



بررسی جذب آفلاتوکسین B1 توسط نانو ذرات سلولز کونژوگه شده با آپتامر در شرایط اسیدی، بازی و خنثی

نویسندگان: طیبه السادات میردهقان^۱، سید حسین حکمتی مقدم^۲، علی جبالی^۳

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشگاه پیام نور تفت یزد

۲. دانشیار گروه علوم آزمایشگاهی، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشت درمانی شهید صدوقی یزد

۳. نویسنده مسئول: استادیار گروه علوم و فناوری های نوین پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشت درمانی شهید

صدوقی یزد تلفن تماس: ۰۹۳۹۰۳۴۸۴۷۸ Email: alijebal2011@gmail.com

چکیده

مقدمه: سم آفلاتوکسین باعث سرطان کبد می شود و جذب آن در مواد غذایی بسیار ضروری است. هدف از این مطالعه بررسی جذب آفلاتوکسین B1 توسط نانوذرات سلولز کونژوگه شده با آپتامر در شرایط اسیدی، بازی و خنثی بود.

روش بررسی: نخست نانوذرات سلولز با روش هیدرولیز اسیدی سنتز و سپس با کمک کراس لینکر به آپتامر اصلاح شده کونژوگه گردید. در مرحله بعد، غلظت های سریال نانوذرات کونژوگه شده (0.6 و 1.25 mg/mL) و 2.5 و 5 و 10) بطور جداگانه با محلول آفلاتوکسین با غلظت $1000 \mu\text{g/mL}$ مخلوط و در دمای 37°C و در pH های ۱، ۷، ۱۳ بمدت 0.5 ساعت انکوبه گردیدند. سپس درصد جذب برای هر لوله در طول موج 340 نانومتر محاسبه گردید.

یافته ها: کاهش pH منجر به افزایش جذب تا حدود ۴۰ درصد شد. از نظر آماری، تفاوت معنی داری بین مقدار جذب در شرایط اسیدی با مقدار جذب در شرایط بازی و خنثی دیده شد ($P < 0.05$).

نتیجه گیری: آفلاتوکسین به خوبی می تواند به نانوذرات کونژوگه شده جذب شود و این قدرت جذب در شرایط اسیدی افزایش می یابد.

واژه های کلیدی: جذب، آفلاتوکسین B1، نانوذرات سلولز، آپتامر

طلوع بهداشت

دو ماهنامه علمی پژوهشی

دانشکده بهداشت یزد

سال چهاردهم

شماره: ششم

ویژه نامه ۱۳۹۴

شماره مسلسل: ۵۴

تاریخ وصول: ۱۳۹۳/۹/۱۶

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۱۰/۱۹



مقدمه

برخی از قارچ‌ها توانایی سنتز متابولیت‌های ثانویه خاصی تحت عنوان مایکوتوکسین‌ها را دارند که می‌توانند اثرات نامطلوبی بر سلول‌های انسانی و حیوانی داشته باشند (۱). از نظر سازمان بهداشت جهانی آفلاتوکسین‌ها جزو مهم‌ترین مایکوتوکسین‌ها بوده که عمدتاً توسط سوش‌های آسپرژیلوس فلاووس و آسپرژیلوس پارازیتیکوس تولید می‌گردد (۲). تحقیقات نشان می‌دهد که انواع آفلاتوکسین (B1, B2, G1, G2) توسط این قارچ‌ها سنتز می‌گردد ولی مهم‌ترین و خطرناک‌ترین آن‌ها آفلاتوکسین B1 بوده که باعث ایجاد سرطان کبد و هیپاتیت می‌گردد. همچنین سقط جنین، نازایی، کاهش کیفیت محصولات کشاورزی و دام‌پروری از جمله اثرات نامطلوب این سم است. آفلاتوکسین B1 بعد از خوردن به راحتی در دستگاه گوارش جذب و وارد جریان خون می‌گردد و سپس در بافت‌های مختلف نظیر ریه، کلیه و کبد تجمع پیدا می‌کند. آفلاتوکسین B1 در سلول‌های این بافت‌ها (عمدتاً کبد) نفوذ کرده و با DNA واکنش متقابل داده و تولید RNA را مهار می‌کند و در نهایت سرطان کبد به وجود می‌آید (۳). راه‌های متفاوتی برای جلوگیری از سنتز و حذف این سم توسط محققین مختلف گزارش گردیده است مثلاً فرایندهای حرارتی، خشک نمودن سریع و استفاده از مواد شیمیایی نظیر آمونیاک، از جمله راه‌های پیشنهادی است ولی این راهکارها بعضاً مشکلاتی را برای مواد غذایی ایجاد می‌کنند (۴).

رویکرد دیگر استفاده از مواد جاذب است که بتوانند به آفلاتوکسین B1 متصل شده و موجبات کاهش غلظت سم آزاد در مواد غذایی شود. تحقیقات نشان می‌دهد دیواره سلولی برخی باکتری‌ها و مخمرها توانایی جذب این سم را دارند، همچنین برخی ترکیبات نظیر ژئولیت‌ها، مونتوریلونیت، کربن فعال و نانوکامپوزیت اکسید سیلیس-اکسید منیزیم نیز به خوبی به آفلاتوکسین B1 متصل می‌گردند (۵، ۶). باید توجه داشت که این مواد که به عنوان جاذب آفلاتوکسین B1 معرفی گردیده‌اند، هیچ‌یک جاذب تخصصی نبوده و احتمالاً بتوانند به سایر مواد نیز جذب شود. همچنین اکثر این جاذب‌ها دارای مجموعه‌ای از اکسید فلزات نظیر اکسید آلومینیوم و اکسید تیتانیوم بوده که امکان آزادسازی و سمیت بالای آن‌ها وجود دارد (۷). با توصیفی که از مسئله ارائه شد، ضرورت ارائه یک جاذب تخصصی که علاوه بر قدرت جذب آفلاتوکسین، حداقل سمیت را برای انسان و حیوان داشته باشند احساس می‌گردد. هدف از این تحقیق بررسی جذب آفلاتوکسین B1 توسط نانو ذرات سلولز کونژوگه شده با آپتامر در شرایط اسیدی، بازی و خنثی است. آپتامر‌ها مولکول‌هایی از جنس الیگونوکلئوتید بوده و می‌توانند با ایجاد ساختار سه‌بعدی هدف خود را شناسایی کنند. ایجاد پیوندهای هیدروژنی اصلی‌ترین عامل برای اتصال تخصصی مولکول هدف با آپتامر است.



اضافه شد و شدت به هم زده شد. در مرحله بعد جهت پیشبرد واکنش نیز یک میلی لیتر کراس لینکر به سوسپانسیون اضافه و به مدت یک ساعت در دمای محیط بر روی روتاتور کاملاً به هم زده شد. بعد از انکوباسیون، مانند مراحل فوق لوله واکنش در دور ۳۵۰۰ به مدت ۲ دقیقه سانتریفیوژ و ته نشین نیز دو بار با آب مقطر شستشو داده شد. در مرحله بعد نانو ذرات سلولز کونژوگه به انکوباتور ۳۷ درجه منتقل تا خشک گردد. در نهایت ۰/۴ گرم از نانو ذرات کونژوگه شده توزین و با آب مقطر به حجم ۴۰ mL رسانیده شد تا غلظت ۱۰ میلی گرم بر میلی لیتر از آن تهیه گردد. برای بررسی ساختاری از روش تصویربرداری با میکروسکوپ الکترونی روبشی استفاده گردید. برای ارزیابی جذب آفلاتوکسین B1 توسط نانو ذرات کونژوگه شده با آپتامر سه گروه اصلی در نظر گرفته شد: در گروه اول ۵۰۰ μL از غلظت‌های سریال نانو ذرات کونژوگه شده (۰/۶ mg/mL و ۱/۲۵ و ۲/۵ و ۵ و ۱۰) به طور جداگانه با ۵۰۰ μL از محلول آفلاتوکسین با غلظت ۱۰۰۰ $\mu\text{g/mL}$ مخلوط و در دمای ۳۷ °C و pH معادل ۱ به مدت ۰/۵ ساعت انکوبه گردیدند. در گروه دوم ۵۰۰ μL از غلظت‌های سریال نانو ذرات کونژوگه شده (۰/۶ mg/mL و ۱/۲۵ و ۲/۵ و ۵ و ۱۰) به طور جداگانه با ۵۰۰ μL از محلول آفلاتوکسین با غلظت ۱۰۰۰ $\mu\text{g/mL}$ و در دمای ۳۷ °C و pH معادل ۷ به مدت ۰/۵ ساعت انکوبه گردیدند. در گروه سوم ۵۰۰ μL از غلظت‌های سریال نانو ذرات کونژوگه شده (۰/۶ mg/mL و ۱/۲۵ و ۲/۵ و ۵ و ۱۰) به طور جداگانه با ۵۰۰ μL از محلول آفلاتوکسین با غلظت ۱۰۰۰ $\mu\text{g/mL}$

روش بررسی

در این تحقیق هیدروکسید سدیم، اسیدسیتریک، اسیدسولفوریک، کراس لینکر EDC (کربودی ایمید) از شرکت مرک آلمان تهیه گردید. همچنین آپتامر اصلاح شده از شرکت تکاپو زیست خریداری شد. آفلاتوکسین B1 نیز از شرکت زیست فناور شرق تهیه شد. برای سنتز نانو ذرات سلولز نخست ۰/۱ گرم از پنبه خام توزین و درون لوله آزمایش قرارداد شد، سپس ۲ mL اسیدسولفوریک ۷۰٪ به پنبه شستشو داده شده اضافه و فوراً مخلوط گردید. بعد از تقریباً دو ثانیه یعنی بعد از هیدرولیز کامل پنبه، برای خنثی کردن اسید موجود در لوله و رسوب نانو ذرات از ۲ mL محلول ۵ مولار NaOH استفاده گردید. برای تخلیص نانو ذرات، ابتدا نانو ذرات رسوب کرده به مدت ۲ دقیقه در دور ۳۵۰۰ سانتریفیوژ و سپس با آب مقطر سه مرتبه شستشو داده شد (۸). برای کونژوگه نمودن نانو ذرات سلولز، در مرحله اول نانو ذرات سلولز با گروه‌های کربوکسیل اصلاح گردید، بدین صورت که نخست به تمام نانو ذرات شستشو داده شده موجود در لوله، ۱۰ میلی لیتر آب مقطر اضافه گردید. در مرحله بعد یک گرم اسیدسیتریک به سوسپانسیون نانو سلولز اضافه و سپس در دمای ۱۰۰ درجه به مدت ۵ دقیقه انکوبه گردید. بعد از انکوباسیون، اسیدسیتریک اضافی با سانتریفیوژ در دور ۳۵۰۰ به مدت ۲ دقیقه جدا گردید. در مرحله بعد ۰/۵ mL آب مقطر به آپتامر خریداری شده اضافه و ۴۵۰ میکرو لیتر از آن به لوله حاوی نانو ذرات سلولز اصلاح شده با گروه‌های کربوکسیل



یافته‌ها

شکل ۱ تصویری از نانو ذرات کونژوگه را توسط میکروسکوپ الکترونی روبشی نشان می‌دهد. همان‌طور که دیده می‌شود نانو ذرات سنتز شده بسیار ریز و در اشکال مختلف و در سایز تقریباً ۱۰ nm تا ۱۰۰ nm بودند. شکل ۲ و ۳ و ۴ نیز به ترتیب جذب آفلاتوکسین در pH های ۱ و ۷ و ۱۳ نشان می‌دهد. در گروه اول همان‌طور که مشاهده می‌گردد کاهش pH منجر به افزایش جذب تا حدود ۴۰ درصد شده است. قابل توجه آنکه کاهش غلظت بر میزان جذب آن‌چنان تأثیر گذار نبود. در گروه دوم با افزایش غلظت مقدار جذب افزایش یافت. تحت شرایط مذکور مقدار جذب در دو غلظت ۱۰ و ۵ یکسان و به میزان ۲۲ درصد بود. در گروه دوم و سوم می‌توان مشاهده نمود که افزایش pH منجر به کاهش درصد جذب شده است. تفاوت معنی‌داری بین مقدار جذب در شرایط اسیدی با مقدار جذب در شرایط بازی و خنثی دیده شد ($p < 0.05$).

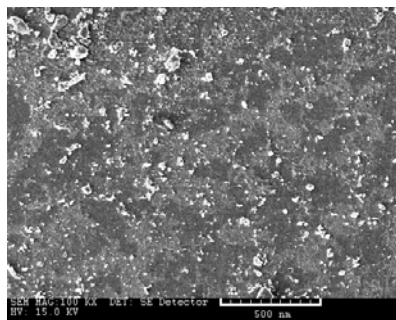
و در دمای 37°C و pH معادل ۱۳ به مدت ۰/۵ ساعت انکوبه گردیدند. برای هر گروه ۲ کنترل و یک بلانک نیز در نظر گرفته شد، شامل:

کنترل ۱: حاوی آب مقطر و آفلاتوکسین به تنهایی

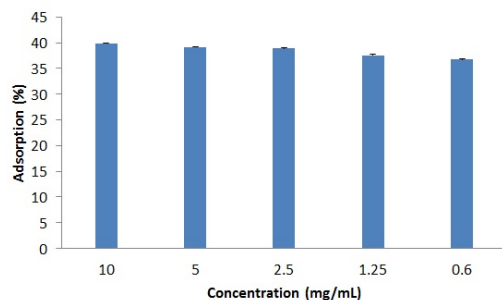
کنترل ۲: حاوی آب مقطر و نانو ذرات کونژوگه به تنهایی

بلانک: آب مقطر

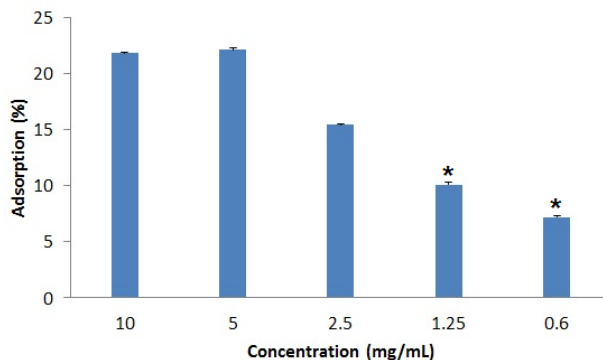
فرمول ۱-۳ جذب نوری کنترل منفی / $100 \times$ (مجموع جذب نوری کنترل‌ها - جذب نوری لوله تست) = درصد جذب بعد از اتمام انکوباسیون، تمامی لوله‌ها در دور ۳۵۰۰ به مدت ۵ دقیقه سانتریفوژ و میزان جذب نوری محلول روئی با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر تحت طول موج ۳۴۰ نانومتر قرائت شد و درصد جذب با فرمول شماره ۱ محاسبه شد. لازم به ذکر است همه گروه‌ها به صورت ۲ بار تکرار انجام و سپس میانگین و انحراف معیار آن‌ها محاسبه گردید. همچنین برای بررسی اختلاف معنی‌دار بین گروه‌ها از آزمون T-test استفاده شد و P کمتر از ۰.۰۵ به عنوان سطح معنی‌دار در نظر گرفته شد.



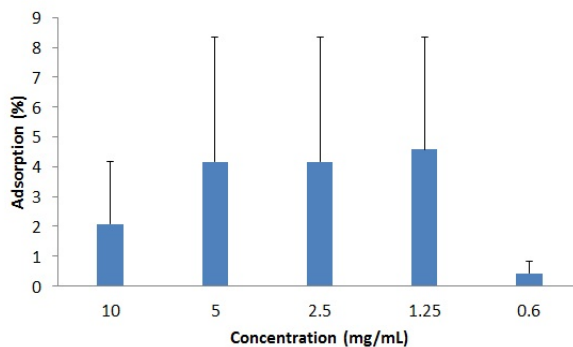
شکل ۱: تصویر میکروسکوپ الکترونی روبشی از نانو ذرات کونژوگه با آپتامر.



شکل ۲: درصد جذب آفلاتوکسین توسط غلظت‌های مختلف نانو ذرات سلولز کونژوگه شده با آبتامر در دمای 37°C ، pH معادل ۱ و زمان انکوباسیون ۰/۵ ساعت.



شکل ۳: درصد جذب آفلاتوکسین توسط غلظت‌های مختلف نانو ذرات سلولز کونژوگه شده با آبتامر در دمای 37°C ، pH معادل ۷ و زمان انکوباسیون ۰/۵ ساعت. علامت ستاره معنی درای در سطح ۰.۵ را در مقایسه با سایر گروه‌ها نشان می‌دهد.



شکل ۴: درصد جذب آفلاتوکسین توسط غلظت‌های مختلف نانو ذرات سلولز کونژوگه شده با آبتامر در دمای 37°C ، pH معادل ۱۳ و زمان انکوباسیون ۰/۵ ساعت.



بحث و نتیجه گیری

هدف از این مطالعه بررسی قابلیت جذب آفلاتوکسین B1 توسط نانو ذرات کونژوگه شده با آپتامر در شرایط اسیدی و بازی و خنثی بود. برای بررسی این قابلیت نخست نانو سلولز سنتز گردید و سپس با مولکول آپتامر کونژوگه گردید. در این مطالعه برای سنتز نانو سلولز از روش هیدرولیز اسیدی سلولز خام استفاده گردید که البته قبلاً توسط سایر محققین نیز گزارش گردیده بود (۹). همچنین برای کونژوگاسیون نخست نانو ذرات سلولز با گروه‌های کربوکسیل اصلاح و سپس با مولکول آپتامر اصلاح شده با گروه آمین کونژوگه گردید. در این روش کونژوگاسیون، در نهایت پیوند آمیدی ایجاد می‌گردد، به نحوی که ارتباط بین گروه کربوکسیل در مولکول نانو سلولز از یک طرف و گروه آمین در آپتامر اصلاح شده از طرفی دیگر برقرار می‌گردد (۱۰، ۱۱). این پیوند آمیدی توسط روش FTIR قابل اثبات است.

بعد از تهیه نانو ذرات سلولز کونژوگه شده و مشخصه یابی آن‌ها قدرت جذب مولکولی در آن‌ها در pH های مختلف ارزیابی گردید. دلیل انتخاب pH های مختلف بررسی فرایند جذب در لوله گوارش بود. فرآیند جذب نیز مانند همه واکنش‌های شیمیایی، می‌تواند متأثر از غلظت، دما، زمان، و pH باشد. این مسئله در مطالعات مشابه نیز عنوان گردیده و مورد بررسی قرار گرفته بود (۱۲-۱۵). همان‌طور که در قسمت نتایج نیز ذکر گردید فرآیند جذب آفلاتوکسین توسط نانو ذرات سلولز کونژوگه شده به‌طور نسبی تحت تأثیر pH و غلظت بود که هماهنگی کاملی با سایر تحقیقات مشابه داشت

(۱۵-۱۲). افزایش جذب با کاهش pH به‌راحتی قابل توجیه نیست و می‌بایستی از نظر مولکولی ارزیابی گردد. جذب آفلاتوکسین توسط نانو ذرات کونژوگه شده توسط مجموعه‌ای از نیروی‌های هیدروفوبیک، الکترواستاتیک و هیدروژنی است لذا ما بر این باوریم که تغییر pH احتمالاً به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم بر روی نیروهای بین مولکولی تأثیرگذار است که بررسی و اثبات آن منوط به مطالعه مستقل دیگری است. نکته قابل‌بحث دیگر روش اندازه‌گیری آفلاتوکسین است. همان‌طور که در قسمت روش کار نیز ذکر گردید در این تحقیق از روش جذب نوری در طول موج ۳۴۰ نانومتر استفاده گردید چراکه مولکول آفلاتوکسین B1 در این طول‌موج دارای پیک جذب است (۱۶، ۱۷) و می‌توان از آن برای تعیین غلظت در محلول‌هایی که مداخله فلورسانس دیگری وجود ندارد استفاده کرد، اما مسلماً این روش نسبت به روش کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا (HPLC) روشی با حساسیت و دقت کمتر است (۱۸). الگوی ایزوترم و سینتیک فرآیند جذب آفلاتوکسین توسط نانو ذرات سلولز نیز از اهداف این مطالعه خارج بود. لازم به ذکر است هدف از ارائه مدل جذب، یافتن بهترین الگوی ریاضی جهت پیش‌بینی فرآیند جذب است. با به دست آوردن الگوی ایزوترم، می‌توان رفتار جاذب را به‌طور دقیق پیش‌بینی نمود. این الگوی ریاضی به‌طور مؤثری به ساختار مولکولی جاذب و ماده جذب‌شونده و کنش بین اتم‌های این دو دارد. از آنجایی که نیروهای مختلفی مانند الکترواستاتیک، هیدروژنی، واندروالس و هیدروفوب یا مجموعی از این نیروها در فرآیند جذب



آزمایش مستقل دیگری تعدادی حیوان آزمایشگاهی مناسب انتخاب و در معرض آفلاتوکسین قرار گیرد و سپس همراه با این سم، غذایی به آن‌ها خورانده شود که حاوی نانو ذرات کونژوگه شده باشد و طی زمان‌های مختلف میزان آفلاتوکسین در نمونه مدفوع و خون آن‌ها ارزیابی گردد. چنانچه در این مرحله نیز کارایی این نانو ساختار به تأیید برسد شاید بتوان در آینده از آن به عنوان جاذب سم آفلاتوکسین همراه با مواد غذایی توسط انسان نیز مصرف شود.

تقدیر و تشکر

این مقاله حاصل از پایان‌نامه خانم طیبه السادات میر دهقان است. نویسندگان این مقاله از تمامی کسانی که در این تحقیق ما را یاری کردند کمال تشکر را دارند. به‌ویژه از پرسنل آزمایشگاه پژوهش قدرانی به عمل می‌آید.

می‌تواند مؤثر باشد، لذا الگوهای مختلفی از سینتیک و ایزوترم برای جاذب‌های مختلف و از جمله این جاذب قابل حدس است (۱۹).

در این مطالعه، برای اولین بار نانو ذرات سلولز کونژوگه شده با آپتامر بررسی و به‌عنوان جاذب مناسب گزارش گردید. تا به حال گزارشی از این نوع نانوذره در منابع اطلاعاتی وجود نداشته است و لذا نمی‌توان مقایسه‌ای زمینه‌ای انجام پذیرد. با توجه به نتایج این مطالعه احتمالاً بتوان از این نانو ساختار در داخل مواد غذایی استفاده نمود تا در صورت وجود آفلاتوکسین در ماده غذایی، جذب‌شده و سپس از دستگاه گوارش خارج شود. از آنجایی که این نانو ساختار از جنس سلولز است و آنزیم‌های گوارشی انسانی قادر به هضم و جذب آن نیست، در دستگاه گوارش دست‌نخورده باقی‌مانده و فقط به‌عنوان جاذب عمل می‌کند. توصیه می‌گردد در

References

- 1-Smith LE, RJ Stoltzfus, and A Prendergast. Food chain mycotoxin exposure, gut health, and impaired growth: a conceptual framework. *Advances in Nutrition: An International Review Journal* 2012;3(4):526-531.
- 2-Gnonlonfin GJB, K Hell, Y Adjovi, P Fandohan, DO Koudande, GA Mensah, A Sanni, and L Brimer. A review on aflatoxin contamination and its implications in the developing world: A sub-Saharan African perspective. *Critical reviews in food science and nutrition* 2013;53(4):349-365.
- 3-Shirabe K, T Toshima, A Taketomi, K Taguchi, T Yoshizumi, H Uchiyama, N Harimoto, K Kajiyama, A Egashira, and Y Maehara. Hepatic aflatoxin B1-DNA adducts and TP53 mutations in patients with hepatocellular carcinoma despite low exposure to aflatoxin B1 in southern Japan. *Liver International* 2011;31(9):1366-1372.



- 4-Bothast RJ, GW Nofsinger, AA Lagoda, and LT Black. Integrated process for ammonia inactivation of aflatoxin-contaminated corn and ethanol fermentation. *Applied and environmental microbiology* 1982;43(4):961-963.
- 5-Desheng Q, L Fan, Y Yanhu, and Z Niya. Adsorption of aflatoxin B1 on montmorillonite. *Poultry Science* 2005;84(6):959-961.
- 6-Rao SBN and RC Chopra. Influence of sodium bentonite and activated charcoal on aflatoxin M 1 excretion in milk of goats. *Small Ruminant Research* 2001;41(3):203-213.
- 7-Thom DC, JE Davies, JP Santerre, and S Friedman. The hemolytic and cytotoxic properties of a zeolite-containing root filling material in vitro. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology* 2003;95(1):101-108.
- 8-Jebali A, SH Hekmatimoghaddam, A Behzadi, and I Rezapour. Antimicrobial activity of nanocellulose conjugated with allicin and lysozyme. *cellulose* 2013;20:2897-2907.
- 9-Charreau H, ML Foresti, and A Vazquez. Nanocellulose patents trends: a comprehensive review on patents on cellulose nanocrystals, microfibrillated and bacterial cellulose. *Recent Pat Nanotechnol* 2013;7(1):56-80.
- 10-Payne RJ, AM Daines, BM Clark, and AD Abell. Synthesis and protein conjugation studies of vitamin K analogues. *Bioorg Med Chem* 2004;12(22):5785-91.
- 11-Sperling RA and WJ Parak. Surface modification, functionalization and bioconjugation of colloidal inorganic nanoparticles. *Philos Trans A Math Phys Eng Sci* 2010;368(1915):1333-83.
- 12-Bueno DJ, CH Casale, RP Pizzolitto, MA Salvano, and G Oliver. Physical adsorption of aflatoxin B1 by lactic acid bacteria and *Saccharomyces cerevisiae*: a theoretical model. *J Food Prot* 2007;70(9):2148-54.
- 13-Desheng Q, L Fan, Y Yanhu, and Z Niya. Adsorption of aflatoxin B1 on montmorillonite. *Poult Sci* 2005;84(6):959-61.
- 14-Hekmatimoghaddam S, A Jebali, and K Daliri. MgO-SiO₂ Nanocomposite Can Adsorb Aflatoxin in Wheat Flour. *J. Mater. Sci. Eng. B* 2012;2(1):40-44.
- 15-Rao SBN and RC Chopra. Influence of sodium bentonite and activated charcoal on aflatoxin M1 excretion in milk of goats. *Small Ruminant Research* 2001;41(3):203-213.



- 16-Velasco J. Fluorometric measurement of aflatoxin adsorbed on florisil in minicolumns. *J Assoc Off Anal Chem* 1975;58(4):757-63.
- 17-Beljaars PR, FH Fabry, MM Pickott, and MJ Peeters. Quantitative fluorodensitometric measurement of aflatoxin B1 with a flying-spot densitometer. II. Comparative study of B1 measurements in spiked and naturally contaminated peanut products. *J Assoc Off Anal Chem* ۱۹۷۲;۵۵(۶):۱۳۱۰.
- 18-Farber P, I Brost, R Adam, and W Holzapfel. HPLC based method for the measurement of the reduction of aflatoxin B1 by bacterial cultures isolated from different African foods. *Mycotoxin Res* 2000;16 Suppl 2:141.
- 19-Febrianto J, AN Kosasiha, J Sunarsob, Y Jua, N Indraswati, and S Ismadji. Equilibrium and kinetic studies in adsorption of heavy metals using biosorbent: A summary of recent studies. *J Hazard Mater* 2009;162:616–645.



The Adsorption Study of Aflatoxin B1 by Nanocellulose Conjugated with Aptamer in acidic, alkali, and Neutral Conditions

Mirdehghan T (MSc)¹, Hekmatimoghaddam SH (MD)², Jebali A (PhD)³

1. MSc Student in Biochemistry, Payamnoor University, Taft, Yazd, Iran
2. Associate Professor, Department of Laboratory Sciences, Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, Yazd, Iran
3. Corresponding Author: Assistant Professor, Department of Advanced Medical Sciences and Technologies, Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, Yazd, Iran

Abstract

Introduction: Aflatoxin leads to liver cancer, its removal in the foodstuff is very important. The aim of this study is to investigate the adsorption of aflatoxin B1 by nanocellulose conjugated with aptamer in acidic, alkali, and neutral conditions.

Methods: First, nanocellulose was synthesized by acid hydrolysis and then conjugated with aptamer by cross-linker. Then, serial concentrations of conjugated nanocellulose (0.6, 1.25, 2.5, 5, and 10 mg/mL) were separately mixed with aflatoxin solution (1000 μ g/mL), and incubated at 37 °C for 0.5 h at pH of 1, 7, and 13. Then, the percentage of aflatoxin adsorption was measured at 340 nm.

Results: The decrease of pH led to increase of adsorption up to 40%. Statistically, there was significant difference between the quantity of adsorption at acidic condition and the quantity of adsorption at alkali and neutral conditions ($P < 0.05$).

Conclusion: Aflatoxin could be adsorbed by conjugated nanocellulose, and this power of adsorption is increased at acidic condition.

Keywords: Adsorption, Aflatoxin B1, Nanocellulose, Aptamer