

بررسی اثر پراستیک اسید بر جمعیت میکروبی میوه خشک پسته

نجمه پاکدامن^{۱*}، محمد مرادی قهدریجانی^۱، امان الله جوانشاه^۱، غلامحسین آقابزرگی^۲، احمد شاکر اردکانی^۱

عباس فرج پور^۳، اعظم طاهری^۳، نجمه صابری^۳، مرتضی جعفرپور^۲

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۸/۰۲

تاریخ ارسال: ۱۳۹۹/۰۵/۱۵

چکیده

اسید به مدت ۰/۵، ۱، ۱/۵، ۲ و ۵ دقیقه تیمار شد و سپس رشد جمعیت میکروبی، باکتری‌ها و قارچ‌ها بررسی گردید. نتایج نشان داد که چنانچه پسته به مدت ۰/۵ دقیقه با غلظت ۲ درصد پراستیک اسید تیمار شود، بیش از ۹۹ درصد جمعیت میکروبی آلوده‌کننده پسته کاهش می‌یابد. بنابراین ضدعفونی میوه پسته با پراستیک اسید در ترمینال‌های ضبط پسته (در داخل حوض‌های شست و شو)، می‌تواند کیفیت آن را برای عرضه به بازار بهبود بخشید.

واژه‌های کلیدی: پسته، پراستیک اسید، جمعیت

میکروبی

مقدمه

پسته به دلیل ارزش غذایی بالا و همچنین پوسته خندان خود یکی از محبوب‌ترین دانه‌های آجیلی

اهمیت اقتصادی پسته، در کنار ارزش تغذیه‌ای بالای آن، لزوم تحقیقات بیشتر بر روی این محصول را فراهم کرده است. از جمله مشکلات موجود در تولید، مصرف و صادرات پسته، آلودگی آن به میکروارگانیسم‌های گوناگون در مراحل مختلف می‌باشد. مغز پسته جزء دانه‌های چرب است و همین امر موجب می‌شود که نسبت به فساد و آلودگی قارچی و باکتریایی، بسیار مستعد باشد و در نتیجه مدت زمان ماندگاری آن در انبار کاهش می‌یابد. پراستیک اسید ترکیبی است که به دلیل خاصیت اکسیدکنندگی قوی خود، قادر است دامنه وسیعی از میکروارگانیسم‌ها را به سرعت از بین ببرد و از دیدگاه زیست‌محیطی نیز حائز اهمیت می‌باشد. در این تحقیق، پسته خشک با غلظت‌های مختلف (۰، ۱، ۲، ۲/۵ و ۳ درصد) پراستیک

^۱ هیأت علمی پژوهشی، پژوهشکده پسته، مؤسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رفسنجان، ایران

*نویسنده مسئول: pakdaman@pri

^۲ هیأت علمی گروه ریاضی، دانشگاه ولیعصر (عج) رفسنجان

^۳ کارشناس پژوهشکده پسته، مؤسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رفسنجان، ایران

به رشد و بروز سمیت غذایی در مصرف‌کننده می‌باشد (Kinsella *et al.*, 2009).

در تحقیقی که در سال ۲۰۱۲ انجام گرفت، اثر غلظت‌های مختلف (۰/۲۵، ۰/۵، ۱، ۱/۵ و ۲ درصد) هیدروسولفیت سدیم ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$) بر تجزیه انواع آفلاتوکسین B₁، B₂، G₁ و G₂ در فلفل سیاه تحت شرایط فشار بالا (۱/۵ بار) و فشار اتمسفر مورد ارزیابی قرار گرفت (Jalili & Jinap, 2012). نتایج نشان داد که کارایی هیدروسولفیت سدیم در تجزیه انواع آفلاتوکسین با افزایش غلظت آن در فشار بالا، زیاد می‌شود. به طوری که بیشترین کاهش مقدار آفلاتوکسین مربوط به غلظت ۲ درصد هیدروسولفیت سدیم در فشار بالا بود.

در تحقیقی دیگر، اثر ضدعفونی‌کننده شیمیایی با پایه آمونیوم کواترنر (quaternary ammonium) آبی و اتانولی را بر کاهش جمعیت باکتری‌های *Salmonella* spp. و *Echerichia coli* رشد یافته بر روی پوست بادام و پسته مورد بررسی قرار دادند (McEgan & Danyluk, 2015). در این تحقیق پوست‌های آلوده با ماده ضدعفونی‌کننده ترکیب و سپس جمعیت باکتری‌ها بلافاصله و یا پس از ۴۸ ساعت انکوبه شدن در دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد، ارزیابی شد. نتایج نشان داد که ضدعفونی‌کننده الکلی پس از ۴۸ ساعت انکوبه شدن، موجب کاهش جمعیت باکتری‌های آلوده‌کننده به پایین‌تر از سطح تشخیص گردید.

در سطح دنیا است و ایران نیز یکی از مهمترین کشورهای تولیدکننده پسته می‌باشد (FAO, 2018). آلودگی‌های میکروبی از مهمترین عوامل تأثیرگذار بر کیفیت پسته هستند که صادرات آن را محدود می‌نمایند. به‌عنوان مثال گونه‌های مختلفی از قارچ آسپرژیلوس مانند *Aspergillus flavus* و *A. parasiticus* با تولید آفلاتوکسین، به‌عنوان مهلک‌ترین سم قارچی، باعث آلودگی پسته و سایر دانه‌های چرب می‌شوند (Bennett & Klich, 2003; Elsanhoty *et al.*, 2003; Shephard, 2017; Rastegar *et al.*, 2014). در برخی از کشورها نیز قوانینی مبنی بر محدودیت مقدار مجاز آفلاتوکسین در غذا تعیین شده است. در اتحادیه اروپا برای آفلاتوکسین B₁ مقدار ۸ ppb و برای مجموع آفلاتوکسین‌ها حد مجاز ۱۰ ppb مشخص گردیده است (European Food Safety Authority, 2020). نشان می‌دهند که سالانه حداقل ۲۵ درصد محصولات کشاورزی به سموم قارچی آلوده می‌شوند (FAO, 2018). در سال‌های اخیر مشخص شده است که علاوه بر آلودگی‌های قارچی، پسته می‌تواند منبع مناسبی برای باکتری‌های بیمارگر باشد (Centers for Disease and Prevention, 2009). اگرچه فعالیت آبی کم در محصول خشک پسته، می‌تواند تکثیر باکتری‌ها را محدود کند اما بر بقاء این موجودات تأثیر چندانی ندارد و با مناسب شدن شرایط محیطی، اسپور باکتری‌ها قادر

بروز پوسیدگی قهوه‌ای ناشی از قارچ *Monilina laxa* و همچنین پوسیدگی نرم ناشی از قارچ *Rhizopus stolonifer* می‌گردد (Mari et al., 2004).

در تحقیقی که در سال ۲۰۰۹ انجام گرفت، اثرات ضدعفونی کننده دو ترکیب پراستیک اسید و هیپوکلریت سدیم را در مرحله پس از برداشت گوجه فرنگی، فلفل شیرین و خیار مورد بررسی و مقایسه قرار دادند (Alvaro et al., 2009). این تحقیق در سه مرحله ارزیابی حسی سبزیجات از دیدگاه مصرف کننده؛ مقایسه ظرفیت ضدعفونی کننده پراستیک اسید و هیپوکلریت سدیم؛ و ارزیابی سمیت ترکیبات ضدعفونی کننده انجام شد. نتایج این بررسی نشان داد که ترکیب پراستیک اسید، در مقایسه با هیپوکلریت سدیم، برای شست و شوی میوه مناسب تر است و ماندگاری پس از برداشت را افزایش می‌دهد. علاوه بر این، پراستیک اسید به دلیل سمیت کمتر از جنبه زیست محیطی و سلامت مصرف کننده نیز حائز اهمیت می‌باشد و بر مشخصات حسی محصول نیز تأثیر چندانی ندارد.

با توجه به اهمیت سلامت پسته در صادرات و ارزش اقتصادی آن، استفاده از پراستیک اسید به عنوان یک ماده ضدعفونی کننده بی خطر (کم خطر) می‌تواند حائز اهمیت باشد. در تحقیق حاضر، توانایی پراستیک اسید بر کاهش جمعیت میکروبی آلوده کننده پسته و بهبود کیفیت این محصول مورد ارزیابی قرار گرفت.

پراستیک اسید ($C_2H_4O_3$)، که با نام‌های پراکسی استیک اسید و یا پرسیدین نیز شناخته می‌شود، یک ماده ضد میکروبی است که از ترکیب پراکسید هیدروژن و استیک اسید بدست می‌آید. این ترکیب ضمن دارا بودن مزایای زیست محیطی، قادر است دامنه وسیعی از میکروارگانیسم‌ها را نیز تحت تأثیر قرار دهد (Gehr et al., 2003; Pietrysiak et al., 2019; Suurmäki et al., 2020). پراستیک اسید به دلیل خواص ضد باکتریایی، ضد ویروسی و ضد قارچی، توجه زیادی را در سال‌های اخیر برای ضدعفونی کردن پساب فاضلاب‌ها به خود جلب نموده است (Garg et al., 2018; Kitis, 2004). از دیگر مواردی که موجب اهمیت بیشتر پراستیک اسید در مقایسه با سایر مواد گندزدا مانند دی‌اکسید کلر شده است، عدم تولید محصولات جانبی مضر می‌باشد. پراستیک اسید در تماس با ترکیبات آلی، به اکسیژن و استیک اسید، و در نهایت آب و دی‌اکسید کربن، تجزیه می‌شود (Zhao et al., 2008). این ترکیب به طور گسترده در کارخانه‌های فرآوری پنیر و لبنیات، تجهیزات فرآوری مواد غذایی، و به عنوان ماده ضدعفونی کننده در کارخانجات انواع نوشیدنی‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد (Joshi et al., 2013; Thomas et al., 2016; Zoellner et al., 2018). در تحقیقی که در سال ۲۰۰۴ انجام گرفت مشخص شد که تیمار میوه‌های هسته‌دار مانند گیلاس، زردآلو، هلو و شلیل با پراستیک اسید موجب کاهش

مواد و روش‌ها

در این تحقیق از پسته رقم فندق استفاده گردید که دارای بالاترین سطح زیرکشت در ایران است و همچنین بیشترین حساسیت را به آلودگی‌های میکروبی دارد (تاج‌آبادی‌پور و همکاران، ۱۳۷۹). نمونه‌های مورد نظر در مهرماه ۱۳۹۸ از چهار جهت مختلف درختان در یک باغ تجاری در منطقه رفسنجان جمع‌آوری شدند و پس از برداشت و فرآوری (پوست‌گیری و خشک شدن) جهت انجام مراحل مختلف آزمایش مورد استفاده قرار گرفتند.

برای بررسی اثر پراستیک اسید روی جمعیت میکروبی، تعداد ۱۰۰ عدد پسته خشک در سه تکرار انتخاب و درون فلاسک‌های یک لیتری ریخته شدند. در مرحله بعد، ۵۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر استریل حاوی غلظت دو در هزار پپتون (به‌عنوان منبع نیتروژن) اضافه گردید. فلاسک‌ها به مدت ۲ ساعت روی شیکر با دور رفت و برگشت ۱۵۰ دور در دقیقه، در دمای اتاق تکان داده شدند (مرادی و همکاران، ۱۳۹۳).

سوسپانسیون‌های حاصل تحت تأثیر غلظت‌های ۰،۱، ۰،۲، ۰،۵ و ۳ درصد پراستیک اسید در سه تکرار قرار گرفتند. پس از گذشت ۰،۵، ۱، ۱،۵، ۲ و ۵ دقیقه، رقت‌های ۱۰^{-۳} از سوسپانسیون تهیه و مقدار ۱۰۰ میکرولیتر در تشتک‌های پتری به قطر ۸ سانتی‌متر حاوی محیط‌های کشت عصاره مالت آگار (Malt Extract Agar, HiMedia™, India, 35 g l⁻¹) برای

رشد قارچ)، (Nutrient Agar, HiMedia™, NA, India, 28 g l⁻¹) (برای رشد باکتری) و عصاره سیب‌زمینی-دکستروز آگار (Potato Dextrose Agar, HiMedia™, India, 39 g l⁻¹) (با pH=۶/۵) برای رشد جمعیت میکروبی) بودند، کشت داده شد. شایان ذکر است که سوسپانسیون تهیه شده بدون پراستیک اسید، به عنوان شاهد استفاده و در محیط‌های کشت MA، NA و PDA، کشت گردید. سپس تشتک‌های پتری در دمای ۲۸ درجه سانتی‌گراد و تاریکی قرار گرفتند. پس از گذشت ۴۸ ساعت، تعداد پرگنه‌های رشد یافته بررسی و شمارش شدند. درصد رشد جمعیت میکروبی، بر اساس تعداد پرگنه‌های رشد یافته در هر کدام از تیمارها نسبت به نمونه شاهد، مطابق با فرمول زیر محاسبه گردید.

رشد جمعیت میکروبی (%)

$$= \frac{\text{تعداد پرگنه در حضور غلظت‌های مختلف پراستیک اسید}}{\text{تعداد پرگنه بدون پراستیک اسید (شاهد)}} \times 100$$

این تحقیق به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی و با سه تکرار از هر تیمار (۵ تیمار غلظت پراستیک‌اسید و ۵ تیمار زمان که در مجموع ۲۵ تیمار وجود داشت) اجرا شد. تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها نیز با کمک مفاهیم جبری، به‌ویژه نرم‌افزار SPSS انجام گرفت و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۵ درصد استفاده شد.

نتایج و بحث

انجام گرفت (Ayoub *et al.*, 2017)، اثرات قارچ‌کشی پراستیک اسید و دو قارچ‌کش تجاری به نام SWITCH و SIGNUM بر روی قارچ *Botrytis cinerea* که به‌عنوان مهمترین بیمارگر گیاه گوجه در مراکش شناخته می‌شود، مورد بررسی قرار گرفت. در این تحقیق غلظت‌های مختلفی از پراستیک اسید و قارچ‌کش‌های تجاری برای مهار رشد میسیلیوم و جوانه‌زنی اسپور قارچ *B. cinerea* استفاده گردید. نتایج نشان داد که غلظت‌های ۱۶/۷۷ و ۱۴/۴۷ $\mu\text{g ml}^{-1}$ SWITCH و SIGNUM و ۱/۵ درصد پراستیک اسید موجب مهار کامل رشد قارچ می‌شود. هنگامی که این دو قارچ‌کش با ۵ درصد پراستیک اسید ترکیب شدند، غلظت ۱۰۰ درصد مؤثر آن‌ها به ۰/۵ $\mu\text{g ml}^{-1}$ کاهش یافت. بنابراین با این روش میزان مصرف قارچ‌کش‌ها تا بیش از ۹۵ درصد کاهش پیدا کرد.

ب- تأثیر مدت زمان تیمار با غلظت‌های مختلف پراستیک اسید بر جمعیت باکتری‌ها

اثر مدت زمان تیمار با غلظت‌های مختلف پراستیک اسید بر جمعیت باکتریایی آلوده‌کننده بذر پسته در شکل ۲ نشان داده شده است. همان گونه که نتایج نشان می‌دهند، چنانچه بذرهای به‌مدت ۰/۵ دقیقه با غلظت ۱ درصد پراستیک اسید تیمار شوند، میزان آلودگی باکتریایی آن‌ها تا بیش از ۶۰ درصد کاهش می‌یابد. در این مدت زمان، اختلاف معنی‌داری بین اثر غلظت‌های ۲، ۲/۵ و ۳ درصد پراستیک اسید مشاهده

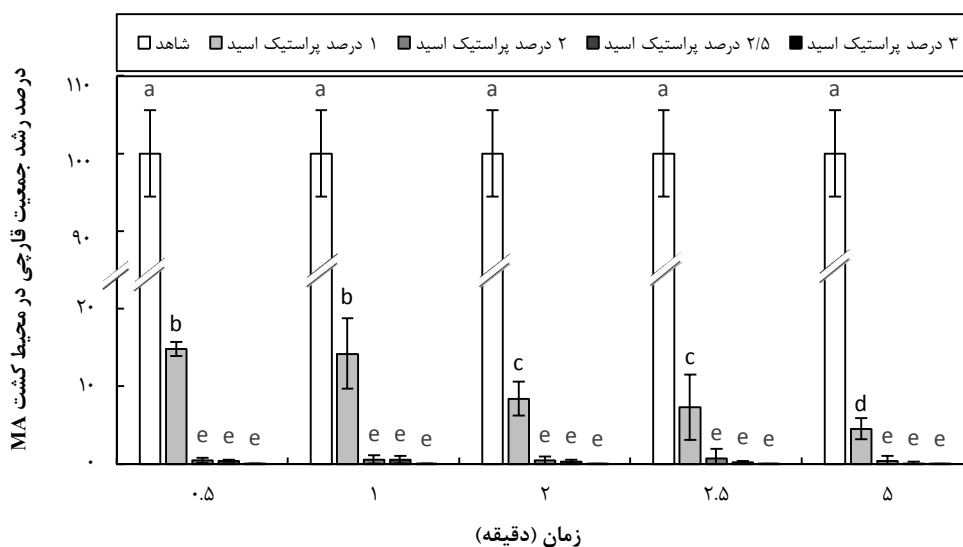
الف- تأثیر مدت زمان تیمار با غلظت‌های مختلف پراستیک اسید بر جمعیت قارچ‌ها

اثر مدت زمان (۰/۵، ۱، ۲، ۲/۵ و ۵ دقیقه) تیمار با غلظت‌های مختلف (۱، ۲، ۲/۵ و ۳ درصد) پراستیک اسید بر درصد جمعیت قارچی موجود در بذر پسته در شکل ۱ نشان داده شده است. همان‌گونه که نتایج نشان می‌دهند، تیمار پسته به‌مدت ۰/۵ و یا یک دقیقه با محلول ۱ درصد پراستیک اسید موجب کاهش درصد جمعیت قارچی تا بیش از ۸۵ درصد گردید. این کاهش جمعیت قارچی در غلظت‌های ۲، ۲/۵ و ۳ درصد پراستیک اسید به بیش از ۹۹ درصد رسید. اختلاف معنی‌داری میان اثر غلظت‌های مختلف پراستیک اسید در مدت زمان ۰/۵ و یک دقیقه مشاهده نشد (شکل ۱). در مدت زمان ۲، ۲/۵ و ۵ دقیقه تیمار بذرهای با غلظت ۱ درصد پراستیک اسید، جمعیت قارچی به میزان حدود ۹۰ درصد و در غلظت‌های بالاتر (۲، ۲/۵ و ۳ درصد)، تا بیش از ۹۹ درصد کاهش یافت (شکل ۱). زمانی که بذرهای پسته با غلظت ۳ درصد پراستیک اسید تیمار شدند، جمعیت میکروبی تا بیش از ۹۹/۹۹ درصد کاهش یافت که این نتیجه در مدت زمان‌های مختلف ۰/۵ تا ۵ دقیقه، مشابه بود (شکل ۱).

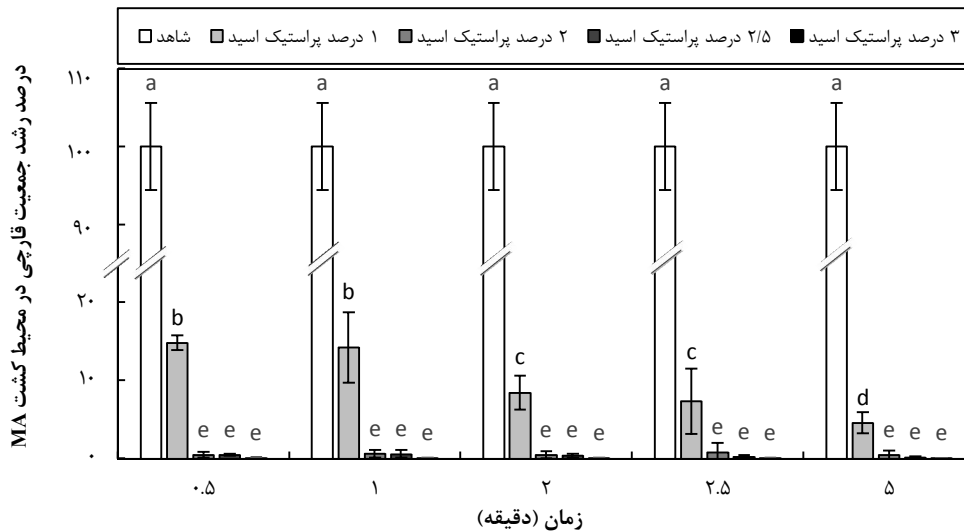
استفاده گسترده از ترکیبات شیمیایی می‌تواند اثرات سوء فراوانی بر سلامتی انسان و محیط زیست به‌همراه داشته باشد. در تحقیقی که در سال ۲۰۱۷

در یک تحقیق، اثر ضد عفونی کنندگی پراستیک اسید و هیپوکلریت سدیم روی میوه نارگیل آلوده شده با ۵ سویه باکتری *Listeria monocytogenes* مورد بررسی قرار گرفت (Walter et al., 2009). بدین منظور، میوه‌ها به مدت دو دقیقه در دمای اتاق در محلول mg l^{-1} ۲۰۰ هیپوکلریت سدیم؛ و محلول l^{-1} ۸۰ mg پراستیک اسید فرو برده شدند. نتایج نشان داد که ضد عفونی میوه‌ها با هیپوکلریت سدیم و پراستیک اسید، به ترتیب موجب کاهش جمعیت باکتری‌ها به میزان ۲/۷ و $4/7 \log_{10}$ CFU می‌شود.

نمی‌شود. غلظت‌های ۲/۵ و ۳ درصد پراستیک اسید درصد جمعیت باکتری آلوده کننده را تا بیش از ۹۹ درصد کاهش می‌دهند (شکل ۲).
افزایش مدت زمان تیمار بذرها با غلظت ۱ درصد پراستیک اسید، موجب کاهش معنی‌دار جمعیت باکتری‌های آلوده کننده می‌شود (شکل ۲). اما در غلظت‌های بالاتر (۲، ۲/۵ و ۳ درصد) پراستیک اسید، افزایش مدت زمان تیماردهی تأثیر معنی‌داری بر درصد جمعیت باکتری ندارد (شکل ۲).



شکل ۱- اثر مدت زمان‌های مختلف تیمار با غلظت‌های ۰ (شاهد)، ۱، ۲، ۲/۵ و ۳ درصد پراستیک اسید بر درصد رشد جمعیت قارچی بذر پسته در محیط کشت MA. مقادیر میانگین ۳ تکرار \pm انحراف معیار است و حروف متفاوت در هر ستون بیانگر معنی‌دار بودن اثر تیمار بر درصد رشد جمعیت قارچی با استفاده از آزمون دانکن (در سطح ۵ درصد) می‌باشد.



شکل ۲- اثر مدت زمان‌های مختلف تیمار با غلظت‌های ۰ (شاهد)، ۱، ۲، ۲/۵ و ۳ درصد پراستیک اسید بر درصد رشد جمعیت باکتریایی بذر پسته در محیط کشت NA. مقادیر میانگین ۳ تکرار \pm انحراف معیار است و حروف متفاوت در هر ستون بیانگر معنی‌دار بودن اثر تیمار بر درصد رشد جمعیت باکتریایی با استفاده از آزمون دانکن (در سطح ۵ درصد) می‌باشد.

میکروبی، تا حدودی مشابه تأثیر آن بر جمعیت باکتریایی و جمعیت قارچی می‌باشد. شکل ۳ اثر مدت زمان‌های مختلف تیمار با غلظت‌های صفر (شاهد)، ۱، ۲، ۲/۵ و ۳ درصد پراستیک اسید را بر درصد جمعیت میکروبی پسته نشان می‌دهد. تیمار بذر پسته به مدت ۰/۵ دقیقه با غلظت ۱ درصد پراستیک اسید موجب کاهش حدود ۸۰ درصدی جمعیت میکروبی گردید. افزایش مدت زمان تیمار با غلظت ۱ درصد، موجب کاهش جمعیت میکروبی گردید. اما تفاوت معنی‌داری میان اثر مدت زمان تیمار با غلظت‌های بالاتر (۲، ۲/۵ و ۳ درصد) پراستیک اسید مشاهده نشد (شکل ۳). شکل ۴ نیز نمایی از تأثیر تیمار پراستیک اسید (با غلظت ۲/۵ درصد) را بر جمعیت میکروبی پسته، نسبت به تیمار شاهد (غلظت صفر پراستیک اسید) نشان می‌دهد.

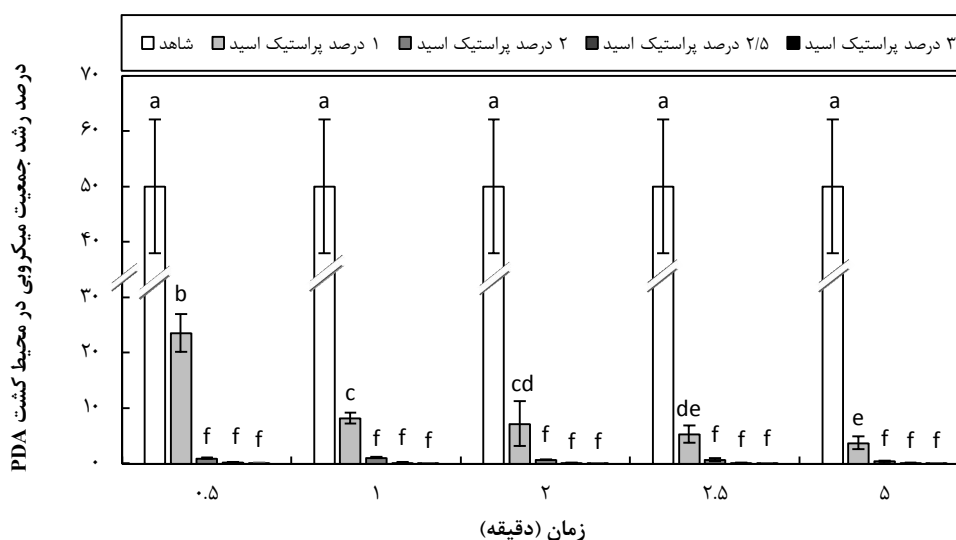
در تحقیقی دیگر، اثر ضدعفونی‌کنندگی پراستیک اسید و مکانیسم عملکرد آن در مقابل باکتری *Morganella psychrotolerans* مورد بررسی قرار گرفت (Wang et al., 2020). هنگامی که باکتری مورد نظر به مدت پنج دقیقه در معرض غلظت ۲۰ ppm پراستیک اسید قرار داده شد، جمعیت آن به زیر سطح قابل تشخیص رسید. درواقع، پراستیک اسید رشد باکتری *M. psychrotolerans* را به تأخیر می‌اندازد. همچنین نتایج این تحقیق نشان داد که پراستیک اسید باعث تخریب دیواره سلولی باکتری می‌گردد.

ج- تأثیر مدت زمان تیمار با غلظت‌های مختلف پراستیک اسید بر جمعیت میکروبی

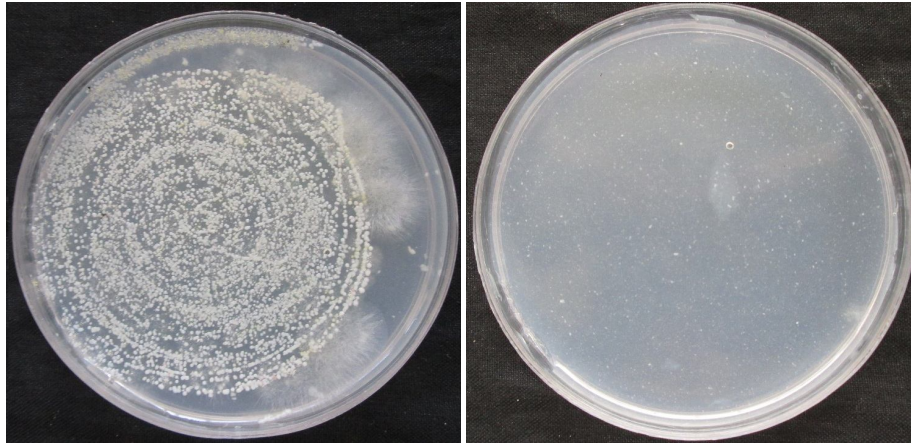
نتایج مربوط به این بخش از تحقیق نشان می‌دهد که روند تأثیر پراستیک اسید بر درصد جمعیت

و 140 mg l^{-1} و 15 دقیقه برای پراستیک اسید می باشد. در این تحقیق ثابت شد که هیپوکلریت سدیم و پراستیک اسید در غلظت های مورد استفاده، هیچ تأثیری بر آفلاتوکسین ندارند و در واقع اثر آن ها با کنترل جمعیت قارچی بروز داده می شود. اما در تحقیقی دیگر، مشخص گردید که هیپوکلریت سدیم بیشترین تاثیر را در تجزیه آفلاتوکسین، نسبت به ترکیبات ضد عفونی کننده ای مانند بی سولفیت سدیم، سیتریک اسید و پرسولفات آمونیوم دارد (Shi *et al.*, 2017).

در تحقیقی که توسط Ribeiro *et al.* (2020) انجام شد، اثر ضد عفونی کنندگی پراستیک اسید بر دانه های آجیلی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج تحقیق این محققین نشان داد که علی رغم وجود آلودگی میکروبی، رطوبت و فعالیت آبی زیاد اولیه، آفلاتوکسین در هیچ کدام از نمونه های تیمار شده تشخیص داده نشد. شمارش کلی باکتری ها، قارچ ها و اندازه گیری مقدار آفلاتوکسین نشان داد که، شرایط بهینه ضد عفونی شامل 250 mg l^{-1} و $8/5$ دقیقه برای هیپوکلریت سدیم،



شکل ۳- اثر مدت زمان های مختلف تیمار با غلظت های ۰ (شاهد)، ۱، ۲، ۲/۵ و ۳ درصد پراستیک اسید بر درصد رشد جمعیت میکروبی بذر پسته در محیط کشت PDA. مقادیر میانگین \pm تکرار \pm انحراف معیار است و حروف متفاوت در هر ستون بیانگر معنی دار بودن اثر تیمار بر درصد رشد جمعیت میکروبی با استفاده از آزمون دانکن (در سطح ۵ درصد) می باشد.



شکل ۴- نمایی از جمعیت میکروبی میوه پسته پس از تیمار با غلظت ۲/۵ درصد پراستیک اسید (سمت راست) در مقایسه با نمونه شاهد (سمت چپ).

نتیجه‌گیری کلی

آلودگی‌های میکروبی از مهمترین عواملی هستند که بر کیفیت پسته تأثیر می‌گذارند و صادرات آن را محدود می‌نمایند. از جمله این آلودگی‌ها می‌توان به گونه‌های قارچ آسپرژیلوس مولد سم مهلک آفلاتوکسین و همچنین باکتری‌های بیمارگر انسان اشاره نمود. پراستیک اسید ترکیبی است که ضمن دارا بودن مزایای زیست محیطی، قادر است دامنه وسیعی از میکروارگانیسم‌ها را نیز از بین ببرد. از دیگر مواردی که موجب اهمیت بیشتر پراستیک اسید در مقایسه با سایر مواد گندزدا می‌شود، عدم تولید محصولات جانبی مضر است. نتایج این تحقیق نشان داد که کاربرد پراستیک اسید می‌تواند به‌طور معنی‌داری (تا بیش از ۹۹ درصد) در کاهش جمعیت میکروبی پسته مؤثر باشد. استفاده از این ترکیب در ترمینال‌های فرآوری میوه پسته، مخصوصاً در حوض شستشو می‌تواند به عنوان یک

فاکتور کلیدی در کاهش جمعیت میکروبی پسته در نظر

گرفته شود که نیاز به تحقیقات میدانی دارد.

منابع

- ۱- تاج‌آبادی‌پور، ع، مرادی، م، ارجمند کرمانی، م، شیبانی، ع، زاده پاریزی، ر، معصومی، ح، رفیعی، ع، اسماعیلی‌رنجبر، ع، و علوی، س.ح. (۱۳۷۹). ارتباط بین تاریخ تشکیل پسته‌های زودخندان و تغییر در خصوصیات ظاهری و آلودگی آن‌ها به آفلاتوکسین در سه رقم پسته تجاری ایران (واحدی، کله قوچی و احمدآقایی). گزارش نهایی، پژوهشکده پسته.
- ۲- مرادی، م، فانی، سر، و معصومی، ح. (۱۳۹۳). نوسان جمعیت‌های متعلق به بخش‌های فلاوی و نیگری قارچ آسپرژیلوس روی میوه پسته در استان

- treatment: a pilot study. *Proceedings of the Water Environment Federation*, 2018(6), 76-89.
- 11- Gehr, R, Wagner, M, Veerasubramanian, P, & Payment, P. (2003). Disinfection efficiency of peracetic acid, UV and ozone after enhanced primary treatment of municipal wastewater. *Water research*, 37(19), 4573-4586.
 - 12- Jalili, M, & Jinap, S. (2012). Role of sodium hydrosulphite and pressure on the reduction of aflatoxins and ochratoxin A in black pepper. *Food Control*, 27(1), 11-15.
 - 13- Joshi, K, Mahendran, R, Alagusundaram, K, Norton, T, & Tiwari, BK. (2013). Novel disinfectants for fresh produce. *Trends in Food Science & Technology*, 34(1), 54-61.
 - 14- Kinsella, KJ, Prendergast, DM, McCann, MS, Blair, IS, McDowell, DA, & Sheridan, JJ. (2009). The survival of *Salmonella enterica* serovar Typhimurium DT104 and total viable counts on beef surfaces at different relative humidities and temperatures. *Journal of applied microbiology*, 106(1), 171-180.
 - 15- Kitis, M. (2004). Disinfection of wastewater with peracetic acid: a review. *Environment international*, 30(1), 47-55. Mari, M, Gregori, R, & Donati, I. (2004). Postharvest control of *Monilinia laxa* and *Rhizopus stolonifer* in stone fruit by peracetic acid. *Postharvest Biology and Technology*, 33(3), 319-325.
 - 16- Pietrysiak, E, Kummer, JM, Hanrahan, I, & Ganjyal, GM. (2019). Efficacy of surfactant combined with peracetic acid in removing *Listeria innocua* from fresh apples. *Journal of food protection*, 82(11), 1965-1972.
 - کرمان. پژوهش‌های کاربردی در گیاهپزشکی (دانش کشاورزی)، ۳ (۲): ۷۹-۹۱.
 - 3- Alvaro, JEO, Moreno, S, Dianeaz, F, Santos, M, Carrasco, G, & Urrestarazu, M. (2009). Effects of peracetic acid disinfectant on the postharvest of some fresh vegetables. *Journal of Food Engineering*, 95(1), 11-15.
 - 4- Ayoub, F, Chebli, B, Ayoub, M, Hafidi, A, Salghi, R, & Jodeh, Sh. (2017). Antifungal effectiveness of fungicide and peroxyacetic acid mixture on the growth of *Botrytis cinerea*. *Microbial pathogenesis*, 105, 74-80.
 - 5- Bennett, JW, & Klich, M. (2003). Mycotoxins. *Clinical Microbiological Reviews*, 16.
 - 6- Centers for Disease and Prevention, CDC. (2009). Salmonella in pistachio nuts. from <https://www.cdc.gov/salmonella/pistachios/update.html>
 - 7- Elsanhoty, RM, Salam, SA, Ramadan, MF, & Badr, FH. (2014). Detoxification of aflatoxin M1 in yoghurt using probiotics and lactic acid bacteria. *Food control*, 43, 129-134.
 - 8- European Food Safety Authority, EFSA. (2020). Outcome of a public consultation on the draft risk assessment of aflatoxins in food. *EFSA Supporting Publications*, 17(3), 1798E.
 - 9- FAO. (2018). Available online: http://www.fao.org/faostat/en/#rankings/countries_by_commodity.
 - 10- Garg, A, Namboodiri, V, Smith, B, Al-Anazi, A, Murugesan, B, & Bowman, T. (2018). Disinfection of wastewater with peracetic acid (PAA) and UV combined

- 22- Thomas, P, Bruns, A, Ganzer, A, Jünemann, T, Kordex, LT, Krone, N, *et al.* (2016). Peracetic acid and atmospheric plasma as alternatives for packaging disinfection in the dairy industry. *Milk Science International-Milchwissenschaft*, 69(1), 2-6.
- 23- Walter, EHM, Nascimento, MS, & Kuaye, AY. (2009). Efficacy of sodium hypochlorite and peracetic acid in sanitizing green coconuts. *Applied Microbiology*, 49(3), 366-371.
- 24- Wang, D, Yamaki, Sh, Kawai, Y, & Yamazaki, K. (2020). Sanitizing efficacy and antimicrobial mechanism of peracetic acid against histamine-producing bacterium, *Morganella psychrotolerans*. *LWT-Food Science and Technology*, 126, 1-7.
- 25- Zhao, X, Cheng, K, Hao, J, & Liu, D. (2008). Preparation of peracetic acid from hydrogen peroxide, part II: kinetics for spontaneous decomposition of peracetic acid in the liquid phase. *Journal of Molecular Catalysis A: Chemical*, 284(1-2), 58-68.
- 26- Zoellner, C, Aguayo-Acosta, A, Siddiqui, Mohammed Wasim, & Dávila-Aviña, JE. (2018). Peracetic acid in disinfection of fruits and vegetables *Postharvest Disinfection of Fruits and Vegetables* (pp. 53-66): Elsevier.
- 17- Rastegar, H, Shoeibi, Sh, Yazdanpanah, H, Amirahmadi, M, Mousavi Khaneghah, A, Campagnollo, FB, & Sant'Ana, AS. (2017). Removal of aflatoxin B1 by roasting with lemon juice and/or citric acid in contaminated pistachio nuts. *Food Control*, 71, 279-284.
- 18- Ribeiro, M, Freitas-Silva, O, Castro, IM, Teixeira, A, Marques-da-Silva, SH, Sales-Moraes, ACS, Abreu, LF, & Sousa, CL. (2020). Efficacy of sodium hypochlorite and peracetic acid against *Aspergillus nomius* in Brazil nuts. *Food Microbiology*, 90, 103449.
- 19- Shephard, GS. (2003). Aflatoxin and food safety: recent African perspectives. *Journal of Toxicology: Toxin Reviews*, 22(2-3), 267-286.
- 20- Shi, H, Stroshine, SL, & Ileleji, K. (2017). Determination of the relative effectiveness of four food additives degrading aflatoxin in distillers wet grains and condensed distillers solubles. *Journal of Food Protection*, 80(1), 90-95.
- 21- Suurnäkki, S, Pulkkinen, JT, Lindholm-Lehto, PC, Tirola, M, & Aalto, SL. (2020). The effect of peracetic acid on microbial community, water quality, nitrification and rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) performance in recirculating aquaculture systems. *Aquaculture*, 516, 734534.

The Effect of Peracetic Acid on the Microflora of Pistachio (*Pistacia vera*) Nuts

Abstract

The economic importance along with high nutritional value of pistachio has necessitated further research on this agricultural product. One of the most important problems in the production, consumption and export of pistachio is its contamination with various microorganisms at different stages. Pistachio kernel is considered as a fatty seed and this makes it very susceptible to fungal and bacterial contamination and as a result, its shelf life would be reduced. Peracetic acid is a strong oxidizer which can rapidly remove a wide range of microorganisms and is also environmentally

safe. In this research, pistachio seeds were treated with different concentrations (0, 1, 2, 2.5 and 3%) of peracetic acid for 0.5, 1, 1.5, 2 and 5 min. Then the growth of bacteria, fungi, and common microflora were evaluated. The results indicated that the treatment of pistachio with 2% peracetic acid for 0.5 min, reduced the contaminating microflora more than 99%. Therefore, disinfection of pistachio nuts with peracetic acid can be done in pistachio terminals (inside washing tank) to improve its quality before introducing to the market.

Keywords: Microflora, Peracetic Acid, Pistachio