تاثیر امولسیفایر مونوگلیسیرید تقطیر شده و آنزیم آلفا آمیلاز مالتوژنیک بر ویسکوزیته، بافت و ویژگی‌های ساختاری کیک اسفنجی

مارال بابادی سلطان زاده[۱]، جعفر محمد زاده میلانی[۲ *]، علیرضا ریاضی[۳]

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده مهندسی زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

۲- دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده مهندسی زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

۳- دانشجوی دکترای علوم و صنایع غذایی، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

(تاریخ دریافت: ۹۵/۱۱/۱۷ تاریخ پذیرش: ۹۶/۰۱/۱۵)

چکیده

امولسیفایرها و آنزیم‌ها دو دسته از ترکیبات مهم مورد استفاده در صنایع غذایی به خصوص محصولات نانوایی هستند که سبب بهبود خصوصیات کیفی مانند حجم، بافت، تخلخل و رنگ محصول می شوند. در این پژوهش، اثر امولسیفایر مونوگلیسیرید تقطیر شده و آنزیم آلفا آمیلاز مالتوژنیک بر ویسکوزیته و ویژگی‌های کیفی کیک اسفنجی مورد بررسی قرار گرفت. به این منظور از امولسیفایر در غلظت‌های ۰، ۰/۵ و ۱ درصد وزن آرد و آنزیم در غلظت‌های ۰، ۰/۰۵ و ۰/۱ درصد وزن آرد استفاده شد. نتایج به دست آمده اثر مثبت این دو افزودنی را بر حجم مخصوص، افزایش حجم پس از پخت، شاخص‌ها، بافت، تخلخل و رنگ پوسته نشان داد. افزایش غلظت امولسیفایر سبب بهبود عملکرد آن شد در حالی که افزایش غلظت آنزیم تاثیر چشمگیری نداشت. آنزیم و امولسیفایر تاثیر معنی داری بر رنگ مغز کیک نداشتند اما آنزیم به تنهایی و به همراه امولسیفایر سبب بهبود رنگ پوسته شد. امولسیفایر به ویژه در غلظت ۱ درصد، سبب افزایش ویسکوزیته خمیر گردید. در مقابل آلفا آمیلاز مالتوژنیک سبب کاهش ویسکوزیته خمیر شد. استفاده همزمان آنزیم و امولسیفایر بهترین نتیجه را دربرداشت به طوری که در آزمون‌های حجم مخصوص، آون اسپرینگ و آنالیز بافت تیمار امولسیفایر ۱ + آنزیم ۰/۰۵ بهترین عملکرد را داشت و در آزمون‌تخلخل و شاخص‌های حجم، تقارن و یکنواختی دو تیمار امولسیفایر ۱ + آنزیم ۰/۰۵ و امولسیفایر ۱ + آنزیم ۰/۱ عملکردی تقریبا مشابه داشتند. در نهایت تیمار امولسیفایر ۱ + آنزیم ۰/۰۵ به عنوان بهترین تیمار انتخاب شد.

کلید واژگان: آمیلاز، امولسیفایر، تخلخل، ویسکوزیته

* مسئول مکاتبات: jmilany@yahoo.com

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-05]

۱- مقدمه

کیک و نان در بین دیگر محصولات نانوایی بیشترین مصرف کننده را دارند. کیفیت کیک به طور عمده به نوع مواد تشکیل دهنده، فرمولاسیون و شرایط پخت آن بستگی دارد [۱]. چالش‌ها در بازار کیک شامل کاهش هزینه، افزایش عمر مفید و کنترل کیفیت می‌باشند. مسئله مهم تفاوت در تعریف کیک در نقاط مختلف جهان است. به طور کلی کیک محصولی نانوایی است که از آرد، شکر، تخم مرغ، چربی یا روغن و عوامل ور آورنده تشکیل شده است. بافت نسبتا متراکم، مغز نرم و مزه شیرین دارند. رطوبت نهایی آن‌ها معمولا بین ۲۸-۱۸ درصد است که کمتر از نان اما بیشتر از شیرینی‌ها می‌باشد [۲].

پخت کیک‌دارای سه مرحله اصلی است: مرحله اولیه شامل گسترش خمیر و افت رطوبت است، مرحله دوم با از دست دادن بیشتر رطوبت و شروع افزایش حجم ادامه می‌یابد، و به مرحله نهایی پایداری می‌رسد که حباب‌های هوا در شبکه ماتریکسی پروتئین و نشاسته به دام می‌افتند [۳]. در طول پخت، به دلیل اثر ترکیبی تورم نشاسته و دناتوره شدن پروتئین در حضور دیگر مواد اولیه خمیر مایع به شکل جامد تبدیل می شود [٤].

با توجه به استفاده روزمره از محصولات غلات همواره تلاش‌هایی جهت بهبود خواص رئولوژیکی و افزایش کیفیت این محصولات انجام گرفته است. امولسیفایرها و آنزیم‌ها از جمله ترکیباتی هستند که به این منظور استفاده می‌شوند [۵].

تولید کیک به شدت بر عملکرد امولسیفایرها جهت هوادهی لازم و ثبات حباب‌های گاز در طول فرآیند پخت تا زمان سفت شدن کیک وابسته است. نوع و مقدار امولسیفایر مورد استفاده بر ساختار حباب و توزیع آن و در نهایت بر ساختار نهایی محصولتاثیر گذار است [٦]. مونو آسیل گلیسرول‌ها مهمترین امولسیفایر بر پایه چربی در نان و دیگر مواد غذایی هستند. این مواد می‌توانند برای جلوگیری از بیاتی و نرم کردن مغز محصولات نانوایی به کار روند. نظریه عمومی پذیرفته شده در مورد چگونگی عملکرد نرم کننده‌های مغز در کاهش سفتی، برپایه‌ی توانایی مونوگلیسیریدها در تشکیل کمپلکس با آمیلوز است [۷]. افزایش غلظت امولسیفایر بر توزیع و اندازه حباب های هوای به دام افتاده در خمیر هنگام همزدن و همچنین بافت و حجم کیک اسفنجی تاثیر گذار است [٦].

آنزیم‌ها نیز به صورت گسترده‌ای در محصولات نانوایی به کار می‌روند زیرا سبب بهبود حجم، عطر، طعم، نرمی و افزایش مدت زمان نگهداری می‌شوند. با این حال شناخت کمی از اثرات آن‌ها بر کیک صورت گرفته است [۸]. آنزیم‌ها پروتئین‌هایی هستند که به واسطه فعالیت‌های کاتالیزوری، انتخاب‌پذیری بالا و اختصاصی بودن خود شناخته می‌شوند. با این‌حال، فعالیت آن‌ها تا حد زیادی وابسته به شرایط محیطی مانند pH، دما، فعالیت آبی، قدرت یونی و حضور مولکول‌های مختلف است که می‌توانند مرکز کاتالیزوری آن‌ها را تغییر دهند [۹]. آمیلاز یکی از مهمترین و قدیمی ترین آنزیم های مورد استفاده در صنعت است. آمیلازها آنزیم هایی هستند که مولکول های نشاسته را به منظور رسیدن به محصولات متنوع از جمله دکسترین ها و پلیمرهای کوچک تشکیل شده از واحدهای گلوکز، هیدرولیز می کنند [۱۰]. آنزیم‌هایی مانند آلفا-آمیلاز مالتوژنیک می‌توانند با کاهش تبلور مجدد آمیلوپکتین و در نتیجه تاخیر در بیاتی نشاسته تاثیر مثبتی بر بافت کیک در طول نگهداری داشته باشند [۸].

تاثیر استفاده از امولسیفایرهای گوناگون و آنزیم‌ها بر ویژگی‌های کیفی کیک توسط محققان مختلف بررسی شده است. در این زمینه ساحی و آلاوا [٦] تاثیر امولسیفایرهای گلیسرول مونواستئارات و پلی گلیسرول استر و گنجایش هوا در ساختار خمیر کیک اسفنجی مطالعه کردند. از نمونه خمیر بلافاصله پس از مخلوط شدن در میکسر پیوسته، جهت مشاهده حباب‌ها، توسط میکروسکوپ نوری و یک دوربین ویدیویی تصویر برداری شد. همچنین رئولوژی خمیرها جهت بررسی خواص فیزیکی آن‌ها اندازه‌گیری شد. فاز آبی خمیر توسط سانتریفیوژ جدا شد و کشش سطحی اندازه‌گیری شد. ساختار مغز کیک‌های تهیه شده نیز توسط دستگاه آنالیز بافت بررسی شد. نتایج نشان داد افزودن امولسیفایر به اتصال آب کمک کرده و سبب کاهش سیالیت خمیر و همچنین کشش بین سطحی فاز هوا/ آب شد. افزایش غلظت امولسیفایر، توزیع و سایز حباب‌های هوای به دام افتاده در خمیر در طول مخلوط کردن و همچنین بافت و حجم کیک پس از پخت را تحت تاثیر قرار داد. در پژوهشی دیگر، لی

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-05]

و همکاران [۱۱] اثر انواع مختلف مونوگلیسیریدهای تقطیر شده در فرم ژل را بر ویژگی‌های کیک اسفنجی بررسی کردند. سه مونوگلیسیرید تقطیر شده برپایه پالم بودند و دیگری بر پایه پالم نبود. امولسیفایرها هیدراته شدند و به صورت ژل جهت ارزیابی کیک اسفنجی مورد استفاده قرار گرفتند. ساختار ژل در کلیه نمونه‌ها مشابه بود. افزایش میزان مصرفی ژل سبب افزایش ویسکوزیته خمیر، هوادهی، حجم مخصوص کیک و نرمی مغز کیک شد. در مطالعه‌ای دیگر، پرالس و استیل [۸] اثر غلظت‌های مختلف آلفا-آمیلاز مالتوژنیک و چربی را بر کیفیت تکنولوژیکی و حسی کیک مورد مطالعه قرار دادند. بهترین نتیجه از نظر کیفیت کیک (بیشترین حجم مخصوص، بالاترین محتوی رطوبت مغز و کمترین سفتی مغز) با ترکیبی از ۲۰ گرم بر ۱۰۰گرم چربی و ۱۰۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم آلفا-آمیلاز مالتوژنیک به دست آمد، که می تواند یک جایگزین برای کاهش سطح چربی این محصولات باشد. با توجه به موارد ذکر شده، هدف از پژوهش حاضر، بررسی اثر استفاده همزمان از امولسیفایر مونوگلیسیرید تقطیر شده و آنزیم آلفا آمیلاز مالتوژنیک بر ویژگی‌های کیفی کیک اسفنجی می باشد.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- مواد اولیه

آرد گندم از شرکت تولیدی آردینه ایران خریداری شد. مشخصات آرد به شرح زیر بود: چربی کل ۱/٦٪، پروتئین ۹٪، کربوهیدرات کل ٦۹/۵٪، رطوبت ۱۳/۲٪، خاکستر ۰/٤٪، امولسیفایر بکار برده شده از نوع مونوگلیسیرید تقطیر شده بود که از شرکت پارس بهبود آسیا خریداری شد و در سطوح ۰، ۰/۵ و ۱ گرم در ۱۰۰ گرم آرد به کار برده شد. آنزیم مورد استفاده از نوع آلفا آمیلاز مالتوژنیک (با منشأ باکتریایی) با نام تجاری 3DNovamyl بود که از شرکتNovozymesخریداری و در سطوح ۰، ۰/۰۵ و ۰/۱ گرم در ۱۰۰ گرم بکار برده شد. سطوح آنزیم و امولسیفایر بر اساس مطالعات و آزمایش‌های مقدماتی، انتخاب گردید. سایر مواد اولیه شامل بکینگ پودر، وانیل، شکر، تخم مرغ و روغن مایع از فروشگاه‌های مواد غذایی خریداری شدند.

۲-۲- روش تهیه خمیر

جهت تهیه کیک اسفنجی، از فرمولاسیون ارائه شده توسط کمپبل و همکاران [۱۲] با اندکی تغییراستفاده شد که به شرح زیر می‌باشد: آرد گندم۱۰۰ گرم، تخم مرغ ۱٤۰ گرم، روغن ۳ گرم، شکر ۱۱۰ گرم، بکینگ پودر ٤ گرم و وانیل ۲ گرم. در ابتدا تمام مواد اولیه توسط ترازو توزین شد. شکر، تخم مرغ و امولسیفایر به مدت ۳ دقیقه با دور بالای همزن خانگی بلک اند دکر[1] (مدل M220) زده شد تا زمانی که مخلوط خامه ای شد. سپس آرد، بکینگ پودر و آنزیم که پس از توزین به خوبی با هم مخلوط شدند به آن‌ها اضافه شد و به مدت ۳ دقیقه با دور پایین همزن زده شد. در انتها روغن به آرامی به مخلوط اضافه شد و خمیر با استفاده از یک قاشق پلاستیکی مخلوط شد. مقدار ٤۰ گرم از خمیر تهیه شده در قالب‌های دایره ای شکل با قطر ۵ سانتی متر ریخته شد و به مدت ۲۰ دقیقه در فر برقی یک طبقه (ساخت شرکت صنایع پخت مشهد) با دمای ۱۲۰°C برای المنت بالا و ۲٤۰°C برای المنت پایین پخت گردید. این مقادیر بر اساس انجام آزمایش‌های مقدماتی متعدد تعیین گردید. نمونه های تهیه شده پس از خنک شدن در دمای محیط در کیسه‌های پلی اتیلنی جهت آنالیزهای بعدی نگهداری شد.

۲-۳- حجم مخصوص

یکی از فاکتورهای مهم در تعیین کیفیت کیک حجم مخصوص می‌باشد و هرچه کیک دارای حجم مخصوص بالاتری باشد مطلوب‌تر است. حجم مخصوص کیک بر طبق روش پرالس و استیل [۸]، یک ساعت پس از پخت اندازه گیری شد. برای این منظور حجم کیک با استفاده از جایگزینی دانه ارزن محاسبه شد. ابتدا قطعه‌ای از کیک درون استوانه مدرج بزرگتر از آن قرار گرفت و سپس تا سطح بالایی استوانه بر روی آن دانه ارزن ریخته شد. با این روش حجم کیک‌ها اندازه‌گیری شد. سپس از تقسیم حجم کیک بر وزن آن حجم مخصوص با واحد cm^3/gبه دست آمد.

1. Black & Decker

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-05]

۲-٤- افزایش حجم پس از پخت[۲]

برای این منظور یک بار ارتفاع قسمت مرکزی خمیر تهیه شده اندازه گیری شد و پس از پخت کیک نیز مجددا ارتفاع همان قسمت اندازه گیری شد. اختلاف ارتفاع کیک پخته شده و خمیر به عنوان افزایش حجم پس از پخت بر حسب میلی متر بیان شد [۱۳].

۲-۵- شاخص حجم[۳]، شاخص تقارن[٤]، شاخص یکنواختی[٥]

جهت محاسبه سه مورد ذکر شده از روش الگوی AACC -91 10 (AACC, 1999) استفاده می شود. در این روش کیک به صورت عمودی از مرکز برش داده میشود و ارتفاع نمونه کیک در سه نقطه متفاوت (B,C,D) در ناحیه ای که برش داده شده اندازه گیری می شود. با توجه به این روش شاخص های حجم، تقارن و یکنواختی از فرمول های زیر محاسبه می شوند:

شاخص حجم = B + C + D

شاخص تقارن= 2C – B – D

شاخص یکنواختی= B – D

که در این جاC ارتفاع کیک در نقطه مرکزی و B وD نقاطی به فاصله ۲/٥cm از نقطه مرکز در دو سمت چپ و راست هستند [۱٤].

۲-٦- آنالیز بافت[٦]

بافت مغز کیک بر اساس روش گومز و همکاران [۱٥]، توسط دستگاه آنالیز بافت (مدل CT3، ساخت کمپانی بروکفیلد آمریکا) اندازه‌گیری شد. پروب آلومینیومی استوانه‌ای شکل با قطر ۲٥mm جهت تست فشار دو مرحله‌ای و فشردن نمونه‌ها تا عمق ٥۰٪ با سرعت ۲mm/s و زمان ۳۰ ثانیه بین فشار اول و دوم استفاده شد. نمونه‌های مغز کیک با ابعاد ۲۰mm توسط کاتر بریده شد و فاکتورهای سفتی، انسجام، فنریت، قابلیت جویدن و صمغیت اندازه‌گیری شد. نمونه‌ها درون پوشش اصلی خود نگهداری شد و جهت جلوگیری از بیاتی و تاثیر محیط بر آن‌ها، یک به یک جهت آنالیز از پوشش خارج شدند.

۲-۷- تخلخل

تخلخل مغز کیک بر اساس روش مورد استفاده توسط چیاوارو و همکاران [۱٦]، توسط سیستم آنالیز تصویر مورد بررسی قرار گرفت. برای این منظور سطح مقطع کیک پس از سرد شدن توسط تیغ تیز برش داده شد و توسط اسکنر (ساخت شرکت HP کوپرتینو آمریکا، مدل ۲٤۱۰ scanjet) با دقت[۷] ٦۰۰ (نقطه در اینچ) از آن‌ها عکس گرفته شد سپس عکس ها توسط برنامه Image-Pro plus 4.5پردازش شدند. پارامترهای آنالیز شده عبارت بودند از: قطر متوسط سلول[۸](mm)، حداقل قطر سلول‌ها[۹] (mm)، حداکثر قطر سلول‌ها[۱۰] (mm)، مساحت متوسط هر سوراخ[۱۱] (mm^2) و غیر یکنواختی[۱۲].

۲-۸- رنگ سنجی

جهت انجام این آزمون از دستگاه IMGPardazesh جهت عکسبرداری از نمونه‌ها استفاده گردید. نرم افزار مورد استفاده Colorgram نسخه۱-٥۲ شرکت ابر رایانه طبرستان بود. نمونه‌ها درون دستگاه قرار گرفت و از پوسته و مغز به صورت جداگانه عکس گرفته شد و میزان L، a وb نمونه‌ها مشخص گردید.

۲-۹- ویسکوزیته

جهت تعیین ویسکوزیته از روش لی و همکاران [۱۱] استفاده شد. به این منظور ٦۰۰ میلی لیتر از خمیر کیک بلافاصله پس از مخلوط شدن به یک بشر منتقل شد. ویسکوزیته توسط ویسکومتر بروکفیلد ساخت کشور آمریکا با اسپیندل شماره ٤ در سرعت‌های ٥، ۱۰، ۲۰، ٥۰ و ۱۰۰ دور در دقیقه اندازه‌گیری شد.

۲-۱۰- آنالیز آماری

در پژوهش حاضر، ۹ نوع کیک مختلف شامل نمونه شاهد و تیمارهای حاوی آنزیم و امولسیفایر تهیه شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها بر اساس آزمون فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی، با

2. Oven spring
3. Volume index
4. Symmetry index
5.Uniformity index
6. texture analysis

7. Resolution
8. Mean diameter
9. Min diameter
10. Max diameter
11. Mean cell area
12. Non-uniformity

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-05]

استفاده از نرم‌افزار SAS (نسخه ۹,۰) انجام شد. برای انجام مقایسه میانگین نیز از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ ($p<۰/۰۵$) استفاده شد.

۳- نتایج و بحث

۳-۱- حجم مخصوص

شکل ۱ نتایج حاصل از تاثیر امولسیفایر و آنزیم بر حجم مخصوص کیک را نشان می‌دهد. بر این اساس نمونه شاهد با حجم مخصوص ۲/۸۵cm^3/g دارای کمترین مقدار بود. همه‌ی تیمارهای مورد آزمایش سبب افزایش حجم مخصوص نسبت به نمونه شاهد شدند که این اختلاف معنی دار بود ($p<۰/۰۵$). افزودن آنزیم در دو سطح ۰/۰۵ و ۰/۱ دارای اختلاف معنی‌داری نسبت بهم در مقدار حجم مخصوص نبود ($p>۰/۰۵$). افزودن غلظت امولسیفایر سبب افزایش حجم مخصوص شد. افزودن امولسیفایر و آنزیم به صورت همزمان نیز سبب افزایش میزان حجم مخصوص نمونه‌های کیک اسفنجی شد به صورتی که تیمار حاوی امولسیفایر ۱ و آنزیم ۰/۰۵ دارای بیشترین مقدار حجم مخصوص در بین تمام تیمارها بود. امولسیفایرهاترکیباتیهستندکه قابلیت نگهداری و احتباس حباب های هوا را در خمیر کیک افزایش میدهند و بدین طریق یکی از اصلیترین نقشهای خود در تولید کیک یعنی بهبود فرآیند هوا دهی را ایفا مینمایند و در نهایت باعث افزایش حجم مخصوص محصول نهایی میگردند [۱۷]. امولسیفایرها پایداری اینحباب هاراافزایشدادهوازبهم چسبیدن و اتلاف آن ها در طی هم زدن خمیر و در طول فرایند پخت، تا زمانیکه نشاسته متورم و ژلاتینه شده، پروتئینها منعقد گردند و ساختار کیک تثبیت شود، جلوگیری می کنند و بدین طریق زمینه افزایش حجم کیک را فراهم می آورند [٦]. علاوهبراین امولسیفایرهایی مانند منو و دی گلیسریدهاباکاهش کشش سطح یفاز چربی و پخش یکنواخت آن به صورت ذرات ریز در خمیر باعث می گردند که حداکثر تعدادسلول های هوا در بافت کیک تشکیل شود و بر حجم آن افزوده شود [۱۸]. آلفا آمیلاز مالتوژنیک نیز به دلیل اینکه ویسکوزیته خمیر را در طول ژلاتینه شدن نشاسته کاهش می دهد، افزایش حجم به طول انجامیده و در نتیجه کیک با حجم بالاتری حاصل می شود [۱۹].

جیوتسنا و همکاران [۲۰] اثر پنج امولسیفایر شامل SSL، DGMS، PGMS، PS-60و SMS را بر روی حجم مخصوص کیک معنی دار اعلام کردند که در این میان PS-60بیشترین اثر را داشت.لی و همکاران [۱۱] گزارش کردند که با افزایش میزان امولسیفایر حجم مخصوص کیک افزایش پیدا کرد. تورابی و همکاران [۲۱] افزایش حجم مخصوص کیک برنجی را توسط امولسیفایرها گزارش کرده اند. نتایج مشابهی از افزایش حجم مخصوص در نان و کیک توسط پاکباطن و همکاران [۲۲] و گومز و همکاران [۵] گزارش شده است.

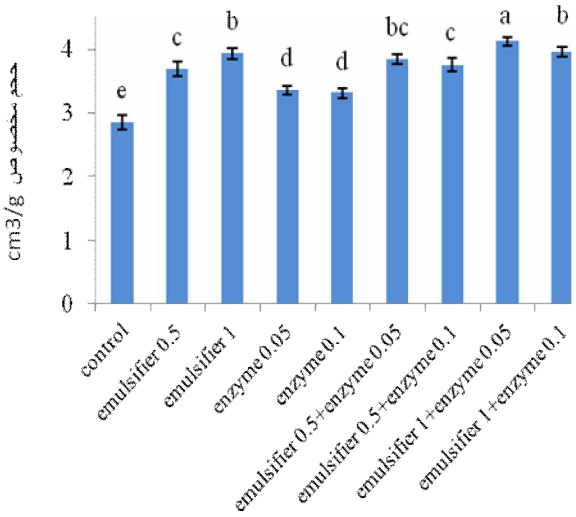

Fig 1 Effect of different level of emulsifier and enzyme on specific volume of sponge cake. Different letters indicate significant differences ($p<0.05$) between samples.

۳-۲- افزایش حجم پس از پخت

شکل ۲ تاثیر درصدهای مختلف آنزیم و امولسیفایر را بر افزایش حجم پس از پخت کیک اسفنجی را نشان می‌دهد. افزودن امولسیفایر و آنزیم به نمونه‌ها در این تست نتایجی مشابه حجم مخصوص داشت. همه تیمارها دارای اختلاف معنی‌دار ($p<۰/۰۵$) با نمونه شاهد بودند. تیمار حاوی امولسیفایر ۱ و آنزیم ۰/۰۵ بیشترین آون اسپرینگ با مقدار ۳۱/۵۲۳mm و تیمار شاهد کمترین آون اسپرینگ با مقدار ۲۵/۱۱۳mmرا دارا بود. آون اسپرینگ با افزایش غلظت امولسیفایر افزایش یافت. تیمارهای دارای غلظت متفاوت آنزیم، به تنهایی دارای اختلاف معنی‌دار

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-05]

نبودند ($p>۰/۰۵$). در حین مخلوط کردن خمیر با به دام انداختن هوا درون فاز آبی خمیر، لایه ای از فوم تشکیل می شود و هوادهی رخ می دهد. حضور امولسیفایرها سبب کاهش کشش سطحی فاز آبی شده و سبب افزایش هوای به دام افتاده می شود[۱۱]. امولسیفایرها قادر به تشکیل فیلم های مایع با ساختار لایه ای، در سطح مشترک گلوتن و نشاسته هستند. آن ها توانایی گلوتن را برای تشکیل فیلمی که گازهای موجود در خمیر را نگهداری کند، بهبود می بخشند و سبب افزایش حجم می شوند. آنزیم آلفا آمیلاز نیز همانطور که گفته شد با کاهش ویسکوزیته و به تاخیر انداختن زمان سفت شدن خمیر سبب افزایش حجم می‌شود[۵]. به طور کلی، کیک با حجم بالاتر، ارتفاع برآمدگی مرکزی بیشتری دارد [۲۳]. چین و همکاران [۲٤] تاثیر سه امولسیفایرDMG[13]، DATEM[14]و SSL[15]را بر آون اسپرینگ نان سفید معنی‌دار گزارش کردند که در این میان DATEM موثرترین بود. موایدالای و همکاران [۲۵] نیز نشان دادند تیمار حاوی امولسیفایر DATEM دارای اختلاف معنی داری با تیمار شاهد بود.

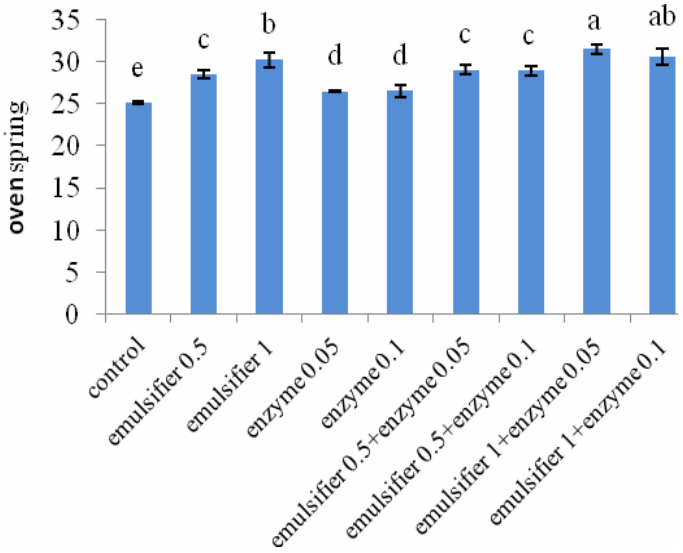

Fig 2 Effect of different level of emulsifier and enzyme on oven spring of sponge cake. Different letters indicate significant differences ($p<0.05$) between samples.

۳-۳- شاخص حجم، شاخص تقارن، شاخص یکنواختی

جدول ۱ نتایج مربوط به شاخص حجم، تقارن و یکنواختی کیک اسفنجی را نشان می‌دهد. افزودن امولسیفایر و آنزیم سبب افزایش معنی‌دار در شاخص حجم نمونه‌ها شد. تیمارهای حاوی آنزیم به تنهایی با یکدیگر اختلاف معنی‌دار نداشتند. بیشترین مقدار مربوط به تیمار امولسیفایر ۱ و آنزیم ۰/۰۵ و کمترین مقدار مربوط به تیمار شاهد بود. شاخص تقارن نیز با افزودن آنزیم و امولسیفایر کاهش پیدا کرد که مطلوب بود. در این رابطه دو تیمار امولسیفایر ۱ و آنزیم ۰/۰۵، و امولسیفایر ۱ و آنزیم ۰/۰۱ دارای کمترین مقدار و بهترین نتیجه بودند. شاخص یکنواختی در تیمارهای شاهد، آنزیم ۰/۱ و آنزیم ۰/۰۵ دارای اختلاف معنی‌داری با تیمارهای دیگر بود. در این زمینه امولسیفایر عملکرد بهتری نسبت به آنزیم داشت. به طور کلی، از جمله ویژگی امولسیفایرها بهبود بافت و تقارن محصول می‌باشد. تقارن بیشتر، به علت پخش منظم و بهتر حباب‌های هوا که به عنوان هسته‌های اولیه جهت توزیع گاز حاصل از مواد شیمیایی پوک کننده عمل می‌کنند، می‌باشد [۲٦]. امولسیفایرها سبب تولید کیک با بافت مطلوب‌تر، مغز نرم‌تر، درجه بالایی از تقارن و افزایش زمان نگهداری می‌شوند [۲۷]. در مطالعه ترابی و همکاران [۲۱] استفاده از امولسیفایر سبب افزایش معنی‌داری در شاخص حجم کیک‌های برنجی شد. طبق مطالعه ابلر و والکر [۲۷] با استفاده از امولسیفایر مونو دی گلیسیرید شاخص تقارن کیک افزایش یافت، در حالی که کیک حاوی سوکروز استر امولسیفایر تقریبا مسطح بود. در مطالعه رحمتی و مظاهری [۲۳] مقدار تقارن کیک فاقد تخم مرغ حاوی شیر سویا، اختلاف معنی‌داری با نمونه شاهد نداشت.

13. Distilled Monoglyceride
14. Diacetyl Tartaric Acid Ester of Monoglyceride
15. Sodium StearoylLactylate

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-05]

Table 1 Effect of different level of emulsifier and enzyme on indexes of sponge cake.

Uniformity index	Symmetry index	Volume index	
1.53^{a}	8.836^{a}	122.453^{f}	Control
0.79^{b}	5.91^{c}	134.85^{d}	Emulsifier 0.5
0.623^{b}	4.236^{ef}	143.953^{c}	Emulsifier 1
1.623^{a}	7.976^{ab}	130.283^{e}	Enzyme 0.05
1.616^{a}	7.55^{b}	130.78^{e}	Enzyme 0.1
0.693^{b}	5.373^{cd}	142.047^{c}	Emulsifier 0.5 + enzyme 0.05
0.706^{b}	4.873^{de}	141.427^{c}	Emulsifier 0.5 + enzyme 0.1
0.406^{b}	3.533^{f}	150.95^{a}	Emulsifier 1 + enzyme 0.05
0.563^{b}	3.836^{f}	147.213^{b}	Emulsifier 1 + enzyme 0.1

Different letters in the same column indicate significant differences ($p<0.05$)

۳-٤- آنالیز بافت

جدول ۲ تاثیر درصدهای مختلف آنزیم و امولسیفایر بر فاکتورهای آنالیز بافت را نشان می‌دهد.سفتی به عنوان ماکزیمم نیروی لازم جهت فشرده‌سازی سازی مرحله اول تا ۵۰٪ نمونه، در نظر گرفته می‌شود. مقدار سفتی نمونه‌ها به طور قابل توجهی با افزودن امولسیفایر و آنزیم کاهش یافت به طوری که از مقدار ۲۱۵/۳۳g برای نمونه شاهد به مقدار ۱٤۲/۳۳g برای تیمار امولسیفایر ۱ و آنزیم ۰/۰۵ رسید و اختلاف معنی‌دار ($p<۰/۰۵$) بود. انسجام از تقسیم منطقه فشرده شده در طول دومین فشردگی بر منطقه فشرده شده در اولین فشردگی حاصل می‌شود. محدوده حاصل بین ۰/۷۱ تا ۰/۷٤۳ بدست آمد و اختلاف حاصل معنی‌دار نبود ($p>۰/۰۵$) . فنریت به صورت مقدار ارتفاعی از نمونه که در فاصله بین فشرده‌سازی اول و فشرده سازی دوم بهبود می‌یابد، تعریف می‌شود. فنریت در نمونه ها بین ۰/۸۹۳ تا ۰/۹۱۳ بود، هنگام استفاده از امولسیفایر فنریت اندکی افزایش یافت اما اختلاف بین تیمارها معنی‌دار نبود ($p>۰/۰۵$). میزان صمغیت محصول از ضرب سفتی در انسجام حاصل می‌شود در حالی که قابلیت جویدن به صورت انرژی لازم برای جویدن مواد جامد و رسیدن به حالت آمادگی برای بلع تعریف می‌شود و از سفتی، انسجام و فنریت محصول (صمغیت*فنریت)، حاصل می‌شود. صمغیت و قابلیت جویدن تقریبا روند مشابهی داشتند. با افزایش آنزیم و امولسیفایر از میزان صمغیت و قابلیت جویدن کاسته شد و بهترین نتیجه در اثر استفاده توام آنزیم و امولسیفایر بدست آمد که نتایج حاصله دارای اختلاف معنی‌دار ($p<۰/۰۵$) بود. در هر دو مورد تیمار امولسیفایر ۱ و آنزیم ۰/۰۵ بهترین صمغیت قابلیت جویدن را دارا بود. سفتی اسفنج‌ها به مقدار زیادی به حجم مخصوص بستگی دارد، حجم مخصوص کم، مغز متراکم‌تر و در نتیجه بافت سفت‌تری ایجاد می‌کند. بر عکس این مورد برای اسفنج‌ها با حجم مخصوص بالا صادق بود، ساختاری با تراکم کم و مقاومت کمتر به فشرده شدن [٦]. ایجاد نرمی بافت توسط امولسیفایرها به وسیله اثر حجم و محبوس شدن هوای بیشتر در طول مخلوط کردن توضیح داده می‌شود، به طوری که در نهایت سلول‌های کوچک گاز تشکیل می‌شوند و محصولی با بافت بهتر مغز حاصل می‌شود [۲۸]. پیامد واکنش برخی من وگلیسریدهابا نشاسته را می‌توان تشکیل کمپلکس هایآمیلوزینا محلول، کاهش ژلاتینه شدن نشاسته و درنهایت ایجاد ساختار بهتر در کیک و بهبود تردی آن دانست [۱۸]. استفاده از امولسیفایرها به منظور کاهش قدرت فعل و انفعال بین اجزا نشاسته و پروتئین آرد در سیستم‌های نانوایی شناخته شده است و در صورت استفاده بیش از حد ممکن است بافت نسبتا سفتی ایجاد کند [٦]. اثر آمیلاز بر کاهش سفتی در اثر تجزیه پیوندهای گلیکوزیدی موجود در نشاسته به دکسترین‌ها با وزن مولکولی کمتر است که این عمل سبب تاخیر در تشکیل زنجیره دوگانه آمیلوپکتین شده و مانع پیوند مولکول‌های آمیلوپکتین با هم می‌شود و در نتیجه تشکیل شبکه سه بعدی آن را تضعیف می‌کند و در نهایت باعث کاهش سفتی می‌شود [۲۹]. در مطالعه سوزر و همکاران [۱] کیک‌های تهیه شده حاوی نشاسته اصلاح شده، آنزیم آلفا آمیلاز، صمغ‌و امولسیفایر دارای سفتی کمتری نسبت به نمونه‌های شاهد بودند و کاهش قابل ملاحظه‌ای داشتند اما فنریت به مقدار کمی افزایش یافت. در نتیجه پارامترهای بافتی بهتری نسبت به نمونه شاهد بدست آمد (سفتی پایین و فنریت بالا). بافت حاوی این مواد دارای الاستیسیته بیشتر همراه با مغز نرم‌تر در مقایسه با نمونه شاهد بود. طبق گزارش کابالرو و همکاران [۳۰] آلفا آمیلاز

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-05]

سفتی، صمغیت و قابلیت جویدن مغز نان قالبی را کاهش داد اما تاثیری بر انسجام و فنریت محصول نداشت. طبق نتایج سومیا و همکاران [۳۱] فاکتورهای سفتی، صمغیت و قابلیت جویدن کیک حاوی امولسیفایرهای GMS و SSL نسبت به نمونه فاقد امولسیفایر کاهش یافت. گومز و همکاران (۲۰۱۲) اثر امولسیفایرssl و آنزیم آلفا آمیلاز را بر سفتی نان قالبی در روز اول معنی دارگزارش کردند [۵]. در مطالعه رحمتی و مظاهری [۲۳]، افزودن امولسیفایرهای لسیتین، DGMS و SMS به تنهایی و به صورت همزمان سبب کاهش قابل توجه سفتی نمونه‌ها شد. کیهانی و همکاران [۱۸] اثر مثبت امولسیفایر مونودی گلیسیرید را بر سفتی کیک روغنی گزارش دادند. عزیزی و همکاران [۳۲] نرم شدن بافت نان مسطح توسط امولسیفایر مونو دی گلیسیرید را گزارش داده اند.

Table 2 Effect of different level of emulsifier and enzyme on texture of sponge cake.

Springiness	Chewiness(g)	Gumminess(g)	cohesiveness	Hardness(g)	
0.893^{a}	143^{a}	160^{a}	0.743^{a}	215.34^{a}	Control
0.897^{a}	108.33^{bc}	121^{bcd}	0.71^{a}	169.67^{c}	Emulsifier 0.5
0.913^{a}	106.33^{bcd}	116.33^{cde}	0.73^{a}	159^{de}	Emulsifier 1
0.893^{a}	113^{b}	126.67^{bc}	0.71^{a}	181.67^{b}	Enzyme 0.05
0.893^{a}	114.33^{b}	128^{b}	0.713^{a}	179.33^{bc}	Enzyme 0.1
0.9^{a}	113^{b}	125.33^{bc}	0.74^{a}	165.67^{cd}	Emulsifier 0.5 + enzyme 0.05
0.893^{a}	107^{bcd}	119.67^{bcd}	0.72^{a}	166^{cd}	Emulsifier 0.5 + enzyme 0.1
0.91^{a}	97^{d}	106.67^{e}	0.73^{a}	142.33^{e}	Emulsifier 1 + enzyme 0.05
0.913^{a}	100.33^{cd}	110^{de}	0.71^{a}	154.33^{d}	Emulsifier 1 + enzyme 0.1

Different letters in the same column indicate significant differences ($p<0.05$)

۳-۵- تخلخل

تاثیر آنزیم و امولسیفایر بر تخلخل کیک اسفنجی در جدول ۳ نشان داده شده است. تخلخل با استفاده از مونوگلیسیرید تقطیر شده و آلفا آمیلاز مالتوژنیک بهبود یافت. همه فاکتورهاشامل قطر حداکثر، قطر حداقل، قطر متوسط، سطح متوسط سلول و غیر یکنواختی کاهش یافت و نتایج حاصل دارای اختلاف معنی‌دار ($p<۰/۰۵$) بودند. در این زمینه امولسیفایر به تنهایی، اثر قوی‌تری نسبت به آنزیم آلفا آمیلاز برتخلخل داشت، اما استفاده همزمان هر دو افزودنی سبب بدست آمدن نتایج بهتری شد. دو تیمار امولسیفایر ۱ و آنزیم ۰/۱، و امولسیفایر ۱ و آنزیم ۰/۰۵ تا حدودی نتایج مشابهی داشتند با این تفاوت که تیمار امولسیفایر ۱ و آنزیم ۰/۰۵ غیر یکنواختی و سطح متوسط سلول کمتر و تیمار امولسیفایر ۱ و آنزیم ۰/۱ قطر میانگین کمتری داشت. با توجه به نتایج کلی، تیمار امولسیفایر ۱ + آنزیم ۰/۰۵ از لحاظ تخلخل بهترین تیمار بود. مشتقات مونوگلیسیریدها این قابلیت را دارند که با تشکیل غشاهای کریستاله آلفا در اطراف حباب‌های هوا، آن‌ها را در بافت خمیر به دام اندازند [۳۳]. امولسیفایرها جذب سطحی قطره‌های کوچک امولسیون می‌شوند و یک پوشش حفاظتی در اطراف آن‌ها تشکیل داده و مانع تراکم و به هم پیوستن این قطرات شده و درنتیجه سبب تثبیت کف می‌شوند [۳٤]. با بکارگیری امولسیفایرها حباب‌های هوا در اندازه کوچک و بصورت یکنواخت درتمام قسمت‌های خمیر پخش می‌شوند در نتیجه کیک حاصل از تخلخل مناسبی برخوردار خواهد بود و حفراتی ریز و با اندازه یکسان در آن بوجود می آید [۳۵]. با توجه به ایجاد حفرات یکنواخت با اندازه کوچک،درطولزمان پخت، خروج هوا از این حباب ها به شکل یکنواخت صورت میگیرد که در نتیجه کیک حاصل بافتی متخلخل خواهدداشت [۳٦]. با استفاده از امولسیفایرها احتمال بروز پدیده تونلینگ در محصول نیز کمترخواهد بود.تونلینگاز معایب ساختار یک یک بوده و عبارت است ازشکل گیری حفره هایاکیسه هایبزرگازبخار هوا کهعمدتاًدرقسمتمرکزیکیکرخ می‌دهد [۳۷]. طبق گفته گومز و همکاران [۵] آنزیم آلفا آمیلاز سبب کاهش ویسکوزیته خمیر در طول ژلاتینه شدن نشاسته و در نتیجه افزایش حجم پس از پخت می‌شود و از آن‌جایی که تخلخل و حجم مخصوص رابطه مستقیم دارند می‌توان تاثیر آمیلاز بر تخلخل را به این علت دانست. عزیزی و همکاران [۳۲] تاثیر مثبت امولسیفایر مونو دی گلیسیرید را بر تخلخل نان گزارش کردند. تورابی و همکاران [۲۱] افزایش تخلخل کیک برنجی را توسط امولسیفایرها گزارش کرده اند. با افزودن مخلوط امولسیفایرها(E471 و لسیتین سویا) به کیک برنجی حاوی صمغ‌های مختلف، تخلخل نمونه‌ها افزایش

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-05]

معنی‌داری پیدا کرد. در مطالعه قیافه داوودی و همکاران [۳۸] تخلخل نمونه‌های نان حاوی امولسیفایر E471، داتم و سیترم نسبت به نمونه شاهد افزایش یافت. پاکباطن و همکاران [۲۲] نشان دادند امولسیفایر مونو دی گلیسیرید سبب افزایش تخلخل در کیک فنجانی شد.

Table 3 Effect of different level of emulsifier and enzyme on porosity of sponge cake.

Non-uniformity	Max diameter (mm)	Min diameter (mm)	Mean diameter (mm)	Mean cell area (mm^2)	
0.626^{a}	1.616^{a}	0.993^{a}	1.31^{a}	3.143^{a}	Control
0.58^{bcd}	1.443^{cd}	0.863^{cde}	1.156^{cd}	2.476^{de}	Emulsifier 0.5
0.553^{de}	1.33^{e}	0.776^{ef}	1.053^{ef}	2.283^{efg}	Emulsifier 1
0.616^{ab}	1.58^{ab}	0.963^{ab}	1.296^{ab}	2.763^{b}	Enzyme 0.05
0.603^{abc}	1.516^{bc}	0.913^{abc}	1.216^{bc}	2.696^{bc}	Enzyme 0.1
0.59^{abcd}	1.483^{bc}	0.893^{bcd}	1.19^{cd}	2.506^{cd}	Emulsifier 0.5 + enzyme 0.05
0.563^{cde}	1.376^{de}	0.813^{def}	1.113^{de}	2.34^{def}	Emulsifier 0.5 + enzyme 0.1
0.503^{f}	1.333^{e}	0.73^{f}	1.03^{ef}	2.083^{g}	Emulsifier 1 + enzyme 0.05
0.523^{ef}	1.276^{e}	0.753^{f}	1.016^{f}	2.14^{fg}	Emulsifier 1 + enzyme 0.1

Different letters in the same column indicate significant differences ($p<0.05$)

۳-٦- رنگ پوسته و مغز

جدول ٤ نتایج حاصل از رنگ سنجی پوسته کیک را نشان می دهد. برای این منظور فاکتورهای L، a و b مورد بررسی قرار گرفتند. طبق نتایج موجود، امولسیفایر به تنهایی سبب افزایش فاکتور L در پوسته شد که این اختلاف معنی‌دار نبود ($p>۰/۰۵$). در صورتی که استفاده از آنزیم به تنهایی و همچنین به همراه امولسیفایر سبب افزایش فاکتور L (روشنایی) و ایجاد اختلاف معنی‌دار با نمونه شاهد شد ($p<۰/۰۵$). در مورد فاکتور a (افزایش قرمزی) در پوسته نیز نتایجی مشابه با فاکتور L به دست آمد و تنها در حضور امولسیفایر به تنهایی، اختلاف معنی داری حاصل نشد ($p>۰/۰۵$). همچنین با استناد به نتایج این بخش مشخص گردید که افزودن آنزیم آلفا آمیلاز و امولسیفایر مونوگلیسیرید تقطیر شده در تغییر میزان مولفه b (زردی) اثر معنی داری نداشت ($p>۰/۰۵$). تیماری که هم a و هم b آن افزایش یافته به این معناست که قهوه‌ای شدن آن تیمار بیشتر بوده است.

همچنین نتایج حاصل از رنگ سنجی مغز کیک نشان می دهد که بر اثر افزودن آنزیم و امولسیفایر به نمونه‌ها اختلاف معنی‌داری در هیچ کدام از فاکتورهای مذکور رخ نداد ($p>۰/۰۵$). این نتایج با مطالعات شفیع سلطانی و همکاران [۳۹]، پاکباطن و همکاران [۲۲] و کیهانی و همکاران [۱۸] مطابقت داشت. افزایش آنزیم آلفا آمیلاز به خمیر محصولات پخت سطح پوسته آن‌ها را بهبود می بخشد و درخشندگی را افزایش می دهد. دلیل تیره تر شدن رنگ پوسته در اثر استفاده از آنزیم آلفا آمیلاز، هیدرولیز پلی ساکارید نشاسته و تبدیل آن به منو و دی ساکاریدها می باشد که بروز این مساله سبب شدت یافتن واکنش مایلارد در طیپختمیشودو تیره ترشدن رنگ پوسته را به دنبال دارد [۳۹]. افزودن امولسیفایر، ایجاد سطوح یکنواخت، منظم و صاف در پوسته، انعکاس بیشتر نور و در نتیجه افزایش شاخص L ر ابه همراه دارد [٤٠]. همچنین در این رابطه امولسیفایرها با افزایش قابلیت نگهداری آب توسط بافت محصول از بروز تغییرات نامطلوبی مانند چین دار شدن سطح پوسته جلوگیری کرده و سبب یکنواختی بیشتر، بهبود رنگ پوسته و افزایش شاخص L آن می گردند [۱۸].

Table 4 Effect of different level of emulsifier and enzyme on crumb and crust color of sponge cake.

crumb			crust			
b	a	L	b	a	L	
27.723^{a}	6.55^{a}	75.256^{a}	26.873a	7.746b	53.147b	Control
27.74^{a}	6.496^{a}	74.906^{a}	27.093a	7.97b	55.123b	Emulsifier 0.5
28.036^{a}	6.513^{a}	75.036^{a}	27.06a	7.98b	55.493b	Emulsifier 1
27.97^{a}	6.493^{a}	75.17^{a}	27.16a	8.616a	61.23a	Enzyme 0.05
27.833^{a}	6.483^{a}	75.22^{a}	27.067a	8.576a	60.16a	Enzyme 0.1
28^{a}	6.516^{a}	75.086^{a}	26.993a	8.596a	61.363a	Emulsifier 0.5 + enzyme 0.05
28.01^{a}	6.54^{a}	75^{a}	26.967a	8.533a	60.85a	Emulsifier 0.5 + enzyme 0.1
27.9^{a}	6.51^{a}	75.203^{a}	27.337a	8.65a	61.487a	Emulsifier 1 + enzyme 0.05
28.26^{a}	6.473^{a}	74.996^{a}	26.997^{a}	8.543^{a}	60.473^{a}	Emulsifier 1 + enzyme 0.1

Different letters in the same column indicate significant differences ($p<0.05$)

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-05]

۳-۷- ویسکوزیته

در جدول ۵ نتایج حاصل از اندازه‌گیری ویسکوزیته خمیر کیک اسفنجی حاوی آنزیم و امولسیفایر در سرعت‌های ۱۰، ۲۰، ۵۰ و ۱۰۰ دور در دقیقه نشان داده شده است. بر طبق این نتایج، تمام تیمارها در همه سرعت‌ها دارای اختلاف معنی‌داری ($p<۰/۰۵$) با یکدیگر و تیمار شاهد بودند. بالاترین میزان ویسکوزیته در سرعت ۱۰ دور در دقیقه حاصل شد که مربوط به تیمار امولسیفایر ۱ درصد بود. با افزایش سرعت به دلیل تاثیر بر نیروهای بین مولکولی، ویسکوزیته خمیر کاهش یافت. با افزودن آنزیم به خمیر کیک اسفنجی ویسکوزیته کاهش یافت به طوری که تیمار آنزیم ۰/۱، پایین‌ترین ویسکوزیته را دارا بود. در استفاده همزمان آنزیم و امولسیفایر اینگونه مشاهده شد که امولسیفایر در مقایسه با آنزیم قویتر عمل کرد و نمونه‌های حاوی بالاترین میزان امولسیفایر با وجود دارا بودن آنزیم، ویسکوزیته بالاتری نسبت به تیمار شاهد داشتند. ویسکوزیته خمیر یکی از ویژگی‌های مهم فیزیکی موثر بر کیفیت محصول است و حباب‌هایی که در مرحله اول طی مخلوط کردن در خمیر به دام افتاده‌اند را حفظ می‌کند [۲۱]. ویسکوزیته خمیر بر پایداری فوم تاثیر می‌گذارد. افزودن امولسیفایر ویسکوزیته خمیر را افزایش می‌دهد که این موضوع به کاهش سرعت انتشار حباب‌ها به خارج از خمیر و پایداری فوم تشکیل شده کمک می‌کند[٦]. در طول مخلوط کردن خمیر، هوا با فاز آبی خمیر مخوط شده و لایه‌ی نازکی از فوم تشکیل می‌دهد. حضور امولسیفایرها کشش سطحی فاز آبی را کاهش داده و اجازه می‌دهد هوای بیشتری به دام افتد. ویسکوزیته خمیر با افزایش به دام افتادن هوا افزایش می‌یابد، که ویسکوزیته بالای خمیر جهت تنظیم حباب‌های هوا در خمیر به منظور حفظ حباب‌ها در مراحل اولیه پخت اهمیت دارد. با این حال، مقدار بیش از حد امولسیفایر می‌تواند منجر به ویسکوزیته بالای خمیر شود در نتیجه دسترسی به فیلم‌های نازک که انتشار حباب‌های هوا را تنظیم می‌کنند محدود می‌شود، بنابراین گسترش کیک در طول پخت کاهش می‌یابد [۱۱]. تاثیر آلفا آمیلاز بر ویژگی‌های رئولوژیکی خمیر به علت شکستن پیوندهای (α ۱-٤) گلیکوزیدها در شبکه نشاسته است، که تولید دکسترین‌ها با وزن مولکولی پایین می‌کند [٤١]. طبق مطالعه جلیناس و همکاران [٤٢] ویسکوزیته خمیر با حجم کیک، سفتی و انسجام همبستگی ندارد. در نتیجه کیک مطلوب از نظر حجم و بافت ممکن است توسط خمیر با ویسکوزیته بالا یا پایین حاصل شود..لی و همکاران [۱۱] با استفاده از انواع ژل‌های مونوگلیسیرید تقطیر شده اشباع نشان دادند که ویسکوزیته خمیر حاوی این امولسیفایر در مقایسه با تیمار شاهد افزایش معنی‌داری پیدا کرد.آشوینی و همکاران [۳۵] با افزودن صمغ‌های مختلف به خمیر کیک فاقد تخم مرغ حاوی امولسیفایر گلیسرول مونو استئارات (GMS) افزایش ویسکوزیته را مشاهده کردند. طبق مطالعه سومیا و همکاران [۳۱] ویسکوزیته خمیر کیک حاوی امولسیفایرهای GMS و SSL نسبت به نمونه فاقد امولسیفایر افزایش یافت.

Table 5 Effect of different level of emulsifier and enzyme on batter viscosity of sponge cake.

Viscosity (Cp) (100rpm)	Viscosity (Cp) (50rpm)	Viscosity (Cp) (20rpm)	Viscosity (Cp) (10rpm)	
5303e	5611e	7258d	8878e	Control
5411d	6031d	7758c	9658d	Emulsifier 0.5
5641a	6971a	9118a	11418a	Emulsifier 1
4968.33g	5187g	6709f	8518g	Enzyme 0.05
4801h	5065h	6629g	7748h	Enzyme 0.1
5183f	5543f	6719f	8758f	Emulsifier 0.5 + enzyme 0.05
5287e	5515f	7051.3e	8678f	Emulsifier 0.5 + enzyme 0.1
5556b	6659b	8998b	10978b	Emulsifier 1 + enzyme 0.05
5491c	6123c	7768c	10018c	Emulsifier 1 + enzyme 0.1

Different letters in the same column indicate significant differences ($p<0.05$)

٤- نتیجه گیری

به طور کلی می‌توان نتیجه گرفت که استفاده از امولسیفایر مونوگلیسیرید تقطیر شده و آنزیم آلفا آمیلاز مالتوژنیک سبب بهبود ویسکوزیته، بافت و ویژگی‌های کیک اسفنجی شد. آنزیم و امولسیفایر سبب بهبود حجم مخصوص، آون اسپرینگ، تقارن،

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-05]

یکنواختی، بافت، تخلخل و رنگ پوسته کیک شدند و امولسیفایر سبب بهبود ویسکوزیته گردید. با توجه به نتایج، امولسیفایر عملکرد بهتری بر ویژگی‌های کیک داشت. افزایش غلظت امولسیفایر سبب بهبود عملکرد آن شد در حالی که افزایش غلظت آنزیم تاثیر کمتری داشت. استفاده همزمان از این دو افزودنی نیز سبب بهبود همه فاکتورهای مورد آزمایش شد که این تغییرات نسبت به تیمارهای حاوی آنزیم و امولسیفایر به تنهایی محسوس‌تر بود. دو تیمار امولسیفایر ۱+ آنزیم ۰/۰۵ و امولسیفایر ۱+ آنزیم ۰/۱ به مقدار زیادی در تخلخل و آنالیز بافت مشابه بودند اما با توجه به فاکتورهای حجم مخصوص و افزایش حجم پس از پخت، تیمار دارای ۱ درصد امولسیفایر و ۰/۰۵ درصد آنزیم بهترین عملکرد را داشت و به عنوان بهترین تیمار انتخاب شد.

۵- منابع

[1] Sozer, N, Bruins, R, Dietzel, C, Franke, W, Kokini, J. L, 2011, Improvement of shelf life stability of cakes, Journal of Food Quality, 34, 151-162.

[2] Wilderjans, E, Luyts, A, Brijs, K, Delcour, J. A, 2013, Ingredient functionality in batter type cake making, Trends in Food Science & Technology, 30, 6-15.

[3] Megahey, E. K, McMinn, W. A. M, Magee, T. R. A, 2005, Experimental study of microwave baking of Madeira cake batter, Food and Bioproducts Processing, 83, 277-287.

[4] Hesso, N, Garnier, C, Loisel, C, Chevallier, S, Bouchet, B, Le-Bail, A, 2015, Formulation effect study on batter and cake microstructure: Correlation with rheology and texture, Food Structure, 5, 31-41.

[5] Gomes-Ruffi, C. R, da Cunha, R. H, Almeida, E. L, Chang, Y. K, Steel, C. J, 2012, Effect of the emulsifier sodium stearoyllactylate and of the enzyme maltogenic amylase on the quality of pan bread during storage, LWT-Food Science and Technology, 49, 96-101.

[6]Sahi, S. S,Alava, J. M, 2003, Functionality of emulsifiers in sponge cake production, Journal of the Science of Food and Agriculture, 83, 1419-1429.

[7] Kohajdová, Z, Karovičová, J, Schmidt, Š, 2009, Significance of emulsifiers and hydrocolloids in bakery industry,ActaChimicaSlovaca, 2, 46-61.

[8] Bedoya-Perales, N. S, Steel, C. J, 2014, Effect of the concentrations of maltogenic α-amylase and fat on the technological and sensory quality of cakes, Food Science and Technology (Campinas), 34, 760-766.

[9] Rubentha. G, Finney, K. F, Pomeranz, Y, 1965, Effects on loaf volume and bread characteristics of alpha-amylases from cereal fungal and bacterial sources, Food Technology, 19, 239-241.

[10] Gupta, R, Gigras, P, Mohapatra, H, Goswami, V. K, Chauhan, B, 2003, Microbial α-amylases: a biotechnological perspective, Process biochemistry, 38, 1599-1616.

[11] 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, 191-198.

[12] Campbell, L, Euston, S. R, Ahmed, M. A, 2016, Effect of addition of thermally modified cowpea protein on sensory acceptability and textural properties of wheat bread and sponge cake, Food chemistry, 194, 1230-1237.

[13] Rosell, C. M, Santos, E, 2010, Impact of fibers on physical characteristics of fresh and staled bake off bread, Journal of Food Engineering, 98, 273-281.

[14] AACC 1999, International Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists, Method 10-91, The Association: St. Paul, MN.

[15] Gómez, M, Jiménez, S, Ruiz, E,Oliete, B, 2011, Effect of extruded wheat bran on dough rheology and bread quality, LWT-Food Science and Technology, 44, 2231-2237.

[16] Chiavaro, E, Vittadini, E, Musci, M, Bianchi, F, Curti, E, 2008, Shelf-life stability of artisanally and industrially produced durum wheat sourdough bread (“Altamura bread”), LWT-Food Science and Technology, 41, 58-70.

[17] Kamel, B.S, Ponte, J.G, 1993, Emulsifiers in baking. in: Kamel, B.S, Stauffer, C.E. (Eds.), Advances in Baking Technology,Blackie Academic and

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-05]

[18]Keyhani, V, Mortazavi, A, Karimi, M, Karajian, H, Sheikholeslami, Z, 2015, Effect of CHUBAK extract (Acanthophyllumglandulosum) and emulsifier mono and diglycerid on the quality characteristics of oil cake, Journal of Research and Innovation in Food Science and Technology (in Persian), 2, 153-172.

[19] Mathewson, P. R, 2000, Enzymatic activity during bread baking, Cereal Foods World, 45, 98-101.

[20] 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, SNQ16-SNQ19.

[21] 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, 305-312.

[22]Pakbaten, S, Karimi, M, Elhamirad, A. M, Sheikholeslami, Z, 2015, Effect of Emulsifiers mono and di-glycerides and ultrasound on the quality of cupcakes, Journal of Food Science and Technology Research (in Persian), 11, 31-40.

[23] Rahmati, N. F, Tehrani, M. M, 2014, Influence of different emulsifiers on characteristics of eggless cake containing soy milk: Modeling of physical and sensory properties by mixture experimental design, Journal of food science and technology, 51, 1697-1710.

[24] Chin, N. L, Goh, S. K, Rahman, R. A, Hashim, D. M, 2007, Functional effect of fully hydrogenated palm oil-based emulsifiers on baking performance of white bread, International Journal of Food Engineering, 3, article 4.

[25] Moayedallaie, S, Mirzaei, M, Paterson, J, 2010, Bread improvers: Comparison of a range of lipases with a traditional emulsifier, Food Chemistry, 122, 495-499.

[26]Peyghambardoost, S.A, 2009, Technology of grain products. Vol II, Tabriz University of Medical Sciencespublishment (in Persian), pp. 217-219.

[27] Ebeler, S. E, Walker, C. E, 1984, Effects of Various Sucrose Fatty Acid Ester Emulsifiers on High ‐ Ratio White Layer Cakes, Journal of Food Science, 49, 380-383.

[28] Crowley, P, Grau, H, Arendt, E. K, 2000, Influence of additives and mixing time on crumb graincharacteristics of wheat bread, Cereal Chemistry, 77, 370-375.

[29] Goesaert, H, Slade, L, Levine, H, Delcour, J. A, 2009, Amylases and bread firming–an integrated view,Journal of Cereal Science, 50, 345-352.

[30] Caballero, P. A, Gómez, M, Rosell, C. M, 2007, Improvement of dough rheology, bread quality and bread shelf-life by enzymes combination, Journal of food engineering, 81, 42-53.

[31] Sowmya, M, Jeyarani, T, Jyotsna, R, 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 Hydrocolloids, 23, 1827-1836.

[32] Azizi, M. H, Rajabzadeh, N, Riahi, E, 2003, Effect of mono-diglyceride and lecithin on dough rheological characteristics and quality of flat bread, LWT-Food Science and Technology, 36, 189-193.

[33] Henry, C, 1995,Monoglycerides: the universal emulsifier, Cereal foods world, 40, 734-738.

[34] Sakiyan, O, Sumnu, G, Sahin, S, Bayram, G, 2004, Influence of fat content and emulsifier type on the rheological properties of cake batter, European Food Research and Technology, 219, 635-638.

[35] 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, 700-707.

[36]Torabizade, H, 2002, Food emulsions and emulsifiers. First eddition, Publishing Aeezh Tehran (in Persian), pp. 63-76.

[37]Del Vecchio, A. J, 1975, Emulsifiers and their use in soft wheat products,Baker's Dig, 49, 28-36.

[38]Ghiafedavoodi, M, Sahraeian, B, Naghipoor, F, Karimi, M, Sheikholeslami, z, The effect of emulsifiers (E471, Datem and Sytrum) and the final fermentation time to reduce staling and Professional Bishopsbriggs, Glasgow, UK, pp 179-222.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-05]

improving the physical properties of bread mix (wheat-potato), Journal of Food Science (in Persian), Volume 11, Issue 42, pp. 81-93.

[39]Shafisoltani, M, Salehifar, M, Hashemi, M, 2013, the effect of using alpha amylase with fungal source on quality caracteristics of dough and toast bread, Innovation in the Journal of Food Science and Technology (in Persian), 6, 43-54.

[40]Purlis E and Salvadori V, 2009, Modeling the browning of bread during baking, Food Research International 42: 865-870.

[41]Koocheki, A, Mortazavi, S. A, Mahalati, M. N, &Karimi, M, 2009, EFFECT OF EMULSIFIERS AND FUNGAL α - AMYLASE ON RHEOLOGICAL CHARACTERISTICS OF WHEAT DOUGH AND QUALITY OF FLAT BREAD, Journal of food process engineering, 32(2), 187-205.

[42]Gelinas, P, Roy, G, &Guillet, M, 1999, Relative Effects of Ingredients on Cake Staling Based on an Accelerated Shelf-life Test, Journal of Food Science, 64(5), 937-940.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-05]

Effect ofdistilled monoglyceride emulsifierand maltogenic α-amylase enzyme on viscosity, texture and structural characteristics of sponge cake

Babadi Soltanzadeh, M. [1], Mohamadzadeh Milani, J. [2*], Riazi, A. [3]

1. M.Sc. Graduated of Food Science & Technology, Department of Food Science & Technology, Faculty of Agricultural Engineering, Sari Agricultural Science and Natural Resources University, Sari, Iran
2. Associate Professor, Department of Food Science & Technology, Faculty of Agricultural Engineering, Sari Agricultural Science and Natural Resources University, Sari, Iran
3. Ph.D. student of Food Science & Technology, Department of Food Science & Technology, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

(Received: 2017/02/05 Accepted:2017/04/04)

Emulsifiers and enzymes are two main groups of important component used in food industries especially in bakery products which improve qualitative characteristic such as volume, texture, porosity and color products. In this study, the effect of distilled monoglyceride emulsifier and maltogenic alpha-amylase enzyme on qualitative characteristic of sponge cake were determined. For this purpose, emulsifiers at the concentrations of 0, 0.5 and 1% of the flour weight and also enzyme at the concentrations of 0, 0.05 and 0.1% of the flour weight were used. The obtained results showed the positive effect of these two additives on specific volume, oven spring, indexes, texture, porosity and crust color. Increasing the concentration of emulsifier improved their performance while increasing the enzyme concentration had no significant impact. Emulsifier and enzyme had no significant effect on crumbcolor of cake but enzyme alone and with emulsifier improved the crust color. Emulsifier, especially at a concentration of 1%, increased the viscosity of batter. In contrast, alpha amylase maltogenic reduced the viscosity of batter. Using emulsifier and enzyme in same time have led to the best results that in specific volume, oven spring and texture analysis tests, treatment of 1% emulsifier+ 0/05% enzyme had the best performance and in porosity, volume index, symmetry and uniformity, two treatments 1% emulsifier+ 0/05% enzyme and 1% emulsifier+ 0/1% enzyme had nearly results. Finally treatment of 1% emulsifier+ 0/05% enzyme was selected as a best treatment.

Keywords: Amylase, Emulsifier, Porosity, Viscosity

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

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-05]