مقایسه ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و ترکیب‌های زیست‌فعال میوه چهار رقم مرکبات با هدف بهره‌گیری در صنعت آبگیری و تولید کنسانتره

سید یوسف پورمیر[a*]، علیرضا صادقی ماهونک[b]، جواد فتاحی‌مقدم[c]، مهران اعلمی[d]

[a] کارشناس ارشد صنایع غذایی، کارخانه کنسانتره مرکبات رامسر، رامسر، ایران
[b] دانشیار دانشکده علوم و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران
[c] استادیار موسسه تحقیقات مرکبات (رامسر)، رامسر، ایران
[d] استادیار دانشکده علوم و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۲/۱۲/۱۴ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۳/۱/۲۱

چکیده

مقدمه: میوه مرکبات دارای ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و مواد آنتی‌اکسیدانی متفاوت هستند. در این پژوهش صفات فیزیکی، ویژگی‌های کمی- کیفی و ترکیب‌های زیست‌فعال میوه چهار رقم مرکبات شمال کشور با هدف بهره‌گیری در صنایع آبگیری، اندازه‌گیری شد.

مواد و روش‌ها: صفات مورد مطالعه شامل اندازه‌گیری طول، قطر، ضریب کرویت، حجم، ضخامت پوست، پالپ، درصد آبدهی، TA، TSS، قند، ویتامین ث، فنل کل و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی بود.

یافته‌ها: میوه‌ها از نظر شکل متفاوت بودند. بیش‌ترین و کم‌ترین میزان طول و حجم متعلق به پرتقال تامسون و نارنگی انشو بود. بالاترین و پایین‌ترین میزان ضریب کرویت به ترتیب در پرتقال سیاورز (۰/۹۷) و نارنگی انشو (۰/۹۱) بدست آمد. پرتقال تامسون با بیش‌ترین ضخامت پوست (۴/۸۲ میلی‌متر) و پالپ (۹/۵۳٪)، دارای کم‌ترین درصد آبدهی در آزمایشگاه (۳۱/۱۵٪) و خط تولید (۲۶/۷۸٪) بود. بالاترین میزان قند کل و TA به ترتیب در نارنگی انشو (۹/۱۹ گرم در صد گرم) و پرتقال سیاورز (۱/۸۵ گرم در صد گرم) بدست آمد. ارزیابی ترکیب‌های زیست‌فعال نشان داد که بیش‌ترین میزان ویتامین‌ث و فنل کل به ترتیب در پرتقال سیاورز (۵۸/۳۰ میلی‌گرم در صد میلی‌لیتر) و پرتقال خونی مورو (۵۵/۲۵ میلی‌گرم در صد میلی‌لیتر) وجود داشت. ارتباط مثبتی بین ظرفیت آنتی‌اکسیدانی با ویتامین‌ث (۰/۹۱) و فنل کل (۰/۷۱) وجود داشت و کم‌ترین درصد ظرفیت آنتی‌اکسیدانی متعلق به نارنگی انشو (۳۸/۲۰٪) بود.

نتیجه‌گیری: پرتقال تامسون به دلیل ضخامت پوست بالا، پالپ زیاد، درصد آبدهی کم و تلخی پس از آبگیری رقم مناسبی برای آبگیری نبود ولی به دلیل حجم بالا و ظاهری جذاب از قابلیت تازه خوری بالایی برخوردار بود. پرتقال سیاورز که در اوایل فصل برداشت کم‌تر به صورت تازه خوری مصرف می‌شود، بسیاری از شرایط آبگیری (بیش‌ترین میزان ضریب کرویت، آبمیوه بالا و درصد پالپ متعادل) را داشت. نارنگی انشو و پرتقال خونی علاوه بر تازه خوری، بصورت کنترل شده قابل استفاده در صنایع آبگیری بودند.

واژه‌های کلیدی: *آبگیری، ترکیب زیست‌فعال، خواص فیزیکی، فعالیت آنتی‌اکسیدانی، میوه مرکبات*

* نویسنده مسئول مکاتبات email: y.mir390@gmail.com

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

مطالعات اپیدمیولوژی[1] نشان داده است مصرف بخش‌های مفید میوه‌ها که با کاهش بیماری‌های مزمن قلبی و سرطان‌ها همراه است، به دلیل فعالیت آنتی‌اکسیدانی آنها است (Gua & Yang, 2001). میوه مرکبات منبع مهمی از ترکیب‌های زیست‌فعال[2] با خاصیت آنتی‌اکسیدانی نظیر اسید آسکوربیک، فلاونوئیدها، ترکیب‌های فنلی و پکتین هستند که برای تغذیه انسان اهمیت دارند (Fernandez-Lopez *et al*., 2000; Ebrahimzadeh *et al*., 2004). اخیرا مصرف میوه‌ها به صورت آبمیوه افزایش یافته و در جهان میوه مرکبات عمدتا در صنایع تبدیلی استفاده می‌شوند (فتاحی‌مقدم، ۱۳۹۰). در ایران مرکبات جایگاه دوم تولید را پس از سیب داشته و علاوه بر تازه خوری، مقداری نیز در صنایع آبگیری استفاده می‌شوند (فتوحی قزوینی و فتاحی‌مقدم، ۱۳۸۹). تعیین خواص فیزیکوشیمیایی و ترکیب‌های زیست‌فعال میوه مرکبات، نقش مهمی در طراحی و تنظیم ماشین‌آلات صنایع تبدیلی مانند سورتینگ، آبگیری و هم‌چنین در راندمان و کیفیت محصول تولیدی دارد. در کشورهایی مانند برزیل و آمریکا که ۸۵٪ میوه پرتقال تولیدی را در صنایع آبگیری استفاده می‌نمایند، والنسیا و هاملین را بهترین رقم در صنایع تبدیلی معرفی کرده‌اند (مرتضوی و ضیاءالحق، ۱۳۸۵ ;Hui, 2006). ویژگی چنین میوه‌هایی پر آبی، TSS[3] کافی، نداشتن طعم تلخی پس از فرآیند، شرایط فیزیکی مناسب نظیر گرد بودن، ضخامت کم پوست میوه و بعلاوه پر باری درخت و هر سال آوری میوه است (فتوحی قزوینی و فتاحی‌مقدم، ۱۳۸۹؛ Hui, 2006).

در ایران رقم مشخصی از پرتقال برای آبگیری وجود ندارد. رقم‌هایی مانند پرتقال سیاورز، نارنگی انشو، و گاها پرتقال تامسون و پرتقال خونی مورو در کارخانجات صنایع تبدیلی شمال کشور به کنسانتره (آبمیوه تغلیظ شده) تبدیل می‌شوند. در مورد نقاط قوت و ضعف این میوه‌ها برای صنایع تبدیلی تحقیق نشده است. در این رابطه تا حدی در مورد برخی از خواص بعضی از رقم‌های تجاری مرکبات تحقیقات صورت گرفته است. Sharifi و همکاران (2007) روی بعضی از خواص فیزیکی پرتقال تامسون مانند طول، قطر، حجم، ضریب کرویت و چگالی مطالعه داشتند که ضریب کرویت و چگالی میوه‌های کوچک را به ترتیب کم‌تر و بیش‌تر محاسبه کردند. دادور و همکاران (۱۳۸۹) خواص فیزیکی دو رقم میوه پرتقال (خونی مورو و تامسون ناول) را اندازه‌گیری و مقایسه کردند که دو رقم فوق در تمام مشخصه‌های فیزیکی با هم تفاوت معنی‌داری داشتند. فتاحی‌مقدم و همکاران (۱۳۹۰) با بررسی روی اندازه، ضخامت پوست، درصد تفاله، ترکیب شیمیایی و خواص آنتی‌اکسیدانی آبمیوه و پوست چند رقم مرکبات مشاهده کردند که با افزایش اندازه و ضخامت پوست میوه، درصد تفاله افزایش یافت، بعلاوه ترکیب‌های شیمیایی و مواد آنتی‌اکسیدانی در رقم‌های مختلف متفاوت بود. طی تحقیقی میزان ویتامین‌ث میوه هفت رقم مرکبات را متفاوت و در دامنه ۶/۷۷ تا ۱۴/۲ میلی‌گرم در گرم وزن خشک گزارش کردند (Wang *et al*., 2007). هم‌چنین Mahdavi و همکاران (2010) میزان ویتامین‌ث و فنل کل چند نوع میوه تازه آبگیری شده را با آبمیوه‌های تجاری آنها مقایسه کردند که در تمامی موارد آبمیوه‌های تازه نسبت به آبمیوه‌های پاستوریزه شده ویتامین‌ث و فنل کل بیش‌تری داشتند. گزارش شده است که میزان ویتامین ث و ترکیب‌های فنلی در میوه‌های مختلف مرکبات متفاوت است و مقدار آنها در حین فرآیند و انبارداری به طور متفاوتی کاهش می‌یابد (Klimczak *et al*., 2007; Kabasakalis *et al*., 2000). در این رابطه، در مطالعه Zvaigzne و همکاران (2009) آبمیوه‌های تازه مرکبات در مقایسه با آبمیوه‌های بازسازی شده از کنسانتره دارای ویتامین‌ث، ترکیب‌های فنلی و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی بیش‌تری بودند و بطور متفاوتی در حین فرآیند کاهش یافتند.

از آنجائیکه در ایران، در مورد مهم‌ترین خواص میوه مرکبات که در صنایع آبگیری و تولید کنسانتره استفاده می‌شوند تحقیقی صورت نگرفته است، در این پژوهش صفات فیزیکی، ویژگی‌های کمی- کیفی و ترکیب‌های آنتی‌اکسیدانی میوه چهار رقم مرکبات (پرتقال سیاورز، پرتقال تامسون، پرتقال خونی مورو و نارنگی انشو) در کارخانه کنسانتره مرکبات رامسر به صورت کاربردی مورد بررسی و مقایسه قرار گرفت.

[1] Epidemiology [2] Bioactive [3] Total Soluble Solid

Archive of SID

www.SID.ir

مواد و روش‌ها

- آماده سازی نمونه‌ها

در آزمایش اول همزمان با شروع فصل بهره‌برداری کارخانه کنسانتره مرکبات رامسر، از میوه‌های باغ تحقیقاتی موسسه مرکبات رامسر (پرتقال سیاورز، پرتقال تامسون، پرتقال خونی مورو و نارنگی انشو) در هنگام ورود به خط تولید، جهت اندازه‌گیری صفات فیزیکی، خصوصیات آبدهی، کیفی و ترکیب‌های زیست‌فعال طی سه بار نمونه برداری شد.

در آزمایش دوم جهت اندازه‌گیری راندمان آبگیری دستگاه آبگیر خط تولید، از تعداد معینی میوه‌ها توسط دستگاه آبگیر دستی و خط تولید طی سه بار آبگیری شد. نمونه‌های فوق پس از انتقال به آزمایشگاه کارخانه کنسانتره مرکبات رامسر و موسسه تحقیقات مرکبات شاخص‌های زیر اندازه‌گیری شد.

- اندازه‌گیری طول و قطر میوه

اندازه میوه از طریق اندازه‌گیری طول (قطر محور طوقه به دم میوه) و دو قطر عمود بر هم و عمود بر طول (قطر یک و قطر دو) به وسیله کولیس دیجیتالی (مدل Digit-cal) ساخت سوئیس با دقت ۰/۰۱، بر حسب میلی‌متر (mm) اندازه‌گیری شد (رضوی و اکبری، ۱۳۹۱).

- اندازه‌گیری ضریب کرویت میوه

ضریب کرویت میوه با استفاده از فرمول زیر محاسبه شد (رضوی و اکبری، ۱۳۹۱).

ضریب کرویت = (قطر۲ × قطر۱ × طول)$^{1/3}$/ بزرگترین قطر

- اندازه‌گیری جرم و حجم

حجم میوه به طریق جابجایی با آب بدست آمد. برای اندازه‌گیری حجم، اول جرم میوه پرتقال با ترازوی دیجیتال (مدل SATERUSE) با دقت ۰/۰۰۱ اندازه‌گیری شد (m_1). بعد جرم آب داخل بشر یاد داشت شد (m_2). مرحله بعد میوه داخل بشر حاوی آب به حالت غوطه‌ور قرار داده شد. در این حالت نیز جرم یاد داشت شد (m_3). با استفاده از فرمول $V=\frac{m_3-m_2}{\rho_\omega}$، حجم میوه بر حسب سانتی‌متر مکعب (cm^3) بدست آمد. در فرمول فوق m_3-m_2، برابر جرم آب جابجا شده و ρ_ω چگالی آب است (رضوی و اکبری، ۱۳۹۱).

- اندازه‌گیری ضخامت پوست، درصد آبدهی و درصد پالپ رسوبی

ضخامت پوست میوه با برش یک قطعه پوست به ابعاد ۱/۵×۱/۵ سانتی‌متر از قسمت استوای میوه، توسط دستگاه کولیس دیجیتال بر حسب میلی‌متر بدست آمد. آبمیوه با دستگاه آبگیر دستی و دستگاه آبگیر در خط تولید استخراج شد و پس از جدا کردن بذر و پالپ، جرم آبمیوه بدست آمد و نسبت به جرم میوه برحسب درصد بیان شد. جهت اندازه‌گیری پالپ رسوبی، آبمیوه استخراج شده در لوله‌های سانتریفوژ پر شد و به مدت ۱۵ دقیقه با سرعت ۷۰۰۰ دور در دقیقه لوله‌ها چرخیدند. پس از اتمام عمل، حجم رسوب در ۱۰۰ میلی‌لیتر آبمیوه ($ml.100ml^{-1}$) به عنوان پالپ رسوبی تعیین شد (فتاحی‌مقدم، ۱۳۹۰؛ استاندارد ملی شماره ۲۶۸۵).

- اندازه‌گیری مواد جامد محلول (TSS[1])، pH، اسیدیته (TA[2]) و قند

TSS آبمیوه با دستگاه رفراکتومتر چشمی (مدلAtago-ATC-20) ساخت ژاپن برحسب درجه - بریکس قرائت شد. pH آبمیوه با دستگاه pH متر (مدل Mettler) ساخت آلمان خوانده شد. TA آبمیوه به روش تیتراسیون با محلول سود ۰/۱ نرمال با بورت دیجیتال (مدل Jencons) ساخت آلمان برحسب گرم اسید سیتریک درصد گرم ($gr.100gr^{-1}$) آبمیوه بدست آمد. اندازه‌گیری قند کل، قند احیاء و ساکارز آبمیوه به روش لین و آینون (اساس کار احیاء مس دو ظرفیتی حاصل از ترکیب فهلینگ A و B توسط قندهای احیاء کننده آبمیوه و تبدیل آن به مس یک ظرفیتی است) برحسب گرم در صد گرم آبمیوه بدست آمد (استاندارد ملی شماره ۲۶۸۵).

- اندازه‌گیری ویتامین ث (VitC[3])

برای اندازه‌گیری ویتامین‌ث از روش تیتراسیون با محلول ۲ و ۶ دی کلروفنل ایندوفنل (DCIP[4]) استفاده

[1] Total Soluble Solid [2] Titrable Acidity [3] Vitamin C [4] 2, 6 - dicholoro phenol - indo phenol

Archive of SID
www.SID.ir

شد. به مقدار معینی از آبمیوه، محلول متافسفریک اسید ۳ درصد، جهت استخراج ویتامین‌ث اضافه شد. پس از فیلتر کردن با کاغذ صافی، توسط محلول رنگی DCIP تا زمانی که رنگ صورتی متمایل به قرمز کم رنگ ۱۵ ثانیه ثابت بماند تیتر شد. با استفاده از فرمول $VitC = \frac{e \times d \times b}{c \times a} \times 100$ میزان ویتامین‌ث برحسب میلی‌گرم در صد میلی‌لیتر محاسبه شد. در این فرمول، e= حجم محلول رنگی مصرف شده جهت هر نمونه، d (فاکتور رنگ)= مقدار محلول رنگی مصرفی جهت تیتراسیون استاندارد÷۰/۵، b = حجم محلول ساخته شده با متافسفریک اسید، c = حجم محلول برداشته شده جهت تیتراسیون، a= جرم نمونه است (استاندارد ملی شماره ۲۶۸۵).

.

- اندازه‌گیری فنل کل

مقدار فنل کل با روش فولین سیوکالتو[1] و اسپکتروفتومتری بدست آمد. بدین منظور ۵۰ میکرولیتر عصاره متانولی آب پرتقال با ۱۲۵ میکرولیتر فولین ۱۵٪ مخلوط گردید. بعد از ۵ دقیقه ۱۰۰ میکرولیتر کربنات سدیم ۷٪ به محلول فوق افزوده شد. سپس محلول به مدت ۱/۵ ساعت در شرایط بدون نور و دمای اتاق نگه‌داری شد. میزان جذب عصاره با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر نانو دراپ (مدل ND-1000) ساخت آمریکا در طول موج ۷۶۵ نانومتر خوانده شد. میزان فنل کل عصاره از روی منحنی استاندارد با غلظت‌های مختلف اسید گالیک (۰، ۵، ۱۰، ۲۰، ۴۰، ۶۰، ۸۰، ۱۰۰، ۱۵۰ میلی‌گرم در لیتر) برحسب غلظت اسید گالیک (میلی‌گرم درصد میلی‌لیتر) بیان شد (فتاحی‌مقدم و همکاران، ۱۳۹۰).

- اندازه‌گیری ظرفیت آنتی‌اکسیدانی

ظرفیت آنتی‌اکسیدانی آبمیوه بر اساس خاصیت خنثی‌کنندگی رادیکال‌های آزاد ۲ و ۲ دی فنیل ۱- پیکریل هیدرازیل (DPPH[2]) توسط عصاره نمونه با روش اسپکتروفتومتری در طول موج ۵۱۷ نانومتر خوانده شد. ۵۰ میکرولیتر از عصاره استخراج شده با ۴۵۰ میکرولیتر آب مقطر رقیق شد. بعد ۲۵ میکرولیتر از محلول در لوله‌های فالکون کوچک ریخته و به آن ۱۰۰ میکرولیتر DPPH اضافه گردید و به سرعت به هم زده شد و ۱۵ دقیقه در دمای اتاق و تاریکی واکنش عصاره و DPPH کامل شد. بازدارندگی DPPH با استفاده از فرمول $\%DPPH_{sc} = \frac{(A_{cont} - A_{samp})}{A_{cont}} \times 100$ که در آن $\%DPPH_{sc}$: درصد بازدارندگی، A_{Cont}: میزان جذب DPPH، A_{Samp}: میزان جذب نمونه + DPPH بدست آمد (فتاحی‌مقدم و همکاران، ۱۳۹۰).

- تجزیه و تحلیل آماری

داده‌ها بر اساس طرح کاملا تصادفی و با استفاده از نرم افزار آماری MSTAT- C تجزیه واریانس و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون T[3] در سطح ۵٪ صورت گرفت. با استفاده از نرم افزار Excel، شکل‌ها و همبستگی بین صفات بدست آمد.

یافته‌ها

خصوصیات فیزیکوشیمیایی میوه

- خصوصیات فیزیکی

در جدول ۱، نتایج میانگین‌های خواص فیزیکی میوه چهار رقم مرکبات نشان داده شده است. میوه‌ها از نظر شکل ظاهری متفاوت بودند و بطور کلی در اکثر خواص فیزیکی مانند طول، قطر و متعاقب آن از نظر حجم، تفاوت معنی‌داری ($p<۰/۰۵$) با هم داشتند. پرتقال تامسون دارای بالاترین طول، قطر و حجم بود و در مقابل نارنگی انشو در بین چهار رقم کم‌ترین حجم (۱۱۰/۹۸ سانتی‌متر مکعب) را داشت. در بین میوه‌های آزمایش شده طول میوه تامسون و خونی مورو بیش‌تر از قطر آنها بود و سبب شکل تقریبا بیضوی آنها شد. بعلاوه میانگین قطر نارنگی انشو تفاوت زیادی با طول داشت، به همین دلیل ضریب کرویت که یکی از مشخصه‌های لازم میوه جهت آبگیری است، به ترتیب بیش‌ترین و کم‌ترین مقدار در پرتقال سیاورز (۰/۹۷) و نارنگی انشو (۰/۹۱) بدست آمد.

- ضخامت پوست و خصوصیات آبدهی

جدول ۲ میانگین مقادیر ضخامت پوست و خصوصیات

[1] Folin-ciocalteu [2] 2, 2 Diphenyl 1- Pykryl Hydrazyl [3] T test

Archive of SID

www.SID.ir

آبدهی میوه چهار رقم مرکبات را نشان می‌دهد. پرتقال تامسون و پرتقال خونی مورو به ترتیب دارای بیش‌ترین (۴/۸۲ میلی‌متر) و کم‌ترین (۳/۰۲ میلی‌متر) ضخامت پوست بودند. بین نارنگی انشو و پرتقال خونی مورو از نظر ضخامت پوست، اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. پرتقال تامسون با بیش‌ترین ضخامت پوست، کم‌ترین درصد آبدهی (۳۰/۷۴٪) و در مقابل نارنگی انشو بیش‌ترین میزان آبمیوه (۴۴/۵۸٪) را در آزمایشگاه داشت. در بین میوه‌های بهره‌برداری شده در خط تولید، پرتقال سیاورز بیش‌ترین راندمان آبدهی (۳۳/۷۵٪) را داشت (کم‌ترین اختلاف میزان آبدهی در آزمایشگاه و خط تولید) ولی نارنگی انشو با آنکه در آزمایشگاه دارای بالاترین میزان آبمیوه بود، در خط تولید راندمان کم‌تری داشت (بیش‌ترین اختلاف میزان آبدهی در آزمایشگاه و خط تولید). میزان مناسب پالپ آبمیوه که از شاخص‌های کیفی آبمیوه و تولید کنسانتره است، برای آب پرتقال تامسون و آب نارنگی انشو به ترتیب بیش‌ترین و کم‌ترین بود.

- TSS، TA و pH

در جدول ۳، میانگین مقادیر شاخص‌های کیفی آبمیوه انواع مرکبات مورد آزمون نشان داده شده است. در بین رقم‌های آزمایش شده بیش‌ترین و کم‌ترین مقدارTSS به ترتیب متعلق به نارنگی انشو (۱۱/۳۲ درجه بریکس) و پرتقال سیاورز (۹/۱۷ درجه بریکس) بود.

حد بالا و پایین میزان TA نیز متعلق به دو میوه فوق ولی کم‌ترین در نارنگی انشو و بیش‌ترین در پرتقال سیاورز که رقمی دیررس و با مزه ترش–شیرین است، بدست آمد. طبق انتظار بیش‌ترین نسبت TSS به TA و pH در نارنگی انشو بدست آمد که نشان از شیرینی میوه فوق بود.

جدول ۱- صفات فیزیکی میوه چهار رقم مرکبات در زمان برداشت

رقم مرکبات	شکل میوه	طول (mm)	قطر (mm)	ضریب کرویت	حجم (cm^3)
پرتقال سیاورز	گرد	۶۰/۰۵±۱/۰۴c	۶۵/۲۹±۱/۱۱a	۰/۹۷±۰/۰۲a	۱۴۰/۳±۶/۶۲b
پرتقال تامسون	گرد–بیضی	۷۱/۷۲±۱/۲۲a	۶۵/۸۷±۱/۱۱a	۰/۹۵±۰/۰۱ab	۱۷۵/۶۲±۶/۹۸a
پرتقال خونی مورو	گرد– بیضی	۶۴/۸۳±۱/۱b	۵۹/۰۳±۱/۰۰b	۰/۹۲±۰/۰۲b	۱۳۶/۸۴±۶/۴۳bc
نارنگی انشو	دو سر تخت	۴۷/۷۳±۱/۵۴d	۶۱/۵۲±۱/۸۵ab	۰/۹۱±۰/۰۳b	۱۱۰/۹۸±۹/۲۳c

حروف غیر مشابه در هر ستون بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشد.

جدول ۲- ضخامت پوست و خصوصیات آبدهی میوه چهار رقم مرکبات در زمان برداشت

رقم مرکبات	ضخامت پوست (mm)	آبدهی در آزمایشگاه ($ml.100ml^{-1}$)	آبدهی در خط تولید ($ml.100ml^{-1}$)	پالپ ($ml.100ml^{-1}$)
پرتقال سیاورز	۳/۵۱±۰/۱۲b	۳۷/۶۳±۰/۳۲c	۳۳/۷۵±۰/۸۹b	۵/۴۷±۰/۱b
پرتقال تامسون	۴/۸۲±۰/۰۹a	۳۰/۷۴±۰/۳۱d	۲۶/۷۸±۰/۱۸d	۹/۵۳±۰/۱۳a
پرتقال خونی مورو	۳/۰۲±۰/۰۶c	۴۱/۱۵±۰/۳۲b	۳۷/۱۷±۰/۷۴a	۵/۲۱±۰/۰۷b
نارنگی انشو	۳/۱۶±۰/۱۵bc	۴۴/۵۸±۰/۵۴a	۲۹/۹۱±۰/۲۳c	۲/۴۵±۰/۰۵c

حروف غیر مشابه در هر ستون بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشد.

Archive of SID

www.SID.ir

- **میزان قند کل، قند احیاء و ساکارز**

در جدول ۴ میانگین قندهای میوه چهار رقم مرکبات نشان داده شده است. قندها که بیش‌ترین TSS میوه مرکبات را تشکیل می‌دهند، طبق داده‌های جدول، بیش‌ترین میزان قند در نارنگی انشو (۹/۱۹ گرم در صد گرم) بدست آمد. در مقابل پرتقال سیاورز که رقمی ترش – شیرین بود (TA بالا در جدول ۳)، سهم قند در میزان TSS، کم‌ترین مقدار بود. ساکارز که دی‌ساکارید قابل هیدرولیز است، در پرتقال سیاورز که دارای TA بالاتر بود، به میزان بیش‌تر هیدرولیز شده و از قند احیاء کم‌تر بود ولی در نارنگی انشو به دلیل TA پایین، محتوای ساکارز بیش‌ترین مقدار (۵/۶۹ گرم در صد گرم) بدست آمد.

ترکیب‌های زیست‌فعال میوه

- ***میزان ویتامین‌ث***

بر اساس داده‌های نمودار ۱، چهار رقم میوه دارای مقدار قابل توجهی ویتامین‌ث بودند ولی از نظر میزان ویتامین‌ث اختلاف معنی‌داری ($p<۰/۰۵$) با هم داشتند. بیش‌ترین و کم‌ترین میانگین محتوای ویتامین‌ث به ترتیب در پرتقال سیاورز (۵۸/۳ میلی‌گرم در صد میلی‌لیتر) و نارنگی انشو (۲۶/۳۴ میلی‌گرم در صد میلی‌لیتر) بدست آمد. گزارش شده است که یک لیوان آب پرتقال می‌تواند ۱۰۰ درصد نیاز روزانه (۶۰ میلی‌گرم) به ویتامین‌ث را برآورده نماید و حتی نارنگی‌ها نیز تا حدودی این نیاز را مرتفع می‌سازند (Ladaniya, 2008) که در نمودار ۱ قابل مشاهده است.

- ***میزان فنل کل***

در نمودار ۲ میانگین ترکیبات فنلی چهار رقم میوه مرکبات نشان داده شده است. در این آزمایش پرتقال خونی مورو دارای بالاترین میزان فنل کل (۵۵/۲۵ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم) بود. پرتقال سیاورز، پرتقال تامسون و نارنگی انشو به ترتیب در مرتبه بعدی قرار گرفتند. بعلاوه میزان فنل کل در پرتقال خونی و نارنگی انشو برخلاف پرتقال سیاورز و پرتقال تامسون بیش‌تر از میزان ویتامین‌ث بود.

جدول ۳- مقایسه میانگین مقادیر شاخص‌های کیفی آبمیوه مرکبات در زمان رسیدن

رقم مرکبات	مزه آبمیوه	TSS(°Brix)	TA($gr.100gr^{-1}$)	TA/TSS	pH
پرتقال سیاورز	شیرین–ترش	۹/۱۷±۰/۲۲c	۱/۸۵±۰/۰۱a	۵/۰۴±۰/۰۳d	۲/۸۷±۰/۰۱c
پرتقال تامسون	شیرین	۱۰/۹۰±۰/۱۰ab	۱/۳۰±۰/۰۱c	۸/۳۹±۰/۰۴b	۳/۱۵±۰/۰۱a
پرتقال خونی	شیرین	۱۰/۶۲±۰/۰۷b	۱/۳۹±۰/۰۱b	۷/۶۲±۰/۰۹c	۳/۰۱±۰/۰۳b
نارنگی انشو	شیرین	۱۱/۳۲±۰/۰۹a	۰/۹۵±۰/۰۰۳d	۱۲/۱۱±۰/۰۲a	۳/۲۳±۰/۰۱a

حروف غیر مشابه در هر ستون بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشد.

جدول ٤- میزان قند کل، قند احیاء و ساکارز آبمیوه مرکبات در زمان برداشت

رقم مرکبات	قند کل ($gr.100gr^{-1}$)	قند احیاء ($gr.100gr^{-1}$)	ساکارز ($gr.100gr^{-1}$)
پرتقال سیاورز	۶/۳۰±۰/۰۱d	۳/۲۶±۰/۰۲c	۲/۸۶±۰/۰۱c
پرتقال تامسون	۸/۲۵±۰/۰۴b	۳/۷۷±۰/۰۶a	۴/۲۶±۰/۰۹b
پرتقال خونی مورو	۷/۹۹±۰/۰۲c	۳/۵۹±۰/۰۳b	۴/۱۹±۰/۰۲b
نارنگی انشو	۹/۱۹±۰/۰۲a	۳/۲۰±۰/۰۱c	۵/۶۹±۰/۰۳a

حروف غیر مشابه در هر ستون بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشد.

Archive of SID

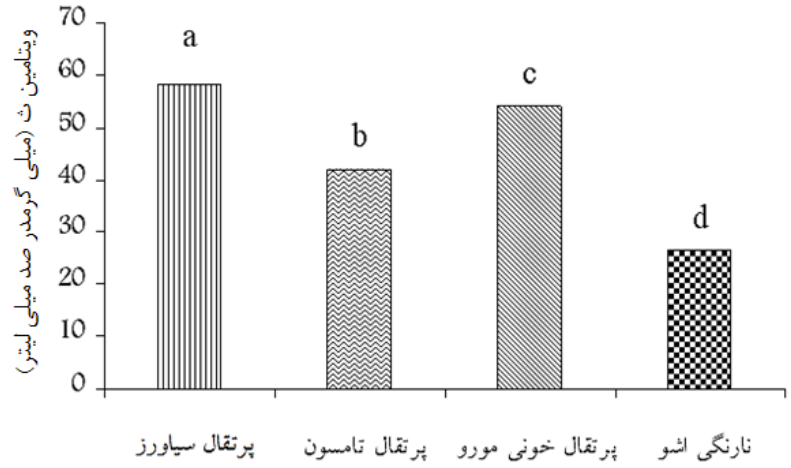
www.SID.ir

ظرفیت آنتی‌اکسیدانی

با مقایسه میانگین ظرفیت آنتی‌اکسیدانی ارقام مورد مطالعه (نمودار ۳) معلوم شد که میوه پرتقال سیاورز با ظرفیت آنتی‌اکسیدانی برابر ۴۸/۹۰٪، بالاترین ظرفیت آنتی‌اکسیدانی را بین ارقام مورد آزمون داشت. در مقابل نارنگی انشو با ترکیب‌های زیست‌فعال کم‌تر، دارای کم‌ترین فعالیت آنتی‌اکسیدانی (۳۸/۲۰٪) بود. در این آزمون بین ظرفیت آنتی‌اکسیدانی پرتقال خونی مورو با پرتقال سیاورز و پرتقال تامسون اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. این آزمایش نشان دهنده رابطه مثبتی بین میزان ویتامین‌ث و فنل کل با فعالیت آنتی‌اکسیدانی است که این ارتباط در نمودارهای ۱، ۲ و ۳ قابل مشاهده است.

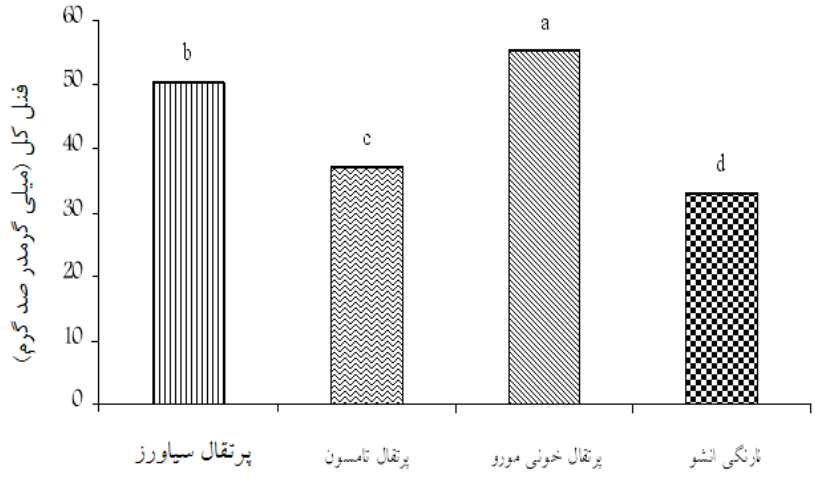
بحث

جهت بهره‌گیری میوه مرکبات در صنایع تبدیلی، باید دارای ویژگی‌هایی باشند تا آنکه راندمان و کیفیت تولید به حداکثر برسد. در این رابطه گزارش شده است میوه‌های مرکباتی که بیش‌تر گرد باشند، دارای ارزش تجاری و فرآوری بالاتری هستند (فتوحی قزوینی و فتاحی‌مقدم، ۱۳۸۹ ; Hui, 2006). این شاخص در صنایع تبدیلی بسیار ضروری است. با توجه به جدول ۱، پرتقال سیاورز به علت داشتن طول و قطر نزدیک به هم، دارای شکل گرد و بالاترین ضریب کرویت و در نتیجه بهترین شرایط برای آبگیری را در خط تولید داشت. میوه‌های کروی راحت‌تر سورت می‌شوند و موجب می‌شود بطور دقیق داخل فنجان



نمودار ۱- مقایسه میانگین مقادیر ویتامین ث آبمیوه چند رقم مرکبات

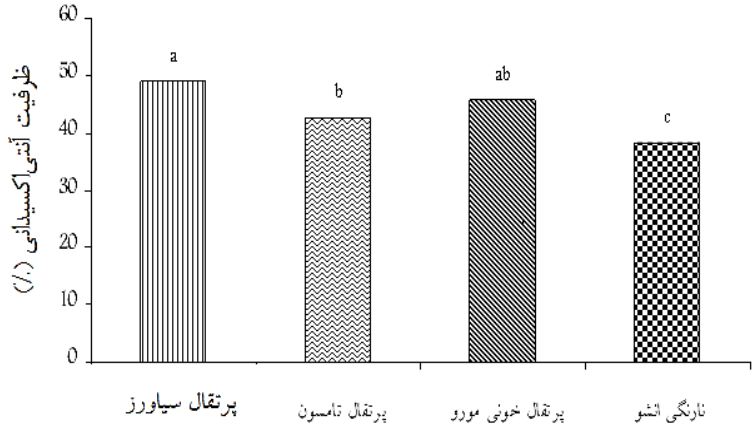
حروف غیر در هر ستون مشابه بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشد.



نمودار ۲- مقایسه میانگین مقادیر فنل کل آبمیوه چند رقم مرکبات

حروف غیر در هر ستون مشابه بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشد.

www.SID.ir



نمودار ۳- مقایسه میانگین مقادیر ظرفیت آنتی‌اکسیدانی آبمیوه چند رقم مرکبات

حروف غیر در هر ستون مشابه بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشد.

مخصوص در دستگاه آبگیر هدایت شوند و کیفیت و راندمان آبگیری افزایش یابد، در غیر اینصورت بخشی از پوست میوه به داخل آبمیوه انتقال می‌یابد یا قسمتی از میوه آبگیری نمی‌شود (مرتضوی و ضیاءالحق، ۱۳۸۵; Hui, 2006). به همین دلیل اختلاف بین درصد آبدهی پرتقال سیاورز در آزمایشگاه و خط تولید کم‌ترین بود (جدول ۲) که نشان دهنده ضریب کرویت بالای این میوه بود. در مقابل پرتقال تامسون، پرتقال خونی مورو و بویژه نارنگی انشو که شکل‌شان از حالت کروی خارج شده و نارنگی انشو حالت دو سر تخت را داشت، با آنکه در آزمایشگاه بالاترین درصد آبدهی را داشت، اختلاف با میزان آبدهی در خط تولید حداکثر بود. به دلیل کروی بودن فنجان دستگاه آبگیر، با پرتقال تامسون و پرتقال خونی که شکل بیضی داشتند و بعلاوه نارنگی انشو به حالت دو سر تخت بود، تناسبی نداشت. این ویژگی در سه میوه فوق موجب عدم جاگیری مناسب میوه در دستگاه آبگیر شد و راندمان آبگیری در خط تولید کاهش یافت. از طرفی گزارش شده است میوه مرکبات باید حداقل ۳۰٪ آبدهی را در صنایع آبگیری داشته باشد (Hui, 2006)، از این نظر پرتقال تامسون کم‌ترین شرایط آبگیری را در خط تولید داشت.

جدول ۲ نشان می‌دهد که آب پرتقال تامسون و آب نارنگی انشو به ترتیب بیش‌ترین (۹/۵۳٪) و کم‌ترین (۲/۴۵٪) پالپ را داشتند. مقدار مناسب و متعادل پالپ به آبمیوه بدنه می‌دهد و برای احساس دهانی آبمیوه مرکبات ضروری است (Kimball, 1991; Hui, 2006). ولی پالپ بالا موجب افزایش ویسکوزیته آبمیوه در حین تبدیل به کنسانتره می‌شود (مرتضوی و ضیاءالحق، ۱۳۸۵; Kimball, 1991). طبق تجربیات کارخانه، آب پرتقال با پالپ بالای ۷/۵٪ سبب چسبیدن کنسانتره به دیواره لوله‌های اواپراتور می‌شد. بطور طبیعی آب نارنگی پالپ خیلی کمی دارد که بافت ضعیفی را به آبمیوه داد. در مقابل آب پرتقال تامسون به علت داشتن پالپ بالا، هنگام تبدیل به کنسانتره با مشکل مواجه شده و باعث چسبیدن به دستگاه تغلیظ کننده شد. از طرفی پرتقال تامسون تلخی پس از آبگیری داشت. گزارش شده است که لیمونین[1] در قسمت پالپ و غشای پرتقال تامسون زیاد است و موجب تلخی آبمیوه پس از آبگیری می‌شود (Ladaniya, 2008 ; Hui, 2006). به نظر می‌رسد که پالپ بالا در پرتقال تامسون باعث افزایش تلخی آبمیوه شود. در این آزمایش پرتقال خونی و پرتقال سیاورز دارای پالپ مناسبی بودند. پالپ کم نارنگی انشو در اثر اختلاط ۱۵-۱۰٪ آب نارنگی با آب پرتقال سیاورز جبران شد. در اثر مخلوط کردن آب نارنگی با آب پرتقال تامسون نیز مشکل پالپ هر دو از نظر کمی برطرف می‌شد ولی چون هر دو دارای راندمان آبدهی خیلی کم بودند و آب پرتقال تامسون به علت پالپ بالا تلخ می‌شد، این نیاز مرتفع نمی‌شد.

طبق داده‌های جدول ۲، در بین رقم‌های آزمایش شده پرتقال تامسون بیش‌ترین ضخامت پوست را داشت که این

[1] Limonin

Archive of SID

www.SID.ir

ویژگی نیز می‌تواند در میزان آبدهی کم‌تر این میوه موثر باشد. گزارش شده است که ارتباط معکوسی بین ضخامت پوست و میزان آبدهی میوه مرکبات وجود دارد (Hui, 2006). در تحقیقی میزان ضخامت پوست و تفاله پرتقال تامسون در بین چند رقم مرکبات آزمایش شده بیش‌ترین گزارش شد (فتاحی‌مقدم و همکاران،۱۳۹۰). در مقابل نارنگی انشو کم‌ترین ضخامت پوست و بالاترین درصد آبدهی را در آزمایشگاه داشت ولی با میزان آبدهی در خط تولید اختلاف زیادی داشت که می‌تواند تاثیر ضریب کرویت (جدول ۱) را در کاهش آبدهی نشان دهد.

براساس داده‌های جدول ۳، پرتقال سیاورز و نارنگی انشو به ترتیب کم‌ترین و بیش‌ترین نسبت TSS به TA را داشتند که این شاخص به عنوان بهترین معیار زمان برداشت میوه مرکبات ذکر شده است (فتوحی قزوینی و فتاحی‌مقدم، ۱۳۸۹ ; Hui, 2006) و حداقل لازم برای برداشت پرتقال تامسون و نارنگی پیج به ترتیب ۷-۶/۵ و ۸ ذکر شده است (فتاحی‌مقدم، ۱۳۸۶). پرتقال سیاورز که رقمی دیررس است، در اوایل فصل بهره‌برداری TA بالا بود (۱/۸۵ گرم در صد گرم آبمیوه) و نسبت TSS به TA کم‌تر از گزارش محققین فوق بود. کمی TSS و TA بالای پرتقال سیاورز را می‌توان با آب نارنگی (۱۵-۱۰٪) جبران کرد. این عمل TA کم آب نارنگی انشو را نیز برطرف می‌کند. TA کافی موجب افزایش کیفیت خوراکی میوه می‌شود (Ladaniya, 2008). طبق استاندارد ملی ایران می‌توان آب نارنگی را تا ۱۰٪ حجمی به آب پرتقال افزود (استاندارد ملی شماره ۴۰۸۳)، تا مشکل TA بالای پرتقال سیاورز در اوایل فصل بهره‌برداری برطرف نماید. ویژگی‌های کیفی (TSS و TA) پرتقال خونی مورو و پرتقال تامسون از نظر مصرف تازه خوری و آبگیری در حد مناسب بود.

در جدول ۴ میانگین مقادیر قند رقم‌های مورد آزمون را نشان داده است. بیش‌ترین قند کل و ساکارز متعلق به نارنگی انشو بود. گزارش شده است که قندها بیش‌ترین TSS آبمیوه را تشکیل می‌دهند (Kelebek *et al*., 2000) و میزان قند در نارنگی‌ها بیش‌تر است. هم‌چنین گزارش شده است که میزان ساکارز نارنگی‌ها بالاتر است (Ladaniya, 2008 ; Hui, 2006). به نظر می‌رسد هیدرولیز کم‌تر ساکارز در این میوه به دلیل اسیدیته پایین باشد. بریکس و قند متعادل در کیفیت خوراکی آبمیوه موثرند ولی بطور کلی قند (قند کل و ساکارز) بالای آبمیوه موجب مستعد کارامل شدن آن در حین تبدیل به کنسانتره می‌شود (مرتضوی و ضیاءالحق، ۱۳۸۵ ;Kimball, 1991). این امر در هنگام تبدیل آب نارنگی به کنسانتره، رنگ کنسانتره را کدرتر و تعداد شستشوی اواپراتور را بیش‌تر می‌نمود. اضافه کردن میزان معینی از آب نارنگی (۱۵-۱۰٪) علاوه بر اینکه مشکل TA و تا حدی قند کم پرتقال سیاورز را جبران نمود، احتمال کارامل شدن قند آب نارنگی را نیز برطرف کرد.

ویتامین‌ث که از آنتی‌اکسیدان‌های اصلی میوه مرکبات است در پرتقال سیاورز بیش‌ترین مقدار بدست آمد (نمودار ۱) که بزرگ‌ترین عامل تفاوت، رقم میوه است (Wang *et al*., 2000). طی تحقیقی میزان ویتامین‌ث پرتقال سیاورز در بین چند مرکبات بیش‌ترین مقدار گزارش شد (فتاحی-مقدم، ۱۳۹۰). از آنجائیکه که ویتامین‌ث ثبات کمی داشته و گزارش شده است که قند یک عامل کاهش دهنده ویتامین‌ث در حین فرآیند است (ترکیب عامل کربونیل قند با ویتامین‌ث) و ممکن است ویتامین‌ث تبدیل به ترکیب‌هایی مانند ۲، ۳ دی کتوگلونیک اسید[1] و حتی هیدروکسی متیل فورفورال[2] رنگی تبدیل شود (Lee & Kader, 2000). هم‌چنین ویتامین‌ث در محیط با pH بالاتر ثبات کم‌تری دارد (Kabasakalis *et al*., 2000). به نظر می‌رسد نارنگی انشو که بیش‌ترین قند و بالاترین pH را داشت، بیش‌تر مستعد واکنش بین قند و ویتامین‌ث در حین باشد و احتمال دارد تا حدی رنگ کدرتر کنسانتره نارنگی مربوط به این مسئله باشد. از این نظر نیز اضافه کردن درصد معینی از آب نارنگی (۱۵-۱۰٪) به آب پرتقال سیاورز علاوه بر اینکه موجب افزایش ویتامین‌ث در کل آبمیوه شد، در مجموع به دلیل تنظیم قند و اسیدیته کل آبمیوه، از کاهش ویتامین‌ث جلوگیری کرد.

همانطور که نمودار ۲ نشان می‌دهد، میزان فنل کل پرتقال خونی بیش‌تر از بقیه رقم‌ها بود. گزارش شده است که میزان بالای فنل کل و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی پرتقال

[1] 2, 3 Diketogulonic Acid

[2] Hydroxymetyl Furfural

Archive of SID
www.SID.ir

خونی بدلیل وجود رنگدانه آنتوسیانین (ترکیب فنلی) است (Rapisarda *et al*., 2008). رنگدانه آنتوسیانین نسبت به حرارت فرآیند و دمای نگهداری حساس است (Hui, 2006)، آب پرتقال خونی پس از تبدیل به کنسانتره رنگ طبیعی خود را نداشت و رنگ آبمیوه بازسازی شده از کنسانتره به حالت تیره (گلی رنگ) بود. به علت آسیبی که آنتوسیانین آب پرتقال خونی در حین تبدیل به کنسانتره می‌بیند، بزرگ‌ترین ضعف آب پرتقال خونی شناخته شده است (Kimball, 1991) و از آنجائیکه بخشی از ظرفیت آنتی‌اکسیدانی آبمیوه مرکبات مربوط به ترکیب‌های فنلی است (Rapisarda *et al*., 1999)، در سیستم تولید کنسانتره در ایران، در صورت استفاده از آب پرتقال خونی، می‌توان به میزان ۴۰٪ با آب پرتقال سیاورز مخلوط کرد که موجب رقیق شدن آنتوسیانین در واحد حجم آبمیوه حاصل شده و صدمه کم‌تری می‌بیند. در این آزمون فنل کل نارنگی انشو از بقیه رقم‌ها کم‌تر بود. با مخلوط کردن ۱۵-۱۰٪ آب نارنگی با آب پرتقال سیاورز میزان ترکیب‌های فنلی آبمیوه حاصل نیز افزایش می‌یابد.

نمودار ۳ نشان می‌دهد که فعالیت آنتی‌اکسیدانی رقم‌های مورد آزمایش بیش‌تر تحت تاثیر میزان ویتامین‌ث قرار گرفته و رقمی که ویتامین‌ث بیش‌تری داشت (پرتقال سیاورز)، دارای فعالیت آنتی‌اکسیدانی بالاتر بود. (2000) Gardner *et al* نشان دادند که ۱۰۰- ۶۵ درصد ظرفیت آنتی‌اکسیدانی آبمیوه مرکبات را ویتامین‌ث تشکیل می‌دهد. در این آزمون نیز ظرفیت آنتی‌اکسیدانی رابطه مثبتی با میزان ویتامین‌ث و فنل کل و به ترتیب با ضریب تبیین ۰/۹۱ و ۰/۷۱ داشت. در همین رابطه Zvaigzne و همکاران (2009) نشان دادند که فعالیت آنتی‌اکسیدانی آبمیوه مرکبات در حین تبدیل به کنسانتره کاهش یافت و علت را به تخریب ترکیباتی مانند ویتامین‌ث و فنل‌ها نسبت دادند. بنا به رابطه مثبتی که فعالیت آنتی‌اکسیدانی با ویتامین‌ث و فنل کل دارد، پس به نظر می‌رسد که هرگونه تغییر روی میزان ویتامین‌ث (مانند اثر روی ویتامین‌ث آب نارنگی) یا روی مقدار فنل کل (مانند اثر روی آنتوسیانین آب پرتقال خونی)، می‌تواند روی فعالیت آنتی‌اکسیدانی رقم‌های فوق اثر منفی بگذارد. جهت جلوگیری از کاهش فعالیت آنتی‌اکسیدانی آبمیوه‌های فوق، می‌توان آب نارنگی را با آب پرتقال سیاورز و آب پرتقال خونی را با آب پرتقال سیاورز مخلوط نمود. پرتقال تامسون که بسیاری از شرایط آبگیری را نداشت، به دلیل دارا بودن میزان قابل توجه ترکیب‌های زیست‌فعال، حجم بالا و ظاهر جذاب می‌تواند بصورت تازه خوری انتخاب شود.

نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که چهار میوه فوق در اکثر خواص فیزیکی اختلاف معنی‌داری با هم داشتند. پرتقال تامسون با دارا بودن بالاترین حجم و ظاهری جذاب می‌تواند جهت تاره خوری استفاده شود ولی استفاده از این میوه در صنایع آبگیری بعلت داشتن ضخامت پوست بالا، تلخی پس از آبگیری، پالپ زیاد و درصد آبدهی پایین اقتصادی نیست. به دلیل اینکه رنگدانه آنتوسیانین پرتقال خونی مورو در حین تبدیل به کنسانتره لطمه می‌بیند، می‌تواند به صورت تازه خوری و یا به میزان مشخصی با آب پرتقال سیاورز مخلوط شود. پرتقال سیاورز که رقمی دیررس است، در اوایل فصل برداشت دارای TA بالا است و کم‌تر به عنوان تازه خوری استفاده می‌شود ولی به دلیل ضریب کرویت بالا، درصد آبدهی مناسب، تناسب میزان پالپ و درصد آبمیوه و همچنین میزان بالای ترکیب‌های زیست‌فعال، بسیاری از شرایط آبگیری و تبدیل به کنسانتره را داشت. نارنگی انشو علاوه بر اینکه به صورت تازه خوری قابل استفاده است، به دلیل میزان قند بالا و همچنین TA پایین، می‌تواند به میزان مشخص با پرتقال سیاورز در هنگام آبگیری مخلوط شود تا موجب افزایش کیفیت آب پرتقال سیاورز گردد، از طرفی ضعف آب نارنگی مانند پالپ و TA کم و میزان متوسط ترکیب‌های زیست‌فعال و تغییر رنگ آبمیوه در هنگام تبدیل به کنسانتره مرتفع شود.

منابع

دادور، ع. ا.، خجسته‌پور، م. و صدرنیا، ح. (۱۳۸۹). تعیین و مقایسه خواص فیزیکی دو رقم پرتقال منطقه شمال کشور، ششمین کنگره مهندسی ماشین‌های کشاورزی و مکانیزاسیون.

رضوی، س. م. ع. و اکبری، ر. (۱۳۹۱). خواص بیوفیزیکی محصولات کشاورزی و مواد غذایی. انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد، صفحات ۲۱-۱۴.

Archive of SID

www.SID.ir

فتاحی‌مقدم، ج. (۱۳۸۶). اهمیت پس از برداشت در مرکبات. نشریه فنی. انتشارات موسسه تحقیقات مرکبات کشور.

فتاحی‌مقدم، ج. (۱۳۹۰). بهینه‌سازی ظرفیت آنتی‌اکسیدانی و کیفیت میوه ارقام مختلف مرکبات. پایان‌نامه دکترای تخصصی رشته مهندسی کشاورزی- باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه گیلان.

فتاحی‌مقدم، ج.، حمیداوغلی، ی. فتوحی‌قزوینی، ر. قاسم‌نژاد، م. و بخشی، د. (۱۳۹۰). ارزیابی خصوصیات فیزیکوشیمیایی و آنتی‌اکسیدانی پوست برخی ارقام تجاری مرکبات. مجله علوم باغبانی، شماره ۲۵، صفحات ۲۱۷-۲۱۱.

فتوحی‌قزوینی، ر. و فتاحی‌مقدم، ج. (۱۳۸۹). پرورش مرکبات در ایران. انتشارات دانشگاه گیلان، صفحات ۵۹-۱، ۲۵۰-۲۴۷.

مرتضوی، س. ع. و ضیاءالحق، س. ح. ر. (۱۳۸۶). فناوری فرآوری فرآورده‌های جانبی مرکبات. انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد، صفحات۶۸-۱۸، ۱۱۸-۱۰۷.

موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران. (۱۳۸۶). آبمیوه‌ها- روش‌های آزمون. استاندارد ملی ایران، شماره ۲۶۸۵، تجدید نظر اول.

موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران. (۱۳۸۹). آب پرتقال تغلیظ شده- ویژگی‌ها. استاندارد ملی ایران، شماره ۴۰۸۳، تجدید نظر اول.

Ebrahimzadeh, M. A., Hosseinimehr, S. J. & Gayekhloo, M. R. (2004). Measuring and comparison of vitamin C content in citrus fruits: introduction of native variety. Chemistry: An Indian Journal, 1(9), 650-652.

Fernandez-LOPEZ, J., Zhi, N. Aleson-Carbonell, L. Perez Alvarez, J. A. & Kuri, V. (2005). Antioxidant and anti bacterial activities of natural extracts: application in beef meatballs. Meat Science, 69 (3), 371-380.

Gardner, P. T., White, T. A. C. Mcphail, D. B. & Duthe, G. G. (2000). The relative contributions of vitamin C, carotenoids and phenolics to the antioxidant potential of fruit juices. Food chemistry, 68 (4), 471-474.

Guo, C. J. & Yang, J. J. (2001). Progress in the study of antioxidant capacity of fruits and vegetable. China Public Health, 17, 87-88.

Hui, Y. H., Barta, J. Cano, M. P. Gusek, T. W. Sidhu, J. S. & Sinha, N. K. (2006). Handbook of fruits and fruit processing. Blackwell Publishing Ltd, USA, Pp 315-310.

Kabasakalis, V., Siopidou, D. & Moshatou, E. (2000). Ascorbic acid content of commercial fruit juices and its rate of loss upon storage. Food Chemistry, 70 (3), 325-328.

Kelebek, H., Selli, S. Canbas, A. & Cabarogla, T. (2009). HPLC determination of organic acids, sugers, phenolic composition and antioxidant capacity of orange juice and orange wine made frame a Turkish cv. Kozan. Microchemical Journal , 91, 187-192.

Kimball, D. (1991). Citrus processing (Quality Control and Technology). Springer science+Business media, LLC, New York. Londan, pp 103-144, 181-276.

Klimczak, L., Malecka, M. Szalchta, M. & Gliszczynska-Swiglo, A. (2007). Effect of storage on the contents of polyphenols, vitamin C and the antioxidant activity of orange juices. Journal of Food Composition and Analysis, 20 (16), 313-322.

Ladaniya, M. S. (2008). Citrus fruit (Biology, Technology and Evaluation). Academic Press an imprint of Elsevier, New York. Pp 126-176.

Lee, S. K. & Kader, A. A. (2000). Pre harvest and post harvest factors influencing vitamin C content of horticultural crops. Post harvest Biology and Technology, 20 (30), 207-220.

Mahdavi, R., Nikniaz, Z. Rafraf, M. & Jouyban, A. (2010). Determination and Comparison of Total Polyphenol and Vitamin C Contents of Natural Fresh and Commercial Fruit Juices. Pakistan Journal of Nutrition, 9 (10), 968-972.

Rapisarda, P., Tomaino, A. Cascio, R. Bonina, F. Pasquale, A. & Saija, A. (1999). Antioxidant effectiveness as influenced by phenolic content of fresh orange juice. Journal of Agricultural & Food Chemistry, 47 (11), 4718-4723.

Rapisarda, P., Bianco, M. L. Pannuzzo, P. Timpanaro, N. (2008). Effect of cold storage on vitamin C, phenolics and antioxidant activity of five orange genotypes [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck]. Post harvest Biology and Technology, 49 (3), 348-354.

Archive of SID

www.SID.ir

Sharifi, M., Rafiee, S. Keyhani, A. Jafari, A. Mobli, H. Rajabipour, A. & Akram, A. (2007). Some physical properties of orange (*var. Thompson*). International Agro physics, 21 (4), 391-397.

Wang, Y. C., Chuang, Y. C. & Ku, Y. H. (2007). Quantization of bioactive compounds in citrus fruits cultivated in Taiwan. Food Chemistry, 102 (4), 1163-1171.

Zvaigzne, G., Karklina, D. Seglina, D. & Krasnova, I. (2009). Antioxidants in various citrus fruit juices. Chemine Technologija, 3 (52), 56-61.

Archive of SID

www.SID.ir