها تفاوت معنی داری نداشتند، در حالیکه لاین های مقاوم مختلفی از ذرت در آمریکا و آفریقا به صورت



تجاری تولید شده‌اند و شاید به‌عنوان اولین قدم برای کاهش آفات توکسین در ذرت، تهیه بذور مقاوم از کشورهای تولید کننده آن است.

۱۸- استفاده از جدایه‌های غیر توکسین‌زا در مزرعه برای رقابت با جدایه‌های غیر توکسین‌زا، گزینه‌ای است که در کشورهای توسعه یافته قابل قبول بوده و محصول‌های تجاری آن با نام‌های [®]Afla-Guard و [®]Aflasafe و .. در بازار جهانی در دسترس بوده و نشان دهنده نیاز به تحقیقات بیشتر در کشور جهت تهیه و تولید جدایه‌های غیر توکسین‌زای بومی است .



منابع

1. Karami-Osboo, R, M. Mirabolfathy, R. Kamran, M.S.Boushehri, S Sarkari. (2012). Aflatoxin B1 in maize harvested over 3 years in Iran. Food Control, vol. 23: 271-274.
2. Karami-Osboo, R., M. Mirabolfathy, Ramin Miri, Katayoun Javidnia. Evaluation of two different *Saccharomyces cerevisiae* strains in reduction of aflatoxin B1, B2, G1 and G2. The 3rd Iranian Congress of Natural Toxins 2014. Shahid Beheshti University of Medical Science. P56-60.
3. Khanafari, H. Soudi, M. Miraboulfathi and Karami-Osboo, R, 2007, An in vitro Investigation of Aflatoxin B1 Biological Control by *Lactobacillus Plantarum*. Pakistan Journal of Biological Sciences 10: 1596-1603.
4. Park DL. (1993). Perspectives on mycotoxin decontamination procedures. Food Addit Contam. 10 (1): 49-60.
5. Chulze SN. (2010). Strategies to reduce mycotoxin levels in maize during storage : a review. Food Addit Contam Part A. 27(5):651-7



Abstract

Food supply and food security have got important social, economical and political role in all countries around the world. In this regard, attention to food security in recent years has been among the concerns of responsible agencies. After wheat and rice; maize is the third most important agricultural products in the world. This valuable agricultural product, provides about 70 percent of poultry feed and is useful seed for the production of edible oil, starch, glucose and several other products. Research has shown that, in some cases, maize is contaminated to high levels of aflatoxins. Aflatoxins, metabolites of the fungus *Aspergillus flavus*, are potent liver toxins and carcinogens in animals, and may also be human carcinogens. Pre-and postharvest contamination of aflatoxin in maize is a major health deterrent for human. Pre harvest aflatoxin contamination of maize is associated with drought and high temperatures during grain filling, but postharvest aflatoxin contamination can develop when grain is improperly managed through the drying and storage process. The best way to produce a healthy product, is applying the technical recommendations to prevent contamination. Here we present some practical instructions for reduction of aflatoxins in maize products of Iran. Some effective parameters that reduce the incidence of Aflatoxins contamination include timely planting, maintaining optimal plant densities, avoiding drought stress, controlling other plant pathogens, weeds, pests, crop rotation, early harvest and storing products at less of 13% moisture in a clean, fresh and dry place with good air circulation system.

Key words: *Zea mays*, Aflatoxin, *Aspergillus flavus*



Ministry of Jihad-e-Agriculture
Agricultural Research, Education & Extension Organization
Iranian Research Institute of Plant Protection

Instruction Title: Reduction Aflatoxins in maize

Project Titles:

Project Title	Project Number
Aflatoxin B1 evaluation of two hybrids of corn crop in Fars, Khuzestan and Moghan	0-100-100000-02-0000-85089
Study on decontaminating potential of <i>Saccharomyces cerevisiae</i> strains of Aflatoxin B1,B2,G1 and G2	7-16-16-89078

Authors: Rouhollah Karami-Osboo, Mansoureh Mirabolfathi

Publisher: Iranian Research Institute of Plant Protection

Date of Issue: 2015



**Ministry of Jihad-e-Agriculture
Agricultural Research, Education & Extension Organization
Iranian Research Institute of Plant Protection**

Applied Instruction

Reduction of aflatoxins in maize

**Rouhollah Karami-Osboo
Mansoureh Mirabolfathi**

Registration No.

47105

2015



**Ministry of Jihad-e-Agriculture
Agricultural Research, Education and Extension Organization
Iranian Research Institute of Plant Protection**

Applied Instruction

Reduction of aflatoxins in maize

**Rouhollah Karami-Osboo
Mansoureh Mirabolfathi**

Registration No.

47105

2015