مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران
سال نوزدهم، شماره ۱، بهار ۱۴۰۳، صفحات ۱۰۷-۹۹

بررسی تأثیر جایگزینی شکر با شیره توت بر خواص آنتی اکسیدانی و شیمیایی پاستیل بر پایه اگزوکارپ هندوانه

عاطفه اصغری مقدم[۱]، سمیه نیک نیا[۲]، محمد علی نجفی[۳]، محمود توکلی[۴]، صفیه خلیلیان[۵]

۱- فارغ التحصیل کارشناسی ارشد، علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل، زابل، ایران

۲- نویسنده مسئول: استادیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل، زابل، ایران. پست الکترونیک s.niknia@uoz.ac.ir

۳- دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل، زابل، ایران

۴- استادیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل، زابل، ایران

۵- دکتری علوم و صنایع غذایی، کارشناس واحد آموزش شرکت صنایع غذایی رضوی، مشهد، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۵/۲۵ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۸/۱۸

چکیده

سابقه و هدف: یکی از فرآورده‌های قنادی پرمصرف که ارزش تغذیه‌ای پایینی دارد پاستیل است. نگرانی در مورد میزان شکر زیاد این محصول سبب شد که این پژوهش با هدف بررسی امکان تولید فراورده‌ای نوین از اگزوکارپ هندوانه و شیره توت با کالری کمتر و فراسودمند انجام شود.

مواد و روش‌ها: پاستیل مورد نظر از ترکیب شیره توت، اگزوکارپ هندوانه، مخلوط هیدروکلوئیدها (نشاسته و ژلاتین)، شیرین‌کننده‌ها، تعدیل کننده‌های pH و سایر افزودنی‌ها تهیه گردید. درصدهای مختلف اگزوکارپ در چهار سطح ۰، ۱۰، ۲۰ و ۳۰ (درصد وزنی/وزنی) و شیره توت در چهار سطح ۰، ۳۰، ۶۰ و ۹۰ درصد جایگزینی با شکر به عنوان فاکتورهای مؤثر بر خصوصیات شیمیایی شامل درصد پروتئین، چربی، کربوهیدرات، رطوبت، خواص آنتی اکسیدانی و فعالیت آبی این فراورده بررسی گردیدند.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که نمونه حاوی ۹۰٪ شیره توت و ۳۰٪ اگزوکارپ هندوانه، کمترین میزان کربوهیدرات (۶۴/۲۰ درصد) و بیشترین مقدار فیبر (۰/۸۸ درصد) را داشت. کمترین میزان فعالیت آبی (۰/۶۹) و رطوبت (۱۹/۹۳ درصد) هم در نمونه‌ی حاوی ۳۰ درصد اگزوکارپ هندوانه مشاهده شد. نمونه حاوی ۳۰٪ شیره توت و ۱۰٪ اگزوکارپ هندوانه بیشترین میزان خاصیت آنتی اکسیدانی (۳۸۷/۵۷۵ mg/g) را داشت.

نتیجه‌گیری: در این تحقیق مشخص شد که با اینکه استفاده از شیره توت نسبت به اگزوکارپ هندوانه باعث کاهش کربوهیدرات و افزایش پروتئین و رطوبت می‌شود. با این‌حال ترکیب اگزوکارپ هندوانه و شیره توت منجربه افزایش کیفیت تغذیه‌ای پاستیل نسبت به کاربرد هر یک به تنهایی می‌شود.

واژگان کلیدی: شیره توت، اگزوکارپ هندوانه، پاستیل، ویژگی‌های شیمیایی، خصوصیات آنتی اکسیدانی

• مقدمه

هندوانه با نام علمی *Citrulus lanatus* از جمله محصولات گیاهی است که پوست خارجی آن به لحاظ فیبر و ویتامین‌های گروه B، A، C، املاح معدنی مانند منیزیم، پتاسیم، سدیم و ترکیباتی چون مانیتول، سیترولین و فنلی بسیار غنی است (۱). فعالیت مهارکنندگی رادیکال‌های آزاد (IC50: 147.30 میلی‌گرم در کیلوگرم) و محتوای فنلی کل (۲/۴۷ گرم در ۱۰۰ گرم) برای پوست هندوانه گزارش‌شده است (۲)؛ بنابراین پوست هندوانه می‌تواند به‌عنوان یک منبع خوب از پلی فنول‌های طبیعی، آنتی‌اکسیدان‌ها و مواد معدنی در نظر گرفته شود. در بین قسمت‌های مختلف میوه هندوانه، پوست بالاترین و پالپ کمترین فعالیت آنتی‌اکسیدانی و ضد میکروبی را دارد. پوست و دانه‌ها نه‌تنها ازنظر آنتی‌اکسیدان و اثرات ضد میکروبی قوی هستند همچنین دارای سطح قابل‌توجهی از ترکیبات فنولی نسبت به قسمت‌های دیگر می‌باشند (۳). نتایج بررسی‌ها بیانگر

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-07]

آن است که مقدار زیادی اسیدآمینه سیترولین در قسمت اگزوکارپ هندوانه وجود دارد که سبب بهبود گردش خون از طریق باز کردن سرخرگ‌ها می‌شود. این بخش هندوانه نسبت به میوه، محتوی آب و شکر کمتر و فیبر بالاتری است علاوه بر این سیترولین در دفع مواد زائد بدن نقش داشته و قادر به جذب نیتروژن و دفع آن از طریق ادرار است. در طب سنتی چین، پوست هندوانه برای سم‌زدایی بدن و پاک‌زدایی اثرات گرما بر پوست به کار می‌رود (۴). جنابی و همکاران (۲۰۱۶)، خواص حسی مختلف مارمالاد پوست هندوانه را مورد بررسی قرار دادند و نشان دادند با افزایش پکتین خواص حسی مارمالاد بهبود می‌یابد. در این ارزیابی آن‌ها نشان دادند بر طبق ارزیابی داوران، نمونه‌های مارمالاد تهیه‌شده از پوست هندوانه از مقبولیت خوبی برخوردار بود (۴). در تحقیق دیگری Ghaedrahmati و همکاران (۲۰۲۱) کاربرد پودر اگزوکارپ هندوانه را در فرمولاسیون بستنی کم‌کالری و ارزیابی خواص فیزیکوشیمیایی، رئولوژیکی و حسی آن موردبررسی قرار دادند. درنهایت آن‌ها پیشنهاد دادند با توجه به مقادیر بالای فیبر و مواد معدنی موجود در پودر اگزوکارپ هندوانه می‌توان بستنی با کالری کمتر و ارزش غذایی بالاتر تولید کرد (۵).

متخصصان تغذیه معتقدند کاهش مصرف مواد قندی و قرار دادن مواد غذایی کم‌کالری و حاوی فیبر بالا می‌تواند نقش عمده‌ای در ارتقاء سلامت جامعه ایفا نماید. در همین راستا استفاده از شیرین‌کننده‌های طبیعی بر پایه میوه‌ها به دلیل نقش اساسی که در ایجاد طعم این محصولات دارند، توصیه‌شده است (۶). گزارش‌شده در این نوع محصولات، شیرین‌کننده‌های طبیعی سبب بهبود خاصیت حجم دهندگی و رهاسازی طعم می‌شوند (۷). دراین‌بین تغییر فرمولاسیون مواد غذایی با استفاده از جایگزین‌هایی مانند شیره توت و نیز استفاده از ترکیباتی با فیبر بالا و خواص آنتی‌اکسیدانی می‌تواند راهکار مناسبی در بهبود خواص تغذیه‌ای باشد. توت سفید بانام علمی *Morus alba* L. به خانواده موراسه تعلق دارد و تاکنون آمار رسمی از مقدار تولید این محصول گزارش نشده است. میوه توت به لحاظ ترکیبات آنتی‌اکسیدانی، آهن، منگنز، نیاسین و نیز ویتامین‌های A، B_6، K، C، قندهای ساده مانند گلوکز و فروکتوز و همچنین اسیدهای چرب لینولئیک و لینولنیک غنی بوده و با دارا بودن فیبر محلول به‌عنوان محصولی فراسودمند شناخته می‌شود (۸). مصرف توت و فرآورده‌های آن به افراد مبتلابه بیماری کم‌خونی، افسردگی و چاقی توصیه‌شده است (۹).

یکی از تنقلات محبوب در بین کودکان پاستیل است. ساکارز و ژلاتین از اصلی‌ترین ترکیبات این فرآورده می‌باشد. ساکارز یک ترکیب شیرین کننده و مؤثر بر روی خواص حسی و بافتی محصول است که امروزه به دلیل اثرات انرژی زایی و چاق‌کنندگی باید میزان مصرف آن محدود شود. پاستیل‌های موجود در بازار بیشتر از شیرین کننده، رنگ، اسانس، قوام دهنده و افزودنی‌های مصنوعی تولید می‌شود و از فرآورده‌های طبیعی مانند پوره، عصاره و آب میوه‌ها و سبزی‌ها کمتر استفاده می‌شود، بنابراین از ارزش تغذیه‌ای پایینی برخوردار هستند. تولید محصولاتی بر پایه ترکیبات طبیعی به دلیل طبیعی بودن مواد اولیه، وجود ویتامین‌ها، املاح و فیبر می‌تواند مورد توجه اقشار ورزشکار، کودکان و زنان باردار قرار گیرد (۱۰).

با توجه به اینکه تا کنون تحقیقی در خصوص استفاده از اگزوکارپ هندوانه و شیره توت در پاستیل صورت نگرفته است، هدف از این تحقیق تهیه محصولی فراسودمند بر پایه پودر اگزوکارپ هندوانه و شیره توت سفید است تا جایگزین مناسبی برای پاستیل‌های موجود در بازار و از بین برنده اثرات سوء آن بر سلامت مصرف‌کنندگان باشد.

• مواد و روش‌ها

آماده سازی اگزوکارپ هندوانه

جهت تهیه پودر اگزوکارپ ابتدا نمونه‌های هندوانه از بازار محلی شهر زابل تهیه و پس از شستشو پوست آن به گونه‌ای جدا گردید که فاقد هرگونه بافت میانی (قرمز رنگ) باشد. سپس برش‌ها در سایه خشک شدند. نمونه‌های حاصله به کمک آسیاب پودر و پس از درجه‌بندی با الک سایز ۲۵۰ میکرومتر، بخش زیرین جدا و تا انجام آزمایشات در ظروف در بسته و در شرایط سرد (۴ درجه سانتی‌گراد) نگهداری شدند.

تهیه پاستیل

در ابتدا مواد اولیه شامل ژلاتین (۴٪ وزنی)، اسیدسیتریک (۰/۲٪ وزنی)، نشاسته (۴٪ وزنی) و پکتین (۱٪ وزنی) در محیط آبی با یکدیگر مخلوط و به‌آرامی حرارت داده شدند تا محلول شفاف و یکنواختی تهیه گردد. سپس مخلوط تهیه شده به درون قالب‌هایی با ابعاد مشخص منتقل و به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد نگهداری شد. فرآیند خشک‌شدن در دمای محیط (۲۵ درجه سانتی‌گراد) برای مدت ۷۲ ساعت انجام شد. درنهایت نمونه‌ها در ظروف شیشه‌ای مخصوص نگهداری و برای انجام آزمایشات بعدی مورد استفاده قرار گرفت. در این تحقیق دو پارامتر درصد اگزوکارپ (۰، ۱۰، ۲۰ و ۳۰ درصد) و شیره توت (۰، ۳۰، ۶۰ و ۹۰ درصد جایگزین شکر) به‌عنوان متغیر در نظر گرفته شد.

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-07]

ارزیابی ویژگی‌های شیمیایی پاستیل

اندازه‌گیری درصد چربی

میزان چربی نمونه‌ها به روش سوکسله اندازه‌گیری شد. تفاوت وزن اولیه و وزن نهایی بالن، میزان چربی استخراج شده از نمونه را نشان می‌دهد. درصد چربی از رابطه ۱ محاسبه شد.

(رابطه ۱)

$$\text{درصد چربی} = \frac{(M_2 - M_1)}{m} \times 100$$

در این رابطه M_1 و M_2 به ترتیب وزن اولیه و وزن ثانویه بالن و m وزن نمونه بر حسب گرم می‌باشد. (۱۱).

اندازه‌گیری درصد فیبر

اندازه‌گیری درصد فیبر خام بر اساس روش مندرج در استاندارد ملی ایران به شماره ۳۱۰۵ انجام گرفت (۱۱).

اندازه‌گیری درصد پروتئین

برای اندازه‌گیری پروتئین از روش کجلدال و دستگاه کجلدال نیمه اتوماتیک استفاده شد. درصد ازت کل از رابطه ۲ محاسبه شد.

(رابطه ۲)

$$\text{درصد ازت} = \frac{N \times 1/4 \times (V_2 - V_1)}{m} \times 100$$

در رابطه بالا N نرمالیته اسیدکلریدریک، V_2 میلی‌لیتر اسید مصرفی نمونه، V_1 میلی‌لیتر اسید مصرفی شاهد و m وزن نمونه بر حسب گرم می‌باشد.

جهت به دست آوردن درصد پروتئین نمونه‌ها، میزان ازت در فاکتور پروتئین ۶/۲۵ ضرب و درصد پروتئین بر حسب ماده خشک بیان شد (۱۱).

اندازه‌گیری درصد خاکستر

برای اندازه‌گیری خاکستر از کوره ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد استفاده شد. مقدار خاکستر با استفاده از رابطه ۳ محاسبه شد (۱۱).

(رابطه ۳)

$$\text{درصد خاکستر} = \frac{(M1 - M2)}{m} \times 100$$

در این رابطه، M_1 وزن اولیه بوته چینی به همراه نمونه، M_2 وزن نهایی بوته چینی به همراه نمونه و m وزن نمونه می‌باشند. وزن‌های اندازه‌گیری شده بر حسب گرم بود.

اندازه‌گیری درصد رطوبت

برای اندازه‌گیری رطوبت پاستیل‌ها، از آون تحت خلا با دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد استفاده شد. میزان رطوبت با استفاده از رابطه ۴ محاسبه گردید (۱۱).

(رابطه ۴)

$$\text{درصد رطوبت} = \frac{(W_1 - W_2)}{m} \times 100$$

در این رابطه W_1 وزن اولیه ظرف خالی به همراه نمونه، W_2 وزن ظرف و نمونه بعد از خشک کردن و m بیانگر وزن نمونه می‌باشد.

اندازه‌گیری درصد کربوهیدرات

از کم کردن مجموع رطوبت، خاکستر، پروتئین، فیبر و چربی از ۱۰۰ درصد، مقدار کربوهیدرات به دست می‌آید.

اندازه‌گیری درصد فعالیت آبی

به‌منظور تعیین فعالیت آبی، وزن‌های مساوی از هر نمونه کاملاً خرد گردید و فعالیت آب نمونه توسط دستگاه رطوبت‌سنج Testo 400D-79853 ساخت انگلستان در دمای محیط تعیین شد.

خصوصیات آنتی اکسیدانی پاستیل با استفاده از روش مهار رادیکال *DPPH*

به‌منظور ارزیابی خواص آنتی‌اکسیدانی از نمونه‌های پاستیل عصاره‌گیری انجام شد. ویژگی‌های آنتی‌اکسیدانی نمونه‌های پاستیل با مهار رادیکال‌های آزاد به روش Brand-Williams با استفاده از DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) ارزیابی گردید (۱۲).

IC50 عصاره (غلظتی از سوبسترا بر حسب میکروگرم بر میلی‌لیتر که برای احیای رادیکال DPPH به میزان ۵۰ ٪ اولیه نیاز است)، از منحنی درصد مهار در مقابل غلظت‌های مختلف عصاره به دست آمد، IC50 کمتر نشان‌دهنده‌ی ظرفیت آنتی‌اکسیدانی بیشتر می‌باشد.

تجزیه و تحلیل آماری

این آزمایش با ۱۶ گروه آزمایشی و ۳ تکرار برای هر گروه آزمایشی انجام گرفت. تجزیه‌وتحلیل آماری داده‌های موردمطالعه با استفاده از آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک کاملاً تصادفی توسط نرم‌افزار SAS نسخه ۹,۴ و مقایسه میانگین به روش توکی در سطح معنی‌داری ۵٪ انجام گرفت. نمودارها با استفاده از نرم‌افزار Excel نسخه ۲۰۱۹ تهیه شد.

• یافته‌ها

خصوصیات شیمیایی

نتایج آنالیز واریانس جدول ۱ حاکی از آن بود که اثرات ساده و متقابل سطوح مختلف اگزوکارپ هندوانه و شیره توت بر خصوصیات شیمیایی شامل کربوهیدرات، پروتئین، خاکستر، چربی، فیبر و رطوبت پاستیل تأثیر معنی‌داری ($P\leq ۰/۰۱$) داشت.

در مورد کربوهیدرات نتایج مقایسه میانگین نشان داد

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-07]

بیشترین مقدار کربوهیدرات موجود در پاستیل (۶۹/۴ درصد) از نمونه‌های شاهد که در آن از اگزوکارپ هندوانه و شیره توت استفاده نشده بود به دست آمد و کمترین مقدار کربوهیدرات موجود در پاستیل (۶۴/۲۰ درصد) مربوط به پاستیل‌هایی با فرمولاسیون ۹۰ درصد شیره توت + ۳۰ درصد اگزوکارپ هندوانه بود (جدول۲). به‌طور کلی از نتایج، این‌گونه استنباط می‌شود که نمونه‌های پاستیل گروه شاهد و نمونه‌های پاستیل تهیه شده با استفاده از اگزوکارپ هندوانه که بدون داشتن شیره توت درست شده بودند نسبت به سایر گروه‌ها، کربوهیدرات بیشتری داشتند. از طرفی پاستیل‌هایی که در آن‌ها بجای شکر از شیره توت استفاده شده بود مقدار کربوهیدرات کمتری نسبت به سایر گروه‌ها داشتند.

در مورد میزان پروتئین نتایج نشان داد بیشترین مقدار در پاستیل شماره ۳ (۶۰ ٪ شیره توت) بود (جدول۲). طبق نتایج به‌دست‌آمده مقدار پروتئین موجود در پاستیل‌هایی که با استفاده از اگزوکارپ هندوانه در سطوح مختلف تهیه شده بودند و پاستیل‌های گروه شاهد، کمتر از سایر گروه‌های آزمایشی بود؛ اما ترکیب اگزوکارپ هندوانه و شیره توت باعث افزایش مقدار پروتئین شد.

نتایج مقایسه میانگین نشان داد کمترین مقدار خاکستر موجود در پاستیل از نمونه‌های ۱، ۲ (شیره توت ۳۰٪) و ۳ (شیره توت ۶۰٪) به دست آمد و بیشترین مقدار خاکستر موجود در پاستیل ۱۶ (۹۰٪ شیره توت + ۳۰٪ اگزوکارپ هندوانه) بود (جدول۲). با توجه به نتایج میزان خاکستر فرمول‌های حاوی اگزوکارپ نسبت به شیره توت بیشتر بود و در ترکیب شیره توت و اگزوکارپ هندوانه نیز با افزایش سطح اگزوکارپ مقدار خاکستر پاستیل به‌طور قابل‌ملاحظه‌ای افزایش یافت.

با توجه به نتایج، تمامی درصدهای اگزوکارپ هندوانه دارای مقادیر بالاتری از چربی نسبت به شاهد و شیره توت بودند. به‌طوری‌که کمترین مقدار چربی موجود در پاستیل از نمونه‌های شاهد (۱) حاصل شد و بیشترین مقدار چربی مربوط به پاستیل‌های ترکیبی تهیه شده با اگزوکارپ هندوانه ۳۰ درصد بود (جدول۲). با افزایش درصد اگزوکارپ موجود در فرمولاسیون پاستیل‌ها، مقدار چربی پاستیل نیز افزایش یافته است.

کمترین مقدار فیبر مربوط به پاستیل شاهد و شیره توت ۳۰ درصد و شیره توت ۶۰ درصد حاصل شد (جدول۲). همچنین بیشترین مقدار فیبر در پاستیل‌های فرموله شده ترکیبی حاوی ۳۰ درصد اگزوکارپ هندوانه به دست آمد. نتایج نشان می‌دهد که تهیه پاستیل‌ها با درصدهای مختلف شیره توت و اگزوکارپ هندوانه به‌تنهایی مقدار فیبر کمتری دارند؛ اما پاستیل‌های فرموله شده با ترکیب درصدهای مختلف شیره توت به همراه درصدهای مختلف اگزوکارپ هندوانه به طور جالبی درصد فیبر پاستیل‌ها را افزایش می‌دهد. این نکته نیز قابل‌ملاحظه بود که در اثرات ترکیبی شیره توت و اگزوکارپ هندوانه بر مقدار فیبر پاستیل‌ها، با افزایش درصد اگزوکارپ هندوانه مقدار فیبر موجود در پاستیل‌ها افزایش یافت.

نتایج حاصل نشان داد که بیشترین مقدار رطوبت پاستیل‌ها مربوط به پاستیل‌های تهیه شده با شیره توت ۹۰ درصد + اگزوکارپ هندوانه ۳۰ درصد بود (جدول۲). همچنین کمترین درصد رطوبت پاستیل‌ها مربوط به پاستیل‌های تهیه شده با اگزوکارپ هندوانه ۳۰ درصد بود. بااین‌حال بین درصدهای مختلف اگزوکارپ هندوانه (۱۰، ۲۰ و ۳۰ درصد) اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. به طور کل نتایج حاصل از بررسی درصد رطوبت پاستیل‌های گروه‌های آزمایشی نشان داد مقدار رطوبت نمونه‌های حاوی شیره توت بیشتر از اگزوکارپ هندوانه بود. نتایج اندازه‌گیری میزان رطوبت نشان داد در پاستیل‌هایی که شیره توت در فرمولاسیون آن‌ها جایگزین شکر شده بود، مقدار رطوبت افزایش یافت.

جدول ۱. تجزیه واریانس اثرات درصدهای مختلف اگزوکارپ هندوانه و شیره توت بر خصوصیات شیمیایی و آنتی اکسیدانی پاستیل

منابع تغییرات	Df	میانگین مربعات (MS)							
		کربوهیدرات	پروتئین	خاکستر	چربی	فیبر	رطوبت	فعالیت آبی	آنتی اکسیدان
بلوک	۲	۰/۳۸^{ns}	۰/۰۵^{ns}	۰/۰۰۰ ^{ns}	۰/۰۰۰۰۱^{ns}	۰/۰۰۰۴^{ns}	۰/۱۷^{ns}	۰/۰۰۰۰۳^{ns}	۴۹۳/۴۷ ^{ns}
اگزوکارپ (A)	۳	۱۱/۴۰**	۰/۵۷**	۱/۹۳**	۰/۲۲**	۱/۱۰۵**	۱/۵۲**	۰/۰۰۴**	۴۷۳۵۷۶/۲۵**
شیره توت (B)	۳	۳۵/۱۷**	۲/۹۰**	۰/۰۹ **	۰/۰۱^{ns}	۰/۰۴**	۱۴/۳۲**	۰/۰۰۰۷**	۵۴۴۴۳/۹۹**
(A×B)	۹	۱/۹۵**	۰/۷۹**	۰/۰۲**	۰/۰۰۱^{ns}	۰/۰۴**	۱/۰۴**	۰/۰۰۰۰۸^{ns}	۱۲۴۷۳۵/۸۹**
خطا	۳۰	۰/۲۱	۰/۰۴	۰/۰۰۳	۰/۰۰۴	۰/۰۰۶	۰/۱۲	۰/۰۰۰۰۸	۱۶۴/۸۱

**،*و ns به ترتیب نشان‌دهنده معنی‌داری در سطح احتمال یک و پنج درصد و عدم وجود اختلاف معنی‌دار می‌باشند.

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-07]

جدول ۲. مقایسه میانگین اثرات درصدهای مختلف اگزوکارپ هندوانه و شیره توت بر خصوصیات شیمیایی پاستیل

	A(٪)	B(٪)	کربوهیدرات (٪)	پروتئین (٪)	خاکستر (٪)	چربی (٪)	فیبر (٪)	رطوبت (٪)
۱	۰	۰	۶۹/۴۴^{a}	۹/۷۶^{ef}	۰/۰۱^{e}	۰^{e}	۰/۰۰^{f}	۲۰/۸۵^{c}
۲	۰	۳۰	۲۷/۶۸^{b}	۱۰/۰۳^{de}	۰/۰۱^{e}	۰/۰۲۵^{de}	۰/۰۰^{f}	۲۱/۶۷^{b}
۳	۰	۶۰	۶۶/۲۴^{d}	۱۱/۸۳^{a}	۰/۰۱^{e}	۰/۰۴۹^{de}	۰/۰۰^{f}	۲۱/۸۷^{b}
۴	۰	۹۰	۶۷/۱۱^{c}	۱۰/۱۴^{de}	۰/۰۵^{e}	۰/۰۱^{de}	۰/۰۸^{ef}	۲۲/۵۲^{ab}
۵	۱۰	۰	۶۹/۳۹^{a}	۹/۸۸^{e}	۰/۰۳^{e}	۰/۱۵^{cd}	۰/۱۷^{e}	۲۰/۳۴^{cd}
۶	۲۰	۰	۶۹/۰۰^{ab}	۹/۷۴^{ef}	۰/۴۴^{d}	۰/۱۴^{abc}	۰/۳۹^{de}	۲۰/۱۴^{d}
۷	۳۰	۰	۶۹/۱۷^{a}	۹/۵۰^{f}	۰/۶۸^{c}	۰/۱۹^{abc}	۰/۴۱^{cd}	۱۹/۹۳^{d}
۸	۱۰	۳۰	۶۹/۱۱^{a}	۱۰/۱۴^{de}	۰/۰۴^{e}	۰/۲۶^{cd}	۰/۰۵^{ef}	۲۰/۵۱^{cd}
۹	۱۰	۶۰	۶۸/۰۵^{b}	۱۰/۰۳^{de}	۰/۰۴^{e}	۰/۲۸^{abc}	۰/۰۶^{ef}	۲۱/۶۴^{b}
۱۰	۱۰	۹۰	۶۵/۴۹^{de}	۱۱/۲۲^{b}	۰/۰۴^{e}	۰/۳^{bc}	۰/۰۷^{ef}	۲۲/۹۱^{a}
۱۱	۲۰	۳۰	۶۶/۷۵^{cd}	۱۰/۱۸^{de}	۰/۴۷^{d}	۰/۳^{cd}	۰/۲۷^{de}	۲۲/۰۴^{b}
۱۲	۲۰	۶۰	۶۵/۳۰^{e}	۱۰/۶۱^{c}	۰/۶۵^{cd}	۰/۳۱^{abc}	۰/۳۲^{d}	۲۲/۸۳^{a}
۱۳	۲۰	۹۰	۶۴/۶۴^{ef}	۱۰/۸۱^{c}	۰/۸۶^{b}	۰/۳۲^{bc}	۰/۴۵^{c}	۲۲/۹۳^{a}
۱۴	۳۰	۳۰	۶۵/۹۴^{de}	۹/۵۰^{f}	۰/۷۲^{c}	۰/۳۵^{a}	۰/۶۷^{b}	۲۲/۸۲^{a}
۱۵	۳۰	۶۰	۶۴/۸۶^{ef}	۱۰/۲۳^{d}	۰/۸۶^{b}	۰/۳۶^{a}	۰/۷۹^{ab}	۲۲/۹۰^{a}
۱۶	۳۰	۹۰	۶۴/۲۰^{f}	۱۰/۵۳^{cd}	۰/۹۸^{a}	۰/۳۲^{ab}	۰/۸۸^{a}	۲۳/۰۵^{a}

در هر ستون و برای هر عامل، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک در سطح احتمال پنج درصد دارای اختلاف معنی‌دار نمی‌باشند.
A: درصد اگزوکارپ هندوانه و B: درصد شیره توت

فعالیت آبی

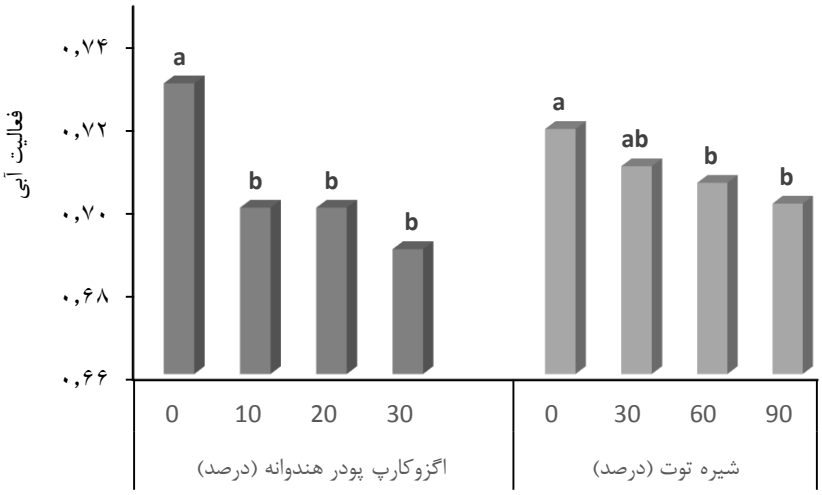
نتایج آنالیز واریانس ارائه شده در جدول ۱ نشان داد که استفاده از سطوح مختلف اگزوکارپ هندوانه و شیره توت بر فعالیت آبی پاستیل‌ها معنی‌دار بود (P≤۰/۰۱). بااین‌حال، آنالیزها نشان داد اثرات متقابل اگزوکارپ هندوانه و شیره توت، فعالیت آبی پاستیل‌ها را تحت تأثیر قرار نداد. نتایج نشان داد که بیشترین مقدار فعالیت آبی از نمونه‌های شاهد (۰/۷۱ درصد وزنی) به دست آمد و کمترین مقدار آن مربوط به پاستیل‌های تهیه شده با شیره توت ۹۰ درصد بود. بااین‌وجود اختلاف معنی‌داری بین پاستیل‌های فرموله شده با شیره توت ۹۰ درصد، ۳۰ درصد و ۶۰ درصد مشاهده نشد (شکل ۱). با افزایش مقدار اگزوکارپ و شیره توت فعالیت آبی کاهش یافته است.

خصوصیات آنتی اکسیدانی

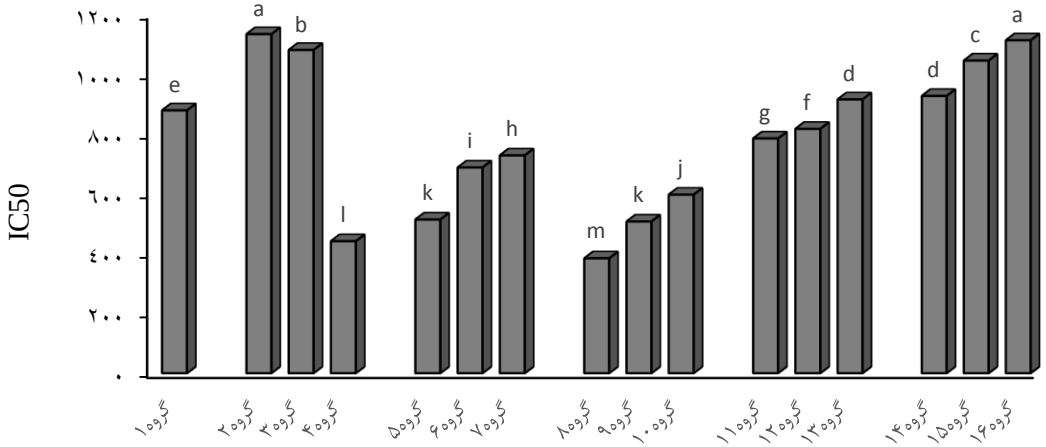
نتایج ارائه شده در جدول ۱ نشان داد که اثرات ساده و متقابل سطوح مختلف اگزوکارپ هندوانه و شیره توت بر خصوصیات آنتی اکسیدانی پاستیل تأثیر معنی‌داری داشت (P≤۰/۰۱).

بررسی مقایسه میانگین مقدار فعالیت آنتی اکسیدانی پاستیل‌ها در گروه‌های آزمایشی نشان داد که کمترین مقدار فعالیت آنتی اکسیدانی مربوط به پاستیل‌های تهیه شده با شیره توت ۹۰ درصد + اگزوکارپ هندوانه ۳۰ درصد بود. بااین‌حال بین شیره توت ۹۰ درصد + اگزوکارپ هندوانه ۳۰ درصد و گروه آزمایشی شیره توت ۳۰ درصد از نظر آماری اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. همچنین بیشترین مقدار فعالیت آنتی اکسیدانی پاستیل‌ها مربوط به پاستیل‌های گروه آزمایشی شیره توت ۳۰ درصد + اگزوکارپ هندوانه ۱۰ درصد بود (شکل ۲). طبق داده‌های ارائه شده در شکل ۲ به وضوح نشان داده می‌شود که به طور کل میزان فعالیت آنتی‌اکسیدان در پاستیل‌هایی که در آن‌ها ۱۰ درصد اگزوکارپ هندوانه وجود دارد با ترکیب شیره توت، بیشتر از سایر گروه‌های آزمایشی است. همچنین مشخص است که در تیمارهای ترکیبی با افزایش درصد شیره توت و اگزوکارپ هندوانه مقدار فعالیت آنتی‌اکسیدانی کاهش می‌یابد.

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-07]



شکل ۱. تأثیر درصدهای مختلف اگزوکارپ هندوانه و شیره توت بر میزان فعالیت آبی



شکل ۲. تأثیر گروه‌های آزمایشی مختلف بر مقدار فعالیت آنتی اکسیدانی

۱ (شاهد)، ۲ (شیره توت (a) ٪۳۰)، ۳ (a ٪۶۰)، ۴ (a ٪۹۰)، ۵ (اگزوکارپ هندوانه (b) ٪۱۰)، ۶ (b ٪۲۰)، ۷ (b ٪۳۰)، ۸ (a ٪۱۰+ b ٪۳۰)، ۹ (a ٪۱۰+ b ٪۶۰)، ۱۰ (a ٪۱۰+ b ٪۹۰)، ۱۱ (a ٪۲۰+ b ٪۳۰)، ۱۲ (a ٪۲۰+ b ٪۶۰)، ۱۳ (a ٪۲۰+ b ٪۹۰)، ۱۴ (a ٪۳۰+ b ٪۳۰)، ۱۵ (a ٪۳۰+ b ٪۶۰)، ۱۶ (a ٪۳۰+ b ٪۹۰)

• بحث

ارزیابی میزان ترکیبات موجود در پاستیل‌های تهیه شده با سطوح مختلف اگزوکارپ هندوانه و شیره توت نشان داد، استفاده از شیره توت در فرمولاسیون پاستیل باعث کاهش مقدار کربوهیدرات و فیبر موجود در پاستیل شده و از طرفی مقدار پروتئین، خاکستر و چربی را افزایش می‌دهد. احتمالاً دلیل این کاهش درصد کربوهیدرات در پاستیل‌های تهیه شده از شیره توت، وجود ترکیبات قندی دیگر غیر از گلوکز در ساختار شیره توت است که باعث کاهش مقدار شیرینی و به طور کل کاهش مقدار کربوهیدارت در پاستیل‌ها می‌شود.

اخیراً در مطالعه‌ای غلظت‌های مختلف عصاره توت سفید به عنوان شیرین کننده و جایگزین شکر در بستنی مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج نشان داد با افزایش غلظت عصاره توت سفید در فرمولاسیون بستنی، میزان قند نمونه‌های بستنی کاهش یافت (۱۳).

با اینکه استفاده از اگزوکارپ هندوانه بر خلاف شیره توت منجر به افزایش مقدار کربوهیدارت و کاهش پروتئین شد؛ با این حال، فیبر موجود در پاستیل‌های تهیه شده با اگزوکارپ هندوانه افزایش یافت. به طور مشابه در تحقیقی نشان داده شد که با کاربرد اگزوکارپ هندوانه ۲۰ درصد مقدار فیبر کلوچه‌ها ۱۰ درصد افزایش یافت. همچنین کاربرد اگزوکارپ هندوانه در

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-07]

فرمولاسیون کلوچه‌ها بر خصوصیات حسی و بافتی نیز تأثیر گذار بود و باعث حفظ کیفیت کلوچه‌ها به مدت طولانی‌تری شد (۱۴). اما نکته قابل توجه دیگری که از تحقیق حاضر به دست آمد، تاثیر گروه‌های آزمایشی ترکیبی بر ترکیبات موجود در پاستیل بود. ترکیب اگزوکارپ هندوانه و شیره توت باعث کاهش مقدار کربوهیدرات، افزایش پروتئین و افزایش فیبر موجود در پاستیل‌ها شد.

مواد غذایی با فیبر و پروتئین بالا دارای ارزش غذایی زیادی هستند و از طرفی با توجه به پرکالری بودن شکر و مضرات استفاده از آن، امروزه تقاضای زیادی برای محصولات کم کالری وجود دارد (۱۵). بر اساس نتایج این مطالعه، با کاربرد ترکیب شیره توت و اگزوکارپ هندوانه جهت تهیه پاستیل، می‌توان به محصولی دست یافت که علاوه بر کربوهیدرات و کالری کم دارای پروتئین و فیبر بالاتری باشد.

نتایج اندازه‌گیری میزان رطوبت نشان داد در پاستیل‌هایی که شیره توت در فرمولاسیون آن‌ها جایگزین شکر شده بود، مقدار رطوبت افزایش یافت در حالی که در شاهد و پاستیل‌های تهیه شده با اگزوکارپ هندوانه مقدار رطوبت کم بود. با این حال مقدار رطوبت در تیمارهای ترکیبی افزایش چشم‌گیری نشان داد. بسیاری از خصوصیات فیزیکی مواد غذایی در ارتباط با مقدار آب و رطوبت محصولات می‌باشد که در ایجاد طعم و بافت موادغذایی نقش مهمی دارد. شیره توت که ترکیبی مایع است نسبت به شکر دارای رطوبت بیشتری است و از طرفی بیان شده است در شیره‌های گیاهی ترکیباتی وجود دارند که بسیار آبدوست بوده و جاذب رطوبت هستند (۱۶). بنابراین کاربرد شیره توت در تهیه پاستیل منجر به افزایش رطوبت می‌شود. ناطقی و پایداری (۲۰۲۲) نشان دادند که هر چه درصد شیره توت جایگزین شده با شکر در بستنی افزایش یابد، میزان رطوبت نیز افزایش می‌یابد (۱۳). مطابق با همین نتایج، بررسی خواص فیزیکوشیمیایی آب نبات تهیه شده از شیره خرما نشان داد که میزان رطوبت آب نبات تهیه شده از شیره خرما بالاتر از نمونه شاهد بود و با گذشت زمان در طی شش ماه نگهداری میزان رطوبت کاهش یافت (۱۷).

رطوبت در مواد غذایی شامل دو بخش مجزا می‌باشد، بخشی که به مواد مختلف چسبیده که همان رطوبت نام دارد و بخش دیگر به صورت آزاد وجود دارد که درگیر نیست. به این رطوبت آزاد فعالیت آبی می‌گویند. فعالیت آبی فاکتور مناسبی برای ارزیابی عمر ماندگاری و پایداری میکروبیولوژیکی مواد غذایی محسوب می‌شود. به‌طور کلی فعالیت آبی مهم‌ترین شاخص پایداری مواد غذایی در مقابل فساد و کپک‌زدگی می‌باشد. فعالیت آبی، میزان آب در دسترس میکروارگانیسم‌ها می‌باشد و با کنترل میزان فعالیت آبی علاوه بر افزایش میزان زمان ماندگاری، کیفیت محصول از نظر رنگ و طعم و بافت به میزان زیادی افزایش خواهد یافت (۱۸). نتایج تحقیق حاضر نشان داد، استفاده از سطوح مختلف شیره توت و اگزوکارپ هندوانه در فرمولاسیون پاستیل منجر به کاهش قابل ملاحظه‌ای در میزان فعالیت آبی پاستیل‌ها شد. دلیل این امر را می‌توان به خاصیت آب دوست بودن و حلالیت بالای قندها در شیره توت سفید و اگزوکارپ هندوانه نسبت داد. گروه‌های هیدروکسیل موجود در شیره توت سفید می‌توانند پیوندهای هیدروژنی قوی‌تری نسبت به ساکارز با مولکول‌های آب ایجاد کنند. بنابراین، این پیوند قوی باعث کاهش مقدار رطوبت آزاد یا فعالیت آبی می‌شود (۱۹). در تحقیقات مشابهی، محمودی و توکلی (۱۳۹۴)، تاثیر جایگزینی شیره خرما، ژلاتین و صمغ گوار را بر ویژگی‌های فیزیکو شیمیایی پاستیل کیوی مورد بررسی قرار دادند. آنها نشان دادند با کاربرد شیره خرما، ژلاتین و صمغ گوار در تهیه پاستیل، فعالیت آبی کاهش می‌یابد. آنها اظهار داشتند با افزایش مقدار هیدروکلوئیدها قدرت پیوند آنها با مولکول‌های آب بیشتر شده و در نهایت منجربه کاهش فعالیت آب می‌شود (۲۰). که مطابق با نتایج تحقیق حاضر است. در این تحقیق نیز مشخص شد هر چه درصد شیره توت و اگزوکارپ هندوانه افزایش یابد، فعالیت آبی کاهش می‌یابد.

شیره توت دارای مقادیر بالایی از ترکیباتی مانند فنل‌ها و فلاونوئیدها می‌باشد. ترکیبات فنلی دارای خواص بیولوژیکی متعددی مانند خاصیت آنتی‌اکسیدانی، مهار رادیکال‌های آزاد و خاصیت ضدالتهاب هستند و غالباً در میوه‌ها و سبزی‌ها یافت می‌شوند (۲۱). در پژوهشی که توسط Wang و همکاران (۲۰۱۳) انجام گرفت، مشخص شد عصاره میوه توت سفید به دلیل خاصیت آنتی اکسیدانی که دارد باعث مهار رادیکال‌های آزاد از قبیل، آنیون DPPH و سوپراکسید شد. علاوه بر این عصاره توت سفید فعالیت‌های آنزیمی آنتی‌اکسیدانی مانند سوپراکسیددیسموتاز و کاتالاز را افزایش داد. نتایج تحقیق حاضر نیز نشان داد کاربرد شیره توت باعث افزایش فعالیت آنتی‌اکسیدانی در پاستیل‌ها می‌شود. که احتمالاً به دلیل دارا بودن مقادیر بالایی از ترکیبات آنتی اکسیدانی مانند ترکیبات فنلی، آنتوسیانین و غیره می‌باشد (۲۲).

با توجه به نتایج به‌دست‌آمده در این پژوهش، فرمولاسیون و تولید پاستیل با فرمولاسیون اگزوکارپ هندوانه و شیره توت به عنوان جایگزین شکر می‌تواند به عنوان یک فراورده نوین و مغذی جهت تولید و مصرف وارد بخش صنایع تبدیلی و بازارهای مصرف مواد غذایی گردد.

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-07]

سپاسگزاری: تحقیق حاضر با حمایت مالی تحت پژوهانه به شماره UOZ-GR-5854 توسط دانشگاه زابل اجرا شده است. از دانشگاه زابل بابت حمایت مالی از این پژوهش تشکر و قدردانی می‌نماییم.

• References

1. Erhirhie EO & Ekene NE. Medicinal values on Citrullus lanatus (watermelon): pharmacological review. International J Research in Pharmaceutical and Biomedical Sciences 2013; 4(4): 1305-1312.

2. Feizy J, Jahani, M & Ahmadi S. Antioxidant activity and mineral content of watermelon peel. J Food and Bioprocess Engineering 2020; 3(1): 35-40.

3. Neglo D, Tettey CO, Essuman EK, Kortei NK, Boakye AA, et al. Comparative antioxidant and antimicrobial activities of the peels, rind, pulp and seeds of watermelon (Citrullus lanatus) fruit. Scientific African 2021; 11: e00582.

4. Janabi M, Elhami Rad AH and Stiri SH. "Investigating the effect of different levels of pectin on texture profile, color and sensory evaluation of watermelon skin marmalade", Innovation in Food Science and Technology 2016; 9(1): 51-59 [in Persian].

5. Ghaedrahmati S, Shahidi F, Roshanak S & Nassiri Mahallati, M. Application of jaban watermelon exocarp powder in low-calorie ice cream formulation and evaluation of its physicochemical, rheological, and sensory properties. J Food Processing and Preservation 2021; 45(9): e15768.

6. Azimi AM, Zamordi Sh, Mohammadi SA and Guidel AR. Investigating the effect of orange fiber on the physicochemical, rheological and sensory properties of strawberry fruit yogurt using the response surface method. Innovation in food science and technology 2012; 5: 23-34.

7. Fisker HO and Nissen V. Effect of gum base and bulk sweetener on release of specific compounds from fruit flavored chewing gum. Developments in food science 2006; 43: 429-432.

8. Wen P, Hu TG, Linhardt RJ, Liao ST, Wu H & Zou YX. Mulberry: A review of bioactive compounds and advanced processing technology. Trends in food science & technology 2019; 83: 138-158.

9. Lin JY and Tang CY. Total phenolic contents in selected fruit and vegetable juices exhibit a positive correlation with interferon-γ, interleukin-5, and interleukin-2 secretions using primary mouse splenocytes. Journal of Food Composition Analysis 2008; 21: 45–53.

10. Basiri SH and Shahidi F. Investigation on the effects of different amounts of gellatin and guar on texture, organoleptic and color properties of white mulberry pastille. Iranian J Food Science and Industry Research 2017; 13: 1-13 [in Persian].

11. AOAC - Association of Official Analytical Chemists. Official methods of analysis of the association of official analytical chemists (20.ed.). 2016. (Washington, D.C).

12. Bernard WM & Minifie B. Chocolate, cocoa, and confectionery science and technology. 1989.

13. Nateghi L & Paidari S. Investigation of Physicochemical and Sensory Properties of Ice Cream Containing Different Concentrations of Sugar and White Mulberry Juice. J Food Biosciences and Technology 2020; 12(2): 23-38.

14. Naknaen P, Itthisoponkul T, Sondee A, Angsombat N. Utilization of watermelon rind waste as a potential source of dietary fiber to improve health promoting properties and reduce glycemic index for cookie making. Food Science and Biotechnology 2016; 25: 415-424.

15. Deshmukh Y, Sirsat A, Hande P, Zele SH & More M. Preparation of ice cream using natural sweetener stevia. J Food Science Research 2014; 5(1): 30-33.

16. Mohammadi Shandi H and Zamordi Sh. The effect of date juice and pectin on the color, texture and sensory characteristics of banana-based fruit paste. Food Industry Research Journal 2017; 28 (4): 45-55 [in Persian].

17. Zeeshan M, Saleem SA, Avub M, Shah M and Jan z. Physicochemical and sensory evaluation of Dhakki dates candy. Journal of Food Process Technology 2017; 8(3):1-4.

18. Gaikwad KK, Singh S & Ajji A. Moisture absorbers for food packaging applications. Environmental Chemistry Letters 2019; 17(2): 609-628.

19. Zambrano MV, Dutta B, Mercer DG, MacLean HL & Touchie M.F. Assessment of moisture content measurement methods of dried food products in small-scale operations in developing countries: A review. Trends in Food Science & Technology 2019; 88: 484-496.

20. Mahmoudi P and Tokalipour H. investigating the effect of gelatin, guar hydrocolloids and date juice as natural sweeteners on textural, color and sensory parameters of fruit pastil based on kiwi puree. 23rd National Congress of Food Sciences and Technology; 2015-10-14; Guchan, Iran. [in Persian].

21. Heim KE, Tagliaferro AR & Bobilya DJ. Flavonoid antioxidants: chemistry, metabolism and structure-activity relationships. J nutritional biochemistry 2002; 13(10): 572-584.

22. Wang Y, Xiang L, Wang C, Tang C & He X. Antidiabetic and antioxidant effects and phytochemicals of mulberry fruit (Morus alba L.) polyphenol enhanced extract. PloS one 2013; 8(7): e71144.

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-07]

Study on the Effects of Sugar Substitution White Berry Concentrate on the Antioxidant and Chemical Characteristics of Pastilles Using Watermelon Exocarp

*Asghari moghaddam A[1], Niknia S[*2], Najafi MA[3], Tavakoli M[4], Khalilian S[5]*

1- MSC of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, University of Zabol, Zabol, Iran

*2-*Corresponding author: Assistant Professor of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, University of Zabol, Zabol, Iran. Email: s.niknia@uoz.ac.ir*

3- Associate Professor of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, University of Zabol, Zabol, Iran

4- Assistant Professor of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, University of Zabol, Zabol, Iran

5- PhD of Food Science and Technology, Trainee supervisor of Razavi food industries company, Mashhad, Iran

Received 16 Aug, 2023 **Accepted 9 Nov, 2023**

Background and Objectives: Pastilles are one of the widely used confectionery products that include low nutritional values. Concerns on the high sugar contents of these products caused the major objectives of this study to investigate possibility of producing novel products from watermelon exocarp and white berry concentrate with less calories and more beneficial health characteristics.

Materials & Methods: Pastilles were prepared from white berry concentrate, watermelon exocarp, a mixture of hydrocolloids (starch and gelatin), sweeteners, pH modifiers and other additives. Various proportions of exocarp at four levels of 0, 10, 20 and 30 (w/w) and white berry concentrate at four levels of 0, 30, 60 and 90% replacement with sugars were investigated as affecting factors on characteristics of proteins, fats, carbohydrates, moisture, antioxidant characteristics and water activity of these products.

Results: Results showed that the sample containing 90% of white berry concentrate and 30% of watermelon exocarp included the lowest quantity of carbohydrates (64/20%) and the highest quantity of fibers (0/88%). The lowest quantity of water activity (0/69) and moisture (19/93%) was observed in the sample containing 30% of watermelon exocarp. Sample containing 30% of white berry concentrate and 10% of watermelon exocarp included the highest antioxidant characteristics (387/575 mg/g).

Conclusion: In this study, use of white berry concentrate rather than watermelon exocarp decreased carbohydrates and increased proteins and moisture. However, combination of watermelon exocarp and berry juice led to increases in the nutritional quality of pastilles, compared to use of watermelon exocarp or berry juice alone.

Keywords: White berry concentrate, Watermelon exocarp, Pastille, Chemical characteristics, Antioxidant characteristics

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-07]