نشریه پژوهش‌های تولید گیاهی
جلد بیست و یکم، شماره چهارم، ۱۳۹۳
http://jopp.gau.ac.ir

بررسی تنوع بیوشیمیایی پوست و گوشت تعدادی از بیوتیپ‌های طبیعی مرکبات

*مائده آهنکوب‌رو[۱]، رضا فتوحی قزوینی[۲] و جواد فتاحی مقدم[۳]

[۱]دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد گروه علوم باغبانی، دانشگاه گیلان، [۲]استاد گروه علوم باغبانی، دانشگاه گیلان،
[۳]استادیار پژوهشی بخش فنی و مهندسی مؤسسه تحقیقات مرکبات کشور، رامسر

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۸/۲۶ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/٤/۲

چکیده

بیوتیپ‌های طبیعی مرکبات از ذخایر ژنتیکی با ارزش در کشور است که بررسی تنوع ترکیب‌های بیوشیمیایی آن‌ها جهت بهره‌برداری بهینه و توسعه ارقام جدید سودمند است. به‌این منظور برای شناسایی آن‌ها میوه‌های ١٦ بیوتیپ با کدهای ٦، ٨، ١٥، ٢١، ٢٤، ٢٥، ٢٦، ٢٩، ٣٠، ٤١، ٤٣، ٤٥، ٤٨، ٥١، ٥٢ و ٥٣ از کلکسیون ژرم‌پلاسم مؤسسه تحقیقات مرکبات کشور، در مرحله رسیدن ارقام تجاری مرکبات برداشت شدند. تغییرات رنگ پوست، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی، فنل‌کل و ویتامین C به‌طور جداگانه در پوست و گوشت اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که ظرفیت آنتی‌اکسیدانی و ویتامین C در پوست بیوتیپ‌ها بالاتر از گوشت میوه بود و پوست بیوتیپ ٢٤ و ٢٩ بیش‌ترین (١٣٢ میلی‌گرم بر صد گرم وزن‌تر) ویتامین C را داشت. میزان فنل‌کل در گوشت میوه تا حدودی بالاتر از پوست بود و گوشت بیوتیپ ٢٥ فنل‌کل بالاتری (١/٢٥ میلی‌گرم بر گرم وزن تازه) نسبت به سایر بیوتیپ‌ها داشت. ظرفیت آنتی‌اکسیدانی در پوست و گوشت میوه‌ها همبستگی ضعیفی با ویتامین C و فنل‌کل داشت. علاوه‌بر گوشت میوه با فنل‌کل بالا، پوست میوه بیوتیپ‌ها نیز می‌تواند به‌عنوان یک منبع بسیار خوب برای تامین ویتامین C در صنایع غذایی و دارویی مورد استفاده قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: مرکبات، ویتامین C، فنل‌کل، بیوتیپ و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی

*مسئول مکاتبه: maedehahankob@yahoo.com

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

مرکبات دومین صنعت بزرگ میوه در تجارت جهانی محسوب می‌شوند. تولید این محصولات در شرایط اقلیمی گرمسیری و نیمه‌گرمسیری که خاک مناسب، گرمای متوسط و رطوبت دائمی دارند، گسترش دارد. بر اساس آمار منتشر شده توسط سازمان خواروبار و کشاورزی جهانی فائو[1]، در سال ۲۰۱۲ میزان تولید مرکبات در جهان ۱۱۵۵۲۵ هزار تن بود (فائو، ۲۰۱۲). به‌دلیل انجام دگرگرده‌افشانی‌های مکرر و سازگاری بین گونه‌های مختلف جنس مرکبات[2] با سایر جنس‌های دیگر این خانواده و ایجاد جهش‌های جوانه‌ای، روابط خویشاوندی پیچیده‌ای بین گونه‌های این جنس وجود دارد (اسکورا، ۱۹۷۵). کشت وسیع مرکبات، خاصیت آلوگامی (دگر گشنی)، ازدیاد بذری، هم‌باروری بین گونه‌ها، دورگ‌گیری‌های جنسی و جهش‌های فراوان باعث ایجاد تنوع زیادی در میان ارقام مرکبات شده است (اسکارنو و همکاران، ۲۰۰۳). این جهش‌ها ممکن است در کل گیاه، یک شاخه و یا یک جوانه منفرد اتفاق افتد. اغلب جهش‌ها تولید صفت‌های نامطلوب می‌کنند. اما به‌ندرت جهش‌های مفید از جمله میوه زودرس یا گوشت میوه با عصاره بهتر و یا میوه بدون بذر به‌وجود می‌آید (دیویس و آلبریگو، ۱۹۹٤).

بررسی دورگ‌ها و ارقام مختلف مرکبات در توسعه صنعت مرکبات حائز اهمیت است. راپیساردا و همکاران (۲۰۰۹) با انجام تلاقی بین دو رقم از مرکبات (کلمانتین به‌عنوان والد مادری و مورو و تاراکو به‌عنوان والد پدری) و تولید نتاج با روش‌های اصلاحی مرسوم دورگ‌هایی را تولید کردند. تعدادی از این دورگ‌های جدید ویتامین C، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی و هم‌چنین ترکیب‌های فنلی و فلاونوئیدی بالاتری نسبت به والدین خود داشته‌اند. کانو و همکاران (۲۰۰۸) به بررسی کیفی و کمی ترکیب‌های آنتی‌اکسیدانی از جمله فلاونوئیدهای عمده همانند نارنجین و هسپریدین و میزان ویتامین C در چندین رقم مرکبات و خویشاوندان نزدیک آن‌ها پرداختند. تفاوت‌های موجود در بین ارقام با فرض ثابت بودن اثر شرایط آب و هوایی و پایه، متأثر از تفاوت‌های ژنتیکی بین نمونه‌های مورد بررسی بود. میوه‌های مرکبات به‌دلیل ویژگی‌های دارویی، تغذیه‌ای و آرایشی به‌خوبی شناخته شده هستند، همچنین آن‌ها منابع غنی از اسیدسیتریک، فلاونوئیدها، فنل‌ها، پکتین‌ها، لیمونوئیدها، ویتامین C و غیره هستند (کومار و همکاران، ۲۰۱۰). عوامل زیادی چون نوع رقم، فصل رشد و محل رویش گیاه در میزان

1- Food Agricultural Organization (FAO)
2- *Citrus*

Archive of SID

www.SID.ir

ترکیبات فنلی و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی مؤثر هستند. آزمایش‌ها نشان می‌دهند که نوع رقم بیشترین تأثیر را در میزان این مواد دارد (دراگووی و همکاران، ۲۰۱۰). پژوهش‌های زیادی روی گونه‌های مرکبات از خاستگاه‌های مختلف به‌دلیل ترکیب‌های فنلی و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی آن‌ها انجام شده است (قاسمی و همکاران، ۲۰۰۹، ابیسینق و همکاران، ۲۰۰۷ و گورینستین و همکاران، ۲۰۰۱). نتایج این پژوهش‌ها امکان طبقه‌بندی مرکبات بر اساس ترکیب‌های فعال زیستی را فراهم نموده تا به‌این ترتیب ارقام بر مبنای فلاونوئیدهای عمده، ویتامین C و سایر ترکیب‌های سودمند ارزیابی شوند و مورد استفاده قرار گیرند. هم‌چنین پژوهش‌هایی در زمینه تأثیر پایه بر ویژگی‌های بیوشیمیایی میوه مرکبات انجام گرفته است (اکبرپور و همکاران، ۲۰۱۳، شریفانی و همکاران ۲۰۱۰ و آنجل، ۲۰۰٤) علاوه‌بر اهمیت میوه مرکبات در صنایع دارویی و غذایی، می‌توان با توجه به ویژگی‌های کیفیتی بالای بعضی ارقام، از آن‌ها به‌عنوان پایه نیز استفاده نمود.

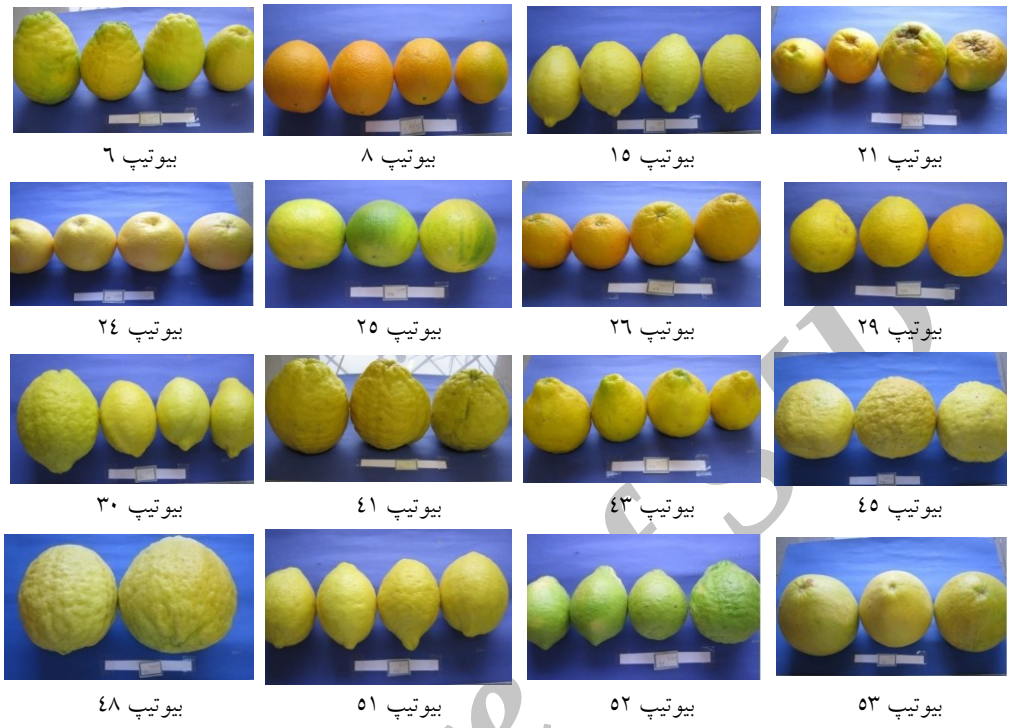
در ایران بیوتیپ‌های زیادی از مرکبات در شمال و جنوب کشور وجود دارد که عمدتا شناخته شده نیستند. در طی دهه‌های اخیر با تلاش پژوهش‌گران مؤسسه تحقیقات مرکبات کشور، تعدادی از این بیوتیپ‌ها جمع‌آوری شده و در کلکسیون‌های شمال و جنوب کشور نگهداری می‌شوند. ارزیابی‌های انجام شده در این کلکسیون به‌طور عمده معطوف به مطالعه‌های ژنتیکی و مورفولوژی بوده است و اطلاعات دقیقی از ترکیب‌های بیوشیمیایی آن‌ها در دسترس نیست. به‌دلیل وجود منابع ژنتیکی بومی مرکبات در ایران، شناسایی این منابع و بررسی خصوصیات بیوشیمیایی آن‌ها می‌تواند جهت استفاده در صنایع تبدیلی، دارویی، غذایی و استفاده در برنامه‌های اصلاحی رقم و پایه سودمند باشد. در این پژوهش تلاش شد تا خصوصیات فیزیکوشیمیایی تعدادی از بیوتیپ‌های کلکسیون ژرم‌پلاسم مؤسسه تحقیقات مرکبات کشور با هدف شناخت توانمندی‌های دارویی و تغذیه‌ای آن‌ها مورد بررسی گیرد.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش از ١٦ بیوتیپ (شامل کدهای: ٦، ٨، ١٥، ٢١، ٢٤، ٢٥، ٢٩، ٣٠، ٢٦، ٤١، ٤٣، ٤٥، ٤٨، ٥١، ٥٢ و ٥٣) پیوند شده روی پایه نارنج موجود در کلکسیون ژرم‌پلاسم ایستگاه تحقیقاتی کترا متعلق به مؤسسه تحقیقات مرکبات کشور در فصل تجاری برداشت مرکبات (اواخر آذر) تعداد ١٥ عدد میوه (شکل ١) برداشت و به آزمایشگاه مؤسسه منتقل شد.

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۱- ظاهر میوه‌ها در زمان رسیدن ارقام تجاری مرکبات.

رنگ پوست میوه با استفاده از دستگاه کرومومتر مدل Minolta- CR 400 ساخت ژاپن اندازه‌گیری شد. در این روش مقادیر L* (درخشندگی)، a* (سبزی (-) به قرمزی (+))، b* (آبی (-) به زردی (+))، زاویه رنگ و کروما اندازه‌گیری شد. کروما (Chroma= $a^{*2}+ b^{*2})^{1/2}$ اشباع رنگی و یا شدت رنگ و زاویه رنگ (*Hue angle*= arctan (b*/a*)) اختلاف جزئی رنگ را به‌صورت: قرمز بنفش =۰ درجه، زرد =۹۰ درجه، سبز آبی =۱۸۰ درجه، آبی =۲۷۰ درجه مشخص می‌کند (مانرا و همکاران، ۲۰۱۳). این دو متغییر اطلاعات دقیق‌تری را از رنگ میوه به ما می‌دهد. شاخص رنگ پوست مرکبات (CCI[1]) با استفاده از سه شاخص a*، L* و b* و قرار دادن در فرمول [$CCI= \frac{1000\times a*}{b*\times L*}$] محاسبه شد. منفی بودن مقدار به معنی رنگ سبز تا سبز تیره پوست است. مقدار نزدیک به صفر به معنی رنگ سبز- زرد (متوسط) است. مقادیر کوچک ولی مثبت به معنی رنگ زرد است و مقادیر مثبت بزرگ به معنی رنگ نارنجی- قرمز است (زو و همکاران، ۲۰۱۰).

1- Citrus color index

Archive of SID
www.SID.ir

پس از ارزیابی خصوصیات فیزیکی، نمونه پوست و گوشت میوه به‌طور جداگانه در فریزر ۸۰- درجه سانتی‌گراد جهت ارزیابی‌های بعدی قرار داده شد.

به‌منظور استخراج ترکیب‌های فنلی از پوست و گوشت میوه از حلال متانولی استفاده شد. در این حالت نمونه‌ها با نسبت ۱:۳ به‌صورت تمام شب در داخل حلال قرار داده شد. پس از این مدت نمونه‌ها به‌مدت ۱۰ دقیقه و با سرعت ٦۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ (سانتریفیوژ مدل Micro 22R ساخت آلمان) شدند. قسمت شناور نمونه‌ها به آرامی با سمپلر برداشته و در میکرو تیوپ‌های درب‌دار و در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شد. میزان فنل‌کل با روش فولین سیوکالتو[1] با اندکی تغییر اندازه‌گیری شد (میرز و همکاران، ۲۰۰۳). در این روش ۲۰۰ میکرولیتر از عصاره متانولی با ۲۵۰ میکرولیتر معرف فولین ۱۰ درصد مخلوط شد. پس از ۵ دقیقه ۲۰۰ میکرولیتر محلول کربنات سدیم ۷ درصد به آن اضافه و سپس ورتکس شد. محلول حاصل به‌مدت ۱/۵ ساعت در تاریکی و در دمای اتاق (۲۰ درجه سانتی‌گراد) نگهداری شد. بعد از این مدت میزان جذب محلول در طول موج ٦۷۵ نانومتر توسط اسپکتروفتومتر نانو دراپ (مدل ND-1000 ساخت آمریکا) قرائت شد. فنل کل از روی منحنی استاندارد غلظت‌های (۲۰، ٤۰، ٦۰، ۸۰، ۱۰۰ و ۱۲۰ میلی‌گرم در لیتر) اسیدگالیک محاسبه و برحسب میلی‌گرم در گرم وزن تر معادل اسیدگالیک بیان شد. ظرفیت آنتی‌اکسیدانی عصاره نمونه‌ها با استفاده از روش رادیکال آزاد DPPH[2] (۲ و ۲-دی فنیل-۱- پیکریل هیدرازیل) با روش اسپکتروفتومتری اندازه‌گیری شد (فتاحی‌مقدم و همکاران، ۲۰۱۲ ب). به‌این صورت که پس از رقیق‌سازی عصاره میوه تا ۱۰ برابر، محلول DPPH ۰/۵ میلی‌مولار به‌میزان ۱۰۰ میکرولیتر به ۲۵ میکرولیتر از عصاره اضافه شد. واکنش عصاره و DPPH بعد از ۳۰ دقیقه در دمای اتاق (۲۰ درجه سانتی‌گراد) و در غیاب نور کامل شد. جذب نمونه‌ها با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر نانودراپ در طول موج ۵۱۷ نانومتر تعیین شد. ظرفیت آنتی‌اکسیدانی عصاره‌ها به‌صورت درصد بازدارندگی DPPH با استفاده از فرمول $\frac{(AC-AS)\times 100}{AC}$ = درصد بازدارنده‌گی، محاسبه شد. در این معادله A_C به‌عنوان جذب DPPH به‌عنوان کنترل و A_S جذب نمونه به‌همراه DPPH است.

میزان ویتامین C در پوست و گوشت نمونه‌ها بر اساس کاهش رنگ ترکیب ٦،۲- دی کلرو فنل ایندوفنل (DCIP) توسط اسیدآسکوربیک اندازه‌گیری شد (فتاحی‌مقدم و همکاران، ۲۰۱۲ ب). در این روش ۱ گرم از بافت پوست و گوشت به‌طور جداگانه با ۳ میلی‌لیتر متافسفریک اسید (۱ درصد)

1- Folin-Ciocalteu
2- 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH)

Archive of SID

www.SID.ir

مخلوط شد. پس از نیم ساعت قرار دادن در یخچال، به‌مدت ۵ دقیقه در دمای ٤ درجه سانتی‌گراد و ٦۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ شد. از محلول رویی ۱۰۰ میکرولیتر به ۹۰۰ میکرولیتر DCIP اضافه و بلافاصله ورتکس شد. جذب محلول در طول موج ۵۲۰ نانومتر و در سه تکرار قرائت شد. میزان ویتامین C با استفاده از منحنی استاندارد تهیه شده از غلظت‌های مختلف اسید آسکوربیک (۲۵، ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰، ۲۰۰ و ۲۵۰ میلی‌گرم در لیتر) در حضور DCIP محاسبه و بر حسب میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم وزن تر بیان شد.

داده‌های حاصل از این آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی توسط نرم‌افزار SAS نسخه ۹ مورد تجزیه واریانس قرار گرفت و میانگین‌های حاصل با استفاده ازآزمون توکی در سطح احتمال ۵ درصد مقایسه شد.

نتایج و بحث

رنگ پوست بیوتیپ‌ها در زمان رسیدن تجاری مرکبات: نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که شاخص درخشندگی (L*) که مقدار آن از ۰ تا ۱۰۰ است و مقدارهای بالا شدت درخشندگی را نشان می‌دهد. این متغیر تفاوت معنی‌داری را در بیوتیپ‌ها نشان نداد و مقدار آن نیز بین ٦۰-۷۲ بود. بیوتیپ‌های مورد بررسی در سایر شاخص‌های رنگ تفاوت معنی‌داری با هم داشتند (جدول ۱).

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس شاخص‌های رنگ پوست میوه در زمان رسیدن بر اساس آزمون توکی.

	میانگین مربعات (MS)						
منابع تغییرات	درجه آزادی	میزان L*	میزان a*	میزان b*	هیو (h°)	کروما	CCI
بیوتیپ	۱۵	۳۸/۰۸^{ns}	۲۳۱/٦۸**	۲۲۷/۹٤**	۲۰۳/۷۲**	۲٤٤/۵۷**	۱٦/۲۸**
خطا	۳۲	٤٤/۵۲	۳٤/۳٤	۳۷/۷٤	٤۱/۵٦	۳۲/۷۷	۵/۰۹
کل	٤۷	–	–	–	–	–	–

^{ns}، * و ** به‌ترتیب غیر معنی‌داری، معنی‌داری در سطح ۵ درصد و ۱ درصد.

ویژگی‌های رنگ میوه‌ها توسط پارامترهای رنگ‌سنجی در جدول ۲ نشان داده شده است. میزان a* از ۱۳/۳- در بیوتیپ ۲۵ تا ۱۷/۳ در بیوتیپ ۲٦ متفاوت بود. میزان a* مثبت نشان‌دهنده تمایل رنگ پوست به قرمزی (٦۰+) است. مقادیر منفی a* نشان‌دهنده رنگ سبز در بیوتیپ‌ها است. a* یک نماینده رنگی در میوه‌هایی است که بین زرد و قرمز هستند (مانرا و همکاران، ۲۰۱۳). شاخص b* در

Archive of SID

www.SID.ir

بین همه بیوتیپ‌ها مثبت بود و مقدار آن بین ٤٨/١ در بیوتیپ ٤١ و ٧٤/١ در بیوتیپ ٨ متغیر بود. شاخص b^* در حالت مثبت تمایل رنگ پوست را به رنگ زرد و در حالت منفی رنگ آبی (٦٠+ زرد و ٦٠- آبی) را نشان می‌دهد (مانرا و همکاران، ٢٠١٢). مثبت بودن این شاخص در میوه بیوتیپ‌ها، رنگ اصلی این میوه‌ها را در زمان رسیدن نشان می‌دهد.

شاخص رنگ در بین بیوتیپ‌های بررسی شده بالاترین مقدار آن ٣/٦ بود که در بیوتیپ ٢٦ نشان داده شد و کم‌ترین مقدار آن ٤/١- در بیوتیپ ٤١ بود. میزان کروما در بین پوست بیوتیپ‌ها بین ٧٦/١- ٤٩/٤ بود که بالاترین مقدار مربوط به بیوتیپ ٨ و کم‌ترین آن در بیوتیپ ٤١ مشاهده شد.

زاویه رنگ در بین بیوتیپ‌ها بین ١٠٤/٣٢ (بیوتیپ ٥٢) و ٧٦/٧٨ (بیوتیپ ٢٦) بود. اگرچه تغییر رنگ پوست یک شاخص ضعیف از رسیدن است، ولی رنگ بیشتر تحت تأثیر آب و هوا است. هم‌چنین قدرت درخت، روی رنگ میوه اثر دارد. درختان با رشد بالا نسبت به درختان با رشد کم، میوه‌های با رنگ ضعیف تولید می‌کنند (موحان جین و پریادارشان، ٢٠٠٩). هم‌زمان با بلوغ میوه مرکبات، رنگ پوست به‌دلیل اختلاف دمای شب و روز و به‌دنبال آن کاهش کلروفیل و افزایش غلظت کاروتنوئید تغییر رنگ می‌دهد. کاروتنوئیدهای متنوعی مسوول ایجاد رنگ در گونه‌های مرکبات هستند و فراهم شدن شرایط دمایی مناسب سبب افزایش بیان ژن‌های مربوط به سنتز کاروتنوئیدهای کلیدی در پوست شده است (کارمونا و همکاران، ٢٠١٢). شاید یکی از دلایل پایین بودن شاخص رنگ در بعضی از بیوتیپ‌ها عدم رنگ گیری کامل در زمان برداشت تجاری مرکبات و دیررس بودن تعدادی از این بیوتیپ‌ها باشد. با توجه به اهمیت پوست مرکبات به‌جهت استفاده در صنایع کیک‌سازی و تولید اسانس و استفاده از رنگدانه‌های پوست که دارای خاصیت آنتی‌اکسیدانی هستند بیوتیپ‌هایی که شاخص‌های رنگی بالایی دارند می‌تواند جهت استفاده در صنایع مناسب باشد.

تغییر ترکیب‌های زیست‌فعال: نتایج تجزیه واریانس داده‌های حاصل از ترکیب‌های زیست‌فعال در پوست و گوشت بیوتیپ‌های مورد مطالعه نشان داد که بیوتیپ‌ها از نظر صفت‌های مورد بررسی در سطح احتمال یک درصد با یکدیگر تفاوت معنی‌دار داشتند (جدول ٣).

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۲- مقایسه میانگین شاخص‌های رنگ پوست میوه‌ها در زمان رسیدن ارقام تجاری مرکبات بر اساس آزمون توکی.

بیوتیپ	میزان L*	میزان a*	میزان b*	هیو (h°)	کروما	CCI
٦	٦٣/٦٧^{a*}	-٨/٧٨^{bc}	٥٤/٢٦$^{c-e}$	٩٩/٧٤^{ab}	٥٥/٤١^{ef}	-٣/٠٤^{ab}
٨	٦٥/٦٥^{a}	١٥/٨٥^{a}	٧٤/١٥^{a}	٧٧/٨٠^{cd}	٧٦/١٢^{a}	٣/٤٦^{a}
١٥	٦٧/٠٦^{a}	-٣/٨١^{bc}	٥٦/١٢$^{a-e}$	٩٣/٩٤$^{a-d}$	٥٦/٢٦$^{c-f}$	-١/٠٣^{ab}
٢١	٦٢/٢٧^{a}	٦/٨٤^{ab}	٦٧/٣٩$^{a-d}$	٨٥/٣٦$^{a-d}$	٦٨/٦٦$^{a-e}$	١/١١^{ab}
٢٤	٧٢/٨٥^{a}	٥/٢٧^{ab}	٥٥/٧٥$^{a-e}$	٨٤/٣١^{bcd}	٥٦/٠٥^{def}	١/٣٩^{ab}
٢٥	٦٤^{a}	-١٣/٢٣^{c}	٥٩/١٥$^{a-e}$	١٠٣/٢٢^{ab}	٦٠/ ٨٢$^{a-f}$	-٤^{b}
٢٦	٦٥/٧٦^{a}	١٧/٣٣^{a}	٧٣/٤٨^{ab}	٧٦/٧٨^{d}	٧٥/٦٩^{ab}	٣/٦٢^{a}
٢٩	٧٠/١٨^{a}	٠/٧٢^{abc}	٧٣/٤٨^{ab}	٨٩/٥٥$^{a-d}$	٧٣/٥٧^{abc}	٠/١٢^{ab}
٣٠	٦٨/٨٨^{a}	-٦/٣٤^{bc}	٥٧/٦٨$^{a-e}$	٩٦/٤٩^{abc}	٥٨/٠٩$^{c-f}$	-١/٧١^{ab}
٤١	٦٠/٣١$_{a}$	-٧/٤٢^{bc}	٤٨/١٤^{e}	١٠٠/٤٦^{ab}	٤٩/٤٥^{f}	-٤/١٠^{b}
٤٣	٧٠/٧٤$_{a}$	-٠/٢٨^{abc}	٧٢/٧٨^{abc}	٩٠/٢٤$^{a-d}$	٧٢/٨٠$^{a-d}$	-٠/٠٦^{ab}
٤٥	٦٤/٤١$_{a}$	-٤/ ٣٠^{bc}	٥٥/١٠$^{b-e}$	٩٤/٥٣$^{a-d}$	٥٥/٥٤^{def}	-١/٣٦^{ab}
٤٨	٦٢/٧٨$_{a}$	-٢/٩٩^{bc}	٥٢/١٩^{de}	٩٣/٢٨$^{a-d}$	٥٢/٢٩^{ef}	-٠/٨٩^{ab}
٥١	٦٧/٧٦$_{a}$	-٤/٧٣^{bc}	٥٨/٢٠$^{a-e}$	٩٤/٦٩$^{a-d}$	٥٨/٤١$^{b-f}$	-١/٢٢^{ab}
٥٢	٦٣/٧٣$_{a}$	-١٠/٣٣^{bc}	٥٦/٠٥$^{a-e}$	١٠٤/٣٢^{a}	٥٤/٩٣^{ef}	-٣/٠٤^{ab}
٥٣	٧٠/٢٨$_{a}$	-٦/٨٤^{bc}	٥٣/٣٣^{de}	٩٧/٥٩^{ab}	٥٣/٧٠^{ef}	-١/٩٥^{ab}

* در هر ستون، میانگین‌های دارای حروف مشابه اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.

جدول ۳- تجزیه واریانس صفت‌های تعیین‌کننده ارزش غذایی پوست و گوشت میوه در زمان رسیدن بر اساس آزمون توکی.

	میانگین مربعات (MS)						
منابع تغییرات	درجه آزادی	فنل کل پوست	فنل کل گوشت	ویتامین C پوست	ویتامین C گوشت	ظرفیت آنتی‌اکسیدانی پوست	ظرفیت آنتی‌اکسیداسیدانی گوشت
بیوتیپ	١٥	٠/٢٠٤**	٠/٣٢٨**	٣٥٢٨/٧**	١٣١٢/٩**	٤٩١/٦**	٦١/٦**
خطا	٣٢	٠/٠٠٣	٠/٠٠٦	٦٧٥/٣	٢٣٠/٣	٣١/٠٣	١٣/٨
کل	٤٧						
ضریب تغییرات (درصد)	-	٢١/٦	١٨/٥	٢٨/٣	١٧/٩	١١/٠٥	٩/٥٧

ns، * و ** به‌ترتیب غیر معنی‌داری، معنی‌داری در سطح ۵ درصد و ۱ درصد.

میزان فنل‌کل در پوست و گوشت میوه: بر اساس مقایسه میانگین‌ها (شکل ۲) میزان فنل‌کل در پوست بیوتیپ ۲۵ بالاتر (۰/۹٦ میلی‌گرم بر گرم وزن تر) از سایر بیوتیپ‌ها بود. کم‌ترین فنل‌کل در پوست بیوتیپ ٦ (۰/۰٦ میلی‌گرم بر گرم وزن تر) بود که با بیوتیپ‌های ۸، ۱۵، ۲۱، ۲٤، ۳۰، ٤۱، ٤۳،

Archive of SID

www.SID.ir

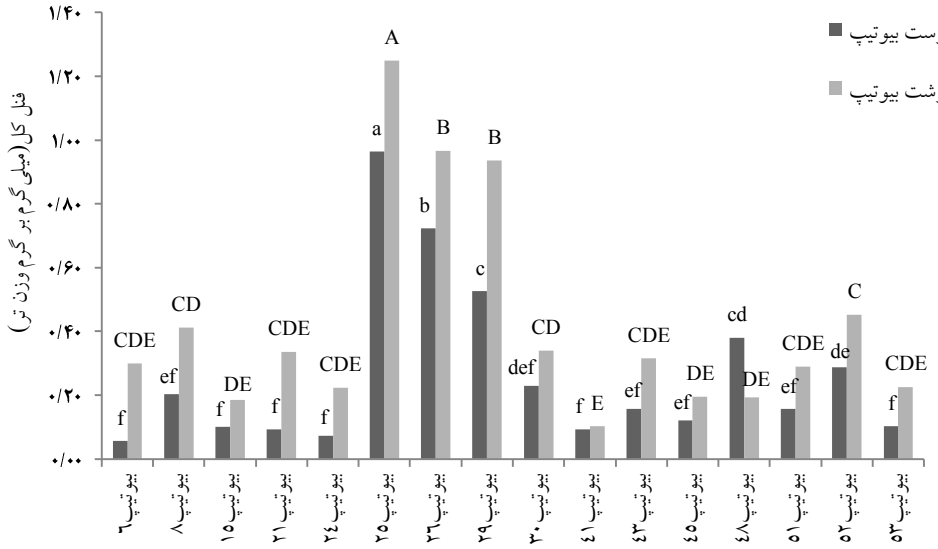
٤٥، ٥١ و ٥٣ اختلاف معنی‌داری نداشت. میزان فنل‌کل در گوشت بیوتیپ ٢٥ بالاتر (١/٢٥ میلی‌گرم بر گرم وزن تر) از سایر بیوتیپ‌ها بود. بیوتیپ ٤١ با میانگین ٠/١ میلی‌گرم بر گرم وزن تر کمترین فنل‌کل را در بین گوشت بیوتیپ‌ها داشت. البته فنل‌کل این بیوتیپ با بیوتیپ‌های ٦، ١٥، ٢١، ٢٤، ٤٣، ٤٥، ٤٨، ٥١ و ٥٣ اختلاف معنی‌داری نداشت. در پژوهشی با اندازه‌گیری فنل‌کل در زمان رسیدن میوه ٢١ واریته مرکبات مشخص شد که میزان فنل‌کل در پوست ٧/٦٦–١/٨٨ میلی‌گرم بر گرم وزن تر معادل اسید گالیک بود (رامفول و همکاران، ٢٠١٠). با مقایسه نتایج این آزمایش با یافته فوق مشخص شد که فنل‌کل در پوست بیوتیپ‌ها کمتر بود. فتاحی مقدم و همکاران (٢٠١٢ الف) با بررسی پوست چند رقم تجاری از مرکبات میزان فنل در پوست سیاورز و پیج را ٠/٤٩ و ٠/٤٣ میلی‌گرم بر گرم گزارش کردند که این دو رقم فنل بالاتری نسبت به سایر ارقام مورد بررسی (پرتقال‌های تامسون، مورو، تاراکو و سانگینلا) داشتند. میزان فنل در پوست بیوتیپ‌ها بیشتر از ارقام تجاری مورد بررسی در پژوهش انجام شده فوق تحت شرایط اقلیمی ایران بود. قاسمی و همکاران (٢٠٠٩) با بررسی ترکیب‌های فنلی در چند رقم تجاری مرکبات واشنگتن ناول، کلمانتین، پیج و پونکن دریافتند که میزان فنل‌کل گوشت بالاتر از پوست بود که نتایج به‌دست آمده در این تحقیق با آن مطابقت داشت. در پژوهشی که در کشور کرواسی با شرایط آب و هوای مدیترانه‌ای صورت گرفت، روشن شد که میزان فنل‌کل در میوه پرتقال ١/٢٧ میلی‌گرم اسیدگالیک در یک گرم وزن تر بیان شد (دراگوویک و همکاران، ٢٠٠٩). مقدار فنل‌کل در بیوتیپ ٢٥ با مقدار گزارش شده در این پژوهش مطابقت داشت. عوامل زیادی چون نوع رقم، فصل رشد و محل رویش گیاه در میزان ترکیبات فنلی و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی مؤثرند (دراگوویک و همکاران، ٢٠٠٩). میزان فنل‌کل در پوست و گوشت بیوتیپ‌ها تا حدودی با مقدارهای گزارش شده بر روی ارقام دیگر مرکبات برابر بود.

در بررسی‌های مختلفی که توسط پژوهش‌گران انجام شده است، پوست مرکبات ترکیب‌های فنلی بالاتری نسبت به گوشت داشت (راج و همکاران، ٢٠١٢؛ رامفول و همکاران، ٢٠١٠). از طرفی بالا بودن فنل‌کل در گوشت میوه نسبت به پوست آن در بین اکثر بیوتیپ‌ها در این تحقیق پدیده جالبی بود که می‌تواند مورد بررسی قرار گیرد. پلی فنل‌ها به‌عنوان کاتالیزورهای زیستی در عملکردهای حیاتی، ویژگی‌های ضدباکتری، ضدالتهاب، ضدقارچ، ضدویروس، ضدسرطان، محافظ کبد و رفع گرفتگی عروق را به عهده دارد که بسیاری از این عملکردها به‌دلیل فعالیت آنتی‌اکسیدانی و پاک کنندگی رادیکال‌های

Archive of SID

www.SID.ir

آزاد است (رامفول و همکاران، ۲۰۱۱). پوست و گوشت بیوتیپ ۲۵ غنی از ترکیب‌های فنلی بود. این بیوتیپ با بررسی‌های بیش‌تر می‌تواند مورد بهره‌برداری در صنایع غذایی و تبدیلی قرار گیرد.



شکل ۲- مقایسه میانگین میزان فنل‌کل در پوست و گوشت میوه‌ها در زمان رسیدن (حروف مشابه روی ستون‌های هر قسمت میوه اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون توکی با یکدیگر ندارند).

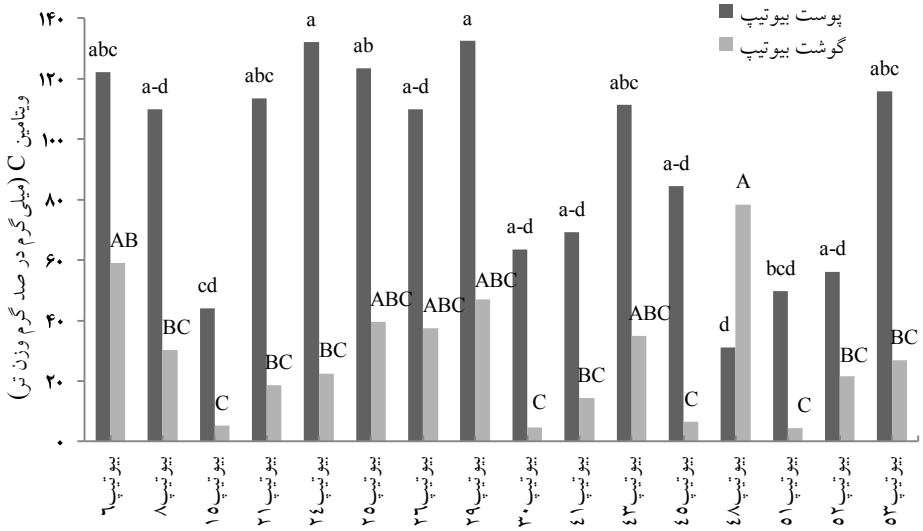
میزان ویتامین C پوست و گوشت میوه: بر اساس شکل ۳ با مقایسه ویتامین C پوست و گوشت در هر یک از بیوتیپ‌ها مشخص شد که به‌جز بیوتیپ ٤۸، در سایرین مقدار ویتامین C در پوست بالاتر از گوشت آن‌ها بود. پوست بیوتیپ ۲٤ و ۲۹ بیش‌ترین (۱۳۲ میلی‌گرم بر صد گرم وزن‌تر) ویتامین C را داشت. البته این دو بیوتیپ با بیوتیپ‌های ٦، ۸، ۲۱، ۲۵، ۲٦، ۳۰، ٤۱، ٤۳، ٤۵، ۵۲ و ۵۳ اختلاف معنی‌داری نشان نداد. ویتامین C در گوشت بیوتیپ ٤۸ بالاتر (۷۸ میلی‌گرم بر صد گرم وزن‌تر) از سایر بیوتیپ‌ها بود که با بیوتیپ ٦، ۲۵، ۲٦، ۲۹ و ٤۳ اختلاف معنی‌داری نداشت. راج و همکاران (۲۰۱۲) در پژوهشی روی چند رقم مرکبات، میزان ویتامین C در پوست این ارقام را در دامنه ٤۷/٦- ٦/۸٤ میلی‌گرم در صد گرم وزن تر بیان کردند. فتاحی‌مقدم و همکاران (۲۰۱۲ الف) با مطالعه روی ترکیبات بیواکتیو پوست ارقام تامسون، سیاورز، مورو، سانگینلا، تاراکو و پیج میزان ویتامین C را در دامنه ۲۳/۵٦-۱۸/۱۷ میلی‌گرم در صد گرم وزن‌تر گزارش کردند. نتایج این آزمایش نشان داد که

Archive

www.SID.ir

ویتامین C در پوست بیوتیپ‌ها بسیار بالاتر از مقدار گزارش شده توسط این پژوهش‌گران بود. مقادیر نسبتا بالاتری توسط هاشم‌پور و همکاران (۲۰۱۳) با بررسی عصاره ارقام تجاری تامسون ناول، جافا، مارس، مورو، اونشو و لیموشیرین، در شمال ایران به‌میزان به‌ترتیب ٦٢/٧٧، ٤٥/٥٥، ٣٢/٢٢، ٤٢/٧٧، ٢٩/٥٥ و ٣٨/٣٣ میلی‌گرم بر ١٠٠ میلی‌لیتر گزارش شده است. به غیر از بیوتیپ ٤٨، ویتامین C در گوشت میوه سایر بیوتیپ‌ها با میزان گزارش شده در این پژوهش تا حدودی مطابقت داشت.

ویتامین C علاوه‌بر آن‌که در مراحل رشد گیاهان مختلف به‌عنوان یک آنتی‌اکسیدان و کوفاکتور آنزیمی است، در حفظ سلامتی انسان همانند کاهش خطر بیماری‌های مزمن (سرطان، بیماری‌های قلبی و عروقی)، تشکیل کلاژن، توسعه استخوان و استفاده دارویی جهت درمان سرطان نقش بسزایی دارد (یانگ و همکاران، ٢٠١١). از این‌رو بالا بودن ویتامین C در پوست میوه این بیوتیپ‌ها در مقایسه با سایر ارقام مورد بررسی از ویژگی‌های منحصر به فرد آن‌ها بود که می‌تواند به‌عنوان یک منبع باارزش در صنایع غذایی و دارویی مورد بهره‌برداری قرار گیرد. در این میان بیوتیپ ٦، ٢٥، ٢٦، ٢٩ و ٤٣ ویتامین C بالاتری در پوست و گوشت خود نسبت به سایر بیوتیپ‌ها داشتند. وجود چنین صفت غالبی می‌تواند در استفاده از این بیوتیپ‌ها در برنامه‌های اصلاحی نیز مدنظر قرار گیرد.



شکل ۳- مقایسه میانگین میزان ویتامین C در پوست و گوشت میوه‌ها در زمان رسیدن (حروف مشابه روی ستون‌های هر قسمت میوه اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون توکی با یکدیگر ندارند).

www.SID.ir

ظرفیت آنتی‌اکسیدانی پوست و گوشت میوه: ظرفیت آنتی‌اکسیدانی در پوست بیوتیپ‌های ٦ و ۲۱ بالاتر (۷۳ درصد) از سایر بیوتیپ‌ها بود. البته ظرفیت آنتی‌اکسیدانی میوه این دو بیوتیپ با بیوتیپ ۲۹ (۷۰ درصد) اختلاف معنی‌داری نداشت. ظرفیت آنتی‌اکسیدانی گوشت بیوتیپ ۲۱ بالاتر (٤۸ درصد) از سایر بیوتیپ‌ها بود. هم‌چنین بیوتیپ‌های ٦، ۸، ۲٤، ۲٦، ۲۹، ۳۰، ٤۸، ۵۱ و ۵۳ اختلاف معنی‌داری را با بیوتیپ ۲۱ نشان ندادند. ظرفیت آنتی‌اکسیدانی در گوشت بیوتیپ ٤۳ و ٤۵ پایین‌تر (۳۱/۵ درصد) از سایر بیوتیپ‌ها بود (شکل ٤). گزارش‌های متعددی در مورد بالا بودن ظرفیت آنتی‌اکسیدانی پوست به گوشت در ارقام مختلف مرکبات همانند پرتقال، پونکن، لیموشیرین و چند رقم تجاری دیگر در برزیل (راج و همکاران، ۲۰۱۲) و ۱۳ رقم ایرانی و خارجی سیب (قربانی و بخشی، ۲۰۱۲) وجود دارد.

ترکیب‌های فنلی و ویتامین C معمولا در میزان ظرفیت آنتی‌رادیکالی میوه‌ها نقش دارند (رامفول و همکاران، ۲۰۱۱). با بررسی روابط همبستگی بین این صفت و این دو ترکیب مشخص شد که بین ظرفیت آنتی‌اکسیدانی و فنل‌کل در پوست و گوشت همبستگی وجود نداشت (جدول ٤). این نتیجه موافق با نتایج تعدادی از پژوهش‌گران بود (اسجد و همکاران، ۲۰۱۳، قاسمی و همکاران، ۲۰۰۹ و آناگنستپولو و همکاران، ۲۰۰٦). از آن‌جایی که ترکیب‌های فنلی خاصیت آنتی‌اکسیدانی دارند، رابطه بین فعالیت آنتی‌اکسیدانی و فنل‌کل بستگی به چندین عامل چون ساختار شیمیایی هر ترکیب، روابط متقابل بین آن‌ها و شرایط ویژه آزمون دارد. تعداد گروه‌های هیدروکسیل موجود در ترکیب‌های فنلی در مهار رادیکال‌های آزاد و الکترون بخشی به آن‌ها مؤثر هستند (راپیساردا و همکاران، ۲۰۰۸). عدم همبستگی بین فنل‌کل و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی به‌نظر می‌رسد به‌علت حضور سایر ترکیب‌های آنتی‌اکسیدانی در این بیوتیپ‌ها باشد. اندازه‌گیری فنل‌کل با روش فولین سیوکالتو یک روش مطلق برای اندازه‌گیری همه ترکیب‌های فنلی نیست (مکینن و همکاران، ۲۰۱۳). از طرفی تعداد و موقعیت قرار گرفتن گروه‌های خنثی‌کننده هیدروژن (SH، OH و NH–) روی حلقه آروماتیک ترکیب‌های فنلی، در خنثی کردن رادیکال‌های آزاد مؤثر است (کای و همکاران، ۲۰۰٤).

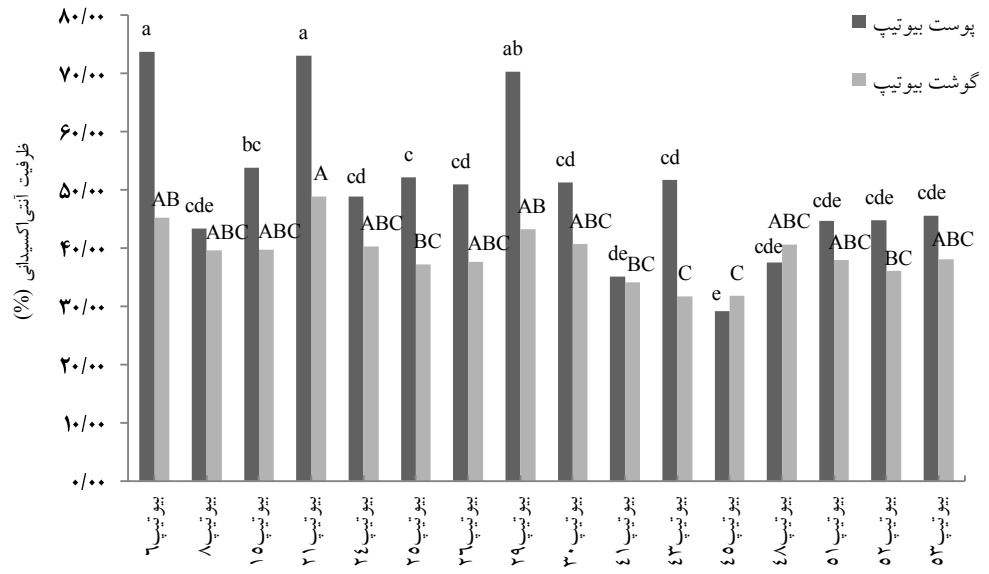
بین ویتامین C و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی در پوست همبستگی مثبت و معنی‌داری دیده شد ولی در گوشت همبستگی معنی‌داری دیده نشد (جدول ٤). با وجود این‌که ویتامین C یکی از قوی‌ترین آنتی‌اکسیدان‌ها است و در حذف گونه‌های اکسیژن فعال و باززایی آلفا توکوفرول (یک آنتی‌اکسیدان لیپیدی قوی) نقش دارد و از ارزش دفاعی و غذایی بالایی برخوردار است (تالکوت و همکاران،

Archive of SID

www.SID.ir

۲۰۰۳)، رسیدن میوه نیز به‌عنوان یک پدیده اکسیداتیو توصیف شده است که گونه‌های فعال اکسیژن چون H_2O_2 و یون‌های سوپراکسید در میوه افزایش می‌یابد (جیمنز و همکاران، ۲۰۰۲). در این حالت برای حذف این رادیکال‌های آزاد ویتامین C که یک آنتی‌اکسیدان قوی است می‌تواند مصرف شود. احتمال دارد این پدیده دلیلی برای عدم همبستگی بین ویتامین C و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی در میوه باشد.

در کنار ترکیب‌های فنلی و ویتامین C، کاروتنوئیدها (ولکر و همکاران، ۲۰۰۲)، فلاونوئیدها (منیچینی و همکاران، ۲۰۱۱) و اسانس موجود در مرکبات (حسنی و همکاران، ۲۰۱۰) نیز خاصیت آنتی‌اکسیدانی دارند که می‌تواند سبب افزایش ویژگی آنتی‌رادیکالی در این میوه‌ها شود.



شکل ٤- مقایسه میانگین میزان ظرفیت آنتی‌اکسیدانی در پوست و گوشت میوه‌ها در زمان رسیدن (حروف مشابه روی ستون‌های هر قسمت میوه اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون توکی با یکدیگر ندارند).

www.SID.ir

جدول ٤- همبستگی صفت‌های شیمیایی در پوست و گوشت میوه‌ها.

	ظرفیت آنتی‌اکسیدانی پوست	ویتامین C پوست	فنل‌کل پوست		ظرفیت آنتی‌اکسیدانی گوشت	ویتامین C گوشت	فنل‌کل گوشت
ظرفیت آنتی‌اکسیدانی پوست	۱			ظرفیت آنتی‌اکسیدانی گوشت	۱		
ویتامین C پوست	۰/۵۰٤*	۱		ویتامین C گوشت	۰/۲۷۱ns	۱	
فنل‌کل پوست	۰/۰۷۱ns	۰/۱۹٦ns	۱	فنل‌کل گوشت	۰/۰۷۲ns	۰/۲۸٦ns	۱

ns، * و ** به‌ترتیب غیر معنی‌داری، معنی‌داری در سطح ۵ درصد و ۱ درصد.

به‌طور کلی ظرفیت آنتی‌اکسیدانی یک ویژگی مختص به یک ترکیب فیتوشیمیایی نیست ولی در این پژوهش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی پوست میوه این بیوتیپ‌ها با ویتامین C در ارتباط بود. میوه‌های بیوتیپ‌های طبیعی مرکبات ترکیب‌های باارزشی دارد که می‌تواند به‌عنوان نگهدارنده‌های طبیعی از اکسید شدن چربی غذاها و فرآورده‌های چرب جلوگیری کند و در صنایع غذایی و هم‌چنین در صنایع دارویی مورد استفاده قرار گیرد.

برای اولین بار مطالعه حاضر اطلاعات علمی را در رابطه با ویژگی‌های بیوشیمیایی برخی بیوتیپ‌های طبیعی مرکبات در اختیار قرار داد که به کاربرد این نوع میوه‌ها در صنایع غذایی و استخراج ترکیب‌های مفید آن‌ها در صنایع دارویی و بهداشتی کمک می‌کند. از این منظر بر اساس نتایج این آزمایش بیوتیپ‌های شماره ٦، ۲۱، ۲۵، ۲٦، ۲۹ و ٤۳ مناسب مصرف با اهداف غیر از تازه‌خوری (برنامه‌های اصلاحی، صنایع غذایی و دارویی) هستند.

سپاسگزاری

بدین وسیله از کارکنان مؤسسه تحقیقات مرکبات کشور و از مدیریت مؤسسه آقای دکتر گل محمدی قدردانی می‌شود.

Archive of SID

www.SID.ir

منابع

1.Abeysinghe, D.C., Li, X., Sun, C.D., Zhang, W.S., Zhou, C.H., and Chen, K.S., 2007. Bioactive compounds and antioxidant capacities in different edible tissues of citrus fruit of four species. Food Chem. 104: 1338-1344.

2.Akbarpour, V., Mashayekhi, K., Sadeghi, H., Atashi, S., Mousevizadeh, S.J., Abshayi, M., and Nazari, Z. 2013. Effect of some various rootstocks on biochemical compounds of orange Parson Brown dnd March in the Giroft. J. Hort. Sci. 27(1): 10-17.

3.Anagnostopoulou, M.A., Kefalas, P., Papageorgiou, V.P., Assimopoulou, A.N. and Boskou, D. 2006. Radical scavenging activity of various extracts and fractions of sweet orange peel (*Citrus sinensis*). Food Chem. 94: 19-25.

4.Angell, G. 2004. Effect of rootstock and inter-stock grafting of lemon trees (*Citrus lemon*) on the flavonoid content. J. Agri. Food Chem. 52(2): 324-331.

5.Asjad, H.M.M, Akhtar, M.S., Bashir, S., Din, B., Gulzar, F., Khalid, R., and Asad, M. 2013. Phenol, flavonoid contents and antioxidant activity of six common Citrus plants in Pakistan. Pharmaceutical Cosmetic Sci. 1(1): 1-5.

6.Cai, Y., Luo, Q., Sun, M., and Corke, H. 2004. Antioxidant activity and phenolic compounds of 112 traditional Chinese medicinal plants associated with anticancer. Life Sci. 74: 2157-2184.

7.Cano, A., Medina, A., and Bermajo, A. 2008. Bioactivecompounds in differentcitrus varieties. Discrimination among cultivars. J. Food Compo. Anal. 21: 377-381.

8.Carmona, L., Zacarias, L., and Rodrigo, M.J. 2012. Stimulation of coloration and carotenoid biosynthesis during postharvest storage of Navelina orange fruit at 12° C. Postharvest Biol. Technol. 74: 108-117.

9.Davise, F.S., and Albrigo, L.G. 1994. Citrus CAB. International, 10: 11-37.

10.Dragovic, V., Kovacevic, D.B., Levaj, B., Pedisic, S., Mezak, M., and Tomljenovic, A. 2009. Polyphenols antioxidant capacity in fruits and vegetables common in the Croatian diet. Agri. Conspec. Sci. 74(3): 175-179.

11.Dragovi-Uzelac, V., Savi, Z., Brala, A., Levaj, B., Bursakovaevi, D., and Bisko, A. 2010. Evaluation of phenolic content and antioxidant capacity of blueberry cultivars (*Vaccinium corymbosum* L.) grown in the Northwest Croatia. Food Technol. Biotech. 48(2): 214-221.

12.Fattahi Moghadam, J., Hamidoghli, Y., Fotouhi Ghazvini, R., Ghasemnejad, M., and Bakhshi, D. 2012a. Evaluation of physicochemical and antioxidant characteristics of some commercial varieties of citrus peel. J. Horti. Sci. 25: 211-217.

13.Fattahi Moghadam, J., Hamidoghli, Y., Fotouhi Ghazvini, R., Ghasemnejad, M., and Bakhshi, D. 2012b. Determination of suitable harvesting time based on fruit bioactive compounds and antioxidant capacity in some citrus cultivars. J. Horti. Sci. Technol., 12(4): 355-368.

14.Food, and Agriculture Organization. 2012. Statistics: Faostat-Agriculture, Production, Crops. Retrieved from: http: www. faostat.org

Archive of SID

www.SID.ir

15. Ghasemi, K., Ghasemi, Y., and Ebrahimzadeh, M.A. 2009. Antioxidant activity, phenol and flavonoid contennts of 13 citrus species peels and tissues. J. Pharmaceutical Sci. 22: 277-281.
16. Ghorbani, E., and Bakhshi, D. 2012. Evaluation of content of chlorogenic acid, flavonoids and antioxidant potential of 13 native and foreign apple cultivars. Plant Prod. Technol. 11(2): 53-62
17. Gorinstein, S., Maryin-Belloso, O., Park, Y-S., Haruenkit, R., Lojek, A., Ciz, M., Caspi, A., Libman, I., and Trakhtenberg, S. 2001. Comparirison of some biochemical characteristics of different citrus fruits. Food Chem. 74: 309-315.
18. Hashempour, A., Sharifzadeh, K., Bakhshi, D., Fotuhi Ghazvini, R., Ghasemnezhad, M., and Mighani, H. 2013. Variation in total phenolic, ascorbic acid and antioxidant activity of citrus fruit of six species cultivated in north of Iran. Inter. J. Agri. 3(1):1-5.
19. Hosni, K., Zahed, N., Chrif, R., Abid, I., Medfei, W., Kallel, M., Brahim, N.B., and Sebei, H. 2010. Composition of peel essential oils from four selected Tunisian Citrus species: Evidence for the genotypic influence. Food Chem. 123: 1098-1104.
20. Jimenez, A., Cressen Kular, G., Firmin, B.J., Robinson, S., Verhoeyen, M., and Mullineaux, P. 2002. Changes in oxdative process and components of the antioxidant system during tomato fruit ripening. Planta. 214: 751-758.
21. Kumar, S., Narayan Jena, S., and Nair, N.K. 2010. ISSR polymorphism in Indian wild orange (*Citrus indica* Tanaka, Rutaceae) and related wild species in North-east India. Sci. Horti. 123: 350-359.
22. Makynen, K., Jitsaardkul, S., Tachasamran, P., Sakai, N., Puranachoti, S., Nirrojsinlapachai, N., Chattapat, V., Caengprasath, N., Ngamukote, S., and Adisakwattana, S. 2013. Cultivar variations in antioxidant and antihyperlipidemic properties of pomelo pulp (*Citrus grandi*s L. Osbeck) in Thailand. Food Chem. 139: 735-743.
23. Manera, J., Brotons, J.M., Conesa, A., and Porras, I. 2012. Relationship between air temperature and degreening of lemon (*Citrus lemon* L. Burm. f.) peel color during maturation. Aus. J. Crop Sci. (6):1051-1058
24. Manera, F.J., Legua, P., Melgarejo, P., Brotons, J.M., Hernandez, F., and Martinez, J.J. 2013. Determination of a colour index for fruit of pomegranate varietal group ″Mollar de Elche″. Sci. Hort. 150: 360-364.
25. Menichini, F., Loizzo, M.R., Bonesi, M., Conforti, F., Luca, D.D., Statti, G.A., Cindio, B.D., Menichini, F., and Tundis, R. 2011. Phytochemical profile, antioxidant, anti-inflammatory and hypoglycemic potential of hydroalcoholic extracts from Citrus medica L.cv Diamante flower, leaves and fruits at two maturity stages. Food Chem. Toxicol. 49: 1549-1555.
26. Meyers, K.J., Watkins, C.B., Pritts, M.P., and Liu, R.H. 2003. Antioxidant and antiproliferative activities of strawberries. J. Agri. Food Chem. 51: 6887-6892.

Archive of SID

www.SID.ir

27. Mouhan Jain, S., and Priyadarshan, P.M. 2009. Breeding Plantation Tree Crops: Temperate Species. Springer Sci. 290p.
28. Ramful, D., Bourdon, T., Bourdon, E., Tarrnus, E., and Aruoma, O.I. 2010. Bioactive phenolics and antioxidant propensity of flavedo extracts of Mauritian Citrus fruits: Potential prophylactic ingredients for functional foods application. Toxicol. 278: 75-87.
29. Ramful, D., Tarnus, E., Aruoma, O.I., Bourdon, E., and Bahorun, T. 2011. Polyphenol composition, vitamin C content and antioxidant capacity of Mauritian citrus fruit pulps. Food Res. Int., 44: 2088-2099.
30. Rapisarda, P., Fabroni, S., peterek, S., Russo, G., and Mock, H-P. 2009. Juic of new citrus hybrids *(Citrus clementina* Hort. Ex Tan.×*C. siensis* L. Osbeck) as a source of natural antioxidants. Food Chem. 117: 212-218.
31. Rudge, H., Aparecida, T., and Ines, M. 2012. Antioxidant capacity and mineral content of pulp and peel from commercial cultivars of citrus from Brazil. Food Chem. 134: 1892-1898.
32. Scarano, M.T., Tusa, N., Abbate, L., Lucretti, S., Nardi, L., and Ferrante, S. 2003. Flow cytometry, SSR and modified AFLP for the identification of Zygotic plantlets in back crosses between Femminello lemon cybrids (2n and 4n) and a diploid clon of Femminello lemon (*Citrus limon* L. Burn, F.) tolerant to malsecoo disease. Plant Sci. 164: 1009-1017.
33. Scora, R.W. 1975. On the history and origin of Citruses. Bull Torr Bot Club. 102: 369-375.
34. Sharifani, M., Akbarpour, V., Samadi, S.Z., and Sabourooh, A.M. 2010. Physical and chemical characteristics of Thompson Navel orange fruits grown on four rootstocks in north of Iran. Ame. Eur. J. Agri. Environ. Sci. 8(2): 156-160.
35. Talcott, S.T., C.H., Brenes, D.M., Pires and D., Del Pozo-Insfran. 2003. Phytochemical stability and color retention of copigmented and processed muscadine grape juice. J. Agri. Food Chem. 51: 957-963.
36. Volker, B., Puspitasari-Nienaber, N.L., Ferruzi, M., and Schwartz, S.J. 2002. Trolox equivalent antioxidant capacity of different geometrical isomers of μ-carotene, β-carotene, lycopene and zeaxanthin. J. Food Agri. Food Chem. 50: 221-226.
37. Yang X.Y., Xie, J.X., Wang, F.F., Zhong, J., Liu, Y.Z., Li, G.H., and Peng, S.A. 2011. Comparison of ascorbate metabolism in fruits of two Citrus species with obvious difference in ascorbate content in pulp. J. Plant Physiol. 168: 2196-2205.
38. Zhou, J.Y., Sun, C.D., Zhang, L.L., Dai, X., Xu, C.J., and Chen, K.S. 2010. Preferential accumulation of orange-colored carotenoids in Ponkan (*Citrus reticulate*) fruit peel following postharvest application of ethylene or ethphon. Sci. Hort. 126: 229-235

Archive of SID

www.SID.ir

Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources
J. Plant Prod. Res. Vol. 21 (4), 2014
http://jopp.gau.ac.ir

Investigation biochemical diversity of peel and pulp from some natural citrus biotypes

***M. Ahankoub Ro[1], R. Foutohi Ghazvini[2] and J. Fattahi Moghadam[3]**
[1]M.Sc. Graduated, Dept. of Horticulture Science, Guilan University, Rasht, Iran,
[2]Professor, Dept. Horticulture Science, Guilan University, Rasht, Iran, [3]Assistant Prof.,
Dept. of Technical and Engineering, Iran Citrus Research Institute, Ramsar, Iran
Received: 11/17/2013 ; Accepted: 06/23/2014

Abstract

Natural citrus biotypes are a valuable genetic resource in the country. Investigation about diversity of biochemical compounds due to optimize the utilization and development of new varieties is useful. Therefore, for identifying them, the fruits of 16 biotypes with numbers of 6, 8, 15, 21, 24, 25, 26, 29, 30, 41, 43, 45, 48, 51, 52 and 53 in the germplasm collection of the Iran Citrus Research Institute were harvested at stage of ripening in commercial citrus varieties. Changes of color peel, antioxidant capacity, total phenol and vitamin C were investigated in both peel and pulp. Results showed that antioxidant capacity and vitamin C in peel were higher than the pulp and peel of biotypes 24 and 29 had highest (132 mg/100g FW) vitamin C. The content of total phenol in the pulp was higher than the peel and total phenol in pulp of biotype 25 was higher (1/25 mg/g FW) than other of biotypes. The antioxidant capacity of peel and pulp of fruits had weak correlation with vitamin C and total phenol. Besides fruit pulp with high total phenol, the peels are also a good source of vitamin C and can be used for food and pharmaceutical industries.

Keywords: Biotype and Antioxidant capacity, Citrus, Total phenol, Vitamin C

*Corresponding author; maedehahankob@yahoo.com

Archive of SID
www.SID.ir