بسم الله الرحمن الرحيم

دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

دانشکده مهندسی زراعی

گروه مهندسی علوم و صنایع غذایی

پایان نامه جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد(M.Sc) در رشته مهندسی علوم و صنایع غذایی

بررسی اثر فرایند تهیه نان بر روی تغییرات سطوح آفلاتوکسین

استاد راهنما:

دکتر جعفر محمدزاده میلانی

استاد مشاور:

دکترسید سامان سید جعفر نظری

دانشجو:

المیرا بامیار

« دی ماه ۱۳۹۱»

تقدیم به الهه پرستش

مادرم

واسطوره صبر

پدرم

و تقدیم به

آنان که دوستشان دارم

"سپاس فراوان خدایی را که همواره حامی و یاری گر ماست"

الهی تو خواستی نه من خواستم، تو آنی که خود گفتی، عظیم شانی و قدیم احسانی، دیده را نهانی و جان را عیانی، زندگانی همه بایاد تو و شادی همه بایافت تو. خدایا آن نیستم که باید، آنم کن.

با عمیق ترین سپاسگزاری ها بایل هستم از تمامی کسانی که در مسیر زندگی من قرار گرفته و با حضورشان الهام بخش من شدند و ذهنم را روشنی بخشیدند تشکر کنم.

از پدر و مادر عزیزم که چون شمع به پایم می سوزند، به سان مهتاب بر شبهای تارم می تابند، یاران با محبت روزهای سخت زندگیم سپاسگذارم.

از دردانه خواهرم که گنجینه قلبم آکنده از محبت های بی دریغ اوست سپاسگذارم.

از استاد بزرگوارم جناب آقای دکتر جعفر محمد زاده میلانی که در کلیه مراحل انجام و تدوین این پایانامه همراهم بوده و با راهنمایی های خردمندانه در به ثمر رسیدن این پایانامه تأثیر شایانی داشته اند سپاسگذارم.

از استاد مشاورم آقای دکتر سید سامان سید نظری که با مشاوره های خود راه را برای ادامه پایانامه هموار نمودند و با حسن نیت خود یاریگر من بودند سپاسگذارم.

از اساتید فرزانه و دلسوز؛ جناب آقای دکتر کسایی و خانم دکتر رقنی که زحمت داوری این رساله را متقبل شدند؛ کمال تشکر و قدردانی را دارم.

با تشکر از آنان که نامشان و خاطراتشان نقشی ماندگار بر ذهنم بر جای نهاده است و خاطره آفرینان دوران کوتاه اما به یادماندنی خوش تحصیلم در ساری.

چکیده

در این پژوهش اثر فرایند تهیه نان بر روی تغییرات سطوح آفلاتوکسین مورد بررسی قرار گرفت. برای این منظور ابتدا سم خشک آفلاتوکسین (مخلوط آفلاتوکسین B1، B2، G1 و G2) به آرد اضافه شد و سپس نان از آرد آلوده تهیه گردید. برای تهیه خمیر از سه نوع مخمر موجود در بازار شامل مخمر خشک فعال، مخمر خشک فوری و مخمر تر استفاده شد. وجود سم آفلاتوکسین در آرد، خمیر و نان در ابتدا برای بررسی اولیه تحت لامپ UV قرار گرفت و سپس میزان آن توسط دستگاه کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا با آشکارساز فلوئورسنس اندازه‌گیری شد. میزان سم آفلاتوکسین موجود در خمیر، در دو مرحله پروف اولیه و پروف نهایی اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که تمام نمونه ها از خود نور زرد مایل به سبز ساطع کردند که نشانه وجود آفلاتوکسین در آنها بود. نتایج حاصل از دستگاه HPLC نشان داد بیشترین میزان کاهش آفلاتوکسین در هر سه نوع مخمر در طی پروف اولیه بوده است. در آفلاتوکسین B1 کمترین میزان کاهش مربوط به مرحله پخت بود و در سایر انواع مخمر مربوط به مرحله پروف نهایی بوده است. تمام انواع آفلاتوکسین جز نوع B1 پس از تخمیر حساس به حرارت شده‌اند و در طی پخت به طور چشمگیری میزان آنها کاهش یافته است و دیگر قابل اندازه‌گیری نمی‌باشد و تقریبا می توان گفت به طور کامل از بین رفته است. بیشترین میزان کاهش در آفلاتوکسین B1 مشاهده شد ولی به دلیل میزان اولیه بیشتر این سم در نهایت به میزان بیشتری در نان باقیمانده است. پیشنهاد می گردد از آنجا که بهترین نوع مخمر برای تولید نان با این نوع آرد مخمر خشک فوری است، از مخمر تر برای تهیه این نوع از نان استفاده نگردد..

واژگان کلیدی: آفلاتوکسین، مخمر، خمیر، نان، کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا.

فهرست مطالب:

عنوان **صفحه**

فصل اول: مقدمه و کلیات

۱-۱. مقدمه ۱

۱-۲. مایکوتوکسینها ۲

۱-۲-۱. ومی توکسین ۵

۱-۲-۲. تی_ دو توکسین ۵

۱-۲-۳. زیرالنون ٦

۱-۲-٤. فومونیزین ٦

۱-۲-۵. آفلاتوکسین ۷

۱-۲-۵-۱. تاریخچه افلاتوکسین ۸

۱-۲-۵-۲. کلیاتی درباره افلاتوکسین ۹

۱-۲-۵-۳. شرایط محیطی تولید افلاتوکسین ۱۰

۱-۲-۵-٤. ویژگیهای فیزیکی و شیمیایی افلاتوکسین ۱۱

۱-۲-۵-۵. انواع افلاتوکسین ۱۲

۱-۲-۵-٦. نحوه بیماریزائی افلاتوکسین ها ۱۵

۱-۲-۵-۷. پیشگیری و کنترل آفلاتوکسیکوز ۱۷

۱-۲-۵-۸. LD_{50} افلاتوکسین ۱۸

۱-۳. روش‌های تخلیص و شناسایی زهرابه قارچی و باکتریائی ۱۹

۱-۳-۱. روشهای زیستی ۱۹

۱-۳-۲. روشهای ایمونولوژی ۱۹

۱-۳-۲-۱. روشهای انتشار در ژل ۱۹

۱-۳-۲-۲. سنجش به روش هماگلوتیناسیون ۲۰

۱-۳-۲-۳. کواگلوتیناسیون ۲۰

۱-۳-۲-٤. آگلوتیناسیون ذرات لاتکس فعال و معکوس ۲۰

۱-۳-۲-۵. ایمونوالکتروفورز ۲۰

۱-۳-۲-٦. الایزا ۲۱

۱-۳-۲-۷. الایزا ۲۱
۱-۳-۲-۸. روشهای مبتنی برکروماتوگرافی ۲۲
۱-۳-۲-۹. روش رادیوایمنواسی ۲۳
۱-۳-۲-۱۰. روش پروبهای اسیدنوکلئیک و واکنش زنجیرهای پلیمراز ۲۳
۱-٤. گندم: **۲۳**
۱-٤-۱. اهمیت آلودگی قارچی در گندم ۲٤
۱-۵. نان **۲۵**
۱-۵-۱. آرد گندم ۲٦
۱-۵-۲. آب ۲٦
۱-۵-۳. نمک طعام ۲٦
۱-۵-٤. مخمر: ۲۷
۱-۵-٤-۱. انواع مخمر: ۳۰
۱-۵-٤-۱-۱. مخمر خشک فعال: ۳۰
۱-۵-٤-۱-۲. مخمر خشک فوری: ۳۰
۱-۵-٤-۱-۳. مخمر تر : ۳۱
۱-۵-۵. آماده سازی خمیر: ۳۲
۱-۵-۵-۱.پروف (استراحت) اولیه ۳٤
۱-۵-۵-۲.پروف میانی ۳۵
۱-۵-۵-۳. پروف نهایی ۳۵
۱-۵-٦. پخت: ۳٦
۱-۵-۷. نان بربری ۳٦
۱-۵-۷-۱. خصوصیات و معیارهای ارزشیابی نان بربری ۳۷
۳-۲-۱. سم آفلاتوکسین ٤۵
۳-۲-۲. آرد ٤۵
۳-۲-۳. مخمر ٤۵
۳-۲-٤. نمک طعام ٤۵
۳-۲-۵. آب ٤۵
۳-۳-۱. فرمولاسیون خمیر ٤٦
۳-۳-۲. تهیه خمیر و پخت ٤٦

۳-۳-۳. آلوده سازی آرد به وسیله سم آفلاتوکسین ٤٧
۳-۳-٤. استخراج آفلاتوکسین از آرد ٤٨
۳-۳-٥. استخراج آفلاتوکسین از خمیر ٤٨
۳-۳-٦. استخراج آفلاتوکسین از نان ٤٩
۳-۳-۷. مشاهده اولیه تحت تابش لامپ ماورا بنفش ٤٩
۳-٤. دستگاه HPLC ٤٩
۳-٤-۱. شرایط دستگاه HPLC و آنالیز نمونهها ٥١
۳-٤-۲. آنالیز پیک های ظاهر شده با HPLC: ٥٣
۳-٥. آنالیز آماری ٥٤
٤-۱. شناسایی مقدماتی وجود آفلاتوکسین در نمونه های مورد بررسی با استفاده از نور UV: ٥٦
٤-۲. آفلاتوکسین B1: ٥٦
٤-۲-۱. اثر استفاده از مخمر خشک فعال بر آفلاتوکسین B1: ٥٧
٤-۲-۲. اثر استفاده از مخمر خشک فوری بر آفلاتوکسین B1: ٥٨
٤-۲-۳. اثر استفاده از مخمر تر بر آفلاتوکسین B1: ٥٩
٤-۲-٤. مقایسه اثر مخمرهای مصرفی بر آفلاتوکسین B1: ٦٠
٤-۳. آفلاتوکسین B2: ٦٤
٤-۳-۱. اثر استفاده از مخمر خشک فعال بر آفلاتوکسین B2: ٦٥
٤-۳-۲. اثر مخمر خشک فوری بر آفلاتوکسین B2: ٦٦
٤-۳-۳. اثر مخمر تر بر آفلاتوکسین B2: ٦٧
٤-۳-٤. مقایسه اثر مخمرهای مصرفی بر آفلاتوکسین B2: ٦٨
٤-٤. آفلاتوکسین G1: ۷۰
٤-٤-۱. اثر مخمر خشک فعال بر آفلاتوکسین G1: ۷۱
٤-٤-۲. اثر مخمر خشک فوری بر آفلاتوکسین G1: ۷۲
٤-٤-۳. اثر مخمر تر بر آفلاتوکسین G1 : ۷۳
٤-٤-٤. مقایسه اثر آفلاتوکسین G1 در مخمرهای مصرفی: ۷٤
٤-٥. آفلاتوکسین کل ۷۷

٤-٦. نتیجه گیری کلی ٧٩
٤-٧. پیشنهادات ٨٠

فهرست جداول:

عنوان **صفحه**

جدول ۱: ویژگی انواع مخمر ۳۱

جدول ۲: میزان آفلاتوکسین B1 باقی مانده در طی فرایند تهیه نان ۵۷

جدول ۳: میزان آفلاتوکسین B2 باقی مانده در طی فرایند تهیه نان ٦۵

جدول ٤: میزان آفلاتوکسین G1 باقی مانده در طی فرایند تهیه نان ۷۰

جدول ۵: میزان آفلاتوکسین کل باقی مانده در طی فرایند تهیه نان ۷٦

فهرست اشکال:

عنوان **صفحه**

شکل۱: ساختمان مولکولی باز انواع سموم آفلاتوکسین ۱۲

شکل ۲: شمایی کلی از مرحل آماده سازی خمیر جهت پخت نان..... ٤٧

شکل۳: دستگاه HPLC..... ٥١

شکل ٤:کروماتوگرام استاندارد آفلاتوکسین B1,B2,G1,G2 ..... ٥٤

شکل٥: تاثیر فرایند تهیه نان در سه مرحله بر میزان آفلاتوکسین B1 با مخمر خشک فعال ٥٨

شکل ٦: تاثیر فرایند تهیه نان در سه مرحله بر میزان آفلاتوکسین B1 با مخمر خشک فوری ٥٩

شکل ۷: تاثیر فرایند تهیه نان در سه مرحله بر میزان آفلاتوکسین B1 با مخمر تر ٦٠

شکل ۸: تاثیر انواع مخمر بر میزان تغییرات آفلاتوکسین B1 در پروف اولیه ٦١

شکل ۹: تاثیر انواع مخمر بر میزان تغییرات آفلاتوکسین B1 در پروف نهایی ٦٢

شکل ۱۰: تاثیر انواع مخمر بر میزان تغییرات آفلاتوکسین B1 در نان ٦٣

شکل ۱۱: تاثیر فرایند تهیه نان در سه مرحله بر میزان آفلاتوکسین B2 با مخمر خشک فعال..... ٦٥

شکل ۱۲: تاثیر فرایند تهیه نان در سه مرحله بر میزان آفلاتوکسین B1 با مخمر خشک فوری ٦٦

شکل ۱۳: تاثیر فرایند تهیه نان در سه مرحله بر میزان آفلاتوکسین B1 با مخمر تر ٦٧

شکل ١٤: تاثیر انواع مخمر بر میزان تغییرات آفلاتوکسین B2 در پروف اولیه..... ٦٨

شکل ۱٥: تاثیر انواع مخمر بر میزان تغییرات آفلاتوکسین B2 در پروف نهایی..... ٦٩

شکل ١٦: تاثیر فرایند تهیه نان در سه مرحله بر میزان آفلاتوکسین G1 با مخمر خشک فعال ۷٠

شکل ۱۷: تاثیر فرایند تهیه نان در سه مرحله بر میزان آفلاتوکسین G1 با مخمر خشک فوری ۷۱

شکل ۱۸: تاثیر فرایند تهیه نان در سه مرحله بر میزان آفلاتوکسین G1 با مخمر تر ۷۲

شکل ۱۹: تاثیر انواع مخمر بر میزان تغییرات آفلاتوکسین G1 در پروف اولیه ۷۳

شکل ۲۰: تاثیر انواع مخمر بر میزان تغییرات آفلاتوکسین G1 در پروف نهایی ۷٤

شکل ۲۱: میزان آفلاتوکسین باقیمانده در طی پروف اولیه ۷۶

شکل ۲۲: میزان آفلاتوکسین باقیمانده در طی پروف نهایی ۷۷

فصل اول

« مقدمه و کلیات »

۱-۱. مقدمه

آفلاتوکسین ها ، متابولیت های ثانویه تولید شده بوسیله گونه هایی از آسپرژیلوس خصوصا آسپرژیلوس فلاووس و آسپرژیلوس پارازیتیکوس می باشند. این قارچ ها می توانند بر روی مواد غذایی خاصی تحت شرایط مطلوبی از دما و رطوبت رشد کرده و آفلا توکسین ها را قبل و یا در طی برداشت ، جابجایی، حمل و نگهداری تولید کنند. چهار گروه عمده از آفلاتوکسین ها در غلات عبارتند ازآفلاتوکسین B_1، آفلاتوکسین B_2، آفلاتوکسین G_1 و آفلاتوکسین G_2. این ترکیبات سرطان زا بوده و از عوامل ایجاد کننده جهش و ناهنجاری های ژنتیکی می باشند. آفلاتوکسین B_1، سمی ترین ترکیب در این سری، به عنوان یکی از قوی ترین ترکیبات سرطان زا می باشد.

مصرف نان در تغذیه به منظور تأمین انرژی و پروتئین کاربرد فراوانی دارد. مهمترین نگرانی و چالش مطرح، آلودگی‌های قارچی و مشتقات آنها مانند آفلاتوکسین‌ها است.آفلاتوکسین‌ها در شرایط ویژه بیولوژیکی، شیمیایی و محیطی از پسته، بادام زمینی، نان‌کپک زده، ماکارونی، علوفه،کاه آلوده، مواد دانه‌ای قابل تخمیر، غلات سورگوم سبز خرد شده، دانه سورگوم ، برنج، ذرت، بلغور، دانه کتان، دانه‌های سویا، ادویه‌جات و خشکبار جدا شده‌اند. آلودگی به آفلاتوکسین می‌تواند موجب بروز عوارضی در اندام‌های مختلف بدن و تضعیف سیستم ایمنی بدن گردد.

سالانه در کشور ما خصوصا در مناطق مرطوب میزان زیادی گندم به دلیل رشد این قارچ به هدر می رود در نتیجه ایجاد روشی که بتوان در محصولات مورد نظر میزان این سم را کاهش داد صرفه اقتصادی دارد. احتمال می رود در خمیر آنزیم ها فعال شده و باعث نابودی آفلاتوکسین ها شوند. در طی پخت نیز احتمال می رود این سم های حساس شده در اثر تخمیر با وجود مقاوم به حرارت بودن از بین بروند.

فرضیه های این پژوهش عبارتند از:

۱) فرایند تخمیر به دلیل فعال سازی آنزیم ها می تواند اثر کاهنده بر روی آفلاتوکسین ها داشته باشد.

۲) فرایند پخت که پس از تخمیر به کار می رود به دلیل آسیب پذیرتر شدن آفلاتوکسین ها در اثر تخمیر، باعث افزایش حساسیت آنها به حرارت می شود.

۳) فراوری مخمر به روش های مختلف بر فعالیت آنزیمی و در نتیجه نابودی آفلاتوکسین ها اثر گذار است.

هدف از این پژوهش کاهش میزان آفلاتوکسین با استفاده از تیمارهای مختلف تخمیر و پخت می باشد.

۱) اندازه گیری میزان آفلاتوکسین B1,B2,G1,G2.

۲) تعیین میزان تاثیر هر یک از مراحل تخمیر اولیه، تخمیر میانی، تخمیر نهایی و پخت بر میزان آفلاتوکسین ها.

۳) تعیین کارایی مخمر های فرآوری شده به روش های مختلف.

۱-۲. مایکوتوکسین‌ها

زهرابه‌ها مواد زیان آوری هستند که توسط موجودات زنده از جمله حیوانات، گیاهان، باکتری-ها و قارچ‌ها تولید می‌شوند. این مواد در بعضی از خصوصیات از سموم صنعتی متمایز می‌باشند و به شکل کاملاً طبیعی ساخته می‌شوند. توکسین‌ها به بخار تبدیل نمی‌شوند و قدرت سمیت آن‌ها نسبت به وزنشان بسیار زیاد است. چندین نوع ماده سمی توسط میکروارگانیسم‌ها تولید می‌شوند که به انواع زهرابه‌های اختصاصی و غیراختصاصی بر روی میزبان طبقه‌بندی می‌گردند. زهرابه‌های غیراختصاصی برای میزبان باعث افزایش شدت بیماری ناشی از سایر بیمارگرها می‌شوند، اما برای ایجاد بیماری در بیمارگر مهاجم ضروری نیستند. زهرابه‌های میزبان اختصاصی برای ایجاد بیماری توسط بیمارگر مهاجم در میزبان ضروری هستند (ایزد پناه و همکاران، ج۱، ۱۳۸۹).

به طور کلی توکسین‌هائی که به وسیله قارچ‌ها تولید می‌شوند، زهرابه‌های قارچی یا مایکوتوکسین[1] نامیده می‌شوند (رنجبر، ۱۳۸۷). زهرابه‌های قارچی ترکیبات ثانویه متابولیکی هستند که توسط کپک‌ها ساخته شده و دارای خواص سمی می‌باشند. واژه مایکوتوکسین از دو لغت یونانی با نام Mykes به معنی قارچ و Toxicum به معنی سم گرفته شده است. تاکنون بیش از ۱۰۰۰۰ نوع

[1]. Mycotoxin

مایکوتوکسین از کشت‌های خالص قارچی در شرایط آزمایشگاهی تهیه شده اند. به طور کلی قارچ‌های اصلی تولید کننده زهرابه را می توان به پنج گروه تقسیم کرد:

۱- جنس آسپرژیلوس: افلاتوکسین‌های B، G و M، اکراتوکسین A

۲- جنس پنی‌سیلیوم: اکراتوکسین A، سیترینین، پاتولین

۳- جنس فوزاریوم[1]: داکسی نیوالنول، نیوالنول، زیرالنون، T_2 توکسین، فامونیسین، مونیلی فورمین

٤- جنس آلترناریا: اسید تیازونیک، آلترناریول، آلترناریول متیل اتر، تنتوکسین

۵- جنس کلاویسپس: آلکالوئیدهای ارگوت (استاندارد ملی ایران، ۱۳۸۲؛ قربانیان و همکاران، ۱۳۸۰؛ مهدی زاده و همکاران، ۱۳۷۷؛ مهدی زاده و همکاران، ۱۳۸۷).

مایکوتوکسین‌ها متابولیت‌های ثانویه قارچ‌های رشته‌ای هستند که باعث بروز واکنش‌های مسمومیتی مایکوتوکسیکوزیس[2] می‌شوند. قارچ‌های فوزاریوم، آسپرژیلوس، پنیسیلیوم، کلاویسپس و آلترناریا فروانترین قارچ‌هایی هستند که این سموم را تولید می‌کنند و غذای انسان و خوراک حیوانات را در طول دوره رشد گیاه در مزرعه و یا دوره انبارداری آلوده می‌نمایند. یک قارچ می‌تواند مایکوتوکسین‌های متفاوتی تولید کند و این به معنی آن است که یک مایکوتوکسین می‌تواند توسط قارچ‌های متفاوت تولید شود. قارچ‌های رشته‌ای در پاسخ به شرایط تنش همچون گرما، سرما، انجماد، تغییراتpH، رطوبت و فقدان یا محدودیت اکسیژن، مایکوتوکسین‌ها را ترشح می‌نمایند (یعقوبی، ۱۳۹۱).

مایکوتوکسین ها فرآورده سه گروه از قارچ ها می باشند.

- قارچ های ماکروسکپی : مانند قارچ آمانیتا
- قارچ های پارازیت : این قارچ ها به گیاهان و حیوانات حمله کرده و در آنها ایجاد بیماری می کنند.
- قارچ های به اصطلاح انباری

این قارچ ها تحت شرایط خاص قادرند روی مواد خوراکی و محصولات و فرآورده های گیاهی از زمان برداشت، عمل آوری تا حمل و نقل و انبارداری سریعا" رشد نمایند.

[1]. Fusarium

[2] Mycotoxicosis

مایکوتوکسین ها در دانه غلات و علوفه‌ها قبل از برداشت، هنگام برداشت و بعد از برداشت در شرایط آب و هوایی مختلف تولید می شوند .

اگر غلات در شرایط آب و هوایی معتدل، نیمه معتدل و استوایی تولید شوند، و در فصل برداشت، رطوبت زیاد و بارندگی وجود داشته باشد احتمال آلودگی غلات با قارچ وجود دارد.

اثرمایکوتوکسین ها از طریق چهار مکانیسم اعمال می گردد :

۱ -کاهش خوراک مصرفی یا امتناع از مصرف خوراک

۲ -کاهش جذب مواد مغذی و متابولیسم ضعیف

۳ -تغییر در سیستم های درون ریز و برون ریز

٤ -سرکوب سیستم ایمنی

آلودگی توسط کپک ها منجر به بیماری می شود که به آن مایکوزیز می گویند. سطوح مایکوتوکسین ها در غذای انسان چه با منشا گیاهی و چه دامی هر روز نگران کننده تر می شود.

کنترل رشد کپک و تولید مایکوتوکسین ها برای کارخانه های خوراک دام و دامداری ها بسیار مهم است . کنترل رشد کپک در مواد خوراکی از طریق نگهداری مواد در رطوبت های پایین، استفاده از تجهیزات تمیز و بازدارنده های رشد کپک است . غلات و سایر مواد خوراکی خشک باید در رطوبتی کمتر از ١٤ درصد نگهداری شوند. میزان مایکوتوکسین ها با تاخیر در برداشت در بارندگی و آب و هوای سرد افزایش می یابند . غلظت مایکو توکسین ها در ذرات ریز و دانه های شکسته یا آسیب دیده حداکثر است . پس تمیز کردن می تواند به کاهش غلظت مایکوتوکسین ها کمک کند.

انبار ها باید موادخوراکی را از باران و سایر منابع آبی حفظ کنند . تهویه انبار غلات برای خشک نگهداشتن مواد مهم است. از انبار کردن مواد خوراکی مرطوب در نزدیکی مواد خوراکی خشک باید پرهیز شود . هنگامیکه کپک یا سایر میکروارگانیسم های مسبب فساد رشد می کنند وگرما تولید می شود. گرمای تولید شده می تواند بسیار شدید باشد به طوری که سبب احتراق خود به خودی و آتش سوزی شود.

نفوذ هوا پس از سیلو کردن می تواند به رشد میکروارگانیسم های مقاوم به اسید ، افزایش pHو سپس رشد کپک کمک کند . اندازه سیلو باید با اندازه مصرف مطابقت داشته باشد به گونه ای که سرعت برداشت روزانه سیلاژ سریعتر از فساد آن باشد.

استفاده از بازدارنده های شیمیایی برای رشد کپک در صنعت خوراک نیز حائز اهمیت است.

انواع بازدارنده های شیمیایی کپک عبارتند از :

۱ – یک یا مجموعه ای از اسید های آلی مثل اسید پروپیونیک ، سوربیک ، بنزوئیک و استیک

۲ – نمک اسیدهای آلی مثل کلسیم پروپیونات و پتاسیم سوربات

۳ – سولفات مس جامد یا محلول

معمولا ممانعت کننده های اسیدی نسبت به نمک مربوطه فعالترند.

برخی مواد خوراکی ممکن است دارای ترکیباتی باشند که برای رشد کپک و تولید مایکوتوکسین ها اثر بازدارندگی داشته باشند (حمزه خانی و همکاران، ۱۳۸۸).

۱-۲-۱. ومی توکسین

ومی توکسین که دئوکسی‌نیوالنون[1] هم نامیده می شود در ذرت و گندم آلوده دیده شده است . ومی توکسین ، مایکوتوکسین تولیدی توسط فوزاریوم گرامینروم[2] می باشد . ومی توکسین سبب کاهش تولید شیر در گاو های شیری ، استفراغ در خوک یا امتناع از مصرف خوراک و سرکوب سیستم ایمنی در چندین گونه حیوانی می شود.

۱-۲-۲. تی_ دو توکسین[3]

مایکو توکسین تولید شده توسط فوزاریوم تریسیکتوم[1] است که در بخش کمی از مواد خوراکی دیده می شود . در گاو های شیری سبب امتناع از مصرف خوراک ، کاهش تولید ، تورم

[1] Deoxynivalenone
[2] Fusarium graminerum
[3] T2toxin