

## تأثیر ژل امولسیفایر حاوی داتم و منوگلیسرید بر خصوصیات رئولوژیکی خمیر و ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی کیک فنجان

مریم قنادرضایی<sup>1</sup>، اکرم آریان فر<sup>2\*</sup>، زهرا شیخ الاسلامی<sup>3</sup>

1- دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم و صنایع غذایی، واحد قوچان، دانشگاه آزاد اسلامی، قوچان، ایران

2- باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، واحد قوچان، دانشگاه آزاد اسلامی، قوچان، ایران

3- دانشیار بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان خراسان رضوی، سازمان تحقیقات،

آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد، ایران

(تاریخ دریافت: 94/09/28 تاریخ پذیرش: 95/01/22)

### چکیده

هیدراتاسیون امولسیفایرها و تولید ژل امولسیفایر، کارایی آنها را در صنایع پخت افزایش می دهد. در این تحقیق اثر غلظت‌های مختلف امولسیفایر داتم (5 و 10 درصد) و منوگلیسرید تقطیر شده (50 و 60 درصد) و میزان ثابت پلی گلیسرول استر (PGE 10 درصد) در فرمول ژل امولسیفایر، بر بهبود کیفیت خمیر و کیک فنجان مورد بررسی قرار گرفت. آزمایشات در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار انجام شد. ( $\alpha=95\%$ ). نتایج نشان داد که غلظت مناسب امولسیفایر داتم در فرمول ژل امولسیفایر در مجاورت با منوگلیسرید با غلظت (50 درصد)، 5 درصد می باشد که این فرمول ژل امولسیفایر سبب کاهش قوام خمیر، افت رطوبت در طی یک هفته بعد از پخت، میزان سفتی کیک و شاخص  $a^*$  و  $b^*$  مغز کیک شد و همچنین سبب افزایش PH خمیر، حجم مخصوص، میزان مؤلفه  $L^*$  پوسته و مغز و  $a^*$  و  $b^*$  پوسته کیک شد. همچنین غلظت مناسب امولسیفایر داتم در فرمول ژل امولسیفایر در مجاورت با منوگلیسرید با غلظت (60 درصد)، 10 درصد می باشد که این فرمول ژل امولسیفایر سبب کاهش PH خمیر، میزان افت رطوبت در طی یک هفته بعد از پخت، سفتی کیک و میزان مؤلفه  $a^*$  مغز کیک شد و سبب افزایش قوام خمیر، مؤلفه  $L^*$  پوسته و  $b^*$  مغز کیک شد.

کلید واژگان: کیک فنجان، ژل امولسیفایر، داتم، منوگلیسرید، خصوصیات فیزیکوشیمیایی

## 1- مقدمه

از دیرباز تاکنون، هنگامی که انسان خوردن غذاهای با منشأ حیوانی و گیاهی را آغاز نمود بدون اینکه خود آگاه باشد با امولسیون‌های غذایی سروکار داشته است. مواد غذایی مانند شیر، خامه و کره همگی امولسیون‌هایی هستند که از زمان‌های قدیم مورد استفاده مردم بوده است و هم‌اکنون نیز به اشکال مختلف مورد مصرف قرار می‌گیرد.

با پیشرفت زمان و افزایش رشد جمعیت، تقاضای مردم جهت دستیابی به منابع غذایی جدید و متنوع نیز افزایش یافته است. به موازات آن گسترش علم و فناوری، استفاده از امولسیفایرهای با منشأ طبیعی و بعد از آن امولسیفایرهای ساختگی و با ماهیت شیمیایی مورد توجه و تحقیق قرار گرفت و همین تحقیقات منجر به تولید طیف بسیار وسیعی از انواع امولسیفایرها، با کاربردهای متفاوت جهت تولید فرآورده‌های غذایی امولسیونی شده است. به طور کلی امولسیفایرها با استفاده از مکانیسم‌های کاهش کشش بینابینی در سطوح حد فاصل بین دوفاز، ایجاد دافعه بین قطرات فاز پراکنده در نتیجه ایجاد بارهای الکتریکی همنام بر روی سطح قطرات، تشکیل فازهای میانی در سطوح حدفاصل بین دوفاز به شکل فازهای کریستال مایع، سبب تثبیت و افزایش ویسکوزیته و پایداری امولسیون می‌گردند. [1]

از طرفی پایداری امولسیون به شرایطی که امولسیون در آن شکل می‌گیرد بستگی دارد این شرایط نه تنها به اجزاء اصلی امولسیون یعنی فازهای پیوسته و پراکنده مربوط می‌گردد بلکه به غلظت امولسیفایر، درجه حرارت امولسیون و شرایط فیزیکی امولسیفایر (کریستاله یا مایع بودن آن) مربوط می‌شود.

یکی از عوامل مهم و موثر در ثبات امولسیون‌ها نحوه افزودن اجزاء تشکیل‌دهنده امولسیون‌ها در هنگام ساخت آن است. برای مثال افزودن لیستین به فاز فنجان 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 [2].

امولسیون‌هایی که از امولسیفایرها و روغن‌های غیر اشباع تهیه شده‌اند و همچنین امولسیونی که از امولسیفایرها و روغن‌های اشباع شده تهیه گردیده است، بسیار پایدارتر از امولسیون‌هایی

1. stearyl lactylate
2. propylenglycol mono stearate
3. sorbitan mono stearate
4. poly sorbate
5. lecitin
6. tunneling

هستند که امولسیفایر آن از روغن‌های به طور متوسط اشباع و یا مخلوطی از اشباع و غیر اشباع هستند [1].

محصولات تهیه شده از آرد گندم یکی از پر مصرف ترین مواد غذایی را در تمام جهان شامل می‌شود. در این میان کیک‌ها محبوبیت ویژه ای دارند و در نزد مردم به عنوان غذایی خوشمزه، دلپذیر و با ویژگی‌های حسی ویژه تلقی می‌شوند. 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 [3].

به طور کلی خمیر کیک مجموعه‌ای از امولسیون روغن در آب، کف (امولسیون حباب‌های هوا در فاز آبی) و یک سیستم کلونیدی 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 گرفته‌اند [4].

وجود امولسیفایرها در کیک مهم است. تولید یک کیک مناسب و با کیفیت خوب به اقتباس و نگهداری حباب‌های هوا در داخل خمیر و باقی ماندن این حباب‌های هوا در خمیر در طول فرآیند پخت تا زمانی بافت کیک تشکیل گردیده و استحکام پیدا کند بستگی دارد. امولسیفایرهای مورد مصرف در تهیه انواع کیک عبارتند از: منوگلیسریدها و مشتقات آن، استارویل لاکتیلات<sup>1</sup>، پرویلن گلایکول منو استئارات<sup>2</sup>، سوربتان منو استئارات<sup>3</sup>، پلی سوربات<sup>4</sup>، لیستین<sup>5</sup> [1 و 5].

استفاده از منوگلیسریدها در مارگارین مخصوص کیک به میزان 0/2 تا 4/0 درصد سبب هوادهی در خمیر و افزایش حجم و نرمی بافت در کیک می‌شود [6].

سدیم استارویل 2-لاکتیلات طبق مطالعات مشخص شده موثرترین راه برای کاهش یا حذف سوراخ‌های ایجاد شده در کیک بدون بروز سایر مشکلات، افزودن 0/18 درصد سدیم استارویل لاکتیلات می‌باشد. این امولسیفایر از طریق تأخیر ژلاتیناسیون از پدیده تولینگ<sup>6</sup> جلوگیری می‌کند. شورتینگ مورد استفاده در فرمول کیک اگر همراه امولسیفایرهایی مثل سدیم استارویل لاکتیلات باشد ایجاد بافت نرم و سلولهای

حجم مخصوص، بافت و رنگ کیک، مورد بررسی قرار خواهند گرفت.

## 2- مواد و روش‌ها

### 2-1- مواد

#### 2-1-1- مواد لازم جهت تولید ژل امولسیفایر به شرح ذیل می‌باشد:

امولسیفایر: امولسیفایرهای مورد استفاده از کارخانه پارس بهبود آسیا تهیه شد، امولسیفایرهای مورد نیاز تا لحظه مصرف در سردخانه نگهداری گردید

آب مقطر: آب مقطر مصرفی از شرکت آبان خریداری شد و در محیط آزمایشگاه نگهداری گردید

گلیسرول: گلیسرول مصرفی از شرکت Timer Network sdn Bhd وارداتی از کشور مالزی تهیه گردید

سوربیتول: سوربیتول مصرفی از شرکت بازرگانی امید تهیه گردید.

پروپیلن گلیکول: پروپیلن گلیکول مصرفی از شرکت صنایع شیمیایی کیمیاگران امروز تهیه گردید و در محیط آزمایشگاه نگهداری گردید.

مواد اولیه مورد استفاده جهت تولید کیک فنجانی به شرح ذیل می‌باشد.

آرد گندم: آرد گندم مخصوص تولید این کیک، آرد نول نرم بوده که از کارخانه آرد خراسان در کیسه‌های 50 کیلوگرمی تهیه شده و در انبار سرد نگهداری شد. ویژگی‌های آرد گندم مورد استفاده برای تولید کیک به شرح زیر می‌باشد:

رطوبت (14 درصد)، پروتئین (5/8 درصد)، خاکستر (48 درصد)، PH (6/2 درصد).

تخم مرغ مورد استفاده نیز از شرکت تالونگ یک روز قبل از تولید روزانه کیک تهیه و در یخچال نگهداری شد. وانیل مورد استفاده با نام تجاری VANILLA از شرکت AROMA تهیه شد. روغن نباتی، مایع از شرکت لادن تهیه شد.

بیکینگ پودر با نام تجاری مهسا از فروشگاه‌های معتبر خریداری شد. شکر مصرفی دارای کریستالهای ریز سفید که در بسته‌های 15 کیلوگی خریداری و در انبار جهت مصرف نگهداری شد. و شربت اینورت از شرکت سیمرخ در بطری یک لیتری تهیه گردید.

ظریف کرده و سبب افزایش ماندگاری در کیک می‌شود [6 و 7].

طبق مطالعات، افزودن 0/4 - 0/2 درصد منوودی گلیسرید به مارگارین کیک، سبب بهبود هوادهی بهتر در خمیر کیک می‌شود. امولسیفایرها زمانی که به صورت ژل بوده و در تولید کیک مورد استفاده قرار می‌گیرند کیک ژل نامیده می‌شود. به طور کلی استفاده از کیک ژل<sup>1</sup> در خمیر کیک باعث توزیع هوای بسیار یکنواخت‌تر در آن می‌شود که در نتیجه ویسکوزیته افزایش یافته و سبب بهبود بافت و حجم کیک می‌شود. امولسیفایرها به فرم آلفا، بهترین تأثیر را در حفظ حباب‌های هوا و سرعت مخلوط کردن و یکنواختی خمیر دارند. [8 و 9]

آلفا ژل متشکل از پروپیلن گلیکول منواستارات و استرهای پلی گلیسرول و منوگلیسریدها پایدارتر از مابقی امولسیفایرها هستند [10 و 11].

ریچارد سون و همکاران (2002)، توزیع هوا در کف را از طریق ارزیابی دانسیته سلولی مورد ارزیابی قرار دادند. در خمیر کیک، همه امولسیفایرهای آلفا ژل، دانسیته سلولی را از طریق افزایش هوادهی، کاهش دادند [12].

عزیزی و همکاران (2004) ژل امولسیفایرهای گلیسرول منواستارات تقطیر شده، داتم، گلیسرول، منواستارات و سدیم استارویل لاکتیلات را با آب تهیه نمودند. افزودن این ژل‌ها سبب کاهش جذب آب، افزایش مقاومت خمیر و همچنین بهبود خصوصیات اکستنسوگراف خمیر آرد گندم تا درجات مختلف بهبود شدند. [13]

استفاده از روغن‌های حاوی امولسیفایر به‌خصوص برای تهیه کیک ضمن تسهیل عمل مخلوط کردن اجزای کیک موجب بالا رفتن آب مصرفی نیز می‌گردد و این امر سبب تأخیر در بیاتی خواهد شد [14].

ژل امولسیفایر دارای پلی سوربات 60، باعث افزایش حجم مخصوص کیک و نرمی و حفظ رطوبت در کیک می‌شود [15]. مشخص شده آلفا ژل پایدار حاوی منو گلیسرید و پلی گلیسرول استر سبب افزایش ماندگاری و افزایش هوادهی در کیک می‌شود [16].

هدف از انجام این تحقیق استفاده از امولسیفایرهای داتم، منو-گلیسرید، پلی گلیسرول استر به صورت ژل می‌باشد. در این تحقیق تأثیر ژل امولسیفایرها بر قوام و pH خمیر، رطوبت،

1. gel cake

### 3- روشها

#### 3-1- تولید ژل امولسیفایر

ژل با استفاده از مقادیر ثابت فرمول (شامل 10 قسمت پلی گلیسرول استر، و 6 قسمت استیک اسید استر منو گلیسرید، 7 قسمت سدیم استئاروویل لاکتیلات، پلی‌ال‌ها (20 درصد) و آب (56 درصد) و مقادیر متغیر امولسیفایر داتم در دو سطح (5-10 درصد) و امولسیفایر منوگلیسرید در دو سطح (50-60 درصد) تولید شدند. ابتدا مواد تشکیل‌دهنده فرمول ژل امولسیفایر با یکدیگر مخلوط شده و سپس تحت شرایط هم زدن مداوم، مخلوط تا دمای 70 درجه سانتی‌گراد حرارت داده شد و سپس ژل‌ها در اثر سرد کردن تشکیل شدند.

فرمول ژل A: مقادیر ثابت + 5 درصد داتم + 50 درصد منوگلیسرید

فرمول ژل B: مقادیر ثابت + 10 درصد داتم + 50 درصد منوگلیسرید

فرمول ژل C: مقادیر ثابت + 5 درصد داتم + 60 درصد منوگلیسرید

فرمول ژل D: مقادیر ثابت + 10 درصد داتم + 60 درصد منوگلیسرید

#### 3-2- روش تهیه کیک

آرد (32/7 درصد)، شکر (15/7 درصد)، اینورت (6/54 درصد)، تخم مرغ (19/6 درصد)، روغن (10/47 درصد)، نمک (0/13 درصد)، بیکنینگ پودر (0/26 درصد)، آب (13/8 درصد)، ژل امولسیفایر (0/69 درصد) بود. [17]

به منظور تولید خمیر کیک فنجانی مواد لازم نظیر آب، روغن، شکر، آرد، تخم مرغ، شربت اینورت، نمک، بیکنینگ پودر، ژل امولسیفایر با توجه به فرمولاسیون وزن شدند.

در ابتدا تخم مرغ کامل، شکر و نصف مقدار آب و ژل امولسیفایر مدت 2 دقیقه با دور متوسط در مخلوط‌کن (مدل Moulinex 150W ساخت فرانسه با سرعت 128 دور در دقیقه)، همزده شد و سپس روغن اضافه شده و به مدت 1 دقیقه، مخلوط گردید. در مرحله بعد بیکنینگ پودر، وانیل، نمک و اینورت اضافه شد و به مدت 1 دقیقه مخلوط گردید و در مرحله بعد مابقی آب اضافه شد و به مدت 30 ثانیه مخلوط گردید. در مرحله آخر آرد الک شده و به مخلوط اضافه گردید و به مدت 2 دقیقه با دور بالا مخلوط گردید.

عمل هم زدن خمیر در تمامی مراحل به کمک همزن یک کیلونی انجام گرفت. پس از صاف و یک دست شدن خمیر، خمیر در قیف‌های پارچه‌ای مخصوص کیک ریخته شد و با وزن مشخص 40 گرم در قالب‌های کاغذی نسوز مخصوص کیک ریخته شد. پس از چیدن قالبها در سینی، سینی‌ها در طبقه وسط فر (فر آزمایشگاهی گردان با هوای داغ Zuccihelli formi ساخت ایتالیا) با دمای 170 درجه سانتی‌گراد قرار داده شد و عمل پخت به مدت 20 دقیقه انجام شد. پس از خروج سینی‌ها از فر، مرحله سرد کردن کیک‌ها انجام شده و سپس کیک‌ها بسته‌بندی شدند و جهت انجام آزمایشات به آزمایشگاه منتقل شدند.

#### 3-3- روش آزمون

##### 3-3-1- آزمون‌های خمیر کیک

##### PH-1-1-3-3

pH خمیر مطابق با روش آرون پان لوپ و همکاران (1996) و توسط یک pH متر (Metrohm 691) ساخت کشور سوئیس اندازه‌گیری شد. در عمل ابتدا توسط آب دو بار تقطیر محلول 15 درصد از خمیر کیک تهیه و سپس محلول به مدت 15 دقیقه بوسیله یک بهم زن مغناطیسی هم زده شد. پس از اتمام این مدت زمان محلول به مدت 10 دقیقه در دمای آزمایشگاه به حالت سکون قرار گرفت و در نهایت pH آن اندازه‌گیری شد.

##### 3-3-1-2- قوام

برای اندازه‌گیری قوام خمیر از قوام‌سنج بوستویک استفاده گردید این دستگاه دارای محفظه‌ای مکعب مستطیل شکل یا نیمه استوانه‌ای با دو خانه کوچک و بزرگ است که خمیر درون خانه کوچک ریخته شده بعد از آزاد کردن تیغه مخصوص بین دو خانه مسیر طی شده توسط خمیر در زمان معین قرائت و مسافت طی شده توسط خمیر به عنوان قوام ثبت گردید.

##### 3-3-2- آزمون‌های کیک فنجانی

##### 3-3-2-1- اندازه‌گیری میزان حجم مخصوص کیک

برای اندازه‌گیری حجم مخصوص از روش جایگزینی حجم با دانه کلزا مطابق با استاندارد شماره 10-072-2000) AACC استفاده شد. برای این منظور ابتدا قطعه‌ی جدا شده از هر نمونه‌ی کیک به ابعاد 4x4 سانتی متر با ترازوی دیجیتال توزین گردید. سپس حجم استوانه مدرج به میزان 250 میلی

از آزمون دانکن استفاده شد. نرم افزار مورد استفاده جهت این آزمون‌ها Mstat-C بود.

#### 4- نتایج بحث

##### 4-1- قوام خمیر

همان طور که در شکل 1، مشاهده می‌گردد ژل امولسیفایر دارای 60 درصد منوگلیسرید و 10 درصد داتم دارای بیشترین قوام می‌باشد و تفاوت معنی‌داری در سطح  $P < 0/05$  در بین چهار نمونه ژل امولسیفایر وجود دارد. زیرا امولسیفایر داتم به دلیل ساختار شیمیایی سبب افزایش جذب آب خمیر شده و همین عامل سبب افزایش قوام خمیر گردد. کروگ و همکاران (1978)، بیان کردند توزیع مناسب ذرات هوا در خمیر کیک، ویسکوزیته خمیر را افزایش می‌دهد و منجر به ایجاد حجم و بافت بهتر در محصول نهایی می‌شود.

اگرچه در منابع عملی اثر امولسیفایر بر ویژگی‌های خمیر مطالعه شده است (استامفی و همکاران 1996، عزیززی و همکاران 2003) ولی این مطالعات عمدتاً روی خصوصیات فارینوگرافی و اکستنسوگرافی خمیر متمرکز بوده و مطالعه روی ویژگی‌های آمیلوگرافی از جمله ویسکوزیته خمیر بسیار اندک است. [18].

کوچکی (1383)، نیز با بررسی افزودن امولسیفایرهای مختلف بر ویسکوزیته خمیر گزارش کرد امولسیفایرها به طور معنی‌داری ویسکوزیته خمیر را نسبت به نمونه شاهد افزایش داده و با افزایش غلظت، این روند افزایشی ادامه داشته و به اثبات رسیده است. همچنین نتیجه گرفت شدت افزایش ویسکوزیته به ساختمان شیمیایی و نوع امولسیفایر بستگی دارد. [19].

##### 4-2- PH خمیر

همان‌طور که در شکل 2 ملاحظه می‌گردد، غلظت‌های مختلف امولسیفایر داتم و منوگلیسرید اثر معنی‌داری بر PH خمیر داشتند  $P < 0/05$  بطوریکه در فرمولاسیون حاوی 10 درصد داتم و 60 درصد منوگلیسرید، کمترین PH مشاهده گردید. امولسیفایر داتم به دلیل ساختار شیمیایی در فرمول مولکولی خود دارای انیدرید استیک است که سبب کاهش PH شده و با افزایش غلظت داتم از 5 درصد به 10 درصد، PH کاهش پیدا کرده است [6].

لیتر با دانه‌ی ارزن جایگزین شد. آنگاه قطعه‌ی 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 شد.

##### 3-2-3-2- ارزیابی بافت کیک

ارزیابی بافت کیک در فاصله زمانی یک هفته پس از پخت با استفاده از دستگاه بافت‌سنج براساس روش روندا و همکاران (2005)، انجام گرفت. حداکثر نیروی مورد نیاز برای نفوذ یک پروب استوانه‌ای (با قطر 2 سانتی متر و ارتفاع 2/3 سانتی) با سرعت 60 میلی‌متر در دقیقه از مرکز کیک، به عنوان شاخص سفتی محاسبه گردید. نقطه شروع و نقطه هدف به ترتیب 0/05 نیوتن و 25 میلی‌متر بود.

##### 3-2-3-3- ارزیابی رنگ پوسته و مغز کیک

آنالیز رنگ پوسته و مغز کیک در فاصله زمانی یک هفته 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 100 (سفید خالص) متغیر است. شاخص  $a^*$ ، میزان نزدیکی رنگ نمونه به رنگ‌های سبز و قرمز را نشان می‌دهد و دامنه آن از 120- (سبز خالص) تا 120+ (قرمز خالص) متغیر است. شاخص  $b^*$ ، میزان نزدیکی رنگ نمونه به رنگ‌های آبی و زرد را نشان می‌دهد و دامنه آن از 120- (آبی خالص) تا 120+ (زردخالص) متغیر می‌باشد. جهت اندازه‌گیری این شاخص‌ها ابتدا برشی به ابعاد 4 در 4 سانتی‌متر از کیک فنجانی تهیه گردید و به وسیله اسکنر (مدل: HP Scanjet G3010) با وضوح 300 پیکسل تصویربرداری شد، سپس تصاویر در اختیار نرم افزار Image J قرار گرفت.

##### 3-2-3-4- اندازه گیری درصد رطوبت کیک

جهت انجام این آزمایش از استاندارد (AACC، 2000) شماره 44-16 استفاده گردید. برای این منظور نمونه‌ها در فاصله زمانی یک هفته پس از پخت، در آون (مارک Jeto Tech، مدل OF-O2G، ساخت کشور کره جنوبی) با حرارت 105- 100 درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند.

##### 3-3-3- طرح آماری و آنالیز داده‌ها

آزمایشات برپایه طرح کاملاً تصادفی مورد ارزیابی قرار گرفت بدین منظور نمونه‌های حاوی فرمول‌های متفاوت ژل امولسیفایر در سه تکرار تهیه و آزمون‌های مربوط در مورد آنها انجام گردید. جهت مقایسه میانگین‌ها و بررسی اثرات تیمارها

## 3-4- افت رطوبت

همان‌طور که در شکل 3 مشاهده می‌گردد کمترین میزان افت رطوبت در صورت بکارگیری ژل امولسیفایر دارای 60 درصد منوگلیسرید و 10 درصد داتم ایجاد شده است و تفاوت معنی‌داری در سطح  $P < 0/05$  در میزان افت رطوبت در بین چهار نمونه امولسیفایر وجود دارد.

به دلیل افزایش میزان غلظت داتم از 5 درصد به 10 درصد در فرمول ژل امولسیفایر، میزان افت رطوبت کیک کاهش یافته است، 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 تأثیر گذار است [1].

در همین راستا کلورگ و همکاران (1984) عنوان کردند که اندازه‌گیری سرعت از دست رفتن رطوبت کیک در طی فرآیند پخت به طبیعت سیستم امولسیفایری به کار رفته در محصول وابسته است. در نتیجه به کارگیری این ترکیبات سبب می‌شود که محصول نهایی از رطوبت بالاتری برخوردار باشد و حفظ این میزان رطوبت در طی مدت زمان ماندگاری نیز بهتر انجام گیرد [20].

آشونینی و همکاران (2009)، دریافتند که امولسیفایرهای سدیم استتارویل‌لاکتیلات و منوگلیسرول استتارات قادر به افزایش میزان رطوبت کیک بدون تخم مرغ می‌باشند [21].

کریمی و عزیز (1376) نیز در ارزیابی تأثیر سدیم استتارویل‌لاکتیلات بر کیفیت نان تافتون به این نتیجه رسیدند که در نان‌های حاوی این امولسیفایر حفظ و رطوبت بیشتر است.

ترابی و همکاران (2008) دریافتند که ترکیباتی نظیر صمغ و امولسیفایر به دلیل طبیعت آبدوست خود با آب واکنش داده و سبب کاهش انتشار آب و پایداری حضور آن در سیستم می‌شوند که همین امر در افزایش جذب آب و حفظ رطوبت محصول نهایی در حین فرآیند پخت و نگهداری موثر خواهد بود [22].

## 4-4- حجم مخصوص کیک فنجان

همان‌طور که در شکل 4 مشاهده می‌گردد با افزایش غلظت داتم از 5 درصد به 10 درصد تفاوت حجم مخصوص به طور معنی‌داری افزایش یافته است و حداکثر میزان حجم مخصوص با غلظت مناسب امولسیفایر منوگلیسرید (50 درصد) ایجاد شده است.

وایت هورست (2004) دریافتند که امولسیفایرها ترکیباتی هستند که قابلیت نگهداری و احتباس حباب‌های هوا را در خمیر کیک افزایش می‌دهند. ضمن اینکه پایداری این حباب‌ها را افزایش داده و از بهم چسبیدن و اتلاف آنها در طی هم زدن خمیر در فرآیند پخت جلوگیری می‌کنند و بدین طریق یکی از اصلی‌ترین نقش‌های خود در تولید کیک، یعنی بهبود فرآیند هوادهی ایفا می‌کنند و در نهایت باعث افزایش حجم مخصوص محصول نهایی می‌گردند [6].

سبیر (2007)، ترابی و همکاران (2008)، آشونینی و همکاران (2009)، کروگ و همکاران (1985)، بنیون (1990)، ول وکیو (1975)، شوستر و آدامز (1984) شپاردویول (1976) نیز محققین دیگری بودند که به قابلیت امولسیفایرهای مختلف مانند لستین، گلیسرول منواستتارات، سدیم استارویل‌لاکتیلات و سایر امولسیفایرها در افزایش حجم کیک‌های مختلف پی بردند [6 و 20-22].

هنری (1995) پی برد که در ارتباط با تأثیر  $E_{471}$  در افزایش حجم کیک نیز می‌توان استدلال کرد که اساساً بسیاری از مشتقات منوگلیسریدها این قابلیت را دارند که با تشکیل فیلم‌های کریستال آلفا در اطراف حباب‌های هوا، آنها را در درون بافت خمیر به دام اندازند و بدین گونه حجم نهایی کیک را افزایش می‌دهند [23].

بنیون (1990) دریافت که امولسیفایرها با کاهش کشش سطحی فاز چربی قابلیت پخش شدن آن را در خمیر کیک بهبود می‌بخشند که در نتیجه سبب افزایش حجم کیک و نرمی مغز آن می‌شوند [24].

کروگ و همکاران (1985) بیان نمودند در کیک‌های بدون چربی یا با چربی پایین از امولسیفایرها در فرم ژل به عنوان عامل هوادهی استفاده می‌شود [20].

هنری (1995) دریافت که منوگلیسریدها به صورت خالص به فرم بتا هستند اما اگر در مجاورت یک امولسیفایر مناسب کمکی با آب حرارت داده شوند به فرم آلفا در آمده که در این

جلوگیری از ایجاد پوسته ناصاف و چین خورده در محصول نهایی می‌باشد.

پاکباتن و همکاران (2015) بیان نمودند که تغییرات سطح، مسئول روشنایی آن است و سطوح منظم و صاف نسبت به سطوح چین‌دار توانایی بیشتری در انعکاس نور و افزایش میزان مؤلفه  $L^*$  دارند [25].

رابرت جی (2004)، با افزودن پلی‌گلیسرول استر حفظ و نگهداری رطوبت در کیک در طی نگهداری دارای ثبات بیشتری می‌شود [6].

#### 4-6-2- اثر نوع ژل امولسیفایر بر مؤلفه $a^*$ پوسته کیک فنجان

این شاخص نشان‌دهنده قرمزی یا سبزی رنگ می‌باشد طبق جدول شماره 1 ملاحظه می‌گردد بین چهار تیمار کمترین میزان مربوط به ژل امولسیفایر حاوی 5 قسمت داتم و 60 قسمت منوگلیسرید می‌باشد.

#### 4-6-3- اثر نوع ژل امولسیفایر بر مؤلفه $b^*$ پوسته کیک فنجان

این شاخص بیانگر میزان آبی یا زرد بودن رنگ است. طبق نتایج که در جدول مشاهده می‌گردد در بین چهار فرمول از نظر آماری در سطح  $P < 0/05$  تفاوت معنی‌داری وجود کمترین میزان ژل امولسیفایر فرمول C که حاوی 5 قسمت داتم و 60 قسمت منوگلیسرید است به خود اختصاص داد.

#### 4-6-4- رنگ مغز کیک فنجان

#### 4-6-4-1- اثر ژل امولسیفایر بر مؤلفه $L^*$ مغز کیک فنجان

$L^*$  در واقع به معنی روشنی می‌باشد و هرچه مقدار عددی این شاخص بیشتر باشد نشان‌دهنده رنگ روشن‌تر و بهتر محصول است.

همانطور که در جدول 2، مشاهده می‌گردد تفاوت معنی‌داری در سطح  $P < 0/05$  میزان کاهش  $L^*$  مغز کیک فنجان در بین چهار نمونه ژل وجود دارد غلظت مناسب امولسیفایر داتم و منو گلیسرید که سبب افزایش  $L^*$  مغز کیک شد، 50 درصد منو گلیسرید در کنار 5 درصد داتم می‌باشد. این مخلوط به دلیل یکنواخت و ریز نمودن حباب‌های هوا، سبب روشنی مغز کیک می‌شوند.

وایت هورست (2004) بیان نمود که با استفاده از امولسیفایرها حباب‌های هوا به صورت یکنواخت و ریز در تمام قسمت‌های

حالت دارای قدرت کشش سطحی بوده و باعث هوادهی در کیک می‌شوند [23].

#### 4-5- سفتی بافت کیک فنجان

همانطور که در شکل 5، مشاهده می‌گردد بین سفتی بافت کیک فنجان تولید شده با چهار نمونه ژل تفاوت معنی‌داری وجود دارد، بطوریکه کمترین میزان سفتی در نمونه تولید شده با ژل امولسیفایر، حاوی 5 درصد داتم و 50 درصد منو گلیسرید ایجاد شده است.

ورود امولسیفایر به داخل بخش ماریچ زنجیره‌ی آمیلوز و جلوگیری از ایجاد پیوندهای هیدروژنی بین زنجیرهای مختلف آمیلوز با یکدیگر عامل کلیدی و اساسی بر حفظ ژلاتینه برای نشاسته و جلوگیری از سفتی محصول توسط امولسیفایر می‌باشد، و همان‌طور که بیشتر اشاره شد یکی از کلیدی‌ترین اعمال امولسیفایرها قابلیت آنها در واکنش با نشاسته و در نتیجه ممانعت از بروز پدیده رترورگیداسیون و در نهایت سفت و چسبنده شدن محصول است از بین تمامی امولسیفایرها با درجه خوراکی منوگلیسرید و سدیم استئارویل لاکتیلات، کارآمدترین ترکیبات تشکیل‌دهنده کمپلکس با نشاسته هستند که در نتیجه قادر به تأخیر در پدیده بیاتی بوده و زمان ماندگاری و تازگی کیک را افزایش می‌دهند.

در همین راستا بنیون (1990)، کروگ و همکاران (1985)، عزیزی و همکاران (2005)، کوچکی و همکاران (1385)، آدریژوه (1376) و ترابی و همکاران (2008) گزارشی درباره نقش  $E_{471}$  (منوگلیسرید) به عنوان یک عامل نرم کننده و ضد بیاتی در انواع مختلف نان و کیک منتشر کردند [18-20 و 24]

#### 4-6-6- رنگ پوسته کیک فنجان

#### 4-6-6-1- اثر ژل امولسیفایر بر مؤلفه $L^*$ کیک فنجان

همانطور که در جدول 1 مشاهده می‌گردد تفاوت معنی‌داری در سطح  $P < 0/05$  میزان افزایش  $L^*$  کیک فنجان چهار نمونه ژل وجود دارد.  $L^*$  در واقع به معنی روشنی می‌باشد و هرچه مقدار عددی این شاخص بیشتر باشد نشان‌دهنده رنگ روشن‌تر و بهتر محصول است. به‌طوری‌بیشترین میزان  $L^*$  پوسته مربوط به غلظت مناسب امولسیفایر داتم در کنار منوگلیسرید که 50 درصد گلیسرید و 5 درصد داتم می‌باشد به‌طورکلی به نظر می‌رسد علت افزایش مؤلفه  $L^*$  با افزایش ژل امولسیفایر دارای غلظت بالای منوگلیسرید استر در کنار داتم، حفظ و نگهداری بهتر رطوبت در حین فرآیند پخت و

4-6-4-3- اثر نوع ژل امولسیفایر بر مؤلفه \*b مغز کیک

فنجانی

طبق نتایج پژوهش که در جدول 2 مشاهده می‌گردد در بین چهار فرمول از نظر آماری در سطح  $P < 0/05$  تفاوت معنی‌داری وجود دارد. کمترین مقدار \*b مربوط به فرمول حاوی 5 قسمت داتم و 50 قسمت منوگلیسرید می‌باشد و بیشترین مقدار \*b مربوط به فرمول حاوی 60 قسمت داتم و 10 قسمت منوگلیسرید می‌باشد.

خمیر پخش می‌شوند و در طول زمان پخت خروج هوا از این

حباب‌ها به شکل یکنواخت صورت می‌گیرد. [6]

4-6-4-2- اثر نوع ژل امولسیفایر بر مؤلفه \*a مغز کیک

فنجانی

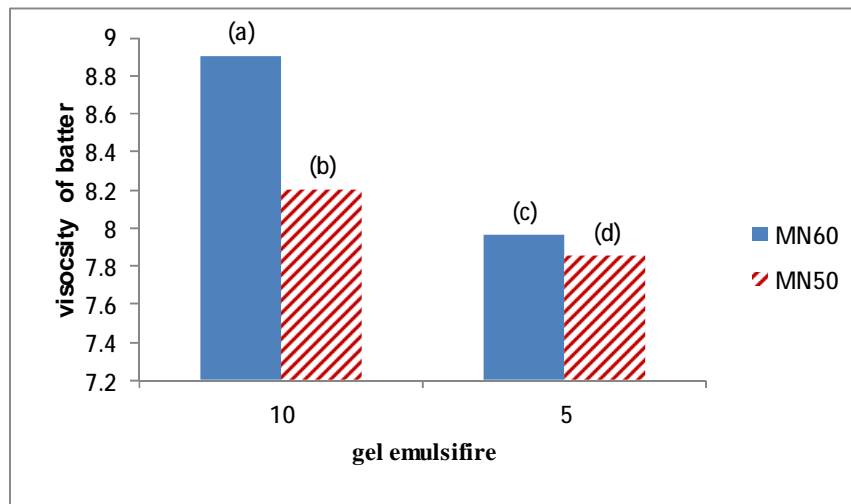
طبق نتایج پژوهش که در جدول 2 آمده است ملاحظه می‌گردد در بین چهار فرمول از نظر آماری در سطح  $P < 0/05$  تفاوت معنی‌داری وجود دارد کمترین مقدار \*a در بین چهار فرمول مربوط به ژل امولسیفایر حاوی 5 قسمت داتم و 50 قسمت منوگلیسرید می‌باشد.

**Table1** The effect of different gel emulsifier on curst color of cup cake

(-) Curst color			Gel emulsifier
b*	a*	L*	
20/70 ± 0/02 <sup>a</sup>	7/06 ± 0/02 <sup>b</sup>	53/71 ± 0/27 <sup>a</sup>	A
19/33 ± 0/07 <sup>b</sup>	7/85 ± 0/03 <sup>a</sup>	52/80 ± 0/09 <sup>b</sup>	B
15/72 ± 0/03 <sup>d</sup>	5/87 ± 0/03 <sup>d</sup>	46/42 ± 0/08 <sup>d</sup>	C
16/98 ± 0/4 <sup>c</sup>	6/39 ± 0/03 <sup>c</sup>	48/55 ± 0/18 <sup>c</sup>	D

**Table 2** The effect of different gel emulsifier on crumb color of cup cake

(-) Crumb color			Gel emulsifier
b*	a*	L*	
15/36 ± 0/01 <sup>d</sup>	-2/32 ± 0/06 <sup>d</sup>	73/99 ± 0/03 <sup>a</sup>	A
16/37 ± 0/03 <sup>b</sup>	-1/92 ± 0/01 <sup>c</sup>	73/02 ± 0/03 <sup>b</sup>	B
16/10 ± 0/02 <sup>c</sup>	-1/73 ± 0/02 <sup>b</sup>	69/03 ± 0/02 <sup>d</sup>	C
17/28 ± 0/03 <sup>a</sup>	-1/68 ± 0/02 <sup>a</sup>	70/98 ± 0/04 <sup>c</sup>	D



**Fig 1** The Effect of different concentration of dattam and monoglyceride on viscosity of batter



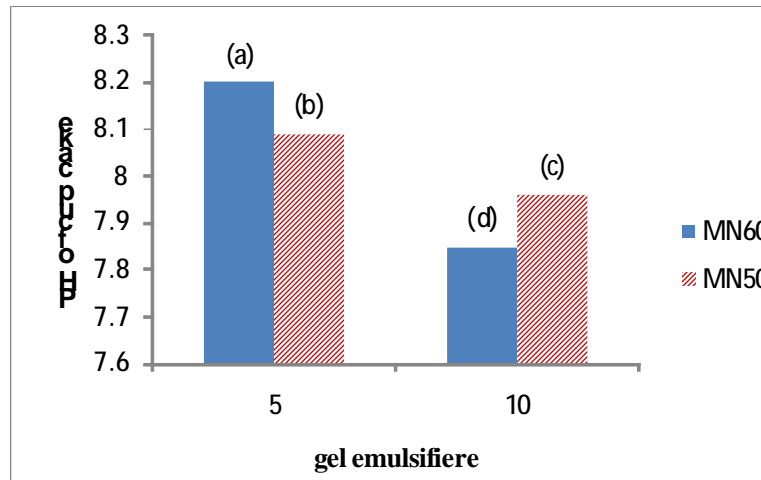


Fig 2 The Effect of different concentration of datem and monoglyceride on PH of cup cake

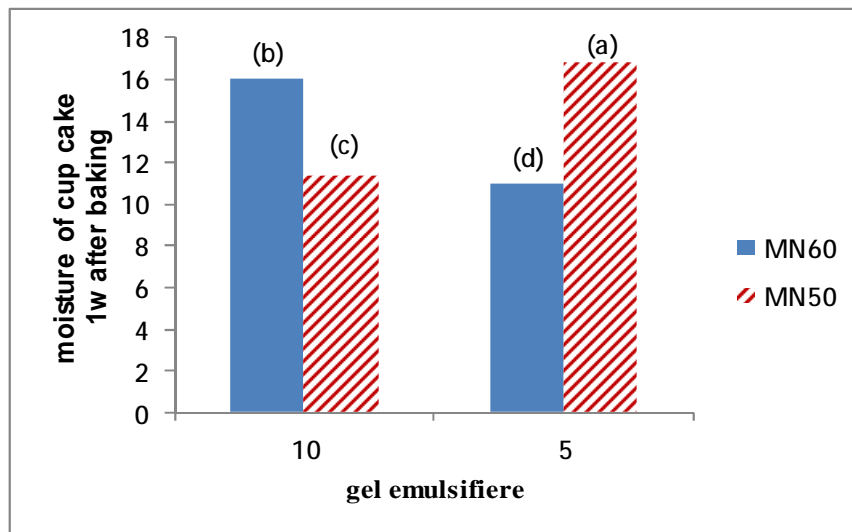


Fig 3 The Effect of different concentration of datem and monoglyceride on moisture of cup cake( 1w after baking)

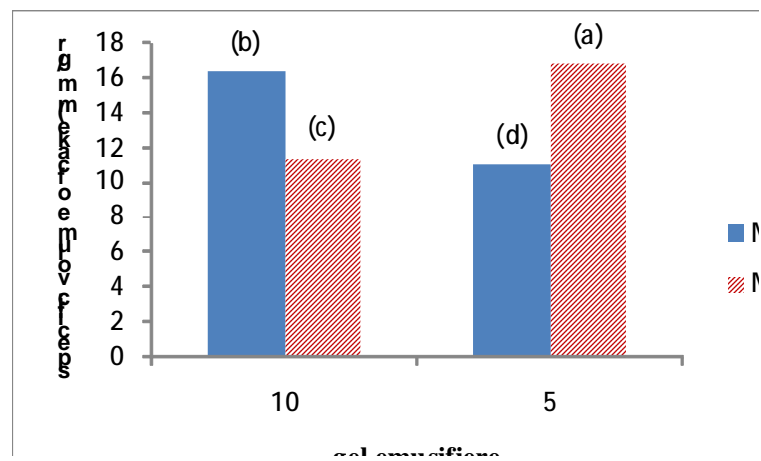


Fig 4 The Effect of different concentration of datem and monoglyceride on specific volume of cup cake

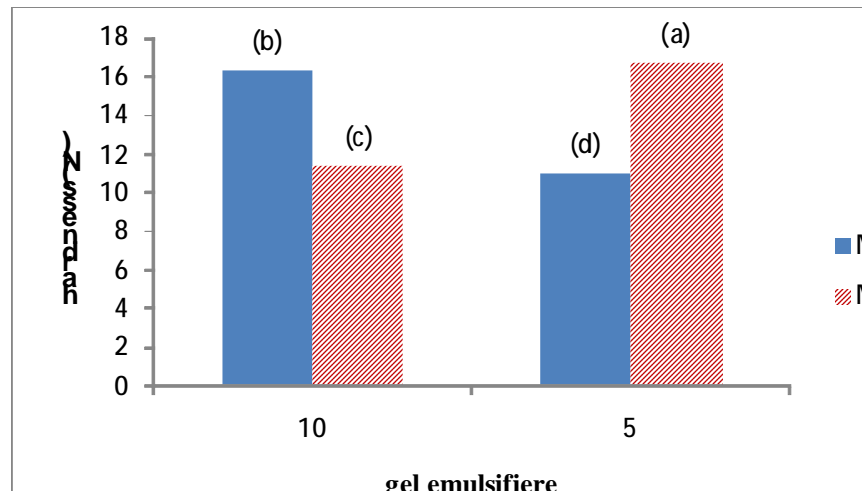


Fig 5 The Effect of different concentration of datem and monoglyceride on hardness of cup cake

- [8] A.sein, J.A Verheij, W.G.M. Agterof, 2002, Rheological characterization, crystallization and gelation behavior of monoglyceride gels J.Coolid Interface Sci, 249(2), 412-422.
- [9] Steven Baker, 2010, Maximizing the use of food emulsifiers, PP:14-17.
- [10] Doucet, Jim, 1998, Delivery system based alpha dispersion of an emulsifier in an aqueous solution of suger. WO patent 99/25207.
- [11] Shireed S and Charles A., 2007, monoglyceride and their compositions and processes of producing the sauer, Us patent 2007/0009643.
- [12] Richardson, G., Bergenståhl, B., Langton, M., Stading, M. and Hermansson, A. 2004. The function of (alpha)-crystalline emulsifiers on expanding foam surfaces. Food Hydrocolloids, 18(4): pp. 655-663.
- [13] Azizi, M.H. and Rao, G.V. 2004. Influence of selected surfactant gels and gums on dough rheological characteristics and quality of bread. Journal of Food Quality, 27: pp.320-336.
- [14] Payan, R., 1384, Introduction to technology of cereal products, Tehran, Aezh Publishing, PP; 314-315.
- [15] Gerad L. H asenhuetl and Richard w.Hartei, 2008, Food emulsifiers and their application, New York, springer science+Business media, LLC, PP;266-269.
- [16] Clude E, Stauffer, 2005, Bailey's industrial oil and Fats products, John Wiley&Sons, Inc, PP:247-250.
- [17] Pichan Prabhasankar et al. 2006, Cake Composition with an Emulsifier, US Patent 2006/0286278 A1.

## 5- نتیجه گیری

نتایج پژوهش نشان داد که ترکیب ژل حاوی امولسیفایر داتم (10 درصد) و مونوگلیسرید (60 درصد)، بیشترین اثر را در افزایش قوام خمیر و کاهش افت رطوبت کیک یک هفته بعد از پخت داشت. همچنین ترکیب ژل شامل امولسیفایر داتم (5 درصد) و مونوگلیسرید (50 درصد) بیشترین اثر را در افزایش حجم مخصوص L\* پسته مغز، کاهش سفتی کیک به خود اختصاص داد.

## 6- منابع

- [1] Torabizadeh, H, 1381, Food Emulsions and Emulsifiers, Tehran, Aezh Publishing, PP:21-1.
- [2] McClements, David, 2005, Food Emulsions Principles, Partices and Techniques, New York, CRC perss, PP:6-20.
- [3] Stanly p. Caurain and Lindas. Young, 2006, Baked products: Science, Technology and Practice, UK, Blackwell Publishing P:1.
- [4] Edwards, W.P., 2007, The Science of Bakery products, UK, RSC, P:225-230.
- [5] Del Vecchio A, 1975, Emulsifiers and their use in soft wheat products, Baker's Dig, PP: 49,28-35,52.
- [6] Whitehurst, RJ, 2004, Emulsifier in Food Technology, UK, Blackwell Publishing, PP: 53,220,82,218-219.
- [7] Silvia RE, 2000, Uses of  $\alpha$ -Crystalline emulsifiers in the sweet goods industry, cereal Foods World 45:405-11.

- [22] Turabi, E., Sumnu, G., and Sahin, S. 2008. Rheological properties and quality of rice cakes formulated with different gums and an emulsifier blend. *Food Hydrocolloids*, 22:305-312.
- [23] Henry, C. 1995. Monoglycerides: the universal emulsifier. *Cereal Foods World*, 40(10):734-738.
- [24] Bennion, M. 1990. Fats, Frying, and Emulsions. In: *Introductory Foods*. Macmillan Publishing Co., New York, Chapter13, pp. 219-249.
- [25] Pakbaten, S, Karimi, M& Elhamirad.A. Sheikholeslami , Z, 2015, effect of sonication and emulsifier (E471) on emulsification and improvement of cup cake, *Food Iranian Science and Technology Research journal* Vol 11, No1, P:29-37.
- [18] Azizi, M.H. and Rao, G.V. 2005. Effect of storage of surfactant gels on bread making quality of wheat flour. *Food Chemistry*, 89: pp. 133-138.
- [19] Kuchaki, A, 1382, Modeling the factors affecting shelf life of Iranian flat bread, Thesis.
- [20] Krog, N.J. and Sparsø, F.V., 2004, *Food Emulsifiers: Their Chemical and Physical Properties*, in *Food Emulsions*, (editors: S.E. Friberg and K. Larsson). Marcel Dekker: New York. pp. 45-91.
- [21] Ashwini, A., Jyotsna, R., and Indrani, D. 2009. Effect of hydrocolloids and emulsifiers on the rheological, microstructural and quality characteristics of eggless cake. *Food Hydrocolloids*, 23:700-707.

## The Effect of gel emulsifier Containing Datem and monoglyceride on rheological properties of batter and physicochemical properties of cup cake

Ghanadrezaee, M. <sup>1</sup>, Arianfar, A. <sup>2\*</sup>, Sheikholeslami, Z. <sup>3</sup>

1. MSc. Graduated student, Department of Food Science and Technology, Quchan Branch, Islamic Azad University, Quchan, Iran.

2. Young researchers and elite club, Quchan Branch, Islamic Azad University, Quchan, Iran.  
Associate Professor of Agricultural Engineering Research Department, Khorasan Razavi Agricultural and Natural Resources

(Received: 2015/12/19 Accepted: 2016/04/10)

Hydration of Emulsifiers and production of gel emulsifiers increases performance of them in bakery industry. The aim of this study was to investigate the effect of different concentration of DATEM (5,10 percent) and distilled monoglyceride (50,60percent) and constant level of polyglycerol ester (10percent) in gel emulsifier formulation on physicochemical properties of batter (pH and viscosity) and physicochemical and rheological properties of cup cake (color, specific volume, texture and moisture content). Experiments were investigated in a completely randomized design in 3 replications ( $\alpha=95\%$ ). The result showed that the best concentration of DATEM by 50 percent of monoglyceride was 5 percent. These gel formulations decreased viscosity of batter, moisture content (1 week after cooking), hardness of cake and  $a^*$  and  $b^*$  of crumb of cake and increased pH of batter, specific volume of cake and  $L^*$  of crumb and crust of cake. As well as the appropriate concentration of DATEM by 60 percent of monoglyceride was 10 percent. Also these gel formulations increased viscosity of batter and decreased pH of batter also these gels decreased moisture content (1 week after cooking) and hardness of cake and  $a^*$  of crumb of cake. Increased  $L^*$  of crumb and crust of cake and  $b^*$  of crumb of cake.

**Keywords:** Cup cake, Gel Emulsifier, Datem, Monoglyceride, Physicochemical properties

---

\*Corresponding Author E-Mail Address: [a\\_aria\\_1443@yahoo.com](mailto:a_aria_1443@yahoo.com)