Archive of SID

مقاله علمی پژوهشی/ نشریه پژوهش‌های صنایع غذایی/ جلد ۳۰ شماره ۱/ سال ۱۳۹۹/ صفحات ۱۵ تا ۲۸

اثر عصاره اتانولی برگ چندل و اکالیپتوس بر ظرفیت آنتی‌اکسیدانی، فعالیت آنزیمی و میزان مالون‌دی‌آلدهید میوه موز تازه

اقدس شاهی‌مریدی[۱] و عبدالمجید میرزاعلیان دستجردی[*۲]

تاریخ دریافت: ۹۶/۸/۲ تاریخ پذیرش: ۹۷/۵/۲۳

[۱] کارشناسی ارشد علوم و مهندسی باغبانی دانشگاه هرمزگان

[۲] استادیار گروه علوم باغبانی، دانشگاه هرمزگان

[*]مسئول مکاتبه: Email: mirzaalian@hormozgan.ac.ir

چکیده

زمینه مطالعاتی: استفاده از عصاره یا اسانس‌های گیاهی می‌تواند موجب بهبود شاخص‌های بیوشیمیایی و افزایش عمرقفسه‌ای میوه شود. **هدف**: این تحقیق به‌منظور تعیین اثرات عصاره برگ چندل (*Rhizophora mucronata*) و اکالیپتوس (*Eucalyptus spp.*) روی فعالیت آنتی‌اکسیدانی میوه موز انجام شد. **روش‌کار**: میوه در مرحله سبز بالغ از یک باغ تجاری واقع در بخش زرآباد، شهرستان کنارک، استان سیستان و بلوچستان برداشت شد. میوه‌ها پس از انتقال به آزمایشگاه دانشگاه هرمزگان، ضدعفونی، شستشو و خشک شدن در دمای اتاق، با محلول‌های عصاره اتانولی برگ چندل و اکالیپتوس در سه غلظت صفر، ۵۰۰ و ۱۰۰۰ میکروگرم/ لیتر به‌مدت ۱۰ دقیقه تیمار شدند. سپس میوه‌ها در مدت‌های صفر، ۷، ۱۴ و ۲۱ روز در دمای ۱± ^{o}C ۲۵ و رطوبت نسبی ۸۰ تا ۹۰٪ نگهداری شدند. **نتایج**: نتایج نشان داد میوه‌های تیمارشده در مقایسه با میوه‌های شاهد کیفیت بهتری داشتند. مؤثرترین تیمار در حفظ میزان فنل کل در میوه‌های تیمار شده با عصاره اکالیپتوس غلظت ۱۰۰۰ میکروگرم/ لیتر با مقدار ۱۰/۷۹ میلی‌گرم گالیک اسید/ ۱۰۰ گرم وزن تازه و کمترین میزان مالون‌دی‌آلدهید (۰/۲۹ نانو مول/ گرم وزن تازه)، در میوه‌های تیمار شده با عصاره اکالیپتوس غلظت ۵۰۰ میکروگرم/ لیتر ثبت گردید در حالی‌که میزان مالون‌دی‌آلدهید در نمونه شاهد نسبت به این تیمار ۵۱/۷٪ بیشتر بود. همچنین بیشترین فعالیت آنزیمی پراکسیداز (۷/۷۲ واحد/ میلی‌لیتر/ دقیقه) در میوه‌های تیمار شده با عصاره چندل با غلظت ۱۰۰۰ میکروگرم/ لیتر و بالاترین فعالیت آنتی‌اکسیدانی (۱۱/۹۰٪) و کمترین فعالیت آنزیمی پلی‌فنل اکسیداز (۱۱/۲۲ واحد/ میلی‌لیتر/ دقیقه) در عصاره چندل با غلظت ۵۰۰ میکروگرم/ لیتر مشاهده شد. این مطالعه نشان داد که عصاره‌های گیاهی استفاده شده در حفظ کیفیت بیوشیمیایی میوه موز به‌واسطه کاهش سرعت مکانیسم‌های رسیدن، اثر قابل ملاحظه‌ای داشتند. همچنین کاربرد مواد زیستی و گیاهی به‌دلیل ایمنی بالای سلامت در مقایسه با مواد شیمیایی، نزد مصرف‌کننده پذیرش بهتری خواهد داشت.

واژگان کلیدی: پلی‌فنل اکسیداز، عمر قفسه‌ای، فسادپذیر، فنل کل، کیفیت بیوشیمیایی

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

موز یکی از مهم‌ترین محصولات میوه‌ای می‌باشد که به‌دلیل منبع انرژی اصلی برای میلیون‌ها نفر از مردم جهان، مورد توجه محققان قرار گرفته است. عمرقفسه‌ای میوه موز تحت تأثیر الگوی تنفس فرازگرایی و حساسیت به دمای پایین قرار دارد. از این‌رو، تحقیقات گسترده‌ای برای افزایش عمرقفسه‌ای میوه موز، طی چندین دهه انجام گرفته است (حسن و همکاران، ۲۰۰٤؛ وین و همکاران، ۲۰۰۷؛ سینگ و همکاران، ۲۰۰۹؛ موهاپاترا و همکاران، ۲۰۱۱؛ سن و همکاران، ۲۰۱۲؛ وانیگاسیکارا و همکاران، ۲۰۱٤؛). موز پنجمین کالای مهم در تجارت جهانی پس از غلات، قند، قهوه و کاکائو است (اوما، ۲۰۰۸). میوه موز به‌دلیل دسترسی آسان آن، هزینه کم، مصارف گوناگون و محتوای تغذیه‌ای بالا محبوبیت دارد. در سال‌های اخیر به‌دلیل بروز مشکلات و خطرات ناشی از مصرف بی‌رویه سموم شیمیایی، گرایش زیادی به استفاده از پتانسیل بالقوه گیاهان دارویی ایجاد شده است (استدنیک و همکاران، ۲۰۰٤). عصاره و اسانس دارچین، به‌ترتیب مانع پوسیدگی یقه و افزایش عمرپس‌ازبرداشت (راناسینگ و همکاران، ۲۰۰۳) و کنترل آنتراکنوز در میوه موز تازه شد (راناسینگ و همکاران، ۲۰۰۲). در گزارشی عصاره اتانولی (مؤثرتر از متانولی و گلیسیرین) برگ حرا دارای اثر مهاری قابل ملاحظه‌ای در برابر قارچ *Penicillium digitatum* بود (علیزاده و همکاران، ۲۰۱۲). در مطالعه اثر عصاره گیاه *Solanum torvum* روی میوه موز تازه نشان داد که سفتی میوه نسبت به نمونه شاهد حفظ و باعث افزایش ماندگاری گردید (پاردشی و همکاران، ۲۰۱۵). مطالعه‌ی اثر عصاره پوست درخت دارچین، برگ فلفل سیاه و حبه سیر بر قارچ‌های عامل پوسیدگی یقه (*Colletotrichum musae* و *Fusarium* spp.، *Lasiodiplodia theobromae*) در میوه موز نشان داد که جوانه‌زنی و رشد میسلیوم قارچ و گسترش بیماری محدود گردید. همچنین مشخص شد که خواص ضدمیکروبی و آنتی‌اکسیدانی گیاهان دارویی با مقدار کل ترکیبات فنلی آن‌ها رابطه مستقیمی دارد و معمولا گیاهانی که خواص ضدمیکروبی بالایی دارند، خواص آنتی‌اکسیدانی مناسبی نیز دارند (وین و همکاران، ۲۰۰۷). در پژوهشی به‌وفور تانن‌های هیدرولیز شونده (از جمله ترکیبات پلی‌فنلیک)، در برگ درخت چندل اشاره شده است (هرنس و همکاران؛ کابارو و همکاران ۲۰۰۱). همچنین از برگ گیاه چندل ترکیبات جدیدی مانند کرومون‌ها، کومارین‌ها (آلی و همکاران، ۲۰۰۸)، و متیل‌های سیتوزپورون (زو و همکاران، ۲۰۰۹) استخراج شده است، برخی از اجزاء جدا شده آنتی‌بیوتیک یا فعالیت‌های سیتوتوکسیک را نشان دادند. کومارین از محصولات متابولیسم ثانویه در شیره واکوئلی و از خانواده مواد فنلی رایج در گیاهان است. این مواد فنلی از نظر فیزیولوژی بسیار فعال هستند. نتایج آنالیز عصاره برگ اکالیپتوس نشان داد که حاوی ترکیبات زیست فعالی نظیر مونوترپن‌های اکسیژن‌دار، α و β- پینن، اوکالیپتول و لینالول می‌باشد که دارای خاصیت آنتی‌اکسیدانی هستند (سانگ و همکاران، ۲۰۰۹). برخلاف مواد شیمیایی، مواد مؤثره موجود در تیمارهای گیاهی به‌دلیل همراه بودن آن‌ها با مواد دیگر، پیوسته از یک حالت تعادل بیولوژیک برخوردار می‌باشند، بنابراین در بدن انسان انباشته نشده و اثرات جانبی به‌بار نمی‌آورند و از این‌رو برتری قابل ملاحظه‌ای نسبت به تیمارهای شیمیایی دارند (عروج علیان و کرمانشاهی، ۱۳۸۹). در این تحقیق تاثیر غلظت‌های مختلف عصاره‌های اتانولی برگ اکالیپتوس و چندل به‌منظور حفظ کیفیت بیوشیمیایی و افزایش عمرقفسه‌ای میوه موز تازه، طی مدت ۲۱ روز نگهداری در دمای اتاق مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

تهیه عصاره‌های گیاهی: برگ اکالیپتوس و چندل در سایه و دمای اتاق خشک و آسیاب شدند. ۵ گرم نمونه

www.SID.ir

Archive of SID

گیاهی خشک شده با ۵۰ میلی‌لیتر اتانول ۹۶٪ به‌مدت ۶۰ ثانیه به‌شدت تکان داده شدند و به‌مدت شش ساعت در شیکر با سرعت ۱۰۰ دور در دقیقه قرار گرفتند. سپس نمونه‌ها به‌مدت ده دقیقه در دمای ۵۰°C در بن‌ماری حرارت دیدند. درنهایت به‌مدت ده دقیقه با سرعت ۳۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ شدند و مایع رویی پس از فیلتر کردن به‌عنوان عصاره اتانولی استخراج شد. برای کاهش اتانول موجود در نمونه‌ها، ظروف حاوی عصاره در دمای محیط قرار گرفت تا اتانول آن تبخیر شود. عصاره‌های به‌دست آمده تا زمان استفاده در دمای ٤°C و درون ظروف تیره نگهداری شدند (دی لئون زاپاتا و همکاران، ۲۰۱۵).

تهیه میوه و نحوه تیمار کردن: میوه موز[1] از یک باغ تجاری در بخش زرآباد واقع در شهرستان کنارک در استان سیستان و بلوچستان تهیه شد. میوه‌ها در مرحله سبز بالغ برداشت شدند و پس از انتقال به آزمایشگاه پس‌ازبرداشت دانشگاه هرمزگان، میوه‌های سالم و یکنواخت از نظر اندازه و شکل برای آزمایش انتخاب شدند. میوه‌ها ابتدا با آب شستشو داده شدند، سپس با هیپوکلریت سدیم ۱٪ به‌مدت یک دقیقه ضدعفونی و سپس با آب مقطر آبکشی و درنهایت در هوای محیط خشک شدند. محلول‌های عصاره برگ گیاهان در غلظت‌های ۵۰۰ و ۱۰۰۰ میکروگرم در لیتر آب مقطر تهیه شدند و میوه‌های موز به‌مدت ۱۰ دقیقه در محلول‌های عصاره و آب مقطر (نمونه شاهد) غوطه‌ور و سپس خشک شدند. در پایان، میوه‌ها به‌مدت ۲۱ روز در دمای ۱±۲۵ °C و رطوبت نسبی ۸۰ تا ۹۰٪ نگهداری شدند.

شاخص‌های اندازه‌گیری شده

ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل: شاخص ظرفیت آنتی‌اکسیدانی میوه، طبق روش (فتاحی‌مقدم و همکاران، ۱۳۹۷) با استفاده از عصاره متانولی و میزان جذب در دو زمان صفر و پس از ۳۰ دقیقه، با استفاده از دستگاه طیف سنج نوری در طول موج ۵۱۷ نانومتر قرائت و از فرمول (۱) محاسبه شد:

$$\text{فعالیت آنتی‌اکسیدان(٪)} = (At_0-At_{30}) \times 100/At_0 \quad [1]$$

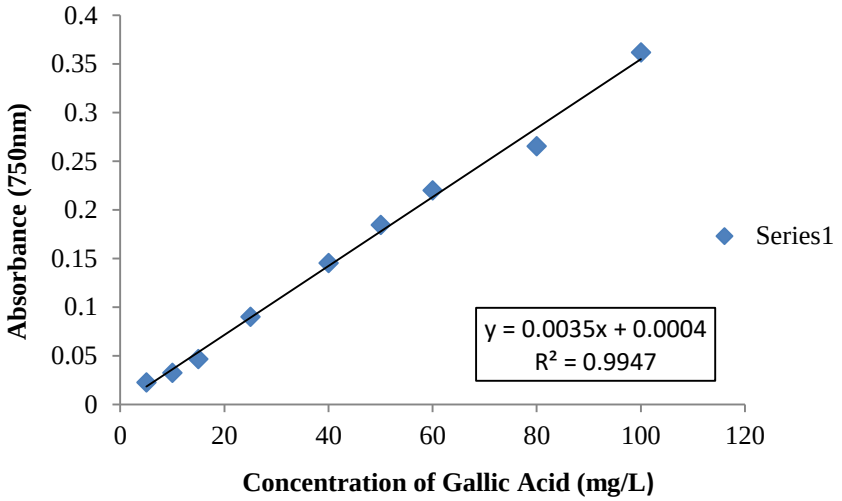
محتوای فنل کل: میزان فنل کل میوه موز براساس روش (شوی و همکاران، ۲۰۰۲) اندازه‌گیری و جهت تهیه نمودار استاندارد ۰/۵ میلی‌لیتر از محلول‌های اسیدگالیک در غلظت‌های ۵، ۱۰، ۱۵، ۲۵، ٤۰، ۵۰، ۶۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر تهیه و جذب آن‌ها در طول موج ۷۵۰ نانومتر قرائت شد (شکل ۱). جذب نمونه‌ها با توجه به منحنی استاندارد مشخص شد. میزان ترکیبات فنلی تیمارها به‌صورت میلی‌گرم اسیدگالیک در ۱۰۰ گرم بافت میوه بیان گردید.

محتوای مالون‌دی‌آلدهید: برای اندازه‌گیری محتوای مالون‌دی‌آلدهید با توجه به‌روش (جان، ۱۹۹۵)، ۰/۲۵ گرم از پوست میوه را در هاون چینی با پنج میلی‌لیتر تری‌کلرواستیک اسید (TCA) ۱٪، ساییده شد. عصاره حاصل به‌مدت پنج دقیقه در ۱۰۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ گردید. در مرحله بعد ۲۵۰ میکرولیتر از محلول رویی حاصل از سانتریفیوژ با یک میلی‌لیتر محلول مالون‌دی‌آلدهید که حاوی TCA ۲۰٪ و TBA (تیوباربیتوریک اسید) ۵٪ است، مخلوط شد. مخلوط حاصل به‌مدت ۳۰ ثانیه در دمای ۹۵ درجه سانتی‌گراد در حمام بن‌ماری حرارت داده شد. سپس بلافاصله در یخ سرد شد و به‌مدت ۱۰ دقیقه مجددا سانتریفیوژ گردید. شدت جذب نمونه‌ها با استفاده از دستگاه طیف‌سنج نوری در طول موج ۵۳۲ نانومتر خوانده شد. جذب رنگیزه‌های غیراختصاصی در ۶۰۰ نانومتر تعیین و از مقدار حاصل کسر گردید. مقدار مالون‌دی‌آلدهید با توجه به ضریب خاموشی معادل ۱۵۵ $nML^{-1}m^{-1}$ محاسبه و به‌صورت $nmol\ g^{-1}\ FW$ بیان شد.

[1] *Musa acuminata*, AAA group, subgroup Cavendish

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱- نمودار استاندارد اسید گالیک برای تعیین میزان ترکیبات فنلی کل

Figure 1- Standard curve for total phenolic compound

تهیه عصاره جهت سنجش فعالیت آنزیم‌ها: ابتدا ۰/۲ گرم از بافت گوشت میوه را با ۲ میلی‌لیتر بافر فسفات ۵۰ میلی‌مولار و (pH=۷) روی ازت مایع همگن کرده و به‌مدت ۱۵ دقیقه با ۱۰۰۰ دور در دقیقه در دمای ٤ درجه سانتی‌گراد سانتریفیوژ شد. سپس محلول رویی به‌عنوان عصاره خام آنزیمی مورد استفاده قرار گرفت.

فعالیت آنزیم پلی‌فنل اکسیداز: به‌منظور تعیین فعالیت آنزیم پلی‌فنل اکسیداز (بر اساس روش کار و میشرا، ۱۹۷٦) از پیروگالل به‌عنوان پیش ماده آنزیم استفاده گردید. مخلوط واکنش شامل یک میلی‌لیتر بافر فسفات ۵۰ میلی مولار (pH=۷)، ۲۰۰ میکرولیتر پیروگالل ۰/۰۲ مولار و ۱۰۰ میکرولیتر عصاره آنزیمی (بافت میوه هموژنیزه شده با بافر فسفات روی نیتروژن مایع) بود. فعالیت آنزیم با استفاده از دستگاه طیف‌سنج نوری[1] و با جذب در طول موج ٤۲۰ نانومتر، پس از ۳ دقیقه با اضافه کردن پیروگالل به مخلوط واکنش تعیین شد. یک واحد فعالیت آنزیم پلی‌فنل اکسیداز به‌صورت افزایش یک هزارم واحد جذب در ٤۲۰ نانومتر در هر دقیقه در یک میلی‌لیتر از عصاره آنزیم بیان شد.

فعالیت آنزیم پراکسیداز: برای سنجش فعالیت آنزیم پراکسیداز (طبق روش چانس و مهلی، ۱۹۵۵)، از بافر فسفات (۵۰ میلی‌مولار و pH=۷)، پراکسید هیدروژن (1%) و گوایکول استفاده شد. فعالیت آنزیمی با افزودن آب اکسیژنه و عصاره آنزیمی به مخلوط واکنش آغاز شد. پس از مدت ۳ دقیقه (هر ۳۰ ثانیه) جذب نمونه‌ها با استفاده از دستگاه طیف سنج نوری در طول‌موج ٤۷۰ نانومتر قرائت شد و با محلول شاهد مقایسه گردید. درنهایت هر واحد فعالیت آنزیم پراکسیداز به‌صورت افزایش یک هزارم جذب در طول‌موج ٤۷۰ نانومتر در دقیقه در یک میلی‌لیتر از عصاره آنزیم تعریف شد.

تجزیه‌وتحلیل داده‌ها: آزمایش به‌صورت فاکتوریل بر پایه کاملا تصادفی با سه تکرار انجام شد. تیمارها شامل: تیمار شاهد، RedM500: عصاره چندل با غلظت ۵۰۰µg/L، RedM1000: عصاره چندل ۱۰۰۰µg/L، Euc500: عصاره اکالیپتوس ۵۰۰µg/L، Euc1000: عصاره اکالیپتوس ۱۰۰۰µg/L و زمان اندازه‌گیری شامل: صفر، ۷، ۱٤ و ۲۱ روز بود. تعداد شش میوه در هر تکرار در هر زمان استفاده شد. داده‌ها از طریق نرم افزار SAS V.9.4 مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و

[1] - CE2501 Bio-Quest UV/Visible CECIL England

www.SID.ir

Archive of SID

مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون LSD در سطح (۰/۰۱) انجام شد.

جدول ۱- تجزیه واریانس پارامترهای بررسی شده میوه موز

Table 1- Analysis of variance for the parameters measured in banana fruit

Source of variation	Df	Malon dialdehyde (nmol g^{-1} FW)	Total phenol (mg acid gallic/100g FW)	Antioxidant activity (%)	PPO activity (U/mL/min)	POD activity (U/mL/min)
Treatment	4	0.01^{**}	97.69^{**}	83.60^{**}	20.87^{**}	5.67^{**}
Time	3	0.1^{**}	10.91^{**}	336.33^{**}	491.83^{**}	109.55^{**}
Treatment × Time	12	0.002^{**}	1.62^{**}	25.34^{**}	4.65^{**}	1.24^{**}
Error	40	0.000	0.01	1.87	0.2	0.07
Total	59	0.37	356.50	1722.15	1621.67	368.79
Coef.var	-	1.19	6.6	10.59	5.71	9.08

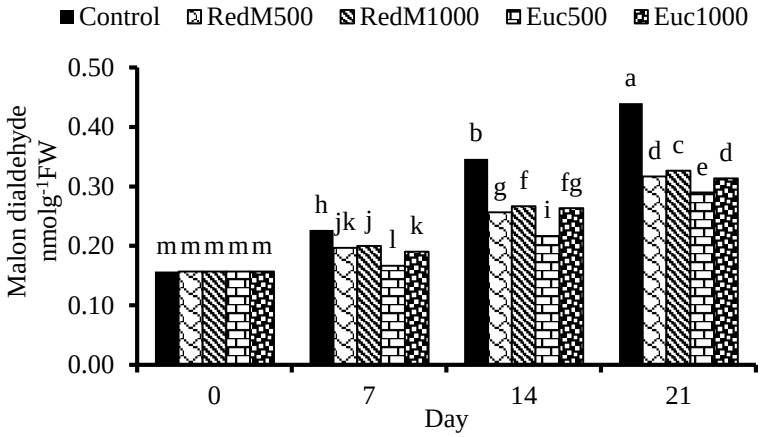
** - highly significant differences between means at p ≤0.01.

نتایج و بحث

نتایج نشان داد که اثر تیمارهای اعمال شده طی دوره نگهداری در صفات بررسی شده معنی‌دار می‌باشد (جدول ۱).

محتوای مالون‌دی‌آلدهید

مقدار مالون‌دی‌آلدهید با افزایش مدت نگهداری، در تمام میوه‌ها افزایش یافت. در مدت آزمایش میوه‌های تیمار شده با عصاره اوکالیپتوس و غلظت (۵۰۰µg/L) به‌طور معنی‌داری (P<0.01) کمترین میزان مالون‌دی‌آلدهید را در روزهای ۷، ۱٤ و ۲۱ به‌ترتیب با مقدارهای ۰/۱۷، ۰/۲۲ و ۰/۲۹ نانومول بر گرم وزن تازه نشان داد (شکل۲). این درحالی‌بود که در روز پایانی بالاترین میزان مالون‌دی‌آلدهید در پوست میوه با ۰/٤٤ نانومول بر گرم وزن تازه در نمونه شاهد ثبت گردید. میزان نشت یونی بستگی به یکپارچگی بافت میوه دارد که افزایش مالون‌دی‌آلدهید در پایان مرحله رسیدن میوه انتظار می‌رود. مالون‌دی‌آلدهید محصول پراکسیداسیون لیپیدهای غشای سلولی است که با توسعه فعالیت رادیکال‌های آزاد طی پیری میوه افزایش می‌یابد (سو و همکاران، ۲۰۰۵).



شکل۲- اثر تیمارهای مختلف بر میزان مالون دی‌آلدهید میوه موز

Figure 2- Effect of different treatments on malondialdehyde content of banana fruit

Different superscripts represent significant difference at P< 0.01.

در این پژوهش عصاره‌های گیاهی، با اثری که بر درجه رسیدگی میوه‌ها داشتند باعث کندشدن روند افزایشی آسیب‌های غشایی از طریق کاهش فعالیت آنزیم‌های هیدرولیتیکی در سطح غشا و کاهش تولید مالون‌دی-

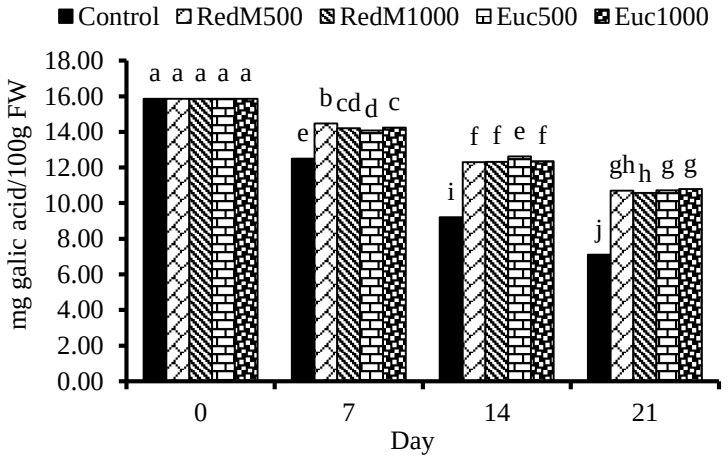
www.SID.ir

Archive of SID

آلدهید در میوه‌های تیمار شده گردید. در نتایج یک پژوهش مشخص شد اثر تیمار آب گرم بر میوه موز با وجود یک افزایش آرام در مقدار مالون‌دی‌آلدهید و بدون آسیب قابل مشاهده در بافت پوست، سطح مالون‌دی‌آلدهید، در میوه‌های تیمار شده و نگهداری شده در دمای محیط نسبت به شاهد پایین‌تر بود (اومارات و همکاران، ۲۰۱۱). در تصدیق نتایج این آزمایش در گزارشی با وجود افزایش مداوم در محتوای مالون‌دی‌آلدهید میوه‌های فلفل‌دلمه‌ای طی آزمایش، تیمار کیتوزان و اسانس دارچین به‌طور قابل توجهی باعث تأخیر در افزایش مالون‌دی‌آلدهید در فلفل‌دلمه‌ای‌های تیمار شده، در پایان ذخیره‌سازی نسبت به نمونه شاهد شد (سینگ و همکاران، ۲۰۱۱).

محتوای فنل کل

میزان فنل کل، در روزهای ۷ و ۱٤ آزمایش، به‌ترتیب در میوه‌های تیمار شده با عصاره چندل با غلظت (۵۰۰µg/L) و اکالیپتوس با غلظت (۱۰۰۰µg/L) به ترتیب ۱٤/٤۷ و ۱۲/٦۳ (میلی‌گرم گالیک اسید/۱۰۰ گرم وزن تازه) مشاهده شد. طی مدت نگهداری میوه، میزان فنل کل در گوشت میوه کاهش یافت (شکل ۳). این کاهش در نمونه شاهد به‌طور معنی‌داری ($P<0.01$) بسیار بیشتر از میوه‌های تیمار شده با عصاره‌های گیاهی بود. در روز پایانی، نمونه شاهد نسبت به بهترین تیمار، یعنی عصاره اکالیپتوس با غلظت (۱۰۰۰µg/L)، ۸۹٪/٦۵ کاهش نشان داد. ترکیبات فنلی اثرات ضداکسایشی داشته و بخشی از اثرات مفید استفاده از میوه‌ها به‌دلیل محتوای فنل آن‌ها می‌باشد (کاراکایا و همکاران، ۲۰۱۱).



شکل ۳- اثر تیمارهای مختلف بر میزان فنل کل میوه موز

Figure 3- Effect of different treatments on total phenol content of banana fruit

Different superscripts represent significant difference at $P< 0.01$.

عموما محتوای فنلی در میوه موز مربوط به تانن‌هاست که مسئول طعم گسی در میوه‌های نارس است، کاهش یافتن همزمان با رسیدن اصولا به‌دلیل پلی‌مریزه شدن و تغییر به حالت نامحلول می باشد (فرناندو و همکاران، ۲۰۱٤). در مطالعات اخیر گزارش شده است که ارقام مختلف میوه موز دارای مقادیر متفاوتی از ترکیبات فنلی می‌باشند (پریادارسینی و همکاران، ۲۰۱۲). در گزارشی با پیشرفت مراحل رسیدن میوه انبه (میوه‌های رسیده و نرم‌شده نسبت به میوه‌های نرسیده) میزان ترکیبات فنلی تا ۳۰٪ کاهش داشت (جاناو و همکاران، ۲۰۰۸). در مطالعه‌ای روی میوه موز مشخص شد مقدار ترکیبات فنلی دو روز پس از شروع رسیدن کاهش یافت و تا روز دهم که میوه بیش از حد رسیده شد، روند کاهشی وجود داشت (فرناندو و همکاران، ۲۰۱٤). در مطالعه‌ای

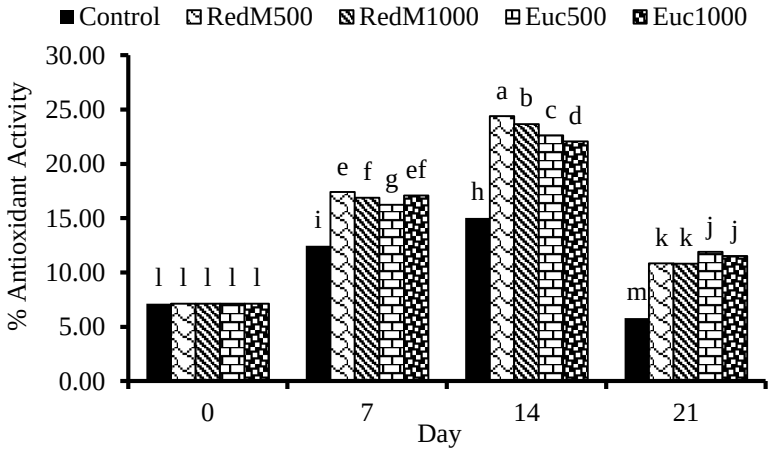
www.SID.ir

Archive of SID

دیگر، محتوای فنل کل در میوه‌های آوکادو با تیمار ترکیبی کیتوزان و اسانس آویشن، درمدت زمان نگهداری به‌طور معناداری ($P < 0.05$) بهبود یافت (بیل و همکاران، ۲۰۱٤).

فعالیت آنتی‌اکسیدانی

نتایج این پژوهش نشان داد که میزان ظرفیت آنتی‌اکسیدانی میوه تا روز ۱٤ افزایش داشت و سپس همزمان با رسیدگی و نرم شدن میوه کاهش یافت (شکل ٤). بیشترین میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی در روزهای ۷ و ۱٤ آزمایش در میوه‌های تیمار شده با عصاره چندل با غلظت (۵۰۰µg/L) به‌ترتیب با مقادیر ۱۷/٤۰٪ و۲٤/۳۸٪ و در روز پایانی در میوه‌های تیمارشده با عصاره اکالیپتوس با غلظت (۵۰۰µg/L) و مقدار ۱۱/۹۰٪ به‌دست آمد. همچنین کمترین میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی ۵/۸۲٪ در روز پایانی مربوط به شاهد بود. میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی به‌عنوان توانایی به دام انداختن رادیکال‌های آزاد بیان می‌شود و در مراحل مختلف رسیدن میوه، غلظت‌های متفاوتی از ترکیبات آنتی‌اکسیدانی مشاهده می‌شود (رافو و همکاران، ۲۰۰۲).



شکل ۴- اثر تیمارهای مختلف بر فعالیت آنتی اکسیدان کل میوه

Figure 4- Effect of different treatments on total antioxidant of banana fruit

Different superscripts represent significant difference at P< 0.01.

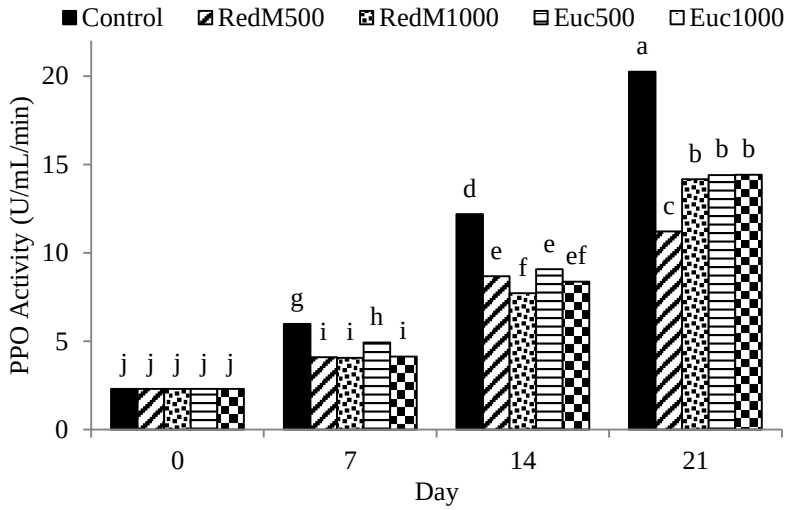
ظرفیت آنتی‌اکسیدانی در موز، طی بلوغ گوشت میوه، افزایش می‌یابد که در مقایسه با بسیاری از انواع سبزی‌ها و توت‌ها سطح بالاتری دارد (اومارات و همکاران، ۲۰۱۱). در میوه‌های تیمار شده به‌دلیل کندشدن روند رسیدن، میزان تغییرات در بافت میوه کمتر بود به‌همین دلیل فعالیت آنتی‌اکسیدانی در سطح بالاتری حفظ شد. در پژوهشی میزان فعالیت DPPH در دو رقم موز طی ده روز نشان داد که رقم "خای" یک افزایش ناگهانی در فعالیت DPPH در روز ششم و هشتم داشت درحالی‌که در رقم "هوم تانگ" چنین افزایش ناگهانی مشاهده نشد و یک افزایش آرام طی رسیدن مشاهده شد (فرناندز و همکاران، ۲۰۱٤). در مطالعه‌ای دیگر اثر آب گرم بر میوه موز رقم گروس میشل نشان داد که میوه‌های تیمار شده نسبت به شاهد غلظت پایین‌تری از H_2O_2 را در طی رسیدن بروز دادند (اومارات و همکاران، ۲۰۱۱). میزان بالای فعالیت آنتی‌اکسیدانی می‌تواند مربوط به بیوسنتز کاروتنوئیدها در مراحل پایانی رسیدن میوه موز نسبت به مراحل اولیه باشد (پوکورنی و همکاران، ۲۰۰۱).

www.SID.ir

Archive of SID

فعالیت آنزیم پلی‌فنل اکسیداز

طی ۲۱ روز نگهداری میوه موز در دمای محیط، فعالیت آنزیم پلی‌فنل اکسیداز در همه میوه‌ها افزایش یافت اما به‌طور معنی‌داری ($p<0.01$) میوه‌های تیمار شده با عصاره‌های گیاهی افزایش کمتری نشان دادند. تا روز ۱٤ کمترین فعالیت آنزیم پلی‌فنل اکسیداز در میوه‌های تیمار شده با عصاره چندل با غلظت (۱۰۰۰µg/L) و در پایان آزمایش در میوه‌های تیمار شده با عصاره چندل با غلظت (۵۰۰µg/L) و مقدار ۱۱/۲۲ واحد/ میلی‌لیتر مشاهده شد (شکل ۵). درحالی‌که بالاترین میزان فعالیت این آنزیم در میوه‌های شاهد در روز ۷، ۱٤ و ۲۱ به‌ترتیب ۵/۹۸، ۱۲/۱۸ و ۲۰/۲٤ واحد/میلی‌لیتر/دقیقه ثبت گردید.



شکل ۵- اثر تیمارهای مختلف بر فعالیت آنزیم پلی‌فنل اکسیداز

Figure 5- Effect of different treatments on activity of polyphenol oxidase enzyme

Different superscripts represent significant difference at P< 0.01.

همگام با پیشرفت مراحل رسیدن میوه فعالیت‌های آنزیمی نیز افزایش می‌یابد به‌ویژه فعالیت آنزیم پلی‌فنل اکسیداز که مسئول اکسیداسیون ترکیبات فنلی است، اما در میوه‌های تیمار شده که روند رسیدن به‌طور آهسته‌تری پیش رفت، فعالیت پلی‌فنل اکسیداز نیز در مقایسه با نمونه شاهد کاهش نشان داد. در پژوهشی اثر عصاره حرارت دیده پیاز روی میوه موز، نشان داد فعالیت آنزیم پلی‌فنل‌اکسیداز در طول رسیدن میوه به‌طور قابل توجهی مهار شد (لی و همکاران، ۲۰۰۵). در مطالعه‌ای دیگر، میزان فعالیت آنزیم پلی‌فنل‌اکسیداز در مراحل اولیه توسعه میوه ازگیل کم و پس از رسیدن میوه، افزایش یافت (آیدین و کادی اوگلو، ۲۰۰۱). بررسی اثر تیمار UV-C بر میوه موز نشان داده شد که میوه‌های تیمارشده به‌طور معنی‌داری میزان کمتری از فعالیت آنزیم پلی‌فنل اکسیداز را نسبت به میوه‌های شاهد تا روز ۱٤ آزمایش در دمای ۸ درجه سانتی‌گراد بروز دادند، این اثر می‌تواند به‌دلیل افزایش پایداری غشا و ممانعت از فعالیت پلی‌فنل اکسیداز در میوه‌های تیمار شده باشد (پونگ پرازرت و همکاران، ۲۰۱۱).

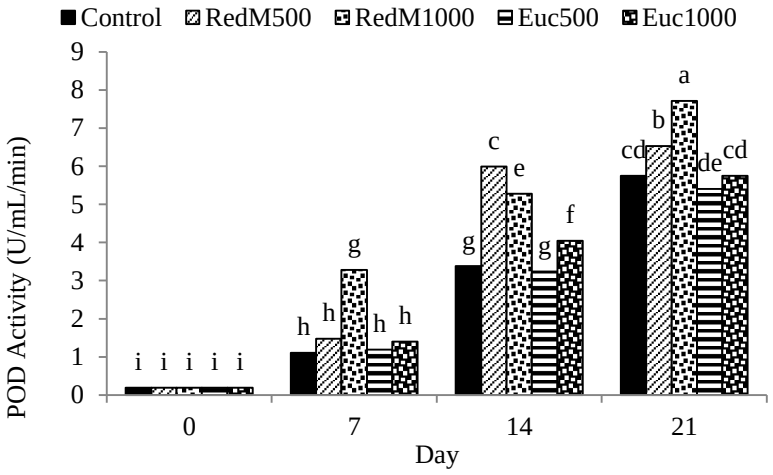
فعالیت آنزیم پراکسیداز

با افزایش مدت نگهداری فعالیت آنزیم پراکسیداز در میوه‌ها نیز افزایش یافت. میزان فعالیت این آنزیم پس از گذشت ۷ روز در میوه‌های تیمار شده با عصاره چندل با غلظت (۱۰۰۰µg/L) به‌طور معنی‌داری نسبت به نمونه شاهد و سایر تیمارها بیشتر بود و حداکثر فعالیت را با مقدار ۷/۷۲ واحد/میلی‌لیتر در پایان آزمایش داشت

www.SID.ir

Archive of SID

(شکل ٦). فعالیت آنزیم‌های پراکسیداز و پلی‌فنل اکسیداز در حین نمو میوه سطح فعالیت کمی دارند اما حین رسیدن میوه فعالیت‌شان افزایش پیدا می‌کند (آیدین و همکاران، ۲۰۰۱).



شکل ۶- اثر تیمارهای مختلف بر فعالیت آنزیم پراکسیداز

Figure 6- Effect of different treatments on activity of peroxidase enzyme

Different superscripts represent significant difference at P< 0.01.

از نتایج پژوهشی مشخص شد فعالیت آنزیم پراکسیداز در میوه‌های رسیده موز نسبت به میوه‌های نیمه رسیده، بالاتر بود و همان‌طور که محتوای قند و پروتئین در کاهش گسی طعم میوه‌ها اثر دارند، افزایش در میزان فعالیت آنزیم‌های پراکسیداز و پلی‌فنل اکسیداز نیز نقش مهمی در این مسئله دارد (نات و همکاران، ۲۰۱۵). نتایج اثر کیتوزان و اسانس دارچین نشان داد که آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی همچون، پراکسیداز در فلفل دلمه‌ای‌های تیمار شده نسبت به میوه‌های شاهد، طی ۳۵ روز نگهداری فعالیت بیشتری داشت (سینگ و همکاران، ۲۰۱۱). بررسی اثر نگهداری در انبار اتمسفر کنترل شده با غلظت بالای اکسیژن، بر میوه‌های هلو پس از ۳۰ روز نشان داد میزان فعالیت آنزیم پراکسیداز یک کاهش مشخص در نمونه شاهد داشت درحالی‌که سطوح بالای فعالیت این آنزیم در میوه‌های نگهداری شده در شرایط غلظت بالای اکسیژن مشاهده گردید (وانگ و همکاران ۲۰۰۵).

نتیجه‌گیری کلی

دراین پژوهش عصاره‌های گیاهی نقش مهمی در حفظ کیفیت بیوشیمیایی و فیزیولوژیکی میوه موز داشتند. برگ گیاهان چندل و اکالیپتوس دارای مقادیر فراوانی ترکیبات آلکالوئیدی و آنتی‌اکسیدانی است که همین مطلب باعث اثرات ویژه آن‌ها بر کیفیت نگهداری میوه موز گردید. تیمار عصاره اکالیپتوس در حفظ محتوای فنل و پایداری غشا مؤثرتر از عصاره چندل بود زیرا کمترین نشت مالون‌دی‌آلدهید در پوست میوه‌های با این تیمار مشاهده شد. همچنین حداکثر فعالیت آنتی‌اکسیدانی و آنزیمی در میوه‌های تیمار شده با عصاره چندل به‌دست آمد. از آنجایی که امروزه استفاده از مواد شیمیایی پیامدهای نگران کننده‌ای بر سلامت انسان‌ها به‌ویژه سرطان را به‌دنبال داشته است، استفاده از فرآورده‌های گیاهی پتانسیل بالقوه‌ای برای جایگزینی دارند. نتایج این پژوهش نشان داد که استفاده از این ترکیبات زیستی (عصاره‌های چندل و اکالیپتوس) باعث کاهش تغییرات مربوط به رسیدن و درنهایت افزایش ماندگاری و حفظ کیفیت میوه‌های تیمار شده گردید. پیشنهاد می‌شود با توجه به نتایج رضایت بخش

www.SID.ir

Archive of SID

این عصاره‌های گیاهی بر میوه موز، اثرات آنها بر سایر محصولات کشاورزی نیز مورد پژوهش قرار گیرد.

منابع مورد استفاده

عروج‌علیان ف، و کرمانشاهی ر، ۱۳۸۹. بررسی خواص فیتوشیمیایی و ضدباکتری اسانس بومادران شیرازی (*Achillea eriophora* DC) به‌روش میکرو دایولیشن (ریزدقت)، نشریه علوم باغبانی، ۲٤، ۱، ۱۱۵-۱۰۹.

فتاحی‌مقدم ج، هاشم‌پور ا.، حمیداوغلی ی. و فتوحی‌قزوینی ر. ۱۳۹۷. اثر تیمار دمایی بر ترکیبات زیست‌فعال و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی گوشت و پوست میوه‌ی دو رقم پرتقال خونی مورو و سانگینلو طی انبارداری. نشریه پژوهشهای صنایع غذایی، ۲۸، ٤، ۱٤۱-۱۲۹.

Aly AH, Edrada-Ebel R, Wray V, Müller WE, Kozytska S, Hentschel U and Ebel R, 2008. Bioactive metabolites from the endophytic fungus *Ampelomyces spp*. isolated from the medicinal plant Urospermum picroides. Phytochemistry 69 (8), 1716-1725.

Alizadeh-Behbahania A, Tabatabaei-Yazdib F, Shahidib F and Mohebbi M, 2012. Antimicrobial activity of *Avicennia marina* extracts ethanol, methanol & glycerin against *Penicillium digitatum*. Scientific Journal of Microbiology 1 (7) 147-151.

Aydin N and Kadioglu A, 2001. Changes in the chemical composition, polyphenol oxidase and peroxidase activities during development and ripening of Medlar fruits (*Mespilus germanica* L). Bulg Journal Plant Physiololgy 27, 85-92.

Bill M, Sivakumar D, Korsten L and Thompson AK, 2014. The efficacy of combined application of edible coatings and thyme oil in inducing resistance components in avocado (*Persea americana* Mill) against anthracnose during post-harvest storage. Crop Protection 64, 159-167.

Brand-Williams W, Cuvelier ME and Berset CLWT, 1995. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. LWT-Food science and Technology 28 (1), 25-30.

Chance B and Maehly AC, 1955. Assay of catalases and peroxidases. Methods Enzymology 11, 764-755.

De León-Zapata MA, Sáenz-Galindo A, Rojas-Molina R, Rodríguez-Herrera R, Jasso Cantú D and Aguilar CN, 2015. Edible candelilla wax coating with fermented extract of tarbush improves the shelf life and quality of apples. Food packaging and shelf life 3, 70-75.

Fernando HRP, Srilaong V, Pongprasert N, Boonyaritthongchai P and Jitareerat PP, 2014. Changes in antioxidant properties and chemical composition during ripening in banana variety 'Hom Thong' (AAA group) and 'Khai' (AA group). International Food Research Journal 21 (2), 1-14.

Hassan MK, Shipton WA, Coventry R and Gardiner C, 2004. Extension of banana shelf life. Australasian Plant Pathology 33 (2), 305-308.

Hernes PJ, Benner R, Cowie GL, Goñi MA, Bergamaschi BA and Hedges JI, 2001. Tannin diagenesis in mangrove leaves from a tropical estuary: a novel molecular approach. Geochimica et Cosmochimica Acta 65 (18), 3109-3122.

Janave MT, 2008. Biochemical changes induced due to Staphylococcal infection in spongy alphonso mango (*Mangifera indica* L) fruits. Journal of Crop Science and Biotechnology 10, 167-174.

John P and Marshal J, 1995. Ripening and biochemistry of the fruit. In Banana and Plantains, Chapman and Hall London, 434–467.

Kabaru JM and Gichia L, 2001. Insecticidal activity of extracts derived from different parts of the mangrove tree *Rhizophora mucronata* (Rhizophoraceae) Lam. against three arthropods. African Journal of Science and Technology 2 (2), 1-13.

Kar M and Mishra D, 1976. Catalase, peroxidase, and polyphenol oxidase activities during rice leaf senescence. Plant Physiology 57, 315-319.

Karakaya A, SElSN A and Tas AA, 2001. Antioxidant activity of some foods containing phenolic compounds. International Journal of Food Science Nutrition 52, 501–508.

www.SID.ir

Archive of SID

Li Y, Xu C, Zhang Q, Liu JY and Tan RX, 2005. In vitro anti-Helicobacter pylori action of 30 Chinese herbal medicines used to treat ulcer diseases. Journal of Ethno pharmacology 98, 329-333.

Mohapatra D, Mishra S, Singh CB and Jayas DS, 2011. Post-harvest processing of banana: opportunities and challenges. Food and bioprocess technology 4 (3), 327-339.

Nath K, Solanky KU, Mahatma MK and Madhubala SR, 2015. Role of Total Soluble Sugar, Phenols and Defense Related Enzymes in Relation to Banana Fruit Rot by *Lasiodiplodia theobromae* During Ripening. Journal of Plant Pathology and Microbiology 6 (2), 1-15.

Pardeshi SR, Shaikh NB and Chitodkar SS, 2015. Reduction of post-harvest diseases and prolonging the shelf-life of banana through chemical and botanicals. International Journal of Postharvest Technology and innovation 6 (1), 125-127.

Pokorny J, Yanishlieva N and Gordon MH, 2001. Antioxidants in Food: Practical Applications. Woodhead Publishing Limited, Cambridge, UK.

Pongprasert N, Sekozawa Y, Sugaya S and Gemma H, 2011. A novel postharvest UV-C treatment to reduce chilling injury (membrane damage, browning and chlorophyll degradation) in banana peel. Scientia Horticulturae 130 (1), 73-77.

Priya-Darsini DT, Maheshu V, Vishnupriya M and Sasikumar JM, 2012. In vitro antioxidant activity of banana (*Musa* spp., ABB cv. Pisang Awak). Indian Journal of Biochemistry and Biophysics 49, 124-129.

Raffo A, Leonardi C, Fogliano V, Ambrosino P, Salucci M and Gennaro L, 2002. Nutritional value of cherry tomatoes (*Lycopersicon esculentum* cv. Naomi) harvested at different ripening stages. Journal of Agricultural and Food Chemistry 50, 6550– 6556.

Ranasinghe L, Jayawardena B and Abeywickrama K, 2002. Fungicidal activity of essential oils of *Cinnamomum zeylanicum* L. and *Syzygium aromaticum* L. against crown rot and anthracnose pathogens isolated from banana. Letters in Applied Microbiology 35, 208–211.

Rastegar S and Gozari M, 2017. Effect of mangrove plant extract on growth of four fungal pathogens. Journal of Paramedical Sciences 8 (1), 1-6.

Sellamuthu PS, Sivakumar D, Soundy P, Korsten L, 2013. Enhancing the defence related and antioxidant enzymes activities in avocado cultivars with essential oil vapours. Postharvest Biology and Technology 81, 66-72.

Sen C, Mishra HN and Srivastav PP, 2012. Modified atmosphere packaging and active packaging of banana (*Musa spp*.): a review on control of ripening and extension of shelf life. Journal of Stored Products and Postharvest Research 3 (9), 122-132.

Shui G and Leong LP, 2002. Separation and determination of organic acids and phenolic compounds in fruit juices and drinks by high-performance liquid chromatography. Journal of Chromatography 977 (1), 89-96.

Singh NB, Pandey BN and Singh A, 2009. Allelopathic effects of Cyperus rotundus extract in vitro and ex vitro on banana. Acta physiologiae plantarum 31 (3), 633-638.

Song A, Wang Y and Liu Y, 2009. Study on the chemical constituents of the essential oil of the leaves of Eucalyptus globulus Labill from China. Asian Journal of Traditional Medicines 4 (4), 134-140.

Stadnik MJ, Talamini V, 2004. Ecological management of plant diseases. Florianópolis, Science: UFSC, 290-293.

Su X, Jiang Y, Duan X, Liu H, Li Y, Lin W and Zheng Y, 2005. Effects of Oxygen on Skin Browning of Longan Fruit. Food Technology and Biotechnology 43(4), 359–365.

Tapre AR and Jain RK, 2016. Study of inhibition of browning of clarified banana juice. Asian Journal of Dairy and Food Research 35 (2): 155-159.

Tzortzakis NG, Economakis CD, 2007. Antifungal activity of lemongrass (*Cympopogon citratus* L) essential oil against key postharvest pathogens. Innovative Food Science and Emerging Technologies 8: 253-258.

Uma S, 2008. Indigenous Varieties for Export market. International Conference on Banana Tamilnadu India, 24-26.

Ummarat N, Matsumoto TK, Wall MM and Seraypheap K, 2011. Changes in antioxidants and fruit quality in hot water-treated 'Hom Thong'banana fruit during storage. Scientia Horticulturae 130 (4), 801-807.

www.SID.ir

Archive of SID

Wang YS, Tian SP and Xu Y, 2005. Effects of high oxygen concentration on pro-and anti-oxidant enzymes in peach fruits during postharvest periods. Food chemistry 91 (1), 99-104.

Wanigasekara UWNP, Adikaram NKB and Abayasekara CL, 2014. Pre-harvest chemical elicitor treatment enhances induced resistance in harvested banana fruit cv 'Embul' and reduces anthracnose caused by *Colletotrichum musae*. Journal of the National Science Foundation of Sri Lanka, 42 (2), 76-82.

Win NKK, Jitareerat P, Kanlayanarat S and Sangchote S, 2007. Effects of cinnamon extract, chitosan coating, hot water treatment and their combinations on crown rot disease and quality of banana fruit. Postharvest biology and technology 45 (3), 333-340.

Xing Y, Li X, Xu Q, Yun J, Lu Y and Tang Y, 2011. Effects of chitosan coating enriched with cinnamon oil on qualitative properties of sweet pepper (*Capsicum annuum* L). Food Chemistry 124 (4), 1443-1450.

Xu J, Kjer J, Sendker J, Wray V, Guan H, Edrada R and Proksch P, 2009. Chromones from the endophytic fungus Pestalotiopsis sp. isolated from the Chinese mangrove plant *Rhizophora mucronata*. Journal of natural products 72 (4), 662-665.

Xu J, Kjer J, Sendker J, Wray V, Guan H, Lin W and Proksch P, 2009. New polyketides from the endophytic fungus Pestalotiopsis sp. isolated from the Chinese mangrove plant *Rhizophora mucronata*. Planta Medica 75 (09), 171-177.

Yahia EM (editor), 2011. Postharvest biology and technology of tropical and subtropical fruits. Volume 2: Acai to citrus. Woodhead Publishing, Cambridge, UK, 532 pp.

www.SID.ir

Archive of SID

Journal of Food Researches/vol.30 No.1/ 2020/pp 15-28
https://foodresearch.tabrizu.ac.ir

The effects of ethanol extract of red mangrove and eucalyptus leaves on antioxidant capacity, enzyme activity and malondialdehyde of fresh banana fruit

A Shahimoridi[1] and A Mirzaalian Dastjerdi [2*]

Received: October 24, 2017 Accepted: August 14, 2018
[1]MSc, Department of Horticultural Science, University of Hormozgan, Iran
[2]Assistant Professor, Department of Horticultural Science, University of Hormozgan, Iran
[*]Corresponding author: mirzaalian@hormozgan.ac.ir

Introduction: Banana (*Musa spp*.) is one of the most important commercial tropical fruits traded. Fruit is perishable and have a relatively short shelf life due to physiological characteristics at the time of ripening. Due to these characteristics postharvest losses of fresh banana fruits have been estimated to be very high, especially in developing countries, and their postharvest life can be very short (Yahia, 2011). Polyphenol oxidase is considered the enzyme responsible for quality deterioration and browning in fresh banana fruits during postharvest period. Browning reaction of banana fruit results from the enzymatic oxidation of phenolic substrates by polyphenol oxidase leading to the production of black or brown pigments which is the cause of enzymatic browning in fruit (Tapre and Jain, 2016). Antioxidant properties of essential oils and plant extracts were obtained from a reduction of enzymatic browning and fruit shelf life extension (Ranasinghe et al., 2002; Yahia, 2011). Treatment with basil essential oil inhibited anthracnose and crown rot and extending storage life of banana as well as eucalyptus oil-enrichment reduced fruit decay and maintained fruit quality of strawberries. The composite edible coatings of gum arabic enriched with lemongrass showed the synergistic effects and the greatest potential to control anthracnose and improved postharvest quality of fruit banana (Tzortzakis and Economakis, 2007). Thyme essential oil treatment induced the activities of peroxidase, phenylalanine ammonia lyase and chitinase which all play an important role in disease resistance in avocado fruit (Sellamuthu et al., 2013). Ethanol extract of *Rhizophora mucronata* reduced the growth of *Penicillium pupurogenome, Penicillium chrysogenum, Penicillium notatum, Penicillium niger, Penicillium alternata* and *Penicillium italicum* in vitro (Rastegar and Gozari, 2017). Mangrove leaf extracts were inhibited *Penicillium digitatum* of growth. Mangrove leaf extracts, in 20, 40, 60 and 80 Percent concentration, the mentioned extract were shown inhibition effect on mold pathogen growth (Alizadeh Behbahani et al., 2012). Therefore, the objective of the present experiment was to evaluate doses of red mangrove and eucalyptus ethanolic extracts from leaves on the effective control of the polyphenol oxidase activity and enzymatic browning and maintenance of antioxidant capacity of fresh banana fruit.

Material and methods: Banana fruits (*Musa*, genome group AAA and subgroup Cavendish) at the mature green stage were harvested from a commercial orchard in Zarabad (Sistan and Bluchestan Province) and were transferred to the postharvest laboratory of hormozgan university. The selected fruits were randomized before being used for plant extract treatments. Ethanolic extracts of red mangrove (*Rhizophora mucronata*) and eucalyptus (*Eucalyptus spp*.) leaves in concentrations (0, 500 and 1000 µg/L) for ten minutes. According to the method used by De León-Zapata et al. (2015), the extracts were prepared by adding 5 g of dried leaf powder to 50 ml ethanol (96%). The extracts were stored in opaque vials at 4 °C before using them on fresh banana fruits. Then, the liquid extracts on the surface layer of the fresh banana fruits were left to evaporate, and the fruits were stored at (25°C ±1 and 80-90% relative humidity) for 0, 7, 14 and 21 days. Several parameters were measured every 7 days during the storage time. These were the antioxidant activity, total

www.SID.ir

Archive of SID

phenol content, malondialdehyde, peroxidase and polyphenol oxidase activity. The current study was carried out as a factorial assay and was based on a completely randomized design with three replications. Data were processed by ANOVA using the SAS software version 9.4. Significant differences were identified by using LSD test at 1% probability level.

Results and discussion: The results showed that the processed fruits had better quality compared to the control fruits. The most effective treatment for maintaining the total phenol content in fruits was the eucalyptus leaf extract at a concentration of 1000 µg/L with 10.79 mg gallic acid/100 g fresh weight. Phenolic content was higher in fruits at harvest time (15.85 mg gallic acid/100 g fresh weight). Lowest total phenol content was observed in untreated fruits (7.11 mg gallic acid/100 g fresh weight) after 21 days. With ripening, total phenol content decreased in fresh banana fruit. Phenolic compounds and tannins which are responsible for astringency taste of unripe fruits, decreased with ripening mainly due to polymerization. The highest antioxidant activity (11.9%) and the lowest amount of malondialdehyde (0.29 nmol/g fresh weight) were achieved in fruits treated with 500 µg/L Eucalyptus leaf extract, while the lowest amount of antioxidant activity (5.82%) and the highest amount of malondialdehyde (0.44 nmol/g fresh weight) were achieved in the control sample. Also, the highest enzymatic activity of peroxidase (7.72 unit/mL/min) was observed in fruits treated with 1000 µg/L mangrove leaf extract. The lowest activity of polyphenol oxidase (11.22 unit/mL/min) was observed in fruits treated with 500 µg/L mangrove leaf extract. The results showed that the extending of postharvest life of banana fruits from 0 to 21 days significantly enhanced the activity of polyphenol oxidase and peroxidase enzymes. Enzymatic browning reaction of banana fruit is usually caused by polyphenol oxidase and peroxidase enzymes, following cell damage caused by senescence. The study indicated the beneficial effect of extracts of red mangrove and eucalyptus leaves by postharvest immersion on antioxidant capacity and enzyme activity of fresh banana fruit.

Conclusion: Ethanol extracts of red mangrove and eucalyptus treatments maintained greater total phenol content and antioxidant activity, reduced malondialdehyde, peroxidase and polyphenol oxidase activity in fresh banana fruit during ripening. This study showed that the ethanolic plant extracts have a significant effect on preserving the biochemical properties of banana fruits by reducing the rate of mechanisms involved in ripening. Also, the use of plant materials are more acceptable by the consumer due to their higher health safety compared to chemical agents.

Key words: Biochemical quality, Perishable, Polyphenol oxidase, Shelf life, Total phenol

www.SID.ir