www.journals.rifst.ac.ir
نشریه پژوهش و نوآوری در علوم و صنایع غذایی
سال ۱۳۹۷، جلد ۷، شماره ۳، صفحات ۲۵۴-۲۴۱

JRIFST

مؤسسه پژوهشی علوم و صنایع غذایی

بررسی خصوصیات فیزیکوشیمیایی عصارهٔ ریزپوشانی‌شدهٔ پوست انگور قرمز سردشت و بررسی پایداری آن در ماست

سارا متینی[۱]، سیدعلی مرتضوی[۲*]، علیرضا صادقیان[۳]، اکرم شریفی[۴]

۱- دانش‌آموخته دکتری، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد سبزوار، سبزوار، ایران
۲- استاد، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران
* نویسندهٔ مسئول (morteza1937@yahoo.com)
۳- استادیار، گروه فرآوری مواد غذایی، مؤسسه پژوهشی علوم و صنایع غذایی، مشهد، ایران
۴- استادیار، گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی، دانشکده مهندسی صنایع و مکانیک، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد قزوین، قزوین، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۱/۲۴
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۱۱/۱۱

واژه‌های کلیدی
انگور قرمز سردشت
ریزپوشانی
صمغ عربی
کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا
مالتودکسترین

چکیده

پوست انگور قرمز سردشت سالیانه به مقدار زیاد در کارخانجات آبمیوه‌گیری به‌دست می‌آید و منبع غنی از ترکیبات زیست‌فعال است. در این تحقیق بعد از تهیهٔ عصاره با حلال اتانول اسیدی از پوست انگور قرمز سردشت، اجزاء ترکیبات زیست‌فعال توسط کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا تعیین شد. نتایج نشان داد به‌ترتیب بیشترین مقدار ترکیبات فنلی مربوط به گالیک اسید، کاتکین، سالسیلیک اسید و وانیلیک اسید بود. از آنتوسیانین‌های موجود در عصاره نیز پتونیدین-۳-او-گلوکوپیرانوزید و پئونیدین-۳-او-گلوکوزید کلرید بیشترین مقدار را نشان دادند. جهت ریزپوشانی عصارهٔ حاصل از پوست انگور قرمز از دیواره‌های مالتودکسترین و صمغ عربی به‌ترتیب با نسبت‌های ۵۰-۵۰ و ۷۵-۲۵ وزنی/وزنی و با نسبت ۱ به ۴ هسته به دیواره استفاده شد. درنهایت میزان رطوبت، فعالیت آبی، حلالیت، میزان آنتوسیانین، ترکیبات فنلی و فعالیت آنتی‌اکسیدانی پودرهای حاصل تعیین شد. باتوجه‌به نتایج، پودر حاصل از ریزپوشانی نمونه با دیوارهٔ مالتودکسترین و صمغ عربی (۵۰-۵۰) با بیشترین میزان ترکیبات فنلی و فعالیت آنتی‌اکسیدانی انتخاب و برای استفاده در ماست به میزان (۰/۳ تا ۰/۶ درصد/وزنی) به همراه اسیدتانیک (۱ درصد/وزنی) درنظرگرفته شد. ترکیبات فنلی، فعالیت آنتی‌اکسیدانی و میزان آنتوسیانین نمونه‌های ماست طی ۲۱ روز نگهداری بررسی شد. نتایج حاصل نشان داد بیشترین میزان آنتوسیانین و ترکیبات فنلی و فعالیت آنتی‌اکسیدانی در نمونهٔ ماست حاوی ۰/۶ درصد پودر ریزپوشانی با اسیدتانیک بود. افزایش قابل‌توجه در ترکیبات فنلی، آنتوسیانین و فعالیت آنتی‌اکسیدانی ماست حاوی پودر ریزپوشانی در مقایسه با ماست شاهد مشاهده شد. نتایج نشان داد از پودر و عصارهٔ پوست انگور قرمز سردشت می‌توان به‌عنوان جزء فراسودمند برای تولید مواد غذایی بهره جست.

مقدمه

براساس آمارهای موجود تاکنون در حدود ۱۶۰۰۰ رقم و چندین گونهٔ مختلف انگور در سرتاسر دنیا شناسایی، نام‌گذاری و ارزیابی شده‌اند. ایران به‌عنوان

Archive of SID
www.SID.ir

یکی از مراکز پیدایش و پراکنش انگور در جهان از تنوع ژنتیکی بالایی برخوردار است. به‌طوری‌که در مناطق مختلف، از شمال تا جنوب و از شرق تا غرب، ارقام مختلف انگور وجود دارند (کرمی، ۱۳۷۴).

تفالهٔ انگور یک پسماند لیگنوسلولزی و باقیماندهٔ فرایند آب‌گیری از میوهٔ انگور است. تفالهٔ انگور حدود ۲۰ درصد وزن مرطوب میوهٔ اولیه را تشکیل می‌دهد به‌طور معمول این پسماند در زمین مدفون می‌شود؛ اما این روش علاوه‌بر هزینه‌بربودن باعث مشکلات زیست‌محیطی نیز می‌گردد. ازطرفی به‌دلیل میزان پروتئین و هضم‌پذیری پایین، کاربرد مستقیم تفاله به‌عنوان خوراک دام چندان مناسب نیست. بنابراین در دهه‌های اخیر توجه محققان به بازیافت محصولات مفید از تفالهٔ انگور و بهبود کیفیت آن برای خوراک دام جلب شده است (مهدوی و همکاران، ۱۳۸۳).

ترکیب شیمیایی تفالهٔ انگور به‌طور قابل‌توجهی نسبت به نوع انگور و نوع فرایند آب‌گیری (پرس داغ یا سرد) متغیر است؛ اما به‌طورکلی تفالهٔ انگور حاوی مقادیر نسبتاً زیادی قند (عمدتاً، گلوکز، فروکتوز و ساکارز)، تارتارات، آنتوسیانین و فیبرخام است که می‌توان آنها را بازیابی و مورد استفاده قرار داد. تفالهٔ انگور ازنظر میزان تارتارات غنی است. پس از تخمیر الکلی تفاله، تارتارات موجود در پسماند را می‌توان با آب داغ استخراج کرد (مهدوی و همکاران، ۱۳۸۳). تفالهٔ انگور قرمز منبع خوبی از آنتوسیانین‌هاست. آنتوسیانین‌ها رنگ‌دانه‌های طبیعی موجود در میوه‌ها و سبزی‌ها هستند. این رنگ‌دانه‌ها در محدودهٔ pH بین ۱ تا ۳ رنگ قرمز از خود نشان داده و می‌توانند در بعضی مواد غذایی با اسیدیتهٔ بالا مورد استفاده قرار گیرند (مهدوی و همکاران، ۱۳۸۳). ازطرف‌دیگر هستهٔ انگور منبع باارزشی برای تهیهٔ روغن جهت مصارف خوراکی و صنعتی است. حدود ۲۶-۲۳ درصد از تفالهٔ انگور را هسته‌های آن تشکیل می‌دهد (مهدوی و همکاران، ۱۳۸۳). تفالهٔ انگور حاوی پلی‌فنل‌ها (عمدتاً آنتوسیانین‌ها[1]، فلاونول‌ها[2]، فلاوانول‌ها[3]، اسیدهای فنلی[4] و رزوراترول[5]) و اسیدسیتریک می‌باشد (Pourali *et al*., 2014).

بعد از بهینه‌سازی شرایط استخراج ترکیبات زیست‌فعال موجود در پوست انگور قرمز[6] سردشت می‌توان از فرایند ریزپوشانی برای پایداری این ترکیبات استفاده نمود. ریزپوشانی فرایندی است که در آن ذرات ریز و قطره‌های یک ماده به‌وسیلهٔ مواد مختلف پوشانده می‌شوند تا خصوصیات مفیدی بتوان از آن به‌دست آورد. محققان زیادی به ریزپوشانی ترکیبات زیست‌فعال موجود در عصاره‌های مختلف گیاهی پرداخته‌اند.

Renata و Brabet (۲۰۱۰) عصارهٔ میوهٔ گرمسیری آکائی[7] را با انواع پوشش‌دهنده‌ها ازجمله نشاستهٔ تاپیوکا، صمغ عربی و مالتودکسترین با استفاده از خشک‌کن پاششی به پودر تبدیل کردند. نتایج این تحقیق نشان داد مالتودکسترین بهترین پوشش‌دهنده ازنظر حفاظت از آنتوسیانین‌ها و فعالیت آنتی‌اکسیدانی پودر تولیدی بود. Tonon و همکاران (۲۰۰۸) ترکیبات فنلی میوهٔ تمشک شمالی[8] را با مواد دیوارهٔ مختلف ریزپوشانی نمودند. بهترین نتایج با استفاده از مالتودکسترین به‌دست آمد. Sharifi و همکاران (۲۰۱۵) آنتوسیانین میوهٔ زرشک را توسط خشک‌کن پاششی ریزپوشانی کردند. در این مطالعه دیواره‌هایی با نسبت مساوی مالتودکسترین و صمغ عربی بهترین خصوصیات فیزیکی و مورفولوژیکی پودر تولیدی را دربرداشت. Ersus و Yurdagel (۲۰۰۶) روی ریزپوشانی آنتوسیانین استخراج‌شده از هویج سیاه[9] به‌وسیلهٔ خشک‌کن پاششی و با دیوارهٔ مالتودکسترین به‌عنوان پوشش‌دهنده کار کردند. نتایج نشان داد با افزایش دمای خروجی و ورودی میزان آنتوسیانین کاهش یافت. دمای بهینهٔ خشک‌کردن ۱۶۰ درجهٔ سانتی‌گراد با کمترین تخریب آنتوسیانین‌ها تشخیص داده شد. Akhavan Mahdavi و همکاران (۲۰۱۶a) از روش سطح پاسخ برای بهینه‌کردن راندمان ریزپوشانی و خواص فیزیکی پودرهای ریزپوشانی‌شده از نسبت‌های مختلف هسته بهره جستند. آنها از ۳ دیوارهٔ

[1] Aanthocyanins
[2] Flavonols
[3] Flavenoles
[4] Phenolic Acids
[5] Resveratrol
[6] *Vitis Viniferae cv. Rash*
[7] Acai
[8] Cloudberry
[9] Black Carrot

Archive of SID

www.SID.ir

صمغ عربی، مالتودکسترین و ژلاتین برای ریزپوشانی زرشک به‌وسیلهٔ خشک‌کن پاششی استفاده کردند که درنتیجه بالاترین راندمان ریزپوشانی و بهترین کیفیت پودر به ترکیبی از دیواره‌های مالتودکسترین و صمغ عربی اختصاص داده شد. بعد از ریزپوشانی ترکیبات زیست‌فعال از منابع گیاهی از این ترکیبات به‌عنوان جزئی از فرمولاسیون مواد غذایی می‌توان استفاده کرد. فرمولاسیون و تولید مواد غذایی که حاوی ترکیبات زیست‌فعال هستند و علاوه‌بر ارزش تغذیه‌ای، دارای اثراتی مثبت روی سلامت انسان می‌باشند از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. دراین‌زمینه نیز پژوهش‌هایی به ثبت رسیده است.

افزودن عصارهٔ میوهٔ گرمسیری اولراسئا[1] به‌عنوان رنگدانهٔ فراسودمند در ماست توسط Coisson و همکاران (۲۰۰۵) مورد بررسی قرار گرفت. رنگ اولراسئا ارغوانی تیره و سرشار از آنتوسیانین و ترکیبات فنلی می‌باشد. نتایج به‌دست‌آمده نشان داد که ماست غنی‌شده با این عصاره از سطح بالایی از ترکیبات فنلی و فعالیت آنتی‌اکسیدانی برخوردار بود. Gris و همکاران (۲۰۰۷)، کوپیگمانتاسیون[2] آنتوسیانین‌های انگور خاکستری[3] را در سیستم مدل و ماست و همچنین تأثیر کوپیگمانتاسیون در ثبات و افزایش رنگدانه‌ها را مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد اسیدکافئیک به‌طور قابل توجهی ثبات آنتوسیانین‌ها را در هر دو سیستم ماست و مدل افزایش داد.

Karaaslan و همکاران (۲۰۱۱)، غنی‌سازی ماست با ترکیبات فنلی را با استفاده از عصارهٔ انگور مورد بررسی قرار دادند. ماست‌های مخلوط‌شده با عصاره‌های انگور قرمز قدرت آنتی‌اکسیدانی بالاتری در مقایسه با نمونهٔ شاهد نشان دادند.

Akhavan Mahdavi و همکاران (۲۰۱۶b) رنگدانه‌های درون‌پوشانی‌شدهٔ زرشک را در پودر ژله به‌عنوان جایگزین رنگ مصنوعی استفاده کردند که ژلهٔ حاوی ۷ درصد پودر ریزپوشانی‌شده، نمرهٔ بالاتری ازنظر حسی نسبت به ژل تجاری حاوی رنگ مصنوعی دریافت کرد همچنین سینرزیس و حلالیت نمونه‌های ریزپوشانی‌شده نسبت به شاهد به‌طور قابل توجهی کاهش یافت.

در این تحقیق بعد از تهیهٔ عصاره از پوست انگور قرمز سردشت، اجزاء ترکیبات زیست‌فعال شناسایی شدند و بعد از ریزپوشانی و تولید پودر به کمک خشک‌کن پاششی، پتانسیل کاربرد و ماندگاری پودر ریزپوشانی‌شدهٔ تولیدی در ماست بررسی شد.

مواد و روش‌ها

پوست انگور قرمز سردشت از ضایعات کارخانه آب‌گیری پاکدیس ارومیه تهیه شد. سپس توسط آون تحت خلأ (۴۵ درجهٔ سانتی‌گراد، بهداد، ساخت ایران) خشک و توسط خردکن برقی (مولینکس، ساخت آلمان) به‌دقت خرد شد و برای یکنواخت‌کردن اندازهٔ ذرات، با الک مش ۳۵ الک گردید. پودر به‌دست‌آمده تا پایان آزمایش‌ها در ظروف شیشه‌ای تیره و در دمای فریزر (۱۸- درجهٔ سانتی‌گراد) نگهداری شد. سایر مواد شیمیایی موردنیاز با درجهٔ خلوص تجزیه‌ای از شرکت مرک آلمان خریداری شدند.

تهیهٔ عصاره با استفاده از امواج فراصوت

پودر پوست انگور از فریزر خارج شد و با حلال آب به نسبت ۱ به ۸ با هم مخلوط شدند و درون دستگاه حمام اولتراسونیک[4] (مدل Up200 h، technology، ساخت آلمان) در دمای ۵۵ درجهٔ سانتی‌گراد و زمان ۱۵ دقیقه و در معرض طول موج ثابت ۳۵ کیلوهرتز قرار گرفتند. شرایط بهینهٔ استخراج از مطالعه‌های پیشین درنظرگرفته شد. سپس عصارهٔ استخراج‌شده با استفاده از کاغذ صافی واتمن شمارهٔ ۵ و پمپ خلأ از مواد جامد گیاهی جدا گردید (Rajaei *et al*., 2010).

اندازه‌گیری مقدار کل ترکیبات فنلی عصارهٔ استخراج‌شده

مقدار کل ترکیبات فنلی عصارهٔ تولیدی به روش فولین سیوکالتو شرح داده شده توسط Naczk و Shahidi (۲۰۰۴) تعیین شد. مقدار ۰/۵ میلی‌لیتر عصاره با ۲/۵

[1] Oleracea
[2] Copigmentation
[3] Cabernet Sauvignon grape
[4] Ultrasound

Archive of SID

www.SID.ir

میلی‌لیتر محلول ۱۰ درصد فولین سیوکالتو مخلوط شد و بعد از ۳ دقیقه ۲ میلی‌لیتر محلول ۷/۵ درصد کربنات سدیم (۷۵ گرم در لیتر) به آن اضافه، سپس جذب نمونه در ۷۶۵ نانومتر قرائت گردید. نتایج برحسب میلی‌گرم اسیدگالیک موجود در ۱۰۰ میلی‌لیتر عصارهٔ استخراجی گزارش گردید. جهت رسم منحنی استاندارد از رقت‌های ۷۰۰-۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر اسیدگالیک استاندارد استفاده شد و با استفاده از رابطهٔ (۱) مقدار کل ترکیبات فنلی تعیین گردید.

رابطهٔ (۱)

$$y=۰/۰۰۱۲x-۰/۰۴۱۹$$

در رابطهٔ (۱)، x: مقدار علظت برحسب میکروگرم در لیتر و y: درصد جذب می‌باشد.

ارزیابی فعالیت آنتی‌اکسیدانی عصارهٔ استخراج‌شده به روش DPPH

خاصیت آنتی‌رادیکالی عصارهٔ استخراج‌شده براساس توانایی‌دادن اتم هیدروژن یا الکترون در عصاره‌های اتانولی یا میزان بی‌رنگ‌کردن محلول بنفش ۲-۲دی‌فنیل-۱پیکریل هیدرازیل[1] (DPPH) مورد سنجش قرار گرفت (Galvez *et al*., 2007). درصد مهار رادیکال‌های آزاد DPPH با استفاده از رابطهٔ (۲) محاسبه گردید:

رابطهٔ (۲)

$$DPPH\% = (A_{blank} - A_{sample} / A_{blank}) \times ۱۰۰$$

اندازه‌گیری آنتوسیانین به روش pH افتراقی

برای اندازه‌گیری آنتوسیانین‌ها از روش Fuleki و Fransis (۱۹۶۸) استفاده شد. در این روش جذب نمونه‌های تهیه‌شده توسط بافر pH=۱ و pH=۴/۵ به‌وسیلهٔ دستگاه اسپکتروفتومتر (Shimadzu، مدل ۱۲۸۰، ساخت ژاپن) در طول موج ۵۱۰ نانومتر برحسب رنگدانهٔ سیانیدین-۳-گلیکوزید[2] موجود در انگور قرمز که بیشترین جذب را در طول موج ۵۱۰ نانومتر نشان می‌دهد، اندازه‌گیری شد و درنهایت غلظت آنتوسیانین‌ها از رابطهٔ (۳) به‌دست آمد:

رابطهٔ (۳)

$$C\ mg/l = \Delta A / \epsilon L \times M \times D$$

در رابطهٔ (۳)، D: فاکتور رقیق‌کردن، ΔA: اختلاف جذب نمونه‌ها در pH=۱ و pH=۴/۵، M: جرم مولکولی سیانیدین-۳-گلیکوزید (۴۴۹/۲ گرم/مول)، ε: جذب مولی سیانیدین-۳-گلیکوزید (۲۹/۶۰۰ لیتر/مول سانتی‌متر) و L: طول سل برحسب سانتی‌متر است.

آزمایش‌های انجام‌شده با کروماتوگرافی مایع با عملکرد بالا برای شناسایی ترکیبات زیست‌فعال عمده

به‌منظور تجزیهٔ کروماتوگرافی از دستگاه (KNAUER، ساخت آلمان) کروماتوگرافی مایع با عملکرد بالا به‌همراه آشکارساز (K-UV 1500) و مجهز به نمونه‌بردار خودکار استفاده شد و جداسازی با ستون یوروسفر[3] (C۱۸،۵×۴/۶×۲۵۰) با قطر ذرات ۵ میکرومتر انجام گرفت (Barreca *et al*., 2016).

ریزپوشانی ترکیبات زیست‌فعال عصارهٔ پوست انگور قرمز سردشت

برای ریزپوشانی ترکیبات زیست‌فعال عمدهٔ موجود در عصارهٔ بهینهٔ استخراج‌شده از پوست انگور قرمز از دیواره‌های مالتودکسترین و صمغ عربی با نسبت‌های ۵۰-۵۰، ۷۵-۲۵ وزنی/وزنی باتوجه‌به نتایج سایر پژوهش‌ها و باتوجه‌به آزمایش‌های اولیه انتخاب شدند (Sharifi *et al*., 2015). دیواره‌های مالتودکسترین و صمغ عربی به عصارهٔ پوست انگور به نسبت ۴ به ۱ اضافه گردید و به مدت ۳۰ دقیقه با دور ۱۰۰۰ دور در دقیقه توسط هموژنایزر (مدل APV Homogenisers 2000، Albertslund، ساخت دانمارک) هموژن گردید. از یک خشک‌کن پاششی (مدل B-191، Laboratoriums-Technik، ساخت سوئیس) جهت تولید پودر استفاده و دمای ورودی ۱۶۰ درجهٔ سانتی‌گراد درنظرگرفته شد (Sharifi *et al*., 2015).

[1] 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl
[2] Cyanidin 3-glucoside
[3] Eurospher

Archive of SID

www.SID.ir

بررسی خصوصیات پودر حاصل از ریزپوشانی

میزان رطوبت

میزان رطوبت پودر ریزپوشانی‌شده به روش خشک‌کردن با آون (مدل Heraeus UT5050E، W، ساخت آلمان) تعیین شد (AOAC, 1990).

فعالیت آبی

فعالیت آبی پودر ریزپوشانی‌شده پس از تولید و نگهداری در دسیکاتور تا رسیدن دمای پودر به دمای اتاق، به کمک دستگاه سنجش فعالیت آبی (مدل hygropalm-Rotronic hp23، ساخت سوئیس) در دمای ۰/۱±۲۵ درجهٔ سانتی‌گراد اندازه‌گیری شد.

حلالیت

۱ گرم پودر ریزپوشانی‌شده به ۱۰۰میلی‌لیتر آب اضافه شد. مخلوط حاصل به مدت ۵ دقیقه با همزن مغناطیسی (مدل Stuart Scientific، LTD، ساخت انگلستان) در سرعت بالا هم‌خورد و سپس به مدت ۵ دقیقه با سرعت ۳۰۰۰ دور بر دقیقه سانتریفیوژ گشت. ۲۵ میلی‌لیتر از مایع سطحی به پتری‌دیش انتقال یافت و در آون با دمای ۱۰۵ درجهٔ سانتی‌گراد به مدت ۵ ساعت خشک شد. درصد حلالیت با استفاده از تفاوت وزن‌ها محاسبه گردید (AOAC, 1990).

تولید ماست حاوی عصاره و پودر ریزپوشانی انگور قرمز سردشت

شیر از کارخانه شیر دگا در سلماس ارومیه تهیه شد. قبل از شروع آزمایش‌ها، شیر از لحاظ کیفی مورد بررسی قرار گرفت و فاکتورهایی نظیر pH، اسیدیته (سازمان ملی استاندارد ایران، ۱۳۸۵) و چربی (سازمان ملی استاندارد ایران، ۱۳۷۱) اندازه‌گیری شد. درنهایت شیر با ۳/۵ درصد چربی، ۰/۱۶ درصد (برحسب درصد اسیدلاکتیک) اسیدیته و pH ۶/۶-۶/۷ برای تولید ماست آماده شد. فرایند تهیهٔ ماست طبق روش پیشنهادی Tamime و Robinson (۲۰۰۷) انجام گرفت. شیر در دمای ۹۲ درجهٔ سانتی‌گراد و مدت زمان ۵ دقیقه پاستوریزه شد. با رسیدن دمای شیر به ۴۲ درجهٔ سانتی‌گراد، در ظروف استریل ۱ لیتری تقسیم‌بندی گردید و سپس ۰/۴ درصد حجمی از کشت آغازگر (YC-X11) خریداری‌شده از شرکت کریستین هانسن کشور دانمارک حاوی باکتری‌های *لاکتوباسیلوس بولگاریکوس*[1] و *استرپتوکوکوس ترموفیلوس*[2] به به شیر اضافه شد. ظروف دربندی و به انکوباتور ۴۲ درجهٔ سانتی‌گراد انتقال داده شدند. پس از رسیدن اسیدیتهٔ نمونه‌ها به ۰/۶ درصد برحسب اسیدلاکتیک، نمونه‌ها به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۴ درجهٔ سانتی‌گراد نگهداری گردید. سپس عصارهٔ تغلیظ‌شدهٔ انگور قرمز با بریکس ۲۷ و پودر ریزپوشانی انگور قرمز به نسبت‌های ۰/۳ و ۰/۶ درصد/وزنی به ماست‌های تولیدی اضافه شد. از کوفاکتور فنلی اسیدتانیک به میزان ۱ درصد/وزنی برای پایداری آنتوسیانین در نمونه‌ها استفاده گردید (Bordignon *et al*.,2006). برای تعیین مقدار عصاره و پودر اضافه‌شده به ماست آزمون حسی با کمک ۱۰ نفر ارزیاب برگزار شد. نمونه‌ها برای بررسی برخی خصوصیات فیزیکوشیمیایی به مدت ۲۱ روز نگهداری شدند. تیمارهای تولیدشده به‌ترتیب زیر بودند:

C: شاهد

Y1: ماست و عصارهٔ ۰/۳ درصد

Y2: ماست و پودر ریزپوشانی ۰/۳ درصد

Y3: ماست و پودر ریزپوشانی ۰/۳ درصد و تانیک اسید ۱ درصد

Y4: ماست و پودر ریزپوشانی ۰/۶ درصد

Y5: ماست و پودر ریزپوشانی ۰/۶ درصد و تانیک اسید ۱ درصد

بررسی برخی خصوصیات فیزیکوشیمیایی ماست تولیدی

اندازه‌گیری میزان ترکیبات فنلی و قدرت آنتی‌اکسیدانی

مقدار کل ترکیبات فنلی به روش فولین سیوکالتو شرح‌داده‌شده توسط Naczk و Shahidi (۲۰۰۴) تعیین شد. جهت رسم منحنی استاندارد از رقت‌های ۷۰۰-۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر اسیدگالیک استاندارد و رابطهٔ (۴) استفاده شد.

رابطهٔ (۴)

$$y=۰/۰۰۶۲x+۰/۳۰۰۷$$

[1] *Lactobacillus Bulgaricus*

[2] *Streptococcus Thermophilus*

Archive of SID

www.SID.ir

خاصیت گیرندگی رادیکال آزاد عصارهٔ استخراج‌شده از ماست براساس توانایی‌دادن اتم هیدروژن یا الکترون در عصاره‌های اتانولی یا میزان بی‌رنگ‌کردن محلول بنفش ۲-۲دی فنیل-۱پیکریل هیدرازیل (DPPH) در متانول مورد سنجش قرار گرفت (Galvez *et al.*, 2007).

تعیین میزان آنتوسیانین

برای اندازه‌گیری آنتوسیانین‌های موجود در ماست در روزهای صفر، ۷، ۱۴ و ۲۱ از روش Fransis و Fuleki (۱۹۶۸) استفاده شد.

تعیین میزان آب‌اندازی در نمونه‌های ماست

اندازه‌گیری آب‌اندازی نمونه‌ها بر طبق روش Zainoldin و Baba (۲۰۰۹) انجام شد. وزن مشخصی از ماست (M_1)، داخل سل سانتریفیوژ با دور ۱۱۰۰ دور بر دقیقه دمای ۴ درجهٔ سانتی‌گراد به مدت زمان ۱۰ دقیقه قرار گرفت. سپس مایع رویی وزن شد (M_2). با استفاده از رابطهٔ (۵) آب‌اندازی نمونه‌های ماست تعیین گردید.

رابطهٔ (۵)

$$\text{آب‌اندازی} = (M1)/(M2)\times 100$$

تجزیه‌وتحلیل آماری

کلیهٔ آزمایش‌ها مربوط به بررسی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی پودر ریزپوشانی‌شده از آزمون T-test زوجی و ارزیابی پایداری ترکیبات زیست‌فعال استخراج‌شده در ماست، به‌صورت طرح کاملاً تصادفی در ۳ تکرار انجام شد. آنالیز آماری با نرم‌افزار SAS و مقایسهٔ میانگین‌ها به روش دانکن در سطح ۵ درصد و رسم نمودارها با نرم‌افزار Microsoft Excel نسخهٔ ۲۰۰۷ انجام گرفت.

نتایج و بحث

شناسایی ترکیبات فنلی و آنتوسیانین پوست انگور قرمز سردشت با کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا

در شرایط استخراج بهینه با فراصوت در دمای ۵۵ درجهٔ سانتی‌گراد و زمان ۱۵ دقیقه مقدار آنتوسیانین ۱۲۱/۶۴۵ میلی‌گرم در میلی‌لیتر عصاره، ترکیبات فنلی ۱۱۴/۱۱۵ میلی‌گرم اسیدگالیک در ۱۰۰ میلی‌لیتر و قدرت آنتی‌اکسیدانی عصارهٔ استخراج‌شده نیز ۶۴/۸۹ درصد بود. جدول (۱) ترکیبات فنلی و آنتوسیانین موجود در عصارهٔ پوست انگور قرمز سردشت را نشان می‌دهد. بیشترین مقدار مربوط به گالیک اسید سپس کاتکین، سالسیلیک اسید و وانیلیک اسید بود. از آنتوسیانین‌های موجود در عصارهٔ بهینه پتونیدین-۳-او-گلوکوپیرانوزید[1] و پئونیدین-۳-او-گلوکوزید کلرید[2] شناسایی شد.

جدول ۱ - ترکیبات فنلی و آنتوسیانینی موجود در عصارهٔ پوست انگور قرمز سردشت

ترکیبات فنلی	مقدار (پی‌پی‌ام)
گالیک اسید	۱۵۰/۱±۰/۰۶
کاتکین	۴۲/۲±۰/۰۴
وانیلیک اسید	۵±۰/۰۱
سالسیلیک اسید	۱۰±۰/۰۲
پتونیدین-۳-او-گلیکوپیرانوزید	۹۴/۲۳±۰/۰۶
پئونیدین-۳-او-گلوکوزید کلرید	۶۹۶±۰/۰۲

Ramirez-Lopez و DeWitt (۲۰۱۴) به آنالیز ترکیبات فنلی پورهٔ خشک انگور با کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا پرداختند که بیشترین میزان این ترکیبات مربوط به اسیدگالیک[3]، کاتشین[4] و اپی‌کاتشین‌گالات[5] بود. مالویدین[6] و پلارگونیدین[7] مهم‌ترین آنتوسیانین‌ها بودند. Samah و همکاران (۲۰۱۲) ترکیبات فنلی پوست ۳ انگور سفید، قرمز و سیاه ارزیابی کردند که بیشترین ترکیبات فنلی در پوست انگور سیاه بود و اصلی‌ترین ترکیب سینامیک اسید بود. محققین زیادی به بررسی ترکیبات فنلی و آنتوسیانین‌های موجود در منابع گیاهی پرداخته‌اند. Simuni و همکاران (۲۰۰۵) مقدار آنتوسیانین در ۴ واریتهٔ گیلاس ترش را به‌وسیلهٔ کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا و اسپکتروفتومتری جرمی اندازه‌گیری، آنالیز و شناسایی کردند. دو رنگدانهٔ سیانیدین-۳-گلیکوزیل روتینوزی و سیانیدین-۳-روتینوزید به‌عنوان

[1] Petunidin 3-o glucopyranoside
[2] Peonidin 3-o-glucoside Chloride
[3] Gallic Acid
[4] Catechin
[5] Epigallocatechin Gallat
[6] Malvidin
[7] Pelargonidin

Archive of SID

www.SID.ir

آنتوسیانین‌های اصلی گیلاس شناسایی شدند.

بررسی خصوصیات پودر ریزپوشانی‌شدهٔ عصارهٔ پوست انگور قرمز سردشت

نتایج مربوط به آنالیز برخی خصوصیات فیزیکی پودر تولیدشده از عصارهٔ بهینهٔ پوست انگور قرمز سردشت شامل فعالیت آبی، رطوبت، حلالیت، ترکیبات فنلی، فعالیت آنتی‌اکسیدانی، مقدار آنتوسیانین‌ها و پارامترهای رنگی در جدول (۲) آورده شده است.

جدول ۲ - خصوصیات پودر ریزپوشانی‌شدهٔ عصارهٔ پوست انگور قرمز سردشت

متغیر	نسبت مالتودکسترین به صمغ عربی	میانگین	انحراف استاندارد	t	p-value
رطوبت (درصد)	۲۵-۷۵	۱/۹۴	۰/۱۰	-۱/۲۸	۰/۳۲
	۵۰-۵۰	۲/۰۶	۰/۰۷		
حلالیت (درصد)	۲۵-۷۵	۸۰/۸	۰/۷۵	-۹/۵۴	۰/۰۱
	۵۰-۵۰	۸۵/۱۰	۰/۱۳		
فعالیت آبی	۲۵-۷۵	۰/۱۲	۰/۰۰	-۴۵/۱۹	۰
	۵۰-۵۰	۰/۱۵	۰/۰۰		
ترکیبات فنلی (میلی‌گرم گالیک اسید در ۱۰۰ میلی‌لیتر)	۲۵-۷۵	۳۲۴۰۵/۳۶	۵۵۹۶۲/۲۴	۱	۰/۴۲
	۵۰-۵۰	۱۰۲/۹۸	۱/۴۵		
آنتوسیانین (میلی‌گرم/میلی‌لیتر)	۲۵-۷۵	۹۸/۷۳	۰/۸۸	-۸/۹۸	۰/۱۲
	۵۰-۵۰	۱۰۹/۸۸	۱/۲۶		
فعالیت آنتی‌اکسیدانی (درصد)	۲۵-۷۵	۴۷/۵۶	۰/۱۸	-۱۶/۲۸	۰/۰۰
	۵۰-۵۰	۵۵/۴۰	۰/۶۵		

رطوبت

۲ نمونه پودر ریزپوشانی‌شدهٔ عصارهٔ پوست انگور قرمز سردشت ازنظر مقدار رطوبت مورد مقایسه قرار گرفت. نسبت دیواره‌های مالتودکسترین به صمغ عربی در این پودرها به‌ترتیب ۵۰ به ۵۰ و ۷۵ به ۲۵ بود. با اینکه بیشترین رطوبت مربوط به نمونهٔ ۵۰-۵۰ (۲ درصد رطوبت) و در نمونهٔ ۷۵ به ۲۵ (۱/۷۴ درصد) بود ولی ازنظر آماری این ۲ نمونه اختلاف معنی‌دار با هم نداشتند ($P\geq$۰/۰۵)، (جدول ۲). رطوبت در نمونه‌هایی که نسبت صمغ عربی بیشتر است باید بالاتر از نمونه‌های دیگر باشد، زیرا صمغ عربی هتروپلی‌ساکاریدی با ساختاری شاخه‌دار بوده که دارای گروه‌های هیدروفیل می‌باشد و درنتیجه با مولکول‌های آب پیونددادده و مانع خروج آنها می‌شود (کوروشیان و همکاران، ۱۳۹۴).

حلالیت

بیشترین حلالیت در نمونهٔ ۵۰-۵۰ دیده شد (۸۵ درصد) و اختلاف آماری معنی‌دار با نمونهٔ ۲۵-۷۵ (۸۰ درصد) داشت ($P\leq$۰/۰۵)، (جدول ۲). ترکیب مالتودکسترین و صمغ عربی حلالیت بسیار بالایی در آب دارد و اصولاً نیز به‌دلیل همین حلالیت بالا در آب و ویژگی‌های فیزیکی خود در فرایند خشک‌کردن پاششی مورد استفاده قرار می‌گیرند (کوروشیان و همکاران، ۱۳۹۴) ولی نتایج تحقیق Sharifi و همکاران (۲۰۱۵) نشان داد افزایش درصد مالتودکسترین یا صمغ عربی یا افزایش دما در افزایش حلالیت پودرها تأثیر معنی‌داری نداشت.

فعالیت آنتی‌اکسیدانی

نتایج بررسی تغییرات فعالیت آنتی‌اکسیدانی نشان داد از این نظر اختلاف معنی‌داری بین دو نمونهٔ تولیدی وجود نداشت ($P\geq$۰/۰۵). قدرت مهارکنندگی رادیکال‌های آزاد در نمونهٔ ریزپوشانی‌شده با دیواره‌های مالتودکسترین و صمغ عربی با نسبت ۵۰-۵۰، ۵۵ درصد بود، درحالی‌که در نمونه‌های ریزپوشانی‌شده با دیواره‌های مالتودکسترین و صمغ عربی با نسبت ۲۵-۷۵، ۴۷ درصد بود (جدول ۲).

Archive of SID

www.SID.ir

محتوای ترکیبات فنلی

نسبت مالتودکسترین و صمغ عربی بر محتوای ترکیبات فنلی دو نمونهٔ بررسی‌شده تأثیر معنی‌دار نداشت. نمونهٔ ریزپوشانی‌شده با نسبت ۵۰-۵۰ مالتودکسترین و صمغ عربی میزان ترکیبات فنلی بیشتری (۱۰۲/۹۸ میلی‌گرم گالیک اسید در ۱۰۰ میلی‌لیتر) نسبت به ۲۵-۷۵ (۹۶/۱۱ میلی‌گرم گالیک اسید در ۱۰۰ میل‌لیتر) نشان داد (جدول ۲).

مقدار آنتوسیانین

نتایج ارزیابی محتوای کل آنتوسیانین‌ها در دو نمونهٔ مورد آزمایش نشان داد بیشترین مقدار آنتوسیانین در نمونهٔ ریزپوشانی‌شده با نسبت ۵۰-۵۰ مالتودکسترین و صمغ عربی به میزان ۱۰۹/۸۹ میلی‌گرم/میلی‌لیتر مشاهده شد که اختلاف معنی‌دار ($P\leq$۰/۰۵) با نمونهٔ ریزپوشانی‌شده با نسبت ۷۵-۲۵ مالتودکسترین و صمغ عربی داشت ۹۸/۷۳ میلی‌گرم/میلی‌لیتر) (جدول ۲). Tonon و همکاران (۲۰۱۰) در بررسی تخریب آنتوسیانین‌ها در مدت نگهداری پودر انکپسوله‌شدهٔ تولیدشده از آکائی با مواد پوشش‌دهندهٔ مختلف به این نتیجه رسیدند که واکنش تخریب آنتوسیانین‌ها از معادلهٔ درجه اول پیروی می‌کند همچنین افزایش دما تأثیر منفی روی محتوای آنتوسیانین پودر حاصل داشت ولی نوع پوشش‌دهنده تأثیر معنی‌داری روی تخریب یا حفظ آنتوسیانین نداشت و آنتوسیانین پودر ریزپوشانی‌نشده با شدت بیشتری تخریب شد. Sharifi و همکاران (۲۰۱۵) نشان دادند با افزایش دما مقدار آنتوسیانین نمونه‌های ریزپوشانی‌شدهٔ عصارهٔ زرشک با مالتودکسترین و صمغ عربی کاهش می‌یابد ولی تغییر نسبت مواد حامل تأثیر معنی‌داری روی محتوای آنتوسیانین پودرها نداشت.

فعالیت آبی

در این تحقیق نمونهٔ ریزپوشانی‌شده با نسبت ۵۰-۵۰ مالتودکسترین و صمغ عربی فعالیت آبی بالاتری (۰/۱۵۶) نسبت به نمونهٔ دیگر (۰/۱۲۳) داشت ($P\leq$۰/۰۵) (جدول ۲). افزایش مقدار مالتودکسترین در پوشش سبب کاهش فعالیت آبی شد. نتایج به‌دست‌آمده در این بخش با نتایج حاصل از بررسی رطوبت نمونه‌ها مطابقت داشت. Tonon و همکاران (۲۰۱۰) در بررسی تولید پودر انکپسوله‌شده از آکائی با مواد پوشش‌دهندهٔ مختلف به این نتیجه رسیدند که نوع پوشش‌دهنده تأثیر معنی‌دار روی فعالیت آبی نمونه‌ها دارد.

بررسی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی ماست حاوی عصاره و پودر ریزپوشانی پوست انگور قرمز سردشت

جدول (۳) نتایج بررسی مقدار آب‌اندازی، آنتوسیانین، فعالیت آنتی‌اکسیدانی و محتوای ترکیبات فنلی ماست حاوی عصاره و پودر ریزپوشانی پوست انگور قرمز سردشت را در طول دورهٔ ۲۱ روز نگهداری نشان می‌دهد.

جدول ۳ - تغییرات آب‌اندازی و مقدار آنتوسیانین ماست طی ۲۱ روز نگهداری

تیمار	صفات مورد بررسی							
	آب‌اندازی				آنتوسیانین			
	روز ۱	روز ۷	روز ۱۴	روز ۲۱	روز ۱	روز ۷	روز ۱۴	روز ۲۱
کنترل	۳/۲۶±۰/۲۱^{D,a}	۴/۹۸±۰/۲۰^{C,a}	۶/۹۰±۰/۳۱^{B,a}	۸/۲۴±۰/۵^{A,a}	۰۰±۰۰^{A,e}	۰۰±۰۰^{A,e}	۰۰±۰۰^{A,d}	۰۰±۰۰^{A,d}
عصارهٔ ۰/۳ درصد	۲/۲۸±۰/۱۸^{C,b}	۲/۸۹±۱/۵ ^{BC,b}	۳/۴۶±۰/۲۲^{B,b}	۴/۳۳±۰/۳۲^{A,b}	۴/۳۲±۰/۲۴^{A,d}	۳/۵۵±۰/۲۳^{B,d}	۳/۱۸±۰/۲۳^{B,c}	۲/۶±۰/۲۰^{C,c}
پودر ۰/۳ درصد	۰/۹۷±۰/۱۱^{C,c}	۱/۳۳±۱/۱^{BC,c}	۲/۴۴±۰/۱۱^{B,c}	۳/۷۵±۰/۲۲^{A,c}	۷/۵۵±۰/۴۴^{A,b}	۴/۳۹±۰/۳۳^{B,c}	۳/۲۳±۰/۲۵^{C,c}	۲/۹۹±۰/۲۴^{C,bc}
پودر ۰/۳ درصد+اسیدتانیک	۰/۶۴±۰/۰۹^{C,d}	۱/۱۹±۱/۰۱^{BC,c}	۱/۷۷±۰/۰۵^{B,d}	۳/۵۱±۰/۱۹^{A,cd}	۶/۵۶±۰/۳۵^{A,c}	۶/۱۷±۰/۵۱^{A,a}	۶/۱۱±۰/۶۶^{A,a}	۴/۶۴±۰/۳۶^{B,a}
پودر ۰/۶ درصد	۰/۵۴±۰/۰۵^{D,d}	۱/۱۳±۰/۰۱^{C,c}	۱/۸۸±۰/۴۰^{B,de}	۳/۳۴±۰/۱۸^{A,d}	۸/۶۷±۰/۶۱^{A,a}	۵/۳۰±۰/۴۱^{B,b}	۳/۸۶±۰/۲۳^{C,b}	۳/۴۳±۰/۳۱^{C,b}
پودر ۰/۶ درصد+اسیدتانیک	۰/۴۲±۰/۰۱^{D,e}	۰/۷۵±۰/۰۱^{C,d}	۱/۳۵±۰/۲۰^{B,e}	۳/۵۰±۰/۱۵^{A,cd}	۸/۹۴±۰/۶۸^{A,a}	۶/۵۷±۰/۴۸^{B,a}	۶/۶۸±۰/۵۹^{B,a}	۴/۶۳±۰/۳۳^{C,a}

* حروف کوچک متفاوت بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار بین مقادیر تیمارها در هر روز در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشد.

* حروف بزرگ متفاوت بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار بین مقادیر هر تیمار در طی زمان در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشد.

Archive of SID

www.SID.ir

بررسی مقدار آنتوسیانین

جدول (۳) نشان می‌دهد که استفاده از عصارهٔ پوست انگور قرمز سردشت، پودر ریزپوشانی این عصاره و همچنین ترکیب عصاره و پودر با اسیدتانیک تأثیر معنی‌دار بر مقدار آنتوسیانین موجود در ماست داشته است ($P\leq$۰/۰۵). بیشترین آنتوسیانین در نمونهٔ ماست حاوی ۰/۶ درصد پودر ریزپوشانی با اسیدتانیک در روز اول پس از تولید (۸/۹۴ میلی‌گرم/میلی‌لیتر) مشاهده شد. نتایج نشان داد کاربرد پودر ریزپوشانی‌شده در حفظ محتوای آنتوسیانینی مؤثر بود. بیشترین مقدار آنتوسیانین در نمونه‌های حاوی پودر ریزپوشانی‌شده مشاهده شد که اختلاف آماری کاملاً معنی‌دار با نمونهٔ ماست حاوی عصاره داشت ($P\leq$۰/۰۵). محتوای آنتوسیانین در طول نگهداری نمونه‌های ماست به‌صورت معنی‌دار کاهش یافت ($P\leq$۰/۰۵). بیشترین مقدار مربوط به روز اول تولید ماست و کمترین مقدار مربوط به روز ۲۱ نگهداری بود.

افزایش میزان پایداری آنتوسیانین در نمونه‌های حاوی اسیدتانیک با نتایج حاصل از تحقیق‌های Gris و همکاران (۲۰۰۷) همخوانی دارد. این محققین آنتوسیانین‌های انگور خاکستری را در سیستم مدل و ماست مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد اسیدکافئیک به‌طور قابل توجهی ثبات آنتوسیانین‌ها را در هر دو سیستم ماست و مدل افزایش داد؛ بنابراین باتوجه‌به حضور اسیدتانیک در نمونه‌های این تحقیق نیز، پایداری تقریبی آنتوسیانین‌ها طی نگهداری کاملاً قابل توجیه می‌باشد.

بررسی میزان ترکیبات فنلی کل

بیشترین و کمترین محتوای ترکیبات فنلی به‌ترتیب در نمونهٔ ماست حاوی ۰/۶ درصد پودر ریزپوشانی با اسیدتانیک در روز ۷ پس از تولید (۳۵/۲۵ میلی‌گرم گالیک اسید در ۱۰۰ میلی‌لیتر) و نمونهٔ ماست شاهد مشاهده شد (جدول ۴).

جدول ۴ - تغییرات فعالیت آنتی‌اکسیدانی و ترکیبات فنلی ماست طی ۲۱ روز نگهداری

تیمار	صفات مورد بررسی							
	آب‌اندازی				آنتوسیانین			
	روز ۱	روز ۷	روز ۱۴	روز ۲۱	روز ۱	روز ۷	روز ۱۴	روز ۲۱
کنترل	۱۸/۲۲±۲^{A,d}	۱۷/۳۶±۱/۱^{A,f}	۱۵/۱۹±۱^{B,e}	۱۳/۳۱±۲^{C,e}	۱۱/۳۶±۱^{A,d}	۱۰/۳۱±۱^{A,e}	۹/۳۵±۱/۵^{B,d}	۷/۶۴±۱^{C,f}
عصارهٔ ۰/۳ درصد	۲۵/۳±۲/۲^{A,c}	۲۴/۴۶±۲^{A,e}	۲۲/۲۴±۲^{AB,d}	۲۰/۷۸±۱/۲۰^{B,d}	۱۷/۶۵±۲/۵^{A,e}	۱۶/۴±۲/۲۰^{A,d}	۱۵/۲۶±۱^{A,c}	۱۳/۲۸±۱^{B,e}
پودر ۰/۳ درصد	۳۹/۸۶±۳^{A,b}	۳۶/۶۶±۲/۳۲^{B,d}	۳۵/۶۵±۲/۱۲^{BC,c}	۳۳/۹۳±۱/۲۲^{C,c}	۲۸/۰۸±۱/۳^{A,b}	۲۵/۴۵±۲/۲^{B,c}	۲۴/۸۱±۲/۲^{B,b}	۲۱/۳۴±۲^{C,d}
پودر ۰/۳ درصد+اسیدتانیک	۳۸/۵۶±۱/۲^{A,b}	۳۹/۱۸±۳^{A,c}	۳۸/۱۹±۱/۴۵^{A,b}	۳۶/۵۶±۱/۳۵^{B,b}	۲۷/۴۴±۲/۱^{A,b}	۲۸/۹۳±۳^{A,b}	۲۶/۸۰±۲^{AB,b}	۲۵±۲/۱^{B,c}
پودر ۰/۶ درصد	۴۴/۷۴±۳^{A,a}	۴۵/۵۴±۳/۱۲^{A,b}	۴۵/۱۸±۲/۵۲^{A,a}	۴۳/۴۹±۲^{A,a}	۳۰/۷۳±۱^{B,a}	۳۴/۰۱±۳/۱^{A,a}	۳۲/۴۶±۱/۲^{AB,a}	۳۰/۶۴±۲^{B,b}
پودر ۰/۶ درصد+اسیدتانیک	۴۴/۹۴±۱/۳^{B,a}	۴۷/۲۶±۳/۵^{A,a}	۴۶/۷۶±۱/۲۴^{A,a}	۴۵/۶۸±۳^{AB,a}	۳۰/۹۶±۳^{B,a}	۳۵/۲۵±۳^{A,a}	۳۴/۹۵±۳^{A,a}	۳۳/۳۲±۲^{AB,a}

* حروف کوچک متفاوت بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار بین مقادیر تیمارها در هر روز در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشد.

* حروف بزرگ متفاوت بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار بین مقادیر هر تیمار در طی زمان در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشد.

نمونهٔ ماست حاوی ۰/۳ درصد عصارهٔ پوست انگور قرمز سردشت در روز ۲۱ پس از تولید (۱۳/۲۸ میلی‌گرم گالیک اسید در ۱۰۰ میلی‌لیتر) بعد از نمونهٔ شاهد حاوی کمترین میزان ترکیبات فنلی بود. تمام نمونه‌ها ازنظر مقدار ترکیبات فنلی اختلاف معنی‌دار آماری با هم داشتند ($P\leq$۰/۰۵). کارایی فرایند ریزپوشانی و همچنین استفاده از اسیدتانیک در نگهداری ترکیبات فنلی در دورهٔ نگهداری ماست با این نتایج تأیید شد. میزان ترکیبات فنلی نیز با افزایش مدت زمان نگهداری، در ماست کاهش یافت و کمترین مقدار در روز ۲۱ نگهداری مشاهده شد. تغییرات مقدار ترکیبات فنلی در روز ۷ و ۱۴ نگهداری

Archive of SID

www.SID.ir

معنی‌دار نبود ($P\geq$۰/۰۵). ترکیبات پلی‌فنلی نمونهٔ شاهد احتمالاً به‌خاطر حضور پلی‌فنل‌ها در شیر می‌باشد که عمدتاً ناشی از تغذیهٔ دام هستند (Chouchouli *et al*., 2013). نمونه‌های حاوی پودر ریزپوشانی و اسیدتانیک نسبت به نمونهٔ دیگر، حاوی ترکیبات فنلی بیشتری بود ($P\leq$۰/۰۵) که دلیل این امر را می‌توان به خاصیت اسیدتانیک در حفظ ترکیبات فنلی و آنتوسیانین‌ها نسبت داد (Gris *et al*., 2007). نتایج مطالعهٔ Sari و همکاران (۲۰۱۲) نیز نشان داد که حضور کوپیگمانت‌هایی[1] مثل اسیدهای فنلی در مدل غذایی نوشیدنی، منجربه‌افزایش محتوای فنلی نسبت به نمونه‌های بدون کوپیگمانت گردید (Sari *et al*., 2012).

بررسی فعالیت آنتی‌اکسیدانی

نمونهٔ ماست حاوی ۰/۶ درصد پودر ریزپوشانی و اسیدتانیک (۴۷/۲۶ درصد) در روز ۷ پس از تولید حاوی بیشترین مقدار فعالیت آنتی‌اکسیدانی بود که با نمونهٔ ماست حاوی ۰/۶ درصد پودر ریزپوشانی اختلاف معنی‌دار نداشتند ولی با سایر تیمارها اختلاف معنی‌دار آماری داشتند ($P\leq$۰/۰۵). کمترین میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی در نمونهٔ شاهد مشاهده شد. نمونه‌های حاوی پودر ریزپوشانی به‌دلیل حفظ بهتر ترکیبات زیست‌فعال، قدرت آنتی‌اکسیدانی بالاتری نشان دادند. فعالیت آنتی‌اکسیدانی با افزایش روزهای نگهداری روند کاهشی داشت. البته در روز ۷ و ۱۴ روند کاهشی معنی‌دار نبود (جدول ۴).

باتوجه‌به حضور ترکیبات زیست‌فعال در پوست انگور قرمز سردشت، نمونه‌های حاوی عصاره و پودر ریزپوشانی پوست انگور قرمز سردشت، به‌طور معنی‌داری نسبت به نمونهٔ شاهد فعالیت آنتی‌اکسیدانی بیشتری نشان دادند. مقدار فعالیت آنتی‌اکسیدانی در نمونه‌ها و روند کاهشی آن در طول نگهداری با نتایج حاصل از ترکیبات فنلی و آنتوسیانین در این تحقیق مطابقت داشت. Sari و همکاران (۲۰۱۲) گزارش کردند که حضور ترکیباتی نظیر فرولیک، سیناپیک، اسیدکافیئک و پلی‌فنل‌های گیاه رزماری فعالیت آنتی‌اکسیدانی را در مدل غذایی نوشیدنی افزایش می‌دهد.

بررسی مقدار آب‌اندازی

نمونهٔ شاهد، بیشترین میزان آب‌اندازی را داشت ($P\leq$۰/۰۵) کمترین آب‌اندازی در نمونهٔ ماست حاوی ۰/۶ درصد پودر ریزپوشانی با اسیدتانیک مشاهده شد. احتمالاً افزایش مقدار مادهٔ جامد در کاهش آب‌اندازی مؤثر بوده است ($P\leq$۰/۰۵). با گذشت زمان نگهداری ماست مقدار آب‌اندازی به‌صورت معنی‌دار افزایش یافت و بیشترین مقدار آب‌اندازی در روز ۲۱ نگهداری مشاهده شد. کمترین مقدار آب‌اندازی در نمونهٔ ماست حاوی ۰/۶ درصد پودر ریزپوشانی با اسیدتانیک در روز اول نگهداری مشاهده شد و بیشترین مقدار در نمونهٔ شاهد در روز ۲۱ وجود مشاهده شد (جدول ۳).

افزایش آب‌اندازی با افزایش مدت نگهداری مربوط به شل‌شدن بافت ماست و آزادشدن آب متصل به پروتئین‌های آن باشد که تغییرات pH نیز در این امر دخیل هستند و باعث دناتوره‌شدن ساختمان پروتئین‌ها می‌شوند (Dello Staffolo *et al*., 2004).

نتیجه‌گیری

شناسایی کروماتوگرافی ترکیبات فنلی و آنتوسیانینی کل در عصارهٔ پوست انگور قرمز سردشت نشان داد بیشترین مقدار مربوط به گالیک اسید، سپس کاتکین، سالسیلیک اسید و وانیلیک اسید بود. از آنتوسیانین‌های موجود در عصاره پتونیدین-۳-او-گلوکوپیرانوزید و پئونیدین-۳-او-گلوکوزید شناسایی شد. نتایج ریزپوشانی ترکیبات زیست‌فعال عصارهٔ پوست انگور قرمز سردشت نشان داد نمونهٔ پودر تولیدشده با نسبت مساوی مالتودکسترین و صمغ عربی حاوی بیشترین ترکیبات زیست‌فعال بود. نتایج

[1] Copigments

Archive of SID

www.SID.ir

حاصل از بررسی پایداری ترکیبات زیست‌فعال عصاره در ماست نشان داد بیشترین میزان آنتوسیانین و ترکیبات فنلی و فعالیت آنتی‌اکسیدانی در نمونهٔ ماست حاوی ۰/۶ درصد پودر ریزپوشانی با اسیدتانیک مشاهده شد. علاوه‌بر این کاهش معنی‌دار ترکیبات زیست‌فعال با افزایش مدت زمان ماندگاری قابل‌ملاحظه بود. بالاترین میزان آنتوسیانین مربوط به نمونهٔ ماست حاوی ۰/۶ درصد پودر ریزپوشانی با اسیدتانیک در روز صفر بود. نتایج بیانگر افزایش قابل‌توجه در ترکیبات فنلی، آنتوسیانین و فعالیت آنتی‌اکسیدانی ماست حاوی عصاره و پودر ریزپوشانی‌شده در مقایسه با ماست شاهد بود.

منابع

۱- سازمان ملی استاندارد ایران، ۱۳۸۹. شیر و فرآورده‌های آن- تعیین اسیدیته و pH -روش آزمون. شمارهٔ ۲۸۵۲، چاپ اول.

۲- سازمان ملی استاندارد ایران، ۱۳۸۲. ماست -ویژگی‌ها و روش‌های آزمون. شمارهٔ ۶۹۵، تجدید نظر چهارم.

۳- کرمی، م. ۱۳۷۴. شناسایی انگورهای استان کردستان. پایان‌نامه کارشناسی ارشد باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز.

۴- کوروشیان، م.، شریفی، ا.، مهدویان، ا. و بلوریان، ش. ۱۳۹۴. بررسی خصوصیات فیزیکوشیمیایی ریزکپسول‌های عصارهٔ تمشک قرمز وحشی تهیه‌شده با روش خشک‌کردن پاششی. نشریه نوآوری در علوم و فناوری غذایی، ۷(۴): ۸۵-۹۴.

۵- مهدوی، ح. و زنجیریان، ا. ۱۳۸۳. بررسی وضعیت و امکان‌سنجی بازیابی و تولید مواد باارزش از ضایعات کشاورزی و صنایع تبدیلی وابسته. طرح تحقیقاتی پژوهشکده مهندسی جهاد کشاورزی، تهران.

6- Akhavan Mahdavi, S., Jafari, S.M., Assadpoor, E., & Dehnad, D. 2016a. Microencapsulation optimization of natural anthocyanins with maltodextrin, gum Arabic and gelatin. International Journal of Biological Macromolecules, 85: 379-385.

7- Akhavan Mahdavi, S., Jafari, S.M., Assadpour, E., & Ghorbani, M. 2016b. Storage stability of encapsulated barberry's anthocyanin and its application in jelly formulation. Journal of Food Engineering 181:59-66.

8- AOAC. 1990. Official method of analysis. Arlington, USA: Association of Official Analytical Chemists. N: 934.06.

9- Barreca, D., Laganà, G., Leuzzi, U., Smeriglio, A., Trombetta, D., & Bellocco, E. 2016. Evaluation of the nutraceutical, antioxidant and cytoprotective properties of ripe pistachio (*pistacia vera* L., variety bronte) hulls. Food Chemistry, 196:493-502.

10- Bordignon-Luiz, M.T., Gauche, C., Gris, E.F., & Falcao, L.D. 2006. Colour stability of anthocyanin from Isabel grape in model systems. Food Science and Technology, 40(4):594-599.

11- Chouchouli, V., Kalogeropoulos, N., Konteles, S.N., Karvela, E., Makris, D.P., & Karathanos, V.T. 2013. Fortification of yoghurts with grape (*vitis vinifera*) seed extracts. Food Science and Technology, 53(2):522-529.

12- Coisson. J.D., Travaglia. F., Piana. G., Capasso, M., & Arlorio, M. 2005. Euterpe oleracea juice as a functional pigment for yogurt. Food Research International, 38(8-9):893-897.

13- Dello Staffolo, M., Bertola, N., Martino, M., & Bevilacqua, A. 2004. Influence of dietary fiber addition on sensory and rheological properties of yogurt. International Dairy Journal, 14(3):263-268.

Archive of SID

www.SID.ir

14- Ersus, S., & Yurdagel, U. 2006**.** Microencapsulation of anthocyanin pigments of red carrot (*daucuscarota* L.) by spray drier. Journal of Food Engineering, 80(3):805-812.

15- Fuleki, T., & Francis, F.J. 1968. Quantitative methods for anthocyanins, determination of total anthocyanin and degradation index for cranberry juice. Journal of Food Science, 33:78-83.

16- Galvez, A., Di Scala, K., Rodriguez, K., Mondaca, R.L., Miranda, M., Lopez, J., & Perez-Wan, M. 2007. Effect of air-drying temperature on physico-chemical properties, antioxidant capacity, colour and total phenolic content of red pepper (*capsicum annuum*, L. var. hungarian). Journal of Food Chemistry, 117(4):647-653.

17- Gris, E.F., Ferreira, E.A., & Bordignon-luiz, M.T. 2007. Caffeic acid copigmentation of anthocyanins from Cabernet Sauvignon grape extracts in model systems. Journal of Food Chemistry, 100(3):1289-1296.

18- Karaaslan, M., Ozden. M., Vardin. H., & Turkogla, H. 2011. Phenolic fortification of yogurt using grape and callus extracts. Food Science and Technology, 44(4):1065-1072.

19- Pourali, A., Afrouziyeh, M., & Moghaddaszadeh-ahrabi, S. 2014. Extraction of phenolic compounds and quantification of the total of grape pomace. European Journal of Experimental Biology, 4(1):174-176.

20- Rajaei, A., Barzegar, M., Hamidi, Z., & Sahari, M.A. 2010. Optimization of extraction conditions of phenolic compounds from pistachio (*pistachia vera*) green hull through response surface method. Agriculture Science Technology, 12(10):605-615.

21- Ramirez-Lopez, M.L., & DeWitt, A.M.C. 2014. Analysis of phenolic compounds in commercial dried grape pomace by high-performance liquid chromatography electrospray ionization mass spectrometry. Food Science Nutrition, 2(5):470-477.

22- Renata, V.T., & Brabet, M. 2010. Anthocyanin stability and antioxidant activity of spray-dried açai (Euterpe oleracea Mart.) juice produced with different carrier agents. Food Research International, 43(3):907-914.

23- Samah, M.I., Sahar, S.A., Soltan Khaled, A., & Ahmed, M.H. 2012. Phenolic compounds and antioxidant activity of white, red, black grape skin and white grape seeds. Life Science Journal, 9(4):3464-3474.

24- Sari, P., Hanny, H., Sajuthi, D., & Supratman, U. 2012. Colour properties, stability and free radical scavenging activity of jambolan (*syzygium cumini*) fruit anthocyanins in a beverage model system: natural and copigmented anthocyanins. Food Chemistry, 132(4):1908-1914.

25- Shahidi, F., & Naczk, M. 2004. Phenolics in food and nutraceuticals. Boca Raton, FL: CRC Press.

26- Sharifi, A., Niakousari, M., Maskooki, A. & Mortazavi, S.A. 2015. Effect of spray drying conditions on the physicochemical properties of barberry *(berberis vulgaris)* extract powder. International Food Research Journal, 22(9):2364-2370.

27- Simuni, V., Kovac, S.O., sokac, D., Pfannhauser, W., & Murkovic, M. 2005. Determination of anthocyanins in four croatian cultivares of sour cherries (*prunus cerasus*). European Food Research Technology, 220(5-6):575-578.

28- Tamime, A.Y., & Robinson, R.K. 1999.Yogurt science and technology, P: 365-373. woodhead publishing, New Yourk.

29- Tonon, R.V., Brabet, C., & Hubinger, M.D. 2010. Anthocyanin stability and antioxidant activity of spray-dried açai (*euterpe oleracea* mart.) juice produced with different carrier agents. Food Research International, 43(3):907-914.

Archive of SID

www.SID.ir

30- Tonon, R.V., Brabet, C., & Hubinger, M.D. 2008. Influence of process conditions on the physicochemical properties of acai (*euterpe oleraceae* mart.) powder produced by spray drying. Journal of Food Engineering, 88(3):411-418.

31- Zainoldin, K.H., & Baba, A.S. 2009. The effect of hylocereus polyrhizus and hylocereus undatus on physicochemical, proteolysis and antioxidanat activity in yogurt. World Academy of science, Engineering and Technology, 60:361-366.

Archive of SID

www.SID.ir

Studying Physicochemical Properties of Sardasht Red Grape Skin Encapsulated Extract and Stability Evaluation of These Compounds in Yoghurt

Sara Matini[1], Seyed Ali Mortazavi[2*], Ali Reza Sadeghian[3], Akram Sharifi[4]

1- Department of Food Science and Technology, Sabzevar Branch, Islamic Azad University, Sabzevar, Iran
2- Professor of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran
* Corresponding author (morteza1937@yahoo.com)
3-Assistant Professor, Department of Food Processing, Research Institute of Food Science and Technology, Mashhad, Iran
4- Assistant Professor, Department of Food Science and Technology, Faculty of Industrial and Mechanical Engineering, Qazvin Branch, Islamic Azad University, Qazvin, Iran

Abstract

Sardasht's red grape (*Vitis Viniferae cv. Rash*) skin is one of the most abundant wastes found in juice factories annually and is a rich source of bioactive compounds. In this research after preparing the extract with ethanol- chloride-acid solution from the skin of Sardasht's red grape, the bioactive compounds were determined using high performance liquid chromatography (HPLC). The results showed the highest amount of phenolic compounds were for gallic acid then catechin, salicylic acid and vanillic acid. The highest levels of anthocyanins were Petunidin 3-o glucopyranoside and Peonidin 3-o-glucoside chloride. Microencapsulation of the skin of Sardasht's red grape extracted is done by maltodextrins and Arabic gum with ratios of 50-50, 75-25. The experiments were carried out, including moisture content, water activity, solubility, anthocyanin, phenolic compounds and antioxidant activity. According to the results, The powder obtained from the microencapsulation of the sample with maltodextrin and Arabic gum (50-50) with the highest phenolic compounds and antioxidant activity were selected and used in yoghurt (0.3-0.6) with tannic acid (1% by weight). Phenolic compounds, anthocyanins, antioxidant activity level of our samples during the 21 days of storage were investigated. The results showed that the most amounts of anthocyanin and phenolic compounds and antioxidant activity were observed in yoghurt with 0.6% powder with tannic acid. Significant increase in phenolic compounds, anthocyanins and antioxidant activity of yogurt containing encapsulated powder were observed compared to control yogurt. The results showed that red grape's skin extract and powder can be used in functional food formulations.

Keywords: Arabic gum, HPLC, Maltodextrine, Microencapsulation, Sardasht's red grape

Archive of SID

www.SID.ir