Archive of SID

تاثیر صمغ‌های زدو و کربوکسی متیل سلولز بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و حسی کیک اسفنجی

فاطمه محمّدی گرفمی[۱]، محمدرضا اسحاقی[۲*]، لیلا ناطقی[۲]

۱- کارشناسی ارشد، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، واحد ورامین - پیشوا، دانشگاه آزاد اسلامی، ورامین، ایران
۲- گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، واحد ورامین - پیشوا، دانشگاه آزاد اسلامی، ورامین، ایران

(تاریخ دریافت: ۹۵/۰۳/۰۸ تاریخ پذیرش: ۹۵/۰٦/۰۹)

چکیده

به‌کارگیری صمغ‌ها در محصولات نانوایی و کیک منجر به اصلاح ویژگی‌های نشاسته، بهبود دمای ژلاتینیزاسیون، بهبود ویسکوزیته خمیر و اصلاح رتروگراداسیون نشاسته می‌گردد. در این تحقیق، تاثیر به کارگیری صمغ زدو سفید رنگ و صمغ کربوکسی متیل سلولز بر خواص فیزیکوشیمیایی، حسی و بیاتی کیک اسفنجی مورد بررسی قرارگرفته است. هر کدام از صمغ‌های زدو و کربوکسی متیل سلولز به طور جداگانه در مقادیر ۰/۲۵٪، ۰/۵٪، ۰/۷۵٪ و ۱٪ و همچنین به صورت ترکیبی، ۰/۲۵٪ صمغ زدو با ۰/۷۵٪ کربوکسی متیل سلولز، ۰/۷۵٪ صمغ زدو با ۰/۲۵٪ کربوکسی متیل سلولز، ۰/۵٪ صمغ زدو با ۰/۵٪ کربوکسی متیل سلولز (وزنی _ وزنی، بر پایه آرد) استفاده و اثرات سطوح مختلف آنها بر ویژگی‌های مختلف کیک اسفنجی بررسی شده است. با توجه به نتایج، افزودن صمغ زدو در سطوح ۰/۷۵٪ و ۱٪ سبب بهبود رطوبت، پروتئین، افت آب خمیر پس از پخت و حجم مخصوص گردید. از نظر ویژگی‌های ارگانولپتیکی، نمونه‌های کیک حاوی ۱٪ صمغ زدو و ۰/۲۵ کربوکسی متیل سلولز سبب بهبود صفات بو، رنگ مغز، رنگ پوسته، طعم و مزه، قابلیت جویدن، چسبندگی به دهان و بافت شدند و همچنین تیمارهای مذکور و شاهد از پذیرش کلی بالاتری نسبت به سایر تیمارها برخوردار بودند. در ارزیابی بیاتی به روش حسی، افزودن ۰/۲۵٪ صمغ زدو تاثیر مثبتی در کاهش روند بیاتی تیمارها داشت.

کلید واژگان: کیک، کربوکسی متیل سلولز، صمغ زدو، بیاتی

* مسوول مکاتبات: mr.eshaghi@yahoo.com

www.SID.ir

Archive of SID

۱- مقدمه

به طور کلی، کیک نوعی شیرینی محسوب می‌شود که دارای بافت بسیار نرم و سبک بوده و از مواد اولیه‌متفاوت با درصدهای مشخص تهیه می‌گردد. یکی از ویژگی‌های مهمی که می‌توان برای کیک و محصولات تولیدی با منشأ آردی بیان کرد این است که به علت خاصیت رئولوژیکی خاص، می‌توان آن را به اشکال مختلف قالب‌گیری نمود و در تولید محصول تنوع ایجاد کرد. همچنین به علت غلظت زیاد قند، روغن و رطوبت پایین بافت می‌توان آن را تا مدت زمان طولانی‌تری نگهداری نمود. یکی دیگر از ویژگی‌های این محصول آن است که فرآیند ساخت آن سریع بوده و نیاز به تخمیر ندارد. به همین دلیل است که ظرفیت تولید آن در ازای زمان بالاست [۱]. سال‌های طولانی است که ترکیبات بهبود دهنده در صنایع مختلف مورد تحقیق قرار گرفته‌اند. بهبود دهنده‌ها نقش کلیدی در حفظ بافت فرآورده‌های آردی دارند به طوری که با افزوده شدن آنها به آرد علاوه بر اینکه شبکه گلوتنی آرد را تقویت می‌نمایند، می‌توانند کیفیت آردهای ضعیف را نیز تا حد مطلوبی بهبود بخشیده و سبب ایجاد بافت مناسبی در محصول شوند. از دیگر خصوصیات بهبود دهنده‌ها تسهیل شرایط فرآوری، بهبود زمان خشک شدن خمیر، افزایش پایداری خمیر در طول دوره خشک شدن و تثبیت و پایدارسازی فرمولاسیون تولید است [۲]. از سوی دیگر، هیدروکلوئیدها دسته‌ای از افزودنی‌ها می‌باشند که به طور گسترده در صنعت غذا مورد استفاده قرار می‌گیرند و عموما به نام صمغ معروف هستند. صمغ‌ها، بیوپلیمرهای هیدروفیلیک با وزن مولکولی بالا، ترکیباتی عملگرا در صنایع غذایی بوده و بیشتر به منظور کنترل جذب آب، بهبود رئولوژی خمیر، بهبود زمان ماندگاری و کنترل ویسکوزیته مورد استفاده قرار می‌گیرند [۳و٤]. به دلیل فوایدی که از مصرف صمغ‌ها حاصل می‌شود، مانند افزایش قابلیت جذب آب، بهبود بافت غذا و افزایش مدت زمان ماندگاری محصول نهایی، مصرف صمغ‌ها به عنوان بهبود دهنده‌های پخت روز به روز در سراسر دنیا در حال افزایش است [۵]. صمغ زدو صمغی است شفاف که از درختان بادام کوهی از خانواده گلسرخیان[1] تراوش می‌شود. درختان بادام کوهی که بومی ایران محسوب می‌شوند در مناطق وسیعی از کشور (ناحیه ایرانی – تورانی) به ویژه استان‌های مرکزی می رویند. این صمغ به نام فارسی یا شیرازی نیز معروف است و کاربردهای دارویی، غذایی و صنعتی بسیاری دارد. صمغ زدو به سه رنگ سفید، زرد و قرمز دیده می‌شود. این صمغ از واحدهای آرابینوز و گالاکتوز نیز تشکیل شده است [٦]. صمغ کربوکسی متیل سلولز از مشتقات مهم سلولز بوده و در دو گروه صنعتی و غذایی به صورت فراگیر استفاده می‌شود. کربوکسی متیل سلولز پلیمری با وزن مولکولی بالا، خطی و غیرمحلول در آب بوده و از واحدهای β-D (1→4) گلوکوپیرانوز تشکیل شده است [۷]. این صمغ در محصولات پخت اغلب برای نگهداری رطوبت، بهبود بافت یا بهبود احساس دهانی محصولات، کنترل کریستالیزاسیون شکر و یخ و همچنین کنترل ویژگی‌های رئولوژیکی خمیر، بهبود حجم و یکنواختی ساختمان محصولات پخت و یا افزایش ماندگاری آنها به کار می‌رود [۹ و ۸]. امروزه این صمغ به مقدار فراوان در انواع کیک‌ها به منظور کنترل ویسکوزیته، بهبود فرم پذیری در قالب، ایجاد چسبندگی و مطلوب شدن مزه دهانی استفاده می‌شود [۱۰]. حائری شاه باغ (۱۳۲٦) برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی صمغ زدو را تعیین نمود (البته محقق منشاء صمغ مورد استفاده را ***Amygdalus reuyterie*** عنوان نمود). وی گزارش کرد که قطعات صمغ زدو معمولاً به رنگ زرد مایل به سفید تا قهوه‌ای مایل به قرمز و شفاف بوده و طعم شیرین مخصوص موسیلاژی دارند. وزن مخصوص آن ۱/٤۸۳ گرم بر سانتی‌متر مکعب، اندیس صابونی ۱٦۱، اندیس یدی ۷۷، اندیس اسیدی ۱، مقدار محلول صمغ زدو در آب سرد و آب جوش به ترتیب برابر با ۳۰ و ۷۵ درصد است. در اثر آبکافت صمغ زدو با اسیدسولفوریک، قند پنج‌تایی، شش‌تایی و اسید اورونیک تولید شدند که عموماً شامل آرابان و گالاکتان بودند. همچنین این صمغ حاوی املاح معدنی از قبیل سدیم، پتاسیم، کلسیم، آهن، کلر و مقدار زیادی تانن بوده و خواص امولسیون‌کنندگی آن نیز همانند صمغ عربی گزارش شده است [۱۱]. شلک و همکاران (۱۹۹۰) مشخص نمودند که افزودن ۱/۵ درصد صمغ زانتان در تولید کیک‌های لایه‌ای سفید در افزایش میزان ویسکوزیته، بهبود حجم و نگهداری گاز CO_2 تأثیر دارد اما باعث سفت شدن مغز کیک‌های حاصله می‌گردد [۱۲]. میلر و هوسنی (۱۹۹۳) اثرصمغ زانتان را در فرمولاسیون کیک بررسی کرده و به این نتیجه رسیدند که محصول تولید شده از نظر ارتفاع و حجم با نمونه شاهد مطابقت دارد [۱۳].

1. *Rosaceae*

www.SID.ir

Archive of SID

ایدم و همکاران (۱۹۹۵) نیز نشان دادند که هیدروکلوئیدها با تاثیر بر روی ساختار نشاسته سبب بهبود توزیع و نگهداری آب و در نتیجه باعث بهبود بافت فرآورده‌های پخت می‌شوند [۱٤]. آرونپانلوپ و همکاران (۱۹۹٦) در فرمولاسیون کیک، بخشی از سفیده تخم مرغ را با ایزوله پروتئین آب پنیر و صمغ زانتان و متیل سلولز جایگزین نمودند و به این نتیجه رسیدند که این امر باعث بهبود ویژگی‌های رئولوژیکی کیک به دست آمده در مقایسه با نمونه شاهد می‌گردد [۱۵]. پرنل و همکاران (۲۰۰۲) مشخص نمودند که کاربرد ۰/۵ درصد زانتان در فرمولاسیون کیک باعث ایجاد حفرات ریز و یکنواخت و تقویت دیواره سلولی آن می‌شود [۱٦]. گومز و همکاران (۲۰۰۷) مشخص نمودند که کاربرد هیدروکلوئیدها در تولید کیک‌های لایه‌ای زرد باعث به تعویق افتادن بیاتی آنها می‌شود. همچنین به کارگیری ۱ درصد صمغ زانتان در فرمولاسیون کیک در بهبود حجم کیک، افزایش ویسکوزیته خمیر و کاهش سرعت انتشار گازها در خمیر نقش دارد [۱۷]. اشوینی و همکاران (۲۰۰۸) گزارش نمودند که در تولید کیک، جایگزینی چربی جامد مصرفی با ۲۵ درصد روغن کنجد و ۱ درصد صمغ زانتان در افزایش قوام خمیر، کاهش وزن مخصوص، بهبود حجم و کیفیت کیک نسبت به کیک شاهد مؤثر بوده است [۱۸]. کالینگا و میشرا (۲۰۰۹) اثر جایگزینی چربی با کنسانتره β – گلوکان در نسبت‌های ۲۰، ۳۰ و ٤۰ درصد را بر روی ویژگی‌های فیزیکی و رئولوژیکی کیک مورد بررسی قرار دادند و به این نتیجه رسیدند که در جایگزینی به میزان ۲۰ درصد، کیک تولید شده با نمونه شاهد شباهت نشان داد [۱۹]. ترابی و همکاران (۲۰۱۰) اثر افزودن صمغ‌های مختلف شامل زانتان، گوار، لوبیای لوکاست، کاپاکاراگینان و هیدروکسی پروپیل متیل سلولز به همراه امولسیفایر پیوراویو را در فرمولاسیون کیک‌های برنجی بررسی نموده و دریافتند که افزودن ۱ درصد از هر کدام از صمغ‌های مذکور به همراه ۳ درصد امولسیفایر، حجم و تخلخل کیک‌های برنجی را افزایش داده و در نتیجه کیک نرم‌تری حاصل می‌شود. آنها همچنین مشخص نمودند که به کارگیری ۱ درصد صمغ زانتان و ۲۵ درصد روغن کنجد در فرمولاسیون کیک در ایجاد خمیری با ویسکوزیته بالا و ماندگاری بیشتر نقش دارد [۲۰]. موحد و همکاران (۲۰۱۲)، تاثیر افزودن صمغ‌های زانتان و کربوکسی متیل سلولز را بر خواص شیمیایی، حسی و بیاتی کیک‌های تهیه شده از برنج در دو غلظت ۰/۲۵ و ۰/۷۵ درصد وزنی بررسی کرده و مشخص نمودند که هر دو سطح از صمغ‌های مذکور سبب بهبود اکثر ویژگی‌های حسی و تاخیر در میزان بیاتی نمونه‌ها می‌گردد [۲۲ و ۲۱]. رودریجوز کارسیا و همکاران (۲۰۱۲) از اینولین به عنوان جایگزین چربی در کیک اسفنجی استفاده نمودند و ساختار و ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و حسی آن را مورد بررسی قرار دادند و به این نتیجه رسیدند که ساختار و ویژگی‌های کیک با جایگزینی تا ۷۰٪ مشابه نمونه شاهد بودند [۲۳].

با توجه به موارد مطرح شده، درتحقیق حاضر تاثیر استفاده از صمغ زدو سفید رنگ و صمغ کربوکسی متیل سلولز به منظور بهبود ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی، ویژگی‌های حسی و بیاتی کیک‌های اسفنجی تولید شده، مورد بررسی قرار گرفت.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- مواد

در تحقیق حاضر، صمغ زدوی سفید (از پژوهشگاه غذایی کشاورزی – پژوهشگاه استاندارد – سازمان ملی استاندارد)، صمغ کربوکسی متیل سلولز (از شرکت اوجی چین)، آرد گندم نول (از شرکت آرد کردی)، بیکینگ پودر (از شرکت سیسارون شیمی)، گلوکز (از شرکت گلوکزان)، روغن جامد مخصوص قنادی یا روغن جامد صاف (از شرکت صنعتی بهشهر)، شکر (از کارخانه قند کرج) و وانیلین (از خرس قطبی چین) و لفاف پلی اتیلنی (از شرکت نقشینه چاپ) تهیه گردیدند.

۲-۲- روش‌ها

۲-۲-۱- آزمون‌های شیمیایی آرد

آزمون‌های شیمیایی به عمل آمده بر روی آرد گندم مصرفی، شامل اندازه‌گیری رطوبت (طبق استاندارد بین المللی AACC شماره ٤٤-۱٦)، خاکستر (طبق استاندارد بین المللی AACC شماره ۰۱-۰۸)، پروتئین (طبق استاندارد بین المللی AACC شماره ۱۲-٤٦)، تعیین میزان گلوتن مرطوب آرد (طبق استاندارد بین المللی AACC شماره ۱۱-۳۳)، عدد فالینگ[2] آرد (طبق استاندارد بین المللی AACC شماره ۸۱-۵٦)و pH (طبق استاندارد بین المللی AACC شماره ۰۲-۵۲) بودند [۲۵ و ۲٤].

1. Falling Number

www.SID.ir

Archive of SID

۲-۲-۲- روش تهیه کیک

پس از توزین مواد اولیه، به منظور تهیه خمیر از روش چند مرحله‌ای استفاده شد. بدین ترتیب که عمل اختلاط کامل شکر و روغن در میکسر تا ایجاد یک کرم روشن انجام شد. سپس سایر مواد اولیه از جمله صمغ، غیر از آرد و بیکینگ پودر، افزوده و کاملا مخلوط شدند و در انتها آرد و بیکینگ پودر اضافه و مخلوط شدند. خمیر حاصل در قالب های ۵۰ گرمی درون کاغذهای مخصوص کیک که درون قالب قرار می‌گرفتند تزریق و به مدت ۱۵ دقیقه در فر با دمای ۲۰۰-۲۲۰ درجه سلسیوس پخت گردید [۲۳]. سپس کیک ها خنک و بسته بندی شدند. تیمارهای تحقیق در جدول ۱ ارائه شده اند.

Table 1 Attributes of treatments used in this research

Item	Treatment	Treatment code
1	Cake without gum (control)	W
2	Cake with 0.25% zedo gum relative to weight of consumed wheat flour	Z1
3	Cake with 0.5% zedo gum relative to weight of consumed wheat flour	Z2
4	Cake with 0.75% zedo gum relative to weight of consumed wheat flour	Z3
5	Cake with 1% zedo gum relative to weight of consumed wheat flour	Z4
6	Cake with 0.25% carboxy methyl cellulose relative to the weight of consumed wheat flour	C1
7	Cake with 0.5% carboxy methyl cellulose relative to the weight of consumed wheat flour	C2
8	Cake with 0.75% carboxy methyl cellulose relative to the weight of consumed wheat flour	C3
9	Cake with 1% carboxy methyl cellulose relative to the weight of consumed wheat flour	C4
10	Cake with 0.5% zedo gum and 0.5% carboxy methyl cellulose relative to the weight of consumed wheat flour	Z2C2
11	Cake with 0.25% zedo gum and 0.75% carboxy methyl cellulose relative to the weight of consumed wheat flour	Z1C3
12	Cake with 0.75% zedo gum and 0.25% carboxy methyl cellulose relative to the weight of consumed wheat flour	Z3C1

۲-۲-۳- آزمون‌های فیزیکوشیمیایی کیک

آزمون‌های شیمیایی انجام شده بر روی کیک‌های تولیدی شامل اندازه‌گیری رطوبت (طبق استاندارد بین المللی AACC شماره ٤٤-١٦)، خاکستر (طبق استاندارد بین المللی AACCشماره ۰۱-۰۸)، پروتئین (طبق استاندارد بین المللی AACC شماره ۱۲-٤٦)، pH (طبق استاندارد بین‌المللی AACC شماره ۰۲-۵۲) و اندیس پراکسید چربی کیک (طبق استاندارد ملی ایران شماره ۳۷) بودند [۲٦ و ۲۵ و ۲٤].

۲-۲-۳-۱- آزمون افت آب

برای اندازه گیری کاهش میزان آب طی فرآیند پخت از رابطه ۱ استفاده شد [۲۳].

$$WL\% = \left[\frac{(W_0 - W_1)}{W_0}\right] \times 100 \quad (۱)$$

WL: میزان کاهش آب طی فرآیند پخت

W_0: جرم خمیر قبل از پخت (گرم)

W_1: جرم کیک بعد از پخت (گرم)

۲-۲-۳-۲- آزمون اندازه گیری حجم کیک‌های تولیدی

به‌منظور تعیین حجم نمونه‌های کیک از روش جابه جایی دانه-های کلزا استفاده شد. برای این منظور، ابتدا نمونه کیک توزین و در داخل ظرفی با حجم مشخص (Vt) قرار داده شد و بقیه فضای خالی ظرف بوسیله دانه‌های کلزا پر شد و حجم دانه-های کلزا یادداشت گردید (Vs). علت استفاده از دانه کلزا جهت محاسبه حجم، ریز و کروی بودن آن و یکنواخت بودن تقریبی دانه‌های آن می‌باشد. بدین ترتیب حجم کیک با استفاده از رابطه ۲ محاسبه شد [۲۷ و ۲٤].

$$V = V_t - V_s \quad (۲)$$

www.SID.ir

Archive of SID

V: حجم کیک (سانتی متر مکعب)

Vt: ظرف با حجم مشخص

Vs: حجم دانه‌های کلزا

۲-۲-٤- آزمون حسی انجام شده بر روی کیک

به منظور ارزیابی ویژگی‌های حسی کیک‌های تولیدی، از تجزیه وتحلیل خصوصیات کیک با کاربرد حواس پنجگانه و روش هدونیک استفاده گردید. ملاک عمل، نظر و تمایل شخصی افراد متخصص و آموزش دیده نسبت به محصول بود. در این تحقیق، نمونه‌های کیک پس از خنک شدن، کدگذاری گردیدند و توسط ۱۰ نفر ارزیاب آموزش دیده مورد بررسی قرار گرفتند و ویژگی‌های حسی کیک (بو، رنگ مغز، رنگ پوسته، طعم و مزه، قابلیت جویدن، چسبندگی به دهان، بافت، پذیرش کلی) سنجش شدند [۲۸].

۲-۲-٥- آزمون میزان بیاتی کیک‌های تولیدشده به روش حسی

آزمون تعیین میزان بیاتی به روش**حسی**، مطابق استاندارد AACCشماره ۳۰-۷٤ انجام گرفت. پس از تولید، کیک‌ها بسته بندی و کد گذاری گردیدند و در دمای محیط نگهداری شدند. آن گاه پس از ۱، ۷ و ۱٤ روز پس از پخت جهت ارزیابی به داوران حسی(پانلیست ها) داده شدند. بر اساس پرسشنامه، معیارهای چشایی (عطر ، طعم و بو) و لمسی (بررسی نیروی مورد نیاز جهت قطعه قطعه کردن با دست) مورد ارزیابی قرار گرفتند. نحوه امتیاز دهی برای کیک‌های بسیار تازه (٦)، تازه (٥)، کمی تازه (٤)، کمی بیات (۳)، بیات (۲)، بسیار بیات (۱) بود [۲٥].

۲-۲-٦- روش تجزیه و تحلیل آماری

درتحقیق حاضر تعداد تیمارها ۱۲ عدد بودند و هریک از آزمون‌ها در ۳ تکرار انجام گردید. به‌منظور تجزیه وتحلیل داده‌ها، از طرح کاملا تصادفی استفاده شد و مقایسه میانگین داده‌ها توسط آزمون چند دامنه‌ای دانکن، در سطح اطمینان ۹۹٪ ($p\leq$۰/۰۱) و توسط نرم افزار SPSS نسخه ۱٦ صورت گرفت.

۳- نتایج وبحث

۳-۱- نتایج آزمون‌های شیمیایی آرد گندم

با توجه به جدول ۳، آرد گندم مصرفی با ۱۲/۸۰ درصدرطوبت، ۰/٤٤ درصد خاکستر، ۸/۷۸ درصد پروتئین، ۲۳/۲ درصد گلوتن مرطوب، ٦٥۹ ثانیه عدد فالینگ، pH معادل ٥/۹۷، گلوتن ایندکس معادل ۷۳/۰۰ جهت تولید کیک مناسب بود [۲۹].

۳-۲- نتایج حاصل از آزمون‌های فیزیکوشیمیایی نمونه‌های کیک

نتایج تجزیه واریانس و مقایسه میانگین خصوصیات فیزیکوشیمیایی کیک‌های تولید شده در جدول های ۲ و ۳ نشان داده شده اند. با توجه به جدول تجزیه واریانس، تاثیر کلیه تیمارها بر خصوصیات فیزیکو شیمیایی معنی‌دار بود ($p\leq$۰/۰۱).

Table 2 Analysis of variance for physiochemical attributes of fresh produced cakes

Change Source	df	Mean Squares (MS)						
		Moisture (%)	Total ash (%)	Protein (%)	pH	Peroxide fat index (%)	Dough water deterioration (g)	Special volume (cm^3)
Treatment	11	5.253**	1.718**	0.072**	0.8452**	0.1324**	0.0016**	98.972**
Error	24	0.430	0.002	0.007	0.092	0.0089	0.00011	20.187
CV%		2.8	2.3	1.40	4.2	7.4	7.3	2.3

** Significance at probability level ($P\leq$0.01)

www.SID.ir

Archive of SID

Table 3 Results of comparing means of physiochemical attributes of fresh produced cakes

Treatment	Variables						
	Moisture (%)	Total ash (%)	Protein (%)	pH	Peroxide fat index (%)	Dough water deterioration (g)	Special Volume (cm^3)
W	21.53^{e}	1.50^{h}	5.90^{bc}	7.23^{bcd}	1.00^{f}	0.15^{b}	196.67^{bc}
Z1	22.16^{de}	1.67^{de}	5.90^{bc}	7.27^{ab}	1.10^{e}	0.15^{b}	197.50^{bc}
Z2	24.56^{b}	1.70^{c}	5.90^{bc}	7.16^{de}	1.20^{d}	0.15^{b}	190.00^{d}
Z3	24.73^{b}	1.69^{cd}	5.90^{bc}	7.17^{cd}	1.50^{b}	0.13^{c}	210.00^{a}
Z4	26.00^{a}	1.70^{c}	6.44^{a}	7.26^{ab}	1.60^{a}	0.17^{a}	202.33^{b}
C1	23.33^{cd}	1.57^{g}	5.90^{bc}	7.32^{a}	1.20^{d}	0.15^{b}	195.00^{d}
C2	23.00^{cd}	1.70^{c}	5.90^{c}	7.24^{bc}	1.30^{c}	0.15^{b}	193.33^{cd}
C3	23.50^{c}	1.75^{b}	6.00^{b}	7.27^{ab}	1.30^{c}	0.1^{e}	190.00^{d}
C4	25.42^{b}	2.09^{a}	5.90^{bc}	7.20^{bcd}	1.50^{b}	0.16^{b}	196.67^{bc}
Z1C3	23.15^{cd}	1.64^{e}	5.90^{bc}	7.23^{ab}	1.00^{f}	0.16^{b}	190.00^{d}
Z2C2	24.45^{b}	1.60^{fg}	5.90^{bc}	7.27^{abc}	1.50^{b}	0.12^{d}	196.67^{bc}
Z3C1	22.90^{cd}	1.67^{de}	5.93^{bc}	7.10^{e}	1.10^{e}	0.13^{c}	193.33^{cd}

Different letters based on Duncan test represent the significant difference at 1% probability level.
Ingredients of samples: W: cake without gum (control), Z1: cake with 0.25% zedo gum, C1: cake with 0.25% carboxy methyl cellulose, Z2: cake with 0.5% zedo gum, C2: cake with 0.5% carboxy methyl cellulose, Z3: cake with 0.75% zedo gum, C3: cake with 0.75% carboxy methyl cellulose, Z4: Cake with 1% zedo gum, C4: Cake containing 1% carboxy methyl cellulose, Z2C2: cake with 0.5% zedo gum and 0.5% carboxy methyl cellulose, Z1C3: cake with 0.25% zedo gum and 0.75% carboxy methyl cellulose, Z3C1: cake with 0.75% zedo gum and 0.25% carboxy methyl cellulose.

۳-۲-۱- تاثیر تیمارها بردرصد رطوبت کیک

با توجه به جدول ۳، افزودن صمغ سبب افزایش میزان رطوبت در تمام تیمارها گردید به گونه‌ای که بیشترین مقدار رطوبت در تیمار Z4 و کمترین آن در تیمار Z2 مشاهده گردید. علت افزایش میزان رطوبت نمونه‌ها نسبت به شاهد قدرت بالای صمغ‌ها در جذب و نگهداری آب در حین فرآیند پخت و نگهداری است که این ویژگی کمک به تاخیر انداختن بیاتی می‌کند. در همین راستا ایوبی و همکاران 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 فاقد صمغ می‌گردند [۳۰]. نتایج به دست آمده با تحقیقات حاصل از عرب شیرازی و همکاران، مطابقت داشت که عنوان نمودند مصرف صمغ‌ها در تولید کیک اسفنجی در افزایش محتوی رطوبت کیک مؤثر بوده است [۳۱].

۳-۲-۲- تاثیر تیمارها بر درصد خاکستر کل

با توجه به جدول ۳، افزودن صمغ‌های زدو و کربوکسی متیل سلولز سبب افزایش خاکستر کل نمونه‌های کیک در مقایسه با تیمار شاهد گردید به گونه‌ای که بیشترین و کمترین مقدار خاکستر کل به ترتیب به تیمارهای C4 و W اختصاص یافت. دلیل این افزایش، وجود عناصر معدنی بیشتر در صمغ‌های مصرفی در مقایسه با آردگندم می‌باشد.

چارالام پوپولوس و همکاران (۲۰۰۲) در تحقیقات خود بیان کردند که سبوس جوی دو سر، دانه کتان و سویا از مقادیر خاکستر و فیبر بالاتری در مقایسه با آردگندم برخوردار هستند [۳۲]. همچنین نتایج حاصل از تحقیق با نتایج تحقیقات بارسناس وروسل (۲۰۰۵) مطابقت داشت که ارائه نمودند میزان خاکستر نان‌های حاوی صمغ در مقایسه با نان شاهد (فاقد صمغ) به دلیل ساختار ویژه صمغ با افزایش روبرو بوده، هر چند تأثیر آنها قابل قبول نبوده است [۳۳].

۳-۲-۳- تاثیر تیمارها بر درصد پروتئین کیک

بر اساس جدول ۳، افزودن این دو صمغ سبب افزایش جزئی پروتئین نمونه‌های کیک درمقایسه با شاهد گردید. غیر از تیمار Z4 که بیشترین میزان پروتئین را نسبت به سایر تیمارها از جمله شاهد دارا بود، سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری با شاهد نشان ندادند. دلیل این امر به ماهیت ساختاری صمغ برمی‌گردد که از لحاظ ساختاری حاوی اسیدهای آمینه بود. لذا آرد حاوی آن‌ها در مقایسه با آرد گندم از پروتئین بیشتری برخوردار بود.

۳-۲-٤- تاثیر تیمارها بر pH کیک

مطابق جدول ۳، تیمار C1 بالاترین میزان pH را به خود اختصاص داد که نسبت به شاهد از افزایش معنی‌داری برخوردار بود. تیمارهای Z3C1 و Z2 کمترین میزان pH را به خود اختصاص دادند که نسبت به شاهد دارای کاهش

www.SID.ir

Archive of SID

معنی‌دار بودند. سایر تیمارهای مورد بررسی اختلاف معنی‌داری با شاهد نشان ندادند. در نهایت چنین می‌توان نتیجه‌گیری نمود که هر دو صمغ تاثیر چندانی بر تغییرات میزان pH نداشتند (p>۰/۰۱). زیرا ترکیبات مذکور، جایگزین‌های چربی بر پایه کربوهیدرات هستند که ار نظر pH و اسیدیته مشابه آرد گندم رفتار می‌کنند.

۳-۲-۵- تاثیر تیمار بر میزان اندیس پراکسید چربی کیک

با توجه به جدول ۳، افزودن صمغ سبب افزایش اندیس پراکسید چربی کیک در تمام تیمارها گردید به گونه ای که بیشترین اندیس پراکسید در تیمار Z4 مشاهده شد که نسبت به سایر تیمارها از جمله شاهد دارای افزایش معنی‌دار بوده است. یعنی در مقادیر بالا در هر دو نوع صمغ، اندیس پراکسید بالاتر از شاهد قرار گرفت. اما این اختلاف بین تیمارهای Z1C3 و شاهد مشاهده نگردید (p>۰/۰۱). با افزایش مقدار صمغ میزان رطوبت افزایش می‌یابد. لذا موجب هیدرولیز اسیدهای چرب و بالطبع افزایش پراکسید آنها می‌گردد که باتوجه به اثرات مخرب پراکسید روی سلامتی همواره سعی در کنترل این صفت می‌شود [۳٤]. در تحقیق راجیو و همکاران(۲۰۱۲)، کلوچه‌های تولید شده با جایگزینی ۱۵ درصد دانه کتان، طی ۹۰ روز نگهداری در کیسه‌های پلی استر، دچار هیچ‌گونه تغییر محسوسی در عدد پراکسید نگردیدند. همچنین آنالیزهای کروماتوگرافی پروفایل اسیدهای چرب نشان داد که این کلوچه‌ها از کمترین حد کاهش در اسید لینولنیک برخوردار بودند [۳۵].

۳-۲-٦- تاثیر تیمارها بر میزان افت آب خمیر پس از پخت کیک

با توجه به جدول ۳، افزودن صمغ سبب شد کمترین میزان افت آب خمیر پس از پخت نسبت به شاهد در تیمارهای Z3، Z3C1، Z2C2 و C3، بیشترین میزان افت آب خمیر پس از پخت در تیمار Z4، نسبت به شاهد و سایر تیمارها مشاهده گردید و سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری با شاهد نشان ندادند (p>۰/۰۱). صمغ‌ها ترکیبات جاذبه الرطوبه هستند و با افزودن به محصول باعث افزایش رطوبت محصول می‌گردند.

نتایج پژوهش با نتایج رودریجوز کارسیا و همکاران (۲۰۱۲) مطابقت داشت [۲۳].

۳-۲-۷- تاثیر تیمارها برمیزان حجم مخصوص کیک

با توجه به جدول ۳، با افزودن صمغ‌های زدو و کربوکسی متیل سلولز حجم نمونه‌ها نسبت به شاهد در تیمار Z3 افزایش نشان داد. سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری با شاهد نشان ندادند و کمترین حجم مخصوص نسبت به شاهد در تیمارهای Z2، C1، C3 و Z1C3 مشاهده شد (p>۰/۰۱). می توان این گونه بیان نمود که تیمارهای ترکیبی و تیمارهای حاوی صمغ زدو نسبت به تیمارهای نظیر در صمغ کربوکسی متیل سلولز دارای حجم مخصوص بیشتری بودند. حجم کیک نشان دهنده میزان هوا، بخار آب تولید شده، دی اکسید کربن و میزان تغییرات آن در طول دوره پخت می‌باشد. حفظ بیشتر و مناسب‌تر هوا در ساختار کیک، عاملی در جهت افزایش حجم نمونه‌های کیک خواهد بود. افزایش حجم نمونه کیک‌های حاوی صمغ به افزایش ویسکوزیته خمیر، کند شدن سرعت انتشار گاز، حفظ آن در مراحل اولیه پخت و در نتیجه محبوس نمودن گاز CO_2 و بخار آب در سلول‌های هوا نسبت داده می‌شود. بنابراین دلیل افزایش حجم در نمونه‌های کیک حاوی صمغ مربوط به خاصیت هیدروفیلی صمغ‌ها می باشد که در افزایش ویسکوزیته، بهبود گسترش خمیر و نگهداری گاز CO_2 مؤثر بوده است. بارسناس و روسل(۲۰۰۵) در تحقیقات خود نشان داد که کاربرد برخی هیدروکلوئیدها وترکیبات فیبری نظیر بتا گلوکان سبب بهبود حجم نان‌های تولیدی می-گردد [۳۳]. روسل و همکاران (۲۰۰۱) اثر صمغ را بر روی خواص رئولوژیکی و کیفیت نهایی نان‌های تست تولیدی مورد بررسی قرار دادند. این محققین نشان دادند که با افزودن صمغ به خمیر ، پایداری خمیر در طی تخمیر بهبود یافت و حجم مخصوص، فعالیت آبی و حفظ رطوبت نان نیز افزایش یافت که نتایج این تحقیق با گزارشات وی مطابقت داشته است [٤].

۳-۳- نتایج حاصل از ارزیابی حسی نمونه‌های کیک

با توجه به نتایج تجزیه واریانس داده‌های حاصل از ارزیابی ویژگی‌های حسی (جدول ٤) تاثیر تیمارها بر تمام صفات در سطح احتمال ۱٪ معنی دار بود.

www.SID.ir

Archive of SID

Table 4 Analysis of variance for sensory attributes

Change Source	df	Mean Squares (MS)							
		Smell	Inside the Cake	Skin Color	Taste	Chewing	Adhesion to mouth	Tissue	Total acceptance
Treatment	11	2.322**	0.338**	0.630**	2.622**	1.903**	1.728**	1.890**	1.196**
Error	48	0.221	0.088	0.083	0.454	0.153	0.213	0.360	0.156
CV		12.1	7.6	7.4	6.3	3.5	4.2	5.7	2.3

** Significance at probability level (P≤0.01)

۳-۳-۱- تاثیرتیمارها بر میزان عطر و بوی کیک

از لحاظ صفت عطر و بو، تیمارهای W، Z4 و Z1C3 از بالاترین امتیاز نسبت به سایر تیمارها برخوردار بودند. سایر تیمارها میزان بو را نسبت به شاهد به طور معنی‌داری کاهش دادند (p>۰/۰۱). همچنین تیمارهای حاوی صمغ زدو از امتیاز بالاتری از لحاظ صفت بو نسبت به صمغ کربوکسی متیل سلولز برخوردار بودند. صفت عطر و بو به واکنش کاراملیزاسیون و مایلارد وابسته است، در نتیجه امتیاز عطر و بو در کیک‌هایی که واکنش قهوه ای شدن به میزان مناسب صورت گرفته افزایش پیدا نمود که با نتایج روسل (۲۰۰۱) که گزارش نمود افزودن صمغ‌ها در تولید نان، دارای اثرات مطلوب در عطر و بوی محصول تولیدی داشته است مطابقت دارد [٤].

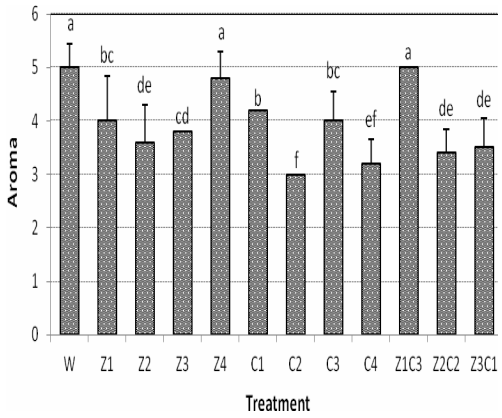

Fig 1 Effects of different treatments on aroma
Ingredients of samples: W: cake without gum (control), Z1: cake with 0.25% zedo gum, C1: cake with 0.25% carboxy methyl cellulose, Z2: cake with 0.5% zedo gum, C2: cake with 0.5% carboxy methyl cellulose, Z3: cake with 0.75% zedo gum, C3: cake with 0.75% carboxy methyl cellulose, Z4: Cake with 1% zedo gum, C4: Cake containing 1% carboxy methyl cellulose, Z2C2: cake with 0.5% zedo gum and 0.5% carboxy methyl cellulose, Z1C3: cake with 0.25% zedo gum and 0.75% carboxy methyl cellulose, Z3C1: cake with 0.75% zedo gum and 0.25% carboxy methyl cellulose.

۳-۳-۲- تاثیر تیمارها بر میزان رنگ مغز کیک

از نظر صفت رنگ مغز کیک، تیمار Z4 از بالاترین امتیاز و تیمارهای Z3C1 و Z2C2 از کمترین امتیاز برخوردار بودند (p≤۰/۰۱). بطور کلی، تیمارهای حاوی صمغ زدو تاثیر بیشتری نسبت به تیمارهای حاوی کربوکسی متیل سلولز بر بهبود رنگ مغز داشتند. دلیل افزایش شدت رنگ مغز کیک، به ماهیت ساختمانی صمغ و وجود اسیدهای آمینه در صمغ‌های مصرفی و واکنش بین ترکیبات مذکور با ترکیبات آلدئیدی خمیر و در نهایت انجام واکنش‌های میلارد بر می‌گردد. لبسی و تزیا (۲۰۱۱) نیز در تحقیقات خود به نتایج مشابهی دست یافتند [۳٦]. گلگر و همکاران (۲۰۰٤) گزارش نمودند که بکارگیری صمغ در فرمولاسیون نان‌های بدون گلوتن دارای اثر مطلوب بر روی رنگ مغز نان‌های تولیدی داشته است [۳۷].

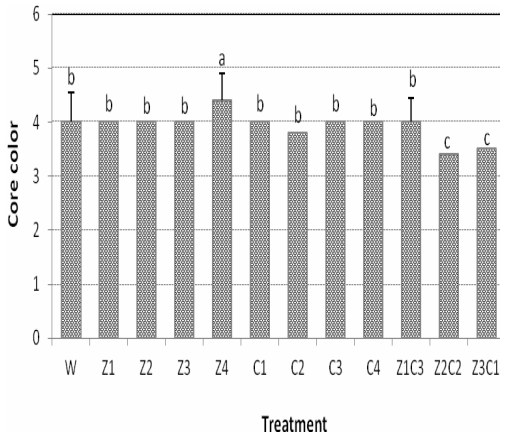

Fig2 Effects of different treatments on core color
Ingredients of samples: W: cake without gum (control), Z1: cake with 0.25% zedo gum, C1: cake with 0.25% carboxy methyl cellulose, Z2: cake with 0.5% zedo gum, C2: cake with 0.5% carboxy methyl cellulose, Z3: cake with 0.75% zedo gum, C3: cake with 0.75% carboxy methyl cellulose, Z4: Cake with 1% zedo gum, C4: Cake containing 1% carboxy methyl cellulose, Z2C2: cake with 0.5% zedo gum and 0.5% carboxy methyl cellulose, Z1C3: cake with 0.25% zedo gum and 0.75% carboxy methyl cellulose, Z3C1: cake with 0.75% zedo gum and 0.25% carboxy methyl cellulose.

www.SID.ir

Archive of SID

۳-۳-۳- تاثیر تیمارها برمیزان رنگ پوسته کیک

تیمار W با بیشترین امتیاز رنگ پوسته به تنهایی در صدر گروه بندی دانکن قرار گرفت که نسبت به سایر تیمارها دارای افزایش معنی‌داری بود ($p\leq$۰/۰۱). در مورد رنگ پوسته مشاهده گردید که تمامی تیمارهای مورد بررسی، رنگ پوسته را نسبت به شاهد به صورت معنی‌دار کاهش دادند. تیمارهای حاوی صمغ کربوکسی متیل سلولز نسبت به صمغ زدو تأثیر زیادتری در بهبود رنگ پوسته داشته‌اند. دلیل بهبود رنگ پوسته در نمونه‌های کیک حاوی صمغ، وجود فیبر، ترکیبات پروتئینی و قندی بیشتر در مقایسه با آرد گندم مصرفی می‌باشد. به عبارتی افزودن ترکیبات مذکور، به دلیل انجام واکنش‌های میلارد سبب بهبود ویژگی‌های پوسته کیک‌های حاصل در مقایسه با نمونه شاهد گردید. در همین راستا لازاریدو و همکاران(۲۰۰۷) با افزودن صمغ به نان بدون گلوتن حاوی آرد برنج و نشاسته ذرت به این نتیجه دست یافتند که استفاده از صمغ در محصولات خمیری بدون گلوتن سبب روشن‌تر شدن رنگ پوسته می‌گردد [۱۰]. نقی پور و همکاران (۲۰۱۲) در پژوهش خود به بررسی اثر صمغ گزانتان و گوار بر مؤلفه های رنگی پوسته کیک روغنی بدون گلوتن سورگوم پرداختند. یافته های این محققین نشان داد افزایش میزان مولفه L* به دلیل ظرفیت بالای نگهداری آب توسط صمغ‌هاست [۳۸].

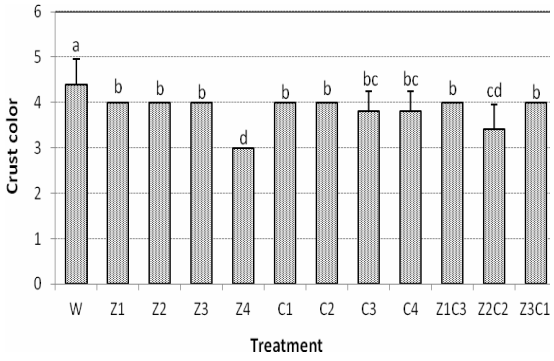

Fig 3 Effects of different treatments on crust color Ingredients of samples: W: cake without gum (control), Z1: cake with 0.25% zedo gum, C1: cake with 0.25% carboxy methyl cellulose, Z2: cake with 0.5% zedo gum, C2: cake with 0.5% carboxy methyl cellulose, Z3: cake with 0.75% zedo gum, C3: cake with 0.75% carboxy methyl cellulose, Z4: Cake with 1% zedo gum, C4: Cake containing 1% carboxy methyl cellulose, Z2C2: cake with 0.5% zedo gum and 0.5% carboxy methyl cellulose, Z1C3: cake with 0.25% zedo gum and 0.75% carboxy methyl cellulose, Z3C1: cake with 0.75% zedo gum and 0.25% carboxy methyl cellulose.

۳-۳-٤- تاثیر تیمارها بر طعم و مزه کیک

از نظر صفت طعم ومزه، تیمارهای W، Z3 و C1 از بالاترین امتیاز (دارای اختلاف معنی‌دار با سایر تیمارها) برخوردار بودند ($p\leq$۰/۰۱). بطور کلی، تیمارهای حاوی صمغ‌های زدو و کربوکسی متیل سلولز نسبت به تیمارهای ترکیبی این دو صمغ تاثیر بهتری در طعم و مزه داشتند که دلیل آن حضور ترکیبات آلدئیدی در صمغ‌ها می‌باشد که با تحقیقات لی و اینگلت (۲۰۰٦) مطابقت داشت [۳۹].

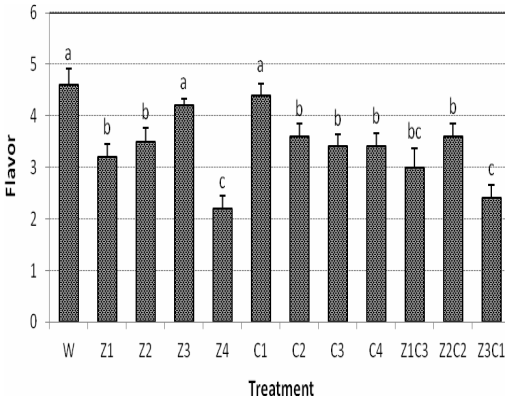

Figure 4 Effects of different treatments on flavor Ingredients of samples: W: cake without gum (control), Z1: cake with 0.25% zedo gum, C1: cake with 0.25% carboxy methyl cellulose, Z2: cake with 0.5% zedo gum, C2: cake with 0.5% carboxy methyl cellulose, Z3: cake with 0.75% zedo gum, C3: cake with 0.75% carboxy methyl cellulose, Z4: Cake with 1% zedo gum, C4: Cake containing 1% carboxy methyl cellulose, Z2C2: cake with 0.5% zedo gum and 0.5% carboxy methyl cellulose, Z1C3: cake with 0.25% zedo gum and 0.75% carboxy methyl cellulose, Z3C1: cake with 0.75% zedo gum and 0.25% carboxy methyl cellulose.

۳-۳-۵- تاثیر تیمارها بر میزان قابلیت جویدن

از نظر صفت قابلیت جویدن، تیمار W از بالاترین امتیاز (دارای اختلاف معنی دار با سایر تیمارها) و تیمار Z4 از کمترین امتیاز برخوردار بودند ($p\leq$۰/۰۱). با توجه به مقایسه میانگین‌ها چنین نتیجه‌گیری می‌شود که تمام تیمارها قابلیت جویدن را نسبت به شاهد به صورت معنی‌داری کاهش دادند. تیمارهای حاوی صمغ کربوکسی متیل سلولز نسبت به تیمارهای حاوی صمغ زدو تاثیر بهتری از نظر قابلیت جویدن داشتند. دلیل بهبود قابلیت جویدن درنمونه‌های کیک حاوی صمغ، حضور گروه‌های OH وسایر گروه‌های آب دوست در

www.SID.ir

Archive of SID

ساختار صمغ‌های مصرفی می‌باشد که سبب افزایش جذب آب، جلوگیری از مهاجرت آب پوسته، جلوگیری از لاستیکی شدن و بهبود تردی گردید. نتایج به دست آمده از این تحقیق با نتایج دمیرکسن و همکاران (۲۰۱۰) مغایرت داشت که گزارش نمودند افزودن صمغ‌ها در بهبود قابلیت جویدن نان‌های بدون گلوتن موثر بود [۱]. همچنین ماندالا و بایاس (۲۰۰۵)، در تحقیقات خود نشان دادند که افزودن ترکیبات فیبری وصمغ‌ها، سبب افزایش قابلیت جویدن نان می‌گردد [٤٠].

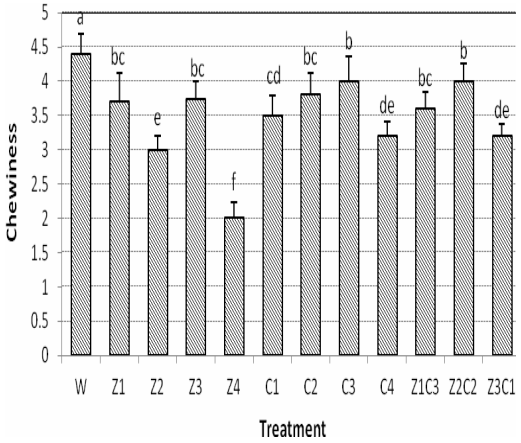

Fig 5 Effects of different treatments on chewiness
Ingredients of samples: W: cake without gum (control), Z1: cake with 0.25% zedo gum, C1: cake with 0.25% carboxy methyl cellulose, Z2: cake with 0.5% zedo gum, C2: cake with 0.5% carboxy methyl cellulose, Z3: cake with 0.75% zedo gum, C3: cake with 0.75% carboxy methyl cellulose, Z4: Cake with 1% zedo gum, C4: Cake containing 1% carboxy methyl cellulose, Z2C2: cake with 0.5% zedo gum and 0.5% carboxy methyl cellulose, Z1C3: cake with 0.25% zedo gum and 0.75% carboxy methyl cellulose, Z3C1: cake with 0.75% zedo gum and 0.25% carboxy methyl cellulose.

۳-۳-٦- تاثیر تیمارها بر چسبندگی به دهان

از لحاظ میزان چسبندگی به دهان، تیمارهای C1 از بالاترین امتیاز (دارای اختلاف معنی دار با سایر تیمارها) و تیمار Z4 از کمترین امتیاز برخوردار بودند (شکل٦). به طور کلی کیک‌های حاوی صمغ کربوکسی متیل سلولز نسبت به کیک‌های حاوی صمغ زدو و تیمارهای ترکیبی میزان چسبندگی را افزایش دادند.

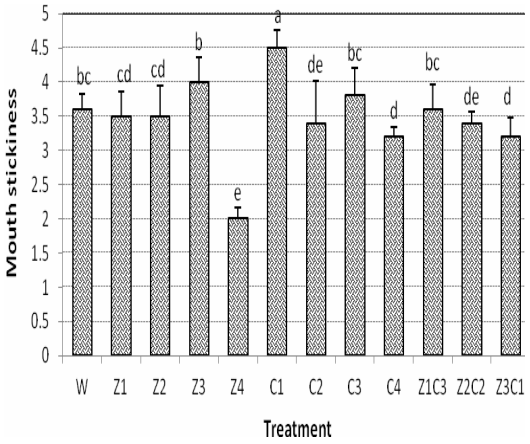

Fig 6 Effects of different treatments on mouth stickiness
Ingredients of samples: W: cake without gum (control), Z1: cake with 0.25% zedo gum, C1: cake with 0.25% carboxy methyl cellulose, Z2: cake with 0.5% zedo gum, C2: cake with 0.5% carboxy methyl cellulose, Z3: cake with 0.75% zedo gum, C3: cake with 0.75% carboxy methyl cellulose, Z4: Cake with 1% zedo gum, C4: Cake containing 1% carboxy methyl cellulose, Z2C2: cake with 0.5% zedo gum and 0.5% carboxy methyl cellulose, Z1C3: cake with 0.25% zedo gum and 0.75% carboxy methyl cellulose, Z3C1: cake with 0.75% zedo gum and 0.25% carboxy methyl cellulose.

۳-۳-۷- تاثیر تیمارها بر بافت کیک

از نظر صفت بافت، تیمار C1 و شاهد نسبت به سایر تیمارها از بالاترین امتیاز معنی‌دار و تیمار Z4 از کمترین امتیاز معنی‌دار برخوردار بود. تیمارهای حاوی کربوکسی متیل سلولز نسبت به تیمارهای حاوی صمغ زدو میزان یکنواختی بافت بیشتری را نشان دادند. دلیل این امر به گروه‌های آب دوست در ساختمان صمغ‌ها نسبت داده می‌شود. بارسناس و روسل (۲۰۰۵) نیز تحقیقات مشابه ای دست یافته بودند [۳۳]. از آنجا که با افزایش سطح هر یک از صمغ‌ها، رطوبت محصول افزایش می یابد و حفرات مغز کیک ریزتر و یکنواخت‌تر می‌شود، افزایش امتیاز بافت نمونه‌ها با افزایش سطح صمغ دور از انتظار نمی‌باشد. نتایج تحقیقات آرمرو و کلار(۱۹۹٦) و همچنین ایدم و همکاران(۱۹۹۵) نیز نشان داد که هیدروکلوئیدها با تاثیر بر روی ساختار نشاسته سبب بهبود توزیع آب و نگهداری آب و در نتیجه باعث بهبود بافت فرآورده‌های پخت می‌شوند [١٤ و٤١].

www.SID.ir

Archive of SID

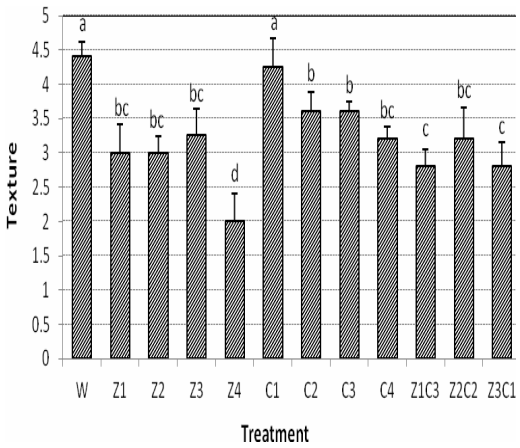

Fig 7 Effects of different treatments on texture
Ingredients of samples: W: cake without gum (control), Z1: cake with 0.25% zedo gum, C1: cake with 0.25% carboxy methyl cellulose, Z2: cake with 0.5% zedo gum, C2: cake with 0.5% carboxy methyl cellulose, Z3: cake with 0.75% zedo gum, C3: cake with 0.75% carboxy methyl cellulose, Z4: Cake with 1% zedo gum, C4: Cake containing 1% carboxy methyl cellulose, Z2C2: cake with 0.5% zedo gum and 0.5% carboxy methyl cellulose, Z1C3: cake with 0.25% zedo gum and 0.75% carboxy methyl cellulose, Z3C1: cake with 0.75% zedo gum and 0.25% carboxy methyl cellulose.

۳-۳-۸- تاثیر تیمارها بر پذیرش کلی

از لحاظ پذیرش کلی، تیمارهای W، Z2 و C1 از بالاترین امتیاز (دارای اختلاف معنی دار با سایر تیمارها) و تیمار Z4 از کمترین امتیاز پذیرش کلی برخوردار بودند. تیمار C1 و Z2 با شاهد از لحاظ پذیرش کلی اختلاف معنی‌داری نشان ندادند، سایر تیمارها پذیرش کلی را نسبت به شاهد به صورت معنی‌داری کاهش دادند. مطلوبیت بیشتر نمونه‌های حاوی صمغ نسبت به نمونه شاهد، به دلیل ویژگی صمغ‌ها در نگهداری عطر، طعم و رطوبت بافت و در نتیجه نرمی و ایجاد احساس خامه مانند در دهان می‌باشد. این نتایج مشابه نتایج تحقیق سومیا و همکاران (۲۰۰۹) می باشد [٤۲]. دمیرکسن و همکاران (۲۰۱۰)، لازاریدو و همکاران (۲۰۰۷)، موریرا و همکاران (۲۰۱۲)، ابراهیم پور و همکاران (۲۰۱۰) و صادق نیا و همکاران (۲۰۱۱) با استفاده از صمغ در محصولات خمیری بدون گلوتن به این نتیجه دست یافتند که کاربرد صمغ‌ها در فرمولاسیون این دسته از محصولات توانایی بهبود خصوصیات حسی و در نتیجه افزایش پذیرش کلی محصول نهایی را در مقایسه با نمونه فاقد صمغ داشتند [۱و۱۰و٤۳ و٤٤ و٤٥].

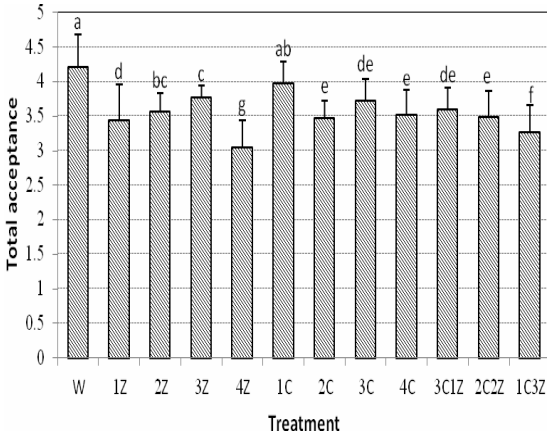

Fig 8 Effects of different treatments on total acceptance
Ingredients of samples: W: cake without gum (control), Z1: cake with 0.25% zedo gum, C1: cake with 0.25% carboxy methyl cellulose, Z2: cake with 0.5% zedo gum, C2: cake with 0.5% carboxy methyl cellulose, Z3: cake with 0.75% zedo gum, C3: cake with 0.75% carboxy methyl cellulose, Z4: Cake with 1% zedo gum, C4: Cake containing 1% carboxy methyl cellulose, Z2C2: cake with 0.5% zedo gum and 0.5% carboxy methyl cellulose, Z1C3: cake with 0.25% zedo gum and 0.75% carboxy methyl cellulose, Z3C1: cake with 0.75% zedo gum and 0.25% carboxy methyl cellulose.

۳-٤- تاثیر تیمارها بر میزان بیاتی به روش حسی

با توجه به نتایج تجزیه واریانس داده‌های حاصل از ارزیابی بیاتی به روش حسی (جدول ٥) تاثیر تیمارها بر میزان بیاتی در هر سه زمان در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود.

Table 5 Analysis of variance for staling

Mean Squares (MS)			df	Change Source
14th Day	7th Day	1st Day		
3.350**	4.877**	1.794**	11	Treatment
0.225	0.250	0.019	48	Error
10.9	13.7	7.4		CV%

** Significance at probability level (P≤0.01)

www.SID.ir

Archive of SID

Table 6 Comaprsion of staling means in treatments studied

Time			Treatment
14th Day	7th Day	1st Day	
4.2de	4.0cd	1.8c	W
3.2f	2.0f	1.2d	Z1
5.0bc	4.4bc	2.6ab	Z2
5.6a	2.8e	1.0d	Z3
4.2de	4.8ab	3.0a	Z4
5.2ab	2.8e	1.0d	C1
3.0f	2.8e	1.8c	C2
4.0de	3.8d	2.0c	C3
5.2a	5.2a	2.0c	C4
3.6ef	2.8e	2.0c	Z1C3
4.4cd	4.4bc	1.8c	Z2C2
4.6bc	4.0cd	2.2bc	Z3C3

Different letters based on Duncan test represent the significant difference in 1% probability level at each column.

با توجه به شکل ۹، یک، هفت و چهارده روز پس از پخت، تیمارهای Z1، C1، C2 و Z1C3 از کمترین و تیمارهای Z2، Z4 و C4 بیشترین میزان بیاتی نسبت به شاهد برخوردار بودند و سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری با شاهد نشان ندادند ($p\leq$۰/۰۱).

با توجه به وجود اثرات متقابل بین زمان و تیمار از لحاظ بیاتی روند تغییرات بیاتی در سطوح زمان در تیمارهای مورد بررسی یکسان نبود به طوری که در تیمار W و C4 بین زمان دوم و زمان سوم از لحاظ بیاتی اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. در حالی‌که در سایر تیمارها، میزان بیاتی متناسب با زمان، به صورت معنی‌داری افزایش یافت. با توجه به جدول ٦ در صورت نگهداری کوتاه مدت تا ۱ روز تیمارهای Z1، Z3 و C1 و در صورت نگهداری تا ۷ روز تیمار Z1 و در صورت نگهداری تا ١٤ روز تیمارهای Z1، C2 و Z1C3 به عنوان بهترین تیمار از نظر بیاتی در نظر گرفت. صمغ‌ها به طور قابل ملاحظه‌ای باعث کاهش خشکی، بهبود تازگی و نرمی بافت می‌گردند که دلیل آن برهم کنش هیدروکلوئیدها با آب و کاهش انتشار آب در طی پخت و نگهداری است. ابراهیم پور و همکاران (۲۰۱۰) و آلبرن و همکاران (۲۰۰۵) نشان دادند بیاتی یا سفت شدن بافت محصولات صنایع پخت در طول مدت زمان نگهداری، فرآیند پیچیده‌ای است که عوامل متعددی نظیر رتروگراداسیون آمیلوپکتین، آرایش مجدد پلیمرها در ناحیه آمورف، کاهش مقدار رطوبت و یا توزیع رطوبت بین ناحیه آمورف و کریستالی در آن دخیل است [٤٤ و٤٦]. لی و همکاران (۲۰۰٦)در تحقیقات خود گزارش نمودند که به کارگیری صمغ‌های گوار و زانتان سبب کاهش میزان بیاتی نمونه کیک‌های تولیدی می‌گردد. آن‌ها علت نتایج حاصل شده را به وجود مقادیر بالای ترکیبات فیبری به خصوص بتاگلوکان موجود در صمغ‌های گوار و زانتان نسبت دادند که از خاصیت آب دوستی فراوان برخوردار می باشند [۳۹]. روسل و همکاران (۲۰۰۱) نیز در تحقیقات خود عنوان نمودند که وجود تعداد زیاد گروه‌های هیدروکسیل در ساختار فیبر، به دلیل ایجاد پیوندهای هیدروژنی سبب افزایش جذب آب و در نتیجه کاهش بیاتی در محصولات پخت می‌گردند [٤]. گواردا و همکاران (۲۰۰٤) اثر بهبود دهندگی آلژینات سدیم، گزانتان، کاپا-کاراگینان و HPMC بر کیفیت نان تازه و کاهش فرآیند بیاتی نیز مورد مطالعه قرار دادند. آنها دریافتند که هر هیدروکلوئید بسته به خواستگاهش تأثیر متفاوتی دارد. در حالی که تمامی هیدروکلوئیدها نرخ از دست دادن رطوبت مغز نان را در طول نگهداری کاهش می‌دادند، آلژینات سدیم و HPMC تاثیر بیشتری در به تأخیر انداختن بیاتی داشتند [٤٧]. بررسی چندین هیدروکلوئید با ساختارهای شیمیایی متفاوت در نان حجیم نشان داد که برخی از این هیدروکلوئیدها قادرند میزان از دست رفتن رطوبت طی نگهداری نان و سرعت دهیدراته شدن مغز نان را کاهش دهند و از بیاتی نان جلوگیری کنند. روجاز وهمکاران (۱۹۹۹) نشان دادند که خواص تشکیل خمیر نشاسته گندم تا حد زیادی با افزودن هیدروکلوئیدها بهبود می‌یابد [٤٨]. موحد و همکاران (۱۳۹۲) مشخص نمودند که افزودن صمغ‌های زانتان و کربوکسی متیل سلولز سبب بهبود اکثر ویژگی‌های حسی و تاخیر در میزان بیاتی نمونه‌ها می‌گردد [۲۱].

www.SID.ir

Archive of SID

٤- نتیجه گیری

نتایج تحقیق نشان داد که افزودن سطوح متفاوت ۱٪ از صمغ زدو و۰/۲۵٪ کربوکسی متیل سلولز در ساختار کیک، اثرات مثبتی روی خمیر کیک واکثر ویژگی های فیزیکی، شیمیایی، حجم، ویژگی‌های حسی وکاهش بیاتی دارد.

٥- منابع

[1] Demirkesen, I., Mert, B., Sumnu, G., and Sahin, S., 2010. Rheological properties of gluten-free bread formulations. Journal of Food Engineering, 96, 2, 295-303.

[2] Seguchi, M., Hayashi, M. and Mutsumoto, H., 1997. Effect of gaseous acetic acid on dough rheology and bread making properties. Cereal Chemistry, 74,129-134.

[3] Kohajdová, Z. and Karovičová, J., 2008. Influence of hydrocolloids on quality of baked goods, Acta Sci. Pol.: Technol. Aliment. 7, 2, 43-49.

[4] Rosell, C.M., Rojas, J.A., and Benedito de Barber, C., 2001. Influence of hydrocolloids on dough rheologhy and bread quality. Food Hydrocolloids, 15, 75- 81.

[5] Smita, S., Rajiv, J., Begum, K. and Indrani, D., 2008. Effect of hy drocolloids on reological, microstruct ural and luality characteristics of parotta - an unleavened Indian flat bread. Journal of texture studies, 39, 267-283.

[6] Fadavi, G., Mohammadifar, M.A., Zargarran, A., Mortazavian, A.M. and Komeili, R., 2014. Composition and physicochemical properties of Zedo gum exudates from Amygdalus scoparia. Journal of Carbohydrate Polymers, 101, 1074-1080.

[7] Sharma, B., Naresh, N., Dhuldhoya, S. and Merchant, U.C., 2006. Xanthan gum. Food Promotion Chronicle, 1, 5, 27-30.

[8] Gimens, E., Morau, C.L. and Kokini, J.L., 2004. Effect on xanthan gum and CMC on the Structure and texture of corn flour Pellets expanded by micro wave heating. Cereal Chemistry, 8, 100-107.

[9] Collar, C., Andreu, P., Martines, J.C. and Armero, E., 1999. Optimization of hydrocolloid addition to improve wheat bread dough functionality: areasponse surface methodology study. Food Hydrocolloids, 469- 475.

[10] Lazaridoua, A., Dutab, D., Papageorgiouc, M., Belcb, N. and Biliaderisa, C.G., 2007. Effects of hydrocolloids on dough rheology and bread quality parameters in gluten-free formulations. Journal of Food Engineering, 79, 3, 1033-1047.

[11] Haeri Shahbagh, A., 1947. Shirazi Gum, Tehran University, Pharmaceutical School, Doctoral Thesis, 54.

[12] Shelke, K., Faubion, J.M. and Hoseney, R.C., 1990. The dynamics of cake baking as studied by a combination of viscometry and electrical resistance oven heating. Cereal Chemistry, 67, 575-580.

[13] Miller, R.A. and Hoseney, R.C., 1993. The role of xanthan gum in white layer cakes. Cereal Chemistry, 70, 5, 585-588.

[14] Eidam, D., Kulicke, W.M., Kuhn, K. and Stute, R., 1995. Formation of maize starch gels selectively regulated by the addition of hydrocolloids. Starch/Staerke, 47, 10, 378-384.

[15] Arunepanlop, B., Morr, C.V., Karleskind, D. and Laye, I., 1996. Partial replacement of egg white proteins with whey in angel food cakes. Journal of Food Science, 61, 5, 1085-1093.

[16] Pernell, C.W., Luck, P.J., Foegeading, E.A. and Daubert, C.R., 2002. Heat-induced changer in angle food cakes containing egg-white protein or whey protein isolate. Food Science, 67, 8, 2945-2957.

[17]. Gomez, M., Ruiz-Paris, E., Oliete, B., and Pando, V., 2010. Modeling of texture evolution of cakes during storage. Journal of Texture Studies, 41, 17-33.

[18]. Ashwini, A., Jyotsnaa, R. and Indrani, D., 2008, Effect of hydrocolloids and emulsifiers on the rheological, microstructural and quality characteristics of eggless cake. Food Hydrocolloids, 23, 3, 700-707.

[19] Kalinga, D. and Mishra, V.K., 2009. Rheological and physical properties of low fat cakes produced by addition of cereal - Glucan concentrates. Journal of Food Processing and Preservation, 33, 384-400.

[20] Turabi, E., Gulum, S. and Sahin, S., 2010, Quantitative analysis of macro and micro structure of gluten free rice cakes containing different types of gums baked in different ovens. Food Hydrocolloids, 24, 8, 755-762.

[21] Movahhed, S., Ranjbar, S., Ahmadi Chenarbon, H., 2012. Evaluation of

www.SID.ir

Archive of SID

chemical, staling and organoleptic properties of freee-gluten cakes containing Xanthan and Carboxy Methyl Cellulose gums. Iranian Journal of Biosystems Engineering, 44, 2, 173-178.

[22] Movahhed, S. and Vafaei, M., 2012. Rheological Characteristics of Chapatti Bread Containing Guar and Carboxy Methyl Cellulose Gums., Annuals of Biological Research, 3, 3, 1629-1635.

[23] Rodr´ıguez-Garc´ıa, J., Puig, A., Salvador, A. and Hernando, I., 2012. Optimization of a Sponge Cake Formulation with Inulin as Fat Replacer: Structure, Physicochemical, and Sensory Properties. Journal of Food Science, 77, 2, 189-197.

[24] Anonymous, 2000. AACC: Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists, Method 79-09. Bread firmness by Universal Testing Machine, St. Paul, Minnesota.

[25] Anonymous, 2003. AACC: Approved Methods of Analysis of the American Association of Cereal Chemists, 10th ed. American Association of Cereal Chemistry, Inc., St. Paul.

[26] INSO. Biscuit-specifications and test methods. NO. 37, 2009.

[27] Ching, L., Hsueh-Fang, W., Sheng-Dun L., 2008. Effect of isomaltooligosaccharide syrup on quality characteristics of sponge cake. Cereal Chem, 85, 515-521.

[28] Kemp, S.E., Hollowood, T. and Hort, J., 2009. Sensory Evaluation: A partical handbook. Wiley-Blackwell Publication, West Sussex.

[29] INSO. Wheat flour-specifications and test methods. NO. 103, 2011.

[30] Ayoubi, A., HabibiNahafi, M.B., Karimi, M., 2011. Effect of different levels of whey protein concentrate on the physicochemical and sensory properties of muffin cake. JFST, 8, 29.

[31] Arabshirazi, S., Movahhed, S., Nematti, H., 2012. Evaluation of addition of Xanthan and Hydroxyl Propyl Methyl Cellulose gums on Chemical and Rheological properties of Sponge Cakes. Scholars Research Library, 3, 2, 589-594.

[32] Charalampopoulos, D., Wang, R., Pandiella, S.S., and Webb, C., 2002. Application of cereals and cereal components in functionai food: a review. International Journal of Food Microbiology,79, 131-141.

[33] Barcenas M., and Rosell C.M., 2005. Effect of HPMC addition on microstructure, quality and aging of wheat bread food. Hydrocolloids, 19, 1037-1043.

[34]. INSO. Cake - Specifications and test methods. NO. 2553, 2013.

[35] Rajiv, J., Indrani, D., Prabhasankar, P., and Rao, G.N., 2012. Rheology, fatty acid profile and storage characteristics of cookies as influenced by flax seed (Linum usitatissimum). Journal of Food Science and Technology, 49(5), 587-593.

[36] Lebsi, D.M. and Tzia, C., 2011. Effect of the addition of different dietary fiber and edible cereal bran sources on the baking and sensory characteristics of cupcakes. Food Bioprocess Technology, 4, 219-222.

[37] Gallagher, E., Gormley, T.R., Arendt, E.K., 2004. Crust and crumb characteristics of gluten free breads. Journal of Food Engineering, 56, 153-161.

[38] Naghipour, F., HabibiNajafi, M.B., Karimi, M., Haddad Khodaparast, M.H., Sheikholeslami, Z., and Sahraiyan, B., 2012. Production of sorghum gluten free cake by guar and xanthan gum for coeliac disease. National Conference on Biotechnology, Biochemistry and Bioengineering. Yazd [in Persian].

[39] Lee, S., and Inglett, G.E., 2006. Rheological and Physical evaluation of Jet - Cooked oat bran in low calorie cookies. International Journal of Food Science and Technology, 41, 553-559.

[40] Mandala, I.G., and Bayas, E., 2005. Xanthan effect on swelling, solubility and viscosity of wheat starch dispersions. Food Hydrocolloids, 18, 191-201.

[41] Armero, E., and Collar, C., 1996. Antistaling additive effects on fresh wheat bread quality. Food Science and Technology International, 2, 323-333.

[42] Sowmya, M., Jeyarani, T., Jyotsna, R. and Indrani, D., 2009. Effect of replacement of fat with sesame oil and additives on rheological, microstructural, quality characteristics and fatty acid profile of cakes. Food Hydrocolloid, 1, 23, 1827-1836.

[43] Moreira, R., Chenlo, F., and Torres, M.D., 2012. Effect of chia (Sativa Hispanica L.) and hydrocolloids on the rheology of gluten free doughs based on chesnut flour. LWT - Food Science and Technology. In Press.

www.SID.ir

Archive of SID

[44] Ebrahimpour, N., Peighambardoust, S. H., Azadmard-Damirchi, S., and Ghanbarzadeh, B., 2010. Effects of incorporating different hydrocolloids on sensory characteristics and staling of gluten free bread. Journal of Food Research, 20, 3, 1.

[45] Sadeghnia, N., Azizi, M.H., Seyedin, M., 2011. Formulation and production gluten free flat bread by xanthan and CMC. Master's thesis, Islamic Azad University.

[46] Ahlborn, G.J., Pike, O.A., Hendrix, S.B., Hess, W.M., and Huber, C.S., 2005. Sensory, mechanical and microscopic evaluation of staling in low protein and gluten free bread. Cereal Chemistry, 82, 328-335.

[47] Guarda, A., Rossel, C.M., Benedito, C. and Galotto, M.J., 2004. Different Hydrocolloids as bread improvers and antistaling agents. Food Hydrocolloids, 18, 2, 241-247.

[48] Rojaz, J. A., Rosell, C. M., and Benedito, C., 1999. Pasting properties of different wheat flourhydrocolloid systems. Food Hydrocolloid, 13, 27-33.

www.SID.ir

Archive of SID

Effects of Zedo and Carboxymethyl Cellulose Gums on Physicochemical and Sensory Profiles of Sponge Cakes

Mohammady Garfamy, F. [1], Eshaghi, M. R. [2*], Nateghi, L. [2]

1. MSc, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Varamin-Pishva Branch, Islamic Azad University, Varamin, Iran
2. Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Varamin-Pishva Branch, Islamic Azad University, Varamin, Iran

(Received: 2016/05/28 Accepted: 2016/08/30)

Gums can be applied to baked products to improve their starch properties, gelatinization temperature, plastic viscosity, and starch retrogradation. The effect of applying white Zedo and Carboxymethyl Cellulose (CMC) gums on physicochemical and sensory profiles as well as staling properties of sponge cakes was analyzed. Each gum was used separately (0.25%, 0.5%, 0.75% and 1%) and together (at 0.25% Zedo + 0.75% CMC, 0.75% Zedo + 0.25 CMC, and 0.5% Zedo + 0.5% CMC) (% w/w flour basis) to study the effects of their different levels on various profiles of sponge cakes. Results showed that adding Zedo (0.75% and 1%) improves moisture, protein, dough water loss after baking, and volume. In terms of organoleptic properties, cake samples with 1% Zedo and 0.25% CMC had improved aroma, core color, crust color, flavor, chewiness, mouth stickiness, and texture. Moreover, these two treatments plus the control treatment had higher acceptance than other treatments. Sensory assessment of staling showed that adding 0.25% Zedo had a positive effect on reducing the staling rate of treatments.

Keywords: Cake, Carboxymethyl Cellulose, Zedo gum, Staling

*Corresponding Author E-Mail Address: mr.eshaghi@yahoo.com

www.SID.ir