بررسی اثر جایگزینی ساکارز با شیرین کننده رژیمی استویا وافزودن صمغ کتیرا بر خواص رئولوژیکی وریز ساختاری شیرینی سنتی قطاب

امیرپویا قندهاری یزدی[1*]، محمد حجت الاسلامی[2]، جواد کرامت[3] و مهشید جهادی[4]

1-دانش آموخته کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهرکرد، شهر کرد، ایران

2-دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهرکرد، شهر کرد، ایران

3-دانشیار گروه علوم و صنایع غدایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ایران

4-استادیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوراسگان، اصفهان، ایران

تاریخ دریافت:1391/12/14 تاریخ پذیرش: 1392/10/15

چکیده

در این تحقیق امکان تولید شیرینی سنتی قطاب توسط جایگزینی کامل استویوزید و صمغ کتیرا مورد بررسی قرار گرفت. در مطالعه حاضر تاثیر جایگزینی شکر توسط شیرین کننده رژیمی استویوزید (به نسبت 1 به 200) و صمغ کتیرا در سه سطح (5%، 1% و 0/5%) بر ویژگیهای سختی، ریزساختار، رنگ و خصوصیات حسی در یک طرح کاملا تصادفی با استفاده از مقایسه میانگین LSD مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان داد که جایگزینی شکر توسط استویوزید موجب سخت شدن بافت و افزایش مقدار کتیرا موجب کاهش معنادار سختی شیرینی سنتی قطاب می‌گردد($p\leq0/05$). تیمار حاوی استویوزید و 1% کتیرا از لحاظ سختی تفاوت معناداری با نمونه شاهد نداشت($p\geq0/05$). بررسی ریزساختار بافت نشان دهنده افزایش قطر و سطح حباب‌های هوا و همینطور افزایش میزان تخلخل در ساختار قطاب با افزایش مقدار کتیرا می‌باشد. بیشترین میزان ضریب گردی و تعدا حباب‌های هوا مربوط به نمونه شاهد می‌باشد. بررسی رنگ نشان دهنده‌ی افزایش تغییرات رنگ و اندیس قهوه‌ای شدن با افزایش مقدار کتیرا بود. در نمونه‌های قطاب که استویوزید جایگزین شکر شده بود پس طعم معناداری توسط ارزیابان تشخیص داده نشد اما در نمونه حاوی 5% کتیرا بافت نرمتری ایجاد شد. بررسی ویژگی‌های بافت و حسی شیرینی سنتی قطاب نشان داد که جایگزینی شکر توسط شیرین کننده طبیعی استویوزید و صمغ کتیرا انتخاب مناسبی جهت تولید شیرینی کم‌کالری قطاب می‌باشد.

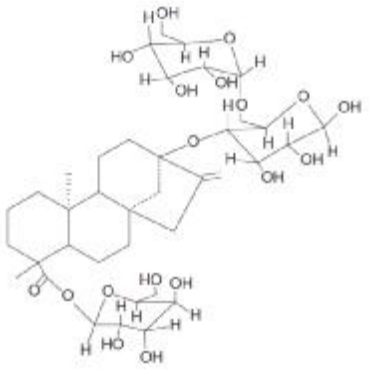
واژه های کلیدی: استویا، رژیمی، شیرینی سنتی قطاب، کتیرا.

[*]مسوول مکاتبات: foodtechnology43@yahoo.com

1-مقدمه

تغییر فرهنگ زندگی، کم شدن تحرک بدنی انسان‌ها و بروز مشکلاتی نظیر چاقی و فشار خون از یک طرف، شیوع بیماری‌های قلبی و عروقی از طرف دیگر، نشان می‌دهد که توجه به تولید فرمولاسیون های غذایی کم کالری ضروری می‌باشد. در این راستا کاهش مصرف ساکارز و مشتقات آن توسط افراد چاق، کودکان، زنان باردار و بیماران دیابتی به دلیل کالری بالا و تأثیرات نامطلوب بر بدن، بیشتر توصیه می‌شود(20). چاقی اختلال پیچیده‌ای است که علل ژنتیکی و محیطی دارد. عوامل ژنتیکی به تنهایی نمی‌توانند توجیه کننده‌ی همه‌گیر شدن پدیده چاقی باشند، با این وجود علل ژنتیکی، فرد را مستعد ابتلا به چاقی می‌کنند. افزایش شیوع چاقی درکشورهای خاورمیانه از جمله ایران ناشی از تغییرات سریع در شیوه زندگی، بی‌تحرکی بیشتر، کاهش فعالیت بدنی وافزایش مصرف غذاهای غنی از چربی اشباع و قندها می‌باشد(4)، مطالعات فقیه و انوشه نشان داد که 20% نوجوانان و 10% بزرگسالان 3 بار و حتی بیشتر در هفته فست فود مصرف می‌کنند. بررسی‌های مختلف علت رواج و افزایش چشمگیر مصرف فست فود را تغییر ساختار سنتی خانواده‌ها، دلچسب و لذیذ بودن این غذاها، کم هزینه بودن و دسترسی آسان و راحت می‌دانستند(13). هم اکنون در جهان چاقی یکی از علل عمده‌ی مرگ‌های قابل پیشگیری محسوب می‌شود. در ایران شیوع اضافه وزن و چاقی در بین کودکان و نوجوانان به ترتیب 8/8 و4/5 درصد است(4). با توجه به مصرف بالای شیرینی در ایران و با ذکر این نکته که شیرینی، حاوی مقدار زیادی ساکارز است به دست آوردن فرمولاسیون‌های رژیمی برای این دسته از مواد غذایی امری ضروری به شمار می‌رود. شیرینی سنتی قطاب که روزی سوغات منحصر به فرد استان یزد بود، امروزه در سراسر ایران و حتی بازارهای جهانی به عنوان محصول سنتی ایران شناخته شده است. این فراورده از دو بخش پوسته (خارجی)و مغز (داخلی) تشکیل شده است و اجزای اصلی پوسته ان آرد، روغن و زرده تخم مرغ است و قسمت داخلی شامل مغز بادام همراه با ساکارز و ادویه معطر از جمله هل می‌باشد. قطاب را معمولاً به روش اجاق کاری تهیه می‌کنند، یعنی عمل پخت آن با استفاده از حرارت مستقیم روغن در ظرف‌هایی مانند تابه یا پاتیل انجام می‌گیرد(11). امروزه استفاده از از شیرین‌کننده‌های رژیمی برای جایگزین کردن ساکارز مورد توجه تولید کنندگان و محققان قرار گرفته است. در این بین برگ گیاه استویا و قند حاصل از آن با نام استویوزید با توجه به خاصیت شیرین کنندگی منحصربه‌فرد، کشت و بهره برداری موفق در داخل کشور، می‌تواند جایگزین طبیعی مناسبی برای ساکارز قلمداد شود. استویا گیاهی کوتاه قد و بوته‌ای می‌باشد که بومی منطقه کوهستانی امامبی واقع در مرز برزیل و پاراگوئه است(16). کشت آزمایشی استویا در اصفهان و گیلان آغازگردیده است و این گیاه در گیلان، هم اکنون درشهرستان‌های آستانه اشرفیه ، رودبار ، رودسر ، املش ، سیاهکل و تالش کشت می‌شود . براساس بررسی‌ها از هر هکتار مزرعه استویا در گیلان می‌توان سالانه تا 611 کیلوگرم برگ خشک استویا به ارزش 31 میلیون تومان برداشت کرد. با درنظرگرفتن این ارقام اگر فقط در 1 درصد از 415 هزار هکتار اراضی کشاورزی گیلان، معادل 4051 هکتار استویا کاشته شود، سالانه می‌توان حدود2431 تن برگ خشک استویا به ارزش حدود 121 میلیارد تومان تولید کرد. این گیاه 54 تا 114روز برگ‌دهی دارد و از طرفی 4 تا 5 سال هم می‌توان از گیاه استویا برگ برداشت کرد. استویا نه ازطریق بذر، بلکه ازطریق کشت بافت تکثیر می‌شود؛ از این رو نشاگیری از آن، نیازمند فضای گلخانه‌ای است. دوره رشد گیاه در شرایط غیر بومی یک یا دو سال است و در سال دوم عملکرد بهتر می‌باشد(12). استویا دارای نام های دیگری از قبیل برگ شیرین و برگ عسل نیز می‌باشد. فراوانترین گونه‌های این گیاه عبارت است از: ردبایانا، پیلوسا، اواتور، پلامراو سالی سینوریا سراتا (3). اولین بار در سال 1887 توسط مویسس سانتیا گوبرتونی کشف شد. در سال 1931 یک شیمی‌دان فرانسوی آن را به صورت پودر سفید رنگی استخراج کرد (14). نتایج بررسی‌ها بیانگر آن است که گلیکوزیدهای دی‌ترپنی ترکیباتی می‌باشند که به عنوان عامل اصلی ایجاد طعم بسیار شیرین در عصاره‌های گیاه استویا شناخته‌اند (3). میزان شیرینی استویوزید 300-200 برابر شکر تخمین زده شده است (28). در علم پزشکی از استویا برای درمان دیابت، خستگی، سرطان و فشار خون بالا استفاده شده است (17، 19، 28). تحقیقات نشان داده است که این ترکیب بر رشد میکروارگانیسم های دهان اثر ممانعت کنندگی دارد (5). شکل 1 ساختار شیمیایی گلیکوزید استویوزید را نشان می دهد. بخش غیر قندی استویوزید ($C_{38}H_{60}O_{18}$) یک دی‌ترپن به نام استویول است که بر روی کربن شماره سیزده یک گروه هیدروکسیل و بر

روی کربن شماره چهار یک گروه کربوکسیل وجود دارد. در استویوزید گروه هیدروکسیل به دی ساکاریدسوفوروزاتصال آلفا یک به سیزده و یک گروه کربوکسیل با یک واحد آلفا-دی-گلوکوز پیوند کرده است(14،7). در چند دهه‌ی اخیر در کشورهایی ازجمله ژاپن، چین و آمریکای جنوبی از استویوزید در شیرینی و نوشیدنی و غذاهای دریایی استفاده شده است (21).



شکل 1- ساختار شیمیایی گلیکوزید استویوزید (7)

در این پژوهش از صمغ تراگاکانت که یک ماده تراوش شده گیاهی است که از استراگالوس به دست می‌آید (5) استفاده شد. این صمغ علاوه بر دارا بودن قدرت جذب آب بالا دارای محاسنی از جمله پایداری در برابر حرارت، شرایط اسیدی (9) و فاقد اثرگذاری بر روی عطر وطعم می‌باشد (5). از سوی دیگر در علم پزشکی گزارش شده است که کتیرا مانع از رشد سلول‌های سرطانی، بهبود زخم و تعدیل قند خون در بیماران دیابتی می‌شود (9). این صمغ دارای یک ساختمان کمپلکس هترو پلی‌ساکاریدی است؛ که زنجیره اصلی آن از دی‌گلاکتورونیک اسید و چندین پنتوز از قبیل ال-فروکتو پیرانوز، دی زایلو پیرانوز، دی گالاکتوز و ال-آرابینوز به صورت گلایکوسیدیک تشکیل شده است و درآب یک محصول چسبناک وغلیظ تولید می‌کند (7). در اثر هیدرولیز، کتیرا تولید دی‌گالاکتورونیک اسید-ال-فوکوس، دی‌گالاکتوز، دی‌گزیلور و دی‌آرابینوز می‌کند (5). صمغ کتیرا را می‌توان به دو جزء محلول و غیر محلول تقسیم کرد. جزء غیر محلول آن در آب حالت متورم پیدا کرده و به صورت ژل در می‌آید و در ساختار آن گالاکتورونیک اسید وجود دارد که به زایلوز وگالاکتوز اتصال دارد. این قسمت حدود60 تا70 درصد وزن کتیرا را در بر گرفته و باسورین نامیده می‌شود. جزء محلول کتیرا که حدود 30 تا 40 درصد وزن کتیرا را تشکیل می‌دهد تراگاکانتین نامیده می‌شود. در ساختار آن گلوکورونیک اسید و آرابینوز وجود دارد(18). در سال‌های اخیر تلاش بسیاری برای تولید محصولات غله‌ای بدون قند به وسیله‌ی شیرین کننده‌های رژیمی به همراه هیدروکلوئیدهای مختلف صورت گرفته است. Manisha و همکارانش به بررسی اثر متقابل استویوزید، سوربیتول مایع، صمغ زانتان و امولسیفایر در کیک بدون قند در سال 2012 پرداختند؛ نتایج بیانگر کاهش ویسکوزیته در تمامی درصدهای جایگزینی ساکارز به وسیله‌ی سوربیتول مایع بود در حالیکه با افزایش میزان صمغ، میزان ویسکوزیته افزایش پیدا کرد(25). Martinez و همکارانش در سال 2012 در بررسی اثر جایگزینی شکر توسط سوکرالوز و پلی‌دکستروز بر خواص رئو لوژیکی و حسی مافین از جمله ساختار، بافت، رنگ و ظاهر نشان داد که در نمونه‌های50 درصد، ظاهر، رنگ، بافت و طعم شبیه نمونه شاهد بودند. نمونه‌هایی که در آن‌ها ساکارز 100 درصد جایگزین شدند قابل پذیرش نبودند (26). در پژوهش مشابه دیگری در سال 2012 مارتینز و همکارانش در مافین اسپانیایی، ساکارز را به وسیله‌ی اریتریتول و صمغ زانتان جایگزین نمودند، با جایگزینی ساکارز به وسیله مخلوط اریتریتول و زانتان و افزودن عامل ورآمدن خمیر میزان سختی به طور معنی داری کاهش پیدا کرد و حجم محصول نیز بهبود یافته بود(27). حمزه لویی و همکاران در سال 2009 به بررسی اثر جایگزینی شیرین کننده استویا بر اندیس پراکسید چربی بیسکویت پرداختند. نتایج نشان داد که این جایگزینی موجب کاهش اندیس پراکسید چربی بیسکویت می‌شود. با افزایش غلظت شیرین کننده در فرمولاسیون میزان عدد پراکسید کاهش می‌یابد ورابطه معکوس بین غلظت استویا وعدد پراکسید وجود دارد(3). در سال 2005، Ching-ching Lee و همکارانش ساکارز را با مخلوط سوکرالوز-دکسترین در کیک چیفون جایگزین کردند. در نمونه ی 80 درصد جایگزینی مغز کیک سخت تر شده و این نمونه مقبولیت کمتری نسبت به سایر نمونه‌ها داشته است(24). این مقاله با هدف بررسی تاثیر صمغ کتیرا بر ویژگی‌های حسی و بافتی شیرینی سنتی قطاب که شکر آن به طور کامل با شیرین‌کننده استویوزید جایگزین شده است انجام پذیرفت.

2-مواد و روش‌ها

2-1- مواد اولیه

شامل تخم مرغ، روغن، بیکینگ پودر، هل، ماست، آرد، بادام، کتیرا از فروشگاه های مواد غذایی خریداری شد. استویوزید مورد استفاده ساخت کشور آلمان بوده و از شرکت بنئو با خلوص 99% خریداری شد؛ صمغ کتیرا مفتولی پس از آسیاب به صورت کاملا پودر، به مدت 24 ساعت در آب مقطر در دمای 4 درجه سانتی‌گراد تهیه و در آماده‌سازی نمونه‌های مورد استفاده قرار گرفت (8).

2-2-تهیه‌ی قطاب: آماده‌سازی نمونه شاهد شیرینی سنتی قطاب بر طبق استاندارد ملی ایران شماره 3629 با روش اجاق‌کاری و طبق فرمولاسیون جدول 1 صورت گرفت. ابتدا بکینگ پودر، زرده‌ی تخم مرغ، روغن و ماست مخلوط شد؛ سپس آرد به تدریج اضافه شد، پس از آن به مدت 1 ساعت در دمای 24 درجه سانتیگراد نگه داشته شد تا خمیر وربیاید. مواد داخل قطاب (بادام و هل) درون خمیر قرار داده شد و در نهایت در پاتیل روغن سرخ شد. برای تهیه‌ی قطاب‌های فروپلیمر(1)ساکارز با استویا به صورت کامل به نسبت 200 به 1 جایگزین شد. به عنوان عامل بافت دهنده از صمغ کتیرا آماده‌سازی شده در 3 سطح 5، 1 و 0/5 درصد (وزنی/وزنی) استفاده شد. سایر مراحل تولید مانند نمونه شاهد انجام پذیرفت.

جدول 1- درصد مواد اولیه جهت ساخت قطاب

مواد اولیه	درصد ترکیبات
ساکارز	16/21
روغن	4/25
تخم مرغ	13
آرد	19/4
ماست	13
بادام	32/44
هل	1
بیکینگ پودر	0/7

2-3-آزمون ارزیابی بافت

آزمایش نفوذ مربوط به بافت شیرینی سنتی قطاب با استفاده از دستگاه تحلیل‌گر بافت (Brookfield Engineering middle base, CT3-4500, USA) انجام گرفت. به طوریکه سرعت پروب 0/5 میلیمتر بر ثانیه و قطر نفوذ 10 میلیمتر در نظر گرفته شد؛و از پروب TA44 استفاده شد.

2-4- بررسی ریز ساختار

بررسی ریز ساختار نمونه‌های قطاب توسط میکروسکوپ نوری مجهز به دوربین عکاسی (3/2 مگا پیکسل) و فیلم برداری، ساخت کشور آلمان با دقت 120× گرفته شد و در نهایت به وسیله ی نرم افزار پردازش تصویرآنالیز شد. در بررسی ریز ساختار نمونه‌های قطاب فاکتورهای تعداد حفرات، ضریب گردی حفرات، سطح حفرات، قطر حفرات و تخلخل مورد ارزیابی قرار گرفتند. برای بررسی تخلخل از فرمول (1) استفاده شد (6). میزان سطح برش برابر 2048×1536 می‌باشد.

Void Fraction =sum of cell area / total area of slice

2-5- بررسی رنگ

برای بررسی رنگ ابتدا به منظور فراهم کردن شرایط ثابت و یکنواخت نمونه‌ها در جعبه‌ای قرار داده شدند که دیواره‌ی داخلی آن کاملاً سفید رنگ بود. جهت تأمین نور لازم برای گرفتن عکس از دو لامپ 18 وات استفاده شد که دارای زاویه ی تابش 30 درجه نسبت به نمونه ها بودند، سپس به وسیله ی دوربین Canon مدل LXUS130 از تیمارها تصویر گیری شد. فاصله‌ی دوربین از نمونه ها 30 سانتیمتر در نظر گرفته شد. سپس برای هر تصویر ده نقطه به طور تصادفی انتخاب شد و به وسیله‌ی نرم افزار پردازش تصویر مؤلفه‌های RGB تبدیل به مولفه های L*a*b شد. پس از به دست آوردن پارامترهای رنگی در فضای، L*a*b به وسیله‌ی فرمول (2) تغییرات رنگ و به وسیله ی فرمول (3) اندیس قهوه‌ای شدن محاسبه شد(30).

مقیاس رنگی RGB متشکل از سه مؤلفه رنگی قرمز، سبز، آبی است که هر کدام بین مقادیر 0 تا 255 تغییر می‌کند. هر پیکسل رنگی RGB در تصاویر دارای مقدار مشخصی از قرمز، سبز وآبی است. مقادیر 0،0،0 معادل رنگ سیاه ومقادیر 255، 255، 255 معادل رنگ سفید است (8).

مقیاس رنگی هانترلب L*a*b از سه مولفه a^*، b^*، L تشکیل شده است. مولفه L^* معادل روشنایی تصویر که بین 0 معادل مشکی و 100 معادل انعکاس کامل نوراست. مقادیر مولفه a^* نامحدود است و مقادیر مثبت معادل رنگ قرمز و مقادیر منفی معادل رنگ سبز است. مقادیر b^* نامحدود است و مقا دیر مثبت معادل رنگ زرد و مقادیر منفی معادل رنگ آبی است. این سیستم رنگی عملکرد مشابه چشم انسان دارد. برخلاف فضا های HSI وRGB متاثر از وسیله عکسبرداری نیست. در اکثر موارد در پژوهش‌های صنایع غذایی از این فضای رنگی استفاده می‌شود(8).

(فرمول2)

$$\Delta E = \sqrt{(L^\circ - L)^2 + (a^\circ - a)^2 + (b^\circ - b)^2}$$

(فرمول 3)

$$BI=\frac{100\times(X-0.31)}{0.17}$$

در رابطه ی3، X برابر است با:

(فرمول 4)

$$X=\frac{(a+1.75\times L)}{(5.645\times L+a-3.012\times b)}$$

2-6-بررسی خصوصیات حسی

برای ارزیابی حسی از آزمون امتیاز دهی شدت یک ویژگی استفاده شد. ارزیابی حسی با استفاده از 6 داور تخصص یافته انجام پذیرفت. ارزیابها در این آزمون به میزان احساس ویژگی‌هایی مانند: وجود پس طعم (1= بدون وجود پس طعم، 5= پس طعم فوق العاده زیاد)، ویژگی بافت (1= نرم فوق العاده زیاد، 8= سفت فوق العاده زیاد)، میزان شیرینی (1= بدون طعم شیرینی، 5 شیرینی فوق العاده زیاد) و مطلوبیت کلی (1= بدمزه فوق العاده زیاد، 8= خوشمزه فوق العاده زیاد) در نمونه‌های رمزگذاری شده با استفاده از مقیاس‌های فوق‌الذکر امتیاز می‌دهند. به طوریکه 4 تیمار شیرینی سنتی قطاب در ظروف قرار داده شده و هر ظرف با کدهای سه رقمی تصادفی شماره‌گذاری گردید. جهت شستشوی دهان در فاصله صرف بین نمونه‌های از آب مقطر با دمای محیط استفاده شد.

2-7- آنالیز آماری

آزمایشات همه در سه تکرار و در قالب طرح کاملا تصادفی مورد بررسی قرار گرفت. برای بررسی وجود اختلاف معنادار در سطح اطمینان 95 درصد از آزمون ال، اس، دی استفاده شد. به همین منظور آنالیز آماری با استفاده از نرم افزار SAS 9 و رسم نمودارها توسط نرم افزار Excel 2007 انجام پذیرفت.

3- نتایج و بحث

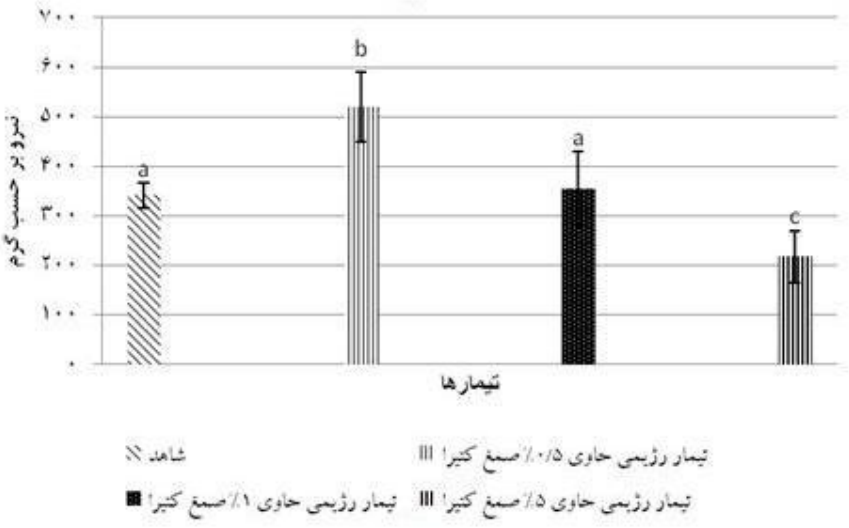
3-1- بررسی تاثیر جایگزینی ساکارز توسط استویوزید و کتیرا بر سفتی بافت

در واقع با آزمون نفوذ، میزان نیروی مورد نیاز برای وارد کردن یک سنبه یا میله داخل ماده غذایی، اندازه‌گیری می‌شود. سختی بافت نسبت مستقیمی با بزرگی نیروی لازم دارد (15). تاثیر غلظت‌های مختلف کتیرا بر سختی شیرینی سنتی قطاب در شکل (2) نشان داده شده است. نتایج آنالیز آماری در سطح اطمینان 95% نشان می‌دهد که بیشترین نیروی لازم برای نفوذ میله به داخل نمونه غذایی مربوط به نمونه قطابی است که ساکارز آن با استویوزید جایگزین شده و حاوی 0/5% کتیرا می‌باشد. با افزایش میزان کتیرا در قطاب‌های حاوی استویوزید به طور معناداری میزان سختی کاهش می‌یابد. در واقع از یک طرف جایگزینی ساکارز با استویوزید باعث سختی بافت شده و از طرف دیگرحضور کتیرا موجب کاهش سختی بافت قطاب شد. به طوریکه میزان سختی در تیمار حاوی 1% با نمونه شاهد اختلاف آماری معناداری ندارد و میزان سختی نمونه حاوی 5% کتیرا به طور معناداری کمتر از نمونه شاهد و سایر تیمارها بود. این موضوع را می‌توان به، علت تشکیل شبکه و حفظ رطوبت در بافت شیرینی سنتی قطاب به علت وجود گروه‌ها هیدروکسیل موجود در کتیرا نسبت داد، که در نهایت منجر به تشکیل ژل و کاهش سختی بافت شده است. بافت ایجاد شده به عنوان یک صفت مطلوب در قطاب به حساب می‌آید. درتحقیقات گذشته اثر صمغ کتیرا بر کاهش سختی بر روی نان نیمه حجیم گزارش شده است(10). نتایج پژوهش Martinez و همکارانش در جایگزینی ساکارز به وسیله اریتریتول و زانتان بر روی مافین تایید کننده‌ی نتایج فوق می‌باشد؛ جایگزینی ساکارز با اریتریتول اثری بر سختی نداشته ولی با افزودن صمغ زانتان و عامل ورآمدن خمیر، سختی به طور معنی‌داری کاهش یافته بود(26)؛ همچنین Filiz

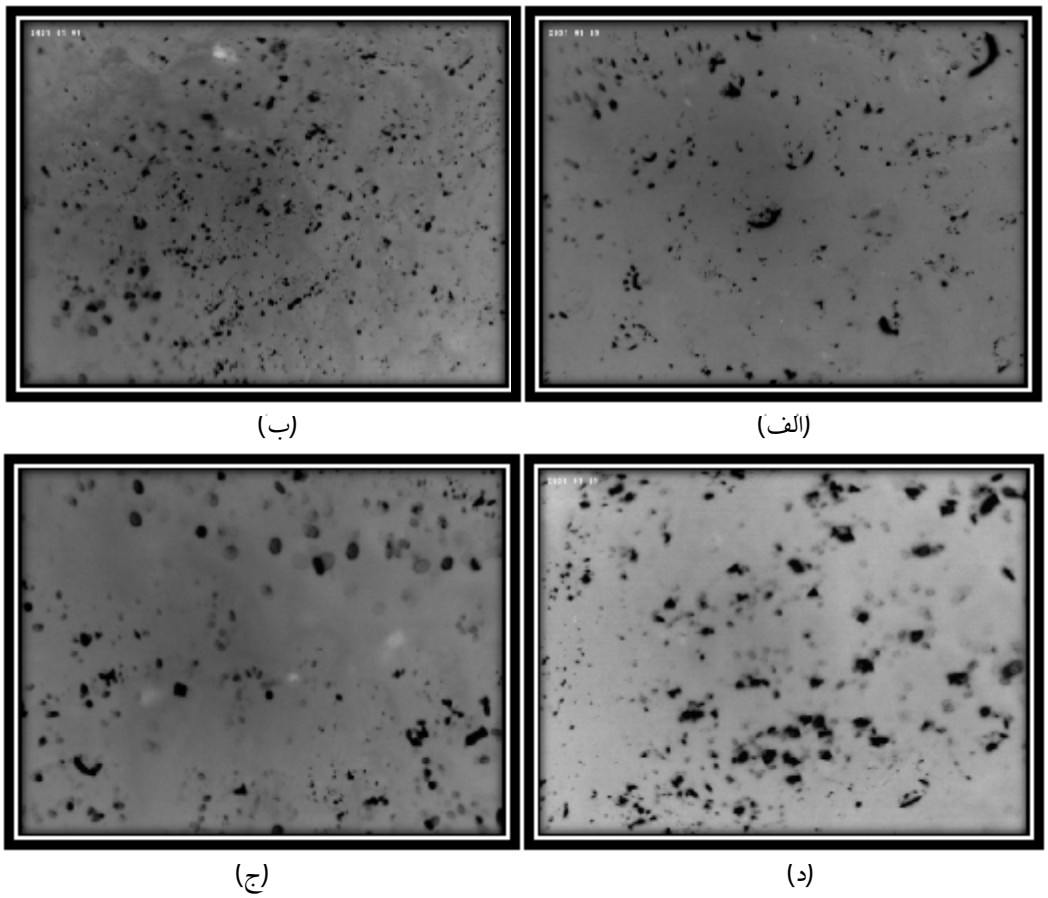
Oksel و همکارانش در سال 2009 به نتیجه مشابه در بررسی اثر افزودن صمغ زانتان وگوار بر روی کیک بدون گلوتن پخته شده به وسیله روش ترکیبی اینفرارد-مایکروویو و آون رسیدند(32).

2-3- بررسی تاثیر جایگزینی ساکارز توسط استویوزید و کتیرا برویژگی های ریزساختار بافت

بافت و ظاهر قطاب را می‌توان تا حد زیادی با بررسی ریز ساختار آن مورد مطالعه قرار داد. این ساختار متاثر از ترکیبات مورد استفاده و فرایند تولید آن می‌باشد و در نتیجه خصوصیات رئولوژیکی، بافت دهانی، قابلیت هضم و خصوصیات ظاهری محصول را تحت تاثیر قرار می‌دهد. همانطور که در شکل (3) و جدول (2) نشان داده شده است، با جایگزین شدن ساکارز توسط استویوزید و کتیرا در سطح 0/5% تعداد، سطح، قطر، و ضریب گردی حفرات کاهش پیدا کرده است؛ با افزایش میزان کتیرا تعداد، قطر و سطح حفرات افزایش پیدا کرد به طوریکه بیشترین قطر و سطح حفرات و همینطور تخلخل مربوط به تیمار حاوی 5% کتیرا می‌باشد. بیشترین میزان ضریب گردی و تعداد سلول‌های هوایی مربوط به تیمار شاهد می‌باشد. احتمالا با جایگزینی ساکارز به وسیله استویوزید و کتیرا، ویسکوزیته ایجاد شده حتی در سطح 5% کمتر از ویسکوزیته ایجاد شده در نمونه شاهد می‌باشد به همین دلیل سلول‌های هوایی ایجاد شده به یکدیگر متصل شده و موجب افزایش قطر و سطح حفرات شده است. در حقیقت با افزایش میزان کتیرا، میزان ویسکوزیته و رطوبت افزایش پیدا کرده است؛ با توجه به این موضوع در هنگام ورز دادن خمیر سلول‌های هوایی بیشتری تشکیل شده، و از طرفی در هنگام سرخ شدن مقدار رطوبت بیشتری از دست داده که باعث افزایش تعداد حفرات نسبت به تیمار حاوی 0/5% کتیرا شده است. این احتمال وجود دارد که به دلیل بالاتر بودن ویسکوزیته‌ی خمیر نمونه شاهد نسبت به تیمارهای رژیمی، خمیر نمونه شاهد استحکام محیط داخلی و الاستیسسته‌ی خود را حفظ کرده و از تغییر شکل جلوگیری نموده که منجر به افزایش میزان گرد بودن حفرات شده است. در بررسی تخلخل مشخص شد که بیشترین تغییرات تخلخل مربوط به تیمار رژیمی5% کتیرا و کمترین میزان آن مربوط به تیمار رژیمی 0/5% کتیرا می‌باشد. Martinez و همکارانش، افزایش تعداد حفرات را در اثر جایگزینی ساکارز با اریتریتول و زانتان بر روی مافین، را گزارش کردند (27). Manisha و همکارانش کاهش تعداد سلول‌های هوایی را با جایگزینی ساکارز به وسیله سوربیتول و افزایش تعداد آن‌ها را با جایگزینی به وسیله‌ی ترکیب استویوزید و سوربیتول در سال 2012 بر روی کیک گزارش کردند (25). طی بررسی Pateras و همکارانش در سال 1994 بر روی خمیر کیک با جایگزینی ساکارز به وسیله‌ی پلی‌دکستروز سطح حباب‌ها افزایش یافت(29).



شکل2- بررسی اثر نیروی نفوذ در نمونه های قطاب



شکل3- تصویر میکروسکوپی نمونه شاهد(الف)،تصویر میکروسکوپی نمونه رژیمی 0/5%(ب)،تصویر میکروسکوپی نمونه رژیمی 1%(ج)،تصویر میکروسکوپی نمونه رژیمی 5%(د)

جدول 2- بررسی اثر جایگزینی ساکارز با استویا و صمغ کتیرا بر خصوصیات ریز ساختاری تیمارها

تیمارها	گردی حفرا	تعداد حفرات	سطح حفرات	قطر حفرات	تخلخل
نمونه شاهد	2/39[a]	381[a]	683[a]	35/5[a]	8/28[a]
تیمار حاوی 0/5% کتیرا	1/44[b]	188[b]	593[b]	30/5[b]	3/54[b]
تیمار حاوی 1% کتیرا	1/47[bc]	225[c]	713[c]	33/5[bc]	5/08[c]
تیمار حاوی 5% کتیرا	1/66[c]	320[d]	950[d]	47[d]	9/68[d]

در جدول، اعدادی که حداقل یک حرف مشترک دارند،فاقد تفاوت آماری در سطح 95%می باشند(کلیه‌ی اعداد بر حسب پیکسل می‌باشد).

3-3- بررسی تاثیر جایگزینی ساکارز توسط استویوزید و کتیرا بر رنگ

همانطور که در جدول (3) مشاهده می‌شود، بین تیمارها تفاوت معنی داری از لحاظ تغییرات رنگ وجود ندارد($p\geq0/05$) ضمن آن که با افزایش غلظت کتیرا تغییرات رنگ شدیدتر شده و نمونه‌ی حاوی 5% کتیرا بیشترین تغییرات رنگ را نسبت به نمونه‌ی شاهد دارا می‌باشد، همچنین با افزایش مقدار کتیرا اندیس قهوه‌ای شدن افزایش یافته که این امر احتمالاً به دلیل ساختار شیمیایی کتیرا که زنجیره‌ی اصلی آن از گالاکتورونیک اسید و چندین پنتوز از قبیل فروکتو پیرانوز،گالاکتوز، زایلو پیرانوز و ال-آرابینوز به صورت گلیکوزیدی تشکیل شده است (5)، می‌باشد. زیرا این قندها در فرایند کاراملیزاسیون و مایلارد شرکت می‌کنند و باعث بالا رفتن میزان اندیس قهوه ای شدن می‌شوند؛ از طرفی با افزایش میزان کتیرا میزان جذب آب افزایش یافته و در نتیجه در زمان سرخ شدن، تیمارهای حاوی کتیرا میزان آب بیشتری را از دست می‌دهند و فعالیت آبی در آن‌ها کاهش پیدا کرده و به دنبال

آن میزان ماده‌ی خشک افزایش یافته است که این فرایند منجر به افزایش فرایند کاراملیزاسیون می‌شود. نکته‌ی دیگر آن که با افزایش میزان کتیرا، ویسکوزیته‌ی خمیر افزایش یافته که این امر منجر به کاهش انتقال حرارت و باقی ماندن حرارت در سطح نمونه‌ها در زمان سرخ شدن و قهوه‌ای تر شدن پوسته‌ی تیمارهای حاوی کتیرا می‌شود. همانطور که در شکل مشخص است بین نمونه‌ها تفاوت معنی‌داری از این لحاظ وجود دارد($p\leq 0/05$). تاثیر صمغ کتیرا بر روی افزایش میزان قهوه‌ای شدن در نان نیمه حجیم در سال 2011 به وسیله‌ی صادقی ماهونک و همکاران گزارش شده است(10). با افزایش میزان کتیرا مقدار روشنی(مولفه*L)کاهش یافته و قرمزی(مولفه *a) افزایش پیدا کرده است. میزان زردی (مولفه*b) با افزایش کتیرا در سطح 0/5% افزایش یافته ولی با افزایش بیشتر آن کاهش پیدا کرده است. از لحاظ آماری، وجود کتیرا اختلاف معنی داری را بین تیمارهای حاوی کتیرا و نمونه شاهد از لحاظ مولفه های رنگی هانتر لب به وجود می‌آورد. این نکته حائز اهمیت است که بین اندیس قهوه‌ای شدن و روشنایی ارتباطی وجود دارد به این صورت که با افزایش روشنایی (مولفه*L) و کاهش قرمزی(مولفه *a) و زردی (مولفه*b) در نمونه‌ها قهوه‌ای شدن کمتر اتفاق می افتد (2). کاهش اندیس قهوه‌ای شدن در اثر جایگزینی ساکارز با شیرین کننده‌های رژیمی بر روی محصولات مختلف در بررسی‌های فراوانی گزارش شده است. نتایج پژوهش Savitha و همکاران در سال 2008 بر روی بیسکویت نشان دهنده‌ی روشن تر شدن سطح پوسته با افزایش میزان جایگزینی ساکارز به وسیله مخلوط سوکرالوز-مالتو دکسترین می‌باشد (31). همچنین نتایج پژوهش Ching-ching Lee و همکاران در سال 2005 تایید کننده نتایج فوق می‌باشد، در مقادیر 60 و80 درصد جایگزینی ساکارز به وسیله‌ی مخلوط سوکرالوز-دکسترین، رنگ پوسته‌ی کیک روشن تر شده بود(24). پیغمبر دوست و همکاران در جایگزینی ساکارز به وسیله‌ی غلظت‌های مختلف اریتریتول و الیگوفروکتوز در کیک اسفنجی در سال 2011 به نتایج مشابه دست یافتند(1). در حالیکه بررسی Ching-Ching Lee و همکارانش در سال 2008 بر روی اثر جایگزینی ساکارز با ایزومالتولیگوساکارید نشان دهنده ی تیره‌تر شدن پوسته کیک بود(23).

جدول3- بررسی اثر جایگزینی ساکارز با استویا و صمغ کتیرا بر خصوصیات رنگ تیمارها

تیمار ها	L*	a*	b*	ΔE	BI
نمونه شاهد	69/8 ±1/5[a]	-9/8±2/2 [a]	40/8±4/5 [a]	-	76/5+7/8 [a]
تیمار حاوی 0/5% کتیرا	69/3±1/1[b]	-2/4±1/2 [b]	50/7±1/4 [b]	12/5±2/1 [a]	115±8/0 [b]
تیمار حاوی 1% کتیرا	63/7±2/5[b]	0/05±4/5 [b]	50/7±5/4 [b]	15/4±1/8 [a]	116±4/0 [b]
تیمار حاوی 5% کتیرا	64/3±0/7[b]	1/17±3/4 [b]	50/1±5/1 [b]	16/3±3/9 [a]	149±4/4 [c]

در جدول،اعدادی که حداقل یک حرف مشترک دارند،فاقد تفاوت آماری در سطح 95%می باشند.

جدول 4- بررسی اثر جایگزینی ساکارز با استویا و صمغ کتیرا بر خصوصیات حسی

تیمار ها	شیرینی	وجود پس طعم	بافت	مطلوبیت کلی
نمونه شاهد	4/3±0/54[a]	1/1±0/0[a]	6/2±0/44[a]	6/6±0/45 [a]
تیمار حاوی 0/5% کتیرا	1/6±0/54[b]	1/1±0/0[a]	6/2±0/44[a]	5/2±0/44 [b]
تیمار حاوی 1% کتیرا	1/6±0/54[b]	1/1±0/0[a]	6/2±0/44[a]	5/1±0/44 [b]
تیمار حاوی 5% کتیرا	1/8±0/44[b]	1/1±0/0[a]	5/4±0/54 [b]	5/4±0/54 [b]

در جدول، اعدادی که حداقل یک حرف مشترک درهر ستون دارند، فاقد تفاوت آماری در سطح 95%می باشند.

4-3- بررسی تاثیر جایگزینی ساکارز توسط استویوزید و کتیرا بر خصوصیات حسی

نتایج ارزیابی ویژگیهای حسی توسط ارزیابان تخصص یافته در جدول (4) نشان داده شده است. وجود استویوزید و کتیرا در شیرینی سنتی قطاب پس طعم معناداری را ایجاد نمی کند. شاید بتوان دلیل این موضوع را بر وجود ترکیبات معطر مانند هل نسبت داد که احتمالا پس طعم استویوزید را پوشش می دهند. بافت در نمونه های حاوی استویوزید و کتیرا تفاوت معناداری با نمونه شاهد ندارد مگر نمونه حاوی 5 درصد کتیرا که به طور معناداری توسط ارزیابان نرمتر از دیگر نمونه‌های ارزیابی شد. شیرینی نمونه های حاوی استویوزید به طور معناداری کمتر از نمونه شاهد می‌باشد. مطلوبیت کلی تیمارهای حاوی استویوزید و کتیرا به طور معناداری کمتر از نمونه شاهد می باشد. این مطلوبیت کمتر به دلیل وجود پس طعم و یا تلخی و یا نرمتر بود بافت نمی باشد و مهمترین دلیل کاهش مطلوبیت کلی را می توان به عدم تنظیم شیرینی محصول نسبت داد. نمونه حاوی استویوزید و 1% کتیرا شبیه ترین ویژگی های حسی را به نمونه شاهد دارد. شاید بتوان با تنظیم مناسب شیرینی ایجاد شده درنمونه های قطاب به فرمولاسیونی کاملا مشابه نمونه شاهد دست یافت.

4- نتیجه گیری

جایگزینی شکر با استویوزید در تولید فرمولاسیون های شیرینی سنتی قطاب موجب سختی بافت می‌گردد و برای رفع این مشکل از مخلوط کتیرا به همراه استویوزید می‌توان استفاده نمود که باعث کاهش سختی بافت می‌شود، تیمار حاوی 1% کتیرا از لحاظ میزان سختی اختلاف معنی‌داری را نسبت به نمونه شاهد دارا نمی‌باشد. نکته‌ی حائز اهمیت در تولید محصولات بدون قند ایجاد رنگ مطلوب می‌باشد؛ با توجه به محدود بودن نقش استویوزید در فرایند قهوه ای شدن، استفاده همزمان کتیرا در کنار این شیرین کننده باعث افزایش میزان قهوه‌ای شدن حتی در سطح 0/5% می‌شود. بین تیمارهای 0/5% .و 1% اختلاف معنی داری از لحاظ قهوه‌ای شدن وجود ندارد ولی این میزان در سطح 5% به میزان زیادی افزایش پیدا کرده است که امری نامطلوب به حساب می‌آید. نتایج حاصل از ارزیابی حسی بیانگر کاهش مطلوبیت محصول با جایگزینی ساکارز به وسیله استویوزید می‌باشد که این کاهش مطلوبیت مربوط به کاهش شیرینی می‌باشد. با توجه به نتایج به دست آمده بیشترین شباهت بافت و رنگ نسبت به تیمار شاهد مربوط به تیمار رژیمی 1% کتیرا می‌باشد. با توجه به ارزیابی‌های انجام شده، تولید شیرینی سنتی قطاب رژیمی با استفاده از شیرین کننده طبیعی بدون کالری استویوزید و افزودن صمغ کتیرا امکان پذیر است.

5- منابع

1-نورمحمدی، ا. پیغمبر دوست، ه و غفاری، ع. 1391. تولید کیک کم کالری به وسیله جایگزینی ساکارز با اریتریتول و الیگوفروکتوز، مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران، دوره 7، شماره 1، ص 85-92.

2-تنوری، ط. قویدل، ر. قیافه داوودی، م. شیخ الاسلامی، ز و عباسی، م. 1390. تأثیر پوشش های خوراکی ایزوله پروتئین سویا، کنسانتره پروتئین آب پنیر، کاراگینان و آلژینات در افزایش ماندگاری سیب درختی. همایش ملی صنایع غذایی قوچان.

3-حمزه لویی، م. میرزایی، ح و قربانی، م. 1383. برسی اثر جایگزینی شیرین کننده های استویا به جای شکر بر اندیس پراکسید چربی بیسکویت. مجله علوم و کشاورزی و منابع طبیعی، دوره16 ،شماره 1.

4-فرخزاد، ح و باقری. ع. 1383. چاقی و عوامل خطر ساز قلبی عروقی همراه با آن در کودکان ایرانی. مجله دیابت و لیپدایران، دوره 2، ص 175-183.

5- فاطمی، ح. 1387. شیمی مواد غذایی. شرکت سهامی انتشار، ص 449-450.

6-فخری، ش. محبی، م و احتیاط، ا. 1389. تحلیل تصاویر رقمی مغز نان بربری غنی شده با آرد سویا. نشریه پژوهش‌های علوم و صنایع غذایی ایران، جلد 6، شماره 4، ص 247-252.

7- کرامت، ج.1387. مبانی شیمی مواد غذایی . مرکز نشر دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ص 189-390.

8- محبی، م. شهیدی، ف و احتیاط، ا. 1387. کاربرد پردازش تصویر در رنگ سنجی سطح نان غنی شده با آرد سویا. هجدهمین کنگره علوم و صنایع غذایی مشهد.

9-محمدی فر، م. عالم زاده، ط. عزیزی، م و قناتی، ک. 1388.تاثیر دو گونه صمغ کتیرای ایرانی بر ویژگی‌های

رئولوژیک سس مایونز. فصلنامه علوم و صنایع غذایی، دوره7 ، شماره 3، ص 127-129.

10-مویدی، س. صادقی ماهونک، ع. عزیزی، م و مقصودلو، ی. 1392. بررسی اثر صمغ کتیرا بر ویژگی‌های کیفی نان حجیم. فصلنامه علوم و صنایع غذایی، دوره10 ، شماره8 3، ص 103-112.

11-موسسه استاندارد و تحقیقات ملی ایران. 1374. تقسیم بندی علمی، صنعتی، فراورده های شیرینی و قنادی. 3629، چاپ اول.

12-نیارکی، م و توفیق، ف. 1391. گزارش استویا و موارد مصرف آن. وزارت صنعت معدن و تجارت، معاونت امور صنایع و اقتصادی.

13-یار محمدی، پ. شریفی راد، غ. آزاد بخت، ل. شریف آباد، م و حسن زاده، ا. 1390. بررسی عوامل پیش‌بینی کننده رفتار دانش آموزان دبیرستانی اصفهان در خصوص فست فود با استفاده از تئوری رفتار برنامه‌ریزی شده. مجله تحقیقات نظام سلامت، دوره7، شمار4، صفحات 1-10.

14-Ahmed, B. Hossain, M. Islam, R. Kumar Saha, A. & Mandal, A. 2011. A Review on natural sweetener plant estevia having medicinal and commercial importance. Agronomski glasnik, 73, 75-91.

15-Bourne, M. 2002. Food texture and viscosity: concept and measurement, Academic Press.

16-Carakaostas, M. C. Curry, L. L. Boileau, A. C. & Brusick, D. J. 2008. Overview: the history, technical function and safety of rebaudioside A, a naturally occurring steviol glycoside, for use in food and beverages. Food and Chemical Toxicology, 46, S1-S10.

17-Curry, L. L. & Roberts, A. 2008.Subchronic toxicity of rebaudioside A. Food and Chemical Toxicology, 46, S11-S20.

18-Dziezak, J. D. 1991. A focus on gums. Food Technology, 45, 116-132.

19-Ghosh, S. Subudhi, E. & Nayak, S. 2008. Antimicrobial assay of Stevia rebaudiana Bertoni leaf extracts against 10 pathogens. International Journal of Integrative Biology, 2, 27.

20-Glicksman, M. & Farkas, E. 1966. Gums in artificially sweetened foods. Food Technol, 20, 58-60.

21-Koyama, E. Kitazawa, K. Ohori, Y. Izawa, O. Kakegawa, K. Fujino, A. & Ul, M. 2003. In vitro metabolism of the glycosidic sweeteners, stevia mixture and enzymatically modified stevia in human intestinal microflora. Food and chemical toxicology, 41, 359-374.

22-Kora, A. J. & Arunachalam, J. 2012. Green fabrication of silver nanoparticles by gum tragacanth (astragalus gummifer): a dual functional reductant and stabilizer. Journal of Nanomaterials,69-71.

23-Lee, C.-C., Wang, H. F. & Lin, S. D. 2008. Effect of isomaltooligosaccharide syrup on quality characteristics of sponge cake. Cereal chemistry, 85, 515-521.

24-Lin, S.D. & Lee, C.C. 2005. Qualities of chiffon cake prepared with indigestible dextrin and sucralose as replacement for sucrose. Cereal chemistry, 82, 405-413.

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

26-Martinez, S. Sanz, T. Salvador, A. & Fiszman, S. M. 2012. Rheological, textural and sensorial properties of low-sucrose muffins reformulated with sucralose/polydextrose. LWT-Food Science and Technology, 45, 213-220.

27-Martinez, S. Delahera, E. Sanz, T.Gomez, M. & Salvador, A. 2012. Effect of using erythritol as a sucrose replacer in making Spanish muffins incorporating xanthan gum. Food and Bioprocess Technology, 5, 3203-3216.

28-Mogra, R. & Dashora, V. 2009. Exploring the use of stevia rebaudiana as a sweetener in comparison with other Sweeteners. Journal oh human ecology, 25, 117-120.

29-Pateras, I. M. C. Hqwells, K. F. & RoSsenthal, A. J. 1994. Hot-stage Microscopy of Cake Batter Bubbles during Simulated Baking: Sucrose Replacement by Polydextrose. Journal of food science, 59, 168-170.

30-Saricoban, C. & Yilmaz, M. T. 2010. Modelling the effects of processing factors on the changes in colour parameters of cooked meatballs using response surface methodology. World Applied Sciences Journal, 9, 14-22.

31-Savitha, Y. S. Indrani, D. & Prakash, J. 2008. Effect of replacement of sugar with sucralose and maltodextrin on rheological characteristics of wheat flour dough and quality of soft dough biscuits. Journal of texture studies, 39, 605-616.

32-Sumnu, G. Koksel, F. Sahin, S. Basman, A. & Meda, V. 2010. The effects of xanthan and guar gums on staling of gluten-free rice cakes baked in different ovens. International Journal of Food Science & Technology, 45, 87-93.

33-Wang, Y.M. & Eys, J. V. 1981. Nutritional significance of fructose and sugar alcohols. Annual review of nutrition, 1, 437-475.