تأثیر تیمار پلاسمای سرد بر میکروب‌زدایی و ویژگی‌های کیفی انگور (*Vitis vinifera L.*)

علی خلج[۱]، ابراهیم احمدی[۲*]، سهیلا میرزایی[۳]، روزبه عباس زاده[۴]

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد مکانیزاسیون کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان (Alikhalaj1363@gmail.com)
۲. دانشیار گروه مهندسی بیوسیستم، دانشگاه بوعلی سینا، همدان (eahmadi@basu.ac.ir)
۳. استادیار گروه گیاه‌پزشکی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان (mirzaei_80@yahoo.com)
۴- استادیار گروه مهندسی بیوسیستم، مرکز پژوهش‌های علمی صنعتی ایران، تهران (abbaszadeh@irost.ir)

چکیده

انگور یک محصول مهم باغبانی و باارزش اقتصادی فراوان است. بیماری‌های قارچی از مهم‌ترین عوامل فساد و تخریب محصولات کشاورزی پس از برداشت است. استفاده از پلاسمای غیرحرارتی (پلاسمای سرد) یک روش نوین جهت حذف میکروارگانیسم‌های غذایی می‌باشد. بدین منظور ابتدا دستگاه اعمال پلاسما طراحی و ساخته شد. سپس انگور رقم فخری با استفاده از قارچ‌های بوتریتیس و آسپرژیلوس تلقیح و پس از اعمال پلاسما در مدت‌زمان‌های ۰، ۱۰، ۲۰ و ۴۰ ثانیه در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. درصد آلودگی و خواص شیمیایی (مواد جامد محلول، پی.اچ و اسیدیته) به مدت ۳۵ روز و هر هفته یک‌بار موردبررسی قرار گرفت. بر اساس نتایج به‌دست‌آمده بالاترین میزان آلودگی برای هر دو قارچ آسپرژیلوس و بوتریتیس در نمونه‌های شاهد (بدون اعمال پلاسما) مشاهده شد. به‌طوری‌که پس از ۳۵ روز ۱۰۰ درصد نمونه‌ها آلوده شدند. در تیمار ۲۰ ثانیه ۱۵ درصد آلودگی برای قارچ بوتریتیس و ۲۰ درصد آلودگی برای قارچ آسپرژیلوس پس از ۳۵ روز دیده شد. در تیمار ۴۰ ثانیه اثری از آلودگی برای هیچ‌کدام از قارچ‌ها مشاهده نشد. بر اساس نتایج به‌دست‌آمده تفاوت معنی‌داری در میزان اسیدیته قابل تیتراسیون، مواد جامد محلول و پی.اچ در هیچ‌یک از نمونه‌های تحت تیمار در مقایسه با شاهد مشاهده نشد. ازاین‌رو با توجه به کاهش قابل‌توجه در میزان آلودگی و عدم‌تغییر در خواص شیمیایی انگور می‌توان این روش را یک روش کارآمد در کنترل ضایعات پس از برداشت انگور دانست.

کلمات کلیدی: *پلاسمای سرد، Vitis vinifera ، عمر انبارداری، بوتریتیس، آسپرژیلوس*

*نویسنده مسئول: eahmadi@basu.ac.ir

تأثیر تیمار پلاسمای سرد بر میکروب‌زدایی و ویژگی‌های کیفی انگور (*Vitis vinifera* L.)

مقدمه

انگور (*Vitis vinifera* L.) از مهم‌ترین و قدیمی‌ترین محصولات باغی در ایران و جهان است. ایران به علت برخورداری از شرایط جغرافیایی و اقلیمی مناسب یکی از مهم‌ترین مناطق کشت و پرورش انگور در جهان می‌باشد و با داشتن بالغبر ۲۰۷ هزار هکتار باغ انگور و تولید ۲۴۵۰۰۲۱ تن میوه در سال یکی از عمده‌ترین تولیدکنندگان انگور در دنیا است [۳]. اگرچه این محصول می‌تواند به‌عنوان یکی از بزرگ‌ترین محصولات صادراتی کشور محسوب شود اما به دلیل ماهیت فسادپذیر آن، مشکلات جدی طی حمل‌ونقل، انبارمانی پس از برداشت و هنگام فروش داشته و ضررهای اقتصادی فراوانی به دنبال این قضیه به وجود خواهد آمد. کاهش کیفیت انگورهای تازه‌خوری به‌طور عمده ناشی از کاهش وزن، نرم شدن سریع حبه‌ها، پوسیدگی‌های قارچی و تغییرات طعم و رنگ است که در شرایط انباری نامناسب تسریع می‌یابد [۱۰و ۱۲].

بیماری‌های قارچی از مهم‌ترین عوامل فساد و تخریب محصولات کشاورزی پس از برداشت است. خسارات و عوارض ناشی از وجود قارچ‌ها بر میوه انگور سبب ایجاد بیماری‌ها و پوسیدگی‌های بعد از برداشت میوه در هنگام نگهداری در انبار و همچنین عرضه به بازار می‌شود. بیماری‌های حاصل از قارچ‌های *Botrytis cinerea* و *Aspergillus niger* به‌عنوان مخرب‌ترین بیماری‌های پس از برداشت میوه انگور شناسایی‌شده‌اند. کپک‌های حاصل از این بیماری‌ها، باعث قهوه‌ای و سیاه شدن میوه شده و خسارت‌های فراوانی را به دنبال دارند [۴]. اگرچه استفاده از ترکیبات شیمیایی می‌تواند ضایعات حاصل از عوامل پاتولوژیکی را کاهش دهند ولی به دلیل عوارض جانبی این مواد، مصرف آن‌ها روزبه‌روز محدود می‌شود. تیمارهای حرارتی نیز برای بسیاری از مواد غذایی، میوه‌ها و سبزیجات مناسب نبوده و اثرات نامطلوبی بر کیفت آن‌ها دارد. امروزه به دلیل ضرورت حفاظت از محیط‌زیست و صرفه‌جویی در انرژی، تمایل به استفاده از تکنولوژی‌های جدید به‌منظور کنترل میکروبی بیش‌ازپیش افزایش‌یافته است. این تکنولوژی‌ها علاوه بر نابودی میکروارگانیسم‌ها، سبب تغییر کمتری در خواص کیفی محصول می‌گردند، لذا برای محصولات تازه مانند سبزیجات، میوه‌ها و آب‌میوه‌ها مناسب هستند. ازجمله این تکنولوژی‌ها می‌توان به تکنولوژی استفاده از پلاسمای غیرحرارتی (پلاسمای سرد) جهت حذف میکروارگانیسم‌های غذایی اشاره کرد [۹].

پلاسمای یک گاز شبه خنثی و مجموعه‌ای از یون‌ها، الکترون‌ها، اتم‌های خنثی، رادیکال‌ها و گونه‌های برانگیخته است که با اعمال اختلاف ولتاژ بین دو الکترود تولید می‌شود. در میان انواع پلاسما، پلاسمای سرد به علت کار در دمای پایین (حدود دمای اتاق) و فشار اتمسفر در کاربردهای بیولوژیکی و صنایع غذایی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. پلاسمای غیرحرارتی، یک تکنیک جدید برای کاهش بار میکروبی در میوه‌ها و سبزیجات تازه بوده و به‌طور بالقوه می‌تواند سطوح محصولات تازه را پاک‌سازی نماید. پلاسمای سرد یک فناوری غیرحرارتی خشک و بدون نیاز به مواد شیمیایی است،که قادر به کار کردن به‌صورت مداوم در فشار اتمسفر است [۵، ۶، ۷].

یکی از راه‌های کنترل جریان استفاده از سد دی الکتریک است.تخلیه سد دی الکتریک (DBD) روشی جدید و خلاقانه برای تولید پلاسمای غیرحرارتی است که اخیراً به‌طور گسترده‌ای در شاخه‌های مختلف علم و تکنولوژی موردتوجه قرارگرفته است. تخلیه سد دی الکتریک، یک تخلیه الکتریکی بین دو الکترود است که حداقل یکی از الکترودها با یک‌لایه دی الکتریک پوشانده شده است. اعمال ولتاژ متناوب بر الکترودها منجر به ایجاد پلاسمای غیرحرارتی سد دی الکتریک در فشار اتمسفری می‌شود [۷].

استفاده از پلاسمای سرد امروزه به‌عنوان یک روش نوین در میکروب‌زدایی از محصولات کشاورزی و غذایی گسترش‌یافته است. بر اساس تحقیقات صورت گرفته، کاربرد پلاسمای سرد در شرایط اتمسفری در میوه توت‌فرنگی، سیکل لگاریتمی باکتری کل، کپک و مخمر را کاهش داد اما تأثیری بر سفتی و رنگ میوه نداشت [۸]. کاربرد پلاسمای سرد در شرایط اتمسفری در کاهو و سیب‌زمینی نیز باعث کاهش سیکل لگاریتمی باکتری سالمونلا شد (فرناندز و همکاران، ۲۰۱۳).

برمودز-آگوریو همکاران (۲۰۱۳) نشان دادند که کاربرد پلاسمای سرد در فشار اتمسفر باعث از بین بردن باکتری اشرشیاکلای در کاهو، گوجه‌فرنگی و هویج می‌شود. نتایج نشان داد میکروب‌زدایی در هر سه محصول بدون تغییر در رنگ محصولات صورت می‌گیرد. بااین‌حال با توجه به سفتی بافت هویج در مقایسه با گوجه و کاهو میکروب‌زدایی در مدت‌زمان بالاتری صورت می‌گیرد.

پاسکوالی و همکاران (۲۰۱۶) در پژوهشی نشان دادند که کاربرد پلاسمای سرد بر سبزیجات برگی نظیر شیکوره قرمز (*Cichorium intybus* L.) بدون تأثیر بر فعالیت آنتی اکسیدانی محصول به‌طور قابل‌توجهی باعث کاهش بار میکروبی محصول می‌گردد.

با توجه به بررسی‌های صورت گرفته تاکنون پژوهشی در ارتباط با کنترل بیماری‌های قارچی در انگور با استفاده از تکنیک پلاسمای سرد انجام‌نشده است. همچنین تاکنون تأثیر این تیمار بر ویژگی‌های کیفی انگور موردبررسی قرار نگرفته است. لذا نظر به اینکه بیماری‌های قارچی یکی از مهم‌ترین عوامل فساد و زیان اقتصادی در این محصول باارزش می‌باشند، انجام این پژوهش ضروری به نظر می‌رسد.

مواد و روش‌ها

در پژوهش حاضر از پلاسمای سرد اتمسفری برای تیمار نمونه‌های انگور رقم فخری استفاده شد. ازاین‌رو ابتدا طراحی و ساخت دستگاه به منظور اعمال پلاسما صورت گرفت. در دستگاه طراحی‌شده، با اعمال ولتاژ متناوب با بزرگی ۱۰کیلوولت و فرکانس ۸/۴ کیلوهرتز به الکترودها، پلاسمای یکنواختی در هوا تشکیل شد. سپس حبه‌های انگور در شرایط کاملاً استریل با هیپوکلرید سدیم ۱ درصد برای ۲ دقیقه استریل شده و نیمی از نمونه‌ها با قارچ *Botrytis cinerea* و نیمی دیگر با قارچ *Asperjilous niger* به ترتیب با غلظت‌های 10^6 و 10^5تلقیح مصنوعی شدند. در مرحله بعد نمونه‌های شاهد جداشده و باقی نمونه‌ها در مدت‌زمان‌های ۱۰، ۲۰ و ۴۰ ثانیه با پلاسمای سرد تیمار و در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. درنهایت در فواصل هر هفته یک‌بار، میزان آلودگی‌های قارچی و خواص شیمیایی نمونه‌ها (اسید قابل تیتراسیون، مواد جامد محلول و پی. اچ)به مدت ۳۵ روز موردبررسی قرار گرفتند. این تحقیق بر پایه طرح کاملاً تصادفی در ۳ تکرار انجام شد. تجزیه آماری داده‌های حاصل از آزمایش‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS و مقایسه میانگین‌ها از طریق آزمون چند دامنه‌ای دانکن صورت گرفت.

تحلیل نتایج

تأثیر تیمار پلاسما بر کنترل بیماری

تیمار نمونه‌ها با استفاده از پلاسمای سرد بر میزان آلودگی قارچ بوتریتیس در سطح ۰/۰۱ معنی‌دار بود. بیشترین میزان آلودگی در نمونه‌های شاهد و پس‌ازآن در میوه‌های تیمار شده پلاسمای سرد برای ۱۰ ثانیه مشاهده شد. اولین علائم آلودگی با قارچ بوتریتیس در میوه‌های شاهد در روز هفتم و در میوه‌های تیمار شده برای ۱۰ ثانیه با پلاسما در روز چهاردهم مشاهده شد. نمونه‌های تیمار شده برای ۲۰ ثانیه پس از ۳۵ روز علائم بسیار کمی از آلودگی نشان دادند و در تیمار ۴۰ ثانیه اثری از آلودگی تا انتهای آزمایش دیده نشد (جدول ۱).

جدول ۱. مقایسه میانگین شدت بیماری انگور آلوده‌شده به قارچ بوتریتیس پس از اعمال مدت‌زمان‌های مختلف تیمار پلاسمای سرد در زمان‌های مختلف نمونه‌برداری

	درجه آلودگی (درصد)				
مدت‌زمان اعمال پلاسما (برحسب ثانیه)	هفته اول	هفته دوم	هفته سوم	هفته چهارم	هفته پنجم
صفر	۲^{a}	۲۰^{a}	۳۲^{a}	۱۰۰^{a}	۱۰۰^{a}
۱۰	۰^{b}	۴^{b}	۱۳^{b}	۳۸^{b}	۴۲^{b}
۲۰	۰^{b}	۰^{c}	۰^{c}	۰^{c}	۱۵^{c}
۴۰	۰^{b}	۰^{c}	۰^{c}	۰^{c}	۰^{d}

تیمار نمونه‌ها با تیمار پلاسمای سرد بر کنترل میزان آلودگی قارچ آسپرژیلوس در سطح ۰/۰۱ نیز معنی‌دار بود. بیشترین میزان آلودگی در نمونه‌های شاهد و تیمار ۱۰ ثانیه پلاسما مشاهده شد. اولین علائم آلودگی برای قارچ آسپرژیلوس زودتر از بوتریتیس و در ۵ روز پس از اعمال تیمار در نمونه شاهد مشاهده شد. در تیمار ۱۰ثانیه پلاسما علائم آلودگی پس از ده روز رؤیت گردید. اما در نمونه‌های تیمار شده برای ۲۰ ثانیه علائم آلودگی در کمترین میزان و پس از یک ماه از شروع آزمایش مشاهده گردید. همچنین نمونه‌های تیمار شده برای ۴۰ ثانیه اثری از آلودگی نشان ندادند (جدول ۲). درمجموع علائم آلودگی با قارچ آسپرژیلوس در مقایسه با بوتریتیس زودتر مشاهده شد.

جدول۲. مقایسه میانگین شدت بیماری انگور آلوده‌شده به قارچ آسپرژیلوس پس از اعمال مدت‌زمان‌های مختلف تیمار پلاسمای سرد در زمان‌های مختلف نمونه‌برداری

	درجه آلودگی (درصد)				
مدت‌زمان اعمال پلاسما (برحسب ثانیه)	هفته اول	هفته دوم	هفته سوم	هفته چهارم	هفته پنجم
صفر	۴^{a}	۲۳^{a}	۳۶^{a}	۱۰۰^{a}	۱۰۰^{a}
۱۰	۰^{b}	۶^{b}	۱۷^{b}	۴۱^{b}	۵۶^{b}
۲۰	۰^{b}	۰^{c}	۰^{c}	۰^{c}	۲۰^{c}
۴۰	۰^{b}	۰^{c}	۰^{c}	۰^{c}	۰^{d}

اثرات مشابهی مبنی براثر پلاسما بر کاهش بار میکروبی در گیاهانی نظیر توت‌فرنگی و شیکوره نیز مشاهده‌شده است [۸]. اگرچه این نقش احتمالی پلاسما در کنترل پوسیدگی پاتولوژیکی میوه می‌تواند به‌واسطه حضور ذرات باردار الکترون و یون، اشعه فرابنفش، رادیکال‌های آزاد و گونه‌های فعال شیمیای می‌باشد. این موارد می‌توانند سبب تغییراتی در دیواره سلولی، مورفولوژی و یا خصوصیات ژنتیکی میکروارگانیسم‌ها و درنهایت نابودی آن‌ها شود [۸و ۱۱].

تأثیر تیمار پلاسما بر ویژگی‌های شیمیایی

تیمار پلاسمای سرد در هیچ‌یک از زمان‌های اندازه‌گیری شده تأثیر معنی‌داری بر میزان مواد جامد محلول، پی.اچ و اسیدیته عصاره میوه‌های آلوده‌شده با قارچ‌های بوتریتیس و آسپرژیلوس نداشت و بین تیمارهای مختلف تفاوت معنی‌داری از این نظر مشاهده نشد (جداول۳-۸). میزان مواد جامد محلول و پی.اچ آب‌میوه‌ها طی انبارداری افزایش و میزان اسید قابل تیتراسیون آن‌ها کاهش میابد که احتمال می‌رود این افزایش ظاهری به دلیل بالا رفتن غلظت آب‌میوه در اثر اتلاف آب باشد. سرعت افزایش مواد جامد محلول باگذشت زمان در میوه‌های تیمار شده برای ۱۰ ثانیه از سایر تیمارها آهسته‌تر بود که می‌تواند به دلیل کمتر بودن درصد کاهش وزن خوشه‌ها و تلفات آب در این تیمار باشد.

کاهش اسیدیته و افزایش پی.اچ در طی زمان نیز می‌تواند به دلیل افزایش تنفس، گسترش آلودگی و تسریع فرایند پیری باشد که از طریق مصرف اسیدهای آلی سبب این تغییرات می‌شوند.

جدول۳. مقایسه میانگین تأثیر تیمار پلاسمای سرد بر انگور آلوده به بوتریتیس در زمان‌های مختلف نمونه‌برداری روی میزان مواد جامد محلول (درجه بریکس)

	زمان نمونه‌برداری				
مدت‌زمان اعمال پلاسما (برحسب ثانیه)	هفته اول	هفته دوم	هفته سوم	هفته چهارم	هفته پنجم
صفر	۲۲/۸۱^{a}	۲۳^{a}	۲۳/۱۲^{a}	۲۳/۴۲^{a}	۲۳/۸^{a}
۱۰	۲۲/۷۲^{a}	۲۳/۰۱^{a}	۲۳/۲۷^{a}	۲۳/۵۶^{a}	۲۴/۰۲^{a}
۲۰	۲۲/۷۳^{a}	۲۳/۰۴^{a}	۲۳/۲^{a}	۲۳/۳۳^{a}	۲۳/۸۳^{a}
۴۰	۲۳/۰۶^{a}	۲۳/۱^{a}	۲۳/۳۲^{a}	۲۳/۵۴^{a}	۲۳/۹^{a}

جدول٤. مقایسه میانگین تأثیر تیمار پلاسمای سرد بر انگور آلوده به آسپرژیلوس در زمان‌های مختلف نمونه‌برداری روی میزان مواد جامد محلول (درجه بریکس)

	زمان نمونه‌برداری				
مدت‌زمان اعمال پلاسما (برحسب ثانیه)	هفته اول	هفته دوم	هفته سوم	هفته چهارم	هفته پنجم
صفر	۲۳/۰۱^{a}	۲۳/۳^{a}	۲۳/۴۲^{a}	۲۳/۵۲^{a}	۲۳/۹^{a}
۱۰	۲۳^{a}	۲۳/۳۱^{a}	۲۳/۴۷^{a}	۲۳/۶۶^{a}	۲۳/۸۲^{a}
۲۰	۲۳/۲۳^{a}	۲۳/۳۴^{a}	۲۳/۴۱^{a}	۲۳/۷۳^{a}	۲۴^{a}
۴۰	۲۳/۳^{a}	۲۳/۴۱^{a}	۲۳/۵۲^{a}	۲۳/۷۴^{a}	۲۳/۹^{a}

جدول۵. مقایسه میانگین تأثیر تیمار پلاسمای سرد بر انگور آلوده به بوتریتیس در زمان‌های مختلف نمونه‌برداری روی میزان پی.اچ

	زمان نمونه‌برداری				
مدت‌زمان اعمال پلاسما (برحسب ثانیه)	هفته اول	هفته دوم	هفته سوم	هفته چهارم	هفته پنجم
صفر	۳/۳۱^{a}	۳/۳۵^{a}	۳/۴۸^{a}	۳/۵۵^{a}	۳/۸^{a}
۱۰	۳/۲۸^{a}	۳/۳۳^{a}	۳/۵۱^{a}	۳/۵۳^{a}	۳/۷۳^{a}
۲۰	۳/۳۵^{a}	۳/۴۱^{a}	۳/۴۵^{a}	۳/۶^{a}	۳/۷۶^{a}
۴۰	۳/۳۹^{a}	۳/۴۲^{a}	۳/۵۳^{a}	۳/۶^{a}	۳/۸^{a}

جدول٦. مقایسه میانگین تأثیر تیمار پلاسمای سرد بر انگور آلوده به آسپرژیلوس در زمان‌های مختلف نمونه‌برداری روی میزان پی.اچ

	زمان نمونه‌برداری				
مدت‌زمان اعمال پلاسما (برحسب ثانیه)	هفته اول	هفته دوم	هفته سوم	هفته چهارم	هفته پنجم
صفر	۳/۴۱^{a}	۳/۴۶^{a}	۳/۶۱^{a}	۳/۷۴^{a}	۳/۹^{a}
۱۰	۳/۳۸^{a}	۳/۴۸^{a}	۳/۶۲^{a}	۳/۷۲^{a}	۳/۸۷^{a}
۲۰	۳/۵۵^{a}	۳/۶۲^{a}	۳/۷۱^{a}	۳/۸^{a}	۴/۰۲^{a}
۴۰	۳/۴۹^{a}	۳/۵۴^{a}	۳/۶۸^{a}	۳/۸۲^{a}	۴/۱^{a}

جدول ۷. مقایسه میانگین تأثیر تیمار پلاسمای سرد بر انگور آلوده به بوتریتیس در زمان‌های مختلف نمونه‌برداری روی اسیدیته قابل تیتراسیون (درصد)

	زمان نمونه‌برداری				
مدت‌زمان اعمال پلاسما (برحسب ثانیه)	هفته اول	هفته دوم	هفته سوم	هفته چهارم	هفته پنجم
صفر	۰/۵۱^{a}	۰/۴۸^{a}	۰/۴۶^{a}	۰/۴۴^{a}	۰/۳۴^{a}
۱۰	۰/۵۲^{a}	۰/۴۸^{a}	۰/۴۶^{a}	۰/۴۱^{a}	۰/۳۷^{a}
۲۰	۰/۴۹^{a}	۰/۴۱^{a}	۰/۳۹^{a}	۰/۳۵^{a}	۰/۳۲^{a}
۴۰	۰/۵۳^{a}	۰/۵۰^{a}	۰/۴۸^{a}	۰/۴۱^{a}	۰/۳۷^{a}

جدول ۸. مقایسه میانگین تأثیر تیمار پلاسمای سرد بر انگور آلوده به آسپرژیلوس در زمان‌های مختلف نمونه‌برداری روی اسیدیته قابل تیتراسیون (درصد)

	زمان نمونه‌برداری				
مدت‌زمان اعمال پلاسما (برحسب ثانیه)	هفته اول	هفته دوم	هفته سوم	هفته چهارم	هفته پنجم
صفر	۰/۴۸^{a}	۰/۴۵^{a}	۰/۴۳^{a}	۰/۴۲^{a}	۰/۳۶^{a}
۱۰	۰/۵۵^{a}	۰/۵۱^{a}	۰/۴۷^{a}	۰/۴۳^{a}	۰/۳۹^{a}
۲۰	۰/۵۲^{a}	۰/۴۷^{a}	۰/۴۱^{a}	۰/۳۹^{a}	۰/۳۷^{a}
۴۰	۰/۵۶^{a}	۰/۵۳^{a}	۰/۴۹^{a}	۰/۴۷^{a}	۰/۳۹^{a}

نتیجه‌گیری

بر اساس نتایج به‌دست‌آمده از این پژوهش، کاربرد تیمار پلاسمای سرد تأثیر قابل‌توجهی در کنترل مهم‌ترین بیماری‌های پس از برداشت انگور دارد. از سوی دیگر خواص شیمیایی محصول که یکی از شاخص‌های اصلی کیفیت انگور می‌باشد، پس از اعمال پلاسما حفظ‌شده است. ازاین‌رو نتایج به‌دست‌آمده در این تحقیق، برای اولین بار اطلاعات ارزشمندی را در ارتباط با کنترل عوامل بیماری‌زا در انگور طی انبارداری نشان داد. نتایجی که از آن می‌توان در کنترل ضایعات پس از برداشت انگور به‌عنوان یک محصول مهم اقتصادی استفاده کرد.

منابع

1. Bermúdez-Aguirre, D., Wemlinger, E., Pedrow, P., Barbosa-Cánovas, G. and Garcia-Perez, M. 2013.Effect of atmospheric pressure cold plasma (APCP) on the inactivation of *Escherichia coli* in fresh produce. Food Control, 34(1): 149-157.
2. Droby, S. and Lichter, A. 2007. Post-harvest Botrytis infection: etiology, development and management. Botrytis: Biology, Pathology and Control, 349-367.
3. FAO (2016) http://www.faostat.fao.org/. Access date 17 May 2017.
4. Fernandez, A., Noriega, E. and Thompson, A. 2013. Inactivation of *Salmonella entericaserovarTyphimurium* on fresh produce by cold atmospheric gas plasma technology. Food Microbiology, 33(1): 24-29.

5. Hong, Y., Kang, J., Lee, H., Uhm, H., Moon, E. andPark, Y. 2009. Sterilization effect ofatmospheric plasma on *Escherichia coli* and *Bacillus*subtilis endospores. Letters in Applied Microbiology, 48(1): 33–37.
6. Martens, T. 2010. Numerical simulations of dielectric barrierdischarges, PhD Thesis, University of Antwerpen,Antwerpen.
7. Massines, F., Rabehi, A., Decomps, P., Gadri, R. B., Ségur, P.and Mayoux, C. 1998. Experimental and theoretical study of a glow discharge at atmospheric pressure controlled by dielectricbarrier, Journal of Applied Physics, 83: 2950-2957.
8. Misra, N. N., Moiseev, T., Patil, S., Pankaj, S. K., Bourke, P., Mosnier, J. P., Keener, K. M. and Cullen, P. J. 2014. Cold plasma in modified atmospheres for post-harvest treatment of strawberries. Food and Bioprocess Technology, 7(10):.3045-3054.
9. Moreau, M., Orange, N. and Feuilloley, M.G. J. 2008. Non-thermal plasmatechnologies: new tools for bio decontamination.Biotechnology Advances,26(6): 610-617.
10. Nelson, K.E. 1991. The grape. In: Eskin, N. M. M. (ed.). Quality and Preservation of Fruits. CRCPress. Boston. USA.
11. Pasquali, F., Stratakos, A. C., Koidis, A., Berardinelli, A., Cevoli, C., Ragni, L., Mancusi, R., Manfreda, G. and Trevisani, M. 2016. Atmospheric cold plasma process for vegetable leaf decontamination: A feasibility study on radicchio (red chicory, *Cichoriumintybus*L.). Food Control, 60: 552-559.
12. Rolle, L. Giacosa, S. Gerbi, V. and Novello, V.2011. Comparative study of texture properties, colorcharacteristics andchemical composition of ten white table-grape varieties. American Journal ofEnology and Viticulture, 62: 49-56.

The effect of cold plasma treatment on decontamination and quality characteristics of grape (*Vitis vinifera* L.)

Ali Khalaj[1], EbrahimAhmadi[1*], Soheila Mirzaei[2] and Rozbeh Abbaszadeh[3]

1. Department of Biosystem Engineering, Bu-Ali Sina University of Hamadan
2. Department of Phytopathology, Bu-Ali Sina University of Hamadan
3. Department of Biosystem Engineering, Iranian Research Organization for Science and Technology

Abstract

Grape is an important and economical horticultural crop. Fungal diseases are one of the most important causes of post-harvest spoilage of crops. Cold plasma is a new way to remove crop microorganisms. In this study, Plasma Production Structure was designed and manufactured. Then grape cv. Fakhri was inoculated with *Botrytis* and *Aspergillus*, treated with 0, 10, 20 and 40 s with cold plasam and stored at 4ºC. Contamination percentage and chemical characteristics (pH, TSS and TA) were analysed every week for 35 days. Based on the results, the highest level of contamination was observed in the control samples for both *Aspergillus* and *Botrytis*. The percentage of contamination for both fungi in the control sample was 100 pecent after 35 days. In samples treated with 20 s cold plasma, 15 percent contamination observed for *Botrytis* and 20 percent for *Aspergillus.* In samples treated with 40 s plasma no contamination obsearved until the end of experiment for both fungi. No significanted difference observed in chemical characteristics in all treated samples in comparison to the control. Due to the significant decrease in the rate of contamination and no changes in chemical characteristics of grape, it seems that cold plasma might be a valuable method to control grape post-harvest losses.

Key words: Cold Plasma, Vitis vinifera, Life storage, Botrytis, Aspergillus

*Corresponding author
E-mail: eahmadi@basu.ac.ir