تولیدات گیاهی (مجله علمی کشاورزی)، جلد ۳۸ شماره ۱، بهار ۹۴

تاثیر تیمارهای پس از برداشت اسید سیتریک و اسید سالیسیلیک بر خصوصیات کیفی میوه گلابی رقم سردرود در دوره انبارداری

رسول جلیلی‌مرندی [۱] و زهرا شفائی عباس آباد [۲*]

۱- دانشیار گروه باغبانی دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه

۲*- **نویسنده مسوول:** دانشجوی کارشناسی ارشد گروه باغبانی دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه (Shafaei.zahra@yahoo.com)

تاریخ دریافت: ۹۱/۸/۲۲ تاریخ پذیرش: ۹۲/۱۱/۳۰

چکیده

جهت بررسی تاثیر تیمارهای اسید سیتریک و اسید سالیسیلیک به عنوان ترکیبات طبیعی بر ماندگاری و خصوصیات کیفی میوه گلابی رقم سردرود، تیمار اسید سیتریک در غلظت‌های صفر، ۰/۲۵، ۰/۵ و ۱ میلی مول در لیتر و تیمار اسید سالیسیلیک در سه سطح صفر، ۱ و ۲ میلی‌مول در لیتر و همچنین ترکیبات مختلف این تیمارها به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی استفاده شد. میوه ها پس از تیمار به مدت ۹۰ روز در انبار سرد ۰/۵±۰ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. در همه تیمارها، میزان اسید آسکوربیک، اسیدهای آلی کل، محتوای فنل کل، محتوای آنتی‌اکسیدان کل و سفتی بافت میوه اندازه گیری شد. نتایج نشان دادند که میوه‌های تیمار شده با اسید سیتریک و اسید سالیسیلیک به ترتیب در غلظت‌های ۱ و ۲ میلی‌مول در لیتر تاثیر معنی‌داری روی محتوای فنل کل، آنتی‌اکسیدان کل، اسیدهای آلی کل و اسید آسکوربیک داشتند. اسید سیتریک و اسید سالیسیلیک از نرم شدن میوه‌ها طی دوره نگهداری جلوگیری کردند. نتایج نشان داد که استفاده از اسید سیتریک و اسید سالیسیلیک می‌تواند راهبردی موثر درتکنولوژی پس از برداشت میوه گلابی رقم سردرود باشد.

کلید واژه ها: ظرفیت آنتی اکسیدان کل، فنل کل، اسید آسکوربیک، تیمارهای پس از برداشت

مقدمه

استفاده از ترکیبات سالم و سازگار با سلامت انسان و طبیعت یکی از دغدغه های مهم محققان تکنولوژی پس از برداشت محصولات باغی است. امروزه مصرف میوه و سبزیجات برای حفظ سلامتی، مهم و سودمند تشخیص داده شده است وموجب کاهش خطر ابتلا به بیماری های قلبی عروقی، سرطان و فرآیندهای تخریبی در بافت های بدن می شود. گلابی جزء درختان میوه سردسیری دانه دار بوده و از تیره گلسرخیان و متعلق به جنس گلابی[۱] (رسول‌زادگان، ۱۳۷۰). گیاه گلابی بومی آسیای غربی و اروپای شرقی مخصوصاً نواحی شمال غربی ایران و کوه های قفقاز است. گلابی بعد از سیب مهم ترین میوه دانه دار دنیا و ایران به شمار می‌آید (خوشخوی و همکاران، ۱۳۸۶). از آنجایی که محصولات باغبانی برداشت شده قابلیت فساد پذیری بالایی دارند، بکار گیری فنون و روش‌های مناسب جهت افزایش قابلیت ماندگاری به منظور استفاده در تمام فصول سال و صادرات ضروری است. یکی از زمینه‌های مهم کشاورزی و باغبانی ارگانیگ که امروزه توجه زیادی به خود جلب کرده است استفاده از ترکیبات طبیعی و سازگار با گیاه، طبیعت، انسان در تولید و نگهداری محصول است که به این ترتیب نه تنها محصول بدون استفاده از مواد شیمیایی خطرناک و مضر تولید می‌شود بلکه دارای ارزش دارویی و غذایی بالاتری نیز خواهد بود (جلیلی‌مرندی، ۱۳۹۱). یکی از مهمترین ترکیبات طبیعی اسید سیتریک

1- *Pyrus*

(۲-هیدروکسی پروپان، ۱و۲ و۳- تری کربوکسیلیک اسید) می باشد. نام تجاری آن جوهر لیمو است و طی سال‌های متمادی به عنوان یک اسید آلی خوراکی به مصرف می رسد. اسید سیتریک یک اسید ضعیف بوده و به عنوان یک نگهدارنده طبیعی در صنایع غذایی استفاده می‌شود و به عنوان یک واسطه در چرخه اسید سیتریک است و در نتیجه در سوخت و ساز تمام موجودات زنده اتفاق می افتد و عمدتاً به عنوان ماده ای برای کاهش pH و اسیدی کردن محیط مورد استفاده قرار می‌گیرد. بر اساس تحقیقات انجام شده اسید سیتریک به عنوان یک ماده کاهنده pH قادر است از تکثیر و تجمع عوامل بیماریزا در میوه های تازه برش داده شده پرتقال (پاو و پترکس[۱]، ۱۹۹۷) ، سیب (روچا و همکاران[۲]، ۱۹۹۸) و موز (مولین و همکاران[۳]، ۱۹۹۹) جلوگیری کند. بدلیل اینکه رشد میکروارگانیسم‌ها در یک pH معینی صورت می گیرد و با کاهش pH به زیر حد بهینه اجازه توسعه به میکروارگانیسم‌ها داده نمی‌شود. بنابراین اسید سیتریک به طور وسیعی به عنوان یک محافظ موثر به دلیل اینکه باعث افزایش غلظت پروتون و در نتیجه موجب کاهش pH می‌شود، از رشد میگروارگانیسم‌ها جلوگیری می‌کند. همچنین اسید سیتریک با کاهش دادن pH از فعالیت آنزیم پلی‌فنل اکسیداز جلوگیری کرده و مانع قهوه ای شدن میوه هایی مثل سیب، گلابی و موز می شود (اومس- اولی و همکاران[۴]، ۲۰۱۰). اسید سیتریک نقش آنتی اکسیدانی داشته و می‌تواند مانع فساد اکسیداسیونی، تجزیه تدریجی و رنگ پریدگی شود و در مورد سیب بر عمر قفسه ای آن می افزاید. گزارش شده است کاربرد اسید سیتریک در خشکبارها از فساد بافت ها جلوگیری می کند (لین و زو[۵]، ۲۰۰۷). اسید سالیسیلیک یکی از ترکیبات مهم فنلی است که به عنوان گروه جدیدی از تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی محسوب می‌شود و نقش مهمی در تنظیم رشد و نمو گیاهی بازی می‌کند (وانگ و همکاران[۶]، ۲۰۰۶). گزارش شده است که کاربرد اسید سالیسیلیک باعث فعال شدن سیستم اکتساب مقاومت سیستمیک[۷]، سنتز متابولیت‌ها و آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی می‌گردد. همچنین اسید سالیسیلیک به عنوان یک ترکیب طبیعی پتانسیل بالایی در جلوگیری از تولید و اثر اتیلن بازی می کند (راسکین[۸]، ۱۹۹۲). زانگ و همکاران[۹] (۲۰۰۳) گزارش کردند که تیمار میوه‌های کیوی با استیل سالیسیلیک اسید منجر به کاهش فعالیت آنزیم‌های ACC اکسیداز و ACC سنتاز در طول مدت نگهداری، شده و تولید اتیلن را در مرحلهٔ اولیهٔ رسیدن میوه کاهش داده، بطوریکه تفاوت بین میوه‌های تیمار نشده و تیمار شده بسیار معنی‌دار بوده است. استعمال خارجی استیل سالیسیلیک اسید موجب بالا ماندن میزان اسید سالیسیلیک داخلی، به تأخیر افتادن فعالیت تجزیه‌ای آنزیم لیپوکسی‌ژناز، کاهش تولید رادیکال‌های آزاد سوپراکسید[۱۰] و تولید اتیلن شده و از این طریق با جلوگیری از تجزیهٔ غشاء سلولی موجب کاهش سرعت نرم شدن و تأخیر در رسیدن شده است (زانگ و همکاران، ۲۰۰۳). کاربرد قبل و پس از برداشت اسید سالیسیلیک مقاومت به بیماری‌ها و پوسیدگی‌های قارچی را در میوهٔ گیلاس انبار شده افزایش داده است (یاو و تیان، ۲۰۰۵)[۱۱]. لو و چن[۱۲] (۲۰۰۵) اعلام کردند که کاربرد اسید سالیسیلیک از توسعهٔ قارچ عامل کپک خاکستری[۱۳] در سوسن زینتی جلوگیری نمود و این امر با فعال نمودن ژن‌های تولید کنندهٔ پروتئین‌های عامل مقاومت[۱۴] صورت می‌گیرد.

1- Pao & Petracks-
2- Rocha *et al.*
3- Moline *et al.*
4- Oms-Oliu *et al.*
5- Lin & Zhao
6- Wang *et al.*
7- Systemic Acquired Resistance (SAR)
8- Raskin
9- Zhang *et al.*
10- Superoxide
11- Yao & Tiana
12- Lu & chen
13- *Botrytis*
14- PR-proteins

طبق گزارشاتی تیمار اسید سالیسیلیک باعث افزایش مقاومت به بیماری‌ها و آفات در خیار گلخانه‌ای شده است (اسمیت- بیکر و همکاران[1]، ۲۰۰۳). در این پژوهش اثر اسید سیتریک در ترکیب با اسید سالیسیلیک بر افزایش عمر انباری و برخی خواص میوه گلابی نگهداری شده در دمای ۰/۵±۰ درجه سانتی گراد و رطوبت نسبی ۹۵-۸۵ درصد مورد بررسی قرار گرفت. هدف از انجام این آزمایش، بررسی اثر اسید سالیسیلیک و اسید سیتریک به عنوان ترکیبات سالم بر خواص کیفی، کاهش میزان ضایعات پس از برداشت و افزایش قابلیت ماندگاری میوه گلابی رقم سردرود به منظور استفاده در تمام فصول سال و همچنین تعیین غلظت مناسب اسید سیتریک و اسید سالیسیلک جهت افزایش طول عمر میوه گلابی رقم سردرود در انبار می باشد.

مواد و روش‌ها

میوه‌های گلابی رقم سردرود در مرحله بلوغ تجاری از یک باغ میوه در منطقه ارومیه واقع در شمال غربی ایران برداشت شده و به آزمایشگاه علوم باغبانی دانشگاه ارومیه انتقال یافتند. آزمایش در قالب فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی شامل تیمار اسید سیتریک در غلظت های صفر، ۰/۲۵، ۰/۵ و ۱ میلی‌مولار و اسید سالیسیلیک در غلظت‌های صفر، ۱ و ۲ میلی مولار در ۴ تکرار انجام شد و هر تکرار شامل ۷ عدد میوه گلابی رقم سردرود بود. میوه ها در غلظت های مختلف اسید سیتریک و اسید سالیسیلیک و مخلوط آنها به مدت ۳ دقیقه به روش غوطه وری تیمار شدند. پس از خشک شدن سطح میوه ها، به سردخانه با دمای ۰/۵±۰ درجه سانتی گراد و رطوبت نسبی ۹۵-۸۵ درصد، انتقال یافتند و خواص کیفی و کمی میوه پس از ۹۰ روز مورد بررسی قرار گرفت. به منظور اندازه‌گیری اسیدهای آلی میوه، از روش تیتراسیون با سود ۰/۱ نرمال استفاده شد مقدار اسیدیته قابل تیتراسیون بر حسب گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر اسید سیتریک بیان شد (آیالا-زاوالا و همکاران[2]، ۲۰۰۷) اندازه‌گیری اسید آسکوربیک با استفاده از روش تیترسنجی با محلول ۲-۶ دی‌کلروفنل‌ایندوفنل انجام شد و نتایج بر حسب میلی‌گرم اسید آسکوربیک در ۱۰۰ گرم نمونه بیان گردید (جلیلی‌مرندی،۱۳۹۱).

اندازه گیری محتوای آنتی اکسیدانی کل عصاره میوه به روش فرپ[3] انجام شد و نتایج بر حسب معادل میلی‌مول آهنII در ۱۰۰ گرم وزن تر بیان شد (بنزی و استرین[4]، ۱۹۹۶). برای اندازه‌گیری محتوای فنل کل از معرف فولین سیوکالتو[5] استفاده شد و مقادیر ترکیبات بر اساس معادل اسید گالیک[6] و بر حسب میلی‌گرم در لیتر اندازه‌گیری شد و منحنی استاندارد با استفاده از استاندارد اسید گالیک تهیه گردید (واترهاوس[7]،۲۰۰۲). برای تعیین سفتی بافت نمونه‌های گلابی از دستگاه تجزیه و سنجش بافت (Texture analyzer) مدل TA-XTPlus استفاده شد. بدین منظور از یک پروب استوانه‌ای فولادی (P/2) با قطر ۸ میلی‌متر استفاده شد که سرعت جابه جایی پروب به میزان یک میلی‌متر بر ثانیه تنظیم شد. آزمون نفوذ با میزان جابه جایی ۶ میلی‌متر انجام گرفت. مقادیر نیروی نفوذ با دقت ۰/۱ نیوتن، جابه جایی پروب با دقت ۰/۰۰۱ میلی‌متر و زمان نفوذ با دقت ۰/۰۰۱ ثانیه ثبت گردید. از روی نمودارهای نیرو-زمان حداکثر نیروی نفوذ بر حسب نیوتن، محاسبه شد (وارگاس و همکاران[8]، ۲۰۰۶) تجزیه آماری داده های بدست آمده به کمک نرم افزار SAS صورت گرفت و مقایسه میانگین اثر تیمارها در سطح احتمال ۵ درصد به روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام شد.

1- Smith-Becker *et al.*

2- Ayala-Zavala *et al.*
3- FRAP
4- Benzie & Strain
5- Folin-ciocalteu
6- GAE
7- Waterhouse
8- Vargas *et al.*

نتایج و بحث

اسید آسکوربیک

میزان اسید آسکوربیک در طول دوره نگهداری کاهش یافت. به طوری که از شکل‌های ۱ و ۲ مشخص است تیمار با اسید سالیسیلیک و اسید سیتریک باعث حفظ اسید آسکوربیک میوه‌ها در سطح احتمال ۱ درصد نسبت به شاهد شدند. غلظت ۲ میلی‌مولار اسید سالیسیلیک و غلظت ۱ میلی مولار اسید سیتریک بیشترین اثر را در حفظ اسید آسکوربیک میوه ها در مدت نگهداری داشتند. اثرات متقابل اسید سیتریک و اسید سالیسیلیک بر میزان اسید آسکوربیک معنی دار نبود. طبق نتایج بدست آمده در جدول ۱ تجزیه واریانس، اسید سیتریک و اسید سالیسیلیک موجب حفظ اسید آسکوربیک میوه گلابی رقم سردرود در سطح احتمال ۱ درصد در طول مدت ۹۰ روز در طی نگهداری شده اند. با توجه به این که اسید سالیسیلیک نقش اساسی در فعال کردن سیستم مقاومت القایی در گیاه و افزایش قدرت آنتی اکسیدانی آن دارد، تاثیر آن را در افزایش اسید آسکوربیک میوه می توان به این امر نسبت داد (جلیلی مرندی، ۱۳۹۱). نتایج بدست آمده با تیمار اسید سیتریک در مورد حفظ اسید آسکوربیک در طول انبارداری با نتایج (آیرانسی و تونک[1] (۲۰۰۳) ؛ زائو و همکاران[2] (۲۰۰۹) مطابقت دارد.

اسیدهای آلی کل

بر اساس نتایج جدول شماره ۱ و شکل‌های ۳ و ۴، تیمارهای اسید سیتریک و اسید سالیسیلیک بر میزان اسیدهای آلی تاثیر معنی داری در سطح احتمال ۱ درصد داشتند به طوری که با افزایش غلظت اسید سالیسیلیک و اسید سیتریک میزان اسیدهای آلی کل نیز بالاتر بود. ولی تیمار ترکیبی اسید سیتریک و اسید سالیسیلیک تاثیر معنی داری در طول دوره نگهداری میوه های گلابی رقم سردرود نداشتند. معمولاً اسیدهای آلی هنگام رسیدن میوه به دلیل مصرف شدن در تنفس و تبدیل به قندها کاهش می‌یابند و کاهش آن رابطه مستقیم با فعالیت های متابولیکی دارد (راحمی، ۱۳۸۴.، جلیلی‌مرندی، ۱۳۹۱) بالاترین میزان تاثیر اسید سالیسیلیک و اسید سیتریک در حفظ اسیدهای قابل تیتراسیون به ترتیب مربوط به غلظت های ۲ و ۱ میلی‌مولار بود. نتایج به دست آمده در مورد تاثیر اسید سیتریک روی حفظ اسید های قابل تیتراسیون مطابق با نتایج جیانگ و پن لند[3] (۲۰۰۴) می باشد. اسید سالیسیلیک با کاهش میزان تنفس و تولید اتیلن منجر به کاهش استفاده از اسیدهای آلی به عنوان سوبسترای تنفسی می‌شود به طوری که گزارش شده است اسید سالیسیلیک میزان تنفس را در بافت میوه‌های موز و هلو کاهش داده و بروز نقطه اوج فرازگرایی را به تاخیر می اندازد (سریواستاوا و دیوایودی[4]، ۲۰۰۰؛ هان و همکاران[5]، ۲۰۰۳).

محتوای فنل کل

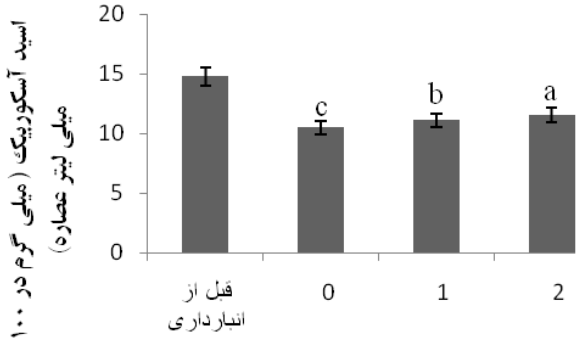
با توجه به شکل‌های ۵ و ۶ اسید سالیسیلیک و اسید سیتریک موجب حفظ محتوای ترکیبات فنلی در طول دوره نگهداری در سطح احتمال ۱ درصد نسبت به میوه های بدون تیمار شدند. بین غلظت‌های ۱ و ۲ میلی‌مولار اسید سالیسیلیک و غلظت‌های ۰/۲۵ و ۰/۵ میلی‌مولار اسید سیتریک تفاوت معنی‌داری در محتوای ترکیبات فنلی مشاهده نشد همچنین اثرات متقابل اسید سالیسیلیک و اسید سیتریک معنی‌دار نبود. فنل‌ها جزء متابولیت‌های ثانویه گیاهی می‌باشند که توسط همه گیاهان سنتز می شوند و مسئول عطر، طعم و رنگ محصولات میوه‌ای می باشند (جیونگ و همکاران[6]، ۲۰۰۸). تیمار میوه‌های پرتقال ناول با اسید سالیسیلیک موجب افزایش محتوای فنل کل در غلظت بالای اسید سالیسیلیک شد (هوانگ و همکاران[7]، ۲۰۰۶) که با نتایج بدست آمده در این تحقیق

1- Ayranci & Tunc
2- Zhao *et al.*
3- Jiang & Pen Land
4- Srivastava & Dwivedi
5- Han *et al.*
6- Jeong *et al.*
7- Huang *et al.*

جدول ۱- تجزیه واریانس تأثیر کاربرد اسید سالیسیلیک و اسید سیتریک واثر متقابل آنها بر صفات اندازه گیری شده در میوه گلابی رقم سردرود

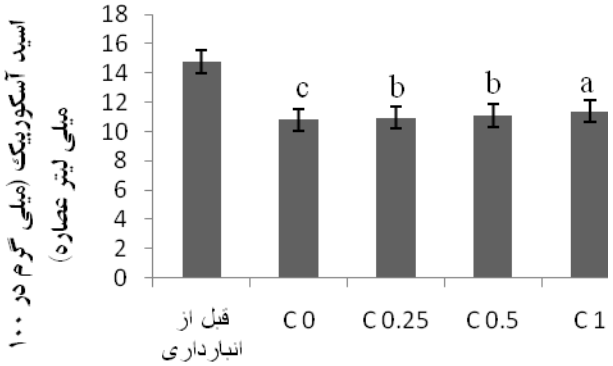
منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات				
		اسید آسکوربیک	اسیدهای آلی کل	محتوای فنل کل	محتوای آنتی اکسیدان کل	سفتی
اسید سالیسیلیک	۲	۴/۵۳۹**	۰/۰۰۲۰۹**	۲۷/۱۲۱**	۱۵۳۳۹۵۸/۳۳۳**	۵/۵۸۰**
اسید سیتریک	۳	۰/۷۱۵**	۰/۰۰۰۸۷**	۸/۶۳۰**	۱۳۶۹۱۶۶/۶۶۷**	۰/۷۱۵**
اثر متقابل سالیسیلیک*سیتریک	۶	۰/۰۳۸^{ns}	۰/۰۰۰۰۴۹^{ns}	۰/۷۳۲^{ns}	۶۷۲۹۱/۶۶۷^{ns}	۰/۱۴۱^{ns}
اشتباه آزمایشی	۳۶	۰/۱۲۵	۰/۰۰۰۰۴۲	۰/۴۳۵	۳۴۴۴۴/۴۴۴	۰/۱۴۰
ضریب تغییرات (CV)		۳/۲۰۵	۱/۸۵۷	۲/۹۰۴	۶/۰۸۰	۳/۲۲۹

ns و ** به ترتیب نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی دار و معنی دار در سطح احتمال ۱ ٪ می‌باشند.



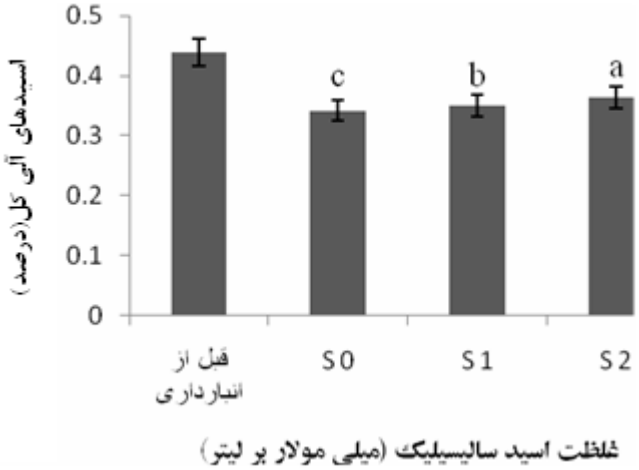
شکل ۱- مقایسه میانگین تاثیر اسید سالیسیلیک (S0: شاهد، S1: ۱میلی مولار بر لیتر و S2: ۲ میلی مولار بر لیتر) بر میزان اسید آسکوربیک گلابی سردرود

(حروف غیر مشابه نشان دهنده تفاوت معنی دار در سطح احتمال ۵ ٪ با آزمون دانکن می باشد)

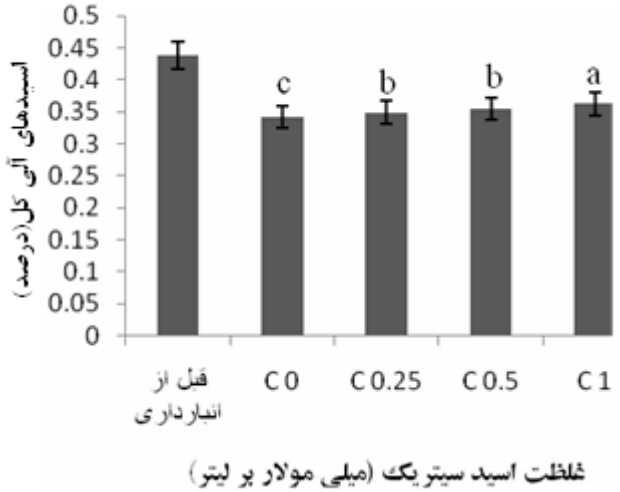


شکل ۲- مقایسه میانگین تاثیر اسید سیتریک (C0: شاهد، C0.25: ۰/۲۵ میلی مولار بر لیتر، C0.5: ۰/۵ میلی مولار بر لیتر و C1: ۱ میلی مولار بر لیتر) بر میزان اسید آسکوربیک میوه گلابی سردرود

(حروف غیر مشابه نشان دهنده تفاوت معنی دار در سطح احتمال ۵ ٪ با آزمون دانکن می باشد)



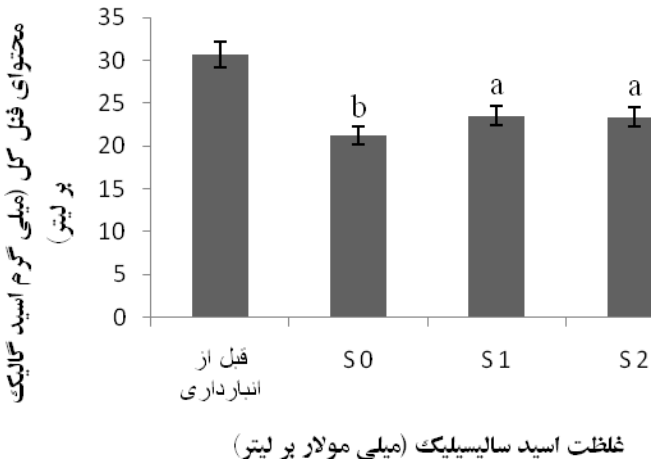
شکل ۳- مقایسه میانگین تاثیر اسید سالیسیلیک (S0: شاهد، S1: ۱میلی مولار بر لیتر وS2: ۲ میلی مولار بر لیتر) بر میزان اسیدهای آلی کل میوه گلابی سردرود
(حروف غیر مشابه نشان دهنده تفاوت معنی دار در سطح احتمال ۵ ٪ با آزمون دانکن می باشد)



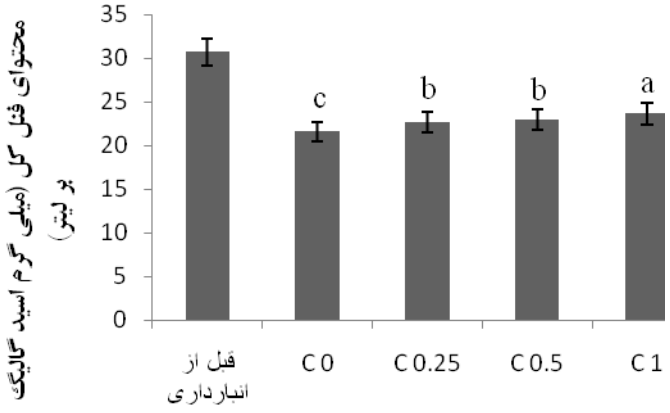
شکل ٤- مقایسه میانگین تاثیر اسید سیتریک (C0: شاهد، C0.25: ۰/۲۵ میلی مولار بر لیتر، C0.5: ۰/۵ میلی مولار بر لیتر و C1: ۱ میلی مولار بر لیتر) بر اسیدهای آلی کل میوه گلابی سردرود
(حروف غیر مشابه نشان دهنده تفاوت معنی دار در سطح احتمال ۵ ٪ با آزمون دانکن می باشد)

مطابقت دارد. اسید سالیسیلیک با تحریک فعالیت فنیل آلانین آمونیالیاز موجب تولید ترکیبات فنلی و سنتز مواد جدید پلی فنولیک در میوه گیلاس می شود (یاو و تیان[1]، ۲۰۰۵) این مواد نقش آنتی‌اکسیدانی داشته و موجب حذف رادیکالهای آزاد می‌شوند (دنگ و همکاران [2]، ۱۹۹۷). فنل‌ها در طول دوره نگهداری بدلیل این که سوبسترای آنزیم پلی فنل اکسیداز هستند کاهش می‌یابند ولی در حضور اسید سیتریک این کاهش خیلی به آهستگی صورت می‌گیرد این نتیجه ممکن است وابسته به pH باشد که با اسیدی کردن محیط و کلاته

1- Yao & Tian
2- Deng *et al.*



شکل ۵- مقایسه میانگین تاثیر اسید سالیسیلیک (S0: شاهد، S1: ۱میلی مولار بر لیتر و S2: ۲ میلی مولار بر لیتر) بر محتوای فنل کل میوه گلابی سردرود
(حروف غیر مشابه نشان دهنده تفاوت معنی دار در سطح احتمال ۵ ٪ با آزمون دانکن می باشد)



شکل ٦- مقایسه میانگین تاثیر اسید سیتریک (C0: شاهد، C0.25: ۰/۲۵ میلی مولار بر لیتر، C0.5: ۰/۵ میلی مولار بر لیتر و C1: ۱ میلی مولار بر لیتر) بر محتوای فنل کل میوه گلابی سردرود
(حروف غیر مشابه نشان دهنده تفاوت معنی دار در سطح احتمال ۵ ٪ با آزمون دانکن می باشد)

کردن یون مس که در ساختار آنزیم پلی فنل اکسیداز می باشد منجر به غیر فعال کردن این آنزیم و جلوگیری از قهوه ای شدن میوه‌ها می‌شود (ابراهیم و همکاران[1]، ۲۰۰۴) زیرا این آنزیم در pH پایین غیر فعال می‌شود و در نتیجه اسید سیتریک موجب حفظ محتوای فنل کل در طول انبارداری می شود (آلتونکایا و گوکمن[2]، ۲۰۰۸).

محتوای آنتی اکسیدان کل

در طول دوره نگهداری محتوای آنتی اکسیدان کل

1- Ibrahim *et al.*

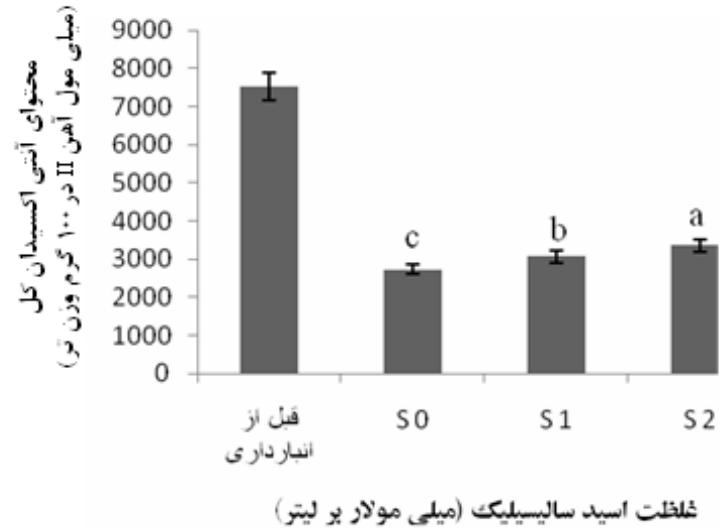
2- Altunkaya & Gokmen

روند کاهشی نشان داد اما تیمارهای اسید سالیسیلیک و اسید سیتریک در سطح احتمال ۱ درصد موجب حفظ محتوای آنتی اکسیدان کل میوه‌های گلابی رقم سردرود شدند. با توجه به شکل‌های ۷ و ۸ اسید سالیسیلیک ۲ میلی مولار و اسید سیتریک ۱ میلی‌مولار بیشترین تاثیر را در حفظ محتوای آنتی‌اکسیدان کل داشتند اما اثرات متقابل این تیمارها معنی‌دار نبودند. گونه‌های فعالاکسیژن (ROSها) در محیط‌های بی هوازی در طی متابولیسم سلولی نرمال تولید می‌شوند، اما میزان زیادی از این مولکول ها می توانند در طی تنش اکسایش تولید شوند. قرار گرفتن سلول‌های گیاه در معرض هر گونه تنش دمای زیاد، شرایط غرقابی، ازن، دی‌اکسیدسولفور و پاتوژن ها موجب تولید رادیکال های آزاد می شود (باول و همکاران[1]، ۱۹۹۲). خطرناک‌ترین گونه‌های فعال اکسیژن، سوپراکسید(O_2^-)، هیدروکسیل (OH^-) و هیدروژن پراکسید (H_2O_2) می باشند (السترن[2]، ۱۹۸۷). افزایش گونه‌های فعال اکسیژن و رادیکال های آزاد در طی فرآیند رسیدن میوه‌ها در اثر افزایش متابولیسم اکسیداتیو به خصوص در میوه‌های فرازگرا می‌تواند موجب ایجاد خسارت به غشاهای سلولی و افزایش سرعت پیری محصول گردد. ظرفیت آنتی اکسیدانی میوه ها و سبزی ها شامل ترکیبات آنزیمی(مثل آنزیم های کاتالاز، آسکوربات پراکسیداز، سوپر اکسید دیسموتاز) و همچنین ترکیبات غیرآنزیمی شامل ویتامین ث، ترکیبات فنلی و کارتنوئید می‌باشد و سیستم آنتی اکسیدانی با خنثی کردن رادیکال‌های آزاد باعث جلوگیری از اثرات سوء آنها می‌شود (اسپیناردی[3]، ۲۰۰۵). تیمار هایی که باعث کاهش تنفس و تولید اتیلن و در نتیجه باعث کاهش سرعت پیری می شوند باعث کاهش سرعت تولید رادیکال‌های آزاد و در نتیجه کاهش مصرف آنتی اکسیدان ها می شوند.

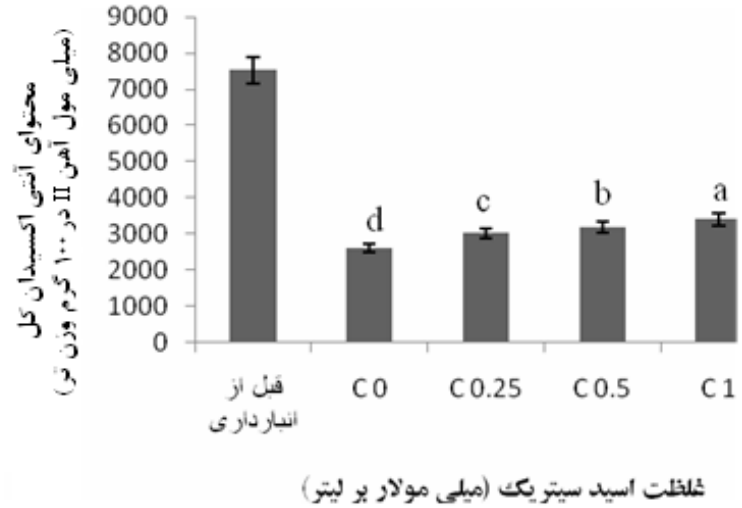
سفتی بافت میوه

سفتی بافت میوه‌های تیمار شده با اسید سالیسیلیک با توجه به شکل ۹ و جدول ۱ تجزیه واریانس در غلظت های ۱ و ۲ میلی‌مولار در سطح احتمال ۱ درصد تفاوت معنی‌داری با میوه‌های بدون تیمار داشتند ولی بین غلظت های اسید سالسیلیک ۱ و ۲ میلی‌مولار تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. در میوه‌های تیمار شده با اسید سیتریک همان طور که در شکل ۱۰ مشاهده می‌شود غلظت ۱ میلی‌مولار اسید سیتریک به طور معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد موجب حفظ سفتی بافت میوه‌های نگهداری شده شد ولی بین غلظت‌های ۰/۲۵ و ۰/۵ میلی مولار با میوه‌های بدون تیمار تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. همچنین بین اثرات متقابل اسید سالیسیلیک و اسید سیتریک در میزان سفتی بافت میوه گلابی سردرود تفاوت معنی داری دیده نشد. نرم شدن میوه در طول دوره نگهداری حاصل فعال شدن آنزیم‌های تجزیه کننده دیواره سلولی مانند پکتین متیل استراز، پلی گالاکتروناز، و سلولاز در اثر اتیلن می باشد (پراسانا و همکاران[4]، ۲۰۰۷). تاثیر اسید سالیسیلیک بر سفتی بافت میوه به نقش آن در تولید و اثر اتیلن مربوط می‌شود که با جلوگیری از بیان ژن‌های مسئول تولید آنزیم آمینوسیکلو پروپان ۱ کربوکسیلیک اسید سنتتاز[5] باعث کاهش تولید اتیلن شده و از فعالیت خود تنظیمی مثبت اتیلن جلوگیری به عمل می‌آورد. گزارش شده است که تیمار میوه‌های توت فرنگی با اسید سالیسیلیک منجر به حفظ سفتی بافت میوه شده است (شفیعی و همکاران[6]، ۲۰۱۰). همچنین اسید سیتریک در میوه‌های انبه در طول نگهداری میزان سفتی بافت میوه را نسبت به میوه‌های شاهد افزایش داد (چیومارلی و همکاران[7]، ۲۰۱۰) که با نتایج به دست آمده در این تحقیق مطابقت دارد.

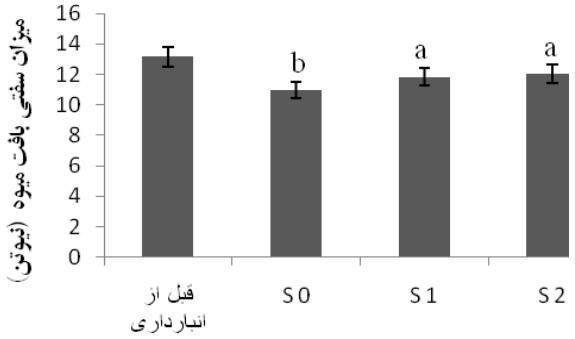
1- Bowle *et al.*
2- Elstner
3- Spinardi
4-Prasanna *et al.*
5- ACC synthase
6- Shafiee *et al.*
7- Chiumarelli *et al.*



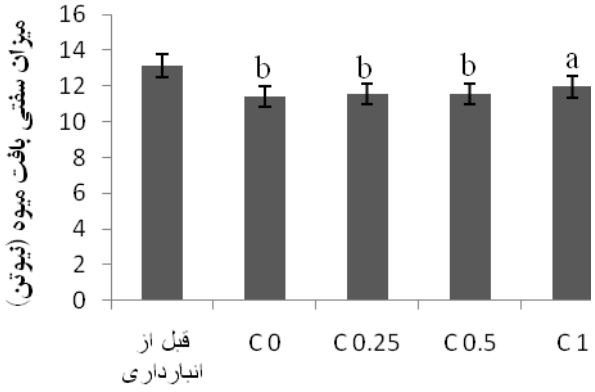
شکل ۷- مقایسه میانگین تاثیر اسید سالیسیلیک (S0: شاهد، S1: ۱میلی مولار بر لیتر و S2: ۲ میلی مولار بر لیتر) بر محتوای آنتی اکسیدان کل میوه گلابی سردرود
(حروف غیر مشابه نشان دهنده تفاوت معنی دار در سطح احتمال ۵ ٪ با آزمون دانکن می باشد).



شکل ۸- مقایسه میانگین تاثیر اسید سیتریک (C0: شاهد، C0.25: ۰/۲۵ میلی مولار بر لیتر، C0.5: ۰/۵ میلی مولار بر لیتر و C1: ۱ میلی مولار بر لیتر) بر محتوای آنتی اکسیدان کل میوه گلابی سردرود
(حروف غیر مشابه نشان دهنده تفاوت معنی دار در سطح احتمال ۵ ٪ با آزمون دانکن می باشد).



شکل ۹- مقایسه میانگین تاثیر اسید سالیسیلیک (S0: شاهد، S1: ۱میلی مولار بر لیتر و S2: ۲ میلی مولار بر لیتر) بر میزان سفتی بافت میوه گلابی سردرود
(حروف غیر مشابه نشان دهنده تفاوت معنی دار در سطح احتمال ۵ ٪ با آزمون دانکن می باشد).



شکل ۱۰- مقایسه میانگین تاثیر اسید سیتریک (C0: شاهد، C0.25: ۰/۲۵ میلی مولار بر لیتر، C0.5: ۰/۵ میلی مولار بر لیتر و C1: ۱ میلی مولار بر لیتر) بر میزان سفتی بافت میوه گلابی سردرود
(حروف غیر مشابه نشان دهنده تفاوت معنی دار در سطح احتمال ۵ ٪ با آزمون دانکن می باشد).

نتیجه گیری

بطور کلی از این تحقیق می توان نتیجه گرفت که اسید سالیسیلیک واسید سیتریک می‌توانند موجب تاخیر در رسیدن و پیری میوه‌های گلابی رقم سردرود شده و از این طریق موجب جلوگیری از کاهش میزان اسیدهای آلی و اسید آسکوربیک شوند و همچنین باعث حفظ محتوای آنتی اکسیدان کل و محتوای فنل کل در آنها گردند. برای حصول این امر از بین غلظت های آزمایش شده ، غلظت ۲ میلی مولار اسید سالیسیلیک و غلظت ۱ میلی مولار اسید سیتریک نتایج مطلوبی نشان دادند.

منابع

۱. راحمی، م. ۱۳۸۴. (مترجم). تألیف ویلسن، لی. گراهام، مک گلاسون و هال. فیزیولوژی پس از برداشت (مقدمه ای بر فیزلوژی و جابجایی میوه و سبزی ها و گیاهان زیتی). چاپ سوم. انتشارات دانشگاه شیراز.۴۳۷ ص.

۲. جلیلی‌مرندی، ر.۱۳۹۱. فیزیولوژی بعد از برداشت (جابجایی و نگهداری میوه، سبزی، گیاهان زینتی و گیاهان دارویی). چاپ سوم. انتشارات جهاد دانشگاهی ارومیه. ۵۹۴ ص.

۳. خوشخوی، م.، شیبانی، ب.، روحانی، ا. و تفضلی، ع.ا. ۱۳۸۶. اصول باغبانی. انتشارات دانشگاه شیراز. ۳۸۵ ص.

۴. رسول زادگان، ی. ۱۳۷۰. (مترجم). تالیف وست وود، م.ان. میوه‌کاری در مناطق معتدله. انتشارات دانشگاه صنعتی اصفهان. ۷۵۹ ص.

5. Ayala-Zavala, J.F., Wang, S.H.Y., Wang, C.Y., and González-Aguilar, GA. 2007. High oxygentreatment increases antioxidant capacity and postharvest life of strawberry fruit. Food Technology and Biotechnology, 452: 166–173.

6. Ayranci, E., and Tunc, S. 2003. Amethod for the measurement of the oxygen permeability and the development of edible films to reduce the rate of oxidative reactions in fresh foods. Food Chemistry, 80: 423-431.

7. Altunkaya, A., and Gokmen, V. 2008. Effect of various inhibitors on enzymatic browning, antioxidant activity and total phenol content of fresh lettuce (*Lactuca sativa*). Food Chemistry, 107: 1173-1179.

8. Bowler, C., Van, M., and MandInze, D. 1992. Superoxide dismutase and stress tolerance. Annual Review Plant Physiology and Plant Moleular Biology, 43: 83-116.

9. Benzie, I.F., and Strain. J.J. 1996. The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of antioxidant power:The FRAP assay. Analytical Biochemistry, 239: 70-76.

10. Chiumarelli, M., Pereira, L., Ferrari, C., Sarantopoulos, C., and Hubinger, M. 2010. Cassava starch coating and citric acid to preserve quality parameters of fresh-cut tommy atkins mango. Journal of Food Science, 75(5): 297-304.

11. Deng, W.G., Fang, X.W., and Wu, J.L. 1997. Flavonoids function as antioxidants: By scavenging reactive oxygen species or by chelating iron? Radiation Physics and Chemistry, 50: 271-276.

12. Elstner, E.F. 1987. Metabolism of activated oxygen species. In: Biochemistry of plants. D.D. Davies (Ed.). London, Academic Press, pp: 253-315.

13. Han, T., Wang, Y., Li, L., and Ge X. 2003. Effect of exogenouse salicylic acid on postharvest physiology of peaches. Acta Horticulture, 628: 1232-1237.

14. Huang, R.R., Xia, Y., Lu, L.Hu., and Xu, Y. 2008. Effect of preharvestsalicylic acid spray treatment on post-harvestantioxidant in the pulp and peel of ‘Cara cara’ navel orange (Citrus sinenisis L. Osbeck). Jornal of the Science of Food and Agriculture, 88: 229-236.

15. Ibrahim, R., Osman, A., Saari, N., and Abdul-Rahman, R.A. 2004. Effects of anti-browning treatments on the storage quality of minimally processed shredded cabbage. Journal of Food, Agriculture and Environment, 2(2): 54-58.

16. Jeong, H.L., Jin, W.J., Kwang, D.M., and Kee, P.J. 2008. Effectsof anti-browning agents onpolyphenoloxidase activity andtotal phenolics as related to browning of fresh-cut 'Fuji' apple. ASEAN Food Journal, 15 (1): 79-87.

17. Jiang, Y., and Pen Land, Li.J. 2004. Use of citric acid for shelf life and quality maintenance of fresh-cut Chinese water chestnut. Journal of Food Engineering, 63: 325–328.

18. Lin, D., and Zhao, Y. 2007. Innovations in the development and application of edible coatings for fresh and minimally processed fruits and vegetables. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, 6: 60-75.

19. Lu, Y.Y., and Chen, C.Y. 2005. Molecular analysis of lily leaves in response to salicylic acid effective towards protection against *Bolrylis elliplica*. Plant Science, 169(1): 1-9.

20. Moline, H.E., Buta, J.G., and Newman, I.M. 1999. Prevention of browning of banana slices using natural products and their derivatives. Journal of Food Quality, 22, 499–511.

21. Oms-Oliu, G., Rojas-Grau, M.A., Alandes Gonzalez,L., Varela, P., Soliva-Fortuny, R., Hernando, I., Perez Munuera, I., Fiszman, S., and Martin-Belloso, O. 2010. Recent approaches using chemical treatments to preserve quality of fresh-cut fruit: A review. Postharvest Biology and Technology. 57: 139–148.

22. Pao, S., and Petracek, P.D. 1997. Shelf life extension of peeled oranges by citric acid treatment. Food Microbiol. 14, 485–491.

23. Prasanna, V., Prabha, T.N., and Tharanathan, R.N. 2007. Fruit ripening phenomena an overview. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 47: 1–19.

24. Raskin, I. 1992. Salicylic, a new plant hormone. Plant Physiology, 99: 799-803.

25. Rocha, A.M.C.N., Brochado, C.M., and Morais, A.M.M.B. 1998. Influence of chemical treatment on quality of cut apple (cv. Joangored). Journal of Food Quality, 21, 13–28.

26. Shafiee, M., Taghavi, T.S., and Babalar, M. 2010. Addition of salicylic acid to nutrient solution combined with postharvest treatments (hot water, salicylic acid, and calcium dipping) improved postharvest fruit quality of strawberry. Scientia Horticulture, 124: 40-45.

27. Smith-Becker, N.T., Keen, A., and Becker, J.O. 2003. Asilbenzolar-S- methyl induces resistance to *Collelotrichum icigenarium* and cucumber mosaic virus in cantaloupe. Crop Protection, 22: 769-774.

28. Spinardi, A.M. 2005. Effect of harvest date and Storage on antioxidant systems in pears. Acta Horticulture, 7: 682.

29. Srivastava, M.K., and Dwivedi, U.N. 2000. Delayed ripening of banana fruit by salicylic acid. Plant Science, 158: 87-96.

30. Vargase, M., Albors, A., Chiralt, A., and Gonzalez-Martinez, C. 2006. Quality of cold-stored strawberries as affected by chitosan–oleic acid edible coatings. Postharvest Biology and Technology, 41: 164–171.

31. Wang, L., Chen, SH., Kong, W., Li, SH., and Archbold, D. 2006. Salicylic acid pretreatment alleviates chilling injuryand affects the antioxidant system and heat shoch proteins of peaches during cold storage. Postharvest Biology and Technology, 41: 244-251.

32. Waterhouse, A.L. 2002. Determination of total phenolics. In: Wrolstad, R.E. (Ed.), Current Protocols in Food Analytical Chemistry. JohnWiley and Sons, New York, unit I: 111-118.

33. Yao, H.J., and Tian, S. 2005. Effects of pre- and post- harvest application of salicylic acid or methyl jasmonate on inducing disease resistance of sweet cherry fruit in storage. Postharvest Biology and Technology, 35: 253-262.

34. Zhang, Y., Chen, K.S., Zhang, S. L., and Ferguson I. 2003. The role of salicylic acid in postharvest ripening of kiwifruit. Postharvest Biology and Technology, 28: 67-74.

35. Zhao, Z.H., Liu, M.J., Liu, P., Liu, X.Y., Dai, L., Yang, L., and Tian, S.L. 2009. Effects of citric acid treatments on the postharvest fruit quality of ziziphus jujube mill. Linyilizao. Acta Horticulture, 840: 513-516.