

Effect of Tonsil clay on reduction of patulin concentration in apple juice

Sina Sadeghzadeh¹, Masomeh Aghazadeh^{2*}

¹M.S Graduated Student, Department of Food Science and Technology, Maku Branch, Islamic Azad University, Maku, Iran.

²Department of Food Science and Technology, Maku Branch, Islamic Azad University, Maku, Iran,

Email: aghazadehchemist@gmail.com

Article Info

Article type:

Research Full Paper

Article history:

Received: 2021/8/28

Revised: 2021/10/6

Accepted: 2021/12/31

Keywords:

Patulin

Tonsil clay

Apple juice

High performance liquid chromatography (HPLC)

ABSTRACT

Background and objectives: Patulin is a mycotoxin produced by various genera of fungi, especially *Penicillium* and *Aspergillus*. Most of these fungi grow on rotten fruits, especially apples, pears, grapes, and peaches. The global standard for the presence of this substance in apple juice and other juices is about 50 ppb. Measurement of mycotoxin amount such as patulin is important because of its toxicities and carcinogens effects. Due to the molecule's stability, a significant amount of patulin is still present in apple products. Consumption of apples and their products has increased due to their nutritional effect, while, concerns about the contamination of apples with patulin toxin have led to increased monitoring of crop production and the use of appropriate methods to reduce this toxin. This study aimed to investigate the reduction of patulin in apple juice by cheap mineral soil of Tonsil.

Materials and methods: In order to reduce the amount of patulin in the studied samples, tonsil clay with amounts of 1, 2 and 5 g/l was added to apple juice at 5, 15 and 30 minutes at room temperature. Patulin reduction from initial amount (13.18 µg/l) to residual amount in apple juice was examined by the HPLC method.

Results: The results showed that tonsil clay as an adsorbent with high adsorption capacity reduces the amount of patulin well. With increasing the concentration of tonsil clay and its effect time, the amount of patulin in apple juice decreases significantly and reaches close to zero. The results of using tonsil clay with values of 1, 2 and 5 g/l with impact times of 5, 15 and 30 minutes show that using the lowest amount of tonsils (1 g/l) with the lowest impact time (5 min) patulin amount is reduced to less than half.

Conclusion: After performing the mentioned experiments and reviewing the result obtained from the HPLC device, we conclude that the tonsil clay has the ability to absorb the patulin of apple juice and its ability should be increased according to the amount and duration of use. In general, the amount of patulin in apple juice can be efficiently and accurately determined using the method mentioned in this report. This method is recommended in juice factories to reduce the amount of patulin and show the current quality of apple juice in terms of the amount of patulin.

Cite this article: Mehrpour, M., Erjaee, Z. 2022. Measurement of nitrate residues in tomato and pomegranate fruits and their products by using the high performance liquid chromatography method. *Food Processing and Preservation Journal*, 14 (2), 121-130.



© The Author(s).

DOI: 10.22069/EJFPP.2022.19431.1674

Publisher: Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

تأثیر خاک تونسیل بر کاهش مقدار پاتولین در آب سیب

سینا صادق زاده کشمش تپه^۱، معصومه آقازاده^{۲*}

^۱دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، گروه مهندسی علوم و صنایع غذایی، واحد ماکو، دانشگاه آزاد اسلامی، ماکو، ایران. ^۲استادیار، گروه مهندسی علوم و صنایع غذایی، واحد ماکو، دانشگاه آزاد اسلامی، ماکو، ایران. رایانامه: aghazadehchemist@gmail.com

اطلاعات مقاله	چکیده
نوع مقاله: مقاله کامل علمی-پژوهشی	سابقه و هدف: پاتولین مایکوتوکسینی است که به وسیله جنس‌های مختلفی از قارچ‌ها به ویژه پنی‌سیلیوم و آسپرژیلوس تولید می‌شود. اکثر این قارچ‌ها روی میوه‌های فاسد شده به ویژه سیب، گلابی، انگور و هلو رشد می‌کنند. استاندارد جهانی حضور این ماده در آب سیب و سایر آبمیوه‌ها در حدود ۵۰ میکروگرم در لیتر می‌باشد. اندازه‌گیری مقدار مایکوتوکسین‌ها نظیر پاتولین به دلیل سمیت و خاصیت سرطان‌زایی اهمیت دارد. با توجه به ثبات مولکولی، مقدار قابل توجهی از پاتولین در فرآورده های سیب پایدار باقی می‌ماند. مصرف سیب و فرآورده‌هایش با توجه به خواص تغذیه‌ای آن رو به افزایش است با این حال، نگرانی در مورد آلودگی سیب با سم پاتولین، منجر به افزایش نظارت بر روند تولید آن و استفاده از روش‌های مناسب برای کاهش این سم شده است. هدف از این تحقیق بررسی کاهش میزان پاتولین در آب سیب توسط خاک معدنی و ارزان قیمت تونسیل می‌باشد.
تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۶/۰۶ تاریخ ویرایش: ۱۴۰۰/۰۷/۱۴ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۱۰/۱۰	مواد و روش‌ها: به منظور کاهش میزان پاتولین در نمونه‌های مورد بررسی، خاک تونسیل با مقادیر ۱، ۲ و ۵ گرم در لیتر در زمان‌های ۵، ۱۵ و ۳۰ دقیقه در دمای اتاق به آب سیب اضافه گردید. کاهش مقدار سم پاتولین، از مقدار اولیه آن (۱۳/۱۸ میکروگرم در لیتر) به مقدار باقیمانده آن در آب سیب، با استفاده از دستگاه کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا (HPLC) مورد بررسی قرار گرفت.
واژه‌های کلیدی: پاتولین خاک تونسیل آب سیب کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا	یافته‌ها: نتایج نشان داد که خاک تونسیل به عنوان یک جاذب با داشتن قابلیت جذب سطحی بالا مقدار پاتولین را به خوبی کاهش می‌دهد. با افزایش غلظت خاک تونسیل و زمان تأثیر آن، مقدار پاتولین در آب سیب کاهش قابل ملاحظه‌ای داشته و به نزدیک صفر می‌رسد. نتایج حاصل از استفاده از تونسیل با مقادیر ۱، ۲ و ۵ گرم در لیتر با زمان‌های تأثیر ۵، ۱۵ و ۳۰ دقیقه نشان می‌دهد که با استفاده از کمترین مقدار تونسیل (۱ گرم در لیتر) با کمترین زمان تأثیر (۵ دقیقه) مقدار پاتولین به کمتر از نصف آن کاهش می‌یابد.
	نتیجه‌گیری کلی: پس از انجام آزمایش‌های ذکر شده و بررسی نتیجه به دست آمده از دستگاه HPLC، نتیجه می‌گیریم که خاک تونسیل توانایی جذب پاتولین آب سیب را دارد و نسبت به مقدار و مدت زمان استفاده توانایی آن افزایش می‌یابد. به‌طور کلی، می‌توان به کمک روش ذکر شده در این گزارش به‌طور ساده و دقیق مقدار پاتولین را در آب سیب تعیین کرد. این روش در کارخانجات تولیدکننده آبمیوه برای کاهش میزان پاتولین و نشان دادن کیفیت جاری آب سیب از نظر مقدار پاتولین توصیه می‌شود.

استناد: صادق‌زاده کشمش تپه، س.، آقازاده، م.ه. (۱۴۰۱). تأثیر خاک تونسیل بر کاهش مقدار پاتولین در آب سیب. *فرآوری و نگهداری مواد غذایی*، ۱۴ (۲)، ۱۳۰-۱۲۱.

DOI: 10.22069/EJFPP.2022.19431.1674



© نویسندگان.

ناشر: دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

مقدمه

پاتولین در سال ۱۹۷۰ توسط آژانس بین المللی تحقیقات سرطان به عنوان یک "ماده سرطانزای احتمالی برای انسان" طبقه بندی شد. این یافته نگرانی وسیعی را در سطح بین المللی در پی داشت. پاتولین در میوه هایی مثل سیب، انگور، زردآلو، گوجه و فرآورده های غذایی حاصل از آنها تشکیل می شود. اما در بین این میوه ها، سیب و فرآورده های آن به خصوص آب سیب مهم ترین منبع تحقیقات در مورد پاتولین می باشد. پاتولین مایکوتوکسینی است به وسیله گونه های مختلفی از کپک ها تولید می شود که از جمله می توان به *آسپرژیلوس کلاوا*، *توس*، *آسپرژیلوس ریگانثوس* و *پنی سیلیوم اورتیکا* اشاره نمود (۱، ۲، ۳ و ۴). در حال حاضر یکی از مشکلات موجود بر سر راه صادرات آب میوه، به ویژه آب سیب، میزان پاتولین در آن می باشد. بر اساس استاندارد جهانی مقدار مجاز حضور این ماده در آب سیب و سایر آبمیوه ها حدود ۵۰ میکروگرم بر لیتر می باشد (۱ و ۵).

در ایران به علت داشتن باغ های زیاد سیب و فرآوری این محصولات به صورت آب سیب، علاوه بر تأمین نیازهای داخلی، صادر نیز می گردد. کیفیت آب سیب علاوه بر شفافیت، با توجه به مقدار پاتولین آن در نظر گرفته می شود. پاتولین در حالت خالص یک ماده کریستالی سفید با نقطه ذوب ۱۱۱-۱۱۰ درجه سانتی گراد و وزن مولکولی ۱۵۴ دالتون می باشد (۱، ۶ و ۷). این سم قارچی، مقاوم به حرارت می باشد که در محیط اسیدی پایدار ولی در محیط قلیایی ناپایدار است. پاتولین دارای توانایی ایجاد ناهنجاری در جنین، جهش، سرطانزایی و اختلالات کروموزومی می باشد (۱ و ۸). این ماده سمی در برابر دماهای بالا مقاوم بوده و در حرارت پاستوریزاسیون از بین نمی رود (۱، ۳، ۴، ۹ و ۱۰). حذف بخش های کپک زده میوه قبل از

فرآوری آن باعث کاهش قابل ملاحظه مقدار پاتولین در آبمیوه تولیدی می شود (۵، ۱۱ و ۱۲).

اندازه گیری و تعیین مقدار دقیق پاتولین و تلاش در جهت کاهش مقدار آن در آبمیوه ها به ویژه آب سیب و کنسانتره آن در جهت تأمین سلامت مصرف کننده و نیز بهبود وضعیت صادرات این محصول حائز اهمیت می باشد. بنابراین تحقیقات روی پاتولین آب سیب که یکی از معایب آب سیب در رابطه با کیفیت آن می باشد، مهم بوده و بررسی روش های دیگر و مقایسه با این روش، می تواند تحقیقات آینده در این زمینه باشد. برای کاهش پاتولین در کنسانتره آب سیب از روش های مختلفی مانند استفاده از اشعه (۱۲)، فرآیند حرارتی و تخمیر (۱، ۱۱ و ۱۳)، افسزودن آسکوربیک اسید (۱۴) و استفاده از کربن فعال (۵، ۱۵، ۱۶ و ۱۷) صورت گرفته که هدف ما حذف پاتولین توسط خاک تونسیل می باشد که جایگزینی برای روش های قبلی است. تونسیل، خاک رس بنتونیت ارزان قیمت، به صورت تجاری در دسترس است. این خاک از نوع کاتالیزورهای سازگار با محیط زیست به حساب می آید. پودر تونسیل از بنتونیت تولید شده و سپس با فرآیند اسیدی بهبود داده شده است. این فرآیند خاک معدنی بسیار عالی و ریزی تولید می کند که ویژگی های جذب سطحی بالایی دارد. این خاک معدنی بیش از صد سال برای صاف کردن روغن هایی هم چون روغن زیتون به کار برده شده است. این رس دارای ترکیب زیر است:

(۱۵)

$\text{SiO}_2: 74/5, \text{Al}_2\text{O}_3: 9/3, \text{MgO}: 0/4, \text{Fe}_2\text{O}_3: 1/3,$

$\text{CaO}: 4/0, \text{K}_2\text{O}: 0/4, \text{TiO}_2: 0/4 \text{ و } \text{H}_2\text{O}: 9/7$

دستیابی به کاربرد بیشتر، سادگی کار و کاهش میزان پاتولین با حداقل هزینه و تغییرات در آب سیب هدف ماست.

مواد و روش‌ها

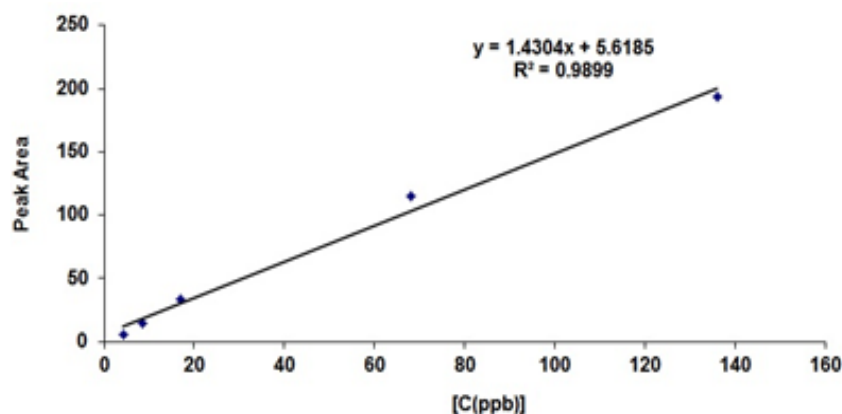
مواد اولیه: در این پژوهش آب سیب تغلیظ شده از یکی از کارخانجات استان آذربایجان غربی (با بریکس ۷۰)، به صورت یک جا تهیه شده و در طول انجام طرح داخل یخچال (دمای ۵ درجه سانتی‌گراد) نگهداری شد. جهت انجام اندازه‌گیری، نمونه آب سیب تغلیظ شده با آب مقطر استریل تا بریکس ۱۳ رقیق گردید و برای کلیه اندازه‌گیری‌ها از نمونه تهیه شده استفاده گردید. تمام مواد و حلال‌ها از منابع تجاری با بهترین کیفیت خریداری شدند.

اختلاط با خاک تونسیل: به منظور بررسی کاهش میزان پاتولین در نمونه‌های مورد بررسی، خاک تونسیل با مقادیر ۱، ۲ و ۵ گرم در لیتر در زمان‌های ۵، ۱۵ و ۳۰ دقیقه در دمای اتاق (۲۵ درجه سانتی‌گراد) به آب سیب اضافه شد. پاتولین از آب سیب، با مخلوطی از اتیل استات در حضور سدیم کربنات مطابق روش فتحی آچاچلوئی و همکاران استخراج شد (۱۵). عمل اختلاط نمونه‌های آب سیب و خاک تونسیل به کمک همزن مغناطیسی و با سرعت یکسان برای تمامی نمونه‌ها انجام پذیرفت. پس از مرحله اختلاط، فیلتراسیون نمونه‌ها جهت حذف خاک تونسیل با کمک کاغذ صافی انجام شد.

تعیین میزان اولیه پاتولین در نمونه‌ها به روش HPLC: در این پژوهش از کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا جهت تعیین میزان پاتولین در نمونه‌ها استفاده گردید. دستگاه HPLC مدل Agilent ۱۱۰۰ مجهز به پمپ گرادیان چهار حلالی، دکتورهای فوتودیوداری، آن ستون و ستون C18 به طول ۲۵ سانتی‌متر و قطر داخلی ۴/۶ میلی‌متر استفاده شد. فاز متحرک ایزوکراتیک دو حلاله (استونیتریل: آب) به نسبت ۹۰:۱۰ و سرعت فاز متحرک ۰/۸ میلی‌لیتر بر دقیقه بود. از آشکارساز UV در طول موج ۲۷۶ نانومتر استفاده گردید. حساسیت دستگاه HPLC در

۰/۰۰۵ تنظیم گردید و حجم تزریق مورد استفاده نیز ۲۰ میکرولیتر بود.

روش آماده‌سازی نمونه: برای استخراج پاتولین و ترسیم منحنی کالیبراسیون آن ابتدا ۱۰ میلی‌لیتر آب مقطر را در یک قیف دکانتور ریخته و سپس ۱۰ میلی‌لیتر محلول استاندارد پاتولین (۲۰ میلی‌گرم بر لیتر) به آن اضافه گردید، سپس ۱۰ میلی‌لیتر اتیل استات خالص به قیف دکانتور اضافه و به مدت دو دقیقه بهم زده شده و بعد دکانتور به حال خود رها شد تا فازها از هم به خوبی جدا گردند. پس از جدا شدن فازها، فاز پایین (فاز آبی) جدا و بر روی فاز بالایی (فاز اتیل استات)، یک میلی‌لیتر محلول کربنات سدیم ۱/۵ درصد اضافه شد و دکانتور به مدت ۱۵ ثانیه به خوبی بهم زده شد و مجدداً فاز تحتانی جدا گردید. حال یک میلی‌لیتر آب مقطر به دکانتور اضافه و مجدداً به مدت ۱۵ ثانیه بهم زده شد و مخلوط به حال خود رها گردید تا فازها از همدیگر جدا شوند. پس از فاز آبی، فاز آلی (اتیل استات) در داخل ارلن ۲۵ میلی‌لیتری تمیز و خشک ریخته شد. پس از افزودن دو قطره اسید استیک گلاسیال به محلول، ارلن در حمام آب ۴۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد و بوسیله جریان گاز نیتروژن، اتیل استات کاملاً تبخیر گردید. یک میلی‌لیتر آب مقطر داخل ارلن ریخته و خوب بهم زده شد تا پاتولین در آن حل گردد. سپس نمونه به دستگاه HPLC تزریق و سطح پیک بدست آمده از کروماتوگرام یادداشت گردید (۱۱). همین آزمایش با ۱۵، ۲۰ و ۲۵ میکرولیتر محلول استاندارد پاتولین (۲۰ میلی‌گرم بر لیتر) تکرار گردیده و هر بار سطح زیر پیک حاصل از کروماتوگرام یادداشت شد. برای اندازه‌گیری مقدار پاتولین در نمونه‌های آبمیوه، روش ذکر شده تکرار و به جای آب مقطر از آب میوه (۱۰ میلی‌لیتر با بریکس ۱۳) استفاده گردید و مقدار پاتولین از روی منحنی کالیبراسیون محاسبه شد (شکل ۱).



شکل ۱- منحنی کالیبراسیون پاتولین با استفاده از محلول‌های استاندارد

Figure 1. Patulin calibration curve by using standard solutions

استات) توسط سدیم سولفات خشک گردید و در داخل بالن ۲۵ میلی‌لیتری تمیز و خشک ریخته شد. پس از افزودن دو قطره اسید استیک گلاسیال به محلول، ارلن در حمام آب ۴۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد و بوسیله جریان گاز نیتروژن یا دستگاه تبخیر در خلاء چرخشی (روتاری)، اتیل استات کاملاً تبخیر گردید. یک میلی‌لیتر آب مقطر داخل بالن ریخته و خوب بهم زده شد تا پاتولین در آن حل گردد. سپس نمونه به دستگاه HPLC تزریق و سطح پیک بدست آمده از کروماتوگرام یادداشت گردید.

تجزیه و تحلیل آماری

برای اطمینان از دقت آزمایش و دستگاه، آزمایش‌ها در سه تکرار انجام شد و سپس میانگین و انحراف معیار نسبی داده‌ها به دست آمد. جهت مطالعه وجود اختلاف آماری معنی‌دار بین تیمارها از آزمون T مستقل و نرم‌افزار SPSS استفاده گردید.

نتایج و بحث

جدول ۱ نتایج حاصل از اندازه‌گیری پاتولین در نمونه‌های مورد بررسی در این تحقیق را نسبت به نمونه شاهد نشان می‌دهد.

روش انجام تحقیق: برای بررسی کاهش پاتولین و استخراج آن، ابتدا ۱۰ میلی‌لیتر آب سیب به ترتیب با مقادیر ۰/۰۱، ۰/۰۲ و ۰/۰۵ گرم خاک تونسیل در زمان‌های ۵، ۱۵ و ۳۰ دقیقه در دمای اتاق توسط همزن مغناطیسی و با سرعت یکسان هم زده شد (لازم به ذکر است که قبل از انجام آزمایشات ابتدا مقدار ۲۵۰ میکرولیتر از محلول پاتولین ۲۰۰ پی‌پی‌ام به نمونه آب سیب (با بریکس ۱۳) اضافه گردید. پس از فیلتراسیون خاک تونسیل به کمک کاغذ صافی، محلول زیر صافی در یک قیف دکانتور ریخته شده و ۱۰ میلی‌لیتر اتیل استات خالص به قیف دکانتور اضافه و به مدت ۲ دقیقه بهم زده شد و بعد دکانتور به حال خود رها شد تا فازها از هم به خوبی جدا گردند. عمل استخراج ۲ بار دیگر نیز با ۱۰ میلی‌لیتر اتیل استات خالص تکرار شد. پس از جدا شدن فازها و اختلاط فازهای آلی (اتیل استات)، بر روی فاز آلی ۲ میلی‌لیتر محلول کربنات سدیم ۱/۵ درصد اضافه شد و دکانتور به مدت ۱۵ ثانیه بخوبی بهم زده شد و مجدداً فاز تحتانی جدا گردید. حال یک میلی‌لیتر آب مقطر به دکانتور اضافه و مجدداً به مدت ۱۵ ثانیه بهم زده شد و مخلوط به حال خود رها گردید تا فازها از همدیگر جدا شوند. پس از جداسازی فاز آبی، فاز آلی (اتیل

جدول ۱- نتایج حاصل از اندازه‌گیری پاتولین در نمونه‌های مورد بررسی

Table 1- Results of patulin measurement in the studied samples

شماره No.	نمونه تیمارها sample treatments	غلظت پاتولین (µg/l) concentration of patulin (µg/l)
1	شاهد (Control sample)	13.18± 0.95 ^{a*}
2	1 g/l, 5 min	4.65± 0.78 ^a
3	1 g/l, 15 min	4.54± 0.65 ^b
4	1 g/l, 30 min	3.36± 0.47 ^a
5	2 g/l, 5 min	1.92± 0.33 ^a
6	2 g/l, 15 min	1.49± 0.07 ^b
7	2 g/l, 30 min	1.36± 0.08 ^a
8	5 g/l, 5 min	1.30± 0.09 ^b
9	5 g/l, 15 min	0.85± 0.06 ^a
10	5 g/l, 30 min	0.30± 0.07 ^a

*حروف متفاوت در هر ردیف نشانگر تفاوت معنی‌دار داده‌ها در سطح (P<0/05) است.

مایع با کارایی بالا استفاده شد که این روش نسبت به روش‌های TLC و GC روش دقیق‌تری بوده و در چند سال اخیر از این روش برای اندازه‌گیری پاتولین استفاده می‌شود (۱، ۳، ۱۴ و ۱۸). خلاصه‌ای از نتایج بدست آمده در جدول ۲ آورده شده است.

میزان پاتولین موجود در نمونه شاهد ۱۳/۱۸ میکروگرم در لیتر می‌باشد. با افزایش مقدار خاک تونسیل و زمان تأثیر آن، مقدار پاتولین در سیب کاهش بیشتری داشته است. جهت تعیین مقدار پاتولین از روش کروماتوگرافی

جدول ۲- کاهش پاتولین با استفاده از خاک تونسیل در غلظت‌های مختلف

Table 2 - Reduction of patulin amount using tonsil clay in different concentrations

۳۰ دقیقه 30 min		۱۵ دقیقه 15 min		۵ دقیقه 5 min		زمان تأثیر Impact time
درصد کاهش Percentage reduction	مقدار پاتولین (µg/l) Patulin amount(µg/l)	درصد کاهش Percentage reduction	مقدار پاتولین (µg/l) Patulin amount(µg/l)	درصد کاهش Percentage reduction	مقدار پاتولین (µg/l) Patulin amount(µg/l)	مقدار تونسیل Tonsil amount
74.5	3.36	65.5	4.54	64.7	4.65	۱ گرم در لیتر 1g/l
89.6	1.36	88.6	1.49	85.4	1.92	۲ گرم در لیتر 2g/l
97.7	0.3	93.5	0.85	90.1	1.30	۵ گرم در لیتر 5g/l

مقدار پاتولین در نمونه شاهد 13.18(µg/l) بود.

دقیقه گزارش کردند (۵). فتحي آچاچلوئی و همکاران تأثیر کربن فعال بر کاهش پاتولین در آب سیب را بررسی کرده و نشان دادند که تأثیر کربن فعال پودری به مراتب بیشتر از کربن فعال گرانولی است. همچنین استفاده از کربن فعال روی شاخص‌های کیفی آب سیب نیز اثر می‌گذارد و نشان داد بهترین تیمار انتخاب شده کربن فعال از نوع پودری شکل با غلظت ۳ گرم در لیتر و مدت زمان تماس ۵ دقیقه می‌باشد که در این صورت هم میزان پاتولین به مقدار قابل قبولی افت نموده و هم تأثیر کمتری روی شاخص‌های کیفی آب سیب دارد (۱۵ و ۱۹).

نتیجه‌گیری

پس از انجام آزمایش‌های ذکر شده و بررسی نتیجه به دست آمده از دستگاه HPLC، نتیجه می‌گیریم که خاک تونسیل توانایی جذب پاتولین آب سیب را دارد و نسبت به مقدار و مدت زمان استفاده توانایی آن افزایش می‌یابد. به طوری که با مصرف ۵ گرم در لیتر خاک تونسیل در مدت زمان ۳۰ دقیقه، مقدار پاتولین به صفر نزدیک می‌شود. به طور کلی، می‌توان به کمک روش ذکر شده در این گزارش به طور ساده و دقیق مقدار پاتولین را در آب سیب تعیین کرد. این روش در کارخانجات تولید کننده آبمیوه برای کاهش میزان پاتولین و نشان دادن کیفیت تجاری آب سیب از نظر مقدار پاتولین توصیه می‌شود.

اندازه‌گیری و تعیین مقدار دقیق پاتولین و تلاش در جهت کاهش مقدار آن در آبمیوه‌ها بویژه آب سیب و کنساتره آن در جهت تأمین سلامت مصرف کننده و نیز بهبود وضعیت صادرات این محصول حائز اهمیت می‌باشد. همچنین بایستی تدابیری را برای جلوگیری از تولید و ورود پاتولین در صنایع آبمیوه سازی بویژه آب سیب اندیشید.

با افزایش غلظت خاک تونسیل و زمان تأثیر آن مقدار پاتولین در آب سیب کاهش قابل ملاحظه‌ای داشته و به نزدیک صفر می‌رسد نتایج حاصل از استفاده از تونسیل با مقادیر ۱، ۲ و ۵ گرم در لیتر با زمان‌های تأثیر ۵، ۱۵ و ۳۰ دقیقه نشان می‌دهد که با استفاده از کمترین مقدار تونسیل (۱ گرم در لیتر) با کمترین زمان تأثیر (۵ دقیقه) مقدار پاتولین به کمتر از نصف آن کاهش می‌یابد.

نتایج به خوبی نشان می‌دهند که خاک تونسیل به عنوان یک جاذب با داشتن قابلیت جذب سطحی بالا مقدار پاتولین را تا حدود ۹۸ درصد کاهش می‌دهد. نتایج بدست آمده در این تحقیق عموماً با نتایج تحقیقات قبلی تطابق دارد. بطوری که سندز و همکاران (۱۹۷۶) در یک تحقیق مشابه نشان دادند که استفاده از کربن فعال با نام تجاری نوریت در غلظت ۲۰ و ۱۰ میکروگرم در میلی‌لیتر به ترتیب ۱۰۰ و ۹۳/۳ درصد پاتولین را در شراب سیب کاهش می‌دهد (۱۶). همچنین آرتیک و همکاران غلظت کربن فعال را در حد ۳-۵ گرم بر لیتر و زمان بهینه تماس را ۱۰ تا ۲۰

References

1. Linglai, C., You, M., and Yang, C.D. 2000. Detection of mycotoxin patulin in apple juice. *Journal of Food and Drug Analysis*. 8:2.85-96.
2. Ough, C.S., and Corison, C.A. 1980. Measurement of patulin in grapes and wines. *Journal of Food Science*. 45: 476-478.
3. Prieta, J., Moreno, M.A., Blanco, J.L., Suarez, G., and Dominguez, L. 1992. Determination of patulin by diphasic dialysis extraction and thin-layer chromatography. *Journal of Food Protection*. 55:1001-1002.
4. Rovira, R., Ribera, F., Sanchis, V., and Canela, R. 1993. Improvements in the quantification of patulin in apple juice by high performance liquid chromatography.

- Journal of Agricultural Food Chemistry. 41: 214-216.
5. Artik, N., Cemeroglu, B., Aydar, G., and Saglam, N. 1995. Use of activated carbon for patulin control in apple juice concentrates. *Journal of Agriculture and Forestry*. 19: 4.259-265.
 6. Allameh, A., and Razzaqi Abyaneh, M. 2001. *Mycotoxins*, Imam Hussein University Press (In Persian).
 7. Mortazavi, A., and Tabatabaei, F. 1997. *Fungal toxins*. Ferdowsi University of Mashhad Publications (In Persian).
 8. McDonald, S., Long, M., and Gilbert, J. 2000. Liquid chromatographic method for determination of patulin in clear and cloudy apple juices and apple puree: collaborative study. *Journal of AOAC International*. 83.1387-1394.
 9. Harrison, M.A. 1989. Presence and stability of patulin in apple products. A Review. *Journal of Food Safety*. 9: 147-153.
 10. Moller, T.E., and Josephson, E. 1980. Rapid high - pressure liquid chromatography of patulin in apple juice. *Journal of Association of Analytical Chemistry*. 63.1055-1056.
 11. Varnam, A.H., and Sutherland, J.P. 1994. *Beverages: Technology, Chemistry and Microbiology*. Chapman and Hall. UK. 26-72.
 12. Zegota, H., Zegota, A., and Bachmann, S. 1988. Effect of irradiation on the Patulin content and chemical composition of apple juice concentrates. *Zeitschrift-Fuer- Leben Smittel- Untersuchung-Und- Forschung*. 187: 4. 235-238.
 13. Stinson, E.E., Osman, S.F., and Bills, D.D. 1979. Water-Soluble products from patulin during alcoholic fermentation of apple juice. *Journal of Food Science*. 44. 788-789.
 14. Gokmen, V., and Acar, J. 1996. Rapid reversed-phase liquid chromatographic determination of patulin in apple juice. *Journal of Chromatography A*. 730: 53-58.
 15. Fathi-Achachlouei, B., Ahmadi-Zenouz, A., Assadi, Y., Hesari, J., and Asghari Zakaria R. 2005. The effect of activated carbon on the reduction of patulin in apple juice. *Iranian Journal of Food Science and Technology*. 2:2.83-75 (In Persian).
 16. Sands, D.C., McIntyre, J.L., and Walton, G.S. 1976. Use of activated charcoal for the removal of patulin from cider. *Applied and environmental microbiology*. 32. 388-91.
 17. Hameed, B.H., and El-Khaiary, M.I. 2008. Equilibrium, kinetics and mechanism of malachite green adsorption on activated carbon prepared from bamboo by K_2CO_3 activation and subsequent gasification with CO_2 . *Journal of hazardous materials*. 157: 344-51.
 18. Shephard, G.S., and Leggott, N. 2000. Chromatographic determination of the mycotoxin patulin in fruit and fruit juices. *Journal of Chromatography A*. 882. 17-22.
 19. Fathi-Achachlouei, B., Ahmadi-Zenouz, A., Assadi, Y., and Hesari, J. 2007. Reduction of patulin content in apple juice concentrate using activated carbon and its effects on several chemical constituents. *Journal of Food, Agriculture & Environment*. 5:1.84-88.