



## اثر آنزیم گلوکز اکسیداز و امولسیفایر استر دی استیل تارتاریک اسید منوگلیسرید (داتم) بر ویژگی های

### فیزیکی و بافتی کیک فنجانی

رضا فرهمندفر<sup>۱\*</sup>، جعفر محمدزاده میلانی<sup>۲</sup>، محمدرضا دباغ مظهری<sup>۳</sup>

۱- دانشیار، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ایران.

۲- استاد، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ایران.

۳- دانشجو دکتری، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ایران.

#### چکیده

#### اطلاعات مقاله

#### تاریخ های مقاله :

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۱/۰۸

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۹/۱۷

#### کلمات کلیدی:

داتم،

گلوکز اکسیداز،

کیک فنجانی،

امولسیفایر.

DOI: 10.52547/fsct.19.123.233

DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.123.6.1

\* مسئول مکاتبات:

r.farahmandfar@sanru.ac.ir

کیک به عنوان یک میان وعده پرطرفدار در بین افراد مختلف جامعه بخصوص کودکان و نوجوانان است. این محصول پراثرژی بایستی دارای بافت متخلخل، حفره های ریز با دیواره نازک باشد تا از بازار پسندی قابل قبولی برخوردار گردد. بنابراین انجام تحقیقات و سرمایه گذاری جهت رسیدن به کیفیت مطلوب و افزایش ماندگاری از طریق کاربرد افزودنی های نظیر آنزیم، امولسیفایر و غیره لازم به نظر می رسد. در همین راستا، جهت بهبود کیفیت کیک های فنجانی (که سریعتر از سایر کیک ها آماده می گردد)، اثر دو فاکتور گلوکز اکسیداز (۰، ۱۰، ۵۰ و ۱۰۰ پی پی ام) و امولسیفایر داتم (۰، ۵/۵ و ۱ درصد) مورد بررسی قرار گرفت. نتایج آن بیانگر افزایش محتوای رطوبتی نمونه های حاوی امولسیفایر داتم در مقابل کاهش افت وزنی ناشی از پخت و بهبود حجم و بافت کیک از نظر کاهش سفتی و افزایش پیوستگی و ارتجاعیت بود. از طرف دیگر، آنزیم گلوکز اکسیداز افزوده شده از شدت کاهش سفتی تیمارها بواسطه عملکرد امولسیفایر داتم کاست. این در حالی بود که افزودن آنزیم گلوکز اکسیداز به فرمولاسیون کیک سبب بهبود پارامترهای رنگ پوسته و ارزیابی حسی شد. بنابراین، آنزیم گلوکز اکسیداز و امولسیفایر داتم باعث بهبود ویژگی های حسی و کیفی کیک فنجانی گردید.

## ۱- مقدمه

کیک از جمله محصولات است که به سبب طعم مطلوب، ارزش غذایی بالا و سهولت مصرف از کاربرد بالایی برخوردار است و استفاده از آن، از قرن‌ها پیش معمول بوده و امروزه نیز توسط اکثر افراد جامعه در حال مصرف می‌باشد. در حال حاضر، کیک‌ها (در انواع مختلف) جایگاه با ارزشی را در تغذیه مردم اکثر نقاط دنیا اشغال کرده و به عنوان یک غذای آماده با ظاهری جذاب و اشتهاآور معرفی شده و به وسیله اکثر افراد جامعه در هر فصل و هر زمان قابل خوردن است. آرد، روغن، شکر، تخم مرغ، اجزای اصلی در تهیه کیک هستند که هر کدام یک نقش کاربردی مهم را در ویژگی‌های ساختمانی و کیفی محصول ایفا می‌کنند [۱]، به طور کلی خمیر کیک مجموعه‌ای از امولسیون روغن در آب، کف (امولسیون حباب‌های هوا در فاز آبی) و یک سیستم کلئیدی پیچیده است. در حقیقت خمیر کیک یک امولسیون روغن در آب (O/W) است که در آن ذرات چربی به طور نامنظم در فاز آبی (که حاوی ذرات شکر حل شده و تخم مرغ می‌باشد) قرار گرفته اند [۲].

به جهت بهبود ویژگی‌های کیفی کیک به عنوان یک فرآورده غذایی پر مصرف از بهبود دهنده‌های مختلفی نظیر آنزیم‌ها و امولسیفایرها می‌توان استفاده کرد [۳]. وجود امولسیفایرها در کیک مهم است. تولید یک کیک مناسب و با کیفیت، به نگهداری حباب‌های هوا در داخل خمیر و باقی ماندن این حباب‌های هوا در خمیر در طول فرآیند پخت (تا زمانی که بافت کیک تشکیل گردیده و استحکام پیدا می‌کند) وابسته است و از طرف دیگر، این عمل تا حد زیادی به عملکرد امولسیفایرها بستگی دارد تا هوادهی لازم و پایداری حباب گاز را در طول فرآیند پخت و تنظیم ساختار کیک تضمین کند [۴]. امولسیفایرها می‌توانند در ساختار و توزیع حباب‌های گاز به عنوان فاکتور موثر در کیفیت محصول نهایی تاثیر گذار باشند [۵]. امولسیونکننده‌ها همچنین با ایجاد توزیع یکنواخت اندازه حباب در خمیر، به کاهش پتانسیل عدم تناسب (به دلیل اختلا فشار بین حباب‌های کوچک و بزرگ) کمک می‌کنند.

یکی از عوامل مهم و موثر در ثبات امولسیون‌ها نحوه افزودن اجزاء تشکیل دهنده امولسیون‌ها در هنگام ساخت آن است. برای مثال افزودن لیستین به فاز مواد فرمولاسیون (قبل از افزودن فاز آبی به امولسیون در حال ساخت) به طور اساسی بر روی اندازه ذرات، تشکیل کریستال‌های مایع و ثبات

امولسیون تأثیر می‌گذارد. یکی دیگر از عوامل مهم، ماهیت و طبیعت فازهای پیوسته و پراکنده می‌باشد [۶]. تولید کیک با کیفیت مناسب به احتباس و نگهداری حباب‌های هوا در داخل خمیر و باقی ماندن این حباب‌ها در خمیر در طول فرآیند پخت تا زمان تشکیل و استحکام بافت کیک بستگی دارد [۷ و ۸].

از آنزیم‌ها جهت بهبود ویژگی‌های فیزیکی شیمیایی محصولات پختی استفاده وسیعی می‌شود که در این میان، آنزیم گلوکز اکسیداز با اکسیداسیون گلوکز و تشکیل پراکسید هیدروژن، تعاملات بین گروه‌های آزاد سولفیدریلی را تشدید کرده و با اثر بر روی محصولات پختی حاوی آرد گندم، موجب بهبود ویژگی‌های بافتی و حسی محصول می‌شود و این در حالی است که مکانیسم و نحوه تاثیر آن بر روی این محصولات هنوز جای بحث و بررسی دارد [۹ و ۱۰].

## ۲- مواد و روش‌ها

### ۲-۱- مواد مورد استفاده

آرد گندم مصرفی (۱۰/۶٪ پروتئین، ۰/۸٪ خاکستر، ۱/۸٪ چربی و ۰/۷٪ فیبر) از شرکت آرد مهر رستم کلا، آنزیم گلوکز اکسیداز قارچی از شرکت بایو آنزیم در چهار سطح (۰، ۱۰، ۵۰ و ۱۰۰) و نیز استرومونو و دی گلیسرید دی استیل تارتاریک اسید از شرکت پارس بهبود ایران تهیه و در سه سطح (۰، ۰/۵ و ۱) درصد در این تحقیق مورد استفاده قرار گرفت.

### ۲-۲- روش‌ها

#### ۲-۲-۱- تهیه نمونه‌ها

برای تولید کیک‌ها بر پایه فرمولاسیون موجود (۵۷٪ روغن، ۵۰٪ شکر، ۴۵٪ تخم مرغ، ۲٪ بیکینگ پودر، ۳۰٪ آب، ۱٪ نمک، ۱۰۰٪ آرد)، ابتدا آرد گندم مصرفی را از الک عبور داده و آنزیم لپاز و داتم را با آن ترکیب کرده و در ظروف جداگانه تخم مرغ، شکر، نمک و آب سرد با دور تند همزن به مدت سه دقیقه مخلوط و سپس با آرد حاوی آنزیم و داتم ترکیب و بکینگ پودر به طور همزمان به نمونه‌ها افزوده و با دور آرام همزن مخلوط شده و در نهایت روغن در حین همزدن به آن اضافه شد. بعد از تهیه خمیر، قالب گیری انجام و بلافاصله پخت در دمای ۱۸۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۰ دقیقه در آون انجام گرفت. بعد از پخت، نمونه‌ها در بسته‌های پلی اتیلنی

آزمون فشردن دوگانه با فاصله زمانی ۳۰ ثانیه بین دو سیکل با استفاده از پروب آلومینیومی مسطح به قطر ۲۵ میلی‌متر (probe P/25) و با سرعت ۲ mm/s انجام شد. پارامترهای بافتی گزارش شده شامل سفتی<sup>۱</sup> (ماکزیمم نیروی مورد نیاز برای فشردن نمونه در سیکل اول، نیوتن)، پیوستگی<sup>۲</sup> (نسبت مساحت زیر منحنی نیرو-زمان در طی دومین فشردن به اولین فشردن)، ارتجاعیت<sup>۳</sup> (نسبت زمانی فشردن دوم به فشردن اول)، رزلیسیسی<sup>۴</sup> (نسبت مساحت ناحیه خروج از حالت فشردن به حالت فشردن در طی اولین فشردن) و قابلیت جویدن<sup>۵</sup> (حاصل ضرب سفتی، پیوستگی و ارتجاعیت، نیوتن) می‌باشند. آنالیز بافتی در دو تکرار برای هر تیمار یک روز پس از پخت انجام یافت [۱۴].

#### ۲-۲-۶- ارزیابی حسی

ویژگی‌های حسی نمونه‌های کیک (طعم، ظاهر، بافت، پذیرش کلی) توسط ۱۲ نفر ارزیاب بر اساس روش امتیازدهی خطی مورد ارزیابی قرار گرفت. بدین منظور مقیاس‌های خطی ۱۵ سانتیمتر با نقاط ابتدایی و انتهایی مشخص شده در هر ویژگی بصورت ضعیف و قوی مورد استفاده قرار گرفتند [۱۵].

#### ۲-۲-۷- تجزیه و تحلیل آماری

در این تحقیق برای بررسی افزودن دو فاکتور آنزیم گلوکز اکسیداز در چهار سطح (۰، ۱۰، ۵۰ و ۱۰۰ ppm) و امولسیفایر استرمونودوی گلیسرید دی استیل تارتاریک اسید در سه سطح (۰، ۰/۵ و ۱) درصد وزنی بر روی کیک فنجانجی از تجزیه واریانس بر اساس آزمایش فاکتوریل انجام و مقایسه میانگین به روش آزمون چند دامنه ای دانکن با استفاده از نرم افزار SAS ورژن 9.1 انجام گرفت.

### ۳- نتایج و بحث

#### ۳-۱- حجم مخصوص

با توجه به نتایج به دست آمده افزودن امولسیفایر داتم در فرمولاسیون کیک فنجانجی باعث افزایش حجم و کاهش دانسیته در نمونه‌های حاوی آنزیم گلوکز اکسیداز گردید. این افزایش حجم، در حالی بود که با بررسی نتایج به دست آمده اثر آنزیم

برای انجام آزمون‌های مربوطه در دمای یخچال نگهداری گردید [۱۱].

#### ۲-۲-۲- اندازه گیری حجم مخصوص

برای اندازه گیری حجم مخصوص از روش جایگزینی حجم با دانه کلزا مطابق با استاندارد شماره ۰۷۲-۱۰ (۲۰۰۰)-AACC استفاده شد. برای این منظور ابتدا کیک به تکه‌هایی با عرض و طول تقریبی ۲ در ۳ سانتی‌متری برش و سپس با ترازوی دیجیتالی توزین گردید. سپس حجم استوانه مدرج به میزان ۲۵۰ میلی‌لیتر با دانه کلزا جایگزین شد. آنگاه قطعه کیک مورد نظر در درون استوانه مدرج قرار داده شد و حجم نهایی گزارش گردید. در انتها از تقسیم حجم به وزن، حجم مخصوص محاسبه و حاصل تقسیم حجم به وزن نمونه‌ها به عنوان حجم مخصوص ( $\text{cm}^3/\text{g}$ ) ثبت گردید [۱۲].

#### ۲-۲-۳- ارزیابی رنگ پوسته

آنالیز رنگ پوسته و مغز کیک در فاصله زمانی یک روز پس از پخت، از طریق تعیین سه شاخص  $L^*$ ،  $a^*$  و  $b^*$  صورت پذیرفت. شاخص  $L^*$  معرف میزان روشنی نمونه می‌باشد و دامنه آن از صفر (سیاه خالص) تا ۱۰۰ (سفید خالص) متغیر است. شاخص  $a^*$  میزان نزدیکی رنگ نمونه به رنگ‌های سبز و قرمز را نشان می‌دهد و دامنه آن از ۱۲۰- (سبزخالص) تا ۱۲۰+ (قرمز خالص) متغیر است. شاخص  $b^*$  میزان نزدیکی رنگ نمونه به رنگ‌های آبی و زرد را نشان می‌دهد و دامنه آن از ۱۲۰- (آبی خالص) تا ۱۲۰+ (زردخالص) متغیر می‌باشد. جهت اندازه گیری این شاخص‌ها برای رنگ سنجی سطح کیک نمونه‌ها به صورت کامل داخل دستگاه تصویربرداری قرار و با وضوح ۳۰۰ پیکسل تصویر برداری شد، سپس تصاویر در اختیار نرم افزار Image J قرار گرفت [۱۳].

#### ۲-۲-۴- اندازه گیری رطوبت و افت وزنی

تعیین میزان رطوبت نمونه‌های نان به روش مصوب AACC-2000 به شماره ۴۰-۴۴ انجام و برای افت وزنی، پس از توزین تیمار قبل و بعد از مرحله پخت و تفاضل آن بر وزن نمونه اولیه محاسبه شد.

#### ۲-۲-۵- اندازه گیری بافت

آزمون پروفیل بافت (TPA) از نمونه‌های برش داده شده از قسمت مرکزی کیک به ابعاد ۲×۲×۲ سانتیمتر با استفاده از دستگاه آنالیز ربافتی (کوپا مدل TA) ساخت ایران انجام و

1. Hardness
2. Cohesiveness
3. Springiness
4. Resilience
5. Chewiness

پخت انجام داد اینگونه گزارش کرد که امولسیفایر داتم باعث افزایش حجم و بهبود بافت و ثبات خمیر می‌شود [۱۹]. لیبیل و همکاران (۱۹۹۹) نیز تایید نمودند که برای غلبه بر کاهش حجم می‌توان از امولسیفایرها استفاده کرد بطوریکه اگر میزان امولسیفایر خیلی کم باشد نمی‌تواند وظیفه خود را مبنی بر کاهش دانسیته بدرستی انجام دهد [۲۰]. از طرفی وان و همکاران (۲۰۲۱) نیز اثر افزایش حجم نمونه‌ها در تیمارهای حاوی داتم در مقایسه با نمونه شاهد را گزارش نمودند [۳].

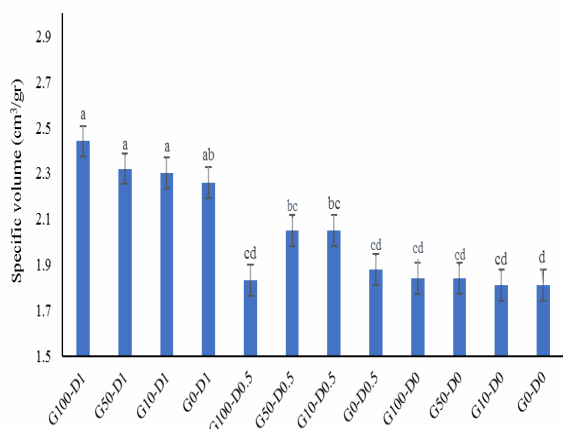


Fig 1 Effect of DATEM & Glucose oxidase on specific volume of cupcake

گلوکز اکسیداز بر روی حجم مخصوص نمونه‌های تحت مطالعه معنی دار نبود و کمترین دانسیته به نمونه حاوی یک درصد امولسیفایر داتم با ۱۰۰ppm گلوکز اکسیداز تعلق گرفت (شکل - ۱). در توجیه این تغییرات ایجاد شده توسط آنزیم می‌توان گفت اکسیژن فعال در پراکسید هیدروژن حاصل از اکسیداسیون گلوکز و آب، سبب تبدیل باندهای سولفیدریل به دی سولفید و تقویت شبکه گلوتنی و استحکام خمیر و بهبود ظرفیت نگهداری گاز در بافت محصول شده است [۱۶ و ۱۷ و ۱۸].

نتایج به دست آمده با نتایج محققینی که به بررسی اثر امولسیفایر بر روی محصولات پختی پرداخته بودند همخوانی داشت بطوریکه باقرزاده، میلانی و همکاران (۲۰۱۸) در نتایج تحقیقات خود مبنی بر اثر استفاده از امولسیفایر داتم بر روی نان، دریافتند که امولسیفایر داتم بویژه در مقدار پایین تر (مقدار ۰/۵ درصد می‌تواند سلول های کوچکی ایجاد کند و بافت بهتری را در محصول نهایی ایجاد کند [۲۸]. بوکر و همکاران (۱۹۹۳) عنوان نمودند که افزودن امولسیفایرها به فرمولاسیون محصولات صنایع پخت سبب توزیع یکنواخت حباب‌های هوا، بهبود حجم و بافت محصول نهایی و به تاخیر انداختن بیاتی می‌گردد [۵]. همچنین لورنز (۱۹۸۳) در بررسی که بر روی داتم به عنوان امولسیفایر در محصولات صنایع



Fig 2 The effect of adding different concentrations of DATEM and Glucose oxidase on the crumb of cupcake

## ۳-۲- رطوبت

باتوجه به بررسی‌های انجام شده و نتایج به دست آمده از آنالیز آماری، نتایج بیانگر وجود همبستگی مثبت و معنی دار بین امولسیفایر داتم و محتوای رطوبتی نمونه‌ها بود بطوریکه با افزایش سطح امولسیفایر داتم محتوای رطوبتی افزایش یافت و بیشترین محتوای رطوبتی مربوط به نمونه حاوی یک درصد داتم با ۵۰ ppm آنزیم گلوکز اکسیداز گزارش شد (شکل-۳)، امولسیفایر داتم به دلیل ساختار شیمیایی، قدرت جذب آب و توانایی تشکیل کمپلکس قوی با آب دارد که این آب در طی مدت ماندگاری هم کاهش نمی‌یابد. به طور کلی یکی دیگر از نقش‌هایی که امولسیفایرها در مواد غذایی ایفا می‌کنند بهبود قابلیت مرطوب شدن و کمک به حفظ این رطوبت در طی مدت زمان ماندگاری است که به عنوان مثال در مورد محصولات پخته مانند انواع کیک، امولسیفایرها این توانایی خود را به خوبی بروز داده و در نتیجه سبب افزایش مدت زمان نگهداری محصول می‌شوند. این حفظ رطوبت در نرم شدن مغز کیک نیز کاملاً تاثیرگذار است [۲۱]. هرچند آنزیم گلوکز اکسیداز اثر معنی داری بر روی محتوای رطوبتی نمونه‌ها نداشت اما می‌توان در بررسی اثر برهمکنش فاکتورهای مورد مطالعه به این نتیجه رسید که افزودن آنزیم گلوکز اکسیداز در سطح ۱۰۰ ppm به همراه امولسیفایر داتم نسبت به نمونه فاقد آنزیم باعث افزایش محتوای رطوبتی نمونه‌ها نسبت به نمونه شاهد شد، که می‌تواند ناشی از اثر گلوکز اکسیداز بر روی تشدید واکنش‌های کاراملیزاسیونی سطحی نمونه‌ها و ایجاد یک سد در برابر خروج بخار آب از قسمت‌های داخلی نمونه‌ها باشد.

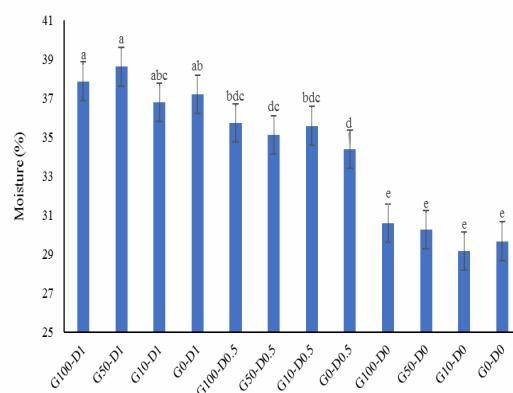


Fig 3 Effect of DATEM & Glucose oxidase on moisture of cupcake

## ۳-۳- افت وزنی

در بررسی‌ها انجام گرفته از نتایج آنالیز آماری، افت وزنی نمونه‌ها با افزایش سطح امولسیفایر داتم به شدت کاهش یافت این کاهش می‌تواند ناشی از ویژگی‌های امولسیون کنندگی داتم باشد که برهمکنش بین آب با سایر ترکیبات موجود در فرمولاسیون کیک را بواسطه کاهش کشش سطحی، بین دو فاز آبی و روغنی افزایش داده است. به طور کلی کی از نقش امولسیفایرها در مواد غذایی به ویژه محصولات صنایع پخت بهبود قابلیت جذب آب و کمک به حفظ این رطوبت در طی مدت زمان نگهداری و در نتیجه افزایش مدت زمان ماندگاری محصول است [۲۲]. در بررسی اثر تکی آنزیم گلوکز اکسیداز بر روی افت وزنی نیز با وجود عدم معنی دار بودن اثر این آنزیم بر روی فاکتور افت وزنی، در نمونه‌های فاقد امولسیفایر داتم، تیمار حاوی ۱۰۰ ppm گلوکز اکسیداز نسبت به تیمار فاقد آنزیم، افت وزنی کمتری داشت که با افزودن داتم به فرمولاسیون کیک این همبستگی نسبی تغییر کرد بطوریکه کمترین افت وزنی به تیمار حاوی یک درصد امولسیفایر داتم فاقد آنزیم گلوکز اکسیداز مربوط شد (شکل-۴).

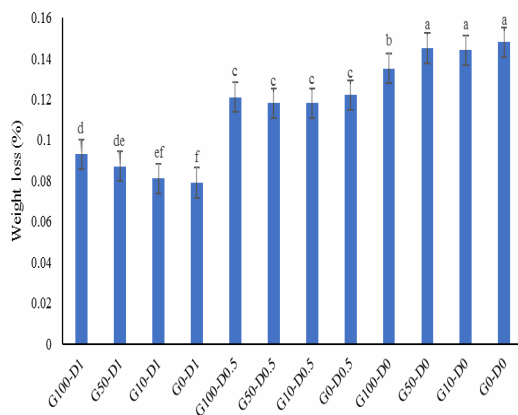


Fig 4 Effect of DATEM & Glucose oxidase on weight loss of cupcake

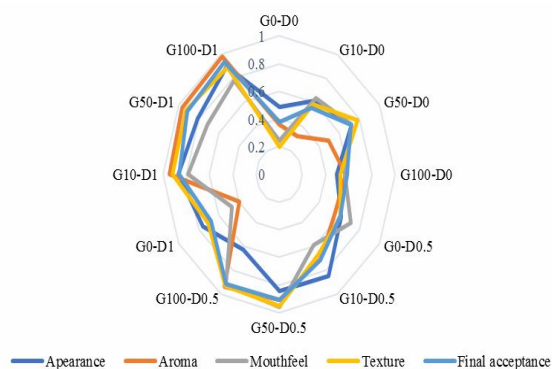
## ۳-۴- رنگ

در بررسی رنگ سطح نمونه‌ها پیوستگی مثبت و معنی داری بین غلظت آنزیم گلوکز اکسیداز و فاکتور  $a^*$  برای نمونه‌های فاقد امولسیفایر مشاهده شد که با افزودن هر دو فاکتور مورد مطالعه افزایش برای فاکتور  $b^*$  بی‌معنی بود (جدول ۱). همچنین نتایج نشان داد امولسیفایر داتم اثر مشابهی همچون آنزیم گلوکز اکسیداز بر روی کاهش فاکتور  $L^*$  تیمارهای مورد مطالعه دارد.

**Table 1** Effect of DATEM & Glucose oxidase on curst color of cupcake

Glucose oxidase (ppm)	DATEM (%)	Specifications			
		L*	a*	b*	BI
0	0	77.01 <sup>a</sup>	15.79 <sup>f</sup>	71.73 <sup>a</sup>	193.12 <sup>d</sup>
10		67.20 <sup>e</sup>	24.25 <sup>e</sup>	73.70 <sup>a</sup>	273.90 <sup>abc</sup>
50		65.19 <sup>f</sup>	30.74 <sup>cd</sup>	73.62 <sup>a</sup>	295.49 <sup>ab</sup>
100		62.99 <sup>h</sup>	39.00 <sup>a</sup>	72.43 <sup>a</sup>	313.33 <sup>a</sup>
0	0.5	73.52 <sup>b</sup>	22.08 <sup>e</sup>	71.00 <sup>a</sup>	212.42 <sup>cd</sup>
10		68.86 <sup>d</sup>	23.32 <sup>e</sup>	71.97 <sup>a</sup>	249.00 <sup>abcd</sup>
50		67.18 <sup>e</sup>	24.32 <sup>e</sup>	72.66 <sup>a</sup>	267.37 <sup>abc</sup>
100		63.62 <sup>hg</sup>	28.55 <sup>d</sup>	72.00 <sup>a</sup>	298.48 <sup>ab</sup>
0	1	72.94 <sup>b</sup>	32.16 <sup>c</sup>	73.80 <sup>a</sup>	239.16 <sup>bcd</sup>
10		71.00 <sup>c</sup>	35.96 <sup>b</sup>	72.32 <sup>a</sup>	245.59 <sup>abcd</sup>
50		67.77 <sup>de</sup>	36.90 <sup>ab</sup>	74.48 <sup>a</sup>	283.83 <sup>abc</sup>
100		64.67 <sup>fg</sup>	38.30 <sup>ab</sup>	73.89 <sup>a</sup>	310.43 <sup>ab</sup>

باقر زاده، میلانی و همکاران (۲۰۱۸) که بررسی اثر آلفا آمیلاز مالتوزینیک و داتم بر روی نان پرداخته بودند دریافتند که تمامی نمونه ها حاوی آنزیم و امولسیفایر داتم نسبت به نمونه شاهد از امتیاز بیشتری توسط ارزیابان حسی برخوردار بودند [۲۸].

**Fig 5** Effect of different concentration of DATEM & Glucose oxidase on sensory evaluation of cupcake.

### ۳-۶- ارزیابی بافت

در بررسی اثر فاکتورهای مورد مطالعه بر روی بافت کیک‌های بدست آمده سفتی و صمغیت نمونه‌ها با افزودن امولسیفایر داتم کاهش یافت بطوریکه بر خلاف اثر داتم بر روی سفتی نمونه‌ها، اثر گلوکز اکسیداز بر روی سفتی نمونه‌ها دارای همبستگی مثبت و معنی دار بود و کمترین سفتی مربوط به تیمار حاوی یک درصد داتم فاقد آنزیم گلوکز اکسیداز بود که ناشی از توانایی آنزیم گلوکز اکسیداز در بهبود شبکه گلوتنی بواسطه پراکسید هیدروژن حاصل از اکسیداسیون و کاتالیز تعاملات بین گروه‌های آزاد سولفیدریل و تسهیل تشکیل اتصالات دی سولفید می‌باشد [۲۴]. نیو و همکاران نیز (۲۰۱۸) در تحقیقات خود اثر سفت کنندگی آنزیم گلوکز اکسیداز بر روی فرآورده‌های پختی را تایید کردند [۲۵]. همچنین ترابی

با توجه به نتایج به دست آمده بر عکس فاکتور  $a^*$ ، کمترین میزان در فاکتور  $L^*$  تیمار حاوی ۱۰۰ ppm آنزیم گلوکز اکسیداز فاقد امولسیفایر داتم در مقابل نمونه شاهد بود که مطابق با (جدول ۱) افزودن داتم به عنوان یک امولسیفایر به فرمولاسیون کیک توانست با افزایش حجم و کاهش مقدار دانسیته درنمونه‌ها و از طرف دیگر با کاهش کشش سطحی و ترکیب بهتر مواد اولیه موجب بهبود قهوه ای شدن سطحی کیک در هنگام پخت شود و در بررسی فاکتور قهوه ای شدن<sup>۱</sup> به عنوان یک فاکتور مهم در فرآورده‌های پختی نمونه حاوی ۱۰۰ ppm آنزیم گلوکز اکسیداز، فاقد امولسیفایر داتم نسبت به نمونه شاهد افزایش قابل توجهی داشت. انوری نژاد و همکاران (۲۰۱۷) نیز که در بررسی خود به مطالعه اثر امولسیفایر داتم بر روی کیک اسفنجی پرداخته بودند، تاثیر امولسیفایر را بر روی فاکتور  $a^*$  و  $L^*$  را بی معنی گزارش کردند [۲۳].

### ۳-۵- ارزیابی حسی

در بررسی نتایج ارزیابی حسی، نتایج بیانگر بهبود تمام فاکتورهای مورد بررسی تیمارهای تحت تاثیر فاکتورهای مورد مطالعه نسبت به نمونه شاهد بود بصورتی که نتایج نشان داد در بررسی فاکتورهای آروما و پذیرش نهایی تیمار حاوی یک درصد امولسیفایر داتم و ۱۰۰ ppm گلوکز اکسیداز و نیز در فاکتورهای بافت و احساس دهانی تیمار حاوی ۰/۵ درصد داتم و ۵۰ ppm آنزیم گلوکز اکسیداز بیشترین امتیاز را توسط ارزیابان به خود اختصاص دادند (شکل-۵). که در بررسی‌های کلی نمونه‌های حاوی فاکتورهای مورد بررسی نسبت به نمونه شاهد با وجود شرایط پخت یکسان از امتیاز بیشتری برخوردار بودند.

6. Brown index

پرداختند [۲۶ و ۲۷]. پیوستگی نیز به عنوان یک فاکتور مهم و موثر در بیاتی محصولات پختی از اهمیت زیادی برخوردار است که با توجه به نتایج به دست آمده با افزایش داتم در فرمولاسیون کیک، پیوستگی نمونه‌ها به شدت افزایش پیدا کرد که این افزایش توسط امولسیفایر داتم برای رزیلنسی تیمارهای مورد بررسی نیز با افزایش سطح این فاکتور افزایش یافت (جدول ۲).

و همکاران گزارشی در مورد نقش امولسیفایرها به عنوان یک عامل نرم کننده و ضدبیاتی در نانوکیک منتشر نمودند و علت نرمی بافت و کاهش میزان سفتی را توانایی امولسیفایرها در تشکیل کمپلکس با نشاسته و جلوگیری از بیاتی محصول تولیدی و حفظ تازگی آن بیان کردند [۲۲]. اثر امولسیفایر بر روی ویژگی‌های سفتی بافت کیک هم راستا با نتایج محققین دیگری بود که به بررسی اثر استفاده از امولسیفایرهای مونوگلیسرید بر روی نرمی و تاخیر بیاتی فرآورده‌های پختی

**Table 2** The effect DATEM & Glucose oxidase on textural properties (Resilience, Cohesiveness, Springiness, Gumminess, Chewiness, hardness) of cupcake

Specifications						DATEM (%)	Glucose oxidase (ppm)
Resilience	Cohesiveness	Gumminess	Springiness	Chewiness	Hardness		
0.24 <sup>d</sup>	0.370 <sup>bc</sup>	813.59 <sup>c</sup>	12.070 <sup>d</sup>	122.74 <sup>ab</sup>	105.79 <sup>cd</sup>	0	0
0.27 <sup>d</sup>	0.360 <sup>c</sup>	914.67 <sup>b</sup>	12.510 <sup>acd</sup>	128.33 <sup>ab</sup>	113.00 <sup>c</sup>		10
0.25 <sup>d</sup>	0.39 <sup>ab</sup>	1034.21 <sup>a</sup>	12.975 <sup>bcd</sup>	133.705 <sup>a</sup>	131.17 <sup>b</sup>		50
0.23 <sup>d</sup>	0.370 <sup>a</sup>	1063.52 <sup>a</sup>	12.690 <sup>cb</sup>	134.69 <sup>a</sup>	154.76 <sup>a</sup>		100
0.27 <sup>cd</sup>	0.420 <sup>cd</sup>	693.81 <sup>d</sup>	14.600 <sup>abcd</sup>	100.02 <sup>bc</sup>	92.59 <sup>efg</sup>	0.5	0
0.26 <sup>d</sup>	0.415 <sup>abcd</sup>	735.46 <sup>cd</sup>	14.630 <sup>abcd</sup>	105.24 <sup>abc</sup>	93.68 <sup>defg</sup>		10
0.25 <sup>d</sup>	0.425 <sup>abc</sup>	761.80 <sup>cd</sup>	14.830 <sup>abcd</sup>	117.65 <sup>abc</sup>	95.97 <sup>defg</sup>		50
0.24 <sup>d</sup>	0.405 <sup>abc</sup>	780.62 <sup>cd</sup>	15.760 <sup>ab</sup>	123.835 <sup>ab</sup>	100.13 <sup>de</sup>		100
0.39 <sup>a</sup>	0.450 <sup>a</sup>	555.22 <sup>c</sup>	14.880 <sup>abc</sup>	92.27 <sup>c</sup>	85.14 <sup>g</sup>	1	0
0.34 <sup>b</sup>	0.435 <sup>abc</sup>	693.34 <sup>d</sup>	15.185 <sup>abc</sup>	101.945 <sup>bc</sup>	86.48 <sup>fg</sup>		10
0.33 <sup>b</sup>	0.450 <sup>a</sup>	720.01 <sup>cd</sup>	15.220 <sup>ab</sup>	118.59 <sup>abc</sup>	90.63 <sup>efg</sup>		50
0.31 <sup>bc</sup>	0.440 <sup>ab</sup>	721.99 <sup>cd</sup>	16.225 <sup>a</sup>	121.22 <sup>abc</sup>	98.22 <sup>def</sup>		100

کیک‌های فنجانی نتایج ارزیابی حسی بیانگر اثر مثبت تمامی نمونه‌ها نسبت به نمونه شاهد بود.

## ۵- منابع

- [1] Cauvain, S. P., & Young, L. S. (2006). The Chorleywood bread process. Boca Raton: CRC Press.
- [2] Edwards, W. P. (2007). The science of bakery products. Royal Society of chemistry.
- [3] Wan-Ibadullah, W. Z., Hong, A. Y., Nor-Khaizura, M. A. R., Mustapha, N. A., Hanani, Z. N., Ismail-Fitry, M. R., & Husin, A. S. M. (2021). Effect of emulsifier diacetyl tartaric acid ester of mono-and diglycerides (DATEM) and enzyme transglutaminase on quality characteristics of rice bran croissants. International Journal of Food Studies, 10.
- [4] Carlin, G. T. (1944). A microscopic study of the behavior of fats in cake batters. Cereal Chem, 21(189).
- [5] Brooker, B. E. (1993). The stabilisation of air in cake batters-the role of fat. Food Structure, 12(3), 2.

## ۴- نتیجه گیری

با توجه به اثر آنزیم گلوکز اکسیداز و امولسیفایر داتم به عنوان دو فاکتور مورد مطالعه و نتایج حاصل از آنالیز آماری اثر امولسیفایر داتم بر روی ویژگی‌های بافتی از جمله کاهش سفتی نمونه‌ها و افزایش پیوستگی باعث بهبود ویژگی‌های بافتی کیک بعد از پخت شد، استفاده از امولسیون کننده‌ها، کاهش سطحی فاز آبی را کاهش داده و امکان ورود مقادیر بیشتر هوا را به داخل خمیر فراهم می‌کند. از آنجایی که برای ایجاد یک بافت یکنواخت به تعداد زیادی سلول‌های هوایی ریز نیاز است، دی اکسیدکربن حل شده در داخل این سلول‌ها به دام افتاده و نمی‌تواند خود به خود حباب‌های هوایی را تشکیل دهد که امر مذکور توسط امولسیفایر داتم موجب تشکیل تله‌های هوایی ریز شده و در نهایت کیک تهیه شده حجم بیشتر و بافت یکنواخت تری داشت این در حالی بود که آنزیم مورد مطالعه در مقایسه با نمونه شاهد باعث بهبود حجم و رنگ نمونه‌های حاوی گلوکز اکسیداز شد. بطور کلی به منظور بهبود کیفیت نتایج حاصل از اثر دو فاکتور بر روی

- [18] Decamps, K., Joye, I. J., De Vos, D. E., Courtin, C. M., & Delcour, J. A. (2016). Molecular oxygen and reactive oxygen species in bread-making processes: Scarce, but nevertheless important. *Critical reviews in food science and nutrition*, 56(5), 722-736.
- [19] Lorenz, K. (1983). Diacetyl tartaric acid esters of monoglycerides (DATEM) as emulsifiers in breads and buns. *Bakers Digest*.
- [20] Le Bail, A., Grinand, C., Le Cleach, S., Martinez, S., & Quilin, E. (1999). Influence of storage conditions on frozen French bread dough. *Journal of Food Engineering*, 39(3), 289-291.
- [21] Yazici, G. N., & Ozer, M. S. (2021). A review of egg replacement in cake production: Effects on batter and cake properties. *Trends in Food Science & Technology*.
- [22] Turabi, E., Sumnu, G., & Sahin, S. (2008). Rheological properties and quality of rice cakes formulated with different gums and an emulsifier blend. *Food hydrocolloids*, 22(2), 305-312.
- [23] Anvarinejad, M., & Javadi, A. (2017). The Impact of Addition of Agar Gum and Propylene Glycol Mono-stearate Emulsifier on the Qualitative and Physicochemical Properties of Sponge Cake. *Specialty Journal of Engineering and Applied Science*. 3 (1), 20-31.
- [24] Krueger, C. G., Vestling, M. M., & Reed, J. D. (2003). Matrix-assisted laser desorption/ionization time-of-flight mass spectrometry of heteropolyflavan-3-ols and glucosylated heteropolyflavans in sorghum [*Sorghum bicolor* (L.) Moench]. *Journal of agricultural and food chemistry*, 51(3), 538-543.
- [25] Niu, M., Xiong, L., Zhang, B., Jia, C., & Zhao, S. (2018). Comparative study on protein polymerization in whole-wheat dough modified by transglutaminase and glucose oxidase. *LWT*, 90, 323-330.
- [26] Azizi, M. H., & Rao, G. V. (2005). Effect of storage of surfactant gels on the bread making quality of wheat flour. *Food chemistry*, 89(1), 133-138.
- [27] Krog, N. J., & Sparso, F. V. (2004). Food emulsifiers: their chemical and physical properties. *Food emulsions*, 12.
- [28] Bagherzade, S., MOHAMMADZADEH, M. J., & Kasaei, M. R. (2018). Effect of simultaneous use of DATEM (diacetyl tartaric acid ester of monoglycerides) emulsifier and maltogenic  $\alpha$ -amylase on pan-bread quality.
- [6] McClements, D. J. (2015). Emulsion stability. In *Food emulsions* (pp. 314-407). CRC Press.
- [7] Ashwini, A., Jyotsna, R., & Indrani, D. (2009). Effect of hydrocolloids and emulsifiers on the rheological, microstructural and quality characteristics of eggless cake. *Food Hydrocolloids*, 23(3), 700-707.
- [8] Vyakhaya, J. D., & Parvez, R. Emulsifier Gel as a Cake Improver: A Review.
- [9] Palabiyik, I., Yildiz, O., Toker, O. S., Cavus, M., Ceylan, M. M., & Yurt, B. (2016). Investigating the addition of enzymes in gluten-free flours—The effect on pasting and textural properties. *LWT-Food Science and Technology*, 69, 633-641.
- [10] Xiao, F., Zhang, X., Niu, M., Xiang, X., Chang, Y., Zhao, Z., ... & Wu, Y. (2021). Gluten development and water distribution in bread dough influenced by bran components and glucose oxidase. *LWT*, 137, 110427.
- [11] Prabhasankar, P., Rajiv, J., Indrani, D., & Rao, G. V. (2006). U.S. Patent Application No. 11/505,886.
- [12] Kirbaş, Z., Kumcuoglu, S., & Tavman, S. (2019). Effects of apple, orange and carrot pomace powders on gluten-free batter rheology and cake properties. *Journal of Food Science and Technology*, 56(2), 914-926.
- [13] Ghanadrezade, m., Arianfar, a., & Sheikholeslami, z. (2017). The effect of gel emulsifier containing date and monoglyceride on rheological properties of batter and physicochemical properties of cup cake. *Iranian Journal of Food Science and Technology*. 14(70), 159-170.
- [14] Majzoobi, M., Poor, Z. V., Jamalnia, J., & Farahnaky, A. (2016). Improvement of the quality of gluten-free sponge cake using different levels and particle sizes of carrot pomace powder. *International Journal of Food Science & Technology*, 51(6), 1369-1377.
- [15] Karp, S., Wyrwicz, J., Kurek, M. A., & Wierzbicka, A. (2017). Combined use of cocoa dietary fibre and steviol glycosides in low-calorie muffins production. *International journal of food science & technology*, 52(4), 944-953.
- [16] Pant, V. (2006). Recent Developments in the Use of Enzymes in Bakery Products.
- [17] Bonet, A., Rosell, C. M., Caballero, P. A., Gómez, M., Pérez-Munuera, I., & Lluch, M. A. (2006). Glucose oxidase effect on dough rheology and bread quality: a study from macroscopic to molecular level. *Food Chemistry*, 99(2), 408-415.





## Effect of glucose oxidase enzyme and diacetyl tartaric acid ester of monoglycerides (DATEM) emulsifier on the physical and textural characteristics of cupcake

Farahmandfar, R. <sup>1\*</sup>, Mohammadzadeh Milani, J. <sup>2</sup>, DabbaghMazhari, M. <sup>3</sup>

1. Associate Professor, Department of Food Science and Technology, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University (SANRU), Iran.
2. Professor, Department of Food Science and Technology, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University (SANRU), Iran.
3. PhD student, Department of Food Science and Technology, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University (SANRU), Iran.

### ARTICLE INFO

### ABSTRACT

#### Article History:

Received 2021/ 03/ 28  
Accepted 2021/ 12/ 08

#### Keywords:

DATEM,  
Glucose Oxidase,  
Cupcake,  
Emulsifier.

**DOI:** 10.52547/fsct.19.123.233

**DOR:** 20.1001.1.20088787.1401.19.123.6.1

\*Corresponding Author E-Mail:  
[r.farahmandfar@sanru.ac.ir](mailto:r.farahmandfar@sanru.ac.ir)

Cake as a popular snack among different people in the community, especially children and adolescents. This high-energy product should have a porous texture, small holes with narrow border to have an acceptable marketability. Therefore, research and investment to achieve the desired quality and increase shelf life through the use of additives such as enzymes, emulsifiers, etc. seems necessary. In this regard, in order to improve the quality of cupcakes, which have a faster preparation than other cakes, the effect of two factors, glucose oxidase (0, 10, 50 and 100 ppm) and DATEM (0, 0.5 and 1%) was investigated. The results showed that the samples containing DATEM increased the moisture content, decreased the weight loss after baking and improved the volume and texture of the cake in terms of reducing firmness and increasing the cohesiveness and springiness. On the other hand, glucose oxidase addition decreased the firmness of the treatments caused by DATEM. However, the addition of glucose oxidase enzyme to the cake formulation improved the crust color parameters and sensory evaluation. So, the effect of glucose oxidase and DATEM, improved the sensory and quality characteristics of cupcake.