تاریخ: ۹٤/۰٦/۱۰

شماره: ۲ / دوم

ارزیابی سودمندی توکسین بایندرها در تغذیه‌ی دام و طیور

مقدمه

روش‌های مختلفی برای از بین بردن اثرات مایکوتوکسین‌ها از خوراک‌های آلوده وجود دارد. شاید بتوان عنوان کرد که در صنعت خوراک عملی‌ترین و کاربردی‌ترین روش حذف مایکوتوکسین‌ها استفاده از باندکننده‌ها می‌باشد. در ادامه سعی بر آن خواهد شد که به صورت مختصر پتانسیل انواع مایکوتوکسین بایندرها شرح داده شود تا در حد امکان بتواند راهنمایی برای انتخاب این قبیل محصولات در تغذیه‌ی دام و طیور باشد.

مایکوتوکسین بایندر

راه‌های عملی برای جلوگیری از آلودگی خوراک با مایکوتوکسین‌ها وجود ندارد، بایندرها برای جلوگیری از جذب توکسین‌ها در دستگاه گوارش حیوانات پیشنهاد داده شدند. این امر برای حداقل کردن انتقال آلودگی از خوراک‌های آلوده به تولیدات حیوانات می‌باشد. مایکوتوکسین بایندرها (جاذب‌ها[1]یا عوامل متوقف کننده[2]) قادرند مایکوتوکسین‌ها را در دستگاه گوارش حیوانات با خود باند کنند. در این روش کمپلکس توکسین بایندر-مایکوتوکسین از دستگاه گوارش عبور کرده و از طریق مدفوع دفع می‌شود. مایکوتوکسین بایندرها به طور کلی به دو دسته‌ی ترکیبات غیرآلی بر پایه‌ی سیلیکات و پلی‌مرهای آلی بر پایه‌ی کربن تقسیم می‌شوند.

بایندرهای غیرآلی

مواد معدنی آلومینیوسیلیکات (کلی‌ها، رسی‌ها) بزرگ‌ترین مجموعه از بایندرهای مایکوتوکسین‌ها هستند. شاید بیشترین مطالعات انجام شده در ارتباط با این مواد با آلومینیوم سیلیکات‌های هیدراته‌ی سدیم کلسیم (HSCAS) باشد. گنجاندن HSCAS در سطوح ۰/۵ تا ۲ درصد جیره به خوبی برای جذب آفلاتوکسین در گونه‌های مختلف شامل جوجه‌ها، بوقلمون، بره‌ها، گاوهای شیری و بزهای شیری مستدل شد. البته پاسخ به HSCAS به دز آن نیز وابسته می‌باشد. محصولات کلی (رسی) شامل بنتونیت‌ها، زئولیت‌ها و HSCAS در شرایط آزمایشگاهی و موجود زنده آفلاتوکسین‌ها را باند می‌کنند. به خاطر خصوصیات غیرقطبی متوسط (ضعیف) محصولات کلی (رسی)، آنها نمی‌توانند مایکوتوکسین‌های فوزاریوم، نظیر فومونسین، زیرالنون و تریکوتوکسین‌ها و همچنین اکراتوکسین A را باند کنند.

کارکول فعال[3]یا زغال فعال

۱- Adsorbing

۲- Sequestering agents

۳- Activated charcoal

جاذب غیرآلی دیگر کارکول فعال یا زغال فعال می‌باشد. به عنوان جاذبی موثر در جذب دی‌اکسی‌نیوالنون، زیرالنون، آفلاتوکسین B1، اکراتوکسین و فومونسین B1 اثبات شده است. با این وجود غیراختصاصی عمل کردن آن بزرگترین مانع و مشکل استفاده عملی از زغال فعال به عنوان یک افزودنی است. زغال فعال جذب مواد مغذی نظیر ویتامین‌ها و مواد معدنی را نیز کاهش می‌دهد. پاسخ به زغال فعال با جوجه‌های گوشتی، پولت بوقلمون و موش‌های صحرایی این موضوع را پیشنهاد می‌دهد که ممکن است در باندکردن آفلاتوکسین به اندازه‌ی بایندرهای بر پایه‌ی کلی (رسی) موثر نباشد.

پلیمرها

پلیمرها گروه دیگری از مایکوتوکسین بایندرهای غیرآلی هستند. چندین مورد به این گروه تعلق دارند، نظیر فیبرهای جیره‌ایی[1] و پلی‌وینیل‌پیرولیدین[2] اما شناخته شده‌ترین آنها کلسترآمین[3] می‌باشد که ترکیبات آنیونی را باند می‌کند. این ترکیب یک بایندر موثر برای آفلاتوکسین B1، اکراتوکسین و زیرالنون در شرایط آزمایشگاهی می‌باشد. هزینه‌ی این پلیمر بالا است، که استفاده‌ی کاربردی و عملی آن را در خوراک حیوانات محدود می‌کند.

بایندرهای آلی

نشان داده شده است برخی از کمپلکس کربوهیدرات‌های غیرقابل‌هضم (سلولز، پلی‌ساکاریدهای موجود در دیواره‌ی سلولی مخمر و قارچ‌ها نظیر گلوکومانان‌ها، و پپتیدوگلیکان‌ها) توانایی باند کردن مایکوتوکسین‌ها را دارند.

فیبر جیره‌ایی

فیبرهای جیره‌ای غیرقابل هضم پتانسیل جذب برای مایکوتوکسین‌ها را دارند. فیبر یونجه اثرات زیرالنون و T-2 توکسین در موش‌های صحرایی کاهش داده است.

دیواره‌ی سلولی مخمر

مایکوتوکسین بایندرهای آلی که به شکل رایج استفاده می‌شوند ترکیبات دیواره‌ی سلولی گرفته شده از مخمرهای سارکومایسیس سرویسیه هستند. مطالعات در شرایط آزمایشگاهی به وضوح باند شدن آفلاتوکسین را با سلول‌های مخمر در پاسخ وابسته به دز تا ۹۰ درصد گزارش کردند. نشان داده شده است که مخمر زنده‌ی سارکومایسیس سرویسیه اثرات مضر آفلاتوکسین در جوجه‌های گوشتی را کاهش می‌دهد. اثر محافظتی آفلاتوکسین مخمر زنده، در موش صحرایی نیز تائید شد، اما مخمر لیز شده با حرارت، غیر موثر بود. اثرات مثبت مخمر به دیواره‌ی سلولی آن نسبت داده می‌شود. با استفاده از دیواره‌ی سلولی مخمر به تنهایی (متشکل از β-گلوکان و مانان الیگوساکاریدها) به جای سلول کامل مخمر، جذب کردن مایکوتوکسین‌ها افزایش می‌یابد. این حقیقت که سلول‌های مرده توانایی باندکردنشان را از دست نمی‌دهند نشان می‌دهد که برهمکنش چنین محصولاتی با مایکوتوکسین‌ها از طریق اتصال و چسبیدن به ترکیبات دیواره‌ی سلولی نسبت به باند شدن کووالانسی با خود سلول کامل و زنده یا از طریق متابولیسم می‌باشد. اخیرا این امر مستتدل شده است که بخش β-D-گلوکان دیواره‌ی سلولی مخمر مستقیما در

۱- Dietary fibre
۲-Polyvinylpyrrolidone
۳- Cholestyramine

فرآیند باندشدن با زیرالنون دخیل است، و اینکه سازمان ساختاری β-D-گلوکان قدرت باند شدن را تعیین می‌کند. در استفاده از دیواره‌ی سلولی مخمر به تنهایی به جای استفاده از سلول‌های کامل نشان داده شده که جذب مایکوتوکسین‌ها بیشتر بوده است. بر اساس بررسی‌ها در شرایط آزمایشگاهی نشان داده شده است این بایندرهای گلوکومانان به طور موثری دی‌اکسی‌نیوالنون، T-2 توکسین، زیرالنون، اکراتوکسین و آفلاتوکسین B1 را باند می‌کنند. افزودن پلیمر گلوکومانان استریفه شده به جیره‌ی آلوده گاوهای شیری به طور معنی‌داری بقایای آفلاتوکسین M1 را در شیر کاهش داد.

باکتری‌های اسید لاکتیک[۱]

گروه دیگر مایکوتوکسین بایندرهای آلی، باکتری‌های اسید لاکتیک می‌باشند. آنها توانایی توکسین بایندری نشان دادند. مکانیسم برهم‌کنش بین باکتری‌های اسید لاکتیک و مایکوتوکسین‌ها شبیه با برهم‌کنش درگیر در جذب گلوکومانان‌ها و مایکوتوکسین‌ها می‌باشد. به نظر می‌رسد ترکیبات پلی‌ساکاریدی (گلوکان‌ها و مانان‌ها) موجود در سطح باکتری‌های اسید لاکتیک جایگاه‌های مشترکی برای باند شدن با توکسین‌ها دارند. چندین محقق نشان دادند که قدرت برهم‌کنش مایکوتوکسین- باکتری‌های اسید لاکتیک توسط ساختار پپتید وگلیکان و دقیقتر با ترکیبات اسید آمینه آن تحت تاثیر قرار می‌گیرد. با این همه، ظرفیت جذب در شرایط آزمایشگاهی وابسته به سویه و دز آن می‌باشد و این فرآیند برگشت‌پذیر بوده و اتصال و جداشدن آنها دایما در حال رخ دادن است. همه‌ی مقالات علمی مرتبط با برهم‌کنش باکتری‌های اسید لاکتیک-مایکوتوکسین بر اساس نتایج در شرایط آزمایشگاهی می‌باشد. تا کنون هیچ آزمایشی در شرایط موجود زنده برای خاطر نشان کردن پتانسیل باندکردن مایکوتوکسین توسط این باکتری ها اجرا نشده است، بنابراین احتیاط در ارتباط با سودمندی و موثر بودن آنها توصیه می‌شود.

مدیفایرهای (اصلاح‌کننده‌های) مایکوتوکسین‌ها

استراتژی دیگر برای کنترل مایکوتوکسیکوزیس[۲](مسمومیت ایجاد شده توسط مایکوتوکسین‌ها) در حیوانات استفاده از میکروارگانیسم‌ها و آنزیم‌های آنها است که اصلاح‌کننده‌ی مایکوتوکسین-ها[۳]یا عوامل تغییرشکل‌دهنده‌ی زیستی مایکوتوکسین‌ها[۴]نامیده می‌شوند. این محصولات، مایکوتوکسین‌ها را به متابولیت‌های کمتر سمی، تجزیه[۵]یا تغییر شکل[۶]می‌دهند. این میکروارگانیسم‌ها شامل باکتری‌ها، مخمرها، قارچ‌ها و آنزیم‌ها هستند. با این حال استفاده از آنها به یک سری پیش‌نیازهایی نیز نیاز دارد. این موارد شامل تجزیه‌ی سریع، تجزیه به متابولیت‌های غیرسمی (یا کمتر سمی) تحت شرایط متفاوت اکسیژن و شرایط محیطی پیچیده دستگاه گوارش، بی‌خطر بودن استفاده از آنها و پایداری آنها در طول دستگاه گوارش در سطوح pH مختلف می‌باشد.

باکتری‌ها

باکتری‌های تجزیه کننده‌ی مایکوتوکسین از ماتریکس مختلف نظیر شکمبه و روده، خاک و حتی آب جداسازی شده‌اند. یکی از میکروارگانیسم‌های تجزیه کننده‌ی مایکوتوکسین که بسیار مورد بررسی قرار گرفته سویه‌ی یوباکتریوم[۷]BBSH 797 است که از محتویات شکمبه‌ی گاو جداسازی می‌شود. این سم‌زدایی برای چندین تریکوتوکسین مورد بررسی قرار گرفته و مکانیسم

۱- Lactic acid bacteria
۲- Mycotoxicoses
۳- Mycotoxin modifiers
۴- Mycotoxin biotransforming agents
۵- Biodegrade
۶- Biotransform
۷- *Eubacterium*

عمل آن در شرایط آزمایشگاهی و موجود زنده تایید شده است. یوباکتریوم BBSH 797 در حال حاضر تنها میکروارگانیسم برای اهداف تجاری استفاده می‌شود. انواعی از سایر سویه‌های دیگر باکتری‌ها نیز توانایی تجزیه‌ی ماکوتوکسین‌ها در شرایط آزمایشگاهی را نشان دادند با این همه، هیچ یک از این سویه‌ها در شرایط موجود زنده مورد بررسی قرار نگرفته‌اند.

مخمر

تنها یک مخمر، *Trichosporon mycotoxinivorans*، به طور کامل در ارتباط با توانایی تجزیه‌کنندگی مایکوتوکسین مورد بررسی قرار گرفته است، که به استفاده‌ی تجاری از آن منتج شده است. این مخمر از انتهای دستگاه گوارش موریانه جداسازی شده است. این مخمر قادر است دی‌اکسی‌نیوالنون و اکراتوکسین را به متابولیت‌های غیرسمی تبدیل کند. سم زدایی اکراتوکسین سریع رخ می‌دهد به طوری که بعد از ۲/۵ ساعت، تبدیل تقریبا ۱۰۰ درصدی در شرایط آزمایشگاهی قابل مشاهده است. از طرف دیگر برای زیرالنون تنها بعد از ۲٤ ساعت انکوباسیون، مایکوتوکسین کاملا متابولیزه می‌شود. این موردی است که برای استفاده‌ی عملی از این روش می بایست به آن توجه کرد. چرا که سم‌زدایی باید سریعا بعد از خورده شدن (کمتر از ۸ ساعت) رخ دهد. سایر مخمرهای بالقوه‌ی تجزیه کننده‌ی اکراتوکسین به خوبی تعیین خصوصیت نشده‌اند و استفاده‌ی کاربردی آنها در حال حاضر محدود می‌باشد.

قارچ‌ها

قارچ‌ها تنها مایکوتوکسین‌ها را تولید نمی‌کنند، برخی از آنها همچنین می‌توانند مایکوتوکسین‌ها را تجزیه کنند. سویه‌های قارچی *Aspergillus niger*، *A. flavus*، *Eurotium herbariorum* و *Rhizopus sp.* قادرند آفلاتوکسین B1 به آفلاتوکسیکول[1] تبدیل کند. گزارش شده است که آفلاتوکسیکول ۱۸ برابر فعالیت کمتری نسبت به ترکیب اصلی دارد، اما هنوز خصوصیات سرطان‌زایی دارد که سبب می‌شود این سوال و شک ایجاد شود که آیا این روش یک استراتژی مناسب است یا خیر.

آنزیم‌ها

روش دیگر استفاده از میکروب‌های زنده برای بی‌اثر کردن مایکوتوکسین‌ها در خوراک به کار بردن آنزیم‌های مسئول تجزیه‌ی مایکوتوکسین‌ها می‌باشد. برهم‌کنش‌های آنزیمی یک روش اختصاصی، غالبا برگشت‌ناپذیر، موثر و دوست‌دار محیط زیست برای سم زدایی است که نه بقایای سمی به جای می‌گذارد و نه محصولات فرعی نامطلوب ایجاد می‌کند. اپوکسیدازها[2] آنزیم‌هایی هستند که قادرند تریکوتوکسین‌ها را سم زدایی کنند.

جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

موضوع مایکوتوکسین‌ها تنها مربوط به آفلاتوکسین‌ها نیست و نگرانی‌ها در ارتباط با سایر سموم بیش از پیش مشخص شده است. استفاده از توکسین بایندرها کاربردی‌ترین و عملی‌ترین راه برای کاهش یا حذف اثرات مایکوتوکسین‌ها در جیره‌های دام و طیور می‌باشد. اما همواره انتخاب توکسین بایندرها امری است که ذهن مصرف‌کننده را به خود مشغول کرده است. با این حال شاید بتوان با در کنار هم قرار دادن و مقایسه‌ی مزایا و معایب توکسین‌بایندرهای عنوان شده، قدرت انتخاب را افزایش داد. محصولات کلی (رسی) به خاطر خصوصیات غیرقطبی متوسط (ضعیف) ، نمی‌توانند مایکوتوکسین‌های غیرقطبی را باند کنند و به دلیل شانس اندک استفاده از آنها برای باند کردن طیف وسیعی از مایکوتوکسین‌ها عملا کاربردشان محدود می‌شود. از

---

۱ Aflatoxicol

۲ Epoxidases

سویی آنها می‌توانند با مواد مغذی نظیر ویتامین‌ها، مواد معدنی و حتی اسیدهای آمینه نظیر لایزین به دلیل غیراختصاصی عمل کردن‌شان باند شوند و ارزش غذایی جیره‌ها را کاهش دهند. غیراختصاصی عمل کردن زغال فعال به عنوان بزرگترین مانع و مشکل استفاده عملی از آن به عنوان یک افزودنی توکسین بایندری است. هزینه‌ی بالای ترکیبات پلیمری سنتتیک نظیر پلی‌وینیل‌پیرولیدین بسیار بالا است و استفاده‌ی کاربردی و عملی آن را در خوراک حیوانات محدود می‌کند. قدرت برهم‌کنش مایکوتوکسین- باکتری‌های اسید لاکتیک توسط ساختار پپتیدوگلیکان، و به شکل دقیقتر با ترکیب اسید آمینه آن تحت تاثیر قرار می‌گیرد. همچنین برهم‌کنش باکتری‌های اسید لاکتیک-مایکوتوکسین بر اساس نتایج در شرایط آزمایشگاهی می‌باشد. از سویی ظرفیت جذب در شرایط آزمایشگاهی وابسته به سویه و دز آن می‌باشد. برای استفاده‌ی موثر از اصلاح‌کننده‌های مایکوتوکسین (باکتری‌ها، مخمرها، قارچ‌ها و آنزیم‌ها) به عنوان افزودنی خوراک و باندکردن مایکوتوکسین‌ها باید یک سری شرایط از جمله تجزیه‌ی سریع، تجزیه به متابولیت‌های غیرسمی (یا کمتر سمی) تحت شرایط متفاوت دستگاه گوارش، بی‌خطر بودن استفاده و پایداری آنها در طول دستگاه گوارش در دما و pHهای مختلف فراهم باشد. از سوی دیگر سلول مخمر پتانسیل بالایی از خود برای باند کردن مایکوتوکسین‌ها نشان داده است. زمانی که تنها دیواره‌ی سلولی مخمر به جای سلول کامل استفاده می‌شود باند کردن مایکوتوکسین‌ها افزایش می‌یابد. بنابراین در کنار ارزش غذایی دیواره‌ی سلولی مخمر (منبع غذایی، محرک رشد و تحریک سیستم ایمنی) پتانسیل بالای باند کردن برای انواعی از مایکوتوکسین‌ها وجود دارد. البته به این نکته باید توجه داشت که شرایط کشت مخمر به شکل موثری کمیت و خصوصیات ساختاری دیواره‌ی سلولی را تحت تاثیر قرار می‌دهد. بنابراین در کل شاید بتوان گفت در بین مایکوتوکسین بایندرها، بایندرهای آلی و در بین بایندرهای آلی ترکیبات مشتق شده از دیواره‌ی سلولی مخمر نقش مهمی در استراتژی‌های کنترل مسمومیت ناشی از مایکوتوکسین‌ها در خوراک‌های دام و طیور دارند.

بخش علمی شرکت پیشگامان سپند گستر

۱۳۹٤/۰٦/۱۰