بررسی امکان استفاده از امولسیفایر هیدراته در بیسکویت

فاطمه بائی[a]، بابک غیاثی طرزی[*b]

[a] دانش آموخته کارشناسی ارشد گروه علوم و صنایع غذایی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
[b] دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۷/۸/۵ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۸/۹/۲۵
DOI: 10.30495/JFTN.2021.19179 https://dorl.net/dor/20.1001.1.20080123.1400.19.1.8.5

چکیده

مقدمه: بیسکویت یکی از مهم‌ترین فرآورده‌های آردی است که به علت سهولت در تهیه، نگهداری و مصرف تولید آن رواج زیادی دارد. در بیسکویت سازی با استفاده از امولسیفایرها قابلیت پخش چربی در سیستم آرد و شکر افزایش یافته و کیفیت محصول بهبود می‌یابد. هدف از این تحقیق بررسی اثر سه نوع امولسیفایر سدیم استئارویل-۲- لاکتیلات (SSL)، مونو گلیسریدهای تقطیر شده(DMG) و داتم (DATEM) به صورت هیدراته (ژل) در بیسکویت نرم و بهینه سازی فرمولاسیون آن‌ها می‌باشد.

مواد و روش‌ها: دامنه کاربرد هر سه امولسیفایر ۰/۵– ۰/۱ درصد بر اساس وزن آرد می‌باشد. جهت تعیین تیمارها، طرح آزمایشی سطح پاسخ (RSM) و مدل اپتیمال به کار برده شد و تعداد ۲۲ تیمار مشخص گردید. پاسخ‌های تحت بررسی عبارت بودند از: قطر بزرگ و کوچک، ضخامت، سختی بافت، شاخص قهوه‌ای شدن و ارزیابی حسی.

یافته‌ها: بر اساس نتایج حاصل از آزمون‌ها، امولسیفایر سدیم استئارویل-۲- لاکتیلات، نسبت به دو امولسیفایر دیگر تاثیر بیشتری بر قطر داشته بطوری‌که در سطح ۰/۵ درصد باعث افزایشmm ۲ در قطر بزرگ و کوچک شده است اما با افزایش آن ضخامت کاهش پیدا کرده است. هم چنین مونوگلیسریدهای تقطیر شده بر قطر تاثیر مثبت داشته و اثر آن بیشتر بر قطر بزرگ مشاهده شده است. داتم موثرترین امولسیفایر بر روی بافت بوده، سطوح ۰/۳۵، ۰/۳۷، ۰/۳۹، ۰/۴۹، ۰/۵ درصد در نرمی بافت تاثیر داشتند و با افزایش آن بافت نرم‌تر می‌گردد. استفاده از امولسیفایرهای هیدراته باعث کاهش شاخص قهوه‌ای شدن نمونه‌ها گردیده است. افزایش سطح داتم در فرمولاسیون، سبب چسبندگی خمیر به دستگاه قالب زنی و ایجاد ظاهری نامناسب پس از پخت شده است.

نتیجه‌گیری: فرمولاسیون بهینه امولسیفایرهای هیدراته شامل ۰/۳۷ درصد سدیم استئارویل-۲- لاکتیلات، ۰/۴۵ درصد مونوگلیسریدهای تقطیر شده، ۰/۵ درصد داتم بود.

واژه‌های کلیدی: *امولسیفایر، بهینه‌سازی، بیسکویت نرم، روش سطح پاسخ، هیدراته*

[*] نویسنده مسئول مکاتبات email: babakghiassi@hotmail.com

مقدمه

بیسکویت‌ها محصولات پخته شده‌ی کوچکی هستند که اساسا از آرد، شکر و چربی تهیه می‌شوند. این فرآورده‌ها میزان رطوبت پایینی داشته و در صورت بسته بندی مناسب و غیر قابل نفوذ به رطوبت قابلیت ماندگاری بالایی دارند. بیسکویت‌ها در اشکال و اندازه‌های مختلف تولید می‌شوند و ممکن است پس از عملیات پخت با لایه ای از شکلات روکش داده شوند یا بین دو لایه‌ی بیسکویت با یک مغزی پرشود یا به آن‌ها سایر مواد طعم‌دار افزوده گردد. خمیر بیسکویت اساسا دو نوع می‌باشد: خمیر سخت (توسعه یافته) و خمیر نرم (کوتاه). تفاوت بین این دو از روی میزان آب لازم برای تشکیل خمیر مشخص می‌شود. در خمیرهای سخت میزان چربی و شکر نسبتا پایین و میزان آب بالا است. خمیرهای نرم آب کمتری داشته و چربی و شکر آن نسبتا زیاد می‌باشد. در این خمیرها تشکیل شبکه‌ی گلوتنی محدود بوده و به همین دلیل به آن‌ها خمیرهای نرم یا کوتاه گفته می‌شود. یکی از اقدامات اساسی در تهیه‌ی این خمیرها به منظور جلوگیری از توسعه‌ی شبکه‌ی گلوتنی، پخش یکنواخت چربی در آرد با بکارگیری امولسیفایرها است. خمیرهای نرم از لحاظ فرمولاسیون متنوع می‌باشند (Manley, 2011).

امولسیفایرها گروه بزرگی از افزودنی‌های غذایی هستند که کارکرد اصلی آن‌ها پایدار کردن دو فاز مایع غیرقابل مخلوط شدن می‌باشد. علاوه بر عملکرد مهم امولسیفایرها در ایجاد و تثبیت امولسیون‌ها، این ترکیبات دارای نقش‌های متفاوت دیگری نیز هستند که سبب کاربرد آنها در محصولات نانوایی شده است. با استفاده از امولسیفایرها امکان افزایش قابلیت پخش شدن چربی در سیستم آرد و شکر که دارای یک فاز آبی است، وجود دارد. وجود چربی‌ها در فرمول بیسکویت باعث ایجاد ماهیت خوراکی نرم بیسکویت پخته شده می‌گردد. چربی‌ها باعث کوتاه شدن رشته‌های گلوتنی خمیر شده و قابلیت اتساع خمیر را کم می‌کنند. با استفاده از امولسیفایر، چربی در خمیر بهتر پخش شده و در نتیجه از توسعه‌ی شبکه‌ی گلوتنی جلوگیری می‌شود و اثر شورتنینگی آن به میزان زیادی بهبود می‌یابد (Norn, 2014) .

یکی از فاکتورهای موثر در کارایی امولسیفایرها حالت فیزیکی آن‌ها می‌باشد. امولسیفایرهای بر پایه‌ی مونو گلیسرید، پلی مورفیک هستند و دارای چهار فرم کریستالی می‌باشند، که عبارتند از: آلفا (α)، آلفاپریم (ά)، بتا (β)، بتاپریم (β'). این امولسیفایرها در حالت پودری به فرم بتا هستند. این فرم دارای پایداری بالایی است اما کارایی آن پایین می‌باشد. مناسب‌ترین فرم فیزیکی جهت دستیابی به حداکثر کارایی امولسیفایرها، فرم آلفا می‌باشد. چنانچه امولسیفایرها با فرم بتا هیدراته شوند به فرم آلفا در می‌آیند. زمانی که امولسیفایر با ساختار کریستالی بتا در آب حرارت داده می‌شود (در دمای ۱۰-۵ درجه‌ی سلسیوس بالاتر از دمای نقطه‌ی ذوب) ساختارهای کریستالی مایع تشکیل می‌گردد. ساختمان کریستالی لایه ای، مناسب ترین حالت برای تشکیل آلفا ژل می‌باشد. در این حالت لایه‌های آب و امولسیفایر به‌صورت یک در میان در کنار یکدیگر قرار می‌گیرند (Sein *et al*., 2002).

امروزه در اغلب کشورهای دنیا بیسکویت به عنوان یک میان وعده غذایی سالم معرفی شده است. این محصول برای افراد مختلف به دلایل متعدد مناسب است. به دلیل داشتن بافت مناسب و نرم و سادگی حل شدن در شیر برای نوزادان نیز می‌تواند یک میان وعده غذایی سالم باشد. چون اغلب میکروارگانیسم‌ها در حضور رطوبت امکان رشد دارند و رطوبت بیسکویت بسیار پایین می‌باشد، به همین دلیل در بیسکویت سازی نیازی به استفاده از مواد نگهدارنده نیست و همین امر سالم تر بودن بیسکویت را اثبات می‌نماید و هم چنین به علت رطوبت بسیار پایین ماندگاری آن زیاد است (Manley, 2011) .

Manohar and Rao در سال (۱۹۹۹) از سه امولسیفایر گلیسرول مونو استئارات و سدیم استئارویل لاکتیلات و لسیتین در فرمولاسیون بیسکویت استفاده کردند. در ارتباط با بکارگیری امولسیفایر، SSL باعث افزایش ضریب پهن شدن و کاهش ضخامت بیسکویت گردید در صورتی‌که GMS و لسیتین تاثیری بر ضخامت نداشتند. نیروی لازم جهت شکستن بیسکویت‌ها در مورد GMS و لسیتین کمتر بود. هم چنین بر طبق گزارشات Sudha وهمکاران در سال (۲۰۰۷) که از امولسیفایرهای گلیسرول مونو استئارات و سدیم استئارویل لاکتیلات در خمیر بیسکویتی که چربی آن با مالتودکسترین جایگزین شده بود استفاده نمودند، به نظر می‌رسید GMS موفق‌تر عمل کرده و در بررسی ویژگی‌های کیفی بیسکویت بافت

بهتری را نسبت به SSL ایجاد نموده است.

هدف از این تحقیق استفاده از سه امولسیفایر سدیم استئارویل-۲- لاکتیلات ، مونو گلیسریدهای تقطیر شده و داتم بصورت هیدراته (ژل) در بیسکویت نرم و بررسی ویژگی‌های بیسکویت جهت دستیابی به فرمولاسیون بهینه توسط روش سطح پاسخ می‌باشد.

مواد و روش‌ها

- طراحی آزمایش

جهت تعیین تیمارها از نرم‌افزار دیزاین اکسپرت (نسخه ۸) استفاده شده است. طرح آزمایشی بکار برده، روش سطح پاسخ و مدل اپتی مال بود. متغیرهای مستقل(فاکتور) شامل سه امولسیفایر هیدراته(A) SSL ، (B) DMG و (C) DATEM هستند که دامنه‌ی استفاده از هرسه امولسیفایر ۰/۵– ۰/۱ درصد براساس وزن آرد تعیین گردید. تعداد ۲۲ تیمار توسط نرم‌افزار تعیین شد که در جدول ۱ نشان داده شده است.

تمامی مواد اولیه از شرکت صنعتی پارس مینو تهیه و تولید نمونه‌ها نیز در این شرکت با متد مربوطه انجام شد. در این تحقیق از امولسیفایرهای محصول شرکت Kerry هلند و تهیه شده از شرکت آذر نوش شکوفه استفاده شده است.

جدول ۱- فرمولاسیون ترکیب امولسیفایرهای هیدراته

Table 1- Formulation of hydrated emulsifiers

Sample	SSL	DMG	DATEM
1	0.38	0.32	0.27
2	0.50	0.25	0.10
3	0.50	0.10	0.50
4	0.10	0.10	0.10
5	0.25	0.26	0.10
6	0.25	0.50	0.10
7	0.32	0.32	0.49
8	0.32	0.11	0.28
9	0.11	0.32	0.28
10	0.10	0.50	0.50
11	0.50	0.38	0.50
12	0.21	0.21	0.39
13	0.50	0.50	0.35
14	0.38	0.32	0.27
15	0.32	0.32	0.49
16	0.10	0.50	0.22
17	0.50	0.50	0.10
18	0.50	0.25	0.10
19	0.32	0.11	0.28
20	0.28	0.50	0.37
21	0.10	0.10	0.50
22	0.11	0.32	0.28

جدول ۲- نوع و کمیت مواد اولیه مورد استفاده در فرمولاسیون بیسکویت

Table 2- Type and percentage of ingredients used in biscuit formulation

Ingredients	Percentage based on flour weight
Flour	100
Sugar	18.74
Invert syrup	6.65
Shortening	26.72
Salt	0.61
Essence	0.30
Ammonium bicarbonate	1.07
Water	10

- آماده سازی نمونه‌ها

جهت آماده‌سازی امولسیفایرهای هیدراته و تبدیل آن‌ها از حالت پودر به فرم هیدراته (ژل)، در مرحله‌ی اول دو فاز آبی و روغنی (فاز حاوی امولسیفایر) هر کدام به صورت جداگانه تا دمای مورد نظر حرارت دیده و با رسیدن دمای دو فاز به دمای مذکور، سپس فاز آبی به آرامی به فاز روغنی اضافه گردید و با سرعت پایین عملیات هم‌زدن صورت پذیرفت. با اضافه کردن فاز آبی به فاز روغنی، ترکیب حاصل در دمای مورد نظر جهت خروج حباب‌های هوا نگهداری شد (هم چنان عمل هم زدن با سرعت کم باید انجام پذیرد)، پس از این مرحله در ظرف مناسب ترکیب فوق تخلیه شده و تا سرد شدن کامل و تشکیل شبکه‌ی ژلی، در دمای اتاق نگهداری شد.

جهت تولید نمونه‌های بیسکویت ابتدا تمامی مواد اولیه بر اساس جدول ۲ توزین شد و سپس عملیات مخلوط کردن طی سه مرحله انجام گرفت .در مرحله‌ی اول که کرم زنی نامیده می‌شود شکر، شربت اینورت، شورتنینگ و ژل امولسیفایرها با یکدیگر در دستگاه مخلوط کن به مدت تقریبا ۵ دقیقه مخلوط شدند (البته زمان مخلوط کردن با توجه به نوع فرمولاسیون امولسیفایرها و غلظت ژل آنها متغیر بود) سپس در مرحله‌ی بعد نمک طعام و بی کربنات آمونیوم در مقداری از آب فرمولاسیون حل شد و به همراه اسانس وانیل به مخلوط افزوده شد و عملیات مخلوط کردن تا دستیابی به ترکیبی نیمه جامد و کرم مانند یکنواخت ادامه یافت. در مرحله‌ی پایانی آرد و آب افزوده شد (مقدار آب استفاده شده برای هر فرمولاسیون با توجه به قوام خمیر متغیر بود) و عملیات اختلاط طی زمان کوتاهی ادامه یافت. این زمان کوتاه در جلوگیری از تشکیل و توسعه شبکه‌ی گلوتنی و در نتیجه جلوگیری از سفت شدن خمیر نقش مهمی دارد. خمیر تولیدی از مخلوط کن خارج و وارد دستگاه قالب گیر چرخان گردید و پس از عملیات قالب زنی وارد فر شد. فر پخت از نوع تونلی و حداکثر دمای آن ۲۵۰ درجه سلسیوس بود. زمان پخت بیسکویت‌ها ۱۵ دقیقه بطول انجامید. پس از انجام عملیات پخت، بیسکویت‌ها به مدت ۳۰ دقیقه در دمای محیط خنک شدند و سپس در بسته‌های پلی پروپیلنی تا انجام آزمون‌ها نگهداری شدند.

- اندازه‌گیری قطر

۶ عدد بیسکویت بطور تصادفی انتخاب شد و لبه تا لبه‌ی آنها توسط کولیس کالیبره اندازه‌گیری گردید .سپس ۹۰ درجه چرخانده شد و قطر دیگر اندازه‌گیری شد و میانگین اعداد به عنوان قطر بزرگ و کوچک گزارش گردید (AACC, 2000).

- اندازه‌گیری ضخامت

۶ عدد بیسکویت بطور تصادفی انتخاب شد و روی هم قرار گرفتند و ضخامت آن‌ها توسط کولیس کالیبره اندازه‌گیری گردید و میانگین ضخامت آن‌ها محاسبه شد. سپس ضخامت هر یک بطور مجزا اندازه‌گیری شد و میانگین این اعداد به‌عنوان ضخامت گزارش گردید (AACC, 2000).

- ارزیابی بافت

جهت ارزیابی بافت از دستگاه Brookfield Texture Analyzer مدل CT3-4500g و آزمون خمش سه نقطه‌ای استفاده شد. این آزمون روشی است که برمبنای آن مقاومت ماده در برابر شکست ارزیابی می‌شود. حداکثر نیروی لازم جهت شکست بیسکویت به عنوان شاخصی از تردی در نظر گرفته می‌شود. به این معنا که نیروی کمتر به مفهوم تردی بیشتر است و بالعکس. در این آزمون نیروی وارد شده ۴/۵ کیلوگرم و سرعت آن ۰/۵ میلی‌متر بر ثانیه تعیین شد. نیروی لازم جهت شکست بیسکویت‌ها براساس نیوتن گزارش شد (Jali *et al*.,2013).

- ارزیابی رنگ

جهت ارزیابی رنگ از دستگاه Chroma Meter- Konica minolta مدل CR-400 استفاده شد و شاخص‌های رنگیL,a,b تعیین و سپس شاخص قهوه‌ای شدن (BI) از رابطه‌های ۱ و ۲ بدست آمد (Kortei *et al*., 2015).

رابطه ۱ $$X=\frac{(a+1.75l)}{(5.645l+a-3.012b)}$$

رابطه ۲ $$BI=\frac{100(X-0.31)}{0.17}$$

- ارزیابی حسی

جهت ارزیابی حسی از آزمون هدونیک ۹ امتیازی

استفاده شد (بسیار خوب-۹، خوب-۸، نسبتا خوب-۷، کمی خوب-۶، نه خوب نه بد-۵، کمی بد-۴، نسبتا بد-۳، بد-۲، بسیار بد-۱). دراین آزمون از ۱۰ ارزیاب حسی (دانشجویان صنایع غذایی) خواسته شد تا بیسکویت‌ها را از لحاظ ویژگی‌های رنگ، ظاهر، بافت، عطر و طعم ارزیابی نمایند. ارزیابی حسی تحت شرایط مشابه نور، دما و رطوبت نسبی انجام گرفت و مجموع این امتیازات به عنوان پذیرش کلی گزارش شد (Banerjee *et al.*, 2014).

- تجزیه و تحلیل آماری

در این تحقیق متغیرهای مستقل (فاکتور) غلظت‌های مختلف سه امولسیفایر SSL, DMG, DATEMو متغیرهای وابسته (پاسخ) قطر بزرگ و کوچک، ضخامت، سختی بافت، شاخص قهوه‌ای شدن و پذیرش کلی می‌باشند. جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها از روش سطح پاسخ استفاده شده است. پس از انجام آزمایشات و آنالیز داده‌ها بهینه سازی فرمولاسیون صورت گرفت.

یافته‌ها

با توجه به نتایج آنالیز واریانس داده‌ها (ANOVA) و مقادیر بدست آمده برایp-value (در سطح اطمینان ۹۵٪) اثر معناداری فاکتورها و برازش مدل مشخص گردید (جدول ۴). هم چنین با توجه به ضرایب تبیین، صحت مدل و اینکه بتواند به خوبی رابطه‌ی بین فاکتورها و پاسخ را نشان دهد، بررسی شد (جدول ۵).

- اثر فاکتورها بر قطر بزرگ

با توجه به مقادیرp-value (جدول ۴) دو امولسیفایر SSL و DMG بر روی قطر بزرگ اثر معنادار داشته‌اند در صورتیکهDATEM تاثیر معنا داری نداشته است. SSL موثرترین امولسیفایر بر روی قطر بوده است. سطوح ۰/۱، ۰/۱۱، ۰/۲۱، ۰/۲۵، ۰/۲۸ SSL تاثیری بر قطر نداشته‌اند. اثر SSL از سطح ۰/۳۲ بوده که قطر بزرگ از ۵۰mm به ۵۱mm افزایش یافته است و در بالاترین سطح یعنی ۰/۵ میزان افزایش قطر بیشتر بوده و مقدار ۵۲ mm بدست آمده است. در ارتباط با DMG نیز افزایش آن توانسته قطر بزرگ را افزایش دهد. در سطح ۰/۳۲و ۰/۵ درصد میزان افزایش قطر ۱mm بوده است. ترکیب شدن امولسیفایرهای

جدول ۳- نتایج حاصل از آزمون‌های بیسکویت

Table 3- Results of biscuit experiments

Sample	Long diameter (mm)	Short diameter (mm)	Thickness (mm)	Hardness (N)	Browning index	Overall acceptability
1	52	35	6.10	16.44	10.42	7.57
2	52	36	6.0	16.10	11.22	7.62
3	52	36	6.0	10.46	10.19	7.87
4	50	34	6.14	16.54	15.48	7.50
5	50	34	6.16	16.61	12.94	7.54
6	51	35	6.16	16.70	11.08	7.54
7	51	35	6.09	11.01	10.03	7.80
8	51	35	6.08	16.29	12.70	7.57
9	51	34	6.14	16.59	12.65	5.75
10	51	35	6.16	11.48	10.03	6.10
11	53	36	6.05	10.77	9.88	7.84
12	50	34	6.14	14.17	11.10	7.70
13	54	36	6.07	14.53	9.71	7.73
14	52	35	6.10	16.32	10.39	7.57
15	52	35	6.10	11.06	10.14	7.80
16	51	35	6.16	16.76	11.0	7.57
17	54	36	6.08	16.30	10.24	7.62
18	52	36	6.0	16.17	11.16	7.60
19	51	35	6.08	16.22	12.63	7.54
20	51	35	6.16	14.32	10.21	7.70
21	50	34	6.14	11.29	12.51	5.83
22	50	34	6.16	16.67	12.73	5.75

جدول ٤- مقادیر p-value برای مدل و فاکتورها

Table 4- p-value model and factors

p-value	Long diameter	Short diameter	Thickness	Hardness	Browning index	Overall acceptability
Model	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	0.0096
A	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	0.0006
B	0.0013	0.0074	<0.0001	0.6961	<0.0001	0.7595
C	0.4583	0.3783	0.5331	<0.0001	<0.0001	0.2421
AB		0.0019	0.0085	0.3623	0.0031	0.7879
AC		0.3897	0.2500	0.0101	0.0199	0.0433
BC		0.2078	0.3820	0.6581	0.0373	0.4471
A^2		0.0101	0.0011	0.6019		0.0120
B^2		0.0017	0.6789	0.5940		0.1905
C^2		0.4794	0.9471	0.0001		0.2717

جدول ٥- نوع مدل و ضرایب تبیین پاسخ ها

Table 5- Model type and R-Squared

	Model	R-Squared	Adj R-Squared	Pred R-Squared
Long diameter	Linear	0.8099	0.7782	0.7115
Short diameter	Quadratic	0.9629	0.9350	0.7579
Thickness	Quadratic	0.9575	0.9256	0.7891
Hardness	Quadratic	0.9967	0.9943	0.9790
Browning index	2F1	0.9556	0.9378	0.9116
Overall acceptability	Quadratic	0.7686	0.5951	0.6400

DMG و SSL با هم به مراتب سبب افزایش بیشتر در قطر گردیده است. بطوریکه وقتی ۰/۳۲ درصد DMG و SSL داریم قطر بزرگ از ۵۱mm (فقط۰/۳۲ درصد SSL) به ۵۲ mm رسیده و وقتی۰/۳۸ درصد DMG و ۰/۵ SSL داریم قطر بزرگ از ۵۲ mm (فقط ۰/۵ درصد SSL) به ۵۳mm رسیده است. در حضور۰/۵ درصد DMG و SSL قطر به ۵۴mm افزایش یافته است. (شکل ۱).

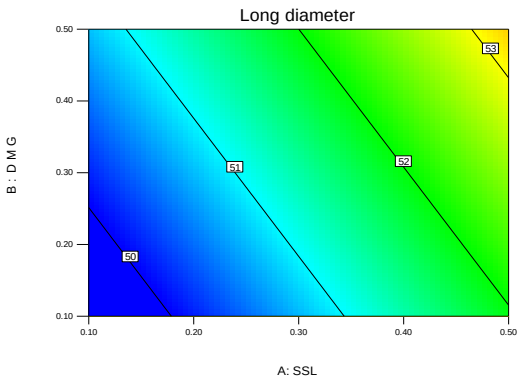

Figure 1- Contour diagram of the interaction factors on the long diameter.

شکل ۱- نمودار کانتور اثر فاکتورها بر قطر بزرگ.

- اثر فاکتورها بر قطر کوچک

با توجه به مقادیر p-value (جدول ۴) دو امولسیفایر SSL و DMG بر روی قطر کوچک اثر معنا دار داشته‌اند در صورتی‌که DATEM تاثیر معناداری نداشته است. هم چنین مقادیر p-value نشان دهنده‌ی معنادار بودن اثر متقابل SSL و DMG و مجذور آن‌ها می‌باشد. اثر SSL برقطر کوچک مانند تاثیر آن برقطر بزرگ می‌باشد. با افزایش میزان SSL قطر کوچک افزایش می‌یابد. بطوری‌که در سطح ۰/۳۲ درصد قطر کوچک ۱mm افزایش یافته و از ۳۴mm به ۳۵mm رسیده است. هم چنین در سطح ۰/۵ درصد میزان افزایش قطر بیشتر بوده و ۳۶mm بدست آمده است. اما در ارتباط با DMG اثر آن بر قطر کوچک کمتر از قطر بزرگ بوده و فقط در سطح ۰/۵ درصد قطر کوچک را افزایش داده و به ۳۵mm رسیده است (شکل ۲).

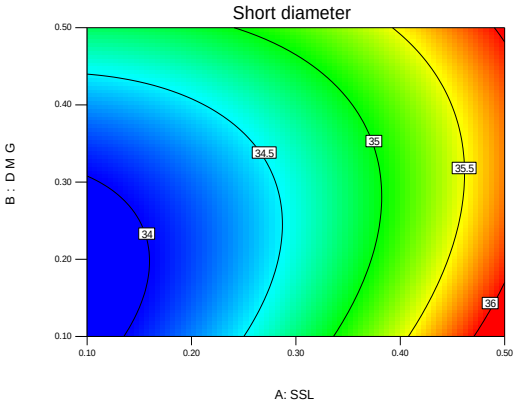

Figure 2- Contour diagram of the interaction factors on the short diameter.

شکل ۲- نمودار کانتور اثر فاکتورها بر قطر کوچک.

- اثر فاکتورها بر ضخامت

با توجه به مقادیر p-value (جدول ۴) دو امولسیفایر SSL و DMG بر روی ضخامت اثر معنادار داشته‌اند در صورتی‌که DATEM تاثیر معناداری نداشته است. هم چنین مقادیر p-value نشان دهنده‌ی معنادار بودن اثر متقابل SSL و DMG و مجذور SSL می‌باشد. با افزایش میزان SSL ضخامت بیسکویت‌ها کاهش می‌یابد. بطوری‌که در سطح ۰/۱ درصد ضخامت ۶/۱۴ mm در سطح ۰/۳۲ درصد ۶/۰۸ mm و در سطح ۰/۵ درصد mm ۶ است. DMG ضخامت را کاهش نداده است. ترکیب شدن این امولسیفایر با SSL در سطوح بالا تا حدودی توانسته از کاهش ضخامت توسط SSL جلوگیری کند. وقتی ۰/۳۸ درصد DMG و ۰/۵ SSL داریم ضخامت از ۶ به ۶/۰۵ افزایش یافته است و در ۰/۵ درصد DMG و SSL ضخامت به ۶/۰۸ رسیده است (شکل ۳).

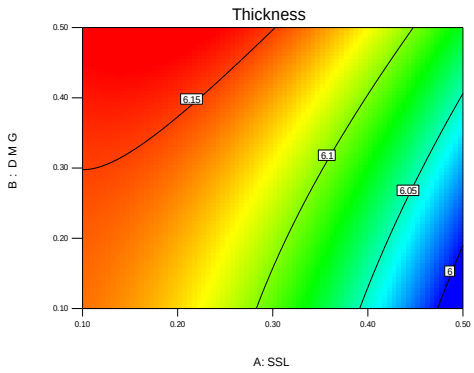

Figure 3- Contour diagram of the interaction factors on the thickness.

شکل ۳- نمودار کانتور اثر فاکتورها بر ضخامت.

- اثر فاکتورها بر بافت

با توجه به مقادیر p-value (جدول ۴) دو امولسیفایر SSL و DATEM بر روی بافت اثر معنادار داشته اند در صورتیکه DMG تاثیر معناداری نداشته است. هم چنین مقادیر p-value نشان دهنده‌ی معنادار بودن اثر متقابل SSL و DATEM و مجذور DATEM می‌باشد. داتم موثرترین امولسیفایر بر روی نرمی بافت بوده است. در ارتباط با DATEM سطوح ۰/۳۵، ۰/۳۷، ۰/۳۹، ۰/۴۹، ۰/۵ درصد، تاثیر در نرمی بافت داشتند. کمترین میزان سختی در سطح ۰/۵ درصد بوده است که در نمونه ۳ چون میزان ضخامت بیسکویت کمتر بوده است سختی بافت نسبت به نمونه‌های دیگر که دارای سطح یکسان ۰/۵ درصد DATEM هستند پایین‌تر بدست آمده است. SSL به دلیل اینکه سبب کاهش ضخامت بیسکویت‌ها می‌شود باعث کاهش سختی بدست آمده می‌گردد (شکل ۴).

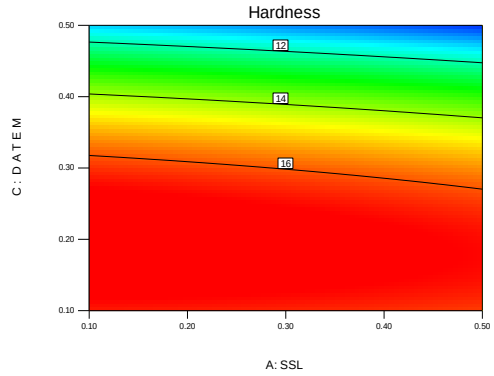

Figure 4- Contour diagram of the interaction factors on the hardness.

شکل ٤- نمودار کانتور اثر فاکتورها بر بافت.

- اثر فاکتورها بر شاخص قهوه ای شدن

با توجه به مقادیر p-value (جدول ۴) هر سه امولسیفایر و اثر متقابل آنها دارای اثر معنا دار بر شاخص قهوه‌ای شدن بودند. هر چه میزان کل امولسیفایرها (مجموع سطوح هر سه امولسیفایر) بیشتر باشد میزان کاهش رنگ قهوه‌ای افزایش می‌یابد. وقتی مجموع امولسیفایرها ۰/۳ درصد (هر امولسیفایر ۰/۱ درصد) است، این شاخص ۱۵/۴۸ می‌باشد و با رسیدن به سطح ۰/۶درصد به ۱۲/۹۴ رسیده است و در بیشترین سطح یعنی ۱/۳۵ درصد امولسیفایر به ۹/۷۱ کاهش پیدا کرده است (شکل ۵).

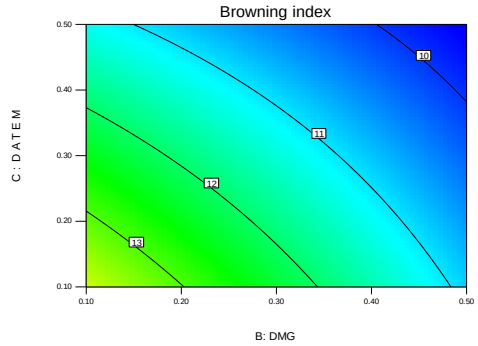

Figure 5- Contour diagram of the interaction factors on the browning index.

شکل ۵- نمودار کانتور اثر فاکتورها بر شاخص قهوه ای شدن.

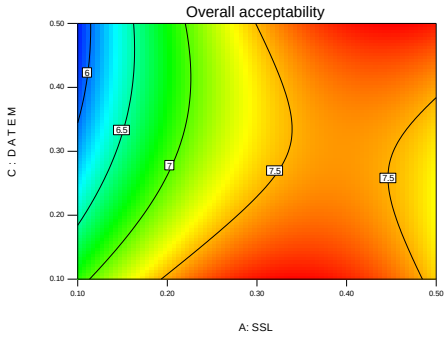

Figure 6- Contour diagram of the interaction factors on the overall acceptability.

شکل ٦- نمودار کانتور اثر فاکتورها بر پذیرش کلی.

- اثر فاکتورها بر پذیرش کلی

با توجه به مقادیر p-value (جدول ۴) امولسیفایر SSLتاثیر معنادار بر پذیرش کلی داشت هم چنین مقادیر p-value نشان دهندهی معنا دار بودن اثر متقابل SSL و DATEM و مجذور SSL میباشد. وقتی سطح DATEM بیش از دو برابر SSL بوده، باعث چسبندگی خمیر به دستگاه قالب زنی شده است و همین امرسبب شکل ظاهری نامناسب در نمونههای ۹، ۲۲ (۰/۲۸ DATEM، SSL۰/۱۱) ۱۰،۲۱(DATEM۰/۵، SSL۰/۱) و امتیاز پایین آنها در ارزیابی حسی شده است (نمودار ۱).

- بهینه سازی

ویژگیهای بهینه مورد نظر برای بیسکویت به این صورت تعیین گردید: امولسیفایرها در دامنه مورد استفاده، قطر بزرگ و کوچک، ضخامت و پذیرش کلی در مقدار بیشینه، سختی بافت در مقدار کمینه و شاخص قهوهای شدن در دامنه. در نهایت با توجه به درجهی مطلوبیت[1] (۰/۷۷۳) فرمولاسیون بهینه انتخاب شد.

پس از تعیین و انتخاب فرمولاسیون بهینه ترکیب امولسیفایرها، این ترکیب مورد آزمون قرار گرفت که نتایج بدست آمده در جدول ۷ در مقایسه با نمونه فاقد ژل (دارای لسیتین) آمده است.

جدول ٦- فرمولاسیون بهینه

Table 6- Optimal formulation

SSL	DMG	DATEM	Long diameter (mm)	Short diameter (mm)	Thickness (mm)	Hardness (N)	Browning index	Overall acceptability
0.37	0.45	0.50	53.36	35.37	6.11	10.89	9.71	8.06

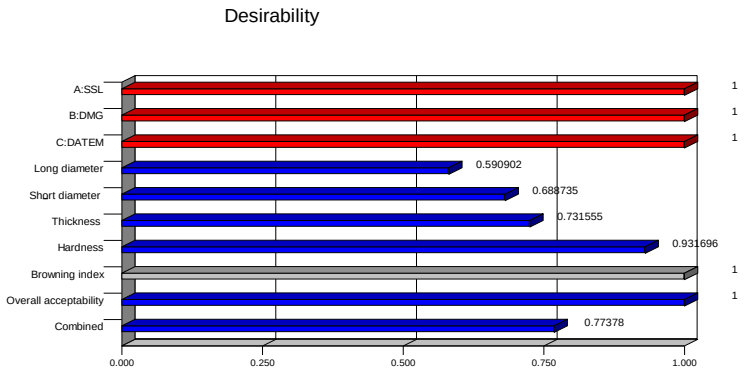

Figure 7- Desirability of factors, responses and combined.

نمودار ۱- درجه مطلوبیت فاکتورها، پاسخ‌ها و کل.

[1] Desirability

جدول۷- نتایج فرمولاسیون بهینه

Table 7- Results of optimal formulation

Sample	Long diameter (mm)	Short diameter (mm)	Thickness (mm)	Hardness (N)	Browning index	Overall acceptability
No-gel	50	34	6.14	16.98	17.18	7.48
Optimal	53	36	6.11	11.40	10.20	7.80

بحث

امولسیفایرها توانایی ایجاد کمپلکس با نشاسته را دارند در نتیجه باعث تاخیر در ژلاتینه شدن نشاسته و افزایش دمای آن می‌گردند. بنابراین فرصت بیشتری برای گسترش و پهن شدن خمیر فراهم می‌گردد. مونو گلیسریدها کمپلکس دهنده‌ی قوی نشاسته هستند اما در این تحقیق اثر آنها کمتر از SSL بوده است. این امر به این دلیل است که مونو گلیسریدها ترکیباتی لیپوفیل با HLB پایین هستند و در سیستم‌های که میزان چربی زیاد و آب کم می‌باشد مانند خمیر بیسکویت نرم، ابتدا در فاز چربی قرار می‌گیرند در حالیکه SSL یک امولسیفایر آنیونی با HLB بالا است و بیشتر در فاز آبی که نشاسته در آن بیشتر حضور دارد قرار می‌گیرد. در تحقیقی که توسط Sudha و همکاران در سال (۲۰۰۷) وManohar and Rao در سال (۱۹۹۹) انجام شد نتایج مشابهی به دست آمد. بیسکویت‌های خمیر نرم که غنی از چربی و قند هستند خمیر آنها آب کمتری دارد. یعنی اینکه آرد بطور ناقص هیدراته شده و شبکه گلوتنی را بوجود می‌آورد و زمانی که خمیر حرارت می‌بیند آب موجود برای ژلاتینه کردن نشاسته کافی نیست. این ساختار غالبا بر روی یک زمینه‌ی قندی استوار است که در اثر افزایش دما بجای سفت شدن (تشکیل ساختار به علت ژلاتینه شدن نشاسته) نرم‌تر می‌شود، بنابراین خمیرهای کوتاه غنی از قند، در طول پخت در تمام جهات منبسط می‌شوند که به دنبال آن ضخامت اندکی کم می‌شود(Manley, 2011). به دلیل اینکه اثر SSL بر افزایش قطر و انبساط در جهت طولی بیشتر بوده همین امر سبب کاهش ضخامت در اثر استفاده از آن شده است در حالیکه تاثیر DMG بر روی قطر کمتر بوده و بیشتر تاثیر بر قطر بزرگ داشته اما SSL بر روی هر دو قطر تاثیر گذار بوده است.

در مورد اثر امولسیفایرها بر بافت می‌توان چنین اظهار نمود که امولسیفایرها در جذب آب با ذرات آرد رقابت می‌کنند، به دلیل اینکه DATEM نسبت به دو امولسیفایر دیگر آب بیشتری می‌تواند جذب کند، اثر بیشتری داشته و بنابراین آب کمتری در اختیار پروتئین‌های آرد قرار گرفته، شبکه‌ی گلوتنی کم‌تر تشکیل می‌گردد و بافت نرم‌تری خواهیم داشت. این یافته‌ها با نتایج Manohar and Rao در سال (۲۰۰۲) و در سال (۲۰۰۳) مطابقت دارد.

دلیل اصلی ایجاد رنگدانه‌های قهوه‌ای واکنش میلارد است که بین قندهای احیا کننده و گروه‌های پروتئینی صورت می‌گیرد. چنین به نظر می‌رسد که امولسیفایرها با پوشش‌دهی بهتر ذرات آرد با چربی دسترسی گروه‌های پروتئینی را به واحدهای قندی کمتر کرده و در نتیجه قهوه‌ای شدن کاهش می‌یابد. هم چنین ممکن است امولسیفایرها با تاثیری که بر نشاسته گذاشته‌اند سبب کاهش دکسترینه شدن آن و در نتیجه کاهش قندها و بنابراین کاهش رنگ شوند (Manley, 2011).

DATEM چون خمیر مرطوب‌تری ایجاد می‌کند (به دلیل جذب آب بیشتر)، باعث افزایش چسبندگی در خمیر شده است. در حالیکه SSL میزان چسبندگی را کاهش می‌دهد، بنابراین حضور آن توانسته، از چسبندگی در اثر استفاده از داتم، جلوگیری کند. این یافته‌ها با تحقیقات Manohar and Rao در سال (۱۹۹۹ و ۲۰۰۲) که بر روی خمیر بیسکویت نرم صورت گرفته بود مشابه می‌باشد. شاید دلیل اینکه چسبندگی در تحقیقات دیگر که از امولسیفایر در بیسکویت استفاده شده است گزارش نشده، این باشد که در این تحقیقات روش شکل دهی به خمیر متفاوت بوده، به این صورت که خمیر بصورت دستی پهن شده و سپس از قالب برای برش استفاده می‌شد، اما در این تحقیق برای شکل دهی خمیر از دستگاه قالب زنی چرخان استفاده شده است.

نتیجه‌گیری

SSL موثرترین امولسیفایر بر روی قطر بوده است و با افزایش سطح آن قطر بزرگ و کوچک هر دو افزایش می‌یابند. اثر SSL از سطح ۰/۳۲ بوده که قطر بزرگ از ۵۰mm به ۵۱mm و قطر کوچک از ۳۴ mm به ۳۵ mm

افزایش یافته است و در بالاترین سطح یعنی ۰/۵ درصد میزان افزایش قطر بیشتر بوده و مقدار ۲mm هر دو قطر افزایش یافته است. از طرف دیگر افزایش این امولسیفایر به دلیل نقش آن درافزایش ضریب پهن شدن، سبب کاهش ضخامت بیسکویت‌ها شده است. بطوریکه وقتی در سطح ۰/۱ درصد هستیم ضخامت ۶/۱۴ mm در سطح ۰/۳۲ درصد ۶/۰۸ mm و در سطح ۰/۵درصد ۶ mm می‌باشد. امولسیفایر DMG نیز بر روی قطر تاثیرگذار بوده و با افزایش آن قطر افزایش می‌یابد. اما میزان اثرگذاری آن بر قطر بزرگ بیشتر از قطر کوچک بوده و در سطوح بالا یعنی۰/۵ درصد برقطر کوچک موثر می‌باشد. ترکیب این امولسیفایر با SSL سبب شده میزان افزایش قطر بیشتر گردد. DMG ضخامت را کاهش نداده است و ترکیب شدن این امولسیفایر با SSL در سطوح بالا تا حدودی توانسته از کاهش ضخامت توسط SSL جلوگیری کند. امولسیفایر DATEM بر روی قطر و ضخامت بیسکویت اثر معناداری نداشته است. اما موثرترین امولسیفایر بر بافت بوده و افزایش آن سبب نرمی بافت می‌گردد. کم‌ترین میزان سختی در سطح ۰/۵ درصد بوده است. SSL به دلیل اینکه سبب کاهش ضخامت بیسکویت‌ها می‌شود باعث کاهش سختی بدست آمده می‌گردد. هم چنین DATEM چسبندگی خمیر را افزایش داده و باعث چسبیدن خمیر به دستگاه قالب زنی می‌گردد. هر سه امولسیفایر در شاخص قهوه ای شدن موثر بودند و باعث کاهش شاخص قهوه‌ای شدن گردیدند. هر چه میزان کل امولسیفایرها (مجموع سطوح هر سه امولسیفایر) بیشتر باشد میزان کاهش رنگ قهوه ای افزایش می‌یابد.

با توجه به زندگی صنعتی و ماشینی امروز جامعه‌ی بشری، نیاز به استفاده از میان وعده‌ها به خصوص انواع بیسکویت به دلیل ویژگی‌های منحصر آن (عدم استفاده از مواد نگهدارنده و سالم‌تر بودن آن، ماندگاری بسیار بالا، مناسب بودن برای کودکان به دلیل سادگی حل شدن در شیر) هر روز بیشتر از روز گذشته مهم و کاربردی خواهد بود. استفاده از امولسیفایرهای SSL, DMG, DATEM بصورت هیدراته در بیسکویت نرم، بطور کلی موجب بهبود ویژگی‌های محصول می‌گردد. در نتیجه هر چند کاربرد امولسیفایرها از نظر اقتصادی هزینه‌ی بالاتری را سبب می‌گردد اما با تولید محصول مطلوب‌تر از لحاظ بافت، ظاهر، رنگ و افزایش بازار پسندی و قرار گرفتن بیشتر این محصول در سبد خرید افراد جامعه و فروش بیشتر و امکان صادرات بیشتر، این هزینه‌ی بالاتر قابل توجیه خواهد بود.

سپاسگزاری

از استاد ارجمند جناب آقای دکتر حسین باخدا، به جهت کمک‌های علمی و جناب آقای مهندس قلندرلکی، مدیریت عامل محترم شرکت خرمدره مینو و شرکت آذرنوش شکوفه که زمینه انجام این تحقیق را فراهم نمودند صمیمانه سپاسگزاریم.

منابع

AACC. (2000). Approved Methods Committee, Approved methods of the American Association of Cereal Chemists (Vol. 1).

Banerjee, C., Singh, R., Jha, A. & Mitra, J. (2014). Effect of inulin on textural and sensory characteristics of sorghum based high fibre biscuits using response surface methodology. Journal of Food Science and Technology, 51(10), 2762-2768.

Gallagher, E., O'Brien, C. M., Scannell, A. G. M. & Arendt, E. K. (2003). Use of response surface methodology to produce functional short dough biscuits. Journal of food Engineering, 56(2), 269-271.

Jali, E., Keramat, J., Hojjatoleslamy, M. & Jahadi, M. (2013). Study on the effects of replacing sucrose with sucralose/isomalt on physicochemical properties of rotary mold biscuits. Innovative Food Technologies (IFT), 49-64 [In Persian].

Hasenhuettl, G. L. & Hartel, R. W. (2008). Food emulsifiers and their applications (Vol. 19). New York: Springer.

Indrani, D. & Rao, G. V. (2003). Influence of surfactants on rheological characteristics of dough and quality of parotta. International journal of food science & technology, 38(1), 47-54.

Jyotsna, R., Prabhasankar, P., Indrani, D. & Rao, G. V. (2004). Improvement of rheological and baking properties of cake batters with emulsifier gels. Journal of food science, 69(1), SNQ16-SNQ19.

Kumar, K. A., Sharma, G. K., Khan, M. A. & Semwal, A. D. (2015). Optimization of multigrain premix for high protein and dietary fibre biscuits using response surface methodology (RSM). Food and Nutrition Sciences, 6(09), p.747.

Korley Kortei, N., Tawia Odamtten, G., Obodai, M., Appiah, V. & Toah Akonor, P. (2015). Determination of color parameters of gamma irradiated fresh and dried mushrooms during storage. Hrvatski časopis za prehrambenu

Manohar, R. S. & Rao, P. H. (1999). Effect of emulsifiers, fat level and type on the rheological characteristics of biscuit dough and quality of biscuits. Journal of the Science of Food and Agriculture, 79(10), 1223-1231.

Norn, V. (2014). Emulsifiers in food technology. John Wiley & Sons.

Payan, R. (2008). Introduction to technology of cereal products. Aeizh, 261-299 [In Persian].

Sudha, M. L., Srivastava, A. K., Vetrimani, R. & Leelavathi, K. (2007). Fat replacement in soft dough biscuits: Its implications on dough rheology and biscuit quality. Journal of Food Engineering, 80(3), 922-930.

Sein, A., Verheij, J. A. & Agterof, W. G., (2002). Rheological characterization, crystallization, and gelation behavior of monoglyceride gels. Journal of Colloid and Interface Science, 249(2), 412-422.

tehnologiju, biotehnologiju i nutricionizam, 10 (1-2), 66-71.

Lee, L. Y., Chin, N.L., Lim, C. H., Yusof, Y.A. & Talib, R. A. (2014). Saturated distilled monoglycerides variants in gel-form cake emulsifiers. Agriculture and Agricultural Science Procedia, 2, pp.191-198.

Lim, J. (2011). Hedonic scaling: A review of methods and theory. Food quality and preference, 22(8), 733-747.

Manley, D. (2011). Manley's technology of biscuits, crackers and cookies. Elsevier.

Manley, D. (2001). Biscuit, cracker and cookie recipes for the food industry. Elsevier.

Manohar, R. S. & Rao, P. H. (2002). Interrelationship between rheological characteristics of dough and quality of biscuits; use of elastic recovery of dough to predict biscuit quality. Food Research International, 35(9), 807-813.

Food Technology & Nutrition / Winter 2022 / Vol. 19 / No.1

Investigation on Possibility of Using Hydrated Emulsifier in Soft Biscuits

F. Baei [a], B. Ghiassi Tarzi [b*]

[a] M.Sc. Graduate student of the Department of Food Science and Technology, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

[b] Associate Professor of the Department of Food Science and Technology, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

Received: 27 October 2017 Accepted: 16 December 2019

Abstract

Introduction: Biscuits are one of the most important flour products, that are very popular due to its ease of production, storage, and consumption. In biscuits production using an emulsifier has increased the ability to spread fat in the flour and sugar system. The objective of this research was to investigate the effect of three emulsifier SSL, DMG, DATEM in the hydrated form in soft biscuits and optimization of the formulation.

Materials and Methods: The range of use of each emulsifier is 0.1-0.5 percent based on the weight of flour. The RSM was used to determine treatments and 22 treatments were identified. The experiments performed included measuring the long and short diameter, thickness, hardness, browning index and overall acceptability. The data were then analyzed and optimization performed.

Results: The SSL has the most effect on the diameter than the other two emulsifiers and at 0.5% concentration has increased by 2mm in diameter. But, by increasing SSL, the thickness has decreased. The DMG on diameter has a positive effect and its effect is greater on long diameter. DATEM is the most effective factor on the texture and as it increases, the texture becomes softer. The use of hydrated emulsifiers reduces browning index. Increasing DATEM, causes dough adhesion to rotary moulding and the appearance of biscuits is unacceptable.

Conclusion: By optimization, the formulation of the combination of emulsifiers was determined that included: 0.37 SSL, 0.45 DMG, 0.5 DATEM.

Keywords*: Emulsifier, Hydrated, Optimization, Response Surface Methodology, Soft biscuits.*

* Corresponding Author: babakghiassi@hotmail.com

علوم غذایی و تغذیه / زمستان ۱۴۰۰ / سال نوزدهم / شماره ۱