



مجله علوم و صنایع غذایی ایران

سایت مجله: www.fsct.modares.ac.ir

مقاله علمی-پژوهشی

غنی سازی کیک اسفنجی با پودر تفاله گوجه فرنگی و عصاره پوست انار و ارزیابی ویژگی های فیزیکی، بافتی و حسی آن

نداحاتمی^۱، میرخلیل پیروزی فرد^۲، فروغ محترمی^{۳*}، صابر امیری^۴

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه

۲- استاد گروه مهندسی علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه

۳- دانشیار گروه مهندسی علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه

۴- استادیار گروه مهندسی علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه

چکیده

اطلاعات مقاله

تاریخ های مقاله :

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱۰/۱۹

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۴/۷

کلمات کلیدی:

فنول کل،

ظرفیت آنتی اکسیدانی،

طرح آمیخته- آمیخته،

عصاره ی پوست انار،

پودر پوست گوجه فرنگی،

کیک اسفنجی

DOI: 10.22034/FSCT.20.138.94

DOR:20.1001.1.20088787.1402.20.138.8.0

* مسئول مکاتبات:

f.mohtarami@urmia.ac.ir;

mohtarami.f@gmail.com

پوست انار می تواند کاربردهای پزشکی یا صنعتی داشته باشد، با این حال به عنوان یک پسماند کشاورزی صنعتی مطرح است. هدف مطالعه حاضر، بررسی اثر جایگزینی عصاره پوست انار (PPE) با آب (۱۲٪-۱۰) و پودر تفاله گوجه فرنگی (TPP) با آرد کیک (۱۰٪-۰) در ویژگی های فیزیکوشیمیایی (محتوای رطوبت، دانسیته خمیر، اسیدیته و رنگ)، فیتوشیمیایی (محتوای فنول کل، ظرفیت آنتی اکسیدانی)، بافتی و حسی کیک اسفنجی بر اساس طرح آمیخته مخلوط-مخلوط است. نتایج حاصل نشان داد که جایگزینی TPP با آرد کیک، دانسته خمیر را افزایش داد. جایگزینی TPP با آرد کیک و PPE با آب موجب تیره شدن رنگ مغز کیک شد. محتوای رطوبت نمونه ها با جایگزینی TPP و PPE کاهش یافت. افزایش سطح TPP و PPE موجب افزایش محتوای فنول کل و ظرفیت آنتی اکسیدانی شد. جایگزینی TPP و PPE اسیدیته نمونه ها را در اولین روز پس از پخت افزایش داد. در صورتیکه PPE، اسیدیته نمونه های کیک را در مقایسه با نمونه های شاهد در طی زمان نگهداری (هفتمین روز) کاهش داد. انرژی و سفتی نمونه ها با افزودن TPP تا ۶٪ افزایش و در سطوح بالاتر (بزرگتر ۶٪) کاهش یافت. نتایج ارزیابی حسی نشان داد که جایگزینی TPP و PPE بر امتیاز پذیرش کلی نمونه ها اثر معناداری نداشت و امتیاز پذیرش کلی همه ی نمونه ها بالاتر از محدوده قابل قبول بود ($p > 0.05$). با توجه به نتایج حاصله جایگزینی پودر تفاله گوجه فرنگی (۶٪) و عصاره پوست انار (۷٪) از نظر امتیاز پذیرش کلی تفاوت معناداری با نمونه های شاهد نداشتند ($p > 0.05$).

۱- مقدمه

غلات و فرآورده های تولید شده از آنها بخش مهمی از رژیم غذایی انسان را شامل می شوند. این مواد از لحاظ تغذیه ای منبع مهم انرژی، کربوهیدرات، پروتئین، فیبر و همچنین حاوی طیف وسیعی از ریزمغذی ها مانند ویتامین E، برخی از ویتامین های گروه B، منیزیم و روی هستند. مصرف منظم غلات، مخصوصا غلات کامل، در پیشگیری از بیماری های مزمن مانند عروق کرونر، بیماری قلبی و دیابت می تواند موثر باشد [۱]. کیک به عنوان پرمصرف ترین محصول آردی مورد استقبال مصرف کنندگان می باشد. به طوریکه در اکثر کشورهای اروپایی انواع کیک باطعمه و ارزش غذایی متنوع تولید می شود [۲]. کیک به دلیل هزینه پایین تولید، سهولت در تهیه آن و همچنین ماندگاری بالا، در سنین مختلف مورد توجه بوده و می تواند به عنوان حاملی برای تامین نیازهای مواد مغذی ضروری به شمار رود [۳، ۴]. با توجه به غلظت کم اسید آمینه ی ضروری لیزین در غلات، غنی سازی این محصولات با موادی از جمله پروتئین دانه های گوجه فرنگی که تقریباً حاوی ۱۳٪ لیزین بیشتری نسبت به پروتئین سویا می باشد، امری ضروری است و مورد توجه قرار گرفته است. زیرا اسید آمینه های ضروری (به عنوان واحدهای تشکیل دهنده ی پروتئین) در بدن انسان تولید نمی شوند و باید از طریق غذا جذب شوند [۵، ۶]. تفاله ی گوجه فرنگی حدود ۴٪ از وزن گوجه فرنگی را تشکیل می دهد که شامل دانه (غنی از چربی و پروتئین) و پوست (حاوی قسمت عمده مواد فیبری و لیکوپن) می باشد و غنی از مواد مغذی و ترکیبات فعال- زیستی (مانند قند، اسیدهای آلی، رنگدانه های بتاکاروتن و لیکوپن، فیبر، پروتئین، روغن به طور عمده به شکل اسیدلینولئیک، خاکستر، آنتی اکسیدان و ویتامین های A، E و C) می باشد [۶، ۷]. امروزه تقاضا و تمایل به استفاده از آنتی اکسیدان های طبیعی (مانند عصاره ی پوست انار) به

جای آنتی اکسیدان سنتتزی رو به افزایش است؛ زیرا علاوه بر کاهش اثرات نامطلوب آنتی اکسیدان های سنتتزی، افزایش ماندگاری و ارزش تغذیه ای محصولات را به همراه دارد. تقریباً ۵۰٪ از وزن میوه ی انار را پوست آن شامل می شود که دارای ترکیبات زیست فعال، مواد معدنی، فیبر و ۴۸ نوع ترکیب فنولی با وزن ملکولی بالا از جمله آنتوسیانین ها، گالوتانین ها، اسیدهای هیدروکسیسینامیک، اسیدهای هیدروکسی بنزوئیک، تانن های قابل هیدرولیز یعنی الازیتانین ها و گالاژیلسترها، پروآنتوسیانیدین ها، فلاونوئیدها و مقادیر قابل توجهی از ترکیبات آنتی اکسیدانی و ضد میکروبی می باشد. از آنجا که پوست انار منبع با ارزشی از پلی فنول های متنوع مانند مونوالازیتانین های بدون قند و الیگومریک است، به عنوان آنتی اکسیدان طبیعی در مکمل های مختلف غذایی استفاده می شود [۸]. به علت حساسیت روغن هسته ی انار به اکسیداسیون به عنوان منبع غنی از ترکیبات زیست فعال جهت بهبود پایداری آن روغن، درینکو همکاران (۲۰۲۰) به تأثیر ترکیبی از آنتی اکسیدان طبیعی (عصاره ی پوست انار) و آنتی اکسیدان مصنوعی (بوتیل هیدروکسیل تولوئن) پرداختند. فرایند اکسیداسیون با بررسی ترکیب اسیدهای چرب و اندازه گیری پارامترهای کیفیت و پایداری روغن (مقدار اسید، مقدار پراکسید، مقدار آنیزیدین و مقدار مواد واکنش دهنده اسید تیوباریتوریک) در طی نگهداری به مدت ۱۲ روز در دمای ۶۵ درجه ی سانتی- گراد دنبال شد. با در نظر گرفتن اثر منفی آنتی اکسیدان های مصنوعی روی سلامتی، هدف امکان جایگزینی یا کاهش استفاده از نگهدارنده ی مصنوعی با یک آنتی اکسیدان طبیعی (مانند عصاره ی پوست انار به عنوان بهترین آنتی اکسیدان برای مرحله ی دوم اکسیداسیون) یا ترکیب آن با BHT که تأثیر مثبتی در بهبود پارامترهای کیفیت و خواص پایداری بهتری در روند اکسیداسیون اولیه دارد. مصرف ترکیبات

(پگاه)، پودر وانیل (گل‌ها)، آب مقطر از فروشگاه محلی و متانول، اسیدگالیک، فولین سیوکالتیو، کربنات سدیم، DPPH، فنل فتالین و سود با برند مرک از نمایندگی‌های فروش مواد شیمیایی خریداری شد.

۲-۲- روش‌ها

۲-۲-۱- تهیه‌ی عصاره‌ی پوست انار

پوست حاصل از انار در دمای اتاق ($40^{\circ}\text{C} \pm 25$) خشک شده و آسیاب و الک شد. سپس ۱۰۰ گرم از پودر آن با ۱۶۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر در دمای اتاق به مدت ۲۴ ساعت مخلوط شد. پس از سانتریفیوژ (۳۰۰۰ rpm به مدت ۲۰ دقیقه) مایع رویی با استفاده از قیف بوخنر تحت خلأ فیلتر شده و سپس با روتاری اوپراتور در دمای 52°C (تا بریکس ۱۹) تغلیظ گردید [۱۰].

۲-۲-۲- تهیه‌ی پودر تفاله‌ی گوجه‌فرنگی

ابتدا گوجه‌فرنگی‌ها شسته شده و با آبمیوه‌گیری آبگیری شد. پوست و دانه‌ها از آب گوجه‌فرنگی با استفاده از توری جدا و در آن با دمای 60°C خشک شد. سپس توسط آسیاب پودر شده و در نهایت الک گردید.

۲-۲-۳- تهیه‌ی کیک اسفنجی

کیک شاهد با مخلوط کردن ۲۰۰ گرم آرد کیک، ۷۰ گرم روغن ذرت، ۷۰ گرم شکر، ۱۲۰ گرم تخم‌مرغ، ۶/۶۶ گرم بکینگ پودر، ۸ گرم پودر شیرخشک، ۷۰ گرم آب مقطر و ۲ گرم پودر وانیل تهیه گردید. برای تهیه‌ی کیک اسفنجی از روش کرم زنی استفاده شد [۱۱]. بدین منظور ابتدا شکر و تخم‌مرغ به مدت ۳ دقیقه با همزن برقی مخلوط شدند. سپس آب و روغن به مخلوط اضافه و ۴۵ ثانیه دیگر همزده شدند. در انتها بکینگ پودر، وانیل، شیرخشک به همراه آرد کیک اضافه و با همزن دستی مخلوط شدند تا خمیر یکنواختی بدست آید. در سایر نمونه‌ها عصاره‌ی پوست انار در سطوح ۱۰٪-۰ و پودر تفاله‌ی گوجه‌فرنگی

فنولی در حفظ کیفیت و خصوصیات بهداشتی روغن هسته‌ی انار نقش مهمی دارد. بهبود محتوای فنولی روغن، ویژگی‌های آنتی‌اکسیدانی و زیست‌فعال محصول و اثرات مفید بر سلامتی انسان را افزایش می‌دهد. بر اساس نتایج عصاره‌ی پوست انار یا ترکیب آن با BHT به ترتیب در غلظت ۰/۰۵٪ و ۰/۰۱٪ تأثیر بهتری روی پایداری روغن هسته‌ی انار نسبت به BHT به تنهایی دارد [۹]. در مطالعه‌ی دیگر تأثیر پودر تفاله‌ی گوجه‌فرنگی بر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی نان بربری مورد ارزیابی قرار گرفت. تفاله‌ی گوجه‌فرنگی که منبع خوب و ارزانی از هیدروکلوئیدها و لیزین (اسید آمینه محدودکننده غلات) است، در پنج سطح ۰٪، ۱٪، ۳٪، ۵٪ و ۷٪ (بر اساس وزن آرد) به فرمولاسیون نان بربری اضافه شد که باعث افزایش جذب آب خمیر، کاهش زمان رسیدن خمیر و افزایش میزان نرم‌شدگی خمیر گردید. همینطور برای جلوگیری از تغییر در رنگ و طعم نان، پودر تفاله‌ی گوجه‌فرنگی باید در سطح کمتر ۵٪ استفاده شود. در حالت کلی می‌توان نتیجه گرفت که پودر تفاله‌ی گوجه‌فرنگی می‌تواند به عنوان بهبوددهنده و عامل تاخیر بیاتی نان عمل کند و به علت اینکه حاوی مقدار بالایی فیبر غذایی و پروتئین‌های سرشار از لیزین است مصرف آن در تهیه نان باعث بهبود ارزش غذایی می‌شود [۶]. با توجه به توضیحات ذکر شده، هدف از انجام این پژوهش استفاده بهینه از ضایعات کارخانه‌های مواد غذایی می‌باشد که با توجه به مقرون به صرفه بودن، بکارگیری آن می‌تواند در جهت پیشرفت اقتصادی، موجب بالا رفتن میزان ارزش افزوده محصول و در نهایت افزایش بهره‌وری در صنعت تولید محصولات غذایی گردد.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- مواد

انار، گوجه‌فرنگی، آرد نول، روغن ذرت (زراویل)، شکر، تخم‌مرغ، بکینگ پودر (همایش)، پودر شیرخشک

مواد معلق جدا شد. در مرحله بعد ۱/۰ ml از عصاره اتانولی نمونه‌ها با ۳/۹ ml از محلول متانولی DPPH (۰.۰۴/۰٪) مخلوط و نیم ساعت در تاریکی قرار داده شدند. کاهش رادیکال DPPH با اندازه‌گیری کاهش جذب نمونه‌ها در طول موج ۵۱۵ nm اندازه‌گیری شد.

میزان جذب شاهد = AC، میزان جذب نمونه = AS

۲-۳-۲- اندازه‌گیری محتوای فنول کل

جهت انجام آزمون فنول برای نمونه‌ها، عصاره‌ی الکلی نمونه‌های کیک (در آزمون آنتی‌اکسیدان روش انجام آن شرح داده شد) را به نسبت ۱ به ۱۰ با اتانول ۹۸٪ رقیق کرده و سپس ۱ میلی‌لیتر از آنرا داخل فالکون ریخته و ۵ میلی‌لیتر محلول فولین سیو کالتیو ۱۰٪ اضافه گردید. در مرحله بعد ۴ میلی‌لیتر محلول کربنات سدیم ۷/۵٪ به محتوای فالکون اضافه و به مدت ۳۰ دقیقه در دمای آزمایشگاه در محل تاریک نگهداری شد. میزان جذب نمونه‌ها در طول موج ۷۵۰ nm (بیشترین میزان جذب اسید گالیک) قرائت شد [۱۳]. در نهایت میزان فنول کل با قراردادن میزان جذب نمونه‌ها در معادله خط حاصل از منحنی استاندارد اسیدگالیک و سپس ضرب کردن عدد حاصله در عدد رقت نمونه‌ها به دست آمد.

۲-۳-۳- اندازه‌گیری رطوبت

جهت اندازه‌گیری محتوای رطوبتی نمونه‌های کیک از روش مصوب (۲۰۰۰ AACC- به شماره ۴۴-۴۰) استفاده شد. درصد رطوبت نمونه‌ها توسط فرمول زیر محاسبه گردید [۱۴]:

در سطوح ۱۲-۰ جایگزین آرد کیک گردیدند. ۵۰ گرم از خمیر کیک حاصله در داخل قالب‌های کاغذی (به ابعاد ۵۰ میلی‌لیتر قطر و ۴۰ میلی‌لیتر ارتفاع) ریخته شده و در فر در دمای ۱۹۰°C به مدت ۱۹ دقیقه پخته شد. نمونه‌ها پس از پخت در دمای محیط خنک شده و سپس در کیسه‌های پلی-اتیلنی تا زمان آزمون نگهداری شدند. در جدول ۱ طرح آزمایشی مورد استفاده در فرمولاسیون کیک آورده شده است.

Table 1. Experimental design used in cake formulation

Run	Water(X1)	PPE(X2)	Wheat flour(X3)	TPP(X4)
1	66.5	3.5	176	24
2	66.5	3.5	200	0
3, 9	70	0	176	24
4, 13	70	0	200	0
5, 6	63	7	176	24
7	68.25	1.75	176	12
8, 10	63	7	200	0
11	63	7	188	12
12	64.75	5.25	194	6

PPE: pomegranate peel extract ,TPP: tomato pomace powder; X1+X2=100;

X3+X4=100

۲-۳-۲- آزمون‌ها

۲-۳-۱- اندازه‌گیری خاصیت آنتی‌اکسیدانی

اندازه‌گیری محتوای آنتی‌اکسیدانی نمونه‌های کیک به روش DPPH مطابق با روش محترمی و همکاران (۲۰۱۹) انجام یافت [۱۲]. در ابتدا جهت تهیه عصاره، نمونه‌های کیک در آون با دمای ۵۰°C خشک و سپس آسیاب شدند تا بصورت پودری درآیند. حدود ۱ گرم از نمونه‌های پودری با ۱۰ میلی‌اتانول ۹۸٪ ترکیب و به مدت نیم ساعت روی همزن مغناطیسی میکس شدند. سپس نمونه‌ها به مدت ۲ ساعت در محل تاریکی به دور از نور قرار داده شدند و در مرحله بعد عصاره حاوی ترکیبات توسط کاغذ صافی از

۱۵ نفر ارزیاب نیمه آموزش دیده از دانشجویان صنایع غذایی و کارکنان گروه آموزشی مربوطه قرار گرفتند. ارزیاب‌ها نمونه‌ها را بر اساس روش هدونیک پنج نقطه‌ای با توجه به شکل، ظاهر، طعم، بافت و تخلخل ارزیابی کلی کرده و بصورت پذیرش کلی امتیاز دادند. در این ارزیابی امتیاز ۱ نشان‌دهنده پایین‌ترین کیفیت و امتیاز ۵ نشان‌دهنده بهترین کیفیت بود [۱۷].

۲-۳-۸- ارزیابی رنگ

رنگ نمونه‌های کیک بر پایه شاخص‌های L (روشنایی- تاریکی)، a (سبزی-قرمزی) و b (آبی-زردی) بیان گردید. برای تعیین شاخص‌های رنگی، نمونه‌ها و صفحات رنگی استاندارد RAL در جعبه استاندارد قرار گرفته و عکس آنها با دوربین دیجیتال ۲ مگاپیکسل (Canon Power shot SX720 HS، ژاپن) گرفته شد. نرم افزار ادیت فتوشاپ برای تعیین L، a و b نمونه‌ها و صفحه استاندارد مورد استفاده قرار گرفت. سپس منحنی استاندارد برای مقادیر واقعی و مقادیر حاصل از نرم افزار نمونه‌های استاندارد رسم گردید. در نهایت مقادیر L، a و b نمونه‌ها با جایگزینی فاکتورهای نشان داده شده توسط نرم افزار در معادله منحنی استاندارد به دست آمد [۱۸].

۲-۳-۹- آنالیز آماری

در این تحقیق آزمایشات با استفاده از طرح ترکیبی در قالب D-optimal با استفاده از نرم‌افزار Design Expert در ۱۳ تیمار طراحی و اجرا شد. عصاره‌ی پوست انار در سطوح (۱۰٪-۰) و پودر تفاله‌ی گوجه‌فرنگی در سطوح (۱۲٪-۰) به ترتیب جایگزین آب و آرد در فرمولاسیون کیک اسفنجی شدند. پارامترهای اندازه‌گیری شده فنول‌کل، خاصیت آنتی‌اکسیدانی، رطوبت، دانسیته خمیر، اسیدیته، بافت‌سنجی، ارزیابی حسی و رنگ‌سنجی با مدل‌های خطی برازش داده شدند.

درصد وزن پلیت خالی = A، وزن نمونه با ظرف قبل از خشک کردن = B، وزن نمونه با ظرف بعد از خشک کردن = C

$$\text{درصد رطوبت} = \frac{B-C}{B-A} \times 100$$

۲-۳-۴- دانسیته خمیر

جهت اندازه‌گیری دانسیته‌ی خمیر در ابتدا استوانه‌ی مدرج خالی (کالیبره شده با آب مقطر) ۵۰ میلی‌لیتری را وزن کرده و پس از آن خمیر در آن ریخته شده، توزین و در فرمول زیر جایگذاری گردید [۱۵]:

$$\text{خمیر وزن} = \frac{\text{خمیر حجم}}{\text{دانسیته خمیر (g/cm}^3\text{)}}$$

۲-۳-۵- اندازه‌گیری اسیدیته

به ۱۰ گرم از نمونه کیک پودر شده ۱۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر اضافه شد و توسط میله‌ی شیشه‌ای مخلوط گردید. بعد از صاف کردن محلول بدست آمده، معرف فنل فتالین اضافه و با سود ۰/۱ نرمال تا پیدا شدن رنگ صورتی کمرنگ تیترا شد. اسیدیته بر حسب اسید لاکتیک با فرمول زیر محاسبه گردید [۱۶].

$$\text{اسیدیته} = \frac{0/09 \times \text{نرمالیت سود} \times \text{حجم سود مصرفی}}{0/1}$$

۲-۳-۶- آزمون بافت سنجی

آزمون نفوذ برای تعیین سفتی پوسته‌ی کیک با استفاده از پروب ۲mm و با سرعت ۰/۵ mm/s با عمق نفوذ ۵ mm بر روی نمونه‌ها انجام شد. نتایج حاصل از این آزمون به صورت انرژی نفوذ (kg.s) و سفتی پوسته (kg) ارائه گردید.

۲-۳-۷- ارزیابی حسی

در ابتدا نمونه‌ها بصوت سه قمی کددهی شدند و در اختیار

۳- نتایج

۳-۱- محتوای فنول کل

با توجه به نتایج جدول آنالیز واریانس اثر برهمکنش پودر تفاله‌ی گوجه‌فرنگی و عصاره‌ی پوست انار بر محتوای فنول کل معنی‌دار شد ($p < 0.05$). با توجه به شکل ۱ با افزایش پودر تفاله‌ی گوجه‌فرنگی و عصاره پوست انار میزان فنول کل نمونه‌های کیک افزایش یافت. علت افزایش فنول توسط پودر تفاله مربوط به اسیدهای فنولیک (کافئیک، کلروژنیک، پی کوماریک، فرولیک و رزمارینیک اسید) و فلاونول‌ها (کوئرستین و روتین) می‌باشد [۱۹]. فعالیت پلی‌فنل-اکسیداز (PPO) علت کاهش میزان فنول کل طی زمان نگهداری می‌باشد زیرا اکسیداسیون ترکیبات فنولی را کاتالیز می‌کند. با گذشت زمان عواملی همچون حل شدن مواد پکتیک دیواره‌ی سلولی، آلودگی میکروبی، اختلال در سیستم غشاء و نفوذ اکسیژن باعث افزایش فعالیت PPO می‌شود [۲۰]. اضافه کردن عصاره‌ی پوست انار فعالیت PPO را کاهش داد. فنولیک اسیدها از مهارکننده‌های اصلی این آنزیم می‌باشند. از طرفی مشتقات فنولی به عنوان شلاته‌کننده Cu^{2+} که برای فعالیت PPO ضروری است، عمل می‌کنند [۲۱].

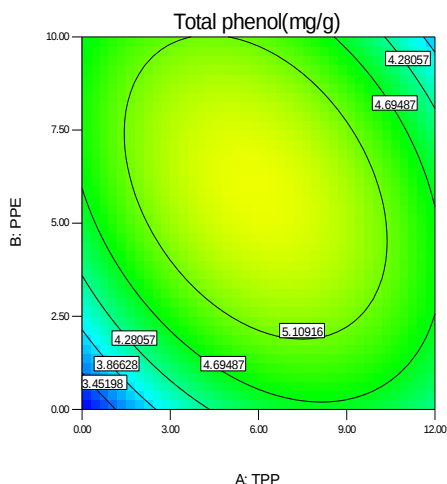


Figure 1 The effect of substitution of pomegranate peel extract (PPE) and tomato pomace powder (TPP) on the total phenol of sponge cake

۳-۲- خاصیت آنتی‌اکسیدانی

با توجه به نتایج آنالیز واریانس، تاثیر هر دو فاکتور پودر تفاله و عصاره پوست انار بر ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کیک‌ها معنی‌دار شدند ($p < 0.05$). همانطور که در شکل ۲ مشاهده می‌شود، بیشترین اثر مثبت بر ظرفیت آنتی‌اکسیدانی مربوط به عصاره پوست انار و در مرتبه بعدی مربوط به پودر تفاله گوجه‌فرنگی بود. بین فعالیت آنتی‌اکسیدانی و محتوای فنول کل رابطه‌ی مستقیم وجود دارد [۲۲]. فعالیت آنتی‌اکسیدانی تفاله‌ی گوجه‌فرنگی به دلیل سطح بالای ویتامین C، لیکوپن و پلی‌فنول‌هاست [۲۳]. نتایج بدست آمده با نتایج تحقیق نور و همکاران در خصوص اثر نان غنی شده با لیکوپن و سایر ترکیبات زیست فعال، همینطور پودر چای سبز در کیک و پودر تفاله‌ی هویج در کوکی مطابقت داشت [۲۴-۲۶]. عصاره‌ی پوست انار هم حاوی مقادیر زیادی از پلی‌فنول مانند تانن‌های الازیک، اسید الازیک، اسید گالیک، کاتچین، روتین، پونیکالازین و

آب بیشتر و در نتیجه باعث کاهش محتوای رطوبتی نمونه-های حاصله شده است.

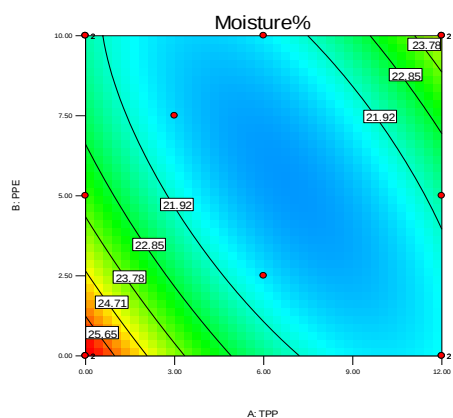
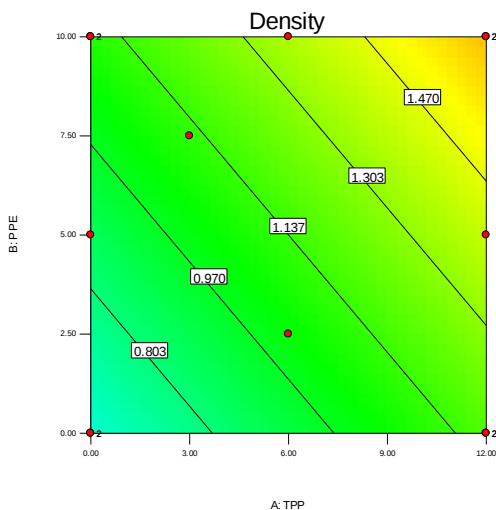


Figure 3. The effect of substitution of pomegranate peel extract (PPE) and tomato pomace powder (TPP) on the moisture content of cake

۳-۴- دانسیته خمیر

در آزمون دانسیته تنها پودر تفاله‌ی گوجه‌فرنگی معنی‌دار شد ($p < 0.05$). با توجه به شکل ۴ با افزایش درصد مقدار پودر تفاله گوجه‌فرنگی جایگزین شده در فرمولاسیون، دانسیته به علت ویژگی فیزی و جذب آب بالای پودر تفاله و افزایش فشردگی، افزایش یافت [۲۹]. نتایج حاصله با نتایج گومز و همکاران (۲۰۱۰) در خصوص افزایش دانسیته خمیر با افزایش محتوای فیبر مطابقت داشت [۳۰].



پونیکالین می‌باشد که مسئول خواص آنتی‌اکسیدانی می‌باشد. مواد غذایی سرشار از آنتی‌اکسیدان تأثیرات مثبتی همچون کاهش سطح کلسترول، فشار خون و تعادل هورمونی، تقویت سیستم ایمنی بدن، تنظیم سطح گلوکز خون، کمک به کاهش وزن، تعویق روند پیری و مقابله با سرطان دارند [۲۷، ۲۴].

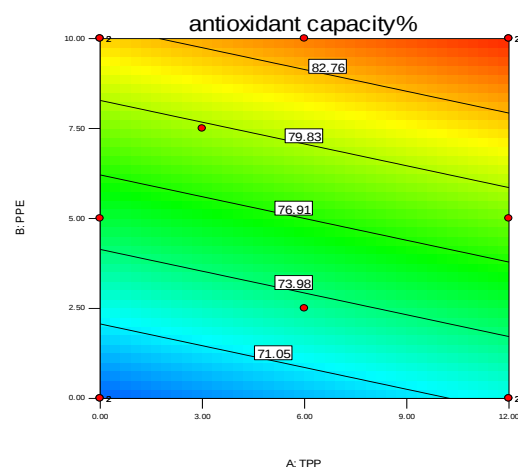


Figure 2 The effect of substitution of pomegranate peel extract (PPE) and tomato pomace powder (TPP) on the antioxidant capacity of sponge cake

۳-۳- محتوای رطوبتی

میزان رطوبت، نشان‌دهنده‌ی کیفیت ماده غذایی است و از ویژگی‌های مطلوب کیک می‌باشد که باعث نرم شدن آن می‌شود. با توجه به نتایج بدست آمده اثر عصاره‌ی پوست انار و پودر تفاله گوجه‌فرنگی بر محتوای رطوبت نمونه‌ها معنی‌دار شد ($p < 0.05$). با توجه به نتایج بدست آمده (شکل ۳)، با افزایش جایگزینی عصاره‌ی پوست انار و پودر تفاله گوجه‌فرنگی، محتوای رطوبتی نمونه‌ها کاهش یافت که ممکن است دلیل آن محتوای مواد جامد حل شده در عصاره جایگزین شده در مقایسه با آب خالص باشد [۲۸]. همچنین با توجه به ثابت بودن آب فرمولاسیون، جایگزینی پودر تفاله گوجه‌فرنگی به دلیل محتوای فیبر بالا و محتوای رطوبتی پایین‌تر آن در مقایسه با آرد کیک منجر به جذب

پوست انار به علت حضور موادی مانند آسکوربیک‌اسید و سایر ترکیبات اسیدی و پودر تفاله هم به علت سرشار بودن از اسیدهای آلی، می‌تواند باعث این افزایش گردند [۳۳، ۳۲]. بطوریکه بیشترین اسیدیته مربوط به نمونه‌هایی با بالاترین درصد جایگزینی پودر تفاله گوجه‌فرنگی و عصاره بود. در روز هفتم پس از پخت، با افزایش جایگزینی پودر تفاله‌ی گوجه‌فرنگی، اسیدیته نمونه‌ها افزایش یافت در حالیکه نمونه‌هایی با بیشترین محتوای عصاره پوست انار در روز هفتم پس از پخت کمترین اسیدیته را داشتند که تایید کننده اثر آنتی اکسیدانی آن با گذشت زمان می‌باشد.

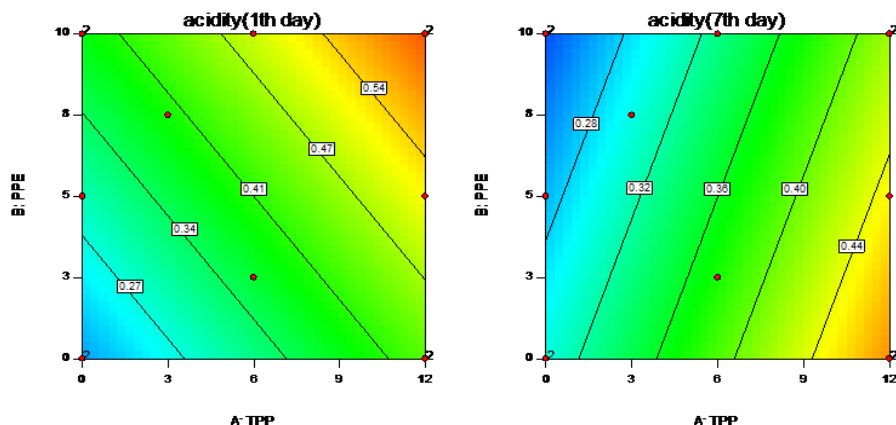


Figure 5 The effect of substituting pomegranate peel extract (PPE) and tomato pomace powder (TPP) on the acidity of sponge cake in the 1st and 7th days after baking.

جایگزینی پودر تفاله‌ی گوجه‌فرنگی، سفتی پوسته و انرژی نفوذ کاهش یافتند. کاهش انرژی نفوذ و سفتی می‌تواند به دلیل کاهش کمیت و کیفیت گلوتن با جایگزینی نسبی پودر تفاله‌ی گوجه‌فرنگی با آرد گندم باشد [۳۴]. نتایج مشابهی در خصوص کاهش سفتی و انرژی نفوذ با افزودن آرد تریکاله در بیسکوئیت بیان شده است [۳۵].

Figure 4. The effect of substitution of pomegranate peel extract (PPE) and tomato pomace powder (TPP) on the density of cake dough

۳-۵- اسیدیته روز اول و هفتم پس از پخت

اسیدیته شاخص تازگی بوده که بطور غیرمستقیم محتوای اسید چرب آزاد موجود در روغن را اندازه گیری می‌کند. اسیدیته بالا نشاندهنده‌ی افزایش آمادگی روغن به رنسید شدن می‌باشد [۳۱]. با توجه به شکل ۵، اثر پودر تفاله‌ی گوجه‌فرنگی و عصاره‌ی پوست انار بر اسیدیته نمونه‌ها معنی‌دار بود ($p < 0.05$). بطوریکه در روز اول پس از پخت با افزایش هر دو متغیر، اسیدیته افزایش یافت. عصاره‌ی

۳-۶- نتایج آزمون بافت‌سنجی

بین متغیرهای مورد مطالعه فقط اثر درجه دوم پودر تفاله‌ی گوجه‌فرنگی روی سفتی پوسته و انرژی نفوذ معناداری بود ($p < 0.05$). بطوریکه در شکل ۷ مشاهده می‌شود با افزایش جایگزینی پودر تفاله‌ی گوجه‌فرنگی تا ۶٪، سفتی پوسته و انرژی نفوذ افزایش یافت ولی با افزایش بیشتر (تا ۱۲٪)

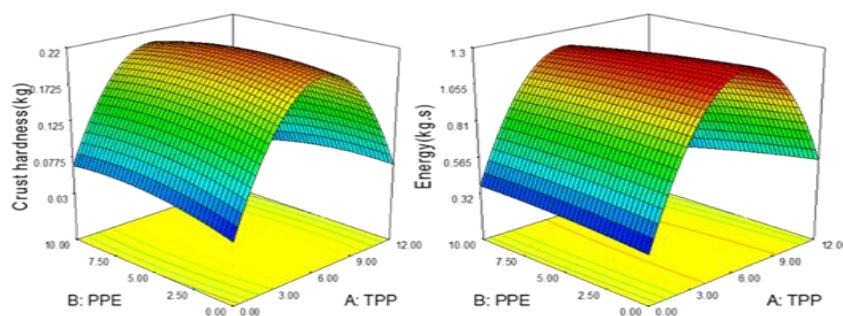
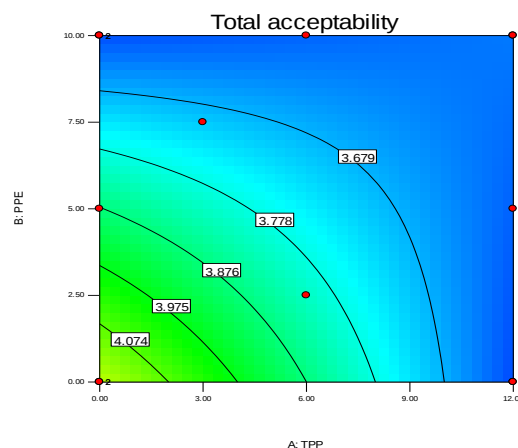


Figure 7 Effect of substitution of tomato pomace powder (TPP) and pomegranate peel extract (PPE) on crust hardness and energy of sponge cake

Figure 8 Effect of substitution of tomato pomace powder (TPP) and pomegranate peel extract (PPE) on sensory evaluation of sponge cake

۴-۷- ارزیابی حسی

طبق نتایج ارزیابی حسی (شکل ۸)، جایگزینی عصاره پوست انار و پودر تفاله گوجه‌فرنگی باعث کاهش امتیاز پذیرش کلی نمونه‌ها از نظر ارزیاب‌ها گردید ($p < 0.05$) ولی امتیاز پذیرش کلی نمونه‌ها در حد قابل قبول ($< 67/3$) بود. با توجه به نتایج حاصله جایگزینی پودر تفاله گوجه‌فرنگی و عصاره پوست انار به ترتیب تا ۶٪ و ۷٪ اثر منفی معناداری بر امتیاز پذیرش کلی نمونه‌های کیک در مقایسه با نمونه‌های شاهد نداشتند ($p > 0.05$).



۳-۸- ارزیابی رنگ کیک

باتوجه به نتایج حاصل شده (شکل ۹) تاثیر هیچکدام از فاکتورها روی شاخص L^* مغز کیک معنی‌دار نشد ($p > 0.05$). با افزایش پودر تفاله، شاخص a^* و b^* مغز کیک افزایش یافت. یعنی نمونه‌ها در مقایسه با شاهد رنگ قرمزتر و زردتری داشتند [۲۳]. دلیل آن وجود رنگدانه‌های کاروتنوئید لیکوپن و بتاکاروتن می‌باشد [۳۶]. در تحقیق انجام شده توسط بهات و حافظ (۲۰۱۶) کوکی‌های حاوی پودر تفاله‌ی گوجه‌فرنگی رنگ تیره‌تر، قرمزتر و زردتری داشتند. مطابق نتایج آنالیز شده فاکتور خطی و درجه دوم پودر تفاله و همینطور اثر خطی عصاره‌ی پوست انار تاثیر معنی‌داری روی اختلاف رنگ مغز کیک (ΔE) گذاشتند ($p < 0.05$). با افزایش جایگزینی پودر تفاله اختلاف رنگ نمونه‌های حاوی عصاره و فاقد آن افزایش یافت. در حالت کلی نمونه‌هایی که حاوی عصاره بودند اختلاف رنگ بیشتری از نمونه‌های فاقد عصاره داشتند و این اثر بیشتر در سطوح پایین جایگزینی با پودر تفاله محسوس بود [۳۷].

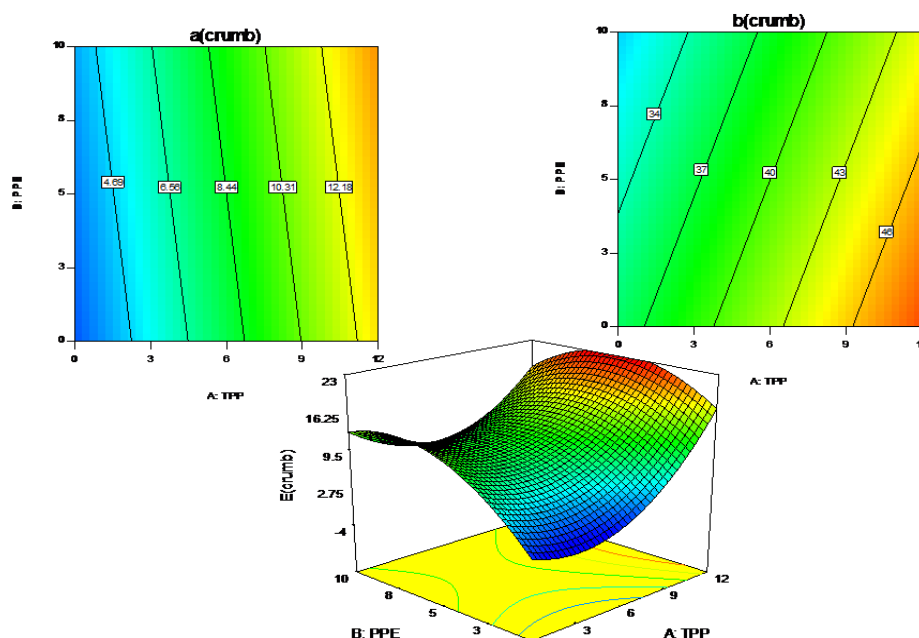


Figure 9 Effect of substitution of pomegranate peel extract (PPE) and tomato pomace powder (TPP) on crumb color and color difference of sponge cake

۴- نتیجه گیری

تغذیه ای محصول و منابع ارزان و در دسترس، استفاده از ضایعاتی همچون تفاله ی گوجه فرنگی و پوست انار مورد توجه قرار گرفته است.

۵- منابع

- [1] McKevith, B. (2004). Nutritional aspects of cereals. *Nutrition Bulletin*, 29(2), 111-142.
- [2] Rheological properties of sponge cake based on the rice and wheat germ flour. (2018). *Journal of Food Processing and Preservation*, 10(1), 16-32.
- [3] Banureka, V. D. and T. Mahendran (2011). Formulation of Wheat-Soybean Biscuits and their Quality Characteristics. *Tropical Agricultural Research and Extension*, 12.
- [4] Maghaydah, S., Abdul-Hussain, S., Ajo, R., Tawalbeh, Y., & Elshahry, N. (2013). Effect of lupine flour on baking characteristics of gluten free cookies. *Advance Journal of Food Science and Technology*, 5(5), 600-605.
- [5] Leinonen, I., Iannetta, P. P., Rees, R. M., Russell, W., Watson, C., & Barnes, A. P. (2019). Lysine supply is a critical factor in achieving sustainable global protein economy. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 27.

با افزایش جایگزینی آرد کیک با TPP، خاصیت آنتی-اکسیدانی، محتوای فنول کل، اسیدیته کیک ها، دانسیته ی خمیر و شاخص های a و b در مغز کیک افزایش و محتوای رطوبت نمونه ها کاهش یافت. جایگزینی عصاره ی پوست انار همان اثر TPP را داشت، با این تفاوت که روی پارامتر دانسیته خمیر تاثیر معناداری نداشت. از طرفی در آزمون رنگ سنجی تنها تاثیر عصاره ی پوست انار ایجاد اختلاف رنگ بیشتر نسبت به نمونه های فاقد عصاره در مغز کیک بود. با افزایش جایگزینی پودر تفاله ی گوجه فرنگی تا ۶٪، انرژی نفوذ و سفتی پوسته افزایش و سپس با جایگزینی بیشتر، سفتی و انرژی نفوذ کاهش یافت. ارزیابی حسی نمونه ها نشان داد پودر تفاله ی گوجه فرنگی و عصاره پوست انار باعث کاهش امتیاز پذیرش کلی نمونه ها شدند ولی امتیاز پذیرش کلی نمونه ها در حد قابل قبول بود (<۶۷/۳). از این رو با توجه به اثرات نامطلوب و مضر آنتی اکسیدان های سنتزی و همینطور به علت افزایش ارزش

- vegetable fat in pound cake. *LWT-Food Science and Technology*, 54(1), 73-79.
- [15] Gómez, M., Ronda, F., Caballero, P. A., Blanco, C. A., & Rosell, C. M. (2007). Functionality of different hydrocolloids on the quality and shelf-life of yellow layer cakes. *Food hydrocolloids*, 21(2), 167-173.
- [16] Sandvik, P., Marklinder, I., Nydahl, M., Næs, T., & Kihlberg, I. (2016). Characterization of commercial rye bread based on sensory properties, fluidity index and chemical acidity. *Journal of Sensory Studies*, 31(4), 283-295.
- [17] Ronda, F., Gomez, M., Blanco, C. A., & Caballero, P. A. (2005). Effects of polyols and nondigestible oligosaccharides on the quality of sugar-free sponge cakes. *Food chemistry*, 90(4), 549-555.
- [18] Mohtarami, F., Rashidi, Z., & Pirs, S. (2022). Extraction of flaxseed and Plantago Psyllium mucilage: Investigation of rheological properties and efficiency as a fat substitute for the production of low-calorie cookies. *Journal of Food Processing and Preservation*, 46(11), e16964.
- [19] Četković, G., Savatović, S., Čanadanović-Brunet, J., Djilas, S., Vulić, J., Mandić, A., & Četojević-Simin, D. (2012). Valorisation of phenolic composition, antioxidant and cell growth activities of tomato waste. *Food Chemistry*, 133(3), 938-945.
- [20] Hussain, P. R., Dar, M. A., & Wani, A. M. (2012). Effect of edible coating and gamma irradiation on inhibition of mould growth and quality retention of strawberry during refrigerated storage. *International journal of food science & technology*, 47(11), 2318-2324.
- [21] Basiri, S., Shekarforoush, S. S., Aminlari, M., & Akbari, S. (2015). The effect of pomegranate peel extract (PPE) on the polyphenol oxidase (PPO) and quality of Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) during refrigerated storage. *LWT-Food Science and Technology*, 60(2), 1025-1033.
- [22] Ayhan, Z., & Eştürk, O. (2009). Overall quality and shelf life of minimally processed and modified atmosphere packaged "ready-to-eat"
- [6] Majzoobi, M., Ghavi, F. S., Farahnaky, A., Jamalian, J., & Mesbahi, G. (2011). Effect of tomato pomace powder on the physicochemical properties of flat bread (Barbari bread). *Journal of Food Processing and Preservation*, 35(2), 247-256.
- [7] Herrera, P. G., Sánchez-Mata, M. C., & Cámara, M. (2010). Nutritional characterization of tomato fiber as a useful ingredient for food industry. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 11(4), 707-711.
- [8] Akhtar, S., Ismail, T., Fraternal, D., & Sestili, P. (2015). Pomegranate peel and peel extracts: Chemistry and food features. *Food chemistry*, 174, 417-425.
- [9] Drinić, Z., Mudrić, J., Zdunić, G., Bigović, D., Menković, N., & Šavikin, K. (2020). Effect of pomegranate peel extract on the oxidative stability of pomegranate seed oil. *Food chemistry*, 333, 127501.
- [10] Mirab, B., Gavlighi, H. A., Sarteshnizi, R. A., Azizi, M. H., & Udenigwe, C. C. (2020). Production of low glycemic potential sponge cake by pomegranate peel extract (PPE) as natural enriched polyphenol extract: Textural, color and consumer acceptability. *Lwt*, 134, 109973.
- [11] Mohtarami, F. (2019). Effect of carrot pomace powder and Dushab (traditional grape juice concentrate) on the physical and sensory properties of cakes: a combined mixtures design approach. *Current Nutrition & Food Science*, 15(6), 572-582.
- [12] Mohtarami, F., Gholipour, D., & Ashrafi Yorghanolou, R. (2019). The feasibility of producing enriched and low-calorie sponge cakes with spinach puree. *Journal of Food Science and Technology (Iranian)*, 84(15), 375-384.
- [13] Ardekani, M. R. S., Hajimahmoodi, M., Oveisi, M. R., Sadeghi, N., Jannat, B., Ranjbar, A. M., ... & Moridi, T. (2011). Comparative antioxidant activity and total flavonoid content of Persian pomegranate (*Punica granatum* L.) cultivars. *Iranian journal of pharmaceutical research: IJPR*, 10(3), 519.
- [14] Pizarro, P. L., Almeida, E. L., Sammán, N. C., & Chang, Y. K. (2013). Evaluation of whole chia (*Salvia hispanica* L.) flour and hydrogenated

- on the quality of fibre-enriched layer cakes. *LWT-Food Science and Technology*, 43(1), 33-38.
- [31] Nasir, M., Butt, M. S., Anjum, F. M., Jamil, A. M. E. R., & Ahmad, J. (2009). Physical and sensory properties of maize germ oil fortified cakes. *Int. J. Agric. Biol*, 11, 311-315.
- [32] Kumar, R., Srivastava, K., Kumar, V., Saroj, S. K., Sharma, S. K., & Singh, R. K. (2019). Heterosis analysis in tomato (*Solanum lycopersicum* L.) for Lycopene, TSS, titrable acidity and Ascorbic acid. *Electronic Journal of Plant Breeding*, 10(4), 1547-1553.
- [33] Kazemi Zadeh, R., & Fadaei Noghani, V. (2015). The determination of some physicochemical properties and overall acceptability of functional flavored milk containing pomegranate peel extract and date palm syrup during cold storage. *Journal of food science and technology (Iran)*, 13(54), 15-24.
- [34] Eyiler, E., & Oztan, A. (2011). Production of frankfurters with tomato powder as a natural additive. *LWT-Food Science and Technology*, 44(1), 307-311.
- [35] Karimzadeghan, H., Mohtarami, F., & Almasi, H. (2021). Effect of acorn and triticale flours on physicochemical, textural and sensory properties of biscuit. *Journal of Food Research*, 31(4), 115-128.
- [36] BOZSOKI, A., MUSTE, S., POP, A., PĂUCEAN, A., CHIȘ, M. S., & MAN, S. Valorization Of Tomato Pomace In Innovative Food Products And Evaluation Of Synergetic Effect With *Mentha piperita* L. And *Anethum graveolens* L-A Comprehensive.
- [37] Bhat, M. A., & Hafiza, A. (2016). Physico-chemical characteristics of cookies prepared with tomato pomace powder. *Journal of Food Processing and Technology*, 7(1).
- pomegranate arils. *Journal of food science*, 74(5), C399-C405.
- [23] Mehta, D., Prasad, P., Sangwan, R. S., & Yadav, S. K. (2018). Tomato processing byproduct valorization in bread and muffin: Improvement in physicochemical properties and shelf life stability. *Journal of food science and technology*, 55(7), 2560-2568.
- [24] Nour, V., Ionica, M. E., & Trandafir, I. (2015). Bread enriched in lycopene and other bioactive compounds by addition of dry tomato waste. *Journal of food science and technology*, 52, 8260-8267.
- [25] Lu, T. M., Lee, C. C., Mau, J. L., & Lin, S. D. (2010). Quality and antioxidant property of green tea sponge cake. *Food chemistry*, 119(3), 1090-1095.
- [26] Hernández-Ortega, M., Kissangou, G., Necoechea-Mondragón, H., Sánchez-Pardo, M. E., & Ortiz-Moreno, A. (2013). Microwave dried carrot pomace as a source of fiber and carotenoids.
- [27] Topkaya, C., & Isik, F. (2019). Effects of pomegranate peel supplementation on chemical, physical, and nutritional properties of muffin cakes. *Journal of Food Processing and Preservation*, 43(6), e13868.
- [28] Ismail, T., Akhtar, S., Riaz, M., & Ismail, A. (2014). Effect of pomegranate peel supplementation on nutritional, organoleptic and stability properties of cookies. *International journal of food sciences and nutrition*, 65(6), 661-666.
- [29] Hosseini Ghaboos, S. H., Seyedain Ardabili, S. M., & Kashaninejad, M. (2018). Physico-chemical, textural and sensory evaluation of sponge cake supplemented with pumpkin flour. *International Food Research Journal*, 25(2).
- [30] Gómez, M., Moraleja, A., Oliete, B., Ruiz, E., & Caballero, P. A. (2010). Effect of fibre size



Enrichment of sponge cake with tomato pomace powder and pomegranate peel extract and evaluation of its physical, textural and sensorial properties

Neda Hatami¹, Mirkhalil Pirouzifard², Forogh Mohtarami^{3*}, Saber Amiri⁴.

- 1- Master student of Food Science and Technology Engineering, Faculty of Agriculture, Urmia University
- 2- Professor, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Urmia University
- 3- Associate Professor, Department of Food Science and Technology Engineering, Faculty of Agriculture, Urmia University
- 4- Assistant Professor, Department of Food Science and Technology Engineering, Faculty of Agriculture, Urmia University

ABSTRACT

Pomegranate peel could have medicinal or industrial applications, however, is considered an agro-industrial residue. The present study aimed to investigate the replacement effect of pomegranate peel extract (PPE) with water (0-12%) and tomato pomace powder (TPP) with cake flour (0-10%) on the physicochemical (moisture content, dough density, acidity, and color), phytochemical (total phenolic content and antioxidant capacity), textural, and sensory properties of sponge cake based on combined (mixture-mixture) design. The obtained results showed that replacing TPP with cake flour increased dough density. Replacing TPP with cake flour and PPE with water darkened the color of the crumb. The moisture content of the samples decreased with the replacement of TPP and PPE. Increasing the level of TPP and PPE resulted in increased total phenol and antioxidant capacity. Substitution of PPE and TPP increased the acidity of samples on 1st day of baking. However, PPE decreased the acidity of samples compared to the control ones during storage time (7th day). The energy and hardness of samples with the incorporation of TPP up to 6% increased but at high levels (>6%) decreased. The results of the sensory evaluation showed that incorporation of TPP and PPE decreased the overall acceptability score of samples ($p < 0.05$). However, the overall acceptance of all samples was higher than the acceptable limit (>3.7). According to the sensory evaluation results, replacing 6% TPP with cake flour and 7% PPE instead of water in sponge cake formulation produced a high nutritional value product with the same sensory characteristics as the control ones.

ARTICLE INFO

Article History:

Received: 2023/1/9
Accepted: 2023/6/28

Keywords:

Total phenol,
antioxidant capacity,
mixture-mixture design, pomegranate peel extract,
tomato pomace powder,
sponge cake

DOI: 10.22034/FSCT.20.138.54
DOR: 20.1001.1.20088787.1402.20.138.8.0

*Corresponding Author E-Mail:
f.mohtarami@urmia.ac.ir;
mohtarami.f@gmail.com