مقاله علمی پژوهشی/ نشریه پژوهش‌های صنایع غذایی/ جلد ۳۲ شماره ۱/ سال ۱۴۰۱/ صفحات ۱ تا ۱۲
DOI: 10.22034/FR.2021.34996.1687

تولید پودر کیک عملگرا با استفاده از آردکینوآ وایزومالت

آیدا اباذری[۱] و مانیا صالحی‌فر[*۲]

تاریخ دریافت: ۹۸/۵/۱۱ تاریخ پذیرش: ۴۰۰/۲/۷

[۱]دانشجوی کارشناسی ارشد علوم و مهندسی صنایع غذایی، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهر قدس
[۲]دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی، واحد شهر قدس، دانشگاه آزاد اسلامی،تهران، ایران
[*]مسئول مکاتبه: Email: salehifarmania@yahoo.com

چکیده

زمینه مطالعاتی: یکی از راه‌های تولید محصولات نانوایی فراسودمند جایگزینی نسبی یا کامل آرد گندم با آردهای فراسودمند و جایگزینی شکرباسایرشیرین کننده ها است. **هدف:** هدف از این پژوهش امکان سنجی تولید پودر کیک فراسودمند بر پایه آرد دانه کینوآ با استفاده از ایزومالت است. **روش کار:** آرد گندم با آرد کینوآ و شکر با ایزومالت هر یک در چهار سطح (۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد) در فرمولاسیون پودر کیک جایگزین شد و ویژگی‌های فیزیکی‌شیمیایی و تغذیه‌ای کیک حاصل از پودر کیک مورد بررسی قرار گرفت. **نتایج:** نتایج حاصل از بررسی ویژگی‌های کیک نشان داد جایگزینی آرد گندم با آرد کینوآ سبب کاهش درصد رطوبت نمونه کیک، حجم مخصوص، درصد قند کل، پارامتر روشنایی L^*، پارامتر قرمزی a^* و پارامتر زردی b^* کیک و افزایش درصد پروتئین، چربی، کالری نمونه کیک شد. در حالیکه جایگزینی شکر با ایزومالت سبب کاهش حجم مخصوص کیک، درصد قند کل و کالری نمونه کیک و افزایش پارامتر روشنایی L^* کیک شد. ارزیابی بافت نمونه‌های کیک نشان داد که نوع تیمار در کلیه روزهای مورد بررسی (روز اول، دوم و سوم پس از پخت) و مدت زمان ذخیره سازی در کلیه تیمارهای مورد بررسی اثر معنی‌داری بر سفتی بافت داشت. نوع تیمار اثر معنی‌داری بر هر یک از ویژگی‌های حسی شامل طعم و مزه، عطر و بو، رنگ، بافت و پذیرش کلی داشت. **نتیجه گیری نهایی:** با توجه به ویژگی‌های مورد بررسی در این تحقیق تیمار حاوی ۲۵ درصد جایگزینی آرد گندم با آرد کینوآ و ۲۵ درصد جایگزینی شکر با ایزومالت (تیمار T_1) به عنوان تیمار بهینه تعیین گردید.

واژگان کلیدی: آرد دانه کینوآ، ایزومالت، پودر کیک فراسودمند، ویژگی‌های فیزیکی‌شیمیایی، ویژگی‌های حسی

مقدمه

پودر کیک محصولی نیمه آماده است که از مواد اصلی شامل آرد گندم، شکر، بیکینگ‌پودر و مواد افزودنی فراسودمند تشکیل شده است. در این محصول مواد مذکور به نسبت لازم با یکدیگر مخلوط شده و مصرف‌کننده برای تهیه خمیر کیک باید آن را طبق دستور سازنده با آب یا شیر، تخم مرغ، کره یا روغن نباتی (جامد یا مایع) مخلوط و سپس طبخ نماید. پودر کیک به دلیل سهولت و آسانی بکارگیری آن در تهیه کیک، نزد مردم به عنوان محصولی ویژه و مورد پسند تلقی می‌شود

(پاریت و دلکر۲۰۰۸). یکی از دغدغه های محققین صنایع غذایی، بهبود ارزش تغذیه‌ای این ماده غذایی پرمصرف (کیک) می‌باشد که می‌توان از طریق بکارگیری ترکیبات فراسودمند این هدف را تحقق بخشید. یکی از راه‌های افزایش ویژگی‌های تغذیه‌ای و تولید محصولات نانوایی فراسودمند جایگزینی نسبی یا کامل آرد گندم با آردی با ویژگی‌های فراسودمندی بالا می‌باشد (آقامیرزایی و همکاران ۲۰۱۳). با توجه به اینکه کیک از آرد ضعیف گندم تهیه می‌شود و برعکس نان، خمیر کیک نیاز به حفظ گاز تولید شده در خود ندارد، لذا بکارگیری نسبی آردهای دیگر در تولید آن امکان‌پذیر است (نوانکزی ۲۰۱۳).

کینوآ گیاهی از راسته‌ی میخک سانان، تیره تاج خروسیان و گونه‌ی *C. quinoa* با نام علمی *Chenopodium quinoa* می‌باشد. دانه‌های این گیاه بسیار خوش هضم و منبع غنی از پروتئین، فیبر، مس، آهن، فسفر، منیزیم، منگنز، فولات، تیامین، انواع ویتامین‌ها و امگا۳ است. ترکیب غیر عادی و استثنایی پروتئین، روغن، چربی، مواد معدنی، اسیدهای چرب، آنتی اکسیدان‌ها و ویتامین‌ها در کینوآ، این ماده را به یک غذای مغذی تبدیل کرده است. این ماده همچنین عاری از گلوتن است و برای افرادی که از رژیم غذایی فاقد گلوتن استفاده می‌کنند بیشتر توصیه می‌شود. با توجه به ویژگی‌های منحصر به فرد کینوآ، آرد دانه کینوآ به عنوان یک ماده اولیه عملگرا در تولید محصولات نانوایی مورد استفاده قرار گرفته است. تحقیقات نشان داده است که تاثیر افزودن آرد کینوآ بر ویژگی‌های فیزیکی‌شیمیایی محصولات نانوایی بستگی به نوع محصول دارد. علاوه بر این، افزودن آرد کینوآ در محصولات آرد گندم تغییرات خاصی در کیفیت فیزیکی‌شیمیایی و تغذیه ایجاد و ارزش غذایی محصولات را از نظر میزان پروتئین، فیبر غذایی، ویتامین ب و مواد مغذی معدنی افزایش می‌دهد (ونگ و همکاران ۲۰۱۵).

بسته به نوع کیک مورد نظر این محصولات حاوی ۴۰-۱۰درصد شکر می‌باشند. با در نظر گرفتن سلامت کیک، کاهش کالری آن و تبدیل آن به غذایی قابل استفاده برای تمام افراد جامعه حتی افرادی که تحت رژیم‌های غذایی و درمانی خاص هستند، اهمیت پیدا می‌کند (حسین و همکاران ۲۰۱۶). شکر (ساکارز) به عنوان یک عنصر اصلی در تهیه کیک، نه تنها اثر خود را با ارائه انرژی و شیرینی به کیک اعمال می‌کند، بلکه بر محدود کردن تشکیل شبکه گلوتن در هنگام مخلوط کردن مواد موجود در فرمولاسیون، افزایش ویسکوزیته خمیر، بهبود ظرفیت نگهداری هوا در خمیر، انقباض پروتئین تخم مرغ، ژلاتینه کردن نشاسته موثر است و عامل اصلی واکنش میلارد و واکنش کارامل است که بر رنگ و طعم کیک تاثیر می‌گذارد (ویلدرجانس و همکاران ۲۰۱۳؛ مارشال و همکاران ۲۰۱۲). بنابراین استفاده از شکر در کیک از اهمیت بالایی برخوردار است، که می‌تواند ویژگی‌های محصولات نهایی پخت را تحت تاثیر قرار دهد. با این حال، غذاهایی که غنی از شکر هستند، عامل خطر شناخته شده برای چاقی، دیابت و بیماری قلب و عروق می‌باشند (هاو و همکاران ۲۰۱۶). از این رو لازم است که جایگزین مناسب برای شکر در فرمولاسیون کیک و تولید کیک کم کالری مورد بررسی قرار گیرد. پلی ال‌ها علاوه بر داشتن شیرینی، دارای مقدار کم انرژی هستند و مصرف آن‌ها به عنوان جایگزین شکر در مواد غذایی خطر ابتلا به چاقی و دیابت را کاهش می‌دهد (لیوسی ۲۰۰۳). از میان پلی‌ال‌ها ایزومالت تنها شیرین‌کننده ی حجم دهنده‌ای است که منحصرا از ساکارز مشتق می‌شود و دارای مزه شیرین ضعیف است (نابورس ۲۰۱۶؛ زومب و همکاران ۲۰۰۱).

پورمحمدی و همکاران (۲۰۱۷) در بررسی کیفیت بیسکویت‌های بدون شکر حاوی ایزومالت نشان دادند بکارگیری ایزومالت منجر به ایجاد بافت سخت‌تر و همچنین حجم کم نسبت به نمونه ی حاوی شکر می‌شود. مارتینز و همکاران (۲۰۱۴) در بررسی استفاده از

ایزومالت به عنوان جایگزین ساکارز در کلوچه مافین نشان داد جایگزینی نسبی شکر با ایزومالت بر خواص حرارتی، رئولوژیکی و پذیرش محصول نهایی تاثیرگذار است. کودینا و همکاران (۲۰۱۷) در مطالعات تاثیر بکارگیری آرد کینوآ در کیفیت خمیر و نان حجیم نشان دادند آرد کینوآ، منجر به تولید خمیرهای قوی با انعطاف کم، و سبب کاهش حجم مخصوص و تخلخل نمونه‌های نان می‌شود. ال- شهری (۲۰۱٦) نشان داد با جایگزینی نسبی آرد گندم با آرد کینوآ در تولید نان تابه‌ای و بیسکویت، علی‌رغم بهبود ویژگی‌های تغذیه‌ای، ویژگی‌های فیزیکی و حسی محصول نهایی افت می‌کند. اگر چه تحقیقاتی در زمینه بررسی تاثیر جایگزینی نسبی ساکارز با ایزومالت و یا آرد گندم با آرد کینوآ در محصولات نانوایی صورت گرفته است، لیکن هیچ تحقیقی در زمینه بررسی تاثیر جایگزینی شکر و آرد گندم با ایزومالت و آرد دانه کینوآ بر ویژگی‌های فیزیکی‌شیمیایی، تغذیه‌ای و حسی کیک در تولید کیک از پودر کیک عملگرا انجام نگرفته است. از این رو در این تحقیق به تولید پودر کیک عملگرا با استفاده از آردکینوآ وایزومالت پرداخته شده است.

مواد و روش‌ها

مواد مورد استفاده در تهیه کیک از کارخانجات معتبر داخلی (شکر (تصفیه شکر تهران)، آرد گندم (آرد روشن تهران)، کینوآ (پاکان بذر اصفهان) و بیکینگ پودر (همایش))، ایزومالت از شرکت سیگما آلدریچ (CAS Nu: 64519-82-0) و کلیه مواد شیمیایی مورد استفاده در انجام آزمون‌ها از شرکت مرک (آلمان) تهیه شدند.

تهیه پودر کیک

پس از تهیه دانه کینوآ و پاک سازی آن از مواد خارجی نظیر چوب و برگ، مقدار مشخصی از دانه کینوآ توسط آسیاب به آرد تبدیل گردید. پس از تعیین ویژگی‌های آرد دانه کینوآ (جدول (۱))، آرد دانه کینوآ و ایزومالت در ٤ سطح (۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد) به ترتیب جایگزین شکر و آرد گندم شدند.

جدول ۱-ویژگی‌های فیزیکی شیمیایی آرد گندم و آرد کینوآ

Table 1. Physicochemical properties of wheat and quinoa flours

Properties	Wheat flour	Quinoa flour (%)
Moisture	12.41±0. 2	7.70±0.4
Ash	0.49±0.02	3.21±0.2
Protein	11.25±0.7	19.25±0.6
Fiber	0.82±0.05	6.33±0.7
Fat	1.21±0.04	5.04±0.13
pH	5.63±0.03	6.50±0.1

مواد تشکیل دهنده شامل پودر شکر، ایزومالت، آرد گندم، آرد کینوآ براساس گرم در ۱۰۰ گرم پودر کیک مطابق فرمولاسیون های ارائه شده در جدول (۲) مورد استفاده قرار گرفتند. پخت خمیر حاصل از پودر کیک با استفاده از فر گازی در دمای ۱۸۰°C به مدت ۲۵ تا ۳۰ دقیقه صورت گرفت.

جدول ۲- محتوای شکر، آرد گندم، ایزومالت و آرد کینوآ در هر تیمار (گرم بر ۱۰۰ گرم پودر کیک)

Table 2. Sugar content, wheat flour, isomalt and quinoa flour in each treatment (gr/ 100 gr cake powder)

Treatment	Sugar	Isomalt	Wheat flour	Quinoa flour	Milk powder	Baking powder	Hydrogenated vegetable oil	Improver	Essence
Control	40	0	54	0	1.6	2.6	0.7	1.2	0.1
T1	30	10	40.5	13.5	1.6	2.6	0.7	1.2	0.1
T2	20	20	27	27	1.6	2.6	0.7	1.2	0.1
T3	10	30	13.5	40.5	1.6	2.6	0.7	1.2	0.1
T4	0	40	0	54	1.6	2.6	0.7	1.2	0.1
T5	40	0	0	54	1.6	2.6	0.7	1.2	0.1
T6	0	40	54	0	1.6	2.6	0.7	1.2	0.1

ویژگی‌های فیزیکی شیمیایی کیک

ارزیابی درصد رطوبت، درصد پروتئین خام (استاندارد ایران- ۲۸۶۳)، درصد چربی (استاندارد ایران- ۲۸۶۲)، میزان قند کل (استاندارد ایران- ۲۵۵۳) و حجم مخصوص کیک با استفاده از روش جابجایی دانه کلزا مطابق استاندارد AACC-۱۰-۷۲صورت گرفت. به منظور ارزیابی بافت کیک از دستگاه بافت سنج (CT3 Texture Analyzer) استفاده گردید. بدین طریق نیروی لازم توسط یک پروب استوانه‌ای (۲/۵cm عرض در ۱/۸cmارتفاع) با سرعت ۳۰mm در دقیقه و عمق نفوذ mm ۳۰ به داخل نمونه‌های مربعی کیک (۳۰mm×۳۰mm) با ضخامت mm ۲۰ اندازه‌گیری شد. میزان سفتی بافت در فاصله زمانی ۱، ۲ و ۳ روز پس از پخت در دمای اتاق بررسی شد (پورفرزاد و همکاران ۲۰۱۱). به منظور آنالیز رنگ و تعیین پارامترهای رنگی (L*a*b*) نمونه‌های کیک از دستگاه رنگ‌سنج (HunterLab) استفاده شد. برای این منظور ابتدا برشی به ابعاد ۲×۲ سانتیمتر از نمونه‌ی کیک تهیه و پارامترهای رنگی در سه تکرار از سه نقطه انتخابی مشخص شد. میانگین نتایج به عنوان پارامترهای رنگی گزارش گردید و تغییرات رنگ نمونه‌ها نسبت به نمونه شاهد با استفاده از معادله (۱) محاسبه شد (ربلاتو و همکاران ۲۰۱۸).

$$\Delta E = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2} \quad (۱)$$

ارزیابی کالری

کالری نمونه‌های کیک تهیه شده در هر تیمار با استفاده از مقادیر قند کل، چربی و پروتئین با استفاده از معادله (۲) تعیین گردید (سنگیز و گوکوگلو ۲۰۰۵).

کالری= قند کل(٪)×٤+ پروتئین(٪)×٤+ چربی(٪)×۹ (۲)

ارزیابی حسی

ارزیابی ویژگی‌های حسی نمونه‌های کیک شامل عطر و بو، طعم، رنگ، بافت و پذیرش کلی با استفاده از روش هدونیک ۵ با بکارگیری ۱۰ ارزیاب آموزش دیده صورت گرفت (ملگارد و همکاران ۱۹۹۹).

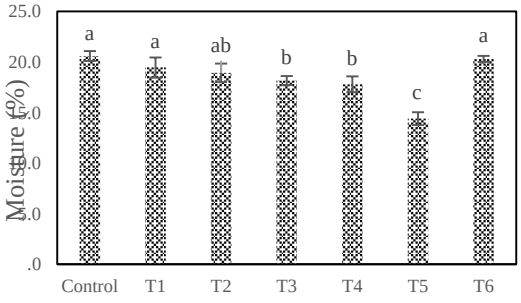
طرح آماری و روش آنالیز نتایج

تجزیه و تحلیل آماری در این پژوهش با استفاده از نرم افزار SPSS19 انجام شد. به منظور بررسی وجود اختلاف آماری معنی‌دار بین تیمارهای مختلف از آنالیز واریانس یک طرفه (ANOVA) و برای مقایسه میانگین داده‌ها از آزمون دانکن در سطح معنی‌داری ۵٪ استفاده شد.

نتایج و بحث

درصد رطوبت

نتایج حاصل از بررسی درصد رطوبت نمونه‌های کیک در شکل (۱) ارائه شده است.



شکل ۱- میانگین محتوای رطوبت نمونه‌های کیک

Figure 1. Average moisture content of cake samples

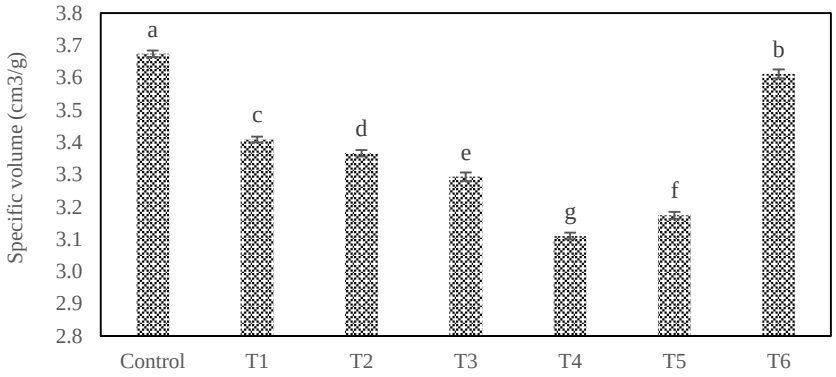
Different letters mean significant difference at P<0.05.

با توجه به نتایج جایگزینی آرد گندم با آرد کینوآ تاثیر معنی‌داری بر درصد رطوبت نمونه های کیک داشت (P<۰/۰۵)، در حالیکه جایگزینی شکر با ایزومالت تاثیر معنی‌داری بر این خصوصیت نداشت (P>۰/۰۵). با جایگزینی شکر با ایزومالت درصد رطوبت کیک تغییر قابل ملاحظه‌ای نداشته است. در حالی که با جایگزینی آرد گندم با آرد کینوآ در مقادیر جایگزینی بالا درصد رطوبت نمونه کیک کاهش یافته است. دلیل اصلی این روند را می‌توان به رطوبت کمتر آرد کینوآ نسبت به آرد گندم نسبت داد. کاهش رطوبت محصولات نانوایی با بکارگیری آرد کینوآ به دلیل رطوبت پایین تر آرد کینوآ نسبت به آرد گندم در تحقیقات قبلی گزارش شده است

(ترکات و همکاران ۲۰۱۶؛ ال- شهری ۲۰۱۶؛ ونگ و همکاران ۲۰۱۵).

حجم مخصوص

نتایج حاصل از بررسی اثر جایگزینی آرد گندم و شکر بر حجم مخصوص نمونه‌های کیک در تیمارهای مختلف در شکل (۲) نشان داده شده است. با توجه به نتایج آنالیز آماری، جایگزینی آرد گندم با آرد کینوآ و جایگزینی شکر با ایزومالت تاثیر معنی‌داری بر حجم مخصوص کیک حاصل از نمونه‌های کیک داشت ($P<0/05$). نتایج بیانگر کاهش حجم مخصوص نمونه‌های کیک با جایگزینی شکر با ایزومالت و آرد گندم با آرد کینوآ است. دلیل کاهش حجم مخصوص که با جایگزینی آرد گندم با آرد کینوآ می‌تواند کاهش میزان گلوتن در فرمولاسیون باشد که به طور مستقیم بر شکل گیری شبکه و به تله انداختن حباب هوا و در نهایت حجم مخصوص محصول نهایی مرتبط است (بلیدو و همکاران ۲۰۰۹). تحقیقات نشان داده است که حضور شکر در فرمولاسیون محصولات نانوایی باعث بالا رفتن دمای ژلاتینه شدن نشاسته شده که به طور مستقیم بر به تله افتادن حباب هوا و دی اکسید کربن و در نهایت حجم مخصوص محصولات نانوایی تاثیر گذار است. افزایش بکارگیری ایزومالت سبب کاهش حضور شکر در فرمولاسیون شده و در نتیجه اثر مثبت شکر بر افزایش حجم مخصوص کاهش می‌یابد (نورمحمدی و پیغمبردوست ۲۰۱۵).



شکل ۲- میانگین حجم مخصوص نمونه‌های کیک

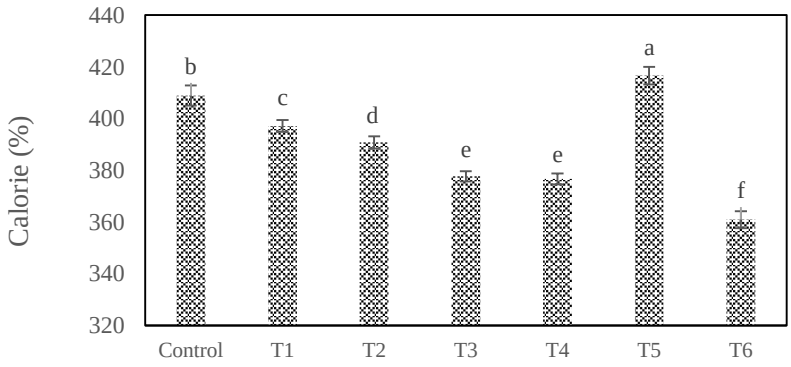
Figure 2. Average specific volume of cake samples

Different letters mean significant difference at P<0.05.

ارزیابی کالری کیک

ارزیابی میزان کالری نمونه های کیک حاصل از پودر کیک تولیدی با استفاده از نتایج بررسی میزان قند کل، پروتئین و چربی تعیین گردید. نتایج نشان داد جایگزینی آرد گندم با آرد کینوآ و جایگزینی شکر با ایزومالت تاثیر معنی‌داری بر درصد قند کل نمونه‌های کیک داشت ($P<0/05$). با جایگزینی آرد گندم با آرد کینوآ و شکر با ایزومالت درصد قند کل نمونه کیک کاهش یافته است کاهش قند کل در اثر بکارگیری آرد کینوآ می‌تواند در اثر تغییر ترکیبات موجود در فرمولاسیون باشد. همچنین با ارزیابی درصد پروتئین نمونه‌های کیک مشخص شد، جایگزینی آرد گندم با آرد کینوآ تاثیر معنی‌داری بر درصد پروتئین نمونه‌های کیک داشت ($P<0/05$)، در حالیکه جایگزینی شکر با ایزومالت تاثیر معنی‌داری بر درصد پروتئین نمونه‌های کیک نداشت ($P>0/05$). نتایج نشان می‌دهد که با جایگزینی آرد گندم با آرد کینوآ درصد پروتئین نمونه کیک افزایش یافته است. با جایگزینی شکر با ایزومالت درصد پروتئین تغییر معنی‌داری نداشته است. افزایش درصد پروتئین نمونه کیک در اثر بکارگیری آرد کینوآ به دلیل میزان پروتئین بالا در آرد دانه کینوآ (۱۹/۲۵٪) نسبت به آرد گندم (۸-۷/۵٪) است. ارزیابی درصد چربی نمونه‌های کیک

نشان داد جایگزینی آرد گندم با آرد کینوآ تاثیر معنی‌داری بر درصد چربی نمونه‌های کیک داشت (P<۰/۰۵)، در حالی که جایگزینی شکر با ایزومالت تاثیر معنی‌داری بر درصد چربی نمونه‌های کیک نداشت (P>۰/۰۵). افزایش درصد چربی نمونه کیک در اثر بکارگیری آرد کینوآ می‌تواند به میزان چربی آرد دانه کینوآ نسبت داده شود. نتایج حاصل از ارزیابی کالری کیک نمونه‌های کیک در شکل (۳) ارائه شده است. با توجه به نتایج آنالیز آماری، جایگزینی آرد گندم با آرد کینوآ و جایگزینی شکر با ایزومالت تاثیر معنی‌داری بر کالری کیک حاصل از نمونه‌های کیک داشت (P<۰/۰۵). افزایش کالری نمونه‌های کیک با جایگزینی آرد گندم با آرد کینوآ را می‌توان به کالری بالاتر آرد دانه کینوآ نسبت به آرد گندم نسبت داد. همچنین با جایگزینی شکر با ایزومالت کالری کیک کاهش یافته است. این کاهش را می‌توان به کاهش میزان شکر در فرمولاسیون کیک با بکارگیری ایزومالت نسبت داد. نتایج پژوهش صورت گرفته توسط سینگ و سوکرتی (۲۰۱۷) نشان داد، با جایگزینی آرد گندم با آرد کینوآ میزان کالری نمونه ها بیسکوئیت افزایش یافته است. در حالی که نورمحمدی و همکاران (۲۰۱۵)، کاهش کالری کیک اسفنجی را با جایگزینی نسبی ساکارز با مالتیتول و الیگوفروکتوز را گزارش نمودند.



شکل ۳- میانگین کالری نمونه‌های کیک

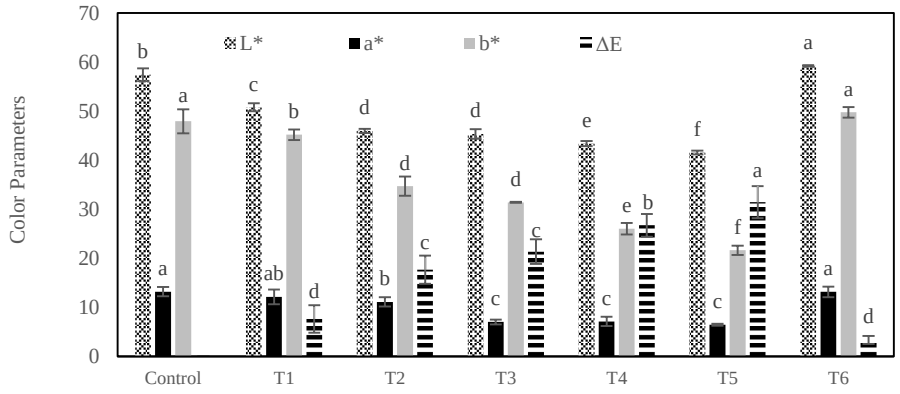
Figure 3- Average calories of cake samples

Different letters mean significant difference at P<0.05.

ارزیابی رنگ کیک

نتایج حاصل از ارزیابی پارامترهای رنگی نمونه‌های کیک حاصل از فرمولاسیون‌های مختلف کیک جهت تعیین اثر جایگزینی شکر با ایزومالت و آرد گندم با آرد کینوآ بر پارامترهای رنگی در شکل (٤) ارائه شده است.

با توجه به نتایج آنالیز آماری، جایگزینی آرد گندم با آرد کینوآ تاثیر معنی‌داری بر کلیه پارامترهای رنگی کیک داشت (P<۰/۰۵)، در حالیکه جایگزینی شکر با ایزومالت تاثیر معنی‌داری بر پارامتر روشنایی L^* کیک داشت (P<۰/۰۵) و پارامتر قرمزی a^* و زردی b^* تحت تاثیر جایگزینی شکر با ایزومالت قرار نگرفتند (P>۰/۰۵). دلیل اصلی تغییرات تیرگی بیشتر، قرمزی و زردی کمتر آرد کینوآ نسبت به آرد گندم است. مقایسه تغییرات رنگی (ΔE) تیمارهای T4 و T6 نشان می‌دهد که با جایگزینی آرد گندم با آرد کینوآ ΔE افزایش می‌یابد. در حالی که با مقایسه تیمار T4 و T5 می‌توان نتیجه گرفت که با جایگزینی شکر با ایزومالت ΔE کاهش می‌یابد که دلیل آن، افزایش پارامتر روشنایی L^* و عدم تغییر معنی‌دار پارامتر قرمزی a^* و زردی b^* کیک با جایگزینی شکر با ایزومالت مشخص شد.



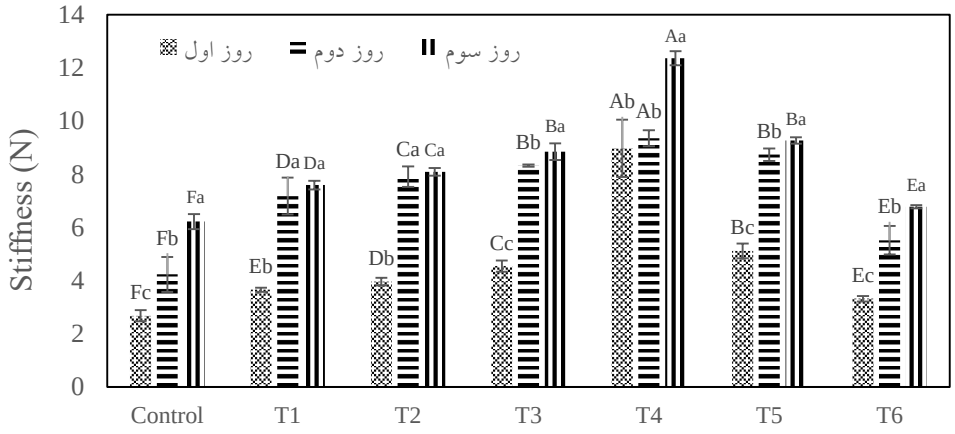
شکل ۴- پارامترهای رنگی و تغییر رنگ نمونه‌های کیک

Figure 4- Color parameters and color change of cake samples

Different letters in each treatment mean significant difference at P< 0.05.

بافت کیک

ارزیابی سفتی بافت در روزهای اول، دوم و سوم مورد بررسی قرار گرفت. نتایج ارزیابی سفتی بافت نمونه‌های کیک در طی مدت زمان ذخیره سازی در شکل (۵) ارائه شده است.



شکل ۵- اثر نوع تیمار و زمان ذخیره سازی بر سفتی بافت نمونه‌های کیک

Figure 5- Effect of treatment and storage time on the stiffness of cake samples

Different lowercase letters in each treatment mean significant difference at P< 0.05.
Different capital letters in each day mean significant difference at P< 0.05.

نتایج نشان می‌دهد نوع تیمار در کلیه روزهای مورد بررسی و مدت زمان ذخیره سازی در کلیه تیمارهای مورد بررسی اثر معنی‌داری بر سفتی بافت داشته است (P<۰/۰۵). بالاترین سفتی بافت در هر تیمار مربوط به روز سوم نگهداری است. مقایسه نتایج در هر روز نشان دهنده این مطلب است که در روز اول بیشترین سفتی بافت مربوط به نمونه تیمار T4 و کمترین سفتی بافت مربوط به تیمار شاهد T0 است. افزایش سفتی بافت در اثر بکارگیری ایزومالت و آرد کینوآ می‌تواند به دلیل کاهش حجم مخصوص و به تله افتادن حباب‌های هوا در اثر کاهش میزان گلوتن و کاهش تشکیل ساختار سه بعدی در کیک با کاهش میزان گلوتن باشد (بلیدو و همکاران ۲۰۰۹). جایگزینی شکر با ایزومالت سبب افزایش سفتی بافت شده است. افزایش سفتی بافت در اثر کاهش شکر را می‌توان به اثر مثبت حضور شکر در به تله افتادن حباب‌های هوا و روان و نرم شدن خمیر دانست

(نورمحمدی و پیغمبردوست ۲۰۱۵). افزایش سفتی بافت با بکارگیری آرد کینوآ و استفاده از شیرین کننده های جایگزین شکر در محصولات پخت در تحقیقات متعددی گزارش شده است (مارتینز و همکاران ۲۰۱٤؛ نورمحمدی و پیغمبردوست ۲۰۱۵؛ ترکات و همکاران ۲۰۱٦).

ویژگی‌های حسی

نتایج ارزیابی حسی نمونه‌های کیک حاصل از تیمارهای مختلف مورد بررسی در جدول (۳) ارائه شده است. با توجه به نتایج آنالیز آماری نوع تیمار اثر معنی‌داری بر هر یک از ویژگی‌های حسی داشته است (P<۰/۰۵). با افزایش درصد جایگزینی آرد گندم با آرد کینوآ امتیاز حسی عطر و طعم کاهش یافته است. به طوری که کمترین امتیاز حسی عطر و طعم به نمونه تیمار T4 تعلق دارد. نتایج نشان داد که جایگزینی شکر با ایزومالت اثر معنی‌داری بر ویژگی‌ها طعم و عطر نمونه‌های کیک نداشته است. بیشترین امتیاز رنگ به نمونه تیمار T6 تعلق دارد. با جایگزینی شکر با ایزومالت امتیاز حسی رنگ نمونه‌های کیک بهبود و با جایگزینی آرد گندم با آرد کینوآ امتیاز حسی رنگ کاهش یافت. همچنین با افزایش درصد آرد کینوآ و ایزومالت امتیاز حسی بافت نمونه‌های کیک کاهش یافت. نتایج نشان دهنده کاهش امتیاز حسی پذیرش کلی با جایگزینی آرد کینوآ و ایزومالت در فرمولاسیون کیک بود. اثر معنی‌دار بکارگیری آرد کینوآ و شیرین کننده‌های جایگزین شکر در فرمولاسیون بر ویژگی‌های حسی محصولات پخت شامل کوکی برنج بدون گلوتن، کیک، بیسکوئیت و نان در تحقیقات متعددی نشان داده شده است (آل شهری ۲۰۱٦؛ کودینا و همکاران ۲۰۱۷؛ کائر و کائر ۲۰۱۷؛ پاوکین و همکاران ۲۰۱۵).

جدول ۳- ویژگی‌های حسی نمونه‌های کیک

Table 3- Sensory characteristics of cake samples

Treatment	Score ± Standard deviation				
	Taste	Smell	Color	Texture	Acceptance
Control	3.91±0.32^{a}	4.44±0.19^{a}	4.09±0.22^{b}	4.60±0.16^{a}	4.18±0.13^{a}
T1	3.71±0.23^{b}	4.10±0.14^{b}	3.75±0.28^{c}	4.34±0.21^{b}	3.91±0.12^{b}
T2	3.52±0.26^{c}	3.51±0.33^{c}	3.43±0.26^{d}	3.27±0.24^{c}	3.32±0.26^{d}
T3	3.11±0.08^{d}	2.61±0.15^{d}	3.24±0.17^{e}	3.26±0.23^{c}	3.04±0.09^{e}
T4	2.99±0.20^{e}	2.48±0.16^{e}	3.17±0.09^{e}	2.46±0.21^{d}	2.72±0.12^{f}
T5	2.92±0.20^{e}	2.46±0.23^{e}	3.03±0.37^{f}	2.57±0.2^{d}	2.71±0.16^{f}
T6	4.00±0.36^{a}	4.41±0.31^{a}	4.42±0.25^{a}	4.44±0.23^{b}	3.78±0.16^{c}

Different letters in each characteristic mean significant difference at P< 0.05.

نتیجه گیری

در این تحقیق آرد دانه کینوآ و ایزومالت به ترتیب جایگزین آرد گندم و شکر در فرمولاسیون کیک شد. نتایج حاصل از بررسی ویژگی‌های کیک نشان داد جایگزینی آرد گندم با آرد کینوآ سبب افت ویژگی‌های فیزیکی‌شیمیایی و بهبود ویژگی‌های تغذیه‌ای (شامل افزایش درصد پروتئین، فیبر و چربی) گردیده است. همچنین جایگزینی شکر با ایزومالت سبب افت میزان کالری و بهبود رنگ نمونه‌های کیک شد. با توجه به ارزیابی بافت نمونه‌های کیک با افزایش درصد جایگزینی آرد کینوآ ویژگی‌های بافتی افت کرد. همچنین جایگزینی آرد کینوآ و ایزومالت در فرمولاسیون کیک سبب کاهش امتیازات حسی شامل طعم و مزه، عطر و بو، رنگ، بافت و پذیرش کلی گردید. با بررسی ویژگی‌های حسی می‌توان نتیجه گرفت که ویژگی‌های رنگ و بافت نمونه‌های کیک تاثیر بسزایی در پذیرش کلی نمونه‌های کیک داشته‌اند. لذا با توجه به ارزیابی ویژگی‌های فیزیکی‌شیمیایی، تغذیه‌ای و حسی نمونه‌های کیک تیمار

۱ با ۲۵ درصد جایگزینی شکر و آرد گندم با ایزومالت و
آرد کینوآ به عنوان تیمار بهینه پیشنهاد می‌شود.

منابع مورد استفاده

Aghamirzaei M, Heydari-Dalfard A, Karami F, and Fathi, M, 2013. Pseudo-cereals as a functional ingredient: effects on bread nutritional and physiological properties-Review. International Journal of Agriculture and Crop Sciences 5(14): 1574-1585.

Al Shehry, G A, 2016. Use of Corn and Quinoa Flour to Produce Bakery Products for Celiac disease. Advances in Environmental Biology10(12): 237-244 .

Bellido G, Scanlon M G, and Page J H, 2009. Measurement of dough specific volume in chemically leavened dough systems. Journal of Cereal Science 49(2): 212-218 .

Cengiz E, and Gokoglu N, 2005. Changes in energy and cholesterol contents of frankfurter-type sausages with fat reduction and fat replacer addition. Food chemistry 91(3): 443-447 .

Codina G G, Franciuc S G, and Todosi-Sanduleac E, 2017. Studies on the influence of quinoa flour addition on bread quality. Food and Environment Safety Journal 15(2):115-121.

Hao Y, Wang F, Huang W, Tang X, Zou Q, Li Z, and Ogawa A, 2016. Sucrose substitution by polyols in sponge cake and their effects on the foaming and thermal properties of egg protein. Food hydrocolloids 57: 153-159 .

Hussein A M, Hegazy N A, Kamil M M, and Mohamed, O S, 2016. Utilization of Yoghurt and Sucralose to Produce Low-calorie Cakes. American Journal of Food Technology 11: 108-114 .

Kaur S, and Kaur N, 2017. Development and sensory evaluation of gluten free bakery products using quinoa (Chenopodium Quinoa) flour. Journal of Applied and Natural Science 9(4): 2449-2455 .

Livesey G, 2003. Health potential of polyols as sugar replacers, with emphasis on low glycaemic properties. Nutrition Research Reviews, 16(2): 163-191 .

Marshall R T, Goff H D, and Hartel R W, 2012. Ice cream: Springer.

Martínez-Cervera S, Salvador A, and Sanz T, 2014. Comparison of different polyols as total sucrose replacers in muffins: Thermal, rheological, texture and acceptability properties. Food Hydrocolloids 35: 1-8 .

Meilgaard M C, Carr B T, and Civille G V, 1999. Sensory evaluation techniques: CRC press.

Nabors, L. (2016). Alternative sweeteners: CRC Press.

Nourmohammadi E, and Peighambardoust S H, 2015. A comprehensive study on the effect of maltitol and oligofructose as alternative sweeteners in sponge cakes. International journal of food engineering 11(4): 557-562 .

Nwanekezi E, 2013. Composite flours for baked products and possible challenges–A review. Nigerian Food Journal 31(2): 8-17 .

Pareyt B, and Delcour J A, 2008. The role of wheat flour constituents, sugar, and fat in low moisture cereal based products: a review on sugar-snap cookies. Critical reviews in food science and nutrition 48(9): 824-839 .

Păucean, A., Man, S., Muste, S., and Pop, A. 2015. Effect of quinoa flour addition on quality characteristics of rice gluten-free cookies. Journal of Agroalimentary Processes and Technologies 21(4): 371-378 .

Pourmohammadi, K., Najafi, M., Majzoobi, M., Koocheki, A., & Farahnaki, A. (2017). Evaluation of dough rheology and quality of suger-free biscuits: isomalt, maltodextrin, and stevia. Carpathian Journal of Food Science & Technology, 9(4), 119-130.

Pourfarzad A, Khodaparast M H H, Karimi M, Mortazavi S A, Davoodi M G, Sourki A H, Hossein, S, 2011. Effect of polyols on shelf-life and quality of flat bread fortified with soy flour. Journal of Food Process Engineering 34(5): 1435-1448 .

Psimouli V and Oreopoulou V, 2012. The effect of alternative sweeteners on batter rheology and cake properties. Journal of the Science of Food and Agriculture 92(1): 99-105.

Rebellato A P, Klein B, Wagner R, and Pallone J A L, 2018. Fortification of whole wheat flour with different iron compounds: effect on quality parameters and stability. Journal of food science and technology 55(9): 3575-3583 .

Sukeerthi S, and Singh J K, 2017. Formulation and nutritional analysis of biscuits made from quinoa, flax seed and brown rice. International Journal of Food Science and Nutrition 2(2): 27-30 .

Turkut G M, Cakmak H, Kumcuoglu S, and Tavman S, 2016. Effect of quinoa flour on gluten-free bread batter rheology and bread quality. Journal of Cereal Science 69: 174-181 .

Wang S, Opassathavorn A and Zhu F, 2015. Influence of Quinoa Flour on Quality Characteristics of Cookie, Bread and C hinese Steamed Bread. Journal of texture studies 46(4): 281-292.

Wilderjans E, Luyts A, Brijs K and Delcour J A, 2013. Ingredient functionality in batter type cake making. Trends in Food Science & Technology 30(1): 6-15 .

Journal of Food Research, 2022,32(1):1-12
https://foodresearch.tabrizu.ac.ir

© 2009 Copyright by Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran
This is an open access article under the CC BY NC license (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/2.0/)

DOI: 10.22034/FR.2021.34996.1687

Production of functional cake powder using quinoa flour and isomalt

A Abazari[1] and M Salehifar[2*]

Received: August 2, 2019 Accepted: April 27, 2021
[1]Master of Food Technology Engineering, Faculty of Agriculture, Department of Food Science and Engineering, Islamic Azad University, Ghods, Tehran, Iran
[2]Associate Professor, Department of Food Science and Engineering, Faculty of Agriculture, Islamic Azad University, Ghods, Tehran, Iran
[*]Corresponding author: Email: salehifarmania@yahoo.com

Introduction: Cake powder is a semi-ready product consisting of wheat flour, sugar, baking powder and other additives. In this product, the ingredients are mixed to each other and the consumer must mix it with the water or milk, egg, butter or vegetable oil (solid or liquid) according to the manufacturer's instructions. The cake powder is considered a special product for people because of its ease to use for cake making. The cake produced from this powder is classified as a bakery product. One way to increase the nutritional characteristics of bakery products is the partial or complete replacement of wheat flour with other cereal flour with high functional characteristics. Among the various grain flours, wheat flour is unique to produce bakery products, mainly due to its gluten protein. Although the other cereals contain protein groups similar to gluten, their gas holding capacity is low. Since cakes are made from weak wheat flour, cake batter does not need to hold gas, so it is possible to use the flours of other cereals in its production. The seeds of quinoa plant are very digestible and a source of protein, fiber, copper, iron, phosphorus, magnesium, manganese, folate, thiamine, all kinds of vitamins and omega-3. The unusual combination of protein, oil, fat, minerals, fatty acids, antioxidants, and vitamins in quinoa has made it a nutritious food. It is also free of gluten and is recommended for people who use gluten-free diets. Depending on cake type, these products contain 10-40% sugar. Considering the health effects of cakes, by reducing its calories, it can be used by all people, even those who are under certain dietary and therapeutic conditions. Foods rich in sugar are a known risk factor for obesity, diabetes, and cardiovascular disease. Isomalt is the only sweetener that is derived from sucrose and consists of two glucopyranosyl sorbitol and glucopyranosyl mannitol isomers. Isomalt has a sweet taste without flavors and promotes the transfer of flavor in foods.
Material and methods: In this study, sugar and wheat flour substituted with isomalt and quinoa flour in cake powder formulation at four levels (25, 50, 75, and 100%). the effect of sugar and wheat flour replacement with isomalt and quinoa seed flour on the chemical, nutritional, and sensory properties of the prepared cakes from the cake powders were investigated.
Results and discussion: The results showed that the replacement of wheat flour with quinoa flour caused a decrease in the moisture content, specific volume, total sugar content, lightness parameter (L*), redness parameter (a*) and yellowness parameter (b*) of cake and increased protein, fat percentage and calorie of the cake samples. While replacing sugar with isomalt reduced the specific volume, total sugar and calorie, and increased the lightness parameter (L*). The evaluation of texture

of cake samples showed that the treatments in all days (first, second and third day after baking) and storage time in all treatments had a significant effect on the stiffness of the cakes. The type of treatment had a significant effect on each of the sensory characteristics including taste, smell, color, texture, and overall acceptance. Therefore, the replacement of quinoa and isomalt flour in cake formulation reduced the sensory scores, including flavor, aroma, smell, color, texture, and overall acceptance. The reason for the change in physical properties of the cakes with partial replacement of wheat flour with quinoa flour can be the reduction of gluten content in the formulation, which directly affects the formation of the network and the trapping of the air bubble and eventually the physical properties of the final product. The presence of sugar in the formulation of bakery products has led to an increase in starch gelatinization temperature, which directly affects the trapping of air bubbles and carbon dioxide and eventually the final properties of bakery products. Increasing the use of isomalt decreases the presence of sugar in the formulation, resulting in a decrease in the positive effect of sugar on the final properties of the cakes. In addition, increasing the protein and fat content of cake samples by using the quinoa flour was due to the high protein and fat content of quinoa seed flour (19.25%) compared to wheat flour (7-8.5%).

Conclusion: By considering all properties of the cake samples, it can be concluded that the color and texture of the cake samples have a significant effect on the overall acceptance of the cake samples. Therefore, according to the results of this study, 25% replacement of wheat flour with quinoa flour and 25% replacement of sugar with isomalt (T1 treatment) were determined as optimal treatment.

Keywords: Quinoa seed flour, Isomalt, Functional cake powder, Physicochemical properties, Sensory properties