افزودن استویا به فرمولاسیون کیک روغنی و بررسی اثرات آن بر زمان ماندگاری و ویژگیهای فیزیکوشیمیایی آن

Effect ofAdding stevia to the oil cake formulation and investigating its effects on shelf life and physicochemical properties

بیژن خورشیدپور[1*]، سیمین اسدالهی[2]، مهشید رضایی[3]، لیلا ناطقی[4]، زهرا مصطفی[5]

دریافت: ۹۹/۱۲/۱۶ پذیرش: ۱۴۰۰/۲/۱۰

چکیده

امروزه تمایل مصرف کنندگان بویژه بیماران دیابتی برای مصرف محصولات غذایی کم کالری و بدون قند افزایش یافته است که می‌توان از استویا که نوعی شیرین‌کننده طبیعی بوده و اثری بر افزایش سطح گلوکز خون ندارد، استفاده نمود. هدف از این پژوهش بررسی امکان تولید کیک روغنی در طی جایگزینی ساکارز با استویا در شش سطح (۰/۰۵ ، ۰/۱، ۰/۱۵ ، ۰/۲ ، ۰/۲۵ و ۰/۳ درصد) و شاهد بود. پس از فرمولاسیون تیمارها آزمون‌های خمیر شامل (ویسکوزیته، قوام و وزن مخصوص) و آزمون‌های کیک شامل (اسیدیته و pH، فعالیت آبی، درصد تخلخل، درصد رطوبت، حجم مخصوص، بیاتی و سفتی بافت و شمارش کپک و مخمر) در سه تکرار انجام پذیرفت. نتایج نشان داد که با افزایش درصد جایگزینی ساکارز به جای استویا، وزن مخصوص، قوام خمیر و ویسکوزیته خمیر به طور معنی‌داری ($p\leq$ ۰/۰۵) کاهش یافت. همچنین در کیک روغنی، با افزایش درصد جایگزینی ساکارز به جای استویا، رطوبت و اسیدیته محصول به طور معنی‌داری ($p\leq$ ۰/۰۵) افزایش و عدد پراکسید، بیاتی، سفتی و pH به طور معنی‌داری ($p\leq$ ۰/۰۵) کاهش یافت. به طور کلی نتایج نشان داد که می‌توان با جایگزینی ۰/۳ ٪ استویا در فرمولاسیون کیک روغنی حاوی ۱۹ ٪ ساکارز، محصولی با ویژگیهای فیزیکوشیمیایی مطلوب و بار میکروبی کمتر تولید نمود و ماندگاری کیک روغنی را افزایش داد.

کلمات کلیدی: استویا، کیک روغنی، زمان ماندگاری، کم کالری

۱- گروه علوم و صنایع غدایی، دانشکده کشاورزی، واحد ورامین–پیشوا، دانشگاه آزاد اسلامی، ورامین، ایران

۲- استادیار، گروه علوم و صنایع غدایی، دانشکده کشاورزی، واحد ورامین–پیشوا، دانشگاه آزاد اسلامی، ورامین، ایران

۳- گروه گیاه پزشکی، واحد ورامین–پیشوا،دانشگاه آزاد اسلامی،ورامین،ایران

۴- دانشیار، گروه علوم و صنایع غدایی، دانشکده کشاورزی، واحد ورامین–پیشوا، دانشگاه آزاد اسلامی، ورامین، ایران

۵- کارشناس ارشد، گروه علوم و صنایع غدایی، دانشکده کشاورزی، واحد ورامین–پیشوا، دانشگاه آزاد اسلامی، ورامین، ایران

مسئول مکاتبات: bijankhorshidpour@gmail.com

مقدمه

مصرف کنندگان امروزه غذاهایی را ترجیح می‌دهند که علاوه بر ایمن بودن برای آن‌ها منافع تغذیه‌ای نیز داشته باشد. تنوع محصولات صنایع غذایی و رقابتی بودن شرکت‌های صنایع غذایی و حرکت در مسیر میل و ذائقه مصرف‌کنندگان لزوم تحقیقات و ایجاد فرمولاسیون‌های جدید را توجیه می‌نماید. یکی از مسائل مهم و تاثیرگذار در ذائقه مصرف‌کنندگان، فرهنگ تغذیه‌ای آن کشور بوده که ممکن است با استانداردهای جهانی نیز اختلاف داشته باشد (Nasiri, 2017).

بسیاری از شیرین‌کننده‌های سنتزی عوارضی را برای مصرف کننده‌های خود درپی‌دارند، از آن جمله می‌توان به حساسیت فنول کتونوریا و نیز سرطانزایی برخی از آنها اشاره نمود. به این خاطر به شیرین‌کننده‌های طبیعی، از جمله شیرین‌کننده‌های مستقر در استویا که دارای کیفیت مطلوب زیادی هستند توجه شایانی کرده است (Tadhani *et al*., 2007).

استویا گیاهی متعلق به خانواده آفتابگردان می‌باشد. این گیاه گاهی به نام برگ آب نباتی شناخته می‌شود. قرنها است که ساکنین پاراگوئه و برزیل از استویا به عنوان شیرین‌کننده نوشیدنی‌های رژیمی نظیریربامیت استفاده می‌کنند (Koyama *et al*.,2008) .

گیاه استویا، نخستین بار در شمال پاراگوئه شناخته شد. این گیاه بومی نواحی شمال آمریکای جنوبی است و به طور وحشی در سرزمین‌های بلند مناطق مرزی بین برزیل و پاراگوئه (آمامبی) میروید و در آن مناطق به گیاه برگ عسلی معروف است. نتایج بررسی‌ها بیانگر آن است که گلیکوزیدهای دی‌ترپنی، ترکیباتی می‌باشند که به عنوان عامل اصلی ایجاد طعم بسیار شیرین در عصاره‌های گیاه استویا شناخته شده‌اند، به طوریکه میزان شیرینی آن‌ها تا ۳۰۰ برابر شکر تخمین زده شده است. استویوزید، به عنوان یک ترکیب غالب در عصاره برگ‌های استویا ربادیانا شناسایی شده و ریبویوزید A عمده‌ترین ترکیب مطلوب می‌باشد که موجب قدرت شیرین‌کنندگی و خصوصیات مزه ممتاز می‌گردد. استویا به دلیل دارا بودن فلاونوئیدها، آلکالوئیدها، گزانتوفیل‌ها و هیدروکسی سینامیک اسید ها خاصیت آنتی‌اکسیدانی قابل توجهی را نشان می‌دهند (Debnath, 2008).

ژاپن بزرگترین مصرف‌کننده استویا در جهان است (Megeji *et al*., 2005). استویا در آمریکا در فروشگاهها غذای سالم از مدتها قبل عرضه می‌گردید تا اینکه درسال (۲۰۰۸)، سازمان غذا و دارو (FDA[1])آنرا به عنوان یک ماده غذایی ایمن تایید نمود. البته تنها یک نوع از عصاره استویا یعنی ربودیوزید آیا ربیانا از سازمان غذا و دارو کارت سبز را دریافت کرد. هنوز FDA برای کل برگ استویا وضعیت «ایمن» را اعطأ نکرده است (Kayoma *et al*., 2003).

کسانیکه از استویا استفاده می‌کنند معتقدند طعم این ماده اندکی به شیرین بیان شبیه است (Jaroslove *et al*., 2007). استویا در درمان انواع بیماری‌ها از قبیل دیابت-ناراحتی‌های دهان و دندان-واکنش‌های گوارشی پیشنهاد شده است (Debnath, 2008).

کیک‌ها به طورکلی به دو گروه بزرگ غیرچرب یا کیک‌های فومیا کیک‌های اسفنجیو چرب یا کیک‌های کره‌ای تقسیم می‌شوند.

[1] Food and Drug Administration

کیک روغنی کیکی است که در آن میزان روغن افزوده شده حداقل ۱۰ درصد وزن محصول بوده و دارای ویژگی‌های مذکور در استاندارد۲۵۵۳ باشد. این کیک می‌تواند دارای مغزی، پوشش، تزئین و یا به صورت لایه‌ای باشد (Humble *et al*.,2012).

از مواد تشکیل‌دهنده کیک می‌توان به آرد، آب، تخم مرغ، شکر، روغن (کره)، مواد غیراصلی مانند بکینگ پودر، طعم‌دهنده مانند عسل، مواد لبنی، شکلات، مواد ژلی و غیره را نام برد (استاندارد ملی ایران به شماره ۲۵۵۳، ۱۳۸۵). آرد هنگامی که در دستور کیک آورده شود بطور معمول به آرد گندماشاره دارد. پروتئین آرد هنگامیکه به مایعات افزوده و آمیخته می‌شود به ماده‌ای به نام گلوتن تغییر پیدا می‌کند و هر چه میزان گلوتن در خمیر کمتر باشد سفتی آن کمتر و محصول پخت نرم‌تر است، بنابراین آرد ضعیف که گلوتن کمتری دارد برای پخت کیک‌های اسفنجی مناسب است و آرد قوی که گلوتن زیادی دارد برای پخت نان و خمیر پای مناسب‌تر است (Turabi*et al.*, 2013).

کره دارای سه خاصیت است که در صنعت شیرینی‌سازی است که عبارتند از:داشتن قابلیت شکل‌پذیری، مخلوط شدن راحت با آرد و ترد شدن شیرینی و داشتن قدرت پذیرش مقادیر زیادی هوا در بافت خود که سبب سبکی محصول پخته شده خواهد شد (Bohloli *et al*., 2016).

نقش شکر (ساکارز) تنها در شیرین کردن کیک نیست بلکه نقش مهم آن ثابت نگهداشتن حباب‌های ایجاد شده در تخم مرغ است. همچنین شکر در ایجاد بو و رنگ پس از پخت، در کیک‌های اسفنجی و کره‌ای نیز نقش دارد (Kheiri *et al*., 2017). از مضرات استفاده از شکر می‌توان به کاهش سیستم ایمنی بدن، بر هم خوردن تعادل املاح و مواد معدنی بدن، کاهش هوش در کودکان، عامل اصلی ایجاد سنگ کلیه و مثانه، بالا بردن کلسترول بد خون (LDL)، اختلال در جذب شدن کلسیم و منیزیم، ایجاد انواع سرطان‌ها، پوسیده شدن دندان‌ها و بالا رفتن میزان قند خون اشاره نمود (پیله وران و همکاران، ۱۳۹۳).

بنابراین محققان زیادی بر جایگزینی بخشی از میزان شکر در فراورده‌های غذایی با انواع شیرین‌کننده‌ها از قبیل عسل، استویا، ساخارین، اسه سولفام تحقیق نمودند که می‌توان به جایگزینی شیرین کننده‌های استویا به جای شکر در بیسکویت (حمزه‌لویی و همکاران، ۱۳۸۸)، تولید مربای کم کالری «به» با استفاده از جایگزینی استویا (یوسفی اصل و همکاران، ۱۳۹۱)، استفاده از استویا در کیک یزدی و رولت خامه‌ای (شاهینی و همکاران، ۱۳۹۳)، بررسی خصوصیات فیزیکوشیمیایی و حسی شکلات شیری حاوی اینولین و استویا (Homayouni Rad *et al.*, 2014) جایگزینی جزئی ساکارز با استویا در مخلوط‌های میوه- شیر (Alizadeh *et al*., 2014) اشاره نمود.هدف از این تحقیق استفاده از شیرین‌کننده طبیعی استویا و انتخاب درصدهای جایگزینی بهینه ضمن حفظ خصوصیات فیزیکوشیمیایی و میکروبی کیک روغنی می‌باشد.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- مواد

آرد نول (اطهر، ایران)، بیکینگ پودر و امولسیفایر (آذرنوش، ایران)، شکر (شیرین شهد، ایران)، روغن مایع (ورامین، ایران)، وانیل (بهمن، ایران)، نمک (صدف، ایران) و تخم مرغ (تلاونگ، ایران) تهیه شدند. استویوزید مورد استفاده ساخت کشورآلمان بوده و ازشرکت بنئو[1]باخلوص۹۹ درصد خریداری شد.

[1] Benoo

کلیه مواد شیمیایی مورد استفاده در آزمون‌های شیمیایی از قبیل هگزان، اسید استیک، کلروفرم، محلول اشباع یدور پتاسیم، محلول نشاسته، هیپوسولفیت سدیم، کلرید پتاسیم، هیدروکسید سدیم، نیترات نقره، بافر ۴ و ۷ و محیط کشت سابروز دکستروز آگار و آنتی بیوتیک کلرامفنیکل از شرکت مرک، آلمان تهیه گردید.

لازم به ذکر است که آرد مورد استفاده دارای ۱۳/۵۶ ٪ رطوبت، ۸/۵ ٪ پروتئین، ۱۲ ٪ چربی، ۰/۴ ٪ خاکستر، عدد فالینگ نامبر ۲۸۰ بود.

۲-۲- روش‌ها

۱-۲-۲- روشته یه و فرمولاسیون کیک

جهت تولید کیک روغنی در این پژوهش که به صورت قالبی تهیه شدند، در مرحله اول تخم مرغ به همراه شکر و امولسیفایر موجود در فرمولاسیون توسط مخلوط کردن با دور بالا به مدت ۳ دقیقه کاملا مخلوط شدند. در مرحله دوم، روغن و آب به مدت ۳ دقیقه کاملا مخلوط شدند. در مرحله دوم، روغن و آب به مخلوط اضافه شد و با دور بالای همزن مخلوط شدند. در مرحله سوم، آرد، وانیل، بیکینگ پودر، شربت اینورت و نمک اضافه شد و به مدت ۳ دقیقه با سرعت متوسط، عمل مخلوط کردن انجام شد. خمیر پس از آماده شدن به مدت ۳۰ دقیقه در دمای ۱۷۵ درجه سانتی‌گراد پخت گردید. جهت تهیه کیک‌های با استویا مقادیر ۰/۰۵-۰/۱-۰/۱۵-۰/۲-۰/۲۵-۰/۳ درصد استویا با شکر جایگزین شد(جدول ۱). در نهایت نمونه‌های کیک پس از خنک شدن در بسته‌بندی‌های پلی‌اتیلنی با درزبندی حرارتی بسته‌بندی شدند و جهت انجام آنالیزهای بعدی در دمای اتاق نگهداری شدند (دامن‌افشان و همکاران،۱۳۹۴).

جدول ۱- تیمارهای تحقیق

Table 1. Research treatments

Treatment	Stevia values (percentage per kg of cake weight)	Amounts of sugar (percentage per kg of cake weight)
T1	0.05	21.5
T2	0.1	21
T3	0.15	20.5
T4	0.2	20
T5	0.25	19.5
T6	0.3	19
(Control) T	0	22

۲-۲-۲- آزمون‌ها

۱-۲-۲-۲- آزمون‌های خمیر

-**وزن مخصوص خمیر:** با اندازه‌گیری نسبت وزن ۲۴۰ میلی لیتر خمیر به وزن ۲۴۰ میلی لیتر آب محاسبه شد (Lin *et al.*, 2008).

-**اندازه‌گیری قوام خمیر:** خمیر در قیفی با قطر داخلی دهانه گشاد ۱۰ سانتیمتر و قطر داخلی دهانه باریک ۱/۶ سانتیمتر ریخته شد. قیف به طور کامل با خمیر پر شده، سپس وزن خمیر خارج شده از قیف در مدت زمان ۱۵ ثانیه اندازه‌گیری و قوام خمیر بر حسب گرم بر ثانیه گزارش شد(Lin *et al.*, 2008).

- **اندازه‌گیری ویسکوزیته خمیر**: جهت اندازه‌گیری ویسکوزیته خمیر کیک، دستگاه ویسکومتر (بروکفیلد- المان) مورد استفاده قرار گرفت. ویسکوزیته خمیر در مدت زمان ۳۰ ثانیه و برحسب سانتی پواز توسط دستگاه گزارش شد (Lin *et al.*, 2008).

۲-۲-۲-۲- آزمون‌های کیک

-**اندازه‌گیری رطوبت کیک**: جهت انجام این آزمایش از استاندارد ملی ایران به شماره ۲۷۰۴ استفاده گردید (ISIRI ،۱۳۹۱). برای این منظور تیمارها در فاصله زمانی ۲ ساعت پس از پخت، در آون (Jeto Tech، مدل OF-O2G- کره جنوبی) با حرارت ۱۰۵-۱۰۰ درجه سانتی گراد قرار گرفتند.

-**اندازه‌گیری pH و اسیدیته**: اندازه‌گیری اسیدیته مطابق استاندارد ملی شماره ۱۰۳ انجام شد (ISIRI ،۱۳۹۷). مقدار pH کیک با استفاده از روش استاندارد ملی ایران شماره ۳۷ تعیین شد (ISIR ،۱۳۹۸). ۱۰ گرم کیک را با ۱۰۰ میلی لیترآب مقطر تازه جوشیده شده کاملا مخلوط نموده و به مدت بیست دقیقه گذاشته شد تا ته نشین شود. سپس بدون صاف کردن، pH محلول فوقانی را به وسیله pH متر که قبلا با توجه به pH محلول، با محلول بافر تنظیم شده، تعیین شد.

-**حجم مخصوص کیک**: برای اندازه‌گیری حجم مخصوص از روش جایگزینی حجم با دانه کلزا مطابق با استاندارد AACC,2000 شماره ۱۰-۷۲ استفاده شد. برای این منظور در فاصله زمانی ۲ ساعت پس از پخت، قطعه به ابعاد ۲×۲ سانتی‌متر از مرکز هندسی کیک تهیه گردید و حجم مخصوص آن تعیین شد (AACC, 2000).

-**فعالیت آبی کیک**: با استفاده از روش استاندارد ایران شماره ۳۴۹۳ تعیین شد. تیمارهای کیک حاوی در قالب ریخته شده و به فر با دمای ۱۸۰ درجه سلسیوس به مدت ۱۵ دقیقه منتقل شد. کیک پخته شده پس از خنک شدن در کیسه‌های پلی‌اتیلنی بسته‌بندی شدند. فعالیت آبی تیمارها با استفاده از دستگاه اندازه‌گیری فعالیت آبی (مکفیلد-انگلستان) انجام گرفت (ISIRI ،۱۳۸۹).

-**ارزیابی تخلخل**: به منظور بررسی میزان تخلخل و پراکندگی حفرات در بافت، از قسمت‌های مختلف کیک برش تهیه و با دوربین با حساسیت ۱۴/۵ مگاپیکسل با فاصله و ابعاد مشخص عکس گرفته شد. عکس‌ها با استفاده از نرم افزار پردازشگر تصویر مدل ۶ مورد ارزیابی قرار گرفت با رابطه ۱ تخلخل محاسبه شد (Souhani Agini *et al.*, 2017).

رابطه ۱:

$$\text{تخلخل } \% = \frac{\text{دانسیته ظاهری}}{\text{دانسیته حجمی}}$$

- **ارزیابی بیاتی و سخت شدن بافت**: برای تعیین میزان بیاتی کیک‌های تولید شده به روش دستگاهی از دستگاه بافت‌سنج (گروگ- سوئد) استفاده شد. به این ترتیب که نمونه‌ها به طور جداگانه داخل کیسه‌های پلاستیکی در دمای محیط نگهداری شدند و سپس جهت ارزیابی توسط دستگاه بافت سنج، از قسمت مغز آن‌ها برش‌هایی در ابعاد تقریبی۲ سانتی‌متر در ۲سانتی‌متر جدا گردید. مقادیر نیرو (مقدار نیرویی که باید فک بالایی دستگاه به نمونه وارد کند) معادل ۴۰ درصد ضخامت نمونه‌های کیک در نظر گرفته شد به گونه‌ای که نمونه‌ها را ۸ میلی‌متر فشرده نماید. هم چنین میزان سرعت حرکت فک بالایی، ۳۰ میلی متر در دقیقه تنظیم گردید. قابل توجه این که در این آزمون از پروب صفحه‌ای استفاده شد و این آزمون در فاصله‌های زمانی ۲۴، ۴۸ و ۷۲

ساعت پس از پخت تیمارها انجام شد. جهت تعیین میزان بیاتی کیک‌های تولید شده به روش حسی نیزاز استاندارد AACC30-74 استفاده گردید و این آزمون نیز در فواصل زمانی۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت پس از پخت تیمارها انجام شد (AACC, 2000).

-**آزمون ارزیابی کپک و مخمر کیک**: طبق استاندارد ملی ایران به شماره ۱۰۸۹۹انجام گردید. برای آزمایش شمارش کپک و مخمر(قارچ ها) در نمونه ها از محیط کشت سابروز دکستروز آگار استفاده شده به طوری که گلوکز ۲۰ درصد، نئوپپتون ۱۰ درصد، آگار ۱۷ درصد و آب مقطر ۱۰۰۰ سی سی برای تهیه یک لیتر نمونه می‌باشد. انتخابی بودن این محیط بر اساس pH پایین و همچنین مواد غذایی آن ناچیز است. برای جلوگیری از رشد باکتری‌ها آنتی بیوتیک کلرامفنیکل به محیط کشت اضافه گردید. این محیط با اتوکلاو استریل گردید و برای شمارش کپک و مخمر مورد استفاده قرار گرفت. بعد از انجام کشت، کپک و مخمرها را شمارش نموده و تعداد قارچها با رابطه ۲ بدست آمد (ISIRI ،۱۳۸۶).

رابطه ۲: تعداد قارچ ها = تعداد کپک و مخمرها ×۱۰×عکس رقت

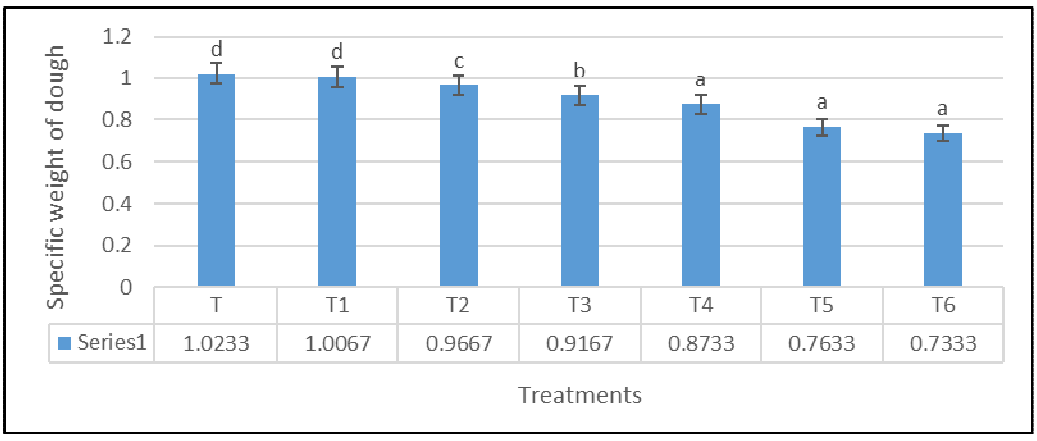
۲-۲-۲-۳-روش تجزیه و تحلیل داده‌ها

به‌منظور طراحی تیمارها از طرح کاملاً تصادفی استفاده گردید و تمام آزمون‌ها در ۳ تکرار انجام شد. تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها به روش آنالیز واریانسیک طرفه دانکن با ۹۵ درصد اطمینان در نرم‌افزار مینی تب ۱۶ انجام گرفت.جهت رسم نمودارها از نرم افزار اکسل ۲۰۱۶ استفاده گردید.

۳- نتایج و بحث

۳-۱- بررسی نتایج وزن مخصوص خمیر

وزن مخصوص خمیر کیک به عنوان فاکتوری برای ارزیابی قابلیت کلی خمیر برای حفظ هوا اطلاعات محدودی در مورد اندازه و میزان پخش سلول‌های گازی می‌دهد (Baevaet al., 2000). وزن مخصوص کمتر در خمیر کیک نشاندهنده حجم بالاتر در کیک است (DesRocherset al., 2004).



نمودار ۱- مقایسه وزن مخصوص خمیر

Figure 1- Comparison of the average of Specific weight of dough

در نمودار ۱، مقایسه میانگین وزن مخصوص خمیر ذکر شده است. نتایج نشان داد که کیک‌های تهیه شده با استویا دارای وزن مخصوص کمتر از کیک شاهد بوده و بنابراین انتظار می‌رود خمیر کیک تهیه شده با ساکارز

قابلیت بیشتری در نگهداری هوا در طی مخلوط کردن خمیر کیک داشته باشد. در حالی‌که‌خمیر کیک‌های تهیه شده با درصدهای پایین استویا (T1 و T2) ، دارای وزن مخصوص مشابه با تیمار شاهد بود. با افزایش درصد استویا در فرمولاسیون نیز وزن مخصوص خمیر به طور معنی‌داری کاهش یافت به طوری که تیمار با بالاترین درصد استویا دارای کمترین میزان وزن مخصوص بود. با توجه به رابطهٔ معکوس میان وزن مخصوص خمیر کیک و قابلیت ورود حبابهای هوا به خمیر و میزان نگهداری حباب‌های هوا در بافت خمیر کیک می‌توان نتیجه گرفت افزایش درصد استویا باعث کاهش قابلیت نگهداری گاز در خمیر کیک و بنابراین کاهش در وزن مخصوص خمیر شد.

نتایج تحقیقات آزاد مرد دمیرچی و راعی (۱۳۹۴) در بررسی اثر مقادیر گوناگون پودر شیرهٔ خرما بر مدت زمان نگهداری و ویژگی‌های کمی و کیفی کیک اسفنجی نیز نشان داد که افزایش درصد پودر باعث کاهش قابلیت نگهداری گاز در خمیر کیک و بنابراین کاهش در وزن مخصوص خمیر شد که با نتایج تحقیق حاضر نیز مطابقت داشت.

۲-۳- بررسی نتایج قوام خمیر

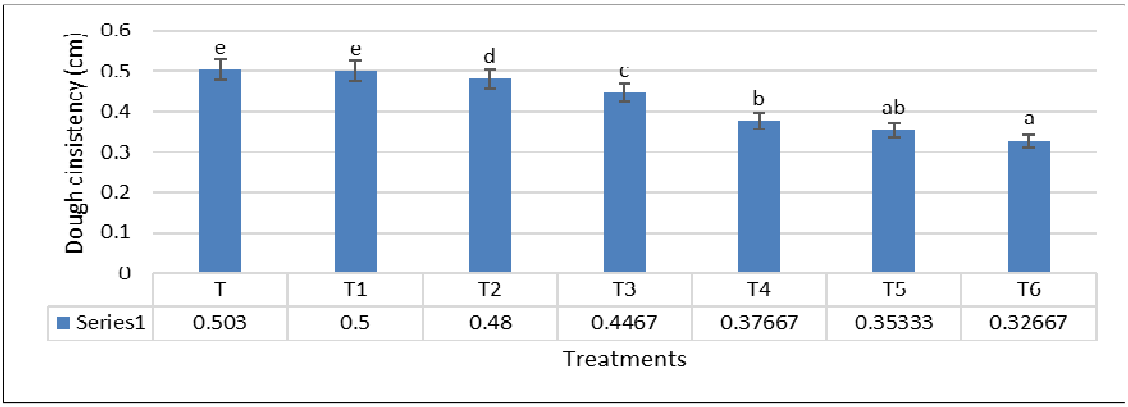
عکس مسافت طی شده توسط خمیر در قوام‌سنج باز و یک نشان دهنده قوام خمیر است. قوام خمیر کیک تعیین‌کننده سرعت بالا آمدن حباب‌های هوا به سمت سطح کیک است. در خمیرهای با قوام کمتر سرعت حرکت حباب‌های هوا به سمت سطح کیک بالاتر است. بنابراین بهتر است قوام خمیر کیک در حد کافی بالا در نظر گرفته شود تا ضمن این‌که قابلیت‌پمپ شدن و قالب‌ریزی خود را حفظ کند، بتواند حباب‌های هوای بیشتری طی فاز مکانیکی مخلوط کردن یا هوادهی مکانیکی در خمیر حفظ نماید. قوام خمیر کیک در ارتباط مستقیم با وزن ملکولی قندمورد استفاده در فرمولاسیون کیک می‌باشد اگرچه موارد دیگری نظر نوع آرایش مولکولی که بر میزان اتصال به آب موثراست، می‌تواند بر قوام خمیر نیزموثر باشد (نورمحمدی و همکاران، ۱۳۹۰).

مقایسه میانگین قوام خمیر در نمودار ۲، نشان داده شده است. نتایج نشان داد که کاهش در قوام خمیر کیک‌های تهیه‌شده در تحقیق حاضر با استویا می‌تواند به علت وزن ملکولی بالاتر این قندها باشد. طبق نتایج زویولیس و همکاران (۲۰۰۰) جایگزین کردن ساکارز توسط زایلیتول و سوربیتول قوام خمیرکیک را کاهش داد، در حالی‌که مالتیتول منجر به افزایش‌در قوام خمیر کیک گردید (Zouliaset *al*., 2000).

۳-۳- برررسی نتایج ویسکوزیته خمیر

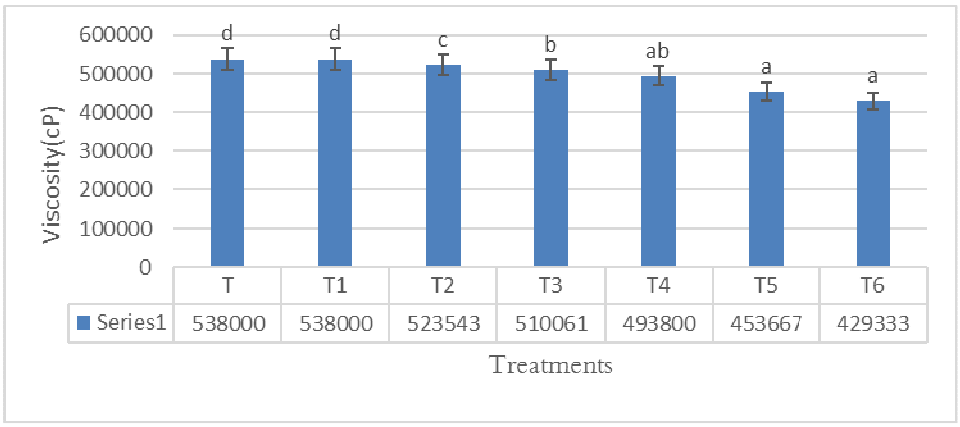
مقایسه میانگین ویسکوزیته خمیر در نمودار ۳، نشان داده شده است. نتایج نشان دادکه شکر نقش مهمی در ایجاد ویسکوزیته کیک روغنی داشته و نقش آن تنها به شیرین‌کنندگی محدود نمی‌شود. به نظرمیرسد که تغییر نوع قند برتغییر ویسکوزیته سیستم مؤثر بوده است. بطورکلی اکثر قندها به دلیل ویژگی آبدوستی شدید و حلالیتآن‌ها، محلول‌های بسیار غلیظ و اسمولال تولید می‌کنند. قندها توسط گروه هیدروکسیل با مولکول‌های آب پیوند هیدروژنی برقرار می‌نمایند. باتوجه به ساختارمولکولی قندهای استویا به نظرمی‌رسد با کاهش

گروه‌های عاملی قندهای استویوزید نسبت به ساکارز، اتصالات هیدروژنی کمتر شده و با افزایش تحرک آب آزاد باعث کاهش ویسکوزیته آن می‌شود (دامن افشان و همکاران، ۱۳۹۲).



نمودار ۲- مقایسه میانگین قوام خمیر

Fig. 2. Comparison of average consistency of dough



نمودار ۳- مقایسه میانگین میزان ویسکوزیته خمیر

Fig 3. Comparison of average viscosityofdough

سانیاه و سام سیاه در سال ۲۰۱۲ در بررسی کاربرد استویا به عنوان جایگزین ساکارز در نوشیدنی کربناته به نتایج مشابهی دست یافتند. آن‌ها دریافتند که ویسکوزیته نوشیدنی کربناته به مقدار ساکارز افزوده شده بستگی دارد و حضور استویا نیز اثرات معنی‌داری بر روی نوشیدنی دارد. آن‌ها همچنین دریافتند که استفاده از استویا به طور معنی‌داری در مقایسه با ساکارز ویسکوزیته نوشیدنی را کاهش می‌دهد و اگر از استویا در فرمولاسیون نوشیدنی استفاده می‌شود باید از کربوکسی متیل سلولز یا پکتین جهت ایجاد ویسکوزیته مناسب در نوشیدنی استفاده شود (Saniah &Samsiah, 2012).

۴-۳- بررسی نتایج اندازه گیری رطوبت

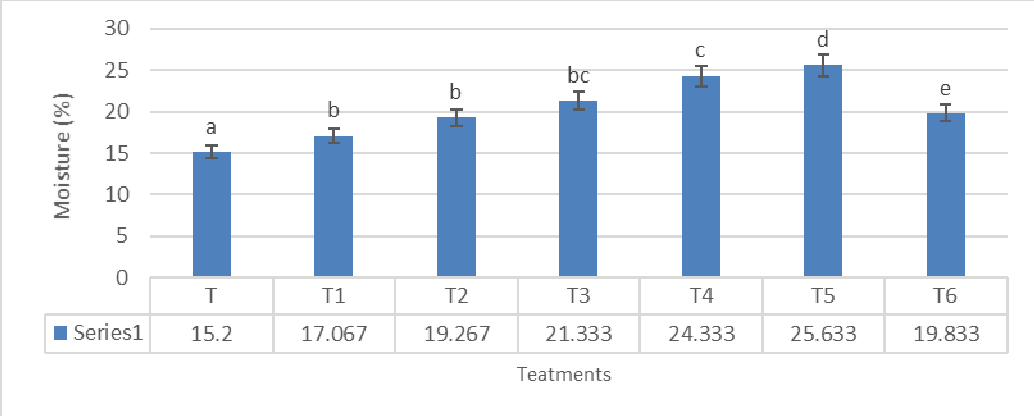
میزان رطوبت نمونه‌های کیک روغنی در نمودار ۴ نشان داده شده است. نتایج نشان داد که رطوبت نمونه-های کیک با افزایش درصد استویا در فرمولاسیون کیک افزایش معنی‌داری داشت ($p< ۰/۰۵$). به طوری که

بیشترین درصد رطوبت مربوط به نمونه‌ای است که در آن شکر به طور کامل با استویا جایگزین شده است. از دلایل مشاهده این تغییرات به این جهت می‌باشد که شکر دمای ژلاتیناسیون نشاسته و دناتوراسیون پروتئین‌ها را افزایش می‌دهد و این دمای بالای ژلاتیناسیون به خروج رطوبت از محصول کمک می‌کند در نتیجه با کاهش مقدار شکر در فرمولاسیون محصول رطوبت آن افزایش پیدا می‌کند در نتیجه با کاهش مقدار شکر در فرمولاسیون محصول رطوبت آن افزایش پیدا می‌کند (Kocer *et al.*,2007). نتایج درصد رطوبت در این پژوهش روند مشابهی با نتایج تحقیقات (Manisha *et al.*, 2012) و (Zoulias *et al.*, 2000) داشت.

نتایج تحقیقات وطن‌خواه و همکاران (۱۳۹۳) در بررسی اثرات استفاده از شیرین کننده استویوزید با بیسکویت رژیمی نشان داد که افزایش درصد استویوزید بر روی بیسکویت رژیمی باعث افزایش درصد رطوبت تیمارها گردید که با نتایج تحقیق حاضر نیز مطابقت نشان داد.

نتایج تحقیقات صداقت و موحد (۱۳۹۴) نشان داد که استفاده از تولید کیک رژیمی با استفاده از استویا و سوکرالوز نشان داد که با افزایش درصد ساکارز و کاهش درصد استویا در فرمولاسیون تیمارهای کیک رژیمی میزان رطوبت کاهش یافته و سفتی نیز افزایش یافت که با نتایج تحقیق حاضر نیز مطابقت نشان داد.

همچنین نتایج تحقیقات لوثروپ و همکاران در سال (۲۰۱۲)، نیز در بررسی اثرات جایگزینی استویا و اریترول بر روی خصوصیات کیک چیفون[1] نیز نشان داد که اختلافات معنی‌داری بین درصد رطوبت تیمارهای کیک وجود داشت و با افزایش درصد استویا در فرمولاسیون کیک چیفون درصد رطوبت تیمارها نیز به طور معنی‌داری افزایش نشان داد (Lothrop *et al.*, 2012) که با نتایج تحقیق حاضر نیز مطابقت نشان داد.



نمودار ۴- مقایسه میانگین درصد کیک‌های روغنی رطوبت

Fig. 4. Comparison of the average moisture content of the oil cakes

۳-۵- بررسی نتایج اندازه‌گیری pH

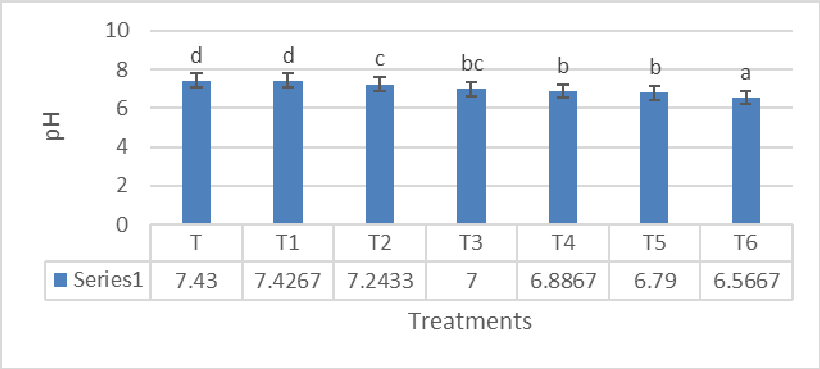
میزان pH نمونه‌های کیک روغنی در نمودار ۵ نشان داده شده است. نتایج اندازه‌گیری pH محصول نشان داد که با افزایش درصد جایگزینی شکر با استویا در فرمولاسیون کیک روغنی، pH این محصول به طور معنی‌داری کاهش یافت ($p< ۰/۰۵$). دلیل ایجاد این کاهش در pH تیمارهای کیک را می‌توان به وقوع واکنش قهوه‌ای شدن غیر آنزیمی یا مایلارد نسبت داد. از ترکیبات مهمی که در انجام واکنش مایلارد شرکت می‌کنند قندهای احیاء کننده مانند گلوکز و فروکتوز شرکت می‌کنند که از هیدرولیز ساکارز بر اثر حرارت به وجود می‌آیند. با

[1] Chiffon cake

توجه به این که در طی واکنش مایلارد، گروه‌های آمین وارد واکنش می‌شوند و از میان می‌روند، pH ماده غذایی افزایش پیدا می‌کند (فاطمی، ۱۳۹۹). بنابراین، دلیل افزایش pHدر طی جایگزینی شکر با استویا، می‌تواند کاهش وقوع واکنش مایلارد به دلیل کاهش میزان ساکارز در فرمولاسیون محصول و نیز کاهش غلظت مواد جامد محلول (شکر) باشد (وطن خواه و همکاران.، ۱۳۹۳).

نتایج تحقیقات هاشمی و همکاران (۱۳۹۳) نیز در بررسی اثرجایگزینی قند گیاه استویا بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی،رئولوژیکی وحسی شربت رژیمی زعفران نیز به این نکته دست یافتند که براساس نتایج حاصله، با افزایش میزان استویا میزان pH کاهش یافت و نهایتا با افزایش اسیدیته مواجه بودند که با نتایج تحقیق حاضر نیز مطابقت نشان داد.

همچنین علیزاده و همکاران (۲۰۱۴) اثر جایگزین کردن قند استویا را با قندهای مصرفی در تولید نوشیدنی شیر میوه‌ای مورد بررسی قرار دادند، به این نتیجه رسیدند که نوع قند اثری بر pH نمونه‌ها نداشت. باید به این نکته توجه داشت که احتمالا تفاوت تغییرات pH ماده غذایی در حضور قند استویا بستگی به نوع، سیستم ماده غذایی و سایر ترکیبات محلول موجود در آن دارد (Alizadeh *et al.*, 2014). همچنین نتایج تحقیقات وطن‌خواه و همکاران (۱۳۹۳) در بررسی امکان تولید بیسکوئیت رژیمی با استفاده از شیرین‌کننده استویوزید به نتایج مشابهی دست یافتند. آن‌ها دریافتند که استفاده از استویا در فرمولاسیون بیسکوئیت به طور معنی‌داری میزان pH بیسکوئیت رژیمی را افزایش می‌دهند که با نتایج تحقیق حاضر نیز مطابقت نشان داد.



نمودار ۵- مقایسه میانگین میزان pH کیک‌های روغنی

Fig. 5. Comparison of the average pH of the oil cakes

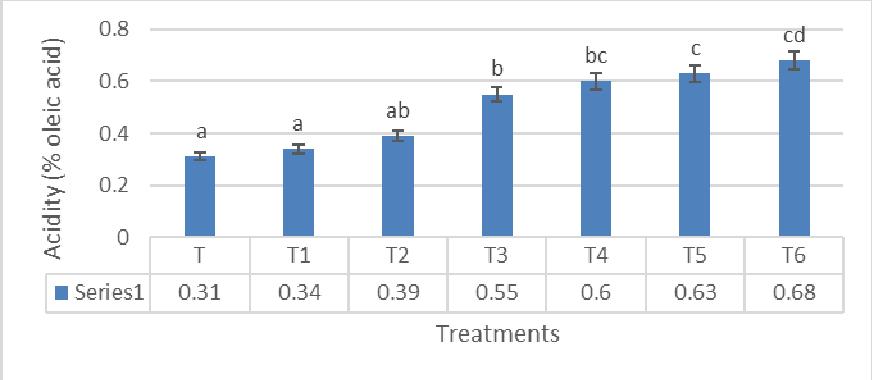
۳-۶- بررسی نتایج میزان اسیدیته

اسیدیته عبارت است از مقدار اسیدهای چرب آزاد گرم هیدروکسید موجود در چربی، که توسط میلی گرم هیدروکسیدپتاسیم مورد نیاز برای خنثی کردن آن اندازه‌گیری می‌شود. اسیدیته اندازه‌گیری غیرمستقیم محتوی اسیدهای چرب آزاد موجود در روغن است و ا این رو شاخص تازگی محصول است. میزان اسیدیته نمونه‌های کیک در نمودار ۶ نشان داده شده است. همان طور که می‌دانیم رابطه معکوسی بین اسیدیته و pH وجود دارد و با افزایش درصد جایگزینی استویا میزان اسیدیته تیمارها به طور معنی‌داری افزایش پیدا کرد. با افزایش درصد استویا در فرمولاسیون تیمارهای کیک روغنی نیز افزایش معنی‌داری در میزان اسیدیته تیمارها ملاحظه گردید که به نظر می‌رسد به جهت ترکیبات گلیکوزیدی موجود در ترکیبات استویا، گروه های

هیدروکسیلی و اتری موجود و همچنین ترکیبات استویوزید می‌باشد که غلظت ترکیبات به طور معنی‌داری بالا می‌رود که منجر به ا فزایش میزان اسیدیته در غلظت‌های بالاتر استویا می گردد.

نتایج تحقیقات جوآنا و همکاران (۲۰۱۵) نیز در بررسی اثرات افزودن استویا ردیانا بر روی تکیبات بیوفعال نوشیدنی تهیه شده با میوه‌های گرمسیر مخلوط با جو نشان داد که استفاده از استویا در مقادیر و غلظت‌های بالا منجر به افزایش میزان اسیدیته نوشیدنی گردید (Juana *et al*., 2015) که با نتایج تحقیق حاضر نیز مطابقت نشان داد.

همچنین نتایج تحقیقات یوسفی اصل و همکاران (۱۳۹۱) نیز در بررسی بهینه سازی تولید مربای کم کالری "به" با استفاده از شیرین‌کننده مصنوعی استویا نیز نشان داد که افزایش درصد جایگزینی استویا به جای شکر نیز اثرات معنی‌داری بر روی میزان اسیدیته مربا داشته که به طور معنی‌داری اسیدیته استویا را افزایش داد که با نتایج تحقیقات حاضر نیز مطابقت نشان داد.

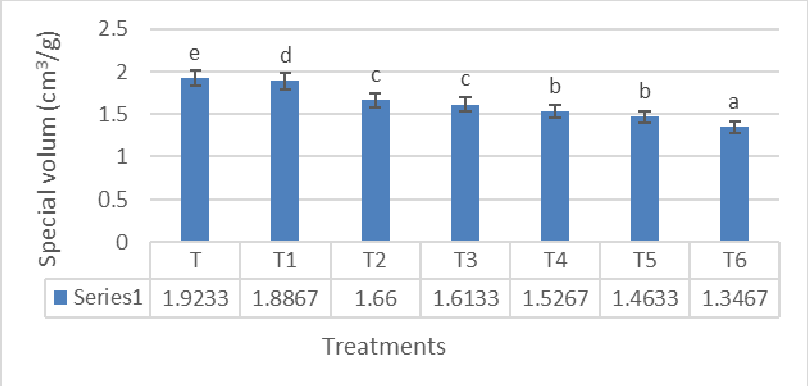


نمودار ۶- مقایسه میانگین درصد اسیدیته کیک‌های روغنی

Fig. 6. Comparison of the average percentage acidity of oil cakes

۷-۳- بررسی نتایج ارزیابی حجم مخصوص کیک

با توجه به نتایج ذکر شده در نمودار ۷،مشخص گردید با افزایش درصد استویا در فرمولاسیون کیک روغنی مشاهده شد که حجم مخصوص کاهش یافت. کاهش حجم در طی حذف شکر ممکن است به دو دلیل رخ دهد؛ اول کاهش پایداری خمیر در طول حرارت دادن که در ارتباط مستقیم با کاهش ویسکوزیته خمیر و اندازه حباب‌های هوا است، دوم این که کاهش سرعت انتقال حرارت به دلیل کاهش در دمای ژلاتینه شدن نشاسته و دمای دناتوره شدن پروتئین‌ها که به انبساط ناکافی حباب‌های هوا در طول پخت و کاهش حجم منجر خواهد شد (نورمحمدی و همکاران،۱۳۹۱). نتایج به دست آمده از آزمون حجم مخصوص روند مشابهی با نتایج پژوهش مانیشا و همکاران(Manisha *et al*., 2012) نشان داد. همچنین نورمحمدی و همکاران (۱۳۹۱) که بر روی جایگزینی شکر با قندهای الکلی در کیک به پژوهش پرداخته بودند روند کاهشی مشابهی در طی جایگزینی شکر گزارش کردند هر چند که در پژوهش آنها تفاوت آماری معنی‌داری بین این خواص فیزیکی نمونه‌های کیک مشاهده کردند که با نتایج تحقیق اضر نیز مطابقت نشان داد.



نمودار ۷- مقایسه میانگین میزان حجم مخصوص کیک‌هایروغنی

Fig. 7. Comparison of the average special volume of oil cakes

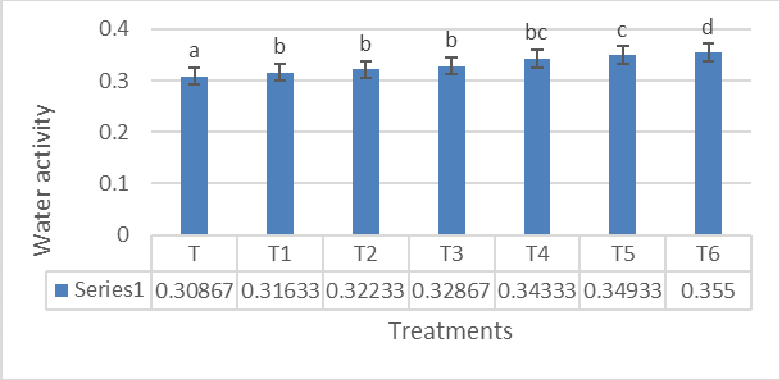
۸-۳- بررسی نتایج ارزیابی فعالیت آبی کیک

فعالیت آبی فاکتور مناسبی برای ارزیابی عمر ماندگاری و پایداری میکروبیولوژیکی مواد غذایی محسوب می‌گردد. میزان فعالیت آبی یکی از فاکتورهایی است که بر رشد میکروارگانیسم‌ها تأثیر گذاشته و از اهمیت ویژه‌ای در نگهداری مواد غذایی برخوردار است. مقایسه میانگین فعالیت آبی در نمونه‌های کیک روغنی در نمودار ۸ نشان داده شده است. یافته‌های حاصل از ارزیابی فعالیت آبی در کیک روغنی نشان داد که باافزایش سطح جایگزینی استویوزید به جای شکر در فرمولاسیون، میزان فعالیت آبی کیک بطور معنی‌داری افزایش پیدا کرد. تأثیر عمده ساکارز در فرآورده‌های پخت از میل ترکیبی آن نسبت به آب و پیوندهای میان این دو حاصل می‌گردد، بنابراین ساکارز میزان آب آزاد را کاهش می‌دهد (Zoulias *et al*., 2000).

زویولیس و همکاران در سال ۲۰۰۰ پس از بررسی جایگزینی شکر با قندهای الکلی در کوکی، بیان نمودند که این جایگزینی سبب افزایش معنی‌دار در میزان فعالیت آبی شده است (Zoulias *et al*., 2000).

در مطالعه‌ای دیگرکه توسط آکیسووانذر سال ۲۰۰۹ بر روی جایگزینی شکر با سوکرالوز- اریترول درکیک انجام شده بود، مشاهده شدکه با کاهش درصد شکر در فرمولاسیون فعالیت آبی محصول روند افزایشی دارد (Akesowan, 2009).

همچنین در تحقیقات وطن‌خواه و همکاران (۱۳۹۳) در بررسی امکان تولید بیسکویت رژیمی با استفاده از شیرین کننده استویوزید نیز نتایج مشابهی گزارش شد. آن‌ها دریافتند که استفاده از استویا در فرمولاسیون بیسکوئیت به طور معنی‌داری فعالیت آبی را در مقایسه با تیمار شاهد افزایش می‌دهد که با نتایج تحقیق حاضر نیز مطابقت نشان داد.



نمودار ۸- مقایسه میانگین فعالیت آبی کیک‌های روغنی

Fig. 8. Comparison of the average water activity of oil cakes

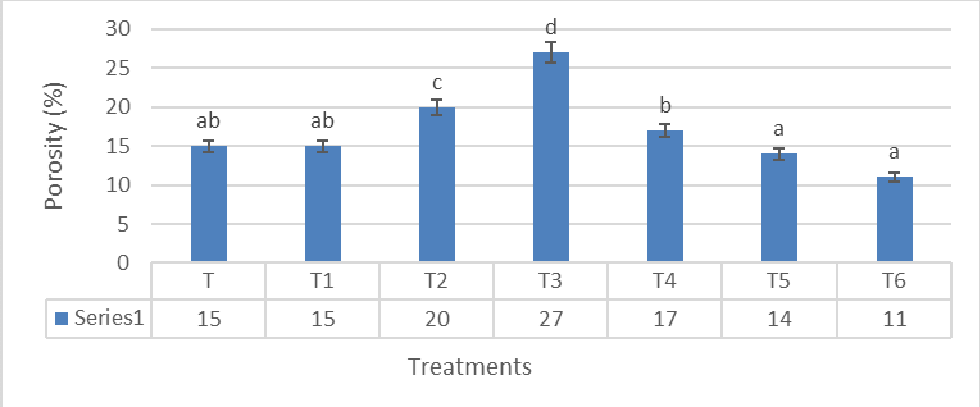
۸-۳- بررسی نتایج ارزیابی تخلخل کیک

نتایج حاصل از مقایسه میانگین تخلخل در نمودار ۹ نشان داده شده است. نتایج نشان داد که استویا میزان تخلخل بافت نمونه‌های کیک را نسبت به تیمار شاهد افزایش داد. افزایش میزان تخلخل به دلیل کاهش اندازه و افزایش تعداد سلول‌های گازی در بافت محصول است. با کاهش میزان ساکارز در فرمولاسیون تیمارهای کیک روغنی، ویسکوزیته تیمارها به طور معنی‌داری کاهش یافته و اندازه و تعداد حباب‌های هوا افزایش یافت که نهایتا افزایش تخلخل را در پی خواهد داشت. اما در مقادیر بالا ۰/۱۵ درصد به دلیل کاهش بیش از حد ویسکوزیته میزان تخلخل و حجم کیک به طور معنی‌داری کاهش یافت. یکی از دلایل وقوع این تغییرات می‌تواند به ویسکوزیته خمیر مربوط باشد. دانسیته کم خمیر به معنای وجود حباب هوای بیشتر در خمیر است و ویسکوزیته زیاد خمیر نیز باعث نگهداری بیشتر این حباب‌ها در خمیر و جلوگیری از خروج آنها در حین فرآیند پخت می‌شود و موجب می‌شود که حجم کیک افزایش پیدا کند، چون حباب‌ها در حین پخت منبسط می‌شوند (آقامحمدی و همکاران، ۱۳۹۱).

نتایج تحقیقات وطن‌خواه و همکاران (۱۳۹۳) نیز در بررسی امکان تولید بیسکویت رژیمی با استفاده از شیرین‌کننده استویوزید نیز نشان داد که با کاهش میزان شکر در فرمولاسیون، اندازه و تعداد حباب‌های هوا به طور معنی‌داری افزایش می یابد که با نتایج تحقیق حاضر نیز مطابقت نشان داد.

تحقیقات صداقت و موحد (۱۳۹۴) نیز در تولید کیک رژیمی با استفاده از استویا و سوکرالوز نشان داد که کاهش درصد استفاده از ساکارز در فرمولاسیون تیمارهای کیک ویسکوزیته را کاهش داده و تخلخل تیمارهای کیک را به طور معنی‌داری افزایش می‌دهد که با نتایج تحقیق حاضر نیز مطابقت نشان داد.

تحقیقات آقا محمدی و همکاران (۱۳۹۱) نیز در تاثیر استفاده از ملاس به عنوان جایگزین شکر بر ویژگی‌های خمیر، حجم و رنگ کیک روغنی نیز نشان داد که با افزایش میزان ویسکوزیته در خمیر کیک با افزایش درصد ملاس تا ۱۵ درصد تخلخل افزایش و در مقادیر بالاتر از آن به دلیل افزاش بیشتر از حد ویسکوزیته و کاهش انبساط حباب های هوا به جهت افزایش دانسیته خمیر، تخلخل کیک کاهش می‌یابد که با نتایج تحقیق حاضر نیز مطابقت نشان داد.



نمودار ۹- مقایسه میانگین تخلخل کیک‌های روغنی

Fig. 9. Comparison of the average porosity of oil cakes

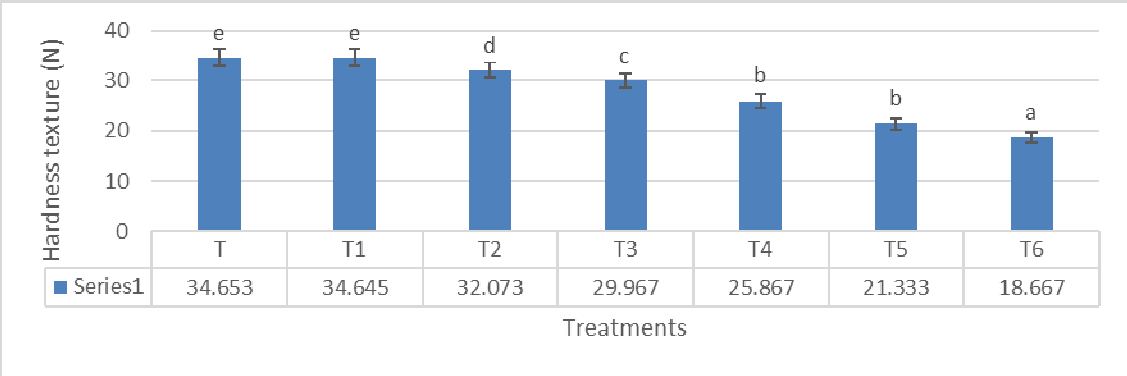
۹-۳- بررسی نتایج ارزیابی بیاتی و سخت شدن بافت

بیات شدن نان، فرآیند فیزیکوشیمیایی پیچیده‌ای است که نتیجه ظاهری و نامطلوب آن، سفت شدن مغز و لاستیکی شدن پوسته نان می‌باشد. بیاتی حاکی از تغییر در ظاهر، طعم، مزه و بافت نان و در نهایت کاهش پذیرش آن توسط مصرف‌کننده است (آقامحمدی و همکاران،۱۳۹۱). مکانیسم های فیزیکوشیمیایی که در این پدیده دخالت دارند هنوز به درستی مشخص نشده‌اند ولی فرآیند واگشتگی نشاسته، مهاجرت آب و برخی تغییرات در گلوتن در بیاتی نقش مهمی دارند. واگشتگی نشاسته یک فرآیند پیچیده است که در آن زنجیره‌های آمیلوز و آمیلوپکتین که در اثر ژلاتینه شدن محلول شده‌اند، در اثر سرد شدن تجمع پیدا کرده و ساختار سه بعدی کریستالی تشکیل می دهند. با توجه به خاصیت حفظ رطوبت بالاتر استویا و ممانعت از بازگشت، تیمارهای استویا با افزایش درصد جایگزینی به جای ساکارز باعث افزایش رطوبت کیک و نهایتا کاهش بیاتی محصول گردید (شوریده و همکاران،۱۳۹۰).

مقایسه میانگین سفتی بافت کیک روغنی در نمودار ۱۰ نشان داده شده است. نتایج نشان داد که سفتی بافت کیک در اثرواکنش بین شبکه گلوتنی و آب موجود در فرمولاسیون ایجاد شده است. استویوزید دارای حلالیت بالا در آب و خاصیت حفظ کنندگیرطوبت بیشتری در دماهای بالا نسبت به ساکارز می‌باشد، در نتیجهتمایل بیشتری به پیوند با آب دارد. این خاصیت موجب کاهش تعدادپیوندها بین شبکه گلوتنی و ملکول های آب شده و ایجاد بافتی نرمتر با افزایش جایگزینی ساکارز با استویا نسبت به نمونه شاهد می‌نماید. در نمونه شاهد به علت حضور بیشتر ساکارز خاصیت ویسکوزکنندگی بیشتری بوده و در نتیجه سفتی بافت بیشتری ایجاد می‌کند. با کاهش قند ساکارز این قدرت ویسکوزکنندگی به طور ناگهانی کاهش یافته است و در نتیجه سفتی بافت نیز کاهش نشان داده است. کاهش سفتی بافت دراین حالت می‌تواند به دو دلیل رخ دهد، اول می‌تواند به دلیل توسعه محدود شبکه گلوتن باشد، شبکه گلوتنی به منظور توسعه بیشتر باید با ملکول‌های آب پیوند برقرار کند اما شکر میل ترکیبی بیشتری با ملکول‌های آب دارد و با سرعت بیشتری با ملکول‌های آب پیوند هیدروژنی برقرار می‌کند لذا مانع ازتوسعه مناسب شبکه گلوتنی و سفت شدن خمیر می‌گردد (جلی و همکاران، ۱۳۹۲). همچنین در فرآیند سرد کردن پس از پخت، شکر ممکن است کریستاله شود که این امر نیز می‌تواند به سختی بافت کمک کند(Taylor *et al.*, 2008).

در پژوهشی که توسط پرایت و همکاران (۲۰۰۹) که برروی نقش شکر در خصوصیات ساختاری و بافتی کوکی انجام گردید (Pareyt *et al.*, 2009) نتایج مشابهی به دست آمد. نتایج پژوهش مشتاق و همکاران (۲۰۱۰) نشان داد که با افزایش سطح جایگزینی زایلیتول با شکر در فرمولاسیون کوکی، سختی (Peak Force) برای کوکی‌ها کاهش پیدا می‌کند (Mushtaq *et al.*, 2010)، که در تطبیق با نتایج حاصل از این پژوهش بود. آنها نیز عدم توسعه مناسب شبکه گلوتن خمیر را بر اثر دخالت در جذب آب و نیز کریستالیزاسیون شکر پس از سرد شدن را عامل سفتی بافت نمونه شاهد می‌دانستند.

والتر و سولیاح در سال (۲۰۱۰)، پس از بررسی نتایج حاصل از بافت کلوچه در طی جایگزینی شکر با استویا، نمونه حاوی ۵۰ درصد استویا و ۵۰ درصد شکر را به عنوان نرم‌ترین نمونه معرفی کردند (Walter &Soliah, 2010).



نمودار ۱۰- مقایسه میانگین سختی بافت کیک‌های روغنی

Fig. 10. Comparison of the average hardness texture of oil cakes

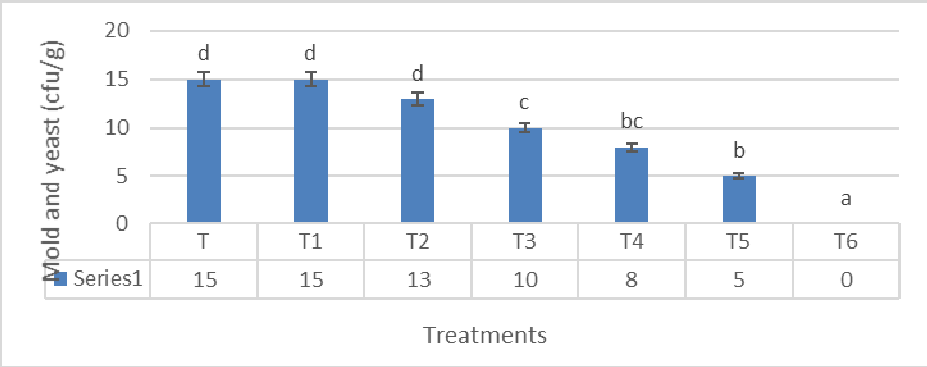
۱۰-۳- بررسی نتایج آزمون کپک و مخمر

بررسی نتایج ارزیابی کپک و مخمر در نمودار ۱۱ نشان داده شده است. مشخص گردید که استفاده از استویا در فرمولاسیون کیک روغنی باعث کاهش معنی‌داری ($p\leq ۰/۰۵$) بر روی جمعیت کپک و مخمر گردید برای عصاره این گیاه خاصیت ضدقارچی، ضدالتهابی، ضدمیکروبی و ضدویروسی ذکر شده است. استویوساید دارای اثرات ضدمیکروبی بر روی باکتری‌های مولد فساد مواد غذایی است.پریشی و همکاران (۲۰۱۱) همچنین مواد موجود در عصاره‌های مختلف گیاه استویا را شناسایی کرد و مشخص شد که در این گیاه انواع فلاونوئیدها، آلکالوئیدها، استریوئیدها، تانن‌ها و ترپن‌هاوجود دارد. در این مطالعه اثر ضد میکروبی عصاره گیاهاستویا را مربوط به وجود این ترکیبات دانسته می‌باشد (Preethi *et al.*, 2011).

لین و همکاران (۱۹۹۹) اثر ضدباکتریایی استویوساید را بر روی باکتری‌های*استافیلوکوکوس آرئوس، سودوموناس آئروژینوزا، اشرشیا کلی، باسیلوس سوبتیلیس* بررسی نمودند و نتایج نشان‌دهنده اثرمهاری استویوساید بر روی سویه‌های مذکور بود (Lin *et al.*, 1999).

قوش و همکاران (۲۰۰۸) اثرات ضدمیکروبی استویا ربادیانا را بر علیه ده گونه پاتوژن مواد غذایی بررسی نمودند و دریافتند که عصاره گیاه می‌تواند دارای اثرات ضد میکروبی بر علیه پاتوژن‌های موادغذایی باشد و دارای اثرات مهار کنندگی بر روی پاتوژن‌های مواد غذایی بود (Ghosh *et al*., 2008).

همچنین تحقیقات هاشمی و همکاران (۱۳۹۳) نیز در بررسی اثرات جایگزینی قند استویا بر روی ماندگاری شربت زعفران نیز دریافتند که استویوزید موجود در استویا بر روی جمعیت باکتریایی موجود در شربت اثرات ضد میکروبی دارد که با نتایج تحقیق حاضر نیز مطابقت داشت.



نمودار ۱۱- مقایسه میانگین کپک و مخمر کیک‌های روغنی

Fig. 11. Comparison of the average mold and yeast of oil cakes

۴-نتیجه گیری کلی

تحقیق حاضر با هدف جایگزینی درصدی از شکر (۲۲، ۲۱/۵، ۲۱، ۲۰/۵، ۲۰، ۱۹/۵، ۱۹) با استویا (۰/۰۵، ۰/۱، ۰/۱۵، ۰/۲، ۰/۲۵، ۰/۳ و ۰) در فرمولاسیون خمیر و بررسی خصوصیات فیزیکوشیمیایی و میکروبی کیک روغنی انجام شد. نتایج حاکی ازکاهش معنی‌دار ($p\leq$۰/۰۵) در میزان وزن مخصوص، قوام خمیر و ویسکوزیته خمیر با افزایش میزان استویا بود.در حالی که در کیک روغنی با افزایش میزان استویا، میزان رطوبت، اسیدیته، فعالیت آبی، سختی و بیاتی، افزایش معنی‌داری ($p\leq$۰/۰۵) و میزان pH و میزان کپک و مخمر کاهش معنی-داری ($p\leq$۰/۰۵) یافت. با توجه به نتایج بدست آمده مشخص گردید می‌توان با جایگزینی ۰/۳ ٪ استویا در فرمولاسیون کیک روغنی حاوی ۱۹ ٪ شکر، محصولی با ویژگیهای فیزیکوشیمیایی مطلوب و بار میکروبی کمتر تولید نمود و ماندگاری کیک روغنی را افزایش داد.

منابع References

احمدی گاولیقی، ح.، عزیزی، م.ح.، جهانیان، ل.، و امیر کاوئی، ش. ۱۳۹۰. بررسی اثر جایگزینی قند مایع خرما با قند اینورت در کیک لایه ای. فصلنامه علوم و صنایع غذایی. (۱)۸. ۶۴-۵۷.

آزادمرد دمیرچی، ص. و راعی، پ. ۱۳۹۴. بررسی اثر مقادیر گوناگون پودر شیرهٔ خرما بر مدت زمان نگهداری و ویژگیهای کمی و کیفی کیک اسفنجی. مهندسی بیوسیستم ایران. (۴)۴۶. ۳۹۹ -۴۰۴.

آقا محمدی، ب.، هنرور، م.، غیاثی طرزی، ب. و دلخوش، ب. ۱۳۹۱. تاثیر استفاده از ملاس به عنوان جایگزین شکر بر ویژگی های خمیر، حجم و رنگ کیک روغنی، علوم غذایی و تغذیه. (۴)۱۰. ۲۲-۱۵

بی‌نام، ۱۳۸۵. کیک- ویژگی ها و روش های آزمون. استاندارد ملی ایران شماره ۲۵۵۳. انتشارات توسعه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران. تجدید نظر سوم،

بی‌نام، ۱۳۸۶. میکروبیولوژی فرآورده های قنادی وشیرینی-ویژگی ها وروش آزمون. استانداردملی ایران شماره ۱۰۸۹۹. انتشارات توسعه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران. تجدیدنظراول.

بی‌نام، ۱۳۸۹. اندازه گیری میزان فعالیت آبی در فراورده های آردی. استانداردملی ایران شماره ۳۴۹۳. انتشارات توسعه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران.

بی نام، ۱۳۹۱. کیک- اندازه گیری میزان رطوبت- روش آزمون. استانداردملی ایران شماره ۲۷۰۴. انتشارات توسعه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران. تجدیدنظر دوم.

بی‌نام، ۱۳۹۷. غلات و آرد- روش های آزمون. استانداردملی ایران شماره ۱۰۳. انتشارات توسعه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران. تجدیدنظر دوم.

بی‌نام، ۱۳۹۸. بیسکویت- ویژگیها و روشهای آزمون. استانداردملی ایران شمار ۳۷. انتشارات توسعه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران. تجدیدنظر دوم.

پیله وران، م.، توکلی پور، ح.، بیرقی طوسی، ش. و شفافی زنوزیان، م. ۱۳۹۳. بهینه‌سازی فرمولاسیون کیک یزدی کم‌کالری با استفاده از شیرین‌کننده‌های استویوزید، ایزومالت و سوربیتول. اولین همایش ملی میان وعده‌های غذایی.

شوریده، م.، تسلیمی، الف.، عزیزی، م. ح. و محمدی فر، م. الف. ۱۳۹۰. تأثیر کاربرد- D تاگاتوز، اینولین و استویا به عنوان جایگزین ساکارز بر بعضی ویژگیهای فیزیکی، شیمیایی، رئولوژیکی و حسی شکلات تیره. مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران. (۳)۵. ۲۹-۳۸.

دامن‌افشان، پ.، صالحی‌فر، م.، غیاثی طرزی، ب. و باخدا، ح. ۱۳۹۲. بررسی تاثیر اینولین بر خصوصیات کیفی کیک روغنی. علوم و صنایع غذایی. (۴۶)۱۲. ۴۱-۴۸.

شاهینی، ن.، میرزایی، ح. و حسینی قابوسی، س. ،۱۳۹۳. بررسی اثر ماندگاری شیرین‌کننده طبیعی استویا و رابطه آن با اندیس پراکسید در شیرینی کیکیزدی و رولت خامه ای به عنوان دو میان وعده غذایی، اولین همایش ملی میان وعده های غذایی، مشهد، پژوهشکده علوم و فناوری مواد غذاییجهاد دانشگاهی مشهد.

حمزه لویی، م.، میرزایی، ح. و قربانی، م. ۱۳۸۸. بررسی اثر جایگزینی شیرین کننده های استویا به جای شکر بر اندیس پراکسید چربی بیسکویت.علوم کشاورزی و منابع طبیعی. ۱. ۲۹۱-۲۹۸.

فاطمی، ح. ۱۳۹۹. شیمی مواد غذایی. شرکت سهامی انتشار. چاپ ۴. ص ۲۴۳.

صداقت، ف. و موحد، س. ۱۳۹۴. امکان تولید کیک رژیمی با استفاده از استویا و سوکرالوز. همایش بین المللی پژوهش های کاربردی در کشاورزی.

جلی، الف.، کرامت، ج.، حجت الاسلامی، م. و جهادی، م. ۱۳۹۲. بررسی تأثیر جایگزینی ساکارز توسط مخلوط سوکرالوز و ایزومالت بر ویژگیهای فیزیکوشیمیایی بیسکویت قالب غلتکی. فصلنامه علوم و فناوریهای نوین غذایی. (۱)۱. ۴۹-۶۴.

نورمحمدی، ا.، پیغمبردوست، ه. و اولاد غفاری، ع. ۱۳۹۱. تولید کیک کم کالری به وسیله جایگزینی ساکارز با اریترول و الیگوفروکتوز. مجله علوم و تغذیه و صنایع غذایی ایران. (۱)۷. ۹۲-۸۵.

وطن‌خواه، م.، الهامی راد، ا.ح.، یقبانی، م.، نادیان، ن. و اکبریان میمند، م.ح. ۱۳۹۳. بررسی امکان تولید بیسکوئیت رژیمی با استفاده از شیرین کننده. نشریه‌پژوهش و نوآوری در علوم و صنایع‌غذایی. (۳)۲. ۱۷۰-۱۵۷.

هاشمی،ن.، ربیعی،ح.، توکلی‌پور، ح. و گازرانی، س. ۱۳۹۳. بررسی اثر جایگزینی قند گیاه استویا (Stevia rebaudiana) با ساکارز بر روی خصوصیات فیزیکوشیمیایی، رئولوژیکی و حسی شربت رژیمی زعفران.نشریه زراعت و فناوری زعفران. (۴)۲. ۳۰۳-۳۱۰.

یوسفی‌اصل، م.، گلی، س. ا. ح. و کدیور م. ۱۳۹۱. بهینه سازی تولید مربای کم کالری "به" با استفاده از شیرین کننده مصنوعی استویا. نشریه پژوهشهای صنایع غذایی. (۲)۲۲. ۱۲۲-۱۳۰.

AACC, 2000. Approved method of the American as sociation of cereal chemmists. St. Paul; American Association of cereal chemists. Ins.

Alizadeh, M., Azizi-Lalabadi, M., Ansari, H., and Kheirouri, S. 2014. Effect of stevia as a substitute for sugar on physicochemical and sensory properties of fruit based milk shake. Journal of Research and Reports. 3(11): 1421-1429.

Akesowan, A. 2009. Quality of reduced-fat chiffon cakes prepared with erythritol-sucralose as replacement for sugar. *Pakistan Journal of Nutrition*. 8 (9): 1383-1386.

Baeva, M.R., Panchev, I.N. and Terzieva, V.V. 2000. Comparative study of texture of normal and energyreduced sponge cakes. Die Nahrung. 44(4): 242-246.

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.

Debnath, M. 2008. Clonal propagation and antimicrobial activity of an endemic medicinal plant Stevia rebaudiana. Journal of Medical Plant Research. 2: 045–051.

DesRochers, J.L., Seitz, K.D., Walker, C.E., Wrigley, C. and Colin, W. 2004. Encyclopedia of Grain Science. Elsevier. London.

Ghosh, S., Subudhi, E. and Nayak, S.2008. Antimicrobial of Stevia rebadiana Bertoni leaf extract against 10 phatogrns. Journal of biology. 2(1):27-31.

Homayouni Rad, A., Delshadian, Z., Arefhosseini, S.R., Alipour, B. and AsghariJafarabadi, M. 2012. Effect of inulin and stevia on some physical properties of chocolate milk. Health Promotion Perspectives. 2(1): 42-47.

Hojjatol eslami, M. and Jahadi, M. 2014. Studyon 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. Humble,N.2012. Cake: A Global History. ISBN 978-4562047840.

Lothrop, E., Mobrien, C., Scannell, A.G.M., and Arendt, E.K. 2005. Evaluation of antioxidant activity of some plant extracts and their application in biscuit. Journal of Food chemistry. 90: 118-121.

Jaroslov, P., Brabora, H., and Tuulia, H. 2007. Characterisation Of Steviol Rebaudiana By Choprehensive Tow Dimensional Liquid Chromatography Time Of Flight Mass Spectrometry. 11-50.

Juana, M., Capella, C., Buniowska, M., Esteve, M. J. andFrigol, A. 2015. Effect of Stevia rebaudiana addition on bioaccessibility of bioactive compounds and antioxidant activity of beverages based on exotic fruits mixed with oat following simulated human digestion. Food Chemistry. 184: 122–130.

Kheiri, Z., Mahdavi Adeli, H.R. and 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.

Koyama, E., Kitazawa, K., Ohori, Y., Izawa, O., Kakegawa, K., Fujino, A. and Ui, M . 2003. In vitro metabolism of the glycosidic sweet-eners, stevia mixture and enzymatically modified stevia inhuman intestinal microflora. Food Chemistry Toxicology. 41:359–374.

Koyama, E., Sakai, N., Ohori, Y., Kitazawa, K., Izawa, O., Kakegawa, K., Fujino, A. and Ui, M. 2008. Absorption and metabolism of glycosidic sweeteners of stevia mixture and their aglycone, steviol, in rats and humans. Food and Chemical Toxicology. 41: 883 –875.

Lin, C.C., Wang, H.F. and Lin, S.D. 2008. Effect of isomaltooligosaccharide syrup on quality characteristics of sponge cake. Cereal Chem. 85: 515-21.

Lin, J., Opoku, A.R., Geheeb-Keller, M., Hutchings, A.D., Terblanche, S.E., Jager, A.K. and Van Staden, J .1999. Preliminary screening of some traditional zulu medicinal plants for anti-inflammatory and antimicrobial activities. Journal of Ethnopharmacology. 68: 267-274.

Manisha, G., Soumya, C. and Indrani, D. 2012. Studies on interaction between stevioside, liquid sorbitol, hydrocolloid and emulsifiers for replacement of suger in cakes. Food Hydrocolloids. 29: 363-373.

Meilgaard, M., Civille, G. V. and Carr, B. T. 1999. Sensory evaluation techniques. New York. CRC Press.

Mushtaq, Z., Rehman, S., Zahoor, T. and Jamil, A. 2010. Impact of xylitol replacement on physicochemical, sensory and microbial quality of cookies. Pakistan Journal of Nutrition. 9(6): 605-610.

Nasseri, E. 2017. Logic and necessity of studying local food system. Iranian Journal of Nutrition Sciences & Food Technology. 12(1):142.

Pareyt, B., Talhaoui, F., Kerckhofs, G. 2009. The role of sugar and fat in sugar-snap cookies: Structural and textural prop- erties. Journal of Food Engineering. 90: 400–408.

Preethi, D., Sridhar, T. and Josthna, P.2011. Naidu C. Studies on Antibacterial Activity, Phytochemical Analysis of Stevia rebaudiana (Bert.) An Important Calorie Free Biosweetner. Journal of Ecobiotech. 3(7): 5-10.

Saniah, K. and Samsiah, Sh.2012. The application of Stevia as sugar substitute in carbonated drinks using Response Surface Methodology. Journal of Tropical Agriculture. and Food Science. 40(1). 23– 34.

Souhani Agini, A., Movahhed, S. and 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.

Taylor, T.R., Fasina, O. and Bell, L.N. 2008. Physical properties and consumer liking of cookies prepared by replacing sucrose with tagatose. Institute of Food Technologists. 3: 145-151.

Thdhani, A. Urooj, A. and Kumar, A. 2005. Evaluation of Antioxidant Activity of Some Plant Extracts and Their Application in Biscuits. Food Chemistry. 90(1-2): 317-321.

Turabi, E., Sumnu, G. and Sahin, S. 2013. Quanitative analysis of macro and micro structure of gluten –free rice cakes containing different types of gums baked in different ovens. Food Hydrocolloids. 24: 755-764.

Walter, J.M. and Soliah, L. 2010. Objective measures of baked products made with Stevia. Journal of the American Dietetic Association. 110(9): 54-57.

Zoulias, E.L., Piknis, S. and Oreopoulou, V. 2000. Effect of sugar replacement by polyols and acesulfame-K on properties of low-fat cookies. Journal of the Science of Food and Agriculture. 80: 2049-2056.

Effect ofAdding stevia to the oil cake formulation and investigating its effects on shelf life and physicochemical properties

B. Khorshidpour[1], S. Asadolahi[2], M. Rezaei[3], L. Nateghi[4], Z. Mostafa[5]

Received: 6 Mar., 2021 Accepted: 30 Apr., 2021

ABSTARCT

Today, the desire of consumers, especially diabetics, to consume low-calorie and sugar-free foods, which can be used stevia, which is a natural sweetener and has no effect on raising blood glucose levels. The aim of this research was producing of oil cake with stevia in six level (0.05, 0.1,0.15,0.2, 0.25 and 0.3%) and control. Then after treatment formulation dough test (viscosity, consolidation and special weight) and cake tests including acidity and pH, water activity, porosity percentage,moisture percentage, palatability and hardness, peroxide index and mold amd yeast test) in three replications. The results showed that with increasing the percentage of sucrose substitution instead of stevia, specific gravity, dough consistency and dough viscosity decreased significantly ($p\leq 0.05$). Also in the oil cake, with increasing the percentage of sucrose replacement instead of stevia, the moisture and acidity of the product increased significantly ($p\leq 0.05$) and the number of peroxide, stale, firmness and pH significantly ($p\leq 0.05$) decreased. In general, the results showed that by replacing 0.3% stevia in the formulation of oil cake containing 19% sucrose, a product with desirable physicochemical properties and lower microbial load can be produced and increase the shelf life of the oil cake.

Key words: Stevia, oil cake, shelf-life, low calory

1. Ph.D in Food science, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Varamin-Pishva Branch, Islamic Azad University, Varamin, Iran.
2. Assistant professor, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Varamin-Pishva Branch, Islamic Azad University, Varamin, Iran.
3. Department of Medicinal Plant, Varamin-pishva Branch, Islamic Azad University, Varamin, Iran
4. Associate professor, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Varamin-Pishva Branch, Islamic Azad University, Varamin, Iran.
5. Master of Food Science and Technology, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Islamic Azad University, Varamin Branch, Iran.

Corresponding author*:*bijankhorshidpour@gmail.com