Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

Food Processing and Preservation Journal

Print ISSN: 2322 - 2069
Online ISSN: 2322 - 2794

Iranian Association of Food Scientists and Technologists

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

Sina Sadeghzadeh[1], Masomeh Aghazadeh[2*]

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

فرآوری و نگهداری مواد غذایی
شاپا چاپی: ۳۵۴۴-۲۴۲۳
شاپا الکترونیکی: ۳۸۰۳-۲۴۲۳

تأثیر خاک تونسیل بر کاهش مقدار پاتولین در آب سیب

سینا صادق زاده کشمش تپه[۱]، معصومه آقازاده[۲]*

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

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
مقاله کامل علمی-پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۶/۰۶
تاریخ ویرایش: ۱۴۰۰/۰۷/۱۴
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۱۰/۱۰

واژه‌های کلیدی:
پاتولین
خاک تونسیل
آب سیب
کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا

چکیده

سابقه و هدف: پاتولین مایکوتوکسینی است که به‌وسیله 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. باتوجه 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.

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.

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 (۱گرم در لیتر) با کمترین زمان تأثیر (۵ دقیقه) مقدار پاتولین به کمتر از نصف آن کاهش می‌یابد.

نتیجه‌گیری کلی: پس ازانجام آزمایش‌های ذکرشده 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. به‌طورکلی، 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 کشمش‌تپه، س.، آقازاده، م.ه. (۱٤۰۱). تأثیر خاک تونسیل بر کاهش مقدار پاتولین در آب سیب. *فرآوری و نگهداری مواد غذایی*، ۱٤ (۲)، ۱۲۱-۱۳۰.

DOI: 10.22069/EJFPP.2022.19431.1674

ناشر: دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

© نویسندگان.

مقدمه

پاتولین در سال ۱۹۷۰ توسط آژانس بین المللی تحقیقات سرطان به‌عنوان یک "ماده سرطان‌زای احتمالی برای انسان" طبقه‌بندی شد. این یافته نگرانی وسیعی را در سطح بین المللی در پی داشت. پاتولین در میوه‌هایی مثل سیب، انگور، زردآلو، گوجه و فرآورده‌های غذایی حاصل از آن‌ها تشکیل می‌شود. اما در بین این میوه‌ها، سیب و فرآورده‌های آن به خصوص آب سیب مهم‌ترین منبع تحقیقات در مورد پاتولین می‌باشد. پاتولین مایکوتوکسینی است به وسیله گونه‌های مختلفی از کپک‌ها تولید می‌شود که از جمله می‌توان به *آسپرژیلوس کلاواتوس*، *آسپرژیلوس ژیگانتئوس* و *پنی سیلیوم اورتیکا* اشاره نمود (۱، ۲، ۳ و ٤). در حال حاضر یکی از مشکلات موجود برسر راه صادرات آب میوه، به ویژه آب سیب، میزان پاتولین در آن می‌باشد. بر اساس استاندارد جهانی مقدار مجاز حضور این ماده در آب سیب و سایر آبمیوه‌ها حدود ۵۰ میکروگرم بر لیتر می‌باشد (۱ و ۵).

در ایران به علت داشتن باغ‌های زیاد سیب و فرآوری این محصولات به صورت آب سیب، علاوه بر تأمین نیازهای داخلی، صادر نیز می‌گردد. کیفیت آب سیب علاوه بر شفافیت، با توجه به مقدار پاتولین آن در نظرگرفته می‌شود. پاتولین در حالت خالص یک ماده کریستالی سفید بانقطه ذوب ۱۱۱-۱۱۰ درجه سانتی‌گراد و وزن مولکولی ۱٥٤ دالتون می‌باشد (۱، ٦ و ۷). این سم قارچی، مقاوم به حرارت می‌باشد که در محیط اسیدی پایدار ولی در محیط قلیایی ناپایدار است. پاتولین دارای توانایی ایجاد ناهنجاری در جنین، جهش، سرطان‌زایی و اختلالات کروموزومی می‌باشد (۱ و۸). این ماده سمی در برابر دماهای بالا مقاوم بوده و در حرارت پاستوریزاسیون از بین نمی‌رود (۱، ۳، ٤، ۹ و ۱۰). حذف بخش‌های کپک زده میوه قبل از فرآوری آن باعث کاهش قابل ملاحظه مقدار پاتولین در آبمیوه تولیدی می‌شود (۵، ۱۱ و ۱۲).

اندازه‌گیری و تعیین مقدار دقیق پاتولین و تلاش در جهت کاهش مقدار آن در آبمیوه‌ها به ویژه آب سیب و کنسانتره آن در جهت تأمین سلامت مصرف کننده و نیز بهبود وضعیت صادرات این محصول حائز اهمیت می‌باشد. بنابراین تحقیقات روی پاتولین آب سیب که یکی از معایب آب سیب در رابطه با کیفیت آن می‌باشد، مهم بوده و بررسی روش‌های دیگر و مقایسه با این روش، می‌تواند تحقیقات آینده در این زمینه باشد. برای کاهش پاتولین در کنسانتره آب سیب از روش‌های مختلفی مانند استفاده از اشعه (۱۲)، فرآیند حرارتی و تخمیر (۱، ۱۱ و ۱۳)، افزودن آسکوربیک اسید (١٤) و استفاده از کربن فعال (۵، ۱۵، ١٦ و ۱۷) صورت گرفته که هدف ما حذف پاتولین توسط خاک تونسیل می‌باشد که جایگزینی برای روش‌های 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 می‌آید. پودر تونسیل از بنتونیت تولید شده و سپس با فرآیند اسیدی بهبود داده شده است. این فرآیند خاک معدنی بسیار عالی و ریزی تولید می‌کند که ویژگی‌های جذب سطحی بالایی دارد. این خاک معدنی بیش از صد سال برای صاف کردن روغن‌هایی هم چون روغن زیتون به کار برده شده است. این رس دارای ترکیب زیر است: (۱۵)

SiO_2: ۷٤/۵, Al_2O_3: ۹/۳, MgO: ۰/٤, Fe_2O_3:۱/۳, CaO: ٤/۰, K_2O: ۰/٤, TiO_2: ۰/٤ و H_2O: ۹/۷

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

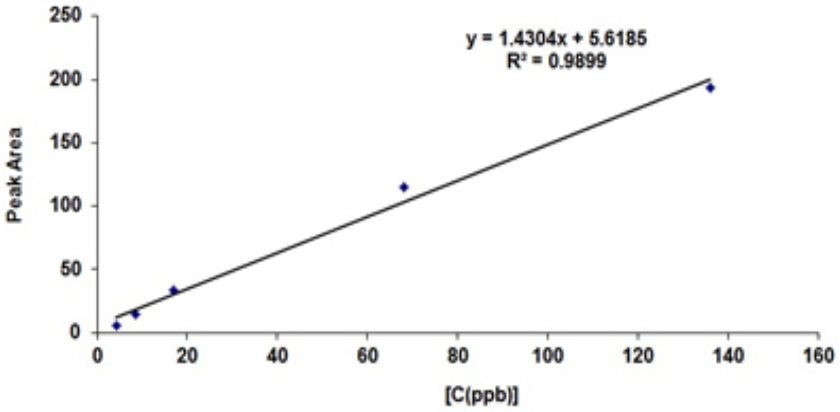
مواد و روش‌ها

مواد اولیه: در این پژوهش آب سیب تغلیظ شده از یکی از کارخانجات استان آذربایجان غربی (با بریکس ۷۰)، به‌صورت 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: به‌منظور 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، دتکتورهای فوتودیوداری، آون ستون و ستون C18 به طول ۲۵ سانتی‌متر و قطر داخلی ٤/٦ میلی‌متر استفاده شد. فاز متحرک ایزوکراتیک دو حلاله (استونیتریل: آب) به نسبت ۱۰:۹۰ و سرعت فاز متحرک ۰/۸ میلی‌لیتر بر دقیقه بود. از آشکارساز UV در طول موج ۲۷٦ 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 به‌مدت 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 به‌مدت ۱۵ ثانیه به خوبی بهم زده شد و مجدداً فاز تحتانی جدا گردید. حال یک میلی‌لیتر آب مقطر به دکانتور اضافه و مجدداً به‌مدت 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 ٤۰ 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

روش انجام تحقیق: برای بررسی کاهش پاتولین و استخراج آن، ابتدا ۱۰ میلی‌لیتر آب سیب به‌ترتیب 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 به‌مدت 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 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 معیارنسبی داده‌ها به‌دست 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.

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	1g/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<۰/۰۵) است.

میـزان پـاتولین موجـود در نمونـه شـاهد ۱۳/۱۸ میکروگرم در لیتر می‌باشد. بـا افـزایش مقـدار خـاک تونسـیل و زمـان تـأثیر آن، مقـدار پـاتولین در سـیب کاهش بیشتری داشته است.

جهت تعیین مقدار پاتولین از روش کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا استفاده شد که این روش نسبت بـه روش‌هـای TLC و GC روش دقیـق‌تـری بـوده و در چند سال اخیر از این روش برای اندازه‌گیری پاتولیـن استفاده می‌شود (۱، ۳، ۱٤ و ۱۸). خلاصه‌ای از نتـایج بدست آمده در جدول ۲ آورده شده است.

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

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

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

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

اندازه‌گیری و تعیین مقدار دقیق پاتولین و تلاش در جهت کاهش مقدار آن در آبمیوه‌ها بویژه آب سیب و کنسانتره 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 ازتونسیل 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 (۱گرم 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 به‌عنوان یک جاذب با داشتن قابلیت جذب سطحی بالا مقدار پاتولین را تا حدود ۹۸ درصد کاهش می‌دهد. نتایج بدست آمده در این تحقیق عموما 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 به‌ترتیب ۱۰۰ و ۹۳/۳ درصد پاتولین را در شراب سیب کاهش می‌دهد (۱۶). همچنین آرتیک و همکاران غلظت کربن فعال را در حد ۵-۳ گرم بر لیتر و زمان بهینه تماس را ۱۰ تا ۲۰ دقیقه گزارش کردند (۵). فتحی 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. به‌طوری‌که با مصرف ۵ گرم در لیتر خاک تونسیل در مدت زمان ۳۰ دقیقه، مقدار پاتولین به صفر نزدیک می‌شود. به‌طورکلی، 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.

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.