ارزیابی سفتی و فعالیت آنتی‌اکسیدانی پسته تر با استفاده از تیمار آب فعال شده با پلاسما طی انبارمانی

مهسا رجب صدوقی[۱] ، سید حسین میردهقان[۲] ، فاطمه ناظوری[۳] ، مهدی شریعت[۴]

[۱]دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم باغبانی دانشگاه ولی‌عصر رفسنجان

[۲]استاد، گروه علوم باغبانی دانشگاه ولی‌عصر رفسنجان

[۳]استادیار، گروه علوم باغبانی دانشگاه ولی‌عصر رفسنجان

[۴]استادیار، گروه فیزیک دانشگاه ولی‌عصر رفسنجان

*نویسنده مسئول: mahsa676048@gmail.com

چکیده

به‌دلیل ماندگاری بسیار پایین پسته تازه، فرآیند خشک شدن ضروری است. این مسأله باعث کاهش ارزش غذایی و پرداخت تعرفه بازرگانی بسیار بالا برای صادرات می‌شود. در سال‌های اخیر صادرات پسته تازه هم مورد توجه قرار گرفته است زیرا پسته تازه طعم مطلوب‌تری دارد و همچنین صادرات پسته تازه از ارزش افزوده بیشتری نسبت به پسته خشک شده برخوردار است. ترک‌خوردگی پوسته‌ی نرم، جدا شدن پوست نرم از پوست استخوانی هنگام برداشت و حمل و نقل و همچنین نرم شدگی و سیاه‌شدن پوست نرم طی انبارداری از مشکلات عمده پس از برداشت پسته تازه می‌باشد. این پژوهش به‌منظور بررسی اثر تیمار آب فعال‌شده با پلاسما بر ویژگی‌های پسته تر در طول دوره انبارمانی انجام شد. برای این منظور میوه پسته رقم احمد آقایی با ۵ تیمار متفاوت (شاهد، آب مقطر، هیپوکلرید سدیم، آب فعال شده با پلاسما در دو سطح ۵ و ۸ ولت) مورد بررسی قرار گرفت. به منظور ارزیابی اثر تیمارها و مدت زمان انبارمانی و بررسی صفاتی از قبیل درصد پوسیدگی، سفتی پوست و فعالیت آنتی‌اکسیدانی در طول مدت نگهداری در سردخانه در سه مرحله (۰ ، ۲۵ و ۵۰ روز) مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج نشان داد که با افزایش طول دوره نگهداری در انبار، تیمار آب فعال شده با پلاسما، مانع از کاهش فعالیت آنتی‌اکسیدانی در میوه‌های تیمار شده می‌شود. به‌طور کلی میزان سفتی پوست و درصد پوسیدگی در طول انبارمانی به‌ترتیب روند کاهشی و افزایشی داشتند به طوری که کمترین میزان سفتی پوست میوه و درصد پوسیدگی در مرحله سوم انبارمانی و در تیمار هیپوکلرید سدیم مشاهده شد.

واژه‌های کلیدی: : انبارمانی، آب فعال‌شده با پلاسما، پلاسما، آنتی‌اکسیدانت، PAW

مقدمه

پسته یکی از مهم‌ترین محصولات باغبانی است که با نام ایران درآمیخته و تولید آن در کشور سابقه تاریخی طولانی دارد. پسته به عنوان یک فراورده مهم صادراتی، در بخش صادرات غیر نفتی و ارز آوری اهمیت راهبردی در کشور دارد. به‌علت اینکه پسته بعنوان یکی از منابع تأمین ارز می‌باشد، برداشتن قدم‌های مؤثر در جهت بالا بردن بازده تولید وکیفیت این محصول ضروری به نظر میرسد و افزایش مصرف روز افزون آن سبب گردیده که مطالعات همه جانبه‌ای در ارتباط با سیستم‌های کاشت، به‌نژادی و افزایش کمی و کیفی این محصول انجام شود. پسته تازه، به‌عنوان یک فرآورده تازه در نظر گرفته می‌شود و این نکته حائز اهمیت است که پسته تازه سریع فاسد میشود و عمر پس از برداشت کوتاهی دارد. به بیان دیگر پسته تازه قابلیت ماندگاری طولانی مدت را ندارد و در صورت عدم نگهداری مناسب باید در مدت کوتاهی مصرف شود (شاکر اردکانی، ۱۳۸۶). به دلیل ماندگاری بسیار پایین پسته تازه، باید فرآیند خشک‌شدن روی آن صورت گیرد. این مسئله باعث کاهش ارزش غذایی و تبدیل این محصول از میوه تازه به خشکبار و پرداخت تعرفه بازرگانی بسیار بالا برای صادرات می‌شود. البته تا چند سال گذشته صادرات پسته فقط محدود به پسته خشک بوده است، اما در سال‌های اخیر صادرات پسته تازه هم مورد توجه قرار گرفته است. صادرات پسته تازه برتری‌هایی بر پسته خشک دارد. زیرا پسته تازه طعم مطلوب‌تری دارد و همچنین صادرات پسته تازه از ارزش افزوده بیشتری نسبت به پسته خشک شده برخوردار است. از طرفی در روش‌های متداول خشک‌کردن به‌دلیل سخت‌شدن سطح محصول و استفاده از دمای بالا در مدت زمان طولانی، باعث کاهش کیفیت محصول نهایی می‌شود (راد، ۱۳۸۶). البته

روش‌های معدودی برای افزایش عمر انباری پسته تازه وجود دارد و پسته‌هایی با کیفیت خوب و پوست نرم رویی سالم را فقط میتوان حداکثر تا ۴۸ ساعت در درجه حرارت معمولی، بدون تغییر رنگ در پوست نرم رویی نگهداری کرد (Esmailpour *et al.*, 2000). برای بهبود زمان ماندگاری پسته تازه میتوان از روش‌هایی استفاده کرد که شدت تنفس پسته را کم کرده، باعث کاهش نرم‌شدگی و کاهش از دست‌دهی آب از پسته تازه شوند (راد، ۱۳۸۶). تیمارهای پس از برداشت به منظور حفظ کیفیت یا بهبود وضعیت ظاهری فرآورده‌های باغبانی به‌کار برده می‌شوند. استفاده از ترکیب‌های شیمیایی برای افزایش عمر پس برداشت میوه‌ها و سبزی‌ها کمتر به‌وسیله مصرف‌کننده پذیرفته می‌شود، زیرا این ترکیب‌ها ممکن است آلاینده محیط باشند یا برای سلامتی انسان مضر باشند (میردهقان و خطیب ۱۳۹۱). پلاسمای غیرحرارتی یا پلاسما سرد یک رویکرد جدید برای غیرفعال‌سازی میکروبی در صنایع غذایی است. این روش شامل قرار گرفتن مواد غذایی در معرض تابش یونی (مانند ذرات باردار، میدان‌های الکتریکی، فوتون های ماورا بنفش (UV یا گونه‌های واکنشی) برای ضدعفونی میکروب‌ها در عین اطمینان از ایمنی محصولات است (Yingyin Xu *et al.*, 2015). پژوهش‌های قبلی نشان داده است که پلاسمای غیرحرارتی می‌تواند طیف گسترده‌ای از میکروارگانیسم‌ها، از جمله باکتری‌ها، قارچ‌ها، ویروس‌ها، هاگ باکتری‌ها و بیوفیلم‌ها را به طور مؤثر ضدعفونی کند. علاوه بر پلاسمای غیرحرارتی که ذکر شد، آب فعال شده با پلاسما (Plasma activated water) می‌تواند انواع خاصی از میکروب‌ها را نیز غیرفعال کند. تا به امروز، تحقیقات در مورد تأثیر pH و H_2O_2 در پیشرفت ضدعفونی PAW اهمیت ROS در محلول‌های PAW را برجسته کرده است. گونه‌های تولید شده در مایع برای مدت زمان طولانی پایدار هستند و تاحدی مسئول خواص ضدمیکروبی طولانی مدت هستند. Yingyin Xu و همکارانش (۲۰۱۶) در پژوهشی‌که بر روی قارچ‌های دکمه‌ای برای افزایش دوره انبارمانی انجام دادند، گزارش کردند کاربرد محلولPAW که با استفاده از یک منبع ولتاژ ببین ۱۰ تا ۱۸ کیلوولت تولید شده بود، به‌تدریج باعث کاهش جمعیت میکروارگانیسم‌های موجود در قارچ در گروه‌های PAW در مقایسه با گروه کنترل شد. در نمونه هایPAW مشاهده شدکه قهوه ای‌شدن و نرم‌شدن قارچ ها به تأخیر افتاد.

مواد و روش‌ها

پسته تازه رقم احمدآقایی بلافاصله پس از برداشت، به آزمایشگاه پس از برداشت دانشکده کشاورزی دانشگاه ولی‌عصر (عج) رفسنجان منتقل شدند. سپس نمونه‌های پسته سالم و یکنواخت از پسته‌های صدمه دیده و نارس جدا شد. اعمال تیمارها به‌صورت محلول‌پاشی توسط اسپری انجام گرفت. پسته‌ها پس از تیمار و بسته بندی در ظروف با ابعاد ۱۲×۱۷ سانتی‌متر به سردخانه با دما ^{o}C ۴±۲ و رطوبت نسبی ۵ ±۹۰٪ به مدت ۵۰ روز منتقل شدند. پس از قرارگرفتن به‌مدت یک ساعت در شرایط دمای آزمایشگاه اندازه‌گیری صفات مورد نظر انجام گردید. صفاتی از قبیل، میزان سفتی پوست نرم‌رویی با استفاده از روش (خنامانی، ۱۳۹۱)، درصد پوسیدگی پوست میوه به‌روش (Sheikh *et al.*, 2019) و میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی مغز به‌روش (Serrano *et al.*, 2007) اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری سفتی پوست نرم رویی برحسب واحدکیلوگرم نیرو با استفاده از دستگاه سفتی‌سنج مدل Lutron FG ۵۰۲۰ ساخت کشور تایوان صورت گرفت. دراین اندازه گیری میانگین سفتی ۵ عدد پسته ازهرتکرار برحسب واحد کیلوگرم نیرو بیان شد. برای محاسبه سفتی پوست نرم‌رویی پسته پروب مسطح که قطری به اندازه‌ی۷/۸میلی متر دارد را به دستگاه متصل کرده و میوه را زیر آن قرار می‌دهیم و سپس اهرم دستگاه را می‌چرخانیم تا اولین تماس بین پوست نرم پسته و پروب برقرار شود و سپس اهرم دستگاه را به اندازه ۱۸۰ درجه چرخانده و سفتی ایجاد شده را قرائت می‌کنیم (خنامانی، ۱۳۹۱). پژوهش حاضر به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی اجرا گردید. فاکتور اول شامل ۵ تیمار شاهد، آب مقطر، هیپوکلرید سدیم با غلظت ۱۵۰ میلی‌گرم بر لیتر، ۱۰۰ میلی‌لیتر آب فعال شده با پلاسما سرد با استفاده از منبع تغذیه تخلیه سد دی الکتریک (Drain the dielectric barrier) با ولتاژ ۵کیلو ولت و ۸ کیلوولت و فاکتور دوم در سه سطح انبارمانی بود. داده‌های حاصل از آزمایش با استفاده از نرم افزار آماری SPSS، مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و برای مقایسه میانگین‌ها از روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد استفاده گردید.

نتایج و بحث

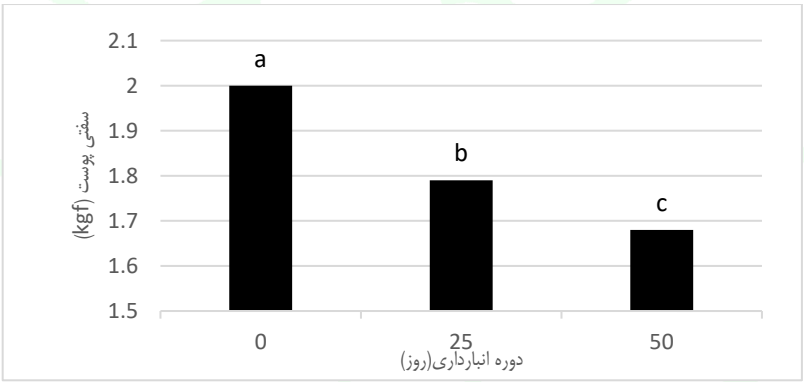
میزان سفتی پوست: طبق نتایج تجزیه واریانس در جدول۱ اثرات تیمار و زمان انبارداری در سطح پنج درصد بر میزان سفتی پوسته خارجی(کیلوگرم نیرو) پسته‌های تازه معنی‌دار شد. اما اثرات متقابل تیمار و زمان انبارداری معنی‌دار نمی‌باشد. به طوریکه نتایج مقایسه

میانگین بین تیمارها نشان داد سفتی میوه با افزایش مدت زمان انبارمانی کاهش پیدا کرد. بافت همچنین ویژگی قابل توجهی در کیفیت قابل قبول بودن میوه‌های تازه است. همانطور که در شکل ۱و۲ نشان داده شده است، اثر تیمار و زمان به صورت جداگانه در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود اما اثر متقابل معنی‌دار نبود. علاوه بر این، استحکام تمام نمونه‌ها پس از ذخیره‌سازی ۵۰ روزه در مقایسه با روز ۰ کاهش یافته است. پوست پسته محصولی نرم است که در اثر ذخیره سازی استحکام خود را سریع از دست می‌دهد و استعداد آن در برابر آلودگی قارچی زیاد است. نمونه‌های درمان PAW، به ویژه تیمارPAW5 دارای مقاومت بیشتری نسبت به شاهد بودند ، که ممکن است به دلیل تعداد کم میکروارگانیسم در سطح پسته با غیرفعال‌سازی PAW باشد.

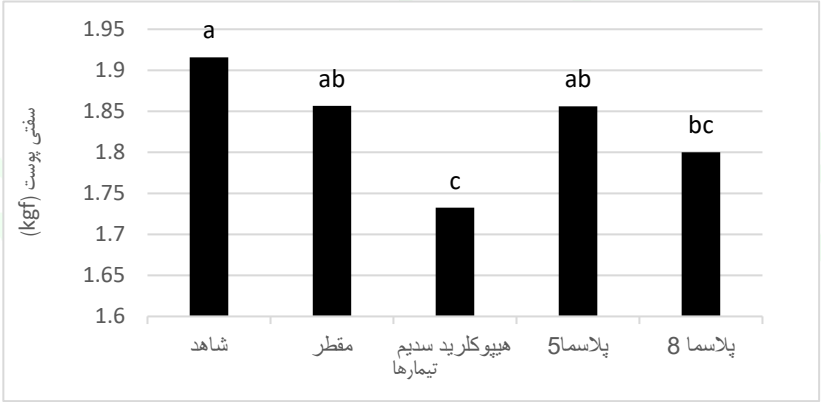
جدول ۱- تجزیه واریانس تأثیر تیمارها و زمان انبارمانی بر حفظ ویژگی‌های کیفی پسته تازه با پوست طی انبارمانی

منابع تغییرات	درجه آزادی	سفتی پوست	فعالیت آنتی‌اکسیدانی
زمان	۲	۰/۴۵**	۱۴۹۲**
تیمار	۴	۰/۰۴۲**	۱۳۷/۶۱**
زمان*تیمار	۸	۰/۰۱۶ns	۸/۶۶**
خطا	۳۰	۰/۰۰۸	۳/۴۵
ضریب تغییرات		۵/۱۵	۴/۱۱

ns و ** به ترتیب نشان دهنده عدم معنی‌داری و معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون دانکن



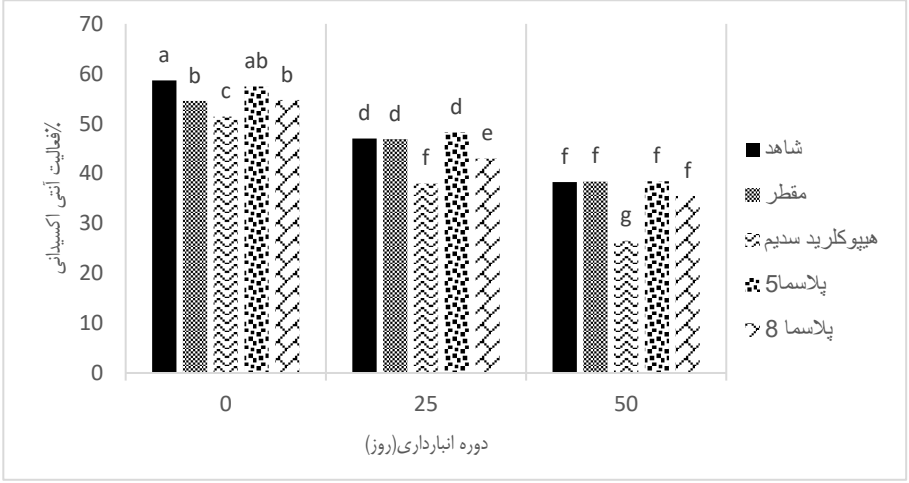
شکل۱- اثر زمان بر میزان سفتی میوه پسته تر رقم احمد آقایی طی دوره انبارمانی(روز)



شکل۲- اثر پنج تیمار مختلف بر میزان سفتی میوه پسته تر رقم احمد آقایی

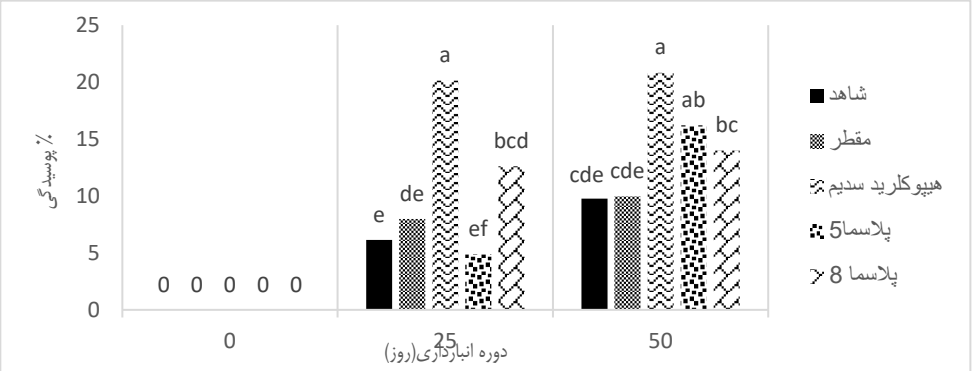
خاصیت آنتی‌اکسیدان: در بررسی جدول ۱ تجزیه واریانس مشخص شد که اثر زمان و تیمارها در سطح احتمال ۵ درصد بر میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی مغز میوه‌های پسته معنی‌دار بود و همچنین اثرات متقابل زمان انبارداری و تیمارها نیز در سطح ۵ درصد معنی دار بودند.

میزان آنتی‌اکسیدان در طی دوره انبار داری کاهش معنی‌داری داشته است اما تیمار پلاسما در سطح ۵ ولت به‌صورت معنی‌داری مانع از این کاهش در طی دوره انبارداری در میوه‌های تیمار شده با این ماده در مقایسه با تیمار شاهد شده است. در بین زمان‌های انبارداری، بیشترین میزان آنتی‌اکسیدانت در ابتدای دوره انبارمانی و در تیمار شاهد و پلاسما درسطح ۵ ولت مشاهده شد و کمترین میزان آنتی-اکسیدانت در روز ۵۰ و در تیمار هیپوکلرید سدیم در شکل ۱ مشاهده گردید.



شکل۳- اثر تیمارها (آب مقطر، هیپوکلریت سدیم، آب فعال شده با پلاسما سرد) و زمان انبارمانی بر فعالیت آنتی اکسیدانی
حروف متفاوت روی ستون‌ها نشانه معنی‌دار بودن اختلاف میانگین‌ها در آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشد.

درصد پوسیدگی: نتایج تجزیه واریانس (جدول۲) نشان داد که اثر زمان‌ها تیمارهای مختلف، دوره انبارداری و اثرات متقابل آنها بر درصد پوسیدگی میوه‌های پسته تیمار شده در سطح احتمال ۵ درصد از لحاظ آماری معنی‌دار بوده است. مقایسه آماری میانگین‌ها نشان داد که با اعمال تیمار پلاسما در سطح ۸ ولت درصد پوسیدگی در میوه های پسته کاهش معنی‌داری داشت به‌طوریکه به‌ترتیب بیشترین و کمترین درصد پوسیدگی به ترتیب در تیمار هیپوکلرید سدیم و شاهد مشاهده شد.



شکل۵- اثر تیمارها (آب مقطر، هیپوکلریت سدیم، آب فعال شده با پلاسما سرد) و زمان انبارمانی بر درصد پوسیدگی
حروف متفاوت روی ستون‌ها نشانه معنی‌دار بودن اختلاف میانگین‌ها در آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشد.

نتیجه‌گیری کلی: به‌طورکلی این نتایج نشان می‌دهد که استفاده از تیمار PAW باعث حفظ فعالیت آنتی‌اکسیدانی، حفظ سفتی میوه و کاهش پوسیدگی نسبت به تیمار هیپوکلرید سدیم خواهد شد که نتایج مشابه نتیاج در پژوهش Yingyin Xu و همکاران (۲۰۱۵) بود. آب فعال‌شده با پلاسما به‌دلیل آسیبی که به غشاء سلول‌های میکروب وارد میکند باعث از بین رفتن DNA سلول‌شده و در نهایت باعث

کاهش آلودگی می‌شود. با کاهش میکروارگانیسم‌ها، تعرق و تنفس نیز کاهش پیدا کرده و در نتیجه پوسیدگی کم می‌شود. در این پژوهش تیمار پلاسما اثر بهتری نسبت به تیمار هیپوکلرید سدیم داشته است اما نسب به تیمار شاهد پوسیدگی افزایش یافته است. از طرفی با استفاده از آب فعال شده با پلاسما، فعالیت آنتی‌اکسیدانی طی ۵۰ روز نسبت به شاهد تغییر چندانی نکرده و به این معنی است که باعث حفظ آن در زمان انبار داری شده است. در نتیجه می‌توان گفت که استفاده از روش‌های غیر شیمیایی مثل آب فعال‌شده با پلاسما می‌تواند بر حفظ شاخص‌های فیزیولوژیکی نقش مثبتی داشته باشند و موجب افزایش عمر پس از برداشت پسته شوند.

منابع

خنامانی، ز. ۱۳۹۱. تأثیر کاربرد قبل و پس برداشت پلی‌آمین‌ها و تیمار گرمایی برکیفیت و عمر انبارداری پسته تازه ارقام فندقی وکله قوچی . پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ولیعصر رفسنجان.

راد، س .۱۳۸۶ . بررسی اثرات نانوسید و برخی از افزودنی‌های مجاز بر کیفیت پسته و میزان آلودگی آن به آفلاتوکسین. وزارت جهاد کشاورزی

شاکر اردکانی، ا .۱۳۸۶ . برداشت، فراوری، انبارداری و بسته بندی پسته .مؤسسه تحقیقات پسته کشور. چاپ اول ۱۵۸.

میردهقان ، ح. و خطیب ، ه. ۱۳۹۱. اثر پوشش‌خوراکی کیتوزان بر کیفیت و عمر انبارداری پسته تازه رقم اوحدی. مجله علوم و فنون باغبانی ایران، ۱۳(۱): ۱۰۰-۸۳.

Esmailpour, A., Dehghani, H., Mirdamadiha, F. 0222. Effects of delay on harvesting and processing time on aflatoxin rate in pistachio. Proceeding of the 12 th Iranian Plant Protection Congress, Isfahan, Iran, 109-122.

Ruonan, M. 2015. Non-thermal plasma-activated water inactivation of food-bornepathogen on fresh produce. Journal of Hazardous Materials, 300: 643–651.

Ruonan, M. 2016. Effect of Non-Thermal Plasma-Activated Water on Fruit Decay and Quality in Postharvest Chinese Bayberries. Journal of Food Bioprocess Technol 13.1007/s11947-016-1761-7.

Serrano, J., Isabel, G., Fulgencio S. C. 2007 "Food antioxidant capacity determined by chemical methods may underestimate the physiological antioxidant capacity." Food Research International, 40 (1): 15-21.

Yingyin Xu. 2016. Effect of plasma activated water on the postharvest quality of button mushrooms, Agaricus bisporus. Food Chemistry, 197 436–444.

Maintaining the firmness and antioxidant activity of wet pistachios using plasma-activated water treatment during storage

Mahsa Rajab Sadoughi *[1], Seyed Hossein Mirdeghan [2], Fatemeh Nazori [3], Mehdi Shariat [4]

[1] Master student of Horticulture, Vali-e-Asr University of Rafsanjan

[2] Professor, Department of Horticulture Vali-e-Asr University of Rafsanjan

[3] Assistant Professor, Department of Horticulture, Vali-e-Asr University of Rafsanjan

[4] Assistant Professor, Department of Physics, Vali-e-Asr University of Rafsanjan

Corresponding Author: mahsa676048@gmail.com

Abstract

Due to the very short shelf life of fresh pistachios, the drying process is necessary. This reduces the nutritional value and pays a very high trade tariff for exports. In recent years, the export of fresh pistachios has also been considered because fresh pistachios have a more desirable taste and also the export of fresh pistachios has more added value than dried pistachios. Soft shell cracking, separation of soft skin from bony skin during harvesting and transportation, as well as softening and blackening of soft skin during storage are major problems after harvesting fresh pistachios. This study was evaluated to investigate the effect of plasma activated water treatment on pistachio characteristics during storage. For this purpose, pistachio fruit of Ahmad Aghaei cultivar was studied with 5 different treatments (control, distilled water, sodium hypochlorite, plasma activated water at two levels of 5 and 8 volts). In order to evaluate the effect of treatments and storage time and to evaluate traits such as decay percentage, skin firmness and antioxidant activity during storage in the refrigerator in three stages (0, 25 and 50 days) were studied. The results showed that by increasing the length of storage in the warehouse, plasma-activated water treatment prevents the reduction of antioxidant activity in treated fruits. In general, the amount of skin firmness and the percentage of rot during the storage were decreasing and increasing, respectively, so that the lowest amount of firmness of the skin and the percentage of rot was observed in the third stage of storage and in sodium hypochlorite treatment.

Keywords: Storage, plasma activated water, plasma, antioxidant, PAW