(مقاله پژوهشی)

بررسی خصوصیات کیفی کیک روغنی با چربی و قند کاهش یافته با استفاده از صمغ چرخک، فیبر بامبو و سوکرالوز

هنگامه تجلی تهرانی[۱]، علیرضا فرجی[۲]*، سید علی مشعشعی[۳]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد علوم وصنایع غذایی ، واحد علوم دارویی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

۲- استادیار، گروه علوم وصنایع غذایی، واحد علوم دارویی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

۳- مدرس، دانشگاه علمی کاربردی ثمین نان سحر، تهران، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۵/۱۴ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۱۲/۱۹

چکیده

هدف از این پژوهش، بررسی خصوصیات کیفی کیک روغنی با چربی و قند کاهش‌یافته با استفاده از صمغ چرخک، فیبر بامبو و سوکرالوز بود. برای این منظور، فیبر بامبو (در سطوح صفر، ۱،۱/۵ و ۳ درصد وزنی ـ وزنی آرد)، صمغ چرخک (در سطوح صفر، ۰/۸، ۱ و ۱/۵ درصد وزنی- وزنی آرد) و سوکرالوز (۰/۴۱۶ درصد وزنی ـ وزنی آرد) در نمونه‌های کیک مورد استفاده قرار گرفت و آزمون‌های فیزیکوشیمیایی، حجم سنجی، بافت‌سنجی (اینسترون)، رنگ‌سنجی، ارزیابی حسی (ارگانولپتیکی) و اندازه‌گیری کالری کل بر روی نمونه‌ها انجام پذیرفت. نتایج نشان داد که بالاترین میزان ویسکوزیته خمیر، میزان pH، فعالیت آبی (aw) و پروتئین کیک در تیمار محتوی ۳٪ فیبر بامبو، ۱/۵٪ صمغ چرخک و ۴۱۶٪ سوکرالوز (T7) و پائین‌ترین میزان ویسکوزیته خمیر، پروتئین و aw در نمونه کنترل مشاهده شد. میزان قند و چربی نمونه کنترل به طور معنی‌داری بالاتر از تیمارهای دیگر بود. حجم مخصوص نمونه کنترل و پس از آن تیمار T7 به طور معنی‌داری بالاتر از نمونه‌های دیگر بود. رطوبت نمونه T7 در تمامی بازه‌های زمانی به طور معنی‌داری بالاتر از دیگر تیمارها بود و پائین‌ترین میزان رطوبت متلعق به نمونه کنترل بود. پائین‌ترین میزان کالری کل در تیمار T7 مشاهده شد. نتایج حاصل از رنگ‌سنجی نمونه ها نشان داد که مولفه رنگی L* تمامی نمونه‌ها بطور معنی‌داری بیشتر از نمونه کنترل بود. مولفه رنگی b* تمامی تیمارها به استثنای تیمار محتوی ۳٪ فیبر بامبو، ۰٪ صمغ چرخک و ۴۱۶٪ سوکرالوز (T1) به طور معنی‌داری بیشتر از نمونه کنترل بود. میزان نیرو بر حسب نیوتن برای تیمار T1، در تمامی بازه های زمانی به طور معنی‌داری بالاتر از دیگر تیمارها بود. بالاترین امتیاز حسی متعلق به نمونه کنترل و سپس تیمار T7 بود و تیمار مذکور به عنوان تیمار برتر انتخاب شد. به طور کلی نتایج این پژوهش نشان داد که می‌توان با افزودن ۳٪ فیبر بامبو، ۱/۵٪ صمغ چرخک و ۴۱۶٪ سوکرالوز به فرمولاسیون کیک روغنی، محصولی با ویژگی‌های کیفی مطلوب و مورد پسند مصرف‌کنندگان تولید کرد.

واژه‌های کلیدی: کیک روغنی، صمغ چرخک، فیبر بامبو، سوکرالوز.

*مسؤول مکاتبات: alireza_ch57@yahoo.com

۱- مقدمه

کیک نوعی شیرینی با بافت و نرمی ویژه‌ای است که در بین اقشار مختلف جامعه از محبوبیت بالایی برخوردار است (۴). اجزاء اصلی تشکیل دهنده فرمولاسیون انواع کیک‌ها شامل آرد، روغن، شکر و تخم‌مرغ است که بر حسب روش تولید به انواع مختلفی از جمله کیک پوند[1]، کیک موفین[2]، آنژل[3]، اسفنجی[4]، چیفن[5]، لایه‌ای[6] و روغنی تقسیم‌بندی می‌شود. کیک روغنی به کیکی گفته می‌شود که میزان روغن افزوده شده (کره، مارگارین و یا چربی) حداقل ۱۰ درصد وزن محصول باشد و برای ورآمدن خمیر به یک ماده شیمیایی نظیر پودر نانوایی یا جوش شیرین نیاز داشته باشند (۵). امروزه به منظور کاهش انرژی دریافتی و اثرات زیان‌بار ناشی از مصرف روغن‌ها در سلامت انسان، جایگزین‌های چربی اهمیّت ویژه‌ای یافته‌اند. جایگزین‌های چربی شامل جایگزین‌های بر پایه پروتئین، بر پایه چربی و بر پایه کربوهیدرات می‌باشند که ترکیباتی نظیر صمغ‌ها، فیبرها و نشاسته‌ها در گروه سوم این جایگزین‌ها قرار دارند (۴۰).گیاه چرخک با نام علمی *Launaeca acanthodes* که با نام‌های ملک ازرق، چرخان و چرخه نیز شناخته می‌شود،گیاهی است که در مناطق نسبتاً کم‌آب نظیر مناطق مرکزی (کویری) ایران می‌روید. صمغ استخراج شده از این گیاه حاوی قندهای مختلف شامل گالاکتوز، رامنوز، آرابینوز و باقی‌مانده‌های اسید گالاکتورونیک بوده و ترکیب اصلی در زنجیره این پلی‌ساکارید، آرابینوگالاکتان است که می‌تواند به عنوان جایگزین چربی در محصولات مختلف از جمله کیک روغنی به منظور تولید فرآورده با چربی کاهش یافته استفاده شود (۸). یکی دیگر از اجزای اصلی فرمولاسیون کیک، شیرین‌کننده یا همان ساکاروز است که مصرف آن ارتباط مستقیمی با بیماری‌های قلبی- عروقی، چاقی، دیابت و سایر اختلالات متابولیکی دارد. شیرین‌کننده‌های غیرمغذی و مصنوعی مانند سوکرالوز، انتخاب‌های مناسبی برای بیماران دیابتی هستند تا دریافت قند آن‌ها بیش‌تر از مقدار مجاز نشود (۹). سوکرالوز تنها شیرین‌کننده‌ای است که از ساکاروز واقعی به دست می‌آید و از سال ۱۹۹۸ مورد تأیید قرار گرفته است. این ماده حدود ۶۰۰ بار از ساکاروز شیرین‌تر است. طعم منحصر به فرد سوکرالوز که کاملاً شبیه ساکاروز است و مقاومت عالی آن به آنزیم‌های گوارشی، موجب برتری این شیرین کننده نسبت به سایر شیرین‌کننده‌ها برای جایگزینی ساکاروز در انواع غذاها و نوشیدنی‌ها شده است (۲۴). از سوی دیگر در طی سال‌های اخیر، مصرف‌کنندگان به سمت محصولات غذایی دارای ویژگی‌های سلامتی‌بخش یا همان مواد غذایی عملگرا[7] سوق پیدا کرده‌اند. غذاهای عملگرا غذاهایی هستند که علاوه بر ویژگی‌های معمول تغذیه‌ای، دارای ترکیبات یا اجزایی هستند که سلامت فرد را ارتقا داده و خطر ابتلا به برخی بیماری‌ها را کاهش می‌دهند (۳۱). تولید مواد غذایی عملگرا با تغییر در ساختار اجزای فرآورده‌های غذایی از طریق افزودن ترکیبات سلامتی‌بخش مانند فیبرها صورت می‌گیرد (۳۷). فیبرها بخش خوراکی گیاهان و یا کربوهیدرات‌های مشابه می‌باشند که به هضم و جذب در روده کوچک مقاوم هستند. مصرف مقدار کافی از فیبرهای رژیمی خطر پیشرفت بیماری های قلبی عروقی، سکته، دیابت، چاقی و برخی اختلالات معده ـ روده‌ای را کاهش می‌دهد. دپارتمان بهداشت و خدمات انسانی آمریکا در سال ۱۹۹۱، مقار فیبر خوراکی ۳۰-۲۰ گرم در روز را برای بزرگسالان توصیه کرده است. با توجه به اینکه مصرف فیبر در رژیم روزانه معمولاً کمتر از مقدار توصیه شده بین‌المللی است، غنی‌سازی مواد غذایی از جمله کیک با منابع مختلف فیبر می‌تواند نقش مهمی در دستیابی به مزایای سلامت بخشی آن داشته باشد (۲). ساقه گیاه بامبو با نام علمی *Bmbusa Vulgaria* یک منبع سرشار از فیبر می باشد.

[1] - Pound cake
[2] - Muffin cake
[3] - Angle cake
[4] - Sponge cake
[5] - Chiffon cake
[6] - Layer cake

7- Functional

بامبو گیاهی است چند ساله از تیره گندمیان و در زبان فارسی به نی خیزران شهرت دارد. بامبو معمولاً به رنگ‌های مختلفی مانند سبز، مشکی، متمایل به قهوه‌ای، عنابی، و زرد مایل به کرم دیده می‌شود. در حال حاضر بهترین نوع بامبو در ژاپن، چین و هند و بطور کلی کشورهای شرق آسیا روئیده و کشت می‌شود. در ایران نیز مناطق شمالی کشور، رویشگاه مناسبی برای این گیاه ارزشمند می‌باشند. به نظر می‌رسد می‌توان از بامبو به منظور تولید محصولات عملگرا بهره برد، با این وجود تا کنون در این زمینه پژوهشی صورت نگرفته است (۱۱). مسعودی و همکاران (۲۰۰۲) در مطالعه‌ای از سطوح ۵، ۱۰ و ۱۵ درصد تفاله سیب به عنوان یک منبع فیبر رژیمی در فرمولاسیون کیک استفاده کردند. نتایج نشان داد با افزایش میزان فیبر، ویسکوزیته خمیر افزایش یافت. علاوه بر این، با افزایش درصد فیبر از pH خمیر و حجم کیک نیز کاسته شد (۳۳). لبسی[1] و همکاران (۲۰۱۱) اثر افزودن فیبرهای مغذی را بر ویژگی‌های مختلف کیک مورد بررسی قرار دادند و مشاهده کردند که افزودن فیبرهای مغذی به کیک باعث تولید کیک‌هایی با حجم بیشتر و بافت نرمتر نسبت به نمونه کنترل می‌شود (۲۹). قندهاری یزدی و همکاران (۱۳۹۲) گزارش کردند که جایگزینی شکر توسط مخلوط سوکرالوز- مالتودکسترین در فرمولاسیون شیرینی سنتی قطاب باعث کاهش میزان سختی، اندیس قهوه‌ای شدن و میزان کالری آن نسبت به نمونه کنترل شد (۹). با توجه به این که تا کنون مطالعه‌ای در زمینه تولید کیک کم کالری با استفاده از مجموعه جایگزین‌کننده‌ها شامل فیبر گیاه بامبو، صمغ چرخک که یک صمغ بومی ایران می‌باشد و شیرین‌کننده غیر مغذی سوکرالوز انجام نشده است، هدف از پژوهش حاضر بررسی تولید کیک کم کالری با استفاده از صمغ چرخک، فیبر بامبو و سوکرالوز بود.

۲-مواد و روش ها

۲-۱- مواد

صمغ چرخک از (بازارهای محلی،ایران)، فیبر بامبو (رنگ زرد مایل به کرم) و سوکرالوز (شرکتChinafooding، چین)، شکر (کارخانه قند کرج، ایران)، آرد گندم (شرکت خزر خوشه آرد اتحاد، ایران)، تخم مرغ (شرکت تلاونگ، ایران)، روغن (لادن، ایران)، پودر نانوایی (شرکت ثمین نان سحر، ایران) و کیله مواد شیمیایی مورد استفاده در این تحقیق از نمایندگی شرکت مرک آلمان تهیه گردید.

۲-۲ - نحوه آماده سازی تیمارها

فرمولاسیون خمیر نمونه کیک روغنی کنترل شامل آرد گندم، شکر (۵۰ درصد) ، تخم‌مرغ (۶۰ درصد) ، روغن (۵۰ درصد)، بیکینگ پودر (۳ درصد)، وانیل (۰/۵ درصد) و آب (۳۳ درصد) بود. ابتدا تمام مواد اولیه با استفاده از ترازوی دقیق دیجیتال (AND GF-300, Japan) با دقت ۰/۰۰۱ گرم توزین شدند و سپس شکر و تخم‌مرغ در داخل مخزن همزن (CLA Tronic, Germany) مخلوط شدند. بعد از آن، روغن و بیکینگ پودر به مخزن همزن اضافه و به مدت ۲ دقیقه با دور تند هم زده شدند. در مرحله آخر، پس از افزودن آب، آرد برنج مخلوط شده با وانیل به صورت تدریجی به کرم حاصله، افزوده شد و به مدت یک دقیقه عمل هم زدن ادامه یافت. در ادامه با استفاده از یک قیف پارچه‌ای، خمیر حاصله در قالب‌های کیک فنجانی ریخته شد و فرآیند پخت به مدت ۲۰ دقیقه در داخل فر برقی (Miwe Back Combi, Germany) با دمای ۱۸۰ درجه سانتی‌گراد صورت پذیرفت. پس از پخت، نمونه‌ها در دمای محیط خنک شده و سپس در کیسه‌های پلی اتیلنی بسته‌بندی شدند. تولید سایر تیمارها نیز با روش یکسانی صورت گرفت با این تفاوت که، بر حسب طرح آزمایش (جدول ۱)، نیمی از روغن و شکر کاسته شد و درصدهای مختلفی از پودر فیبر بامبو و صمغ چرخک و مقدار ثابتی از سوکرالوز (با شیرینی معادل نیمی از سکاروز مصرفی) به فرمولاسیون نمونه‌ها افزوده شد.

1 -Lebesi

جدول ۱- فرمولاسیون های مختلف کیک

تیمار	آرد (گرم)	روغن (گرم)	شکر (گرم)	تخم‌مرغ (گرم)	آب (گرم)	فیبر بامبو (گرم)	صمغ چرخک (گرم)	سوکرالوز* (گرم)
کنترل	۱۰۰۰	۵۰۰	۵۰۰	۶۰۰	۳۳۰	–	–	–
T1	۱۰۰۰	۲۵۰	۲۵۰	۶۰۰	۳۳۰	۳۰	–	۰/۴۱۶
T2	۱۰۰۰	۲۵۰	۲۵۰	۶۰۰	۳۳۰	–	۱۵	۰/۴۱۶
T3	۱۰۰۰	۲۵۰	۲۵۰	۶۰۰	۳۳۰	۲۰	–	۰/۴۱۶
T4	۱۰۰۰	۲۵۰	۲۵۰	۶۰۰	۳۳۰	–	۱۰	۰/۴۱۶
T5	۱۰۰۰	۲۵۰	۲۵۰	۶۰۰	۳۳۰	۱۵	۸	۰/۴۱۶
T6	۱۰۰۰	۲۵۰	۲۵۰	۶۰۰	۳۳۰	۲۰	۱۰	۰/۴۱۶
T7	۱۰۰۰	۲۵۰	۲۵۰	۶۰۰	۳۳۰	۳۰	۱۵	۰/۴۱۶

* با در نظر گرفتن شیرینی ۶۰۰ برابری سوکرالوز نسبت به ساکاروز، نیمی از شکر مصرفی (۲۵۰ گرم) با ۰/۴۱۶ گرم سوکرالوز جایگزین شد.

۲-۳- آزمون های فیزیکوشیمیایی

۲-۳-۱- اندازه‌گیری ویسکوزیته خمیر

ویسکوزیته خمیر با استفاده از ویسکومتر چرخشی بروکفیلد (Brookfield, model RVDV- II+ pro, USA) در سرعت ۲۰ دور در دقیقه و در دمای اتاق محاسبه شده و بر حسب سانتی پوآز گزارش گردید (۲۷).

۲-۳-۲- اندازه‌گیری ترکیبات کیک

میزان قند، چربی، رطوبت و pH نمونه های کیک بر اساس استاندارد ملی ایران به شماره ۲۵۵۳ اندازه‌گیری شد (۳).

۲-۳-۳ - اندازه‌گیری حجم مخصوص

در این مورد، از روش جایگزینی حجم با دانه کلزا مطابق با استاندارد **AACC،2000** شماره ۱۰-۷۲ استفاده شد (۱۶).

۲-۳-۴- اندازه‌گیری فعالیت آبی (**aw**) کیک

فعالیت آبی نمونه‌ها با استفاده از دستگاه اندازه‌گیری فعالیت آبی دیجیتال (Novasina ms1-aw, Axair Ltd, Switzerland) اندازه‌گیری گردید. بدین منظور، بعد از کالیبره کردن دستگاه با نمک‌های مخصوص با aw مشخص، نمونه‌هایی از مغز کیک در سل دستگاه قرار داده و فعالیت آبی آن پس از ثابت شدن در دمای ۲۵ درجه سلسیوس قرائت شد (۱۳).

۲-۳-۵-اندازه‌گیری کالری کل نمونه‌های کیک

کالری کل نمونه‌های کیک با استفاده از روش تجمیع کالری و بر اساس رابطه (۱) محاسبه شد (۱۷).

کالری = (کربوهیدرات + پروتئین) × 4 + چربی × ۹

۲-۳-۶- تعیین رنگ نمونه‌های کیک

رنگ پوسته و مغز کیک به وسیله دستگاه هانتر لب (ColorFlex, HunterLab Reston, USA) در دمای محیط اندازه‌گیری شد. در این دستگاه سه فاکتور تعیین رنگ مشخص گردید. فاکتور L شاخص سفیدی و تیرگی، فاکتور a شاخص قرمز بودن و فاکتور b شاخص زردی محصول است (۲۶).

۲-۳-۷- سنجش بیاتی نمونه‌های کیک

برای ارزیابی بیاتی کیک در روزهای اول، هفتم و چهاردهم از دستگاه سنجش بافت (Instron, Model 5942, USA) استفاده گردید. بدین منظور، نیروی لازم توسط یک پروب استوانه‌ای با سرعت ۶۰ میلی متر در دقیقه و عمق نفوذ ۲۵

میلی‌متر به داخل نمونه‌های کیک محاسبه گردید. پارامتر اندازه‌گیری شده در این آزمون، سفتی مغز کیک بود (۳۲).

۲-۳-۸- ارزیابی حسی کیک تولید شده

ارزیابی حسی برای صفات طعم، بافت و رنگ ظاهری توسط ۳۰ نفر ارزیاب آموزش‌دیده و با استفاده از تست هدونیک ۶ نقطه‌ای انجام گرفت. نمره صفر برای کیفیت غیر قابل قبول، ۱ برای کیفیت رضایت بخش نیست، ۲ برای کیفیت نسبتاً رضایت بخش، ۳ برای کیفیت رضایت بخش، ۴ برای کیفیت خوب و ۵ برای کیفیت عالی در نظر گرفته شد (۱۸).

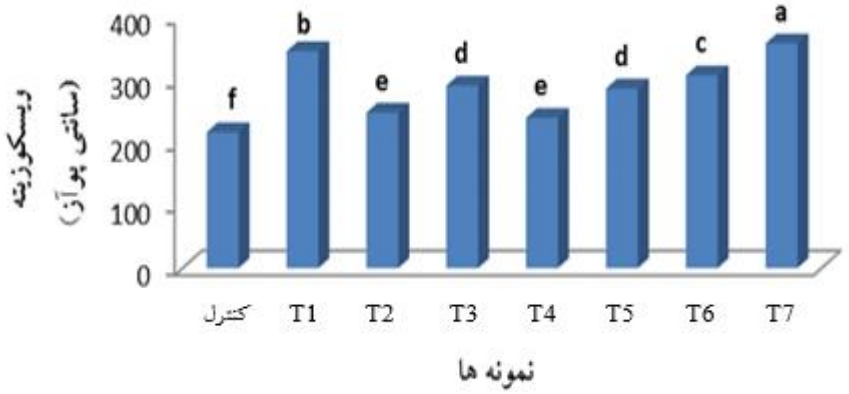
۲-۳-۹- تجزیه و تحلیل آماری

طرح آماری از نوع کاملاً تصادفی بود. کلیه آزمون‌ها در۳ تکرار انجام شده و مقایسه میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح اطمینان ۹۵٪ به وسیله نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۹ صورت گرفت. همچنین، رسم نمودارها به کمک نرم افزار Excel انجام شد.

۳-نتایج و بحث

۳-۱ - ویسکوزیته خمیر

نتایج حاصل از اندازه‌گیری ویسکوزیته خمیر های محتوی مقادیر مختلف صمغ چرخک، فیبر بامبو و سوکرالوز در شکل ۱ نشان داده شده است که بر اساس آن، ویسکوزیته خمیر تیمار T7 و پس از آن خمیر T1 به طور معنی داری بالاتر از نمونه های دیگر بود و پایین ترین میزان ویسکوزیته در خمیر نمونه کنترل مشاهده شد. به طور کلی، می‌توان بیان نمود که حضور فیبر بامبو یا صمغ چرخک در فرمولاسیون، افزایش ویسکوزیته خمیر را موجب شد، به طوری که نمونه حاوی بالاترین مقادیر فیبر و صمغ (تیمار T7) دارای بالاترین و نمونه فاقد آنها (نمونه کنترل)، دارای کمترین میزان ویسکوزیته بودند. محققان طی مطالعات خود در زمینه انواع ویژگی های صمغ چرخک بیان نموده اند که افزایش غلظت صمغ منجر به افزایش ویسکوزیته می‌شود (۸).



شکل ۱- نتایج حاصل از ویسکوزیته خمیرهای محتوی مقادیر مختلف صمغ چرخک، فیبر بامبو و سوکرالوز.

***حروف متفاوت نشانگر اختلاف معنی‌دار ($P<0.05$) می‌باشد.**

حاج محمدی و همکاران (۱۳۹۲) در بررسی تأثیر افزودن صمغ کتیرا به کیک اسفنجی (سطح ۰، ۰/۱، ۰/۲، ۰/۳، ۰/۴، ۰/۶ و ۰/۸٪) بیان نمودند که افزودن این نوع صمغ منجر به افزایش معنی‌دار ویسکوزیته می‌شود (۶). گومز[1] و همکاران (۲۰۰۷) بیان کردند وجود هیدروکلوئید در خمیر کیک با افزایش ویسکوزیته، از صعود حباب ها به سطح سبب

1- Gomez

جلوگیری می‌کند و سبب افزایش ثبات، پایداری و تشکیل ساختار سلولی یکنواخت می‌گردد (۲۳). اما در ارتباط با تاثیر افزودن فیبر بر ویسکوزیته خمیر، مسعودی و همکاران (۲۰۰۲) در مطالعه‌ای در ارتباط با استفاده از تفاله سیب (در سطوح ۵، ۱۰ و ۱۵ درصد وزنی آرد) به عنوان منبعی از فیبر رژیمی در کیک نشان دادند که ویسکوزیته خمیر با افزایش میزان تفاله سیب افزایش یافته است (۳۳). نجفی و همکاران (۱۳۹۶) نیز به تاثیر جایگزینی فیبر پرتقال (سطوح ۰، ۰/۵، ۱ و ۲ درصد وزنی) با بخشی از روغن و تخم‌مرغ در کیک مافین[1] پرداختند و افزایش ویسکوزیته خمیر در نتیجه افزایش درصد به‌کارگیری فیبر را مشاهده کردند (۱۳).

۳-۲ خصوصیات فیزیکوشیمیایی کیک

pH -۱-۲-۳

یافته‌های این پژوهش نشان داد که pH تمامی تیمارهای مورد بررسی در محدوده استاندارد کیک روغنی (محدوده ۶-pH=۷) بود. pH خمیر تیمار T7 و پس از آن خمیر تیمار T1 به طور معنی‌داری بالاتر از تیمارهای دیگر بود ($P<0.05$). از طرفی، پائین‌ترین میزان pH در نمونه کنترل، تیمار T4 و تیمار T5 مشاهده شد (جدول ۲). اینطور به نظر می‌رسد که مقادیر بالاتر فیبر بامبو منجر به افزایش pH شده و در تیمارهای فاقد فیبر بامبو و یا مقادیر پائین فیبر بامبو تفاوت معنی‌داری با نمونه کنترل وجود نداشته است. مسعودی و همکاران (۲۰۰۲) استفاده از تفاله سیب (در سطوح ۵، ۱۰ و ۱۵ درصد وزنی آرد) را به عنوان منبعی از فیبر رژیمی در کیک مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که pH خمیر با افزایش میزان تفاله سیب کاهش یافت (۳۳). نجفی و همکاران (۱۳۹۶) نیز به بررسی تاثیر جایگزینی فیبر پرتقال در سطوح ۰، ۰/۵، ۱ و۲ درصد وزنی، با بخشی از روغن و تخم مرغ در کیک مافین پرداختند. نتایج نشان‌دهنده کاهش pH نمونه‌های کیک مافین حاوی فیبر پرتقال در مقایسه با نمونه کنترل بود (۱۳).

۳-۲-۲ - پروتئین

بر پایه نتایج بدست آمده، میزان پروتئین تمامی نمونه‌ها در محدوده استاندارد تعریف شده برای کیک روغنی (حداقل ۷ درصد وزنی برمبنای ماده خشک) قرار داشت. نتایج نشان داد که میزان پروتئین خمیر تیمار T7 و پس از آن خمیر تیمار T1 بالاتر از نمونه‌های دیگر بود و پائین‌ترین میزان پروتئین در نمونه کنترل مشاهده شد (جدول ۲).

۳-۲-۳ - قند

نتایج نشان داد که میزان قند تمامی تیمارهای مورد بررسی در محدوده استاندارد تعریف‌شده برای کیک روغنی (حداقل ۲۵ درصد وزنی برمبنای ماده خشک) قرار داشت (جدول ۲). بر اساس نتایج به دست آمده میزان قند نمونه کنترل بالاتر از تیمارهای دیگر بود که با توجه به فرمولاسیون تعریف شده برای تیمارهای با قند کاهش یافته، منطقی به نظر می‌رسد.

۳-۲-٤ - چربی

نتایج حاصل از مقایسه میانگین نمونه‌ها نشان داد که میزان چربی نمونه کنترل به طور معنی‌داری بالاتر از تیمارهای دیگر بود و پائین‌ترین میزان چربی در تیمارهای T2 ، T4 و T5 مشاهده شد.

۳-۲-۵ - فعالیت آبی

نتایج حاصل از مقایسه میانگین نمونه‌ها نشان داد که aw خمیرهای تیمار T1 و T7 به طور معنی‌داری بالاتر از تیمارهای دیگر بود ($P<0.05$) و پائین‌ترین میزان aw در نمونه کنترل مشاهده شد ($P<0.05$) که می‌توان آن را به جذب آب بالاتر توسط هیدروکلوئیدها و رطوبت بالاتر تیمارهای مذکور نسبت داد. نتیجه تحقیق راسل و همکاران (۲۰۰۱) نشان داد که با افزودن صمغ به نان، فعالیت آبی مغز نان کمی افزایش یافت (۳۵).

1- Muffin

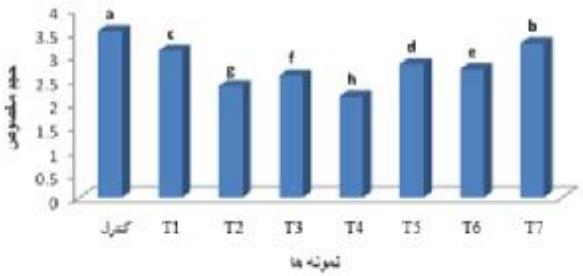
جدول ۲- نتایج حاصل از آزمون‌های فیزیکوشیمیایی کیک‌های محتوی مقادیر مختلف صمغ چرخک، فیبر بامبو و سوکرالوز.

نمونه	pH	چربی (٪)	پروتئین (٪)	قند (٪)	aw
کنترل	۷/۲۷±۰/۰۸ ^{d}	۲۳/۶۰±۰/۰۹ ^{a*}	۷/۸۱±۰/۰۹ ^{h}	۲۰/۸۳±۰/۱۰ ^{a}	۰/۳۳±۰/۰۱ ^{d}
T1	۷/۴۹±۰/۰۰ ^{b}	۱۳/۵۴±۰/۰۸ ^{b}	۱۰/۸۳±۰/۰۸ ^{b}	۱۰/۳۳±۰/۱۵ ^{bc}	۰/۵۱±۰/۰۱ ^{c}
T2	۷/۵۷±۰/۰۰ ^{a}	۱۲/۱۶±۰/۰۹ ^{e}	۹/۸۹±۰/۰۷ ^{e}	۱۰/۴۱±۰/۱۱ ^{b}	۰/۸۱±۰/۰۳ ^{a}
T3	۷/۳۷±۰/۰۸ ^{c}	۱۳/۱۷±۰/۱۲ ^{c}	۱۰/۴۱±۰/۱۵ ^{c}	۱۰/۲۴±۰/۰۹ ^{bc}	۰/۷۱±۰/۰۵ ^{b}
T4	۷/۳۱±۰/۰۱ ^{cd}	۱۲/۳۱±۰/۱۰ ^{e}	۹/۳۷±۰/۰۲ ^{g}	۱۰/۳۳±۰/۰۸ ^{bc}	۰/۶۶±۰/۰۲ ^{b}
T5	۷/۳۲±۰/۰۰ ^{cd}	۱۲/۳۰±۰/۰۰ ^{e}	۱۰/۱۰±۰/۰۲ ^{d}	۱۰/۲۴±۰/۰۷ ^{bc}	۰/۶۶±۰/۰۴ ^{b}
T6	۷/۴۶±۰/۰۱ ^{b}	۱۳/۱۲±۰/۰۱ ^{c}	۹/۶۸±۰/۰۱ ^{f}	۱۰/۲۴±۰/۰۶ ^{bc}	۰/۷۳±۰/۰۷ ^{ab}
T7	۷/۵۸±۰/۰۰ ^{a}	۱۲/۶۵±۰/۰۶ ^{d}	۱۱/۱۴±۰/۰۹ ^{a}	۱۰/۲۰±۰/۰۵ ^{c}	۰/۷۹±۰/۰۶ ^{a}

* حروف متفاوت نشانگر اختلاف معنی‌دار در ستون ($p \leq 0.05$) می‌باشد.

۳-۲-۶- حجم مخصوص

نتایج حاصل از مقایسه میانگین نمونه‌ها نشان داد که حجم مخصوص نمونه کنترل از تمامی تیمارهای حاوی فیبر بامبو، صمغ چرخک و یا ترکیبی از آن‌ها بیشتر بود. روغن یکی از اجزای اصلی فرمولاسیون کیک‌ها می‌باشد که با ضخامت بخشیدن به دیواره حباب‌های هوا، مانع از پاره شدن آن‌ها بر اثر انبساط طی فرآیند پخت می‌شود (۷). بر این اساس و با توجه به کاهش ۵۰ درصدی میزان روغن مورد استفاده در فرمولاسیون کیک‌های مورد بررسی، کاهش حجم مخصوص قابل پیش‌بینی بود. حقایق و زاوه‌زاد (۱۳۹۵) نیز کاهش حجم مخصوص در نمونه‌های کیک کم‌چرب نسبت به نمونه کنترل را گزارش کرده بودند (۷). اما در ارتباط با تاثیر حضور فیبر بامبو و صمغ چرخک بر حجم مخصوص کیک، اگرچه روند مشخصی بر همه تیمارها حاکم نبود، ولی نگاهی به تیمارهای T1 تا تیمار T4 نشان‌دهنده این موضوع است که افزایش هر یک از اجزای یادشده به تنهایی (و نه به صورت ترکیبی) باعث بهبود حجم مخصوص شد. به علاوه، بیشترین حجم مخصوص در بین این تیمارها نیز به تیمار حاوی بالاترین میزان فیبر بامبو و صمغ چرخک (تیمار T7) تعلق داشت. راسل و همکاران (۲۰۰۱) در بررسی تاثیر غلظت ثابتی (۰/۵ درصد) از صمغ‌های مختلف (سدیم آلژینات، کاپا کاراگینان، زانتان و هیدروکسی‌پروپیل متیل‌سلولز) بر خواص رئولوژیکی و کیفیت نهایی نان نشان دادند که به استثنای آلژینات، افزودن صمغ به خمیر ، باعث بهبود حجم مخصوص محصول شد (۳۵). این پژوهشگران با استناد به داده‌های بدست آمده از رئوفرمنتاتور عنوان داشتند که حضور صمغ باعث حفظ بهتر هوا در خمیر طی فرآیند تخمیر می‌شود.



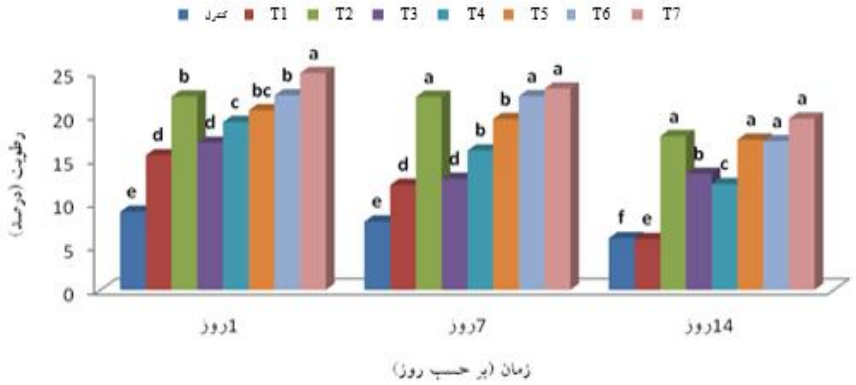
شکل ۲- نتایج حاصل از حجم مخصوص کیک‌های محتوی مقادیر مختلف صمغ چرخک، فیبر بامبو و سوکرالوز.

*** حروف متفاوت نشانگر اختلاف معنی‌دار ($P<0.05$) می‌باشد.**

حاج محمدی و همکاران (۱۳۹۲) نیز مشاهده کردند که حضور فیبر بتاگلوکان یولاف (۱، ۲، ۳ و ۴٪) در فرمولاسیون کیک اسفنجی باعث بهبود حجم مخصوص و افزایش تخلخل محصول می‌شود (۶). با این حال، در یافته‌هایی متفاوت، مسعودی و همکاران (۲۰۰۲) استفاده از تفاله سیب (در سطوح ۵، ۱۰ و ۱۵ درصد وزنی آرد) را به عنوان منبعی از فیبر رژیمی در کیک مورد بررسی قرار دادند و عنوان داشتند که با افزایش میزان تفاله حجم کیک و تقارن آن کاهش پیدا نمود (۳۳). سودا و همکاران (۲۰۰۷) هم در بررسی تاثیر تفاله سیب (در سطوح ۱۵،۱۰،۵ درصد وزنی ـ وزنی آرد) بر ویژگی‌های رئولوژیکی خمیر کیک اذعان نمودند که حجم کیک‌های حاوی تفاله سیب، با افزایش میزان تفاله از ۰ تا ۳۰ درصد کاهش یافته است (۳۸). این پژوهشگران گزارش کردند که به دلیل توان جذب آب بالای فیبر موجود در تفاله سیب، دانسیته کیک افزایش و به دنبال آن حجم مخصوص کاهش می‌یابد.

۳-۲-۷- رطوبت

بر پایه نتایج بدست آمده، میزان رطوبت تمامی نمونه‌ها در محدوده استاندارد تعریف شده برای کیک روغنی (۱۵-۲۰درصد وزنی برمبنای ماده خشک) بود. نتایج حاصل از مقایسه میانگین نمونه‌ها نشان داد که رطوبت تیمارهای محتوی فیبر بامبو و صمغ چرخک به طور معنی‌داری بالاتر از نمونه کنترل بوده است و از طرفی رطوبت تیمارهای T7 و T6 در تمامی بازه‌های زمانی بالاتر از دیگر تیمارها بود که می‌توان علت این امر را به محتوی بالاتر فیبر و صمغ در تیمارهای مذکور نسبت داد. علت افزایش میزان رطوبت تیمارها نسبت به کنترل را می‌توان به قدرت بالای صمغ‌ها در جذب و نگهداری آب در حین فرآیند پخت و نگهداری نسبت داد.



شکل ۳- نتایج حاصل از رطوبت کیک های محتوی مقادیر مختلف صمغ چرخک، فیبر بامبو و سوکرالوز (طی مدت نگهداری)

***حروف متفاوت نشانگر اختلاف معنی‌دار ($P<0.05$) می‌باشد.**

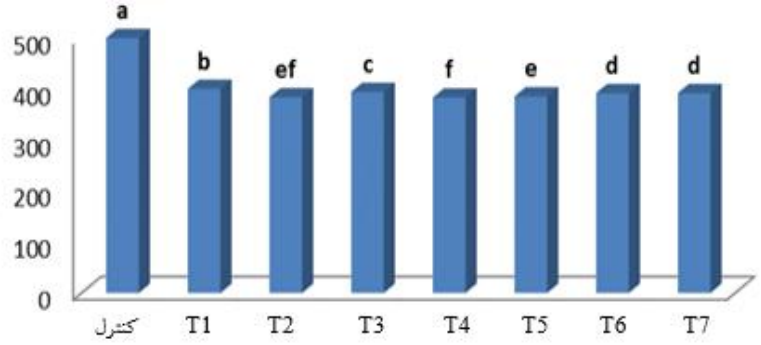
در همین راستا، ایوبی و همکاران (۱۳۹۰) در بررسی اثر صمغ گزانتان و گوار بر میزان رطوبت کیک روغنی به این نتیجه دست یافتند که این دو صمغ به طور معنی‌داری قادر به افزایش میزان رطوبت نسبت به نمونه فاقد صمغ بودند (۱). راسل و همکاران (۲۰۰۱) با بررسی هیدرکلوئیدهای مختلف نشان دادند که تعداد زیاد گروه‌های هیدروکسیل موجود در ساختار فیبر، با ایجاد پیوندهای هیدروژنی جذب آب را افزایش می‌دهند. گروه‌های هیدروکسیل موجود در هیدروکلوئیدها با برقراری پیوندهای هیدروژنی با مولکول‌های آب بیاتی نان را نیز به تاخیر می‌اندازند (۳۵). همچنین نتایج به دست آمده از تحقیق حاضر با نتایج بدست آمده توسط لازاریدو[1] و همکاران (۲۰۰۷) مطابقت داشت که گزارش نمودند با افزودن هیدروکلوئیدهای (CMC، گزانتان، پکتین،

1 -Lazaridoua

آگاروز و HPMC) به فرمولاسیون نان حاصل از آرد برنج، به طور کلی میزان جذب آب افزایش یافت و این نتیجه را به ساختار آبدوست این بیوپلیمرها نسبت دادند (۲۸). پائین‌ترین میزان رطوبت متلعق به نمونه کنترل (فاقد صمغ چرخک و فیبر بامبو) و پس از آن تیمار T1 بود. همچنین با گذشت زمان، میزان رطوبت تمامی نمونه‌ها (به جز تیمار T4) به طور معنی‌داری کاهش یافت، در تیمار T4 اختلاف آماری معنی داری در میزان رطوبت نمونه‌ها در مدت زمان نگهداری مشاهده نشد. بهمدی و همکاران (۱۳۹۴) در بررسی تأثیر فیبر چغندرقند و فیبر پسیلیوم در مقادیر ۰، ۲، ۴ و۶ درصد بر ویژگی‌های رئولوژیکی خمیر نان بربری بیان نمودند که افزودن سطوح مختلف فیبر باعث افزایش معنی‌دار درصد جذب آب نسبت به نمونه کنترل شده است (۲). مقصودلو و همکاران (۱۳۹۵) نیز در بررسی تاثیر جایگزینی بخشی از آرد با فیبر نشاسته مقاوم بر ویژگی‌های کیفی کیک اسفنجی بیان نمودند که کیک‌های محتوی نشاسته در مقایسه با نمونه کنترل از رطوبت بیشتری برخوردار بودند (۱۰). سودا و همکاران (۲۰۰۷) در بررسی تفاله سیب (در سطوح ۱۵،۱۰،۵ درصد وزنی- وزنی آرد) به عنوان منبعی از فیبر رژیمی روی ویژگی‌های رئولوژیکی خمیر کیک گزارش کردند که با افزایش میزان تفاله سیب از ۰ تا ۱۵ درصد، جذب آب به میزان قابل توجهی از ۶۰/۱ تا ۷۰/۶ درصد افزایش یافته است (۳۸). نجفی و همکاران (۱۳۹۶) به تاثیر جایگزینی فیبر پرتقال در سطوح مختلف (۰، ۰/۵، ۱ و۲ درصد)، با بخشی از روغن و تخم مرغ در کیک مافین پرداختند. نتایج حاصل از آزمون‌ها، نشان‌دهنده افزایش میزان رطوبت نمونه های کیک مافین حاوی فیبر پرتقال در مقایسه با نمونه کنترل بود (۱۳). موحد و همکاران (۲۰۱۴) در بررسی تاثیر فیبر پودر موز بر خواص کیفی نان تست بیان نمودند که پودر موز به عنوان یک منبع غنی از فیبرهای محلول و نامحلول در افزایش جذب آب در مقایسه با نمونه کنترل موثر بوده است (۳۴).

۳-۳-کالری کل

نتایج حاصل از مقایسه میانگین نمونه‌ها نشان داد که کالری کل نمونه کنترل و پس از آن تیمار T1 به طور معنی‌داری بالاتر از نمونه‌های دیگر بود ($P<0.05$) و پائین‌ترین میزان کالری کل در تیمارهای T6 و T7 مشاهده شد ($P<0.05$). کالری پایین‌تر تیمارهای مورد بررسی نسبت به نمونه کنترل را می‌توان به استفاده از جایگزین‌های چربی و قند در این تیمارها نسبت داد. نتایج این پژوهش مشابه با نتایج بی‌تقصیر و همکاران (۱۳۹۳) و قندهاری یزدی و همکاران (۱۳۹۲) بود (۴، ۹).



شکل ۳- نتایج حاصل از کالری کیک های محتوی مقادیر مختلف صمغ چرخک، فیبر بامبو و سوکرالوز

***حروف متفاوت نشانگر اختلاف معنی‌دار ($P<0.05$) می‌باشد.**

۳-٤- رنگ‌سنجی

نتایج حاصل از مقایسه میانگین نمونه‌ها نشان داد که تمامی نمونه‌ها اختلاف آماری معنی‌داری را در مولفه رنگی L* ایجاد نمودند و به طور معنی‌داری منجر به افزایش فاکتور مذکور نسبت به نمونه کنترل گشتند ($P<0.05$). دلیل روشن‌تر شدن رنگ تیمارها را می‌توان به جایگزینی بخشی از شکر با سوکرالوز نسبت داد که به موجب آن، واکنش‌های قهوه‌ای شدن و کاراملیزاسیون نسبت به نمونه کنترل به میزان کمتری رخ می‌دهد. به بیانی دیگر، با توجه به اینکه نمونه کنترل دارای ساکاروز می‌باشد و در اثر حرارت ساکاروز به گلوکز و فروکتوز تبدیل می‌شود و از آنجا که این قندها (مونوساکاریدها) در واکنش مایلارد و کاراملیزاسیون شرکت می‌کنند، نمونه کنترل، روشنایی کمتری نسبت به سایر تیمارها دارد. نتایج پژوهش لینو همکاران (۲۰۰۵) نشان داد که با جایگزینی ساکاروز به وسیله مخلوط سوکرالوز ـ دکسترین در مقادیر ۶۰ و ۸۰ درصد؛ رنگ پوسته کیک به دلیل شرکت نکردن سوکرالوز و دکسترین در واکنش‌های قهوه‌ای شدن و کاراملیزاسیون، روشن‌تر گردید (۳۰).

جدول ۳- نتایج حاصل از آزمون رنگ‌سنجی کیک های محتوی مقادیر مختلف صمغ چرخک، فیبر بامبو و سوکرالوز

نمونه	آزمون L*	a*	b*
کنترل	۳۳/۵۵±۰/۳۳ ^{e*}	۱۱/۳۲±۰/۷۰ ^{a}	۳۳/۷۲±۱/۸۵ ^{c}
T1	٤٤/٦١±۰/۳۰ ^{ab}	۸/٦۸±۲/۹۹ ^{b}	۳٦/۲۳±۰/۱۰ ^{bc}
T2	٤۲/٥٤±۰/۳۱ ^{dc}	۱۰/۸۲±۰/۹۹ ^{ab}	۳۹/٥٦±۰/٦۰ ^{ab}
T3	٤۳/٥۹±۰/۱٦ ^{bc}	۱۲/٤۸±۰/٦۰ ^{a}	٤۱/۷٤±۱/۹۲ ^{a}
T4	٤۱/۸۰±۱/۷۳ ^{d}	۱۱/۹٤±۰/۸٦ ^{a}	٤۱/۱٤±۲/۲۱ ^{ab}
T5	٤۱/۸۳±۰/٥۹ ^{d}	۱۲/۰۸±۰/٦۱ ^{a}	۳۸/٤٤±۱/۳٥ ^{abc}
T6	٤۲/۹٤±۰/۱۸ ^{cd}	۱۱/۷٦±۱/۹۳ ^{a}	٤۱/٤۹±۲/۰٤ ^{ab}
T7	٤٥/۲۲±۰/٥٥ ^{a}	۱۱/٦٤±۰/۲٤ ^{a}	٤۱/۹۸±۱/۳۱ ^{a}

*حروف متفاوت نشانگر اختلاف معنی‌دار ($P<0.05$) می‌باشد.

همچنین ساویتا[1] و همکاران (۲۰۰۸) نیز نشان داد که جایگزینی ساکاروز با مخلوط سوکرالوز-مالتودکسترین موجب روشن شدن رنگ پوسته بیسکویت می‌شود. در ارتباط با تاثیر صمغ چرخک هم می‌توان گفت که حضور صمغ‌ها موجب افزایش جذب آب می‌گردد که به موجب آن روشنایی نمونه‌ها افزایش پیدا می‌کند (۳۶). در همین راستا، لازاریدو و همکاران (۲۰۰۷) با افزودن صمغ به نان بدون گلوتن حاوی آرد برنج و نشاسته ذرت به این نتیجه دست یافتندکه استفاده از صمغ در محصولات خمیری بدون گلوتن سبب روشن‌تر شدن رنگ پوسته می‌گردد (۲۸). همچنین نقی‌پور و همکاران (۱۳۹۵) در پژوهش خود به بررسی اثر صمغ گزانتان و گوار بر مؤلفه‌های رنگی پوسته کیک روغنی بدون گلوتن سورگوم پرداختند. یافته‌های این محققین نشان داد افزایش میزان مولفه L* به دلیل ظرفیت بالای نگهداری آب توسط صمغ‌ها می‌باشد (۱۴). در پژوهش‌ها مختلفی گزارش شده است که استفاده از فیبر در فرمولاسیون کیک موجب تیرگی محصول می‌شود (۶، ۳۲) که بر خلاف نتایج به دست آمده در این پژوهش می‌باشد. دلیل این تناقض را می‌توان به حضور سوکرالوز و صمغ در فرمولاسیون کیک در این تحقیق نسبت داد. در ارتباط با شاخص a*، نتایج حاصل از مقایسه میانگین نمونه ها نشان داد که تنها تیمار T1 اختلاف

1- Savitha

آماری معنی‌داری را در مولفه رنگی a* ایجاد نمود و اختلاف آماری معنی‌داری در دیگر تیمارها مشاهده نشد. نتایج حاصل از مقایسه میانگین نمونه‌ها برای شاخص b* نیز حکایت از آن داشت که به جز تیمارهای T1 و T5 مابقی تیمارها اختلاف آماری معنی‌داری را در فاکتور مذکور نسبت به نمونه کنترل ایجاد نمودند و منجر به افزایش فاکتور b* شدند ($P<0.05$).

٤-٥ بافت‌سنجی

نتایج حاصل از بافت‌سنجی فرمولاسیون‌های مختلف کیک روغنی در مقاطع مختلف دوره انبارمانی در جدول ۴ ارائه شده است. بر پایه تحلیل آماری این یافته‌ها، در روز اول تولید، میزان سفتی تیمار T1 از سایر نمونه‌ها از جمله نمونه کنترل به گونه معنی‌داری بیشتر بود این در حالی بود که سفتی برخی از نمونه‌ها شامل تیمار T2 و T7، حتی از نمونه کنترل هم کمتر بود. در سایر موارد نیز، اختلاف معنی‌داری ($P<0.05$) بین سفتی نمونه کنترل و تیمارهای حاوی صمغ، فیبر و یا ترکیبی از آن‌ها مشاهد نشد. نگاهی به میزان رطوبت نمونه‌های مختلف در روز نخست (نمودار ۲) نشان می‌دهد که در بین تیمارهای حاوی صمغ، فیبر و یا ترکیبی از آن‌ها، تیمار T2 و T7 دارای بیشترین رطوبت و تیمار T1 دارای کمترین رطوبت بوده است. بر این اساس می‌توان مدعی شد که رطوبت بالاتر نمونه‌های حاوی صمغ، فیبر و یا ترکیبی از آن‌ها، تا حدودی نقش چربی در ایجاد یک بافت نرم برای کیک را جبران کرده است. حقایق و زاوه‌زاد (۱۳۹۵) نیز مشاهده کردند که نمونه‌های کیک کم‌چرب حاوی ۱۰ یا ۱۵ درصد آرد دانه خربزه از سفتی مشابه با نمونه کنترل (نمونه با میزان معمول چربی) برخودار بودند (۷). نقی‌پور و همکاران (۱۳۹۵) نیز کاهش سفتی نمونه‌های کم‌چرب حاوی ۰/۲۵ یا ۰/۵ درصد بتاگوکان سورگوم را مشاهد کردند و آن را به حفظ بهتر رطوبت در این نمونه‌ها نسبت دادند (۱۴). یافته‌های پژوهش حاضر همچنین نشان داد که به موازات افزایش زمان ماندگاری، سفتی همه نمونه‌ها افزایش یافت که البته این افزایش در برخی مقاطع زمانی از نظر آماری معنی‌دار ($P<0.05$) نبود.

جدول ٤- نتایج حاصل از بافت سنجی کیک های محتوی مقادیر مختلف صمغ چرخک، فیبر بامبو و سوکرالوز (بر حسب نیوتن)

آزمون	زمان (روز)		
نمونه	روز یکم	روز هفتم	روز چهاردهم
کنترل	٦/٤٦±٠/٢٢^{bA}	٧/١٨±٠/٣٠^{dA}	٦/٧٠±٠/٣٠^{dA}
T1	١٢/١٠±١/٤٧^{aB}	٢٢/٤١±١/٣٨^{aA}	٢٢/١٥±٠/٠٥^{aA}
T2	٤/٤٣±٠/٥٥^{cC}	١٦/٩٨±٣/٢٩^{aB}	٢١/٩٩±٠/٠٨^{bA}
T3	٥/٤٥±٠/١٢^{bcB}	١٦/٤٩±٠/٣٨^{bA}	١٦/٩٨±٠/٦٢^{aA}
T4	٦/٧٦±٠/٥٥^{bB}	٢٢/٥٠±٢/٢١^{aA}	٢١/٩٤±١/٦٨^{aA}
T5	٥/٥٦±٠/٤٨ ^{bcC}	١٦/٧٩±١/٦٠^{bB}	٢١/٠٠±١/٣٩^{aA}
T6	٦/٤٥±٠/٨٣^{bB}	١٢/٧٣±١/٠٥^{cA}	١٥/٠٤±١/٦١^{cA}
T7	٤/٤١±٠/٨٢^{cC}	١٥/٢٨±٠/٤٣^{bcB}	١٥/٨٤±١/٨٢^{bcC}

حروف کوچک متفاوت نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در ستون هستند وحروف بزرگ متفاوت نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در سطر هستند (p<۰/۰۵)

به علاوه، در پایان دوره ماندگاری، بر خلاف روز نخست، سفتی نمونه کنترل به شکل معنی‌داری از همه نمونه‌ها کمتر بود. یکی از دلایل افزایش سفتی طی دوره ماندگاری، تغییرات فیزیکوشیمیایی از جمله مهاجرت آب از لایه‌های درونی به لایه‌های بیرونی کیک‌ها می‌باشد. اگرچه طی زمان، رطوبت تمام تیمارها کاهش یافت (نمودار ۲)، با این حال، به دلیل نقش پررنگ‌تر رطوبت در مطلوبیت بافت نمونه‌های با چربی کاهش یافته، کاهش آن نیز تبعات منفی بیشتری برای این نمونه‌ها به همراه داشته است. در واقع، طی دوره ماندگاری، میزان افزایش سفتی نمونه‌های با چربی کاهش‌یافته نسبت به نمونه کنترل بالاتر بوده است و همین امر موجب سفت‌تر شدن بافت نمونه‌هایی مانند تیمار T2 و T7 نسبت به نمونه کنترل شده است.

۳-٦ ویژگی‌های حسی

نتایج حاصل از ارزیابی پارامترهای حسی نشان داد که بیشترین امتیاز بو مربوط به تیمارهای T3، T4، T6 و T7 بود و امتیاز بو در سایر تیمارها تفاوت معنی‌داری ($P<0.05$) با نمونه کنترل نداشت. در ارتباط با امتیاز رنگ پوسته نیز بیشترین امتیاز مربوط به نمونه کنترل و تیمار T7 بود. نتایج مقبولیت طعم در بین مصرف‌کنندگان حکایت از آن داشت که کمترین امتیاز طعم مربوط به نمونه T2 و پس از آن T6 بود و در بین سایر نمونه‌ها تفاوت معنی‌داری ($P<0.05$) مشاهده نشد. نتایج ارزیابی قابلیت جویدن نیز بیانگر این موضوع بود که امتیاز قابلیت جویدن نمونه‌های کنترل، T1، T4 و T7 به گونه معنی‌داری ($P<0.05$) بیشتر از سایر نمونه‌ها بود. بررسی مقبولیت بافت نیز نشان داد که بیشترین امتیاز بافت مربوط به نمونه T4 و T7 بود که به گونه معنی‌داری ($P<0.05$) بیشتر از سایر نمونه‌ها بود. در نهایت نتایج نشان داد که تفاوت معنی داری ($P<0.05$) از نظر امتیاز پذیرش کلی در بین اکثریت نمونه‌ها مشاهده نشد و تنها تیمارهای T3 و T5 امتیاز پذیرش کلی کمتری نسبت به سایر تیمارها کسب کردند. در تطابق با نتایج این پژوهش، پژوهش‌های مختلف تاثیر مثبت هیدروکلوئیدها و فیبرهای رژیمی را بر خواص حسی کیک به اثبات رسانده‌اند. زامبرانو[1] و همکاران (۲۰۰۴) در بررسی استفاده از صمغ زانتان و گوار برای تولید کیک‌های کم کالری بیان نمودند که کیک‌های تولید شده با استفاده از صمغ زانتان از نظر مقبولیت کلی و بافت در مقایسه با نمونه‌های دیگر بهتر بودند (۴۱). لازاریدو و همکاران (۲۰۰۷) و ابراهیم پور و همکاران (۲۰۱۰) در بررسی استفاده از صمغ در محصولات خمیری بدون گلوتن گزارش کردند که کاربرد صمغ‌ها در فرمولاسیون این دسته از محصولات توانایی بهبود خصوصیات حسی و در نتیجه افزایش پذیرش کلی محصول نهایی را در مقایسه با نمونه فاقد صمغ داشت (۲۱، ۲۸). تورابی و همکاران (۲۰۰۸) نیز گزارش کردند که کیک حاوی زانتان نسبت به نمونه کنترل دارای میزان تخلخل بیشتری است. هیدروکلوئیدها بر خصوصیات خمیر (مناسب کردن قوام خمیر)، افزایش رطوبت و افزایش نسبی حجم کیک موثرند. افزودن مناسب مقادیر هیدروکلوئید می تواند منجر به کیفیت مناسبتر خمیر و احتمالا شکل‌گیری مناسب‌تر حباب‌های هوا در کیک شود به طوری که منجر به تخلل و تردی مناسب کیک گردد و از طرفی از گسستگی آسان ساختار نمونه جلوگیری شود (۳۹).

1 -Zambrano

جدول ۵- نتایج حاصل از ارزیابی حسی کیک های محتوی مقادیر مختلف صمغ چرخک، فیبر بامبو و سوکرالوز.

تیمار	بو	رنگ مغز	رنگ پوسته	طعم و مزه	قابلیت جویدن	چسبندگی به دهان	بافت	پذیرش کلی
کنترل	۳/۰۰±۰/۵۰^{b}	۵/۰۰±۱/۲۵^{a}	۵/۰۰±۱/12^{a}	٤/۰۰±۰/۵۰^{a}	٤/۰۰±۰/۵۰^{a}	۵/۰۰±۰/۷۰^{a}	۳/۰۰±۰/۱۰^{b}	٤/۰۰±۰/۲۵^{a}
T1	۳/۰۰±۰/۱۲^{b}	۵/۰۰±۰/۱۲^{a}	۳/۰۰±۰/۵۰^{c}	٤/۰۰±۰/۳۰^{a}	٤/۰۰±۰/۱۲^{a}	٤/۰۰±۰/۱۲^{b}	۳/۰۰±۰/۱۰^{b}	٤/۰۰±۰/۱۲^{a}
T2	۳/۰۰±۰/۱۰^{b}	۵/۰۰±۰/۵۰^{a}	۱/۰۰±۰/۱۲^{d}	۳/۰۰±۰/۱۰^{b}	۳/۰۰±۰/۲۵^{b}	۳/۰۰±۰/۱۰^{c}	۳/۰۰±۰/۲۵^{b}	٤/۰۰±۰/۱۰^{a}
T3	٤/۰۰±۰/۲۵^{a}	۳/۰۰±۰/۱۰^{c}	٤/۰۰±۰/۲۵^{b}	٤/۰۰±۰/۳۰^{a}	۳/۰۰±۰/۱۲^{b}	۳/۰۰±۰/۵۰^{c}	۳/۰۰±۰/۱۲^{b}	۳/۰۰±۰/۱۲^{b}
T4	٤/۰۰±۰/۱۰^{a}	٤/۰۰±۰/۱۲^{b}	٤/۰۰±۰/۱۲^{b}	٤/۰۰±۰/۱۲^{a}	٤/۰۰±۰/۲۵^{a}	٤/۰۰±۰/۳۰^{b}	٤/۰۰±۰/۲۵^{a}	٤/۰۰±۰/۵۰^{a}
T5	۳/۰۰±۰/۵۰^{b}	۳/۰۰±۰/۵۰^{c}	۳/۰۰±۰/۱۲^{c}	٤/۰۰±۰/۰۰^{a}	۳/۰۰±۰/۱۰^{b}	٤/۰۰±۰/۱۲^{b}	۳/۰۰±۰/۱۲^{b}	۳/۰۰±۰/۱۲^{a}
T6	٤/۰۰±۰/۱۰^{a}	٤/۰۰±۰/۰۰^{b}	٤/۰۰±۰/۱۲^{b}	۲/۰۰±۰/۲۵^{c}	۳/۰۰±۰/۱۲^{b}	۳/۰۰±۰/0^{c}	۳/۰۰±۰/۵۰^{b}	٤/۰۰±۰/۲۵^{a}
T7	٤/۰۰±۰/٤۰^{a}	۵/۰۰±۱/۰۰^{a}	۵/۰۰±۰/۲۰^{a}	۳/۵۰±۰/۷۰^{b}	٤/۰۰±۱/۱۰^{a}	٤/۰۰±۰/۵۰^{b}	٤/۰۰±۰/۱۲^{a}	٤/۰۰±۰/۱۲^{a}

حروف متفاوت نشانگر اختلاف معنی‌دار ($p \leq 0.05$) می‌باشد.

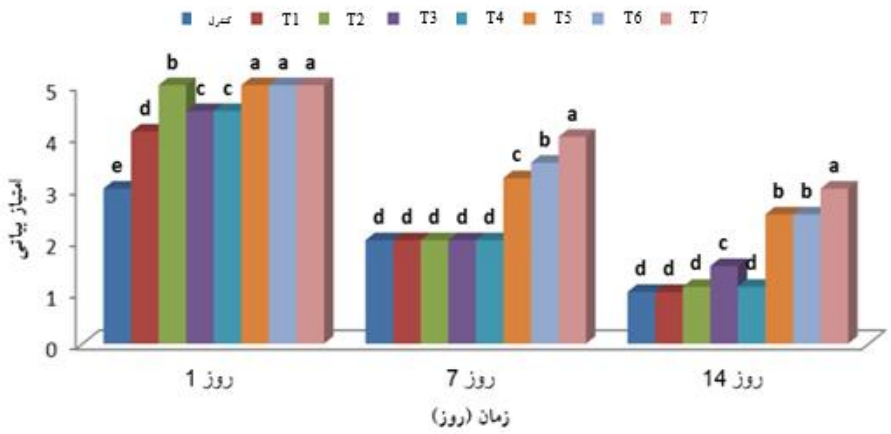
حاج‌محمدی و همکاران (۱۳۹۲) نشان دادند که استفاده از هیدروکلوئیدها باعث تقویت شبکه خمیر از نظر قابلیت حفظ گازها در خمیر و در نتیجه ایجاد بافتی متخلخل و حجم مطلوب در محصول نهایی می‌گردد. هیدروکلوئیدها در نگهداری هوا در خمیر مؤثرند بدین ترتیب که موجب محفوظ شدن هوا در لابه لای خمیر کیک شده و هوای محفوظ شده در موقع پخت انبساط حاصل کرده و موجب تخلخل کیک می‌گردد (۶). مجذوبی و همکاران (۲۰۱۵) به بررسی تاثیر فیبر جوی دوسر بر خواص کیفی کیک پرداختند. نتایج نشان داد که فیبر مذکور سبب افزایش حجم کیک و استحکام خمیر شده لیکن در تیرگی پوست و مغز کیک‌ها نیز نقش داشته است (۳۲). نورانی و همکاران (۱۳۹۴) به بهینه‌سازی فرآیند تولید کیک عملگرا با استفاده از فیبر تفاله گوجه فرنگی و بررسی خصوصیات فیزیکو شیمیایی آن پرداختند. فیبر مذکور در سطوح صفر، ۱۰، ۲۰ و ۳۰ درصد وزنی آرد گندم مورد استفاده قرار گرفت. نتایج نشان داد که افزایش سطوح مصرف فیبر تفاله گوجه فرنگی، سبب بهبود ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و حسی کیک‌های حاصل شده است (۱۵). موحد و همکاران (۲۰۱۴) در بررسی تاثیر فیبر پودر موز بر خواص کیفی نان تست بیان نمودند که پودر موز به عنوان یک منبع غنی از فیبرهای محلول و نامحلول در بهبود ویژگی های ارگانولپتیکی نان‌های حاصل در مقایسه با نمونه کنترل موثر بوده است (۳۴). در پژوهشی دیگر موحد و همکاران (۱۳۹۶) در ارزیابی خواص کیفی نان‌های تست غنی شده با آرد سیب زمینی به عنوان منبع فیبری جدید و صمغ زانتان بهبود ویژگی‌های حسی نان‌های حاصل حاوی فیبر در مقایسه با نمونه کنترل را بیان نمودند (۱۲).

۳-۷- بیاتی

بیاتی یا سفت شدن بافت محصولات صنایع پخت در طول مدت زمان نگهداری، فرآیند پیچیده‌ای است که عوامل متعددی نظیر فرآیند برگشت نشاسته (رتروگراداسیون[1])، آرایش مجدد پلیمرها در ناحیه آمورف، کاهش مقدار رطوبت و یا توزیع رطوبت بین ناحیه آمورف و کریستالی در آن دخیل است (۱۲). نتایج نشان داد که در روزهای یکم و هفتم مقادیر بالاتر فیبر و صمغ منجر به کاهش بیاتی گردیدند و در روز چهاردهم نیز تیمارهای حاوی بالاترین میزان صمغ و فیبر دارای کمترین میزان بیاتی بودند. نتایج بدست آمده از ارزیابی حسی بیاتی با نتایج بدست آمده از آزمون رطوبت

1 -Retrogradation

نمونه‌ها همخوانی داشت، به گونه‌ای که افزایش و حفظ رطوبت طی زمان ماندگاری منجر به کاهش بیاتی کیک‌های مذکور شده است. وجود گروه‌های هیدروکسیل در ساختار صمغ و فعالیت متقابل این گروه‌ها با آب، از طریق پیوند هیدروژنی سبب افزایش جذب آب می‌شود؛ صمغ به علت محبوس کردن آب در ساختار خود خواص جریانی مشابه چربی را ایجاد می‌کند و در نتیجه سبب نرمی بافت می‌گردد. از سوی دیگر صمغ این توانایی را دارد که با رشته‌های آمیلوز پیوند برقرار کرده و مانع از اتصال رشته های آمیلوزی به یکدیگر شود (۲۰).



شکل٤- نتایج حاصل از ارزیابی بیاتی به روش حسی نان‌های محتوی مختلف صمغ چرخک، فیبر بامبو و سوکرالوز.

*حروف متفاوت نشانگر اختلاف معنی‌دار ($p \leq 0.05$) می‌باشد.

واقعیت بیانگر کنترل تحرک آب بوده و یکی از فاکتورهای مهم در جلوگیری از بیاتی نشاسته و سفتی بافت می‌باشد. محققان به این نتیجه رسیدند که استفاده از صمغ عربی و هیدروکسی پروپیل متیل سلولز به عنوان جایگزین تخم مرغ در کیک سبب کاهش سفتی کیک و بهبود بافت آن گردید (۱۹). دلیل موثر بودن صمغ‌ها در نرمی بافت، حفظ و نگهداری رطوبت در بافت کیک و جلوگیری از مهاجرت رطوبت و انتقال آن به رشته‌های نشاسته و کریستاله شدن آن-ها می باشد اما در غلظت‌های بالاتر و با گذشت زمان ممکن است به دلیل ایجاد ویسکوزیته بالا در خمیر، ایجاد شبکه گلوتنی قوی و در نتیجه ایجاد بافت سفت‌تر در کیک گردند (۲۲). گواردا[1] و همکاران (۲۰۰۴) اثر بهبود دهندگی آلژینات سدیم، گزانتان، کاپا-کاراگینان و HPMC بر کیفیت نان تازه و کاهش فرآیند بیاتی نیز مورد مطالعه قرار دادند. آن‌ها دریافتند که استفاده از هرکدام از هیدروکلوئیدها نرخ از دست دادن رطوبت مغز نان را در طول نگهداری کاهش می‌دهد که در این میان، آلژینات سدیم و HPMC تاثیر بیشتری در به تأخیر انداختن بیاتی داشتند (۲۵). برخی از این هیدروکلوئیدها قادرند میزان از دست رفتن رطوبت در طی نگهداری نان و سرعت دهیدراته شدن مغز نان را کاهش دهند و از بیاتی نان جلوگیری کنند. موحد و همکاران (۲۰۱۲) در بررسی تاثیر فیبر پودر موز بر خواص کیفی نان تست بیان نمودند که پودر موز به عنوان یک منبع غنی از فیبرهای محلول و نامحلول در بیاتی در مقایسه با نمونه کنترل مؤثر بوده است (۳۴).

1 -Guarda

٤-نتیجه‌گیری

نتایج نشان داد که بالاترین ویسکوزیته خمیر، میزان pH، aw و پروتئین کیک در تیمار T7 و پائین‌ترین میزان ویسکوزیته خمیر، پروتئین و aw در نمونه کنترل مشاهده شد. میزان قند و چربی نمونه کنترل به طور معنی‌داری بالاتر از نمونه‌های دیگر بود. حجم مخصوص نمونه کنترل و پس از آن تیمار T7 به طور معنی‌داری بالاتر از نمونه‌های دیگر بود. رطوبت تیمار T7 در تمامی بازه‌های زمانی به طور معنی‌داری بالاتر از دیگر تیمارها بود و پائین‌ترین میزان رطوبت متلعق به نمونه کنترل بود. پائین‌ترین میزان کالری کل در تیمارهای T6 و T7 مشاهده شد. نتایج حاصل از رنگ‌سنجی نمونه‌ها نشان داد که مولفه رنگی L* تمامی تیمارها به طور معنی‌داری بیشتر از نمونه کنترل بود. همچنین مولفه رنگی b* تمامی تیمارها به جز تیمارهای T1 و T5 نسبت به نمونه کنترل بیشتر بود. میزان سفتی تیمار T1 در تمامی بازه‌های زمانی به طور معنی‌داری بالاتر از دیگر تیمارها بود. در روزهای هفتم و چهاردهم پایین‌ترین میزان نیرو بر حسب نیوتن مربوط به نمونه کنترل بود. بالاترین امتیاز حسی متعلق به نمونه کنترل و سپس به تیمار T7 بود. در مجموع و با در نظر گرفتن تمامی پارامترهای مورد بررسی می‌توان گفت که با افزودن ۳٪ فیبر بامبو، ۱/۵٪ صمغ چرخک و ۴۱۶٪ سوکرالوز به فرمولاسیون کیک روغنی می‌توان محصولی با ویژگی‌های کیفی مطلوب، کالری پائین و مورد پسند مصرف‌کنندگان تولید کرد.

٥-منابع

۱. ایوبی، ا.، حبیبی نجفی، م. ب. و کریمی، م. ۱۳۹۰. بررسی اثر سطوح مختلف کنسانتره پروتئین آب پنیر (WPC) بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی و حسی کیک روغنی. *مجله علوم و صنایع غذایی ایران*، جلد۸، شماره۲۹، ۸۸-۸۱.

۲. بهمدی، ه. و شواخی، ف.۱۳۹٤. بررسی و مقایسه تأثیر فیبر چغندرقند و پسیلیوم بر ویژگیهای رئولوژیکی خمیر نان بربری. *ویژه نامه علوم و صنایع غذایی*، جلد ۱۳، شماره۱، ۳۲-۲٤.

۳. بی نام. ۱۳۸۵. کیک - ویژگی ها و روش های آزمون - تجدید نظر سوم. انتشارات موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران. شماره ۲۵۵۳.

٤. بی‌تقصیر، م.، کدیور، م. و شاهدی، م. ۱۳۹۳. بررسی امکان تولید کیک فنجانی کم‌کالری حاوی موسیلاژ بزرک به عنوان جایگزین چربی. *مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران*، جلد۹، شماره۳، ۸۲-۷۳.

۵. پایان، رسول، ۱۳۸۱ ، *تکنولوژی فرآورده های غلات*، انتشارات نو پردازان. تهران، ۳۲٦.- ۳۱۳

٦. حاج محمدی، ا.، کرامت، ج.، حجت الاسلامی، م. و مولوی، ه. ۱۳۹۲. اثر استفاده از صمغ کتیرا بر بافت و ماندگاری کیک اسفنجی. *مجله داروهای گیاهی*، جلد٤، شماره۱، ٤۲-۳۹.

۷. حقایق، غ. و زاوه‌زاد، ن. ۱۳۹۵. استفاده از آرد دانه خربزه به عنوان مقلد چربی در تولید کیک کم‌چرب و بررسی خصوصیات کمی و کیفی محصول نهایی. *فصلنامه علوم و صنایع غذایی*، ۵۳جلد۵۳، شماره۱۳، ۲۳-۱۵.

۸. شاه حسینی، ر.، جوادیان، س. ر. و آریایی، پ. ۱۳۹۳. بررسی خواص امولسیفایری صمغ استخراج شده از گیاه بومی چرخک، سومین همایش ملی علوم و صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد قوچان، قوچان

۹. قندهاری یزدی، ا.، حجت الاسلامی، م.، کرامت، ج. و جهادی، م. ۱۳۹۲. بررسی اثر جایگزینی ساکارز با مخلوط سوکرالوز-مالتودکسترین بر خواص رئولوژیکی و میزان کالری شیرینی سنتی قطاب. *فصلنامه علوم و فناوری های نوین غذایی*، جلد۱،شماره۲، ۱۲-۲.

۱۰. مقصودلو، ی.، احمدی، ع.، عزیزی، م.ح.، اعلمی، م. و قربانی، م. ۱۳۹۵. تاثیر فیبرهای نشاسته مقاوم بر ویژگی های کیفی و حسی کیک اسفنجی. *نشریه پژوهش‌های صنایع غذایی*، جلد۲، شماره۱۱، ۲، ۱۷٤-۱٦۱.

۱۱. مهری، ا. و قاسمیان، ع. ۱۳۹۳. ابعاد الیاف و خواص شیمیایی بامبو. *فصلنامه علمی پژوهشی تحقیقات علوم چوب و کاغذ ایران*، جلد۲۹، شماره۲، ۳٤۲-۳۳۵.

۱۲. موحد، س.، خلعتبری محسنی، گ. و چناربنف ح.س. ۱۳۹٦. بررسی اثر آرد سیب‌زمینی و هیدرکلوئید زانتان بر خواص رئولوژی خمیر و کیفیت نان تست. *فصلنامه علم و صنایع غذایی*، جلد٦٦، شماره۱٤، ۹٤-۸۵.

۱۳. نجفی، ز.، موحد، س. و احمدی چناربن، ح. ۱۳۹٦. تاثیرجایگزینی فیبر پرتقال با روغن و تخم مرغ بر خصوصیات فیزیکو شیمیایی و ارگانولپتیک مافین. *نشریه پژوهش‌های علوم و صنایع غذایی ایران*، جلد۱۳، شماره٤، ٤٦۸-٤۵۸. ٤٦۸.

۱٤. نقی پور، ف.، طباطبایی یزدی، ف.، کریمی، م.، مرتضوی، س.ع. و محبی، م. ۱۳۹۵. ارزیابی اثر بتاگلوکان سورگوم به عنوان جایگزین چربی جهت تولید کیک برنجی بدون گلوتن کم‌چرب. *فصلنامه علوم و صنایع غذایی*، جلد٦۱، شماره۱۳، ۱٦۳-۱۷٦.

۱۵. نورانی، م. شریفی.، الف. ۱۳۹٤. بهینه سازی فرآیند تولید کیک عملگر با استفاده از فیبر تفاله گوجه فرنگی و بررسی خصوصیات فیزیکو شیمیایی آن، پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه آزاد اسلامی واحد سبزوار.

16. AACC. 2000. Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists, 10th Ed., Vol. 2. American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN.
17. Ahmed, H., NA, H., MM, K. and SSM, O. 2015. Utiliza-tion of Yoghurt and Sucralose to Produce Low-calorie Cakes. *American Journal of Food Technology*, 11 (3): 231-238.
18. Al-Sayed, H. M. and Ahmed, A. R. 2013. Utilization of watermelon rinds and sharlyn melon peels as a natural source of dietary fiber and antioxidants in cake. *Annals of Agricultural Sciences*, 58(1): 83-95.
19. Ashwini, A., Jyotsnaa, R. and Indrani, D. 2008. Effect of hydrocolloids and emulsifiers on the rheological, microstructural and quality characteristics of eggless cake, *Food Hydrocolloids*, 23 (3): 700-707.
20. Cauvain, S. P., Young, L. S..2001. Bread. in Baking problems solved.. CRC Press LLC, England. pp. 81-109.
21. Ebrahimpour, N., Peighambardoust, SH., Azadmard-Damirchi, S. and Ghanbarzadeh, B. 2010. Effects of incorporating different hydrocolloids on sensory characteristics and staling of gluten free bread. *Journal of Food Research*, 20: 1-3.
22. Eddou, K. B., Bouaziz, F., Zouari-Ellouzi, S., Chaari, F., Ellouz-Chaabouni, S., Ellouz-Ghorbel, R. and Nouri-Ellouz, O. 2017. Improvement of texture and sensory properties of cakes by addition of potato peel powder with high level of dietary fiber and protein. *Food Chemistry*, 217: 668-677.
23. Gomez, M., Ronda, F., Coballera, P.A., Blanco, C.A. and Rosell, C.M., 2007, Functionality of different hydrocolloids on the quality and shelf-life of yellow layer cakes. *Food Hydrocolloids*, 21 (2): 167-173.
24. Grotz, V. L. and Munro, I. C. 2009. An overview of the safety of sucralose. *Regulatory toxicology and pharmacology*, *55*(1): 1-5.
25. Guarda, A., Rosell, C. M., Benedito, C. and Galotto, M. J. 2004. Different hydrocolloids as bread improvers and

antistaling agents. *Food hydrocolloids*, *18*(2): 241-247.

26. Kocer, D., Hicsasmaz, Z., Bayindili, A. and Katnas, S. 2007. Bubble and Pore rotation of the high-ratio cake formulation with polydextrose as a sugar- and fat-replacer. *Journal of Food Engineering*, 78: 953-964.
27. Lakshminarayan, S. M., Rathinam, V. and KrishnaRau, L. 2006. Effect of maltodextrin and emulsifiers on the viscosity of cake batter and on the quality of cakes. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 86(5): 706-712.
28. Lazaridoua, A., Dutab, D., Papageorgiouc, M., Belcb, N. and Biliaderisa, C.G. 2007. Effects of hydrocolloids on dough rheology and bread quality parameters in gluten-free formulations, *Journal of Food Engineering*, 79 (3): 1033-1047.
29. Lebesi, D. M. and Tzia, C. 2011. Effect of the addition of different dietary fiber and edible cereal bran sources on the baking and sensory characteristics of cupcakes. *Food and bioprocess technology*, *4*(5): 710-722.
30. Lin, S. D. and Lee, C. C. 2005. Qualities of chiffon cake prepared with indigestible dextrin and sucralose as replacement for sucrose. *Cereal chemistry*, *82*(4): 405-413.
31. Madhujith, T., Amarowicz, R. and Shahidi, F. 2004. Phenolic antioxidants in beans and their effects on inhibition of radical-induced DNA damage. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 81: 691-696.
32. Majzoobi, M., Habibi, M., Hedayati, S., Ghiasi, F. and Farahnaky, A. 2015. Effects of Commercial Oat Fiber on Characteristics of Batter and Sponge Cake. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 17(1): 99-107.
33. Masoodi, F. A., Sharma, B. and Chauhan, G. S. 2002. Use of apple pomace as a source of dietary fiber in cakes. *Plant Foods for Human Nutrition*, 57(2): 121-128.
34. Movahed, s., Zarfi, s. and Ahmadi chenarbon, H. 2012. Evaluation of Sensory Properties of Toast Breads Containing Banana Powder. *Indian journal Science & Technology*, 5:88-94.
35. Rosell, C.M., Rojas, J.A. and Benedito, C. 2001. Influence of hydrocolloids on dough rheology and bread quality. *Food Hydrocoll*. 15: 75–8.
36. Savitha, Y. S., Indrani, D. and Prakash, J. 2008. Effect of replacement of sugar with sucralose and maltodextrin on rheological characteristics of wheat flour dough and quality of soft dough biscuits. *Journal of texture studies*, *39*(6), 605-616.
37. Siro, I., Kapolna, E., Kápolna, B. and Lugasi, A. 2008. Functional food. Product development, marketing and consumer acceptance—A review. *Appetite*, *51*(3): 456-467.
38. Sudha, M. L., Baskaran, V. and Leelavathi, k. 2007. Apple pomace as a source of dietary fibre and poly fenols and its effects on the rheological characteristics and cake making in: food chemistry, 104: 686-692.
39. Turabi, E., Sumnu, G, and Sahin S. 2008. Rheological properties and quality of rice cakes formulated with different gums and an emulsifier blend. *Food Hydrocoll*, 22: 305–312.
40. Yackel, W. C. and Cox, C. 1992. Application of starch-based fat replacers. *Food technology (USA)*.
41. Zambrano, F., Despinoy, P., Ormenese, R. C. S. C. and Faria, E. V. 2004. The use of guar and xanthan gums in the production of 'light'low fat cakes. *International journal of food science & technology*, 39(9): 959-966.

(Original Research Paper)

Study on Qualitative Characteristics of Reduced Fat and Sugar Oil Cake Utilizing Charkhak Gum, Bamboo Fiber and Sucralose

Hengameh Tajally Tehrani [1], Alireza Faraji [2 *], Seyyed Ali Moshashaei [3]

1- MSC Student of Food Science and Technology, Pharmaceutical Sciences Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
2- Assistant Professor, Department of Pharmaceutical Sciences Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
3-Instructor, Applied Science University of Samin Nan Sahar, Tehran, Iran.

Received: 05/08/2018 Accepted:10/03/2019

Abstract

The aim of the present study was to investigate the qualitative properties of sugar oil cake utilizing charkhak gum, bamboo fiber and sucralose.Bamboo fiber (at different levels of 0, 1.5, 2 and 3%) of gum (in different levels of 0, 0.8, 1 and 1.5%) and swecrolose (0.416) were used for cake samples and physicochemical properties, volumetric, texture analysis, colorimetric, sensory (organoleptic) and total caloric measurements were performed on the produced samples. The results showed that the highest viscosity of dough, pH, aw and protein content of cake in treatment of code T7 and the lowest viscosity of dough, protein and aw in control sample were observed (P<0.05). The sugar and fat content of control sample was significantly higher than other samples (P<0.05), the control sample volume was significantly higher than that of the control group, and then the treatment of code T7 was significantly higher than other samples (*P*<0.05). The moisture content of code T7 and code T6 at all time intervals was significantly higher than other treatments (*P*<0.05) and the lowest moisture content was in the control sample (P <0.05). Also, with time, moisture content of all samples decreased significantly (*P*<0.05) The total calorie content of the control sample was significantly higher than other samples (*P*<0.05) and the lowest caloric content was observed in treatments code T6 and code T7 (*P*<0.05). The results of colorimetry showed that all of the samples significantly increased the color component of L * compared to the control sample (*P*<0.05) . Except for the treatment of code T1 and code T5, the rest of the treatments significantly increased the color component (*P*<0.05). The amount of force per Newton for code T1 was significantly higher than other treatments at all time intervals (P <0.05). On the seventh and fourteenth days, the lowest force in Newton was related to the control sample (P<0.05) .The highest sensory rating belonged to the control sample, then to code T7, and treatment code T7 was selected as superior treatment
.

Key words: Oli cake, Charkhak Gum, Bamboo Fiber, Sucralose.

*Corresponding Authot:: alireza_ch57@yahoo.com