



بهینه سازی فرمولاسیون کیک رژیمی با استفاده از غلظت های متفاوت صمغ فارسی و شیرین کننده

مالتیتول

محمد فاقعی شهربابکی^۱، علیرضا شهاب لواسانی^{۲*}، نازنین زند^۳

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد ورامین-پیشوا، گروه علوم و صنایع غذایی، ورامین، ایران.

۲- مرکز تحقیقات فناوری های نوین تولید غذای سالم، واحد ورامین-پیشوا، دانشگاه آزاد اسلامی، ورامین، ایران.

۳- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد ورامین-پیشوا، گروه علوم و صنایع غذایی، ورامین، ایران.

چکیده

اطلاعات مقاله

تاریخ های مقاله:

تاریخ دریافت: ۹۸/۰۹/۱۱

تاریخ پذیرش: ۹۹/۱۰/۱۹

کلمات کلیدی:

کیک،

شکر،

صمغ فارسی،

مالتیتول.

DOI: 10.52547/fsct.18.04.20

* مسئول مکاتبات:

Shahabam20@yahoo.com

کیک به عنوان یکی از انواع شیرینی جات، از فرآورده های مهم و پرمصرف غلات است، که مصرف مداوم و طولانی مدت آن، با توجه به میزان بالای چربی و قند در فرمولاسیون این محصول، بیماری چاقی و به دنبال آن مشکلاتی را برای سلامت افراد در پی دارد. در این مطالعه با هدف کاهش مقادیر قند و چربی در این فرآورده، نمونه های کیک حاوی مالتیتول (۲۵ و ۵۰ درصد) و صمغ فارسی (۰/۵، ۱، ۲ و ۴ درصد) تولید و ویژگی های فیزیکوشیمیایی و میکروبی تیمارها بررسی و نیز خصوصیات حسی آن ها ارزیابی گردید. آزمون های فیزیکوشیمیایی (رطوبت، pH، خاکستر، پروتئین، ویسکوزیته و افت پخت یا کاهش وزنی نمونه ها نسبت به نمونه شاهد) فقط در روز اول پس از تولید انجام شد. آزمایشات میکروبی (شامل تعیین MIC دوهفته پس از تولید، MBC چهار هفته پس از تولید و شمارش کپک و مخمر ۲۴ ساعت پس از تولید و هفته اول، دوم و سوم نگهداری)، ارزیابی حسی (شامل ویژگی های رنگ، سفتی، تلخی، بو، طعم و پذیرش کلی) توسط ۱۰ ارزیاب آموزش دیده پس از ۲۴ ساعت نگهداری انجام گرفت. جهت تجزیه و تحلیل نتایج از نرم افزار SPSS 21 و آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح اطمینان ۹۵ درصد و جهت رسم نمودارها از نرم افزار Excel ۲۰۱۳ استفاده گردید. نتایج نشان داد که با افزایش مقادیر مالتیتول و صمغ فارسی، شاخص های رطوبت، خاکستر، پروتئین و ویسکوزیته افزایش و شاخص افت پخت کاهش خواهد یافت. شاخص pH از نظر آماری بین نمونه ها تفاوت معنی داری را نشان نداد ($p > 0.05$). اما نمونه شاهد نسبت به دیگر نمونه ها کاهش جزئی داشت. شمارش کپک و مخمر پس از یک روز نگهداری برای تمامی تیمارها، کمتر از 10^6 cfu/g و پس از هفت روز نگهداری، کمتر از 10^5 cfu/g گزارش شد. در هفته دوم و سوم نگهداری، شمارش کپک و مخمر تنها برای نمونه شاهد بیشتر از 10^6 cfu/g و برای سایر تیمارها کمتر از 10^6 cfu/g گزارش شد. با افزایش مقادیر مالتیتول و صمغ فارسی شاخص های مزه، سختی و پذیرش کلی کاهش و شاخص تلخی افزایش یافت. همچنین شاخص های بو و رنگ از نظر ارزیاب ها، مطلوب و بدون تغییر بوده و امتیاز ۵ را بدست آوردند. با توجه به نتایج آزمون های فیزیکوشیمیایی، میکروبی و ارزیابی حسی (پذیرش کلی) و نزدیکی ویژگی ها به خصوصیات نمونه شاهد، تیمار T₁ (حاوی ۲۵٪ مالتیتول + ۰/۵٪ صمغ فارسی)، به عنوان تیمار برتر انتخاب شد.

۱- مقدمه

فراورده‌های گندم مانند آرد، نان، کیک، جزو اقلام اولیه غذایی در اکثر جوامع هستند. انواع کیک ها به عنوان یکی از میان وعده های خوشمزه در بین مردم خصوصا در میان کودکان و نوجوانان دارای محبوبیت است. این میان وعده غذایی به عنوان تامین کننده بخشی از کالری، کربوهیدرات، پروتئین و چربی مورد نیاز بدن، از اهمیت ویژه ای برخوردار است. کیک گونه ای شیرینی است که خاستگاه اروپایی دارد، اگر چه باور باستان شناسان این است که این خوراک از زمان های باستان وجود داشته است. کیک امروزی، نوعی شیرینی است که دارای سه ویژگی شیرین بودن، سبکی و بافت اسفنجی می باشد و از میانه سده هجدهم به وجود آمده است [۱]. کیک ها به طور کلی به دو گروه بزرگ "غیر چرب" یا کیک های اسفنجی و "چرب" یا کیک های کره ای تقسیم میشوند. تفاوت کیک های کره ای با کیک های اسفنجی در این است که حباب داخل کیک های اسفنجی در اثر وارد کردن هوا توسط به هم زدن شکر و تخم مرغ بوجود آمده است، در حالی که عامل اصلی در بوجود آمدن حباب در کیک های کره ای، ایجاد گاز در داخل کیک، به علت استفاده از یک عامل ور آورنده نظیر باکینگ پودر است. هم چنین کیک کره ای از نظر وزنی سنگین تر است، در صورتیکه سبک بودن، از ویژگی های یک کیک اسفنجی است. کیک متشکل از موادی است که در اثر تماس با هوا خشک میشوند و به همین علت باید سطح آن به طور کامل پوشانده شود، بدین ترتیب سدی در برابر عبور هوا بوجود آمده و باعث دوام بیشتر کیک خواهد شد [۱]. گندم از نظر نوع مصرف به ۵ گروه طبقه بندی شده است: الف- گندم های مخصوص محصولات خمیری مانند ماکارونی: که باید از نوع گندم های سخت یا گندم دوروم باشند، پروتئین اینگونه گندم ها بیش از ۱۲/۵ درصد بوده و میزان گلوتن مرطوب ۳۰ درصد است. [۲] ب- گندم های مخصوص کیک و شیرینی: که غالباً از نوع گندم های نرم با پروتئین پایین هستند. میزان پروتئین آن باید بین ۷-۱۰ درصد باشد. به هنگام آسیاب کردن باید دقت شود تا اندازه ذرات کوچکتر و میزان خاکستر و آسیب دیدگی نشاسته پایین تر از فرآیند آسیاب گندم های سخت باشد. ج- گندم های مخصوص نان و محصولات تخمیری: در این گندم ها کمیت و کیفیت پروتئین یا گلوتن بسیار مهم است. در این نوع محصولات، پروتئین باید بیش از ۱۱ درصد و گلوتن مرطوب بیش از ۲۶ درصد باشد. د- گندم های چند منظوره: که برای مصارف مختلف. مانند تولید نان و تهیه محصولات خمیری و یا

در پخت کیک و شیرینی به کار می روند. ه- گندم های مخصوص دام و طیور: گندم هایی که به نحوی صدمه می بینند، فعالیت آنزیماتیک بالایی دارند و یا گندم سن زده، که خود آنزیم پیتیداز را تولید می کند و سبب تجزیه ی پروتئین گندم می شود، به مصرف خوراک دام و طیور میرسد. آرد مصرفی جهت تهیه کیک ها، آرد مغز دانه گندم با استخراج ۷۲-۷۱ درصد است که آن را آرد نول می نامند [۳]. نقش شکر تنها در شیرین کردن کیک نیست، بلکه نقش مهم آن ثابت نگهداشتن حباب های ایجاد شده در تخم مرغ است. همچنین شکر در ایجاد بو و رنگ پس از پخت، در کیک های اسفنجی و کره ای نیز نقش دارد. شکر از فروکتوز و گلوکوز تشکیل شده است. جهت کارکرد مغز وجود گلوکز ضروری است. آرامش و از بین رفتن عصبانیت بعد از خوردن مواد شیرین، به تاثیر اندروپین نسبت داده می شود. اما باید توجه داشت که خاصیت مواد شیرین بر روی کم شدن استرس یک اثر موقتی و کوتاه مدت است و زیاده روی در خوردن شکر در بلند مدت اثرات عوارض نامطلوبی مانند چاقی، دیابت و پوسیدگی دندان را بهمراه دارد [۴]. کره دارای سه خاصیت است، که در صنعت شیرینی سازی بسیار به آن ها نیاز هست: الف- کره با اینکه جامد است قابلیت شکل پذیری دارد. ب- کره به راحتی با آرد مخلوط شده و باعث ترد شدن شیرینی میگردد. ج- کره همچنین قدرت پذیرش مقادیر زیادی هوا را در بافت خود دارد و همین خاصیت باعث سبکی محصول پخته شده خواهدگردید. البته با یک بار ذوب کردن و دوباره جامد کردن آن این خصوصیات از بین خواهد رفت. کره و مارگارین هر دو حاوی ۱۶ درصد آب و ۸۵ درصد چربی هستند، با این تفاوت که چربی کره از نوع حیوانی موجود در شیر و چربی مارگارین از روغن های نباتی است. در نتیجه میزان اسیدهای چرب اشباع مارگارین از کره کمتر است [۵]. امروزه انواع مختلفی از مارگارین با درصدهای مختلف چربی مثل مارگارین کم چرب (با حدود ۲۰ درصد چربی) تهیه شده و در دسترس قرار دارد. تخم مرغ در محصولات غذایی به علت افزایش ارزش تغذیه ای، بهبود رنگ و طعم و افزایش یکنواختی محصولات (خاصیت امولسیفایری)، تشکیل کف و خصوصیات ژله ای شدن، به کار می رود. تخم مرغ به صورت خشک شده و پودری در سه نوع تخم مرغ کامل، سفیده وزرده نیز موجود است، که آن را میتوان در دمای معمولی اتاق نیز نگهداری کرد. در هنگام مصرف پودر تخم مرغ به آن مقادیر تعیین شده آب اضافه میشود. پودر سفیده تخم مرغ به سفیده تازه نیز اضافه می شود [۱]. وراورنده ها (بهبود دهنده ها) مانند مخمرها، جوش شیرین و

همان زدو صمغی است شفاف که از درخت بادام کوهی، از خانواده گل سرخیان تراوش می‌شود. درختان بادام کوهی که بومی ایران محسوب می‌شوند، در مناطق وسیعی از کشور (ناحیه ایرانی- تورانی) به ویژه استان‌های مرکزی می‌رویند. این صمغ به نام‌های صمغ فارسی، صمغ شیرازی و آنگوم نیز معروف است. پراکنش جغرافیایی این درختچه در استان‌های فارس، چهارمحال و بختیاری، یزد، کرمان، خراسان، تهران، کردستان، لرستان، کرمانشاه، اراک، ایلام، سیستان و بلوچستان، هرمزگان، بوشهر و خوزستان گزارش شده است [۱۱]. زائری و همکاران (۱۳۹۷) اثرات صمغ دانه لوکاست و زانتان را به عنوان جایگزین چربی، بر خواص فیزیکی و شیمیایی، رئولوژیکی و حسی کیک روغنی بررسی کردند. طبق نتایج، تیمار حاوی ۰/۶ درصد صمغ زانتان، از بیشترین مقدار حجم، ارتفاع، رطوبت و تیمار شاهد از کمترین مقدار چربی و ویسکوزیته برخوردار بودند [۱۲]. ساعدی و همکاران (۱۳۹۷) فرمولاسیون کیک رژیمی با جایگزین‌های طبیعی شکر و چربی را بررسی کردند. نتایج این مطالعه مروری، نشان داد که از اینولین و استویا در محصولات غذایی به ویژه کیک‌ها، در راستای تولید محصولات کم‌کالری و رژیمی، می‌توان استفاده کرد [۸]. چهارطاق و همکاران (۱۳۹۶) بهینه‌سازی ویژگی‌های کیک رژیمی غنی شده با پودر برگ استویا را مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که افزایش جایگزینی شکر با پودر برگ استویا، موجب بهبود برخی ویژگی‌های کیک شامل افت وزنی، بافت، میزان شیرینی، رنگ و پذیرش کلی می‌گردد. همچنین افزایش درصد صمغ، موجب کاهش افت وزنی، افزایش وزن مخصوص و بهبود پذیرش کلی نمونه‌ها شد [۱۳]. نتایج تحقیقات پاشا و همکاران (۲۰۰۲)، حاکی از کاهش میزان کالری در کوکی‌های تهیه شده با سوربیتول، فروکتوز و مانتیتول به جای ساکارز بود. کمترین میزان انرژی در کوکی‌های حاوی ۷۵ درصد فروکتوز و ۲۵ درصد ساکارز ثبت گردید و بیشترین میزان کالری در نمونه شاهد مشاهده شد [۱۴]. مانیشا و همکاران (۲۰۱۲) به مطالعه جایگزینی قند با استویا و سوربیتول مایع در حضور برخی صمغ‌ها و امولسیفایرها در کیک پرداختند. نتایج نشان داد که شکر مصرفی، در افزایش ویسکوزیته خمیر و سوربیتول مایع، در کاهش آن مؤثر بوده است. همچنین به‌کارگیری امولسیفایر و صمغ‌ها نیز در افزایش ویسکوزیته خمیر، بهبود توزیع سلول‌های هوا، انسجام و کیفیت کلی کیک، مؤثر بوده و بهترین نتایج با حضور ۱۰۰ درصدی سوربیتول به دست آمد [۱۵]. با توجه به محتوای چربی و شکر زیاد کیک‌ها، این محصولات جزو غذاهای پرکالری محسوب می‌شوند. محققین برای بررسی و تولید

باکینگ پودر موادی هستند که قادر به تولید و افزایش حباب‌های گاز بخصوص دی‌اکسید کربن در درون خمیر هستند. تولید این گازها باعث ایجاد حجم مناسب، نرمی و سبکی خمیر و سهولت در مصرف می‌شود. هوا، دی‌اکسید کربن و بخار آب سه نوع گازی هستند که در اثر واکنش مواد ورآورنده تولید می‌شوند [۳]. مواد عطر دهنده گوناگونی نظیر وانیل، اسانس، آبلیمو، توت فرنگی و انواع ادویه جات مانند وانیل، دارچین، زنجبیل و زعفران جهت از بین بردن بوی تخم مرغ در کیک به کار برده می‌شود. در کیک سازی با توجه به ذائقه مصرف کننده و سلیقه تولید کننده از سایر مواد اولیه مانند کشمش، مغزگردو، شکلات و میوه‌های خشک و چاشنی‌های مختلف مانند هل و طعم میوه نیز استفاده می‌شود [۱]. کیک یکی از محصولات پرمصرف نانویی به شمار می‌رود، که به دلیل عمومیت مصرف آن در بین اقشار مختلف جامعه، جایگاه بسیار خوبی را از لحاظ بازار مصرف دارا است [۶]. ولی به دلیل کالری بالا و وجود مقدار زیاد شکر و چربی در ترکیب، مصرف مداوم و طولانی مدت آن می‌تواند عوارضی مانند چاقی را در پی داشته و در نتیجه مشکلات عدیده‌ای را برای سلامت افراد ایجاد کند [۷]. شیرین‌کننده‌ها به‌عنوان یک افزودنی، بر خواص حسی مثل دانسیته ظاهری، دانسیته حجمی و تخلخل، خواص فیزیکی، شیمیایی، رئولوژیکی، مکانیکی، سفتی و نرمی انواع محصولات کیک تأثیر می‌گذارند [۸]. مالتیتول یک شیرین‌کننده کم‌کالری حاصل از هیدروژناسیون مالتوز بوده و جایگزینی سیروپ ساکارز با این قند، باعث کاهش کالری محصول خواهد شد. مالتیتول و پلی‌گلیسرول به دلیل داشتن محدوده وسیعی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی کاربردی، شانس زیادی برای بکارگیری در فرمولاسیون محصولات غذایی جدید دارند. مالتیتول یک ترکیب بافت دهنده (پرکننده) با طعم شیرین مناسب و دارای ۹۰٪ قدرت شیرین‌کنندگی ساکارز است. در مقایسه با شکر، استفاده از این قند باعث کاهش کالری شده (کالری زایی ۲/۱ کیلوکالری بر گرم در مقابل ۴ کیلوکالری بر گرم در ساکارز) و لذا برای افراد مبتلا به دیابت مناسب است. مالتیتول می‌تواند مستقیماً نیز در بسیاری از محصولات، جایگزین ساکارز شود [۹]. دانه‌های شاهی، قدومه شهری و شیرازی و دانه مرو از جمله دانه‌های بومی کشورمان هستند، که حاوی مقادیر بالایی صمغ بوده و با توجه به مصارف سنتی خوراکی آن‌ها، از پتانسیل بالایی جهت کاربرد در تولید هیدروکلئیدهای غذایی برخوردار می‌باشند [۱۰]. صمغ فارسی یا

شیرین کننده‌های مصنوعی به جای ساکارز، به نحوی که به خصوصیات کیفی، حسی و فیزیکوشیمیایی محصول آسیبی نرسد، تلاش های زیادی انجام می دهند. استفاده از مالتیتول به جای شکر، علی رغم مزایایی که دارد، می تواند باعث ایجاد مشکلاتی در خواص فیزیکوشیمیایی، رئولوژیکی و حسی کیک شود. بنابراین با توجه به خواص هیدروکلوئیدها در محصولات آردی، نظیر افزایش قابلیت جذب آب، افزایش مدت زمان ماندگاری محصول، بهبود خواص رئولوژی خمیر، بهبود بافت، کنترل ویسکوزیته و ... ، در این تحقیق در کنار مالتیتول از صمغ فارسی نیز استفاده گردیده است.

۲- مواد و روش ها

۱-۲- مواد مورد استفاده در پخت نمونه های

کیک

جهت تهیه نمونه های کیک از آرد گندم (اطهر، ایران)، شکر (شیرین شهد، ایران)، تخم مرغ (تلاونگ، ایران)، روغن مایع (روامین، ایران)، بکینگ پودر (بهمن، ایران)، نمک (گل نمک، ایران) وانیل (بهمن، ایران)، مالتیتول (مرک، آلمان) و صمغ فارسی (ریحان گام پارسیان، ایران) استفاده شد.

۲-۲- روش تهیه کیک

برای تهیه کیک، روغن و شکر، صمغ فارسی و نسبت های مختلف مالتیتول را (مطابق با جدول تیمارها) با هم ترکیب کرده و سپس تخم مرغ به مخلوط اضافه می گردد. در مرحله بعد آرد، بکینگ پودر، شیر خشک و وانیل به مخلوط حاصل اضافه شده و بهم زده می شود، تا خمیر نیمه یکنواختی به دست آید و در همین مرحله به آرامی آب به آن اضافه می گردد و آنقدر هم زده می شود تا خمیر حاصل یکنواخت شود. در مرحله بعد خمیر تهیه شده درون قالب ریخته شده و جهت پخت به مدت ۳۰ دقیقه درون فر با دمای ۱۷۵ درجه سانتی گراد قرار می گیرد. پس از خروج کیک ها از فر و سرد شدن به مدت ۲۰ دقیقه در دمای محیط، آن ها درون جعبه های مخصوص قرار داده شده و جهت انجام آزمون های مورد نظر نگهداری می گردند [۸].

۲-۳- تیمارهای تحقیق

در تحقیق حاضر به بررسی اثر افزودن مالتیتول به جای شکر در کیک رژیمی و تاثیر صمغ فارسی در بهبود دهندگی بافت و خواص فیزیکوشیمیایی، میکروبی و حسی آن طی دوره نگهداری پرداخته شده است که تیمارهای تحقیق C: شاهد

۴-۴- آزمون های تحقیق

آزمون های فیزیکوشیمیایی بر روی نمونه های کیک حاوی مالتیتول و صمغ فارسی، شامل تعیین pH (مطابق با روش استاندارد شماره ۳۷) [۱۶]، رطوبت (مطابق با روش استاندارد شماره ۲۷۰۴) [۱۷]، خاکستر، ویسکوزیته و پروتئین (مطابق با روش AACC, 2003)، میزان افت پخت (مطابق با روش آقا محمدی و همکاران، ۱۳۹۰) [۱۸]، آزمون های میکروبی شامل MIC^۲ و MBC^۳ (مطابق با روش عزیزی شفا و همکاران، ۱۳۹۵) [۱۹]، شمارش کپک و مخمر (مطابق با روش استاندارد شماره ۱۰۸۹۹) [۲۰] و ارزیابی حسی شامل مزه، بو، بافت، سفتی، رنگ و پذیرش کلی (مطابق با روش چهارطاق و همکاران، ۱۳۹۶) توسط ۱۰ ارزیاب آموزش دیده بر مبنای روش هدونیک پنج نقطه ای (کمترین امتیاز: ۱ و بیشترین امتیاز: ۵) [۱۳] انجام شد.

۴-۵- تجزیه و تحلیل اطلاعات

در این مطالعه مطابق با طرح کاملاً تصادفی، ۷ تیمار همراه با نمونه شاهد طراحی گردید. آزمون ها با سه تکرار بر روی نمونه های کیک انجام پذیرفت. به منظور تجزیه و تحلیل داده های حاصل از آزمایش، از آزمون چند دامنه ای دانکن و برای مقایسه میانگین ها در سطح اطمینان ۹۵٪، از نرم افزار SPSS 21 استفاده شد. برای ترسیم نمودارها از نرم افزار اکسل^۴ بهره گرفته شد.

۳- نتایج و بحث

۱-۳- نتایج آزمون های فیزیکوشیمیایی

نتایج آزمون های فیزیکوشیمیایی (رطوبت، pH، خاکستر، پروتئین، ویسکوزیته و افت پخت) در جدول ۱، قابل مشاهده است است.

2. Minimum Inhibitory Concentration
3. Minimum Bactericidal Concentration
4. Excel

Table 1 Comparison of average physicochemical properties of cake samples containing maltitol and Persian gum

Treatment	Moisture	pH	Ash	Protein	Viscosity	baking loss
C (Control)	30/72±0/11 ^c	7/23±0/05 ^a	1/23±0/04 ^c	21/00±0/14 ^a	1/67±0/24 ^c	0/21±0/00 ^a
T ₁	29/06±0/08 ^d	7/19±0/05 ^{ab}	1/34±0/01 ^d	21/70±0/14 ^b	1/93±0/02 ^{de}	0/18±0/00 ^b
T ₂	31/51±0/02 ^b	7/14±0/05 ^{abc}	1/43±0/02 ^{bc}	21/70±0/17 ^a	2/27±0/23 ^{cd}	0/17±0/00 ^c
T ₃	31/30±0/11 ^{ab}	7/17±0/03 ^{abc}	1/61±0/01 ^a	21/38±0/03 ^{ab}	2/50±0/12 ^c	0/18±0/00 ^{bc}
T ₄	28/29±0/26 ^c	7/09±0/08 ^{cbc}	1/35±0/04 ^d	21/68±0/24 ^a	2/94±0/05 ^b	0/17±0/00 ^c
T ₅	31/90±0/14 ^b	7/07±0/08 ^{bc}	1/49±0/02 ^b	21/60±0/28 ^a	3/53±0/31 ^a	0/15±0/00 ^d
T ₆	32/62±0/30 ^a	7/03±0/04 ^b	1/39±0/01 ^{cd}	21/73±0/14 ^a	3/88±0/02 ^a	0/12±0/00 ^e

The similar small letters indicate no significant difference ($p>0.05$)

+ ۴٪ صمغ فارسی) بود. همچنین نتایج تجزیه واریانس نشان داد که از نظر آماری، اثر تیمار بر pH نمونه‌ها معنی‌دار نیست، اما pH تمامی تیمارها از نمونه شاهد کمتر بود و در تیمارهایی که حاوی صمغ فارسی بودند، با افزایش مقدار صمغ، شاخص pH کاهش بیشتری داشت، یعنی مشخص شد که pH در نمونه‌های حاوی مالتیتول و صمغ فارسی، در مقایسه با pH نمونه شاهد، پایین‌تر است. مطابق با برخی تحقیقات انجام‌شده، احتمالاً تفاوت تغییرات pH ماده غذایی در حضور مالتیتول و صمغ فارسی، می‌تواند به نوع ماده غذایی و ترکیبات محلول موجود در آن، بستگی داشته باشد [۲۴]. مطابق با نتایج، وجود صمغ فارسی باعث کاهش ناچیز pH در نمونه‌ها شد، که علت این امر می‌تواند وجود ترکیبات خاص در صمغ فارسی باشد. نتایج شاخص رطوبت نشان داده است که تیمارهای حاوی مالتیتول و صمغ فارسی، دارای رطوبت بیشتری هستند و این امر می‌تواند بر روی میزان تحرک یون‌های هیدروژن اثرگذار باشد و pH را کاهش دهد. ایوبی و پورابوالقاسم (۱۳۹۸)، تولید کیک کم شکر با استفاده از شهد خرما را مورد بررسی قرار دادند. مشاهدات نشان داد که با افزایش شهد خرما در فرمولاسیون کیک، افت وزن، تخلخل و pH نمونه‌ها کاهش می‌یابد [۶]. شهیدی و همکاران (۱۳۹۶)، تأثیر شیره خرما به عنوان جایگزین ساکارز را بر خصوصیات رئولوژیکی و فیزیکی کیک اسفنجی بررسی کردند. نتایج نشان داد که جایگزینی شکر با شیره خرما، باعث کاهش pH نمونه‌ها می‌گردد [۲۵]. سانچزپردو و همکاران (۲۰۱۰)، محصول غنی‌شده با بتاگلوکان یولاف، همراه با دکسترین و نشاسته را به کیک افزوده و مشاهده کردند که pH نمونه‌ها از نظر آماری اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند ($p>0.05$) [۲۶].

۳-۱-۱-۳- رطوبت

برخی تحقیقات نشان داده است که قند الکل‌ها به دلیل داشتن گروه‌های هیدروکسیل تمایل به نگه داشتن آب در ساختمان خود دارند [۲۱]. چهارطاق و همکاران (۱۳۹۶)، بهینه‌سازی ویژگی‌های کیک رژیمی غنی‌شده با پودر برگ استویا را بررسی کردند. نتایج نشان داد افزودن صمغ‌های گوار و زانتان باعث کاهش معنی‌دار افت وزنی نمونه‌ها می‌شود [۱۳]. محمدی گرمی و همکاران (۱۳۹۶)، تأثیر صمغ فارسی و کربوکسی متیل سلولز بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و حسی کیک اسفنجی را بررسی کردند. نتایج نشان داد، علت افزایش میزان رطوبت نمونه‌ها نسبت به نمونه شاهد، قدرت بالای صمغ در جذب و نگهداری آب در حین فرایند پخت و نگهداری است [۱۰]. ایوبی و همکاران (۲۰۱۱)، در بررسی اثر صمغ گزانتان و گوار بر میزان رطوبت کیک روغنی، نشان دادند که این صمغ‌ها به طور معنی‌داری سبب افزایش رطوبت نسبت به نمونه شاهد می‌گردند [۲۲]. اسمیسا و همکاران (۲۰۱۲)، تأثیر صمغ‌های گوار و کربوکسی متیل سلولز، هیدروکسی پروپیل متیل سلولز و کاراگینان را بر روی کیفیت چاپاتی (نوعی نان هندی) بررسی کردند. نتایج نشان داد که با افزودن هیدروکلونیدها، قابلیت جذب آب و نرمی بافت چاپاتی افزایش می‌یابد [۲۳]. ایوبی و همکاران (۲۰۰۸) اثر صمغ زانتان و گوار بر میزان رطوبت کیک روغنی را بررسی نمودند. نتایج نشان داد که این دو صمغ به طور معنی‌داری باعث افزایش رطوبت در نمونه‌ها می‌شوند [۲۲].

۳-۱-۲- pH

مطابق با نتایج، بیشترین مقدار pH (۷/۲۳) متعلق به نمونه شاهد و کمترین مقدار (۷/۰۳) متعلق به تیمار T₆ (حاوی ۵۰٪ مالتیتول

۳-۱-۳- خاکستر

مطابق با نتایج، با مقایسه میانگین خاکستر نمونه‌های کیک حاوی مالتیتول و صمغ فارسی و بررسی داده‌ها با روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن، مشخص گردید که بیشترین مقدار خاکستر (۱/۶۱) متعلق به تیمار T₃ (حاوی ۲۵٪ مالتیتول + ۱٪ صمغ فارسی) و کمترین مقدار آن (۱/۲۳) متعلق به نمونه شاهد می باشد. با توجه به جایگزینی مالتیتول به جای ساکارز و افزودن صمغ فارسی به نمونه‌ها، دلیل افزایش خاکستر در نمونه‌ها نسبت به نمونه شاهد، می‌تواند وجود عناصر معدنی در صمغ فارسی باشد [۲۷] و جایگزینی ساکارز با قند مالتیتول، تأثیر چندانی بر خاکستر نمونه‌ها نداشت. محمدی گریفی و همکاران (۱۳۹۶)، تأثیر صمغ فارسی و کربوکسی متیل سلولز، بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و حسی کیک اسفنجی را بررسی کردند. نتایج نشان داد که افزودن صمغ‌های زدو و کربوکسی متیل سلولز، باعث افزایش خاکستر کل نمونه‌ها در مقایسه با نمونه شاهد شده است [۲۳]. سوهانی و همکاران (۱۳۹۶)، تأثیر صمغ‌های گوار و زانتان را به عنوان جایگزین بخشی از چربی، بر خواص کیفی کیک روغنی بررسی کردند. نتایج نشان داد که افزودن صمغ به نمونه‌ها باعث افزایش خاکستر، در مقایسه با تیمار شاهد می شود [۲۷]. چهارطاق و همکاران (۱۳۹۶)، بهینه‌سازی ویژگی‌های کیک رژیمی غنی شده با پودر برگ استویا را بررسی کردند. نتایج نشان داد که افزایش جایگزینی استویا با ساکارز، باعث افزایش خاکستر نمونه‌ها می‌گردد [۱۳]. هاوو و همکاران (۲۰۱۶)، در بررسی جایگزینی قندهای پلی‌الی (مانیتول، مالتیتول، سوربیتول و لاکتیتول)، به عنوان جایگزین شکر در کیک اسفنجی، دریافتند که استفاده از قندهای پلی‌الی در ساختار کیک اسفنجی، تأثیر چشمگیری در میزان خاکستر ندارد [۲۸]. بارسناز و راسل (۲۰۰۵)، طی تحقیقی گزارش کردند که میزان خاکستر نان‌های حاوی صمغ در مقایسه با نمونه شاهد (بدون صمغ)، به دلیل ساختار ویژه صمغ، بیشتر است [۲۹].

۳-۱-۴- پروتئین

مطابق با نتایج، مقایسه میانگین پروتئین نمونه‌های کیک حاوی مالتیتول و صمغ فارسی و بررسی داده‌ها با روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن مشخص کرد که بیشترین مقدار پروتئین (۲۱/۸۳)

متعلق به تیمار T₆ (حاوی ۵۰٪ مالتیتول + ۴٪ صمغ فارسی) و کمترین مقدار (۲۱/۰۰) متعلق به نمونه شاهد می باشد. مطابق با نتایج، تمامی تیمارها نسبت به نمونه شاهد، حاوی مقادیر بیشتری پروتئین بودند همچنین در تیمار T₆ (حاوی ۵۰٪ مالتیتول + ۴٪ صمغ فارسی) به دلیل وجود صمغ بیشتر نسبت به سایر نمونه‌ها، پروتئین بیشتری گزارش شد. مطابق با تحقیقات انجام شده در این زمینه، دلیل افزایش پروتئین در نمونه‌ها می‌تواند به ماهیت ساختاری صمغ فارسی مرتبط باشد [۱۰]؛ زیرا این صمغ حاوی اسیدهای آمینه بوده و بنابراین نمونه‌های حاوی صمغ فارسی دارای مقادیر بیشتر پروتئین نسبت به نمونه شاهد بودند. در میزان پروتئین نمونه‌های کیک، که مالتیتول جایگزین ساکارز شده بود، تأثیری مشاهده نشد. علت این امر جایگزینی وزنی مالتیتول به جای ساکارز در نمونه‌ها بود. سوهانی و همکاران (۱۳۹۶) تأثیر صمغ‌های گوار و زانتان به عنوان جایگزین بخشی از چربی بر خواص کیفی کیک روغنی را بررسی کردند. نتایج نشان داد نمونه‌های حاوی صمغ از پروتئین بیشتری در مقایسه با نمونه شاهد برخوردار بودند [۲۷]. محمدی گریفی و همکاران (۱۳۹۶) تأثیر صمغ فارسی و کربوکسی متیل سلولز بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و حسی کیک اسفنجی را بررسی کردند. نتایج نشان داد که افزودن صمغ‌های زدو و کربوکسی متیل سلولز، باعث افزایش پروتئین نمونه‌ها در مقایسه با نمونه شاهد می‌گردد [۱۰]. موحد و همکاران (۲۰۱۲) طی تحقیقی نشان دادند که استفاده از صمغ‌های زانتان و HPMC، باعث بهبود ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی، از جمله افزایش میزان پروتئین، در کیک‌های اسفنجی می‌شود [۲۸]. مانیشا و سومیا (۲۰۱۲) طی تحقیقی درباره جایگزینی هیدروکلوئیدها و شیرین‌کننده‌ها به جای ساکارز در کیک، عنوان نمودند که تفاوت در مقادیر کمی پروتئین در محصولات پخت شده، می‌تواند به مقدار ازت اسیدهای آمینه و نوع فرمولاسیون وابسته باشد [۲۴]. لین و همکاران (۲۰۰۸) خواص فیزیکی و حسی کوکی‌های دانمارکی کم‌کالری حاوی اریتریتول را بررسی کردند و نتایج نشان داد که کوکی‌های حاوی اریتریتول در مقایسه با نمونه حاوی ساکارز، از میزان پروتئین یکسانی برخوردار هستند [۲۹].

۳-۱-۵- ویسکوزیته

ویسکوزیته یا مقاومت به جریان، یکی از پارامترهای مهم در

همکاران در سال ۱۳۹۲، در بررسی جایگزینی ساکارز با مخلوط سوکرالوز، مالتودکسترین و صمغ کتیرا، در شیرینی سنتی قطاب، دریافتند که با افزایش میزان کتیرا، میزان ویسکوزیته و رطوبت افزایش خواهد یافت [۳۴]. مانیشا و سومیا (۲۰۱۲)، اثر متقابل استویوزید، سوربیتول مایع و صمغ زانتان در کیک بدون قند را بررسی کردند. نتایج نشان داد ویسکوزیته در تمامی نمونه‌های حاوی صمغ افزایش می‌یابد [۲۴]. گومز و همکاران (۲۰۰۷)، گزارش کردند که استفاده از هیدروکلئیدها نظیر صمغ زانتان، در فرمولاسیون کیک می‌تواند باعث به تعویق افتادن بیاتی، بهبود حجم کیک و افزایش ویسکوزیته در نمونه‌ها شود [۳۵].

۳-۱-۶- افت پخت

مطابق با نتایج، مقایسه میانگین افت پخت نمونه‌های کیک حاوی مالتیتول و صمغ فارسی نشان داد که بیشترین مقدار افت پخت (۰/۲۱) متعلق به نمونه شاهد و کمترین مقدار افت (۰/۱۲) متعلق به تیمار T₆ (حاوی ۵۰٪ مالتیتول + ۴٪ صمغ فارسی) بود. همچنین اثر تیمار بر شاخص افت پخت نمونه‌ها کاملاً معنی‌دار بود. به عبارتی شاخص افت پخت با افزایش مالتیتول و صمغ فارسی نسبت به نمونه شاهد کاهش یافت. دلیل کاهش افت وزنی نمونه‌ها نسبت به نمونه شاهد می‌تواند قدرت جذب و قابلیت نگهداری آب بالای صمغ فارسی و در نتیجه کاهش میزان از دست رفتن آب در طی فرایند پخت باشد [۱۳]. ایوبی و پورابوالقاسم (۱۳۹۸) تولید کیک کم شکر با استفاده از شهد خرما را بررسی کردند. مشاهدات نشان داد با افزایش شهد خرما در فرمولاسیون کیک، افت وزن، تخلخل و pH نمونه‌ها کاهش می‌یابد [۲۲]. چهارطاق و همکاران (۱۳۹۶) بهینه‌سازی ویژگی‌های کیک رژیمی غنی‌شده با پودر برگ استویا را بررسی کردند. نتایج نشان داد افزودن صمغ‌های گوار و زانتان باعث کاهش معنی‌دار افت وزنی نمونه‌ها می‌شود [۱۳]. محمدی گرمی و همکاران (۱۳۹۶) تأثیر صمغ فارسی و کربوکسی متیل سلولز بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و حسی کیک اسفنجی را بررسی کردند. نتایج نشان داد افزودن صمغ‌های زدو و کربوکسی متیل سلولز باعث افزایش رطوبت و کاهش افت پخت نمونه‌ها در مقایسه با نمونه شاهد می‌گردد [۱۰]. کریم پور و زمردی (۱۳۹۵) افت پخت کیک اسفنجی فراسودمند حاوی آرد ماش و صمغ کتیرا را بررسی کردند. نتایج نشان داد افزایش صمغ کتیرا باعث کاهش افت پخت

خمیر کیک می‌باشد، زیرا می‌تواند بر روی نگهداری حباب‌های هوا مؤثر باشد. به نظر می‌رسد که تغییر نوع قند، بر تغییر ویسکوزیته سیستم مؤثر است. قندها توسط گروه هیدروکسیل با مولکول‌های آب پیوند هیدروژنی برقرار می‌نمایند [۳۰]. مطابق با نتایج، مقایسه میانگین ویسکوزیته نمونه‌های کیک حاوی مالتیتول و صمغ فارسی، نشان داد که بیشترین مقدار ویسکوزیته (۳/۸۸) متعلق به تیمار T₆ (حاوی ۵۰٪ مالتیتول + ۴٪ صمغ فارسی) بوده و کمترین مقدار آن (۱/۶۷)، متعلق به نمونه شاهد می‌باشد. همچنین اثر تیمار بر ویسکوزیته نمونه‌های کیک کاملاً معنی‌دار بود ($p \leq 0/01$) و با افزایش مقادیر مالتیتول و صمغ فارسی، شاخص ویسکوزیته افزایش یافت. علت این امر آن است که ساختار مولکولی قندها، در میزان ویسکوزیته بسیار تأثیرگذار است، به طوری که با افزایش پیوندهای هیدروژنی، سطوح اتصالات افزایش و میزان تحرک آب آزاد کاهش می‌یابد، که نتیجه آن افزایش ویسکوزیته می‌باشد. به عبارتی در ساکارز نسبت به مالتیتول، سطوح اتصالات و پیوندهای هیدروژنی کمتر بوده و لذا تحرک آب آزاد کم می‌شود، که نتیجه آن کاهش میزان ویسکوزیته خمیر شاهد در مقایسه با دیگر نمونه‌ها شده است. به علاوه ویسکوزیته خمیر، تحت تأثیر وزن مولکولی قند نیز قرار می‌گیرد. هرچه وزن مولکولی قند مورد استفاده کمتر باشد، ویسکوزیته خمیر کیک بیشتر خواهد بود. از سویی ویسکوزیته خمیر کیک ارتباط زیادی با حلالیت قند مورد استفاده در فرمولاسیون خمیر کیک دارد. وزن مولکولی پایین مالتیتول و حلالیت زیاد آن، سبب ایجاد بالاترین میزان ویسکوزیته در خمیر تهیه‌شده با این قند گردید [۳۱]. همچنین خاصیت جاذب الرطوبه بودن صمغ فارسی، باعث می‌شود که آب در دسترس کم شود و به دنبال آن ویسکوزیته خمیر افزایش یابد. عباس زاده و همکاران (۱۳۹۷)، تأثیر استفاده از کنسانتره پروتئین بادام شیرین و صمغ زانتان بر ویژگی‌های کیک بدون گلوتن را بررسی کردند. نتایج نشان داد که افزایش صمغ زانتان و کنسانتره پروتئین بادام شیرین، می‌تواند باعث افزایش رطوبت و ویسکوزیته نمونه‌ها شود [۳۲]. قاسمی و همکاران (۱۳۹۲)، امکان جایگزینی ساکارز با سوکرالوز و مالتودکسترین را در تهیه کیک اسفنجی کم‌کالری بررسی کردند. نتایج نشان داد که افزودن مالتودکسترین، باعث افزایش ویسکوزیته خمیر در کیک می‌شود [۳۳]. یزدی و

۲-۳- نتایج ارزیابی حسی

ارزیابی حسی نمونه های کیک شامل ویژگی های رنگ، سفتی، تلخی، بو، طعم و پذیرش کلی بود، که نتایج آن در جدول ۲ آورده شده است، نمونه های کیک رژیمی پس از ۲۴ ساعت نگهداری مورد ارزیابی حسی قرار گرفت.

خواهد شد [۳۶]. اویگون و همکاران (۲۰۱۳) اظهار داشتند، احتمالاً به علت افزایش مقدار فیبر خام، پروتئین و خاکستر که منجر به جذب و تثبیت آب و دشوار شدن تبخیر رطوبت می شود، با افزایش سطح جایگزینی شکر با آرد پالپ خرما، وزن نمونه ها افزایش می یابد و به عبارتی کاهش تبخیر رطوبت منجر به کاهش افت وزن می گردد [۳۷].

Table 2 Comparison of the mean evaluation of sensory properties of cake samples containing maltitol and Persian gum

Treatment	Overall Acceptance	Color	Hardness	Bitterness	Aroma	Taste
C (control)	4.20±0.42 ^a	5.00±0.00 ^a	4.10±0.31 ^a	1.10±0.31 ^d	5.00±0.00 ^a	4.20±0.42 ^a
T ₁	4.00±0.47 ^a	5.00±0.00 ^a	2.50±0.52 ^{dc}	2.30±0.67 ^c	5.00±0.00 ^a	3.70±0.48 ^{bc}
T ₂	3.40±0.51 ^{bc}	5.00±0.00 ^a	3.30±0.48 ^b	4.10±0.56 ^a	5.00±0.00 ^a	3.50±0.52 ^c
T ₃	3.60±0.51 ^{bc}	5.00±0.00 ^a	3.10±0.56 ^{bc}	2.10±0.31 ^c	5.00±0.00 ^a	4.00±0.47 ^a
T ₄	3.30±0.48 ^{cd}	5.00±0.00 ^a	2.70±0.48 ^{cd}	3.90±0.31 ^{ab}	5.00±0.00 ^a	2.70±0.48 ^d
T ₅	3.20±0.42 ^{cd}	5.00±0.00 ^a	2.10±0.56 ^{ef}	2.30±0.48 ^c	5.00±0.00 ^a	3.30±0.48 ^c
T ₆	2.90±0.31 ^d	5.00±0.00 ^a	2.00±0.47 ^f	3.70±0.48 ^{abc}	5.00±0.00 ^a	2.30±0.48 ^d

The similar small letters indicate no significant difference ($p>0.05$)

ارزیابی حسی (جدول ۳-۴)، تیمارهایی که حاوی مقادیر بیشتری صمغ فارسی بودند، سختی کمتری داشتند. دلیل این امر می تواند ایجاد بافت نرم تر به دلیل رطوبت بیشتر در این نمونه ها با توجه به خاصیت جاذب الرطوبه بودن صمغ فارسی باشد. همچنین سفتی بافت کیک تا حدود زیادی تحت تأثیر قابلیت باند شدن آب با قندهای الکلی و از دست دادن آن در طول نگهداری و همین طور برهم کنش این قندها با نشاسته، که می تواند بر رتروگراداسیون اجزا نشاسته، به ویژه آمیلوپکتین در طول نگهداری کیک مؤثر باشد، قرار می گیرد [۳۸].

پذیرش کلی، مجموعه ای از امتیازات پارامترهای حسی نظیر رنگ، طعم، مزه، بافت و ... است [۳۹]. مطابق با نتایج، امتیاز پذیرش کلی، برای تمامی تیمارها نسبت به نمونه شاهد، کاهش داشت. پس از نمونه شاهد تیمار T₁ (حاوی ۲۵٪ مالتیتول + ۰/۵٪ صمغ فارسی) دارای امتیاز پذیرش کلی بالاتری نسبت به سایر نمونه ها بود. برخی تحقیقات نشان داده که بیشتر مصرف کنندگان محصولات متعارف حاوی شکر را نسبت به سایر محصولات جایگزینی نسبی یا کامل ساکارز، می پذیرند [۲۵]. نجفی و صالحی فر (۱۳۹۵) بهینه سازی تولید مافین کم کالری با استفاده از

ارزیابی اثر مالتیتول و صمغ فارسی، بر روی ویژگی های حسی کیک (شامل: مزه، بو، تلخی، رنگ، سختی و پذیرش کلی) توسط ۱۰ ارزیاب آموزش دیده انجام گردید. ارزیاب ها امتیاز ۱ تا ۵ را برای ارزیابی هر ویژگی در نظر گرفتند. در مرحله بعدی، مجموع امتیازات نمونه ها و همچنین اختلافات هر یک از آنها در مورد هر شش ویژگی ذکر شده در سطح ۵ درصد مقایسه گردید. مطابق با نتایج، اثر تیمار بر شاخص های ارزیابی حسی، شامل مزه، بافت، سختی و پذیرش کلی کاملاً معنی دار بود ($p\leq 0.01$). امتیاز ارزیابی حسی شاخص های بو و رنگ برای تمامی تیمارها ۵ بود. به عبارت دیگر رنگ و بوی تمامی تیمارها ثابت بود و این بدان معناست که استفاده از مالتیتول و صمغ فارسی تأثیر معنی داری بر شاخص های بو و رنگ نمونه ها نداشته است. مطابق با نتایج، افزودن مالتیتول و صمغ فارسی به نمونه ها باعث کاهش امتیازات ارزیابی حسی شاخص های مزه، سختی و پذیرش کلی نمونه ها نسبت به نمونه شاهد و از طرفی باعث افزایش تلخی تیمارها شد. با افزایش مقدار مالتیتول مقدار تلخی نمونه ها افزایش یافت. بنابراین استفاده از مالتیتول در مقادیر بالا، باعث ایجاد تلخی در نمونه ها می شود. مطابق با جدول مقایسه میانگین شاخص های

دکستروز بودند. بهترین نتایج به عنوان جایگزین شکر، با شیرین‌کننده‌های الیگوفروکتوز، لاکتیتول و مالتیتول به دست آمد، که رفتاری مشابه ساکارز از نظر خواص رئولوژیکی، دمای ژلاتینه شدن و حجم مخصوص داشتند [۴۰].

۳-۳-۳-۳ آزمون میکروبی

۳-۳-۳-۱-۱ نتایج غلظت صمغ فارسی بر درصد بازدارندگی

و کشندگی کپک *آسپرژیلوس فلاووس*

نتایج حاصل از تاثیر غلظت صمغ فارسی بر قطر هاله عدم رشد و درصد بازدارندگی بر روی کپک *آسپرژیلوس فلاووس* در جدول ۳ نشان داده شده است. بالاترین هاله عدم رشد (۵۳/۸ mm) متعلق به تیمار حاوی ۰/۵ درصد صمغ فارسی و پایین‌ترین آن (۰ mm) متعلق به تیمار حاوی ۴ درصد صمغ بود. مطابق با نتایج، با افزایش غلظت صمغ فارسی از ۰/۵ تا ۵ درصد، قطر هاله عدم رشد کاهش داشته و در غلظت ۴ درصد، به ۰ رسید. همچنین درصد بازدارندگی، در غلظت ۲ درصد صمغ فارسی، به ۱۰۰ درصد رسید.

شیرین‌کننده طبیعی استویا و مالتودکستروزین را بررسی کردند. نتایج ارزیابی حسی نشان داد که تیمارهای حاوی مالتودکستروزین دارای سختی کمتری نسبت به نمونه شاهد می باشند [۳۹]. آکسووان و همکاران (۲۰۰۹) طی تحقیقی به بررسی کلوچه‌هایی که در آن بخشی از ساکارز با مخلوط سوکرالوز و پلی دکستروز جایگزین شده بود، پرداختند. نتایج این مطالعه مشخص کرد که جایگزینی تا سطح ۵۰٪، تغییر زیادی در ویژگی‌های حسی بافت نمونه‌ها ایجاد نمی‌کند، اما با افزایش جایگزینی ساکارز در سطوح بیشتر، کیفیت بافت کاهش و سفتی نمونه‌ها بیشتر گردید [۲۱]. پاشا و همکاران (۲۰۰۲)، افزودن فروکتوز به عنوان جایگزین ساکارز در نمونه‌های کوکی، را بررسی کردند. در ابتدا با افزایش میزان فروکتوز، امتیاز ویژگی عطر و طعم افزایش پیدا کرد، ولی پس از آن به دلیل افزایش واکنش میلارد در غلظت‌های بالاتر، میزان امتیاز کاهش یافت [۱۴]. پیمولی و واسیلیکی (۲۰۱۰)، به تأثیر شیرین‌کننده‌های مختلف روی خواص رئولوژیکی خمیر و کیک پرداختند. شیرین‌کننده‌های جایگزین شامل پلی ال‌ها (مانیتول، مالتیتول، سوربیتول و لاکتیتول)، فروکتوز، الیگوفروکتوز و پلی

Table 3 Results of Persian gum concentration on colony diameter and percentage of inhibition on *Aspergillus flavus*

Gum concentration (%)	Zone of Inhibition (mm)	Inhibition (%)
0.5	53.8	25.2
1	44.7	60.3
1.5	30.2	75.3
2	21.42	100
2.5	12.32	100
3	8.42	100
3.5	5.3	100
4	0	100
4.5	0	100
5	0	100

نگهداری پس از ۲۱ روز نگهداری، شمارش کپک و مخمر برای تمامی تیمارها به جز تیمار شاهد، کمتر از ۱۰۰ cfu/g گزارش گردید. احمدی و همکاران (۱۳۹۵) اثر پوشش خوراکی صمغ زرد و عصاره ریحان را بر کیفیت فیله ماهی فیتوفاگ بررسی کردند. نتایج نشان داد صمغ زرد با وزن مولکولی بالا و خاصیت امولسیون، دارای اثر ضد باکتریایی می باشد [۳].

۳-۳-۲-۲ نتایج آزمون شمارش کپک و مخمر

نتایج حاصل از شمارش کپک و مخمر طی چهار هفته نگهداری در جدول ۴ نشان داده شده است.

مطابق با نتایج، پس از یک روز نگهداری، شمارش کپک و مخمر برای تمامی تیمارها کمتر از ۱۰ cfu/g و پس از هفت روز نگهداری، برای تمامی تیمارها کمتر از ۱۰۰ cfu/g گزارش شد و پس از ۱۴ روز نگهداری، شمارش کپک و مخمر تنها برای نمونه شاهد بیش از ۱۰۰ cfu/g گزارش شد. در هفته سوم

Table 4 Comparison of the average count of mold and yeast in cake samples containing maltitol and Persian gum during 4 weeks of storage

Treatment	Storage Time (day)			
	1	7	14	21
C (Control)	<10	<100	8.42×10 ²	3.2×10 ³
T1	<10	<100	<100	<100
T2	<10	<100	<100	<100
T3	<10	<100	<100	<100
T4	<10	<100	<100	<100
T5	<10	<100	<100	<100
T6	<10	<100	<100	<100

۵- منابع

- [1] Kheiri, Z., Mahdavi Adeli, H.R., brokerage, M. 2017. Production of low gluten chocolate cake enriched with coriander flour. Master Thesis - Food Science and Technology. Islamic Azad University - Faculty of Marine Science and Technology - North Tehran Branch.
- [2] Ahmadi, S., Mahdavi Adeli, H.R., Movahed, S. 2013. Effect of adding coriander flour on the quality characteristics of pasta. Master Thesis - Agricultural Engineering, Food Science and Technology. Islamic Azad University - Varamin - Pishva Branch.
- [3] Abdi, A., Mahdavi Adeli, H., Ayvazzadeh, A. 2013. Effect of flour enrichment with coriander seeds and whey protein concentrate on bread quality. Master Thesis - Agricultural Engineering, Food Science and Technology. Islamic Azad University - Varamin - Pishva Branch.
- [4] Hosene, R. C., and Rogers, D. E. 1994. Mechanism of sugar functionality in cookies. Pages 203-226.
- [5] Bohloli, Z., Mahdavi Adeli, H.R., Pourahmad, R. 2016. Investigation of physical, chemical and sensory properties of yogurt prepared with several suitable types of gum. Master Thesis - Agricultural Engineering, Food Science and Technology. Islamic Azad University - Varamin - Pishva Branch.
- [6] Alami, M., Sadeghi Mahoonak, A., Kashaninejad, M. 2017. Influence of sweet almond protein concentrate and xanthan gum on physico-chemical and textural properties of

فندرسی و همکاران (۱۳۹۳) اثر افزودن کنسانتره کشمش، گرد پکتین و صمغ زردو بر ویژگی‌های حسی، میکروبی و فیزیکوشیمیایی ماست هم زده را بررسی کردند. نتایج نشان داد که با افزایش زمان نگهداری، مقدار کپک و مخمر افزایش یافته است و این بدین معنی است که صمغ زردو تأثیر معنی‌داری بر رشد کپک و مخمر و باکتری‌های اسید لاکتیک نداشته است [۴۱].

۴- نتیجه‌گیری کلی

با افزایش مقادیر مالتیتول و صمغ فارسی، خواص فیزیکوشیمیایی شامل شاخص‌های رطوبت، خاکستر، پروتئین و ویسکوزیته افزایش و شاخص افت پخت کاهش یافت. همچنین شاخص pH نمونه‌ها از نظر آماری تفاوت معنی‌داری نداشت. اما نسبت به نمونه شاهد pH تمامی نمونه‌ها کاهش جزئی نشان داد. آزمون میکروبی برای تعیین کپک و مخمر در هفته دوم و سوم نگهداری نشان داد که مقادیر کپک و مخمر، تنها برای نمونه شاهد بیشتر از ۱۰۰ بوده و برای بقیه تیمارها کمتر از ۱۰۰ می‌باشد. نتایج آزمون حسی (مزه، بو، رنگ، تلخی، سختی و پذیرش کلی)، نشان داد که با افزایش مقادیر مالتیتول و صمغ فارسی، شاخص‌های مزه، سختی و پذیرش کلی کاهش و شاخص تلخی افزایش خواهد یافت. همچنین شاخص‌های بو و رنگ از نظر ارزیابی، مطلوب و بدون تغییر ارزیابی و امتیاز ۵ برای آن‌ها در نظر گرفته شد. بر اساس نتایج آزمون‌های فیزیکوشیمیایی، میکروبی و ارزیابی حسی (پذیرش کلی) و شباهت و نزدیکی ویژگی‌ها به نمونه شاهد، تیمار T₁ (حاوی ۲۵٪ مالتیتول + ۰/۵٪ صمغ فارسی) به عنوان تیمار برتر انتخاب شد.

- [15] Hosoney, R. C., and Rogers, D. E. 1994. Mechanism of sugar functionality in cookies. Pages 203-226
- [16] Hojjatol eslami, M., Jahadi, M. 2014. Study on the effect of replacing sucrose with Sucralose-Maltodextrin on the rheological properties and the amount of calories in Ghotab- A traditional confectionary, *Journal of Innovative Food Technology*, 1(2): 49-58.
- [17] Souhani Agini, A., Movahhed, S., Ahmadi Chenarbon, H. 2017. Effect of Guar and xanthan gums as a part replacement of lipid on the qualitative properties of oily cake, *Journal of Food Science and Technology*, 69(14): 295-306.
- [18] Abbaszadeh, F., Alami, M., Sadeghi Mahoonak, A., Kashaninejad, M. 2017. Influence of sweet almond protein concentrate and xanthan gum on physic-chemical and textural properties of dough and rice cakes, *Journal of Innovative Food Technology*, 4(3): 163-176.
- [19] Ayoubi, A., Habibi najafi, M. B. and Karimi, M. (2008). Effect of different levels of whey protein concentrate on the physicochemical and sensory properties of muffin cake. *Journal of Food Science and Technology*, 8 (29): 33-46.
- [20] AACC. 2003. Approved methods of Anlysis of Amrerican Association of Cereal Chemist (10thed). Amrerican of Cereal Chemistry, Inc., st paul.
- [21] Akesowan, A. 2009. Quality of reduced fat chiffon cakes prepared with Polydextrose and Sucralose as replacement of sugar. *Pakistan Journal of Nutrition*. 8(9): 1383-1386.
- [22] Ayubi, A., Purabolghasem, M.E. 2017. Possibility low sugar cupcake production by using date liquid sugar, *Food Industry Research*, 29(2): 1-16.
- [23] Smitha, S., Rajiv, J., Begum, K., Indrani, D. (2008). Effect of hydrocolloids on rheological, microstructure and quality characteristics of parotta –unleavened Indian flat bread. *Journal of Texture Studies*, 39: 267–283.
- [24] Hashemi, N., Rabiee, H., Tavakolipour, H., Gazerani, S. 2014. Effect of Stevia (Stevia rebaudiana) as a Substitute for Sugar on Physicochemical, Rheological and Sensory Properties of Dietary Saffron Syrup, *Journal of Saffron Agriculture and Technology*, 2(4): dough and rice cakes, *Journal of Innovative Food Technology*, 4(3): 163-176.
- [7] Shourideh M, Taslimi A, Azizi M, Mohammadifar M, Mashayekh M. 2010. Effects of D-Tagatose , inulin and stevia as sugar substitutes on the physical, chemical, rheological and sensory properties of dark chocolate. *Iranian Journal of Nutrition Sciences & Food Technology*. 2010; 5 (3): 29-38.
- [8] Saedi, Sh., Jaghrian, S., Roozbeh Nasirai, L., Alaidini, B. 1979. Formulation of Diet Cakes with Natural Sugar and Fat Substitutes, *First National Conference on New Ideas in Engineering. Rasht, Conference Secretariat (Gilan Industrial Engineering Mobility Organization)*, 1-10.
- [9] Livesey G, 2003. Health potential of polyols as sugar replacers, with emphasis on low glycaemic properties. *Nutritional Research Revue* 16, 163-191.
- [10] Mohammadi Garfami, F., Eshaghi, M. R., Nateghi, L. 2015. Introduction to Zedo Hydrocolloids, *First Iranian Scientific Conference on Food Science and Technology, Association for Development and Promotion of Fundamental Sciences and Technologies*.
- [11] Khorrami, b. 2006. Persian Zedo-Gum, *Journal of Livestock and Agriculture*, 23: 23-80.
- [12] Zaeri, M., Asadollahi, S., Hashemi Ravan, M. 2018. Effects of locust bean gum and xanthan gum as a fat substitute on the physicochemical, rheological and sensory properties of oil cake. *Iranian Food Science and Technology Research Journal*, 15(1): 1-13.
- [13] Chahartagh, F., Nasehi, B., Barzegar, H. 2016. Optimization characteristics of low calorie Cake enriched with stevia leaf powder, *Journal of Food Science and Technology*, 14(69): 31-41.
- [14] Pasha, I., Butt, M. S., Anjum, F.M. and shahzadi, N.2002. Effect of dietetic sweeteners on the quality of cookies, *International Journal of Agriculture and Biology* 4:245-248. [15] Manisha,G., Soumya,C.2012. Indrani,D.Studies on interaction between stevioside, liquid sorbitol, hydrocolloids and emulsifiers for replacement of suger in cakes, *Food Hydrocolloids*, 29:363-373.

2014. Study on the effect of replacing sucrose with Sucralose-Maltodextrin on the rheological properties and the amount of calories in Ghotab- A traditional confectionary, *Journal of Innovative Food Technology*, 1(2): 49-58.
- [35] Gomez M, Ronda F, Caballero 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: 167-173.
- [36] Karimpour, S., Zomorodi, Sh. 2016. Evaluation of Color Indexes, Symmetry, and Baking of Sponge Cakes of Mashhad and Gum Tragacanth, First International Congress and the 24th Iranian National Congress of Food Science and Technology, Tehran, Iran Food Science and Technology Association, Tarbiat Modares University.
- [37] Obiegbuna JE, Akubor PI, Ishiwu CN and Ndife J, 2013. Effect of substituting sugar with date palm pulp meal on the physicochemical, organoleptic and storage properties of bread. *African Journal of Food Science* 7 (6): 113-119.
- [38] Alavi, S. F. 2018. Sucrose replacement with isomalt and mannitol sweeteners in sponge cake. MSc in Food Science and Technology, Islamic Azad University, Varamin Branch.
- [39] Najafi, S., Salehi Far, M. 2016. Optimization of production low-calorie muffin with natural sweetener stevia and maltodextrin, *Journal of Food Industry Research*, 26(4): 715-724.
- [40] Psimouli.V, O.Vassiliki. 2010.The Effect Of Alternative Sweeteners on batter rheology & cake properties, *Journal Science Agriculture*,92:99-105.
- [41] Fendersi, S. A. Golestan, L., Farahmandfar, R. 2014. Investigation of the Effect of Round Raisin Concentrate, Pectin and Zucchini Gum Concentrate on Sensory, Microbial and Physicochemical Properties of Yogurt Stir and Storage in Cold Conditions, Third National Conference on Food Science and Technology, 1-13.
- 303-310.
- [25] Shahidi, B., Kalantari, M., Boostani, S. 2017. Effect of date syrup as a sugar replacement on the rheological and physical properties of sponge cake, *Journal of Food Science and Technology*, 66(14): 63-72.
- [26] Sanchez-Pardo, M., Jiménez-García, E., González- García I. (2010). Study about the addition of chemically modified starches (cross-linked cornstarches), dextrins, and oats fiber in baked pound cake. *J. Biotechnol.*, 150, 316-321.
- [27] Souhani Agini, A., Movahhed, S., Ahmadi Chenarbon, H. 2017. Effect of Guar and xanthan gums as a part replacement of lipid on the qualitative properties of oily cake, *Journal of Food Science and Technology*, 69(14): 295-306.
- [28] Movahhed, S., Khalatbari Mohseni, G., Ahmadi Chenarbon, H. 2012. Comparing the effect of potato flour and xanthan gums on staling rate of toast breads. *Annals of Biological Research*, 5(6): 3-9.
- [29] Lin CC, Wang HF, Lin SD. 2008. Effect of isomaltooligosaccharide syrup on quality characteristics of sponge cake. *Cereal Chem*, 85: 515-21.
- [31] Manisha,G., Soumya,C.2012. Indrani,D.Studies on interaction between stevioside, liquid sorbitol, hydrocolloids and emulsifiers for replacement of suger in cakes, *Food Hydrocolloids*, 29:363-373.
- [32] Abbaszadeh, F., Alami, M., Sadeghi Mahoonak, A., Kashaninejad, M. 2017. Influence of sweet almond protein concentrate and xanthan gum on physic-chemical and textural properties of dough and rice cakes, *Journal of Innovative Food Technology*, 4(3): 163-176.
- [33] Ghasemi H, Keramat J, Hojatoleslami M. 2013. Investigation of Sucrose Replacement with Sucralose and Maltodextrin in the Preparation of Low Calorie Sponge Cake. 21st National Congress of Iranian Food Science and Technology. Shiraz University, Shiraz.
- [34] Yazdi, a. P., Hojjatol eslami, M., Jahadi, M.



Scientific Research

The optimization of dietic cake using different concentrations Farsi gum and Maltitol sweetener

Faghei shahrbabaki, M.¹, Shahab Lavasani, A.^{2*}, Zand, N.³

1. M.Sc. Student, Department of Food Science and Technology, Varamin-Pishva Branch, Islamic Azad University, Varamin, Iran.
2. Innovative Technologies in Functional Food Production Research Center, Varamin-Pishva Branch, Islamic Azad University, Varamin, Iran
3. Department of Food Science and Technology, Varamin-Pishva Branch, Islamic Azad University, Varamin, Iran.

ARTICLE INFO

ABSTRACT

Article History:

Received 2019/ 12/ 02

Accepted 2021/ 01/ 08

Keywords:

Sugar,
Farsi Gum,
Cake,
Maltitol.

DOI: 10.52547/fsc.18.04.20

*Corresponding Author E-Mail:
Shahabam20@yahoo.com

Cake, as one of the types of sweets, is one of the most important and high-consumption products of cereals, whose continuous and long-term consumption, due to the high amount of fat and sugar in the formulation of this product, causes obesity and subsequent health problems. Will have. In this study, with the aim of reducing the amount of sugar and fat in this product, cake samples containing maltitol (25 and 50%) and Persian gum (0.5, 1, 2 and 4%) were produced and the physicochemical and microbial properties of the treatments were investigated. Their sensory properties were evaluated. Physicochemical tests (moisture, pH, ash, protein, viscosity and sintering or weight loss of samples compared to the control sample) were performed only on the first day after production. Microbial tests (including determination of MIC two weeks after production, MBC four weeks after production and counting of mold and yeast 24 hours after production and first, second and third weeks of storage), sensory evaluation (including color, firmness, bitterness, odor characteristics, General taste and acceptance) were performed by 10 trained evaluators after 24 hours of maintenance. SPSS 21 software and Duncan's multiple domain test were used to analyze the results at 95% confidence level and Excel 2013 software was used to draw the graphs. The results showed that with increasing the amount of maltitol and Persian gum, moisture, ash, protein and viscosity indices will increase and the cooking loss index will decrease. The pH index did not show a statistically significant difference between the samples ($p > 0.05$), but the control sample had a slight decrease compared to other samples. The amount of mold and yeast after one day of storage for all treatments was less than 10 and after seven days of storage, less than 100. In the second and third weeks of storage, the amount of mold and yeast was more than 100 for the control sample only and less than 100 for other treatments. With increasing amounts of maltitol and Persian gum, the indicators of taste, hardness and general acceptance decreased and the bitterness index increased. Also, odor and color indices were desirable and unchanged in terms of evaluators and scored 5 points. According to the results of physicochemical, microbial and sensory evaluation tests (general acceptance) and the proximity of the features to the characteristics of the control sample, T1 treatment (containing 25% maltitol + 0.5% Persian gum) was selected as the superior treatment.