

تأثیر روش مخلوط کردن بر ویژگی‌های فیزیکی شیمیایی خمیر و خواص کیفی کیک اسفنجی

الهام نورمحمدی^۱، سیدهدای پیغمبردوست^{۲*} و عارف اولاد غفاری^۳

تاریخ دریافت: ۹۰/۱۰/۱۲ تاریخ پذیرش: ۹۱/۳/۲۴

^۱ دانش آموخته کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

^۲ دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

^۳ کارشناس ارشد مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی، اداره کل استاندارد آذربایجان شرقی

*مسئول مکاتبه: E-mail: Peighambardoust@tabrizu.ac.ir

چکیده

در این تحقیق، از سه روش شکر-خمیر، آرد-خمیر و روش یکجا در تهیه خمیر جهت تولید کیک اسفنجی استفاده شد. تأثیر روش مخلوط کردن بر ویژگی‌های فیزیکی شیمیایی خمیر شامل وزن مخصوص و قوام و ویژگی‌های کیفی محصول شامل رطوبت، فعالیت آبی، دانسیته ظاهری، حجم، حجم ویژه، تقارن و یکنواختی، بافت، رنگ مورد بررسی قرار گرفت. ویژگی‌های حسی کیک نیز در روز اول و پنجم پس از تولید ارزیابی شد. نتایج نشان داد که روش یکجا باعث ایجاد بیشترین وزن مخصوص و قوام در خمیر و تیره‌ترین رنگ در کیک می‌گردد. نمونه‌های تولید شده با روش شکر-خمیر دارای بیشترین ($P < 0/05$) فعالیت آبی، حجم و تقارن بودند. رطوبت کیک تهیه شده با روش شکر-خمیر و روش آرد-خمیر مشابه هم بود، در حالی که روش یکجا کمترین ($P < 0/05$) میزان رطوبت را نشان داد. در اندازه‌گیری دستگاهی بافت در روز اول، بین نمونه‌های تهیه شده با روش شکر-خمیر، آرد-خمیر و یکجا تفاوت معنی‌داری ($P > 0/05$) از لحاظ بافت مشاهده نشد. در روز دهم ارزیابی، کیک حاصل از روش شکر-خمیر نرم‌ترین بافت و روش یکجا سفت‌ترین بافت را ارائه کردند. سفتی بافت کیک حاصل از روش آرد-خمیر مابین این دو بدست آمد. از نظر دانسیته ظاهری، حجم ویژه و یکنواختی تفاوتی میان سه روش ذکر شده مشاهده نشد. نمونه‌های تهیه شده با روش شکر-خمیر بیشترین مقبولیت حسی را از طرف ارزیاب‌ها کسب کردند.

واژه‌های کلیدی: کیک اسفنجی، مخلوط کردن، شکر-خمیر، آرد-خمیر، یکجا، کیفیت

Effect of mixing methods on physicochemical properties of batter and quality characteristics of sponge cake

E Nourmohammadi¹, S.H Peighambardoust^{2*} and A Olad Ghaffari³

Received: January 02, 2012 Accepted: June 13, 2012

¹MSc graduate, Department of Food Science, College of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran

² Associate Professor, Department of Food Science and Technology, College of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran

³Senior Researcher, Iran Standard and Industrial Research Institute (ISIRI), Eastern Azerbaijan Main Office, Tabriz, Iran

*Corresponding author: E-mail: Peighambardoust@tabrizu.ac.ir

Abstract

In this study three different methods of batter making including sugar-batter, flour-batter and all-in processes were studied. The effect of mixing method on batter physicochemical properties such as specific gravity and consistency, quality properties of product such as moisture, water activity, apparent density, volume, specific volume, symmetry and uniformity, texture, color and also sensory properties 1 and 5 days after production was evaluated. Results showed that all-in method leads to higher specific gravity and consistency values in batter and a darker color compared to other methods. Samples prepared by sugar-batter method had higher ($P<0.05$) water activity, volume and symmetry values. Samples produced by sugar-batter and flour-batter methods had similar moisture content, whereas all-in method produced cakes with a lower moisture content ($P<0.05$). Instrumental measurement of texture showed that cakes produced by sugar-batter method had the softest ($P<0.05$) texture at the first day of evaluation. There were no significant differences between cakes prepared by flour-batter and all-in methods. In the 10th day of texture evaluation sugar-batter cakes showed the softest texture; but flour-batter cakes had the harder texture in comparison with sugar-batter cakes. Samples prepared by all-in-one method had the hardest texture. There were no significant differences between three methods in apparent density, specific volume and uniformity of cakes. Sensory evaluation showed that sugar batter cakes gave the most acceptability values.

Keywords: Sponge cake, Mixing, Sugar-batter, Flour-batter, All-in, Quality

مقدمه

در تهیه کیک تشکیل شبکه گلوتنی به نحوی که در سایر محصولات نانوائی مورد انتظار است وجود ندارد (کووایین و همکاران ۲۰۰؛ دس راکردز و همکاران ۲۰۰۴؛ یانگ و فوگدینگ ۲۰۰۹). توسعه کامل شبکه گلوتنی در حین مخلوط کردن خمیر کیک رخ نمی‌دهد و تشکیل گلوتن عمدتاً توسط غلظت‌های بالای شکر، چربی و مایعات محدود می‌شود. هرچند این به معنای عدم تشکیل شبکه گلوتنی نبوده و به‌ویژه در طی پخت برهم‌کنش میان پروتئین‌ها می‌تواند در ایجاد ساختار

محصولات آردی از پر مصرف‌ترین محصولات غذایی در سراسر جهان محسوب می‌شوند. از میان این محصولات، کیک به واسطه ویژگی‌های ارگانولپتیک مناسب، مورد استقبال و پسند مصرف‌کنندگان واقع شده است. آرد، شکر، تخم‌مرغ و چربی ترکیبات اصلی در تولید کیک محسوب می‌شوند و هر کدام نقش مهمی را در ساختار و کیفیت محصول ایفا می‌کنند (ماتساکیدو و همکاران ۲۰۱۰).

۲- روش تک مرحله ای^۳: در این روش تمامی مواد اولیه بصورت یکجا وارد مخلوط کن شده و خمیر تهیه می شود (کووایین و همکاران ۲۰۰۳).

از آنجائیکه مطالعه مدونی در زمینه بررسی تأثیر روش مخلوط کردن کیک بر ویژگی‌های کیفی خمیر و محصول نهایی کیک در ایران انجام نگرفته و در زمینه فرآورده های غلات بیشتر مطالعات بر روی تأثیر ترکیبات مورد استفاده بر ویژگی‌های فرآورده انجام گرفته است، هدف از این پژوهش مقایسه سه روش مختلف تهیه خمیر کیک شامل روش‌های شکر-خمیر^۴ و آرد-خمیر^۵ (روش‌های چند مرحله ای) و یکجا^۶ (تک مرحله ای) و بررسی تأثیر روش مخلوط کردن خمیر بر ویژگی‌های محصول و در نهایت پیشنهاد مناسب‌ترین روش در تهیه کیک اسفنجی^۷ می‌باشد.

مواد و روش‌ها

مواد

آرد نول، شکر آسیاب شده، روغن هیدروژنه نیمه جامد، وانیل، بیکنگ پودر، شیرخشک، آب پنیر و تخم مرغ از فروشگاه‌های مواد غذایی تهیه شد. ویژگی‌های آرد مصرفی در جدول ۱ آمده است.

روش تولید کیک

خمیر کیک با سه روش شکر-خمیر، آرد-خمیر و یکجا بر اساس جدول ۲ تهیه گردید (پیغمبردوست ۱۳۸۸). برای تهیه خمیر از میکسر Starmix ساخت آلمان استفاده گردید. در روش شکر-خمیر در مرحله تهیه کرم و افزودن تخم مرغ از سرعت بالا و در مرحله افزودن مواد پودری از سرعت پایین میکسر استفاده شد.

کیک مؤثر باشد (ویلدرجانز و همکاران ۲۰۰۸). یکی از راه‌های محدود کردن تشکیل شبکه گلوتنی، روش مخلوط کردن خمیر کیک است (کووایین و همکاران ۲۰۰۳؛ ویلدرجانز و همکاران ۲۰۰۸). مخلوط کردن آرد، آب و سایر ترکیبات این امکان را می‌دهد که با هم بصورت همگن درآمده و توده منسجمی را ایجاد کنند. باید به این نکته توجه کرد که حتی جزئی مانند هوا که به ظاهر فاکتور کم اهمیتی به نظر می‌رسد، عامل مهمی است که در طول مخلوط شدن وارد خمیر می‌شود (آنژیولونی و دلا ۲۰۰۷). به اعتقاد پاره‌ای از محققین هوادهی مناسب و مخلوط کردن باعث کاهش در دانسیته خمیر و تغییر در ویسکوزیته شده و بنابراین بر بافت و ظاهر محصول اثر خواهد کرد. بنابراین مخلوط کردن یک مرحله کلیدی در تهیه خمیر محصول به شمار می‌رود (ادورا و همکاران ۲۰۰۷). محققان با مطالعه پیرامون نقش مخلوط کردن بر ویژگی‌های "کوکی" گزارش کردند که مخلوط کردن باعث پراکنده شدن یکنواخت اجزاء و بهبود قابلیت جذب آب در خمیر شده و از ایجاد ساختار مشابه با خمیر نان در "کوکی" ممانعت می‌کند (ویلدرجانز و همکاران ۲۰۰۸). بطور کلی اهداف مخلوط کردن در خمیر کیک شامل پخش کردن یکنواخت اجزاء، ورود و تثبیت حباب‌های هوا و به حداقل رساندن تشکیل شبکه گلوتنی است (کووایین و همکاران ۲۰۰۳).

روش‌های اصلی تولید خمیر کیک بر اساس روش مخلوط کردن عمدتاً به دو گروه اصلی تقسیم بندی می‌شوند:

۱- روش چند مرحله ای^۳: در این روش ترکیبات قبل از افزوده شدن به خمیر اصلی بصورت جداگانه با هم مخلوط می‌شوند. هدف اصلی این روش مخلوط کردن، به حداقل رساندن تشکیل گلوتن و ورود مناسب حباب‌های هوا به خمیر است.

3. One stage
4. Sugar batter
5. Flour batter
6. All in
7. Sponge cake

1. Cookie
2. Multi stages

جدول ۱- خصوصیات آرد بر اساس وزن خشک

ویژگی*	درصد
رطوبت	±۰/۱۲۰۱/۸۶
خاکستر	۰/۴۹ ±۰/۰۲
گلوتن مرطوب	۲۶/۱۷ ±۰/۷۶
پروتئین	۹/۶۸ ±۰/۱۵
عدد زلنی	۲۱/۸۶ ±۰/۱۳

* داده‌ها میانگین سه تکرار ± انحراف معیار

01(AACC 1999) اندازه گیری شد. ۳-۵ گرم از نمونه آرد با دقت ۰/۰۰۰۱ گرم درکروزه که از قبل به وزن ثابت رسیده و توین شده بود وزن شد و کروزه در کوره با دمای ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۶-۴ ساعت (رسیدن به خاکستر با رنگ خاکستری روشن یا رسیدن به وزن ثابت) قرار گرفت. سپس کروزه در دسیکاتور خنک شده و توزین شد. درصد خاکستر از رابطه زیر محاسبه شد:

$$\times 100 = \frac{\text{وزن باقیمانده}}{\text{وزن نمونه}} = \% \text{خاکستر}$$

پروتئین با استفاده از روش AACC 46-12 (AACC 1999) اندازه‌گیری شد. برای این منظور مقدار کل ازت اندازه‌گیری شده و از طریق فاکتور مربوط به پروتئین غلات (۵/۷) پروتئین محاسبه شد. ۱ گرم از آرد نرم‌شده در ظرف مخصوص هضم توزین شده و ۲۵ میلی‌لیتر اسید سولفوریک ۹۸٪ برای هضم به آن افزوده شد. هضم کامل نمونه تا رسیدن به رنگ سبز شفاف ادامه یافت. پس از هضم کامل، تقطیر ازت انجام گرفت. برای اینکار ۲۵۰-۳۰۰ میلی‌لیتر آب و ۵۰ میلی‌لیتر NaOH به‌مراه پرل برای ممانعت از انفجار به محلول هضم شده افزوده شد. یک ارلن حاوی ۵۰ میلی‌لیتر اسید بوریک و چند قطره معرف متیل‌رِد در انتهای دستگاه تقطیر به نحوی که قسمت انتهایی دستگاه تقطیر بشکل کامل در اسید غوطه‌ور باشد قرار داده شد و تقطیر تا رسیدن به حداقل حجم ۲۵۰ میلی‌لیتر انجام گرفت. محلول حاصل با

کلیه عملیات مخلوط کردن در روش یکجا نیز با دور پایین میکسر انجام گرفت. تهیه اسفنج در روش آرد-خمیر با دور بالای دستگاه و سایر مراحل تهیه خمیر با سرعت پایین انجام گرفت. مقدار ۴۰ گرم از خمیر آماده شده با روش‌های ذکر شده بلافاصله پس از مخلوط کردن در قالب‌هایی به ابعاد ۸ × ۵ × ۴ سانتی‌متر ریخته شد و به مدت ۲۰ دقیقه در فر با دمای ۱۸۰-۲۰۰ درجه سانتی‌گراد پخت گردید. پایان زمان پخت با ظاهر شدن پوسته قهوه‌ای رنگ در سطح فوقانی کیک مشخص گردید. نمونه‌ها پس از پخت به مدت ۴۰ دقیقه در دمای محیط خنک شدند. پخت نمونه‌ها در دو تکرار انجام گرفت.

آزمون‌های آرد

رطوبت با استفاده از روش AACC 44-15 (AACC 1999) اندازه‌گیری شد. ۲-۳ گرم از نمونه با دقت ۰/۰۱ گرم در پلیت‌هایی که از قبل به وزن ثابت رسیده‌اند توزین و پلیت‌ها در آون ۱۰۳ درجه سانتی‌گراد به مدت ۶۰ دقیقه قرار داده شد. پس از رسیدن نمونه‌ها به وزن ثابت در دسیکاتور پلیت‌ها توزین شده و رطوبت با استفاده از رابطه زیر محاسبه شد

$$\times 100 = \frac{\text{کاهش رطوبت بر حسب گرم}}{\text{وزن نمونه}} = \% \text{رطوبت}$$

اساس کار اندازه‌گیری خاکستر بر اساس سوزاندن همه مواد آلی و باقیماندن ترکیبات معدنی آرد و توزین آن است. این فاکتور با استفاده از روش AACC 08-

سپس گلوتن به دست آمده به مدت ۱ ساعت در آب غوطه ور مانده، آب اضافه آن گرفته و توزین شد. مقدار گلوتن مرطوب به صورت درصد بیان شد.

رسوب زنی تعیین کننده کیفیت پروتئین آرد است. برای اندازه‌گیری این فاکتور از روش AACC 56-60 (AACC 1999) استفاده شد. به این منظور ابتدا ۲/۲ گرم از آرد در استوانه مدرج ۱۰۰ میلی‌لیتری توزین و ۵۰ میلی‌لیتر محلول برموفنل بلو به آن افزوده شد. درب استوانه بسته شد و به مدت ۵ دقیقه با سرعت ۱۸ بار در دقیقه مخلوط کردن انجام گرفت. استوانه به مدت ۵ دقیقه بر روی یک سطح صاف قرار داده شد. پس از آن ۲۵ میلی‌لیتر محلول سدیمانتاسیون به استوانه مدرج افزوده شده و به مدت ۵ دقیقه مخلوط کردن با سرعت ۱۸ بار در دقیقه انجام گرفت. پس از ثابت ماندن استوانه بر روی یک سطح صاف به مدت ۵ دقیقه حجم رسوب اندازه‌گیری شد. عدد زنی به صورت حجم رسوب گزارش شد.

استفاده از اسید سولفوریک ۰/۱N تا رسیدن به رنگ صورتی تیترو و درصد پروتئین کل از رابطه زیر محاسبه شد.

$$\text{وزن نمونه} \times \frac{\text{نرمالیتت اسید سولفوریک} \times \text{میلی لیتر اسید مصرفی}}{\text{پروتئین}} = \text{پروتئین}$$

گلوتن مرطوب با روش AACC 38-10 (AACC 1999) اندازه‌گیری شد. ۲۵ گرم آرد توزین شده و با استفاده از مقدار کافی آب خمیر ایجاد شد. خمیر بدست آمده با ورز دادن بشکل گلوله درآمده و به مدت ۲۰ دقیقه در آب غوطه‌ور شد. سپس با شستشودادن خمیر زیر جریان ملایم آب نمک ۰/۲٪ مواد محلول و نشاسته از خمیر خارج شد (با خروج نشاسته و مواد محلول توده گلوتن تیره شده و بشکل یک شبکه تارمانند تبدیل خواهد شد). این فرایند ۲۰-۳۰ دقیقه به طول انجامید و با استفاده از الک از خروج مواد به همراه جریان آب ممانعت شد. برای اطمینان از خروج کامل همه نشاسته از خمیر، توده حاصل در یک ظرف حاوی آب تمیز فشار داده شد و ایجاد کدورت نشان‌دهنده وجود نشاسته در خمیر بود. شستشوی خمیر تا خروج کامل نشاسته انجام گرفته و

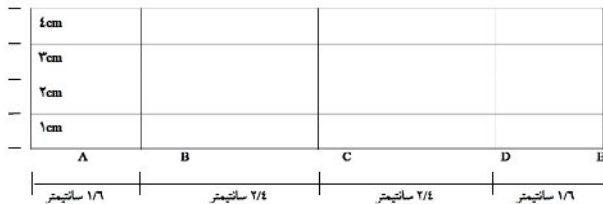
جدول ۲- مراحل تهیه خمیر بر اساس روش‌های شکر-خمیر، آرد-خمیر و یکجا

مواد اولیه	درصد بر اساس وزن آرد	روش تهیه بر اساس روش شکر-خمیر	روش تهیه بر اساس روش آرد-خمیر	روش تهیه بر اساس روش یکجا
روغن	۵۷	کرم کردن روغن و شکر تا تولید رنگ روشن انجام شد (در حدود ۱۰ دقیقه)	کرم کردن آرد و روغن تا تولید رنگ روشن انجام شد (در حدود ۱۰ دقیقه)	مواد اولیه با هم در میکسر ریخته شده و
تخم مرغ	۷۲	۱۰ دقیقه، سپس تخم‌مرغ در ۵-۴ قسمت اضافه گردید، مواد پودری با هم الک شده و افزوده شد تا خمیر بصورت نیمه صاف درآمد و سپس بعد از افزودن آب خمیر بصورت صاف درآمد.	سپس تخم‌مرغ و شکر زده شد (تهیه اسفنج) و در سه قسمت افزوده شد، مواد پودری با هم الک شده و افزوده شد تا خمیر بصورت نیمه صاف درآمد. در پایان بعد از افزودن آب، خمیر بصورت صاف درآمد.	مخلوط کردن به مدت ۱۰ دقیقه انجام گرفت.
بیکینگ پودر	۱/۳۴			
شیرخشک	۲			
وانیل	۰/۵			
پودر آب پنیر	۴			
آب	۲۵			

وزن مخصوص خمیر کیک با اندازه‌گیری نسبت وزن ۲۴۰ میلی‌لیتر خمیر به وزن ۲۴۰ میلی‌لیتر آب محاسبه

آزمون‌های خمیر

اندازه گیری شد. برای این منظور از دستگاه ماشین آزمون عمومی (اینستران) و از متد AACC 74- (AACC, 1999) استفاده و سفتی به عنوان حداکثر مقاومت در مقابل تغییر شکل به میزان ۴۰٪ فشردگی در بافت در نظر گرفته شد.



تقارن = 2C - B - D
یکنواختی = B - D

شکل ۱- خطکش شفاف مورد استفاده در اندازه‌گیری تقارن و یکنواختی کیک

برای اینکار قطعه مکعبی به ابعاد ۲/۵۴ سانتی‌متر از بافت مغز کیک جدا شده و پروب دستگاه به‌اندازه ۱ سانتی‌متر (۴۰٪) از بافت را فشرده کرد. نیروی وارد شده توسط سل بارگذاری^۱ ۵ الی ۵۰ نیوتن، سرعت پروب دستگاه ۵۰ میلی‌متر بر دقیقه و سرعت چارت ۲۵۰ میلی‌متر بر دقیقه (نسبت سرعت چارت به سرعت پروب ۵ به ۱) در نظر گرفته شد. میزان نیروی فشاری وارد شده به نمونه بر حسب نیوتن گزارش شد (هس و ستسر ۱۹۸۳). رنگ کیک با استفاده از روش اسپکتروفتومتری مورد ارزیابی قرار گرفت (آتیا و همکاران ۱۹۹۳). در این روش، اگر از مغز، ۱ گرم از پوسته و ۱ گرم از کل کیک (پوسته و مغز) به مدت ۲۴ ساعت در ۵ میلی‌لیتر استون ۸۰٪ قرار داده شد و پس از صاف کردن محلول هضم شده، میزان جذب در طول موج ۴۲۰ نانومتر اندازه‌گیری شد. کلیه آزمون‌های فیزیکی و شیمیایی در ۳ تکرار انجام گرفت.

شد (لین و همکاران ۲۰۰۳). برای اندازه‌گیری قوام خمیر کیک، خمیر در قیفی با قطر داخلی دهانه گشاد ۱۰ سانتی‌متر و قطر داخلی دهانه باریک ۱/۶ سانتی‌متر ریخته شد. قیف بطور کامل با خمیر پر شده، سپس وزن خمیر خارج شده از قیف در مدت زمان ۱۵ ثانیه اندازه‌گیری و قوام خمیر برحسب گرم بر ثانیه گزارش شد (پیرسه و والکر ۱۹۸۷). اعداد بزرگتر ثبت شده نشان‌دهنده قوام کمتر خمیر است.

آزمون‌های کیک

رطوبت کیک با استفاده از روش AACC 44-11 (AACC, 1999)، حجم کیک با استفاده از روش جابجایی دانه کلزا^۱ (لین و همکاران ۲۰۰۳)، دانسیته ظاهری کیک با اندازه‌گیری نسبت وزن به حجم کیک (کوکر و همکاران ۲۰۰۶) و حجم ویژه با محاسبه نسبت حجم به وزن کیک اندازه‌گیری شد (آتیا و همکاران ۱۹۹۳). علاوه بر رطوبت، فعالیت آبی کیک نیز در روز اول تولید اندازه‌گیری شد. پس از کالیبره کردن دستگاه با نمک‌های مخصوص با a_w مشخص، نمونه‌هایی از مغز کیک در سل دستگاه قرار داده و فعالیت آبی آن پس از ثابت شدن در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد قرائت شد (آکسوان ۲۰۰۹). تقارن و یکنواختی^۲ کیک با استفاده از AACC 10-91A (AACC, 1999) اندازه‌گیری شد. به این منظور خطکش شفاف^۳ مخصوص مشابه با شکل ۱ برای اندازه‌گیری تقارن و یکنواختی تهیه گردید. سپس یک مقطع طولی از کیک تهیه و بر روی الگو قرار داده شد. در نهایت ارتفاع کیک در نواحی A, B, C, D و E اندازه‌گیری و تقارن و یکنواختی کیک از طریق روابط زیر محاسبه شد. در مورد یکنواختی عدد بزرگتر نشان‌دهنده یکنواختی کمتر است.

به‌منظور بررسی تأثیر روش‌های مختلف پخت بر سفتی، بافت کیک در روزهای ۰، ۲، ۴، ۶، ۸ و ۱۰ پس از پخت

1. Seed displacement
2. Symmetry and uniformity
3. Transparent

ارزیابی حسی

ویژگی‌های حسی کیک توسط ۱۴ نفر ارزیاب آموزش دیده مورد مطالعه قرار گرفت. به این منظور سه نمونه از کیک مشخص شده با کد فرضی به همراه سه فرم ارزیابی ۶ قسمتی شامل ویژگی‌های خلل و فرج، نرمی و سفتی بافت، خشک یا خمیری بودن بافت کیک در حین جویدن، رنگ سطح فوقانی و تحتانی کیک، رنگ مغز کیک و عطر و طعم کیک که با استفاده از روش AACC 10-90 (AACC 1999) اصلاح شده بر اساس نتایج بدست آمده از سایر محققین تهیه گردید و در اختیار داوران قرار گرفت (رودا و همکاران ۲۰۰۵؛ لی و همکاران ۲۰۰۸). در ارزیابی حسی از سیستم هدونیک پنج نقطه‌ای که شماره ۱ نشان‌دهنده کمترین امتیاز و شماره ۵ نمایانگر بیشترین امتیاز برای صفت مورد ارزیابی می‌باشد استفاده شد. نمره نهایی با استفاده از رابطه زیر محاسبه گردید. ارزیابی حسی در روز اول و پنجم پس از پخت انجام گرفت.

مجموع ضرایب / مجموع امتیازات = نمره نهایی

آنالیز آماری

داده‌های حاصل از اندازه‌گیری صفات فیزیکی-شیمیایی و حسی کیک و خمیر با استفاده از طرح کاملاً تصادفی با رویه مدل‌های خطی تعمیم یافته (GLM)^۱ نرم‌افزار SAS مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفتند. در صورت معنی‌دار بودن اثرات مورد بررسی در جدول آنالیز واریانس، مقایسه میانگین تیمارها در صفات حسی و فیزیکی-شیمیایی با آزمون توکی با سطح احتمال خطا ۵٪ انجام شد. در صفات حسی و اندازه‌گیری سفتی بافت کیک اثرات روز نگهداری، روش تهیه خمیر و اثر متقابل روز نگهداری و روش تهیه خمیر و در صفات فیزیکی اثر روش تهیه خمیر بررسی شد.

نتایج و بحث

وزن مخصوص و قوام خمیر

خمیر تهیه شده به روش یکجا بالاترین وزن مخصوص را به خود اختصاص داد ($P < 0.05$). در حالیکه خمیر تهیه شده با روش آرد-خمیر و شکر-خمیر وزن مخصوص کمتری از روش یکجا ارائه کردند، اما بین روش آرد-خمیر و شکر-خمیر تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد ($P > 0.05$). خمیر تهیه شده به روش شکر-خمیر کمترین میزان قوام را داشت. خمیر تهیه شده با روش آرد-خمیر دارای قوام بالاتری نسبت به خمیر تهیه شده با روش شکر-خمیر بود و خمیر تهیه شده به روش یکجا بالاترین قوام را نشان داد ($P < 0.05$). وزن مخصوص نشان‌دهنده میزان ورود حباب‌های هوا به خمیر در طول مخلوط کردن و میزان نگهداری این حباب‌ها در خمیر است (دس راکردز و همکاران ۲۰۰۴). با توجه به رابطه معکوس میان وزن مخصوص خمیر کیک و قابلیت ورود حباب‌های هوا به خمیر و میزان نگهداری حباب‌های هوا در بافت خمیر کیک بیشتر بودن وزن مخصوص خمیر در روش یکجا را می‌توان به ورود کمتر حباب‌های هوا به خمیر تهیه شده با این روش و قابلیت کمتر خمیر تهیه شده به این روش نسبت به خمیر تهیه شده به روش آرد-خمیر و شکر-خمیر در نگهداری حباب‌های هوا نسبت داد (باوا و همکاران ۲۰۰۰). قوام خمیر کیک تعیین کننده سرعت بالا آمدن حباب‌های هوا به سمت سطح کیک است. در خمیرهای با قوام کمتر سرعت حرکت حباب‌های هوا به سمت سطح کیک بالاتر است. (فریه و همکاران ۱۹۹۲). بنابراین بهتر است قوام خمیر کیک در حد کافی بالا در نظر گرفته شود تا ضمن این‌که قابلیت پمپ شدن و قالب‌ریزی خود را حفظ کند، بتواند حباب‌های هوای بیشتری طی فاز مکانیکی مخلوط کردن یا هوادهی مکانیکی در خمیر حفظ نماید. علت قوام بالاتر در خمیر تهیه شده با روش یکجا را می‌توان به افزودن آرد و آب در ابتدای تهیه خمیر، تشکیل شبکه گلوآنتی در اثر مخلوط شدن خمیر و درگیر شدن آب در این شبکه نسبت

(پیغمبردوست ۱۳۸۸). تأثیر روش مخلوط کردن خمیر بر وزن مخصوص و قوام خمیر در جدول ۳ آمده است.

داد. قوام بالاتر خمیر در روش آرد- خمیر نسبت به شکر- خمیر می‌تواند به‌علت افزودن نیمی از آرد در ابتدای تهیه خمیر و تشکیل محدود شبکه گلوتمی باشد

جدول ۳- تأثیر روش مخلوط کردن بر وزن مخصوص و قوام خمیر کیک

صفت	شکر- خمیر	آرد- خمیر	یکجا
	میانگین	میانگین	میانگین
وزن مخصوص خمیر	۱/۲۳±۰/۰۵ ^b	۱/۲۹±۰/۰۵ ^b	۱/۳۸±۰/۰۳ ^a
قوام خمیر	۰/۳۸±۰/۰۱ ^a	۰/۳۰±۰/۰۴ ^b	۰/۱۸±۰/۰۲ ^c

حروف متفاوت در هر ردیف نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار حداقل در سطح ($P < 0/05$) است.

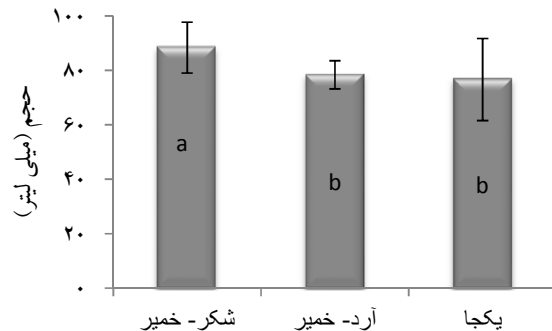
با توجه به وزن مخصوص کمتر خمیر تهیه شده با روش شکر- خمیر و قابلیت بیشتر خمیر تهیه شده با این روش در نگهداری حباب‌های هوا در طی مخلوط کردن، تهیه خمیر و انبساط حباب‌های هوا در طول پخت، حجم بالاتر در کیک‌های تهیه شده با این روش منطقی بنظر می‌رسد (دس راکردز و همکاران ۲۰۰۴).

یکنواختی و تقارن

نقش روش مخلوط کردن بر تقارن کیک در شکل ۳ نشان داده شده است. کیک‌های تهیه شده با روش شکر- خمیر بیشترین تقارن و نمونه‌های تهیه شده با روش یکجا کمترین تقارن را بدست آوردند ($P < 0/05$), در حالیکه تفاوتی از نظر یکنواختی میان سه روش مورد بررسی مشاهده نشد ($P > 0/05$). تقارن بیشتر در روش شکر- خمیر به علت پراکنده شدن بهتر ترکیبات حجم دهنده کیک مانند بیکینگ پودر در طول تهیه خمیر با روش شکر- خمیر و نیز 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 (پیغمبردوست ۱۳۸۸).

دانسیتته ظاهری، حجم و حجم ویژه

تأثیر روش تهیه خمیر کیک بر حجم کیک در شکل ۲ نشان داده شده است. چنانچه ملاحظه می‌شود، نمونه‌های تهیه شده با روش شکر- خمیر بالاترین حجم کیک را ارائه دادند. ($P < 0/05$). تفاوتی از نظر حجم میان کیک‌های تهیه شده به روش آرد- خمیر و روش یکجا مشاهده نشد ($P > 0/05$). از نظر دانسیته ظاهری و حجم ویژه کیک تفاوتی میان سه روش تهیه خمیر مشاهده نشد ($P > 0/05$). میان وزن مخصوص خمیر و حجم کیک رابطه معکوس برقرار است، به این صورت که هرچه وزن مخصوص خمیر کیک کمتر باشد، کیک حجم بیشتری خواهد داشت.

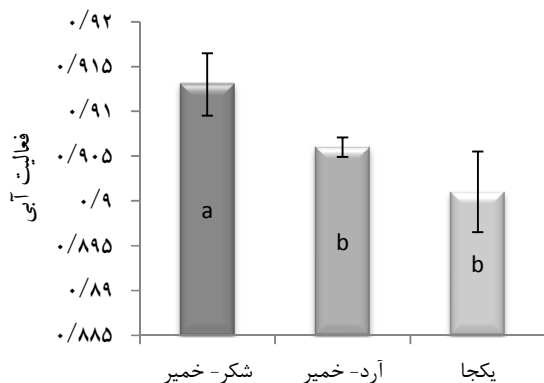


شکل ۲- تأثیر روش مخلوط کردن خمیر بر حجم

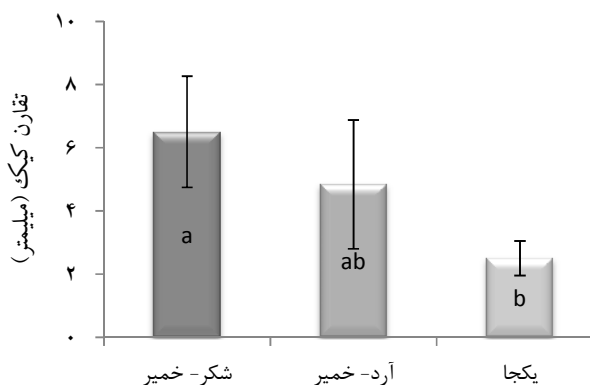
کیک. حروف متفاوت نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار حداقل در

سطح ($P < 0/05$) است.

آرد- خمیر و یکجا تفاوتی در فعالیت آبی مشاهده نشد ($P > 0.05$). با توجه به این نتایج احتمال از دست رفتن رطوبت و افزایش سفتی بافت در کیک‌هایی که با استفاده از روش یکجا تهیه گردیده‌اند نسبت به نمونه‌های تهیه شده با روش شکر- خمیر و آرد- خمیر بیشتر خواهد بود. کیک تهیه شده با روش شکر- خمیر که رطوبت بالاتری داشت دارای فعالیت آبی بالاتری نیز بود و نمونه‌های تهیه شده با روش یکجا که کمترین رطوبت را داشتند دارای کمترین میزان فعالیت آبی نیز بودند. روش آرد- خمیر در میزان رطوبت، مشابه با روش شکر- خمیر و در فعالیت آبی مشابه روش یکجا بود. فعالیت آبی فاکتور مناسبی برای ارزیابی عمرماندگاری و پایداری میکروبیولوژیکی مواد غذایی محسوب می‌گردد، بنابراین انتظار می‌رود که نمونه‌های آماده شده با روش شکر- خمیر دارای عمر ماندگاری کمتر از کیک‌های تهیه شده با دو روش دیگر باشند (وینکل هاوسن و همکاران ۲۰۰۷).



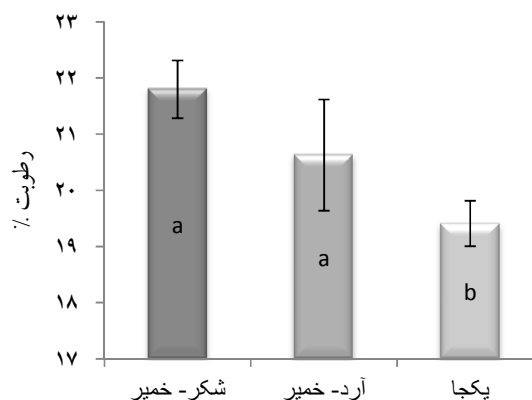
شکل ۵- تأثیر روش مخلوط کردن خمیر بر a_w کیک. حروف متفاوت نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار حداقل در سطح $P < 0.05$ است.



شکل ۳- نقش روش مخلوط کردن بر تقارن کیک. حروف متفاوت نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار حداقل در سطح $P < 0.05$ است.

رطوبت و فعالیت آبی

رطوبت و فعالیت آبی کیک در روز اول پس از پخت اندازه‌گیری شد (شکل‌های ۴ و ۵). از نظر رطوبت، روش شکر- خمیر و روش آرد- خمیر نتایج مشابهی ارائه دادند، در حالی که روش یکجا دارای کمترین میزان رطوبت بود ($P < 0.05$). کیک‌های تهیه شده به روش شکر- خمیر فعالیت آبی بیشتری داشتند ($P < 0.05$). میان روش‌های

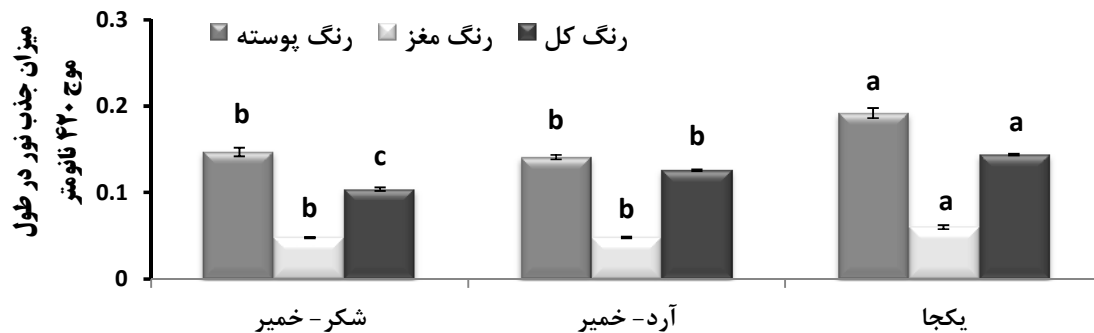


شکل ۴- تأثیر روش مخلوط کردن خمیر بر رطوبت کیک. حروف متفاوت نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار حداقل در سطح $P < 0.05$ است.

رنگ

کیک روش‌های یکجا، آرد-خمیر و شکر-خمیر به ترتیب در رتبه اول، دوم و سوم قرار گرفتند ($P < 0.05$). با توجه به یکسان بودن کلیه مواد اولیه مورد استفاده در هر سه فرمول، علت کاهش رنگ کیک در روش شکر-خمیر و آرد-خمیر را می‌توان دخالت عوامل بلوک کننده قندهای احیا کننده در هر مرحله از افزودن ترکیبات و غیرفعال شدن قندهای احیا کننده دانست (روندا و همکاران ۲۰۰۵). ضمن اینکه تخلخل بیشتر برخی نمونه‌ها هم بر رنگ مغز کیک مؤثر می‌باشد.

نتایج داده‌های حاصل از اندازه‌گیری رنگ کیک (شکل ۶) نشان داد که تیرگی رنگ در پوسته و مغز کیک‌های تهیه شده با روش یکجا که بیشتر تحت تأثیر واکنش‌های میلارد و کاراملیزاسیون قرار گرفت، نسبت به دو روش دیگر مشهودتر است ($P < 0.05$). در حالیکه از نظر شرکت قند در واکنش میلارد و کاراملیزاسیون و ایجاد رنگ، تفاوت معنی‌داری میان رنگ پوسته و همینطور رنگ مغز در روش آرد-خمیر و شکر-خمیر وجود نداشت ($P > 0.05$). از نظر مجموع رنگ پوسته و مغز

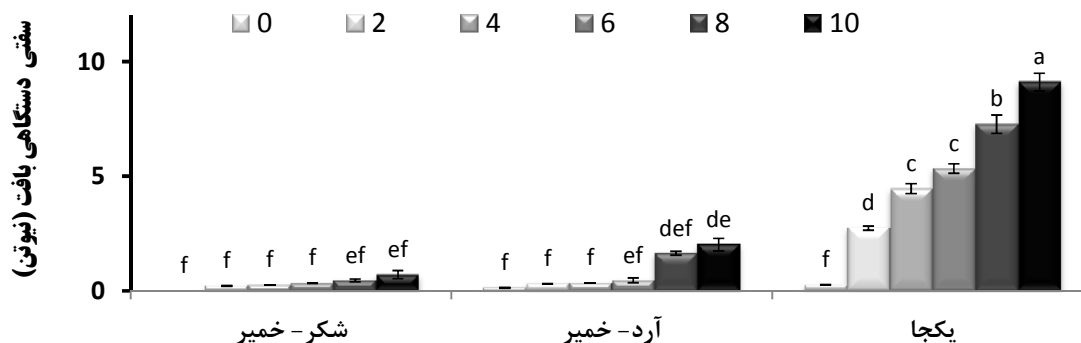


شکل ۶- نقش روش تهیه خمیر بر رنگ کیک. حروف متفاوت مربوط به صفات اندازه‌گیری یکسان در روش‌های مختلف تهیه خمیر نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار حداقل در سطح ($P < 0.05$) است.

چهارم تفاوتی در سفتی میان روش شکر-خمیر و آرد-خمیر مشاهده نشد ($P > 0.05$), اما روش یکجا بافت سفت‌تری را ارائه داد ($P < 0.05$). در روز ششم، هشتم و دهم نمونه‌های تهیه شده با روش شکر-خمیر نرم‌ترین بافت را داشتند.

ارزیابی بافت (روش دستگامی)

تأثیر همزمان روش تهیه خمیر و روز نگهداری بر بافت کیک در شکل ۷ نشان داده شده است. همانگونه که از شکل ۷ مشاهده می‌شود در روز اول اندازه‌گیری تفاوتی میان کیک‌های تهیه شده با روش شکر-خمیر، آرد-خمیر و یکجا دیده نشد ($P > 0.05$). در روز دوم و



شکل ۷: اثر متقابل روز نگهداری و روش تهیه خمیر بر بافت. (اعداد ذکر شده در بالای نمودار روزهای ارزیابی دستگاهی بافت است). حروف متفاوت مربوط به روزهای یکسان در روش‌های مختلف تهیه خمیر نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار حداقل در سطح $(P < 0.05)$ است.

تقویت نشده و بافت کیک نرم‌تر خواهد بود (پیغمبردوست ۱۳۸۸).

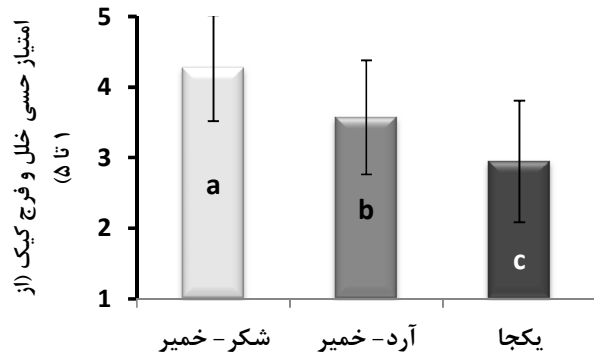
ارزیابی حسی

خلل و فرج کیک

نقش روش تهیه خمیر بر خلل و فرج کیک در شکل ۸ نشان داده شده است. نتایج نشان داد که روز نگهداری کیک و اثر متقابل روز نگهداری و روش تهیه خمیر تأثیری بر خلل و فرج کیک نداشتند ($P > 0.05$) (نتایج نشان داده نشده است). تنها فاکتور روش تهیه خمیر بر خلل و فرج کیک مؤثر بود ($P < 0.05$) و نمونه‌های تهیه شده با روش شکر-خمیر بیشترین امتیاز را کسب کردند. روش یکجا کمترین امتیاز را بدست آورد و امتیاز روش آرد-خمیر مابین شکر-خمیر و یکجا بود. حفظ بهتر آب در خمیر تهیه شده با روش شکر-خمیر باعث افزایش نرمی فیلم‌های پروتئینی شده و در نتیجه حباب‌های هوا به شکل بهتری در خمیر وارد شده و کیک دارای خلل و فرج مناسب‌تری خواهد بود (باوا و همکاران ۲۰۰۰). به علاوه پراکنده شدن بهتر عوامل وراورنده شیمیایی مانند بیکنینگ پودر در روش شکر-خمیر منجر به توزیع مناسب‌تر حباب‌های هوا شده و به افزایش امتیاز حسی خلل و فرج در نمونه‌های تهیه شده با این روش کمک خواهد کرد (پیغمبردوست ۱۳۸۸).

کیک‌های تولید شده با روش آرد-خمیر بافت سفت‌تری نسبت به کیک‌های تهیه شده با روش شکر-خمیر داشتند. اما نمونه‌های تهیه شده با روش یکجا سفت‌ترین بافت را نشان دادند ($P < 0.05$). سرعت کلی سفت شدن در نمونه‌های تهیه شده با روش شکر-خمیر کمتر از سایرین بوده و در نتیجه کیک‌های تهیه شده با این روش عمر انبارمانی بهتری داشتند ($P < 0.05$). این ویژگی مربوط به قابلیت جذب آب قند است که بر از دست دادن آب در طول انبارداری کیک اثر می‌کند. به عبارت دیگر مخلوط کردن چند مرحله‌ای باعث می‌شود که قابلیت نگهداری آب در خمیر کیک افزایش یافته و در مقایسه با روش یک مرحله‌ای به نرمی بیشتر بافت کیک کمک کند. به علاوه برهم کنش میان قند و نشاسته نیز بر رتروگراداسیون نشاسته و سفت شدن بافت اثر خواهد داشت (رودا و همکاران ۲۰۰۵). علت سفتی بیشتر کیک در روش یکجا را می‌توان به نحوه تهیه خمیر در این روش نیز نسبت داد. در روش یکجا به علت افزودن آرد در مراحل اولیه تهیه خمیر و مخلوط شدن زیاد آرد تشکیل شبکه گلوتهی تقویت شده و بافت کیک تا حدودی سفت خواهد شد. در حالیکه در روش شکر-خمیر آرد در مراحل نهایی تهیه خمیر افزوده شده و به مدت کوتاهی مخلوط می‌شود بنابراین تشکیل شبکه گلوتهی

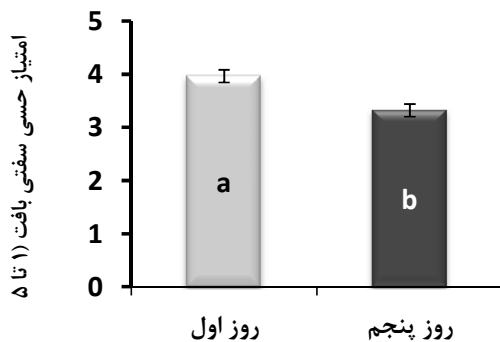
نگهداری کیک روش شکر- خمیر امتیاز حسی بیشتری را نسبت به آرد- خمیر و یکجا بدست آورد ($P < 0.05$). روش یکجا کمترین امتیاز را بدست آورد و آرد- خمیر نتایج مابین شکر- خمیر و یکجا کسب کرد (شکل ۹). نمونه‌ها در روز اول نسبت به روز پنجم امتیاز بیشتری را کسب کردند (شکل ۱۰). همانطور که در ارزیابی دستگاهی بافت کیک اشاره شد نرمی بافت در ارتباط با قابلیت جذب و نگهداری آب می‌باشد. نمونه‌های تهیه شده با روش شکر- خمیر دارای پتانسیل بالاتری برای حفظ آب بوده و دارای بافت نرم‌تری می‌باشند (روندا و همکاران ۲۰۰۵). این نتایج تأیید کننده نتایج حاصل از اندازه‌گیری دستگاهی بافت بود. سفتی بافت تحت تأثیر اثر متقابل روز نگهداری و روش تهیه خمیر قرار نگرفت ($P > 0.05$).



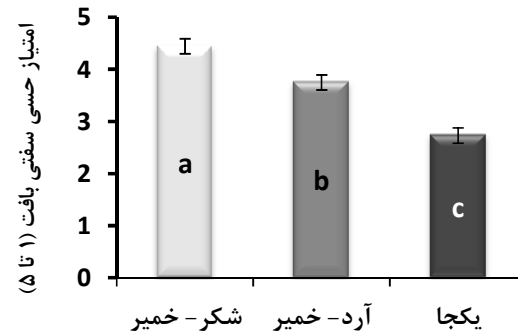
شکل ۸- نقش روش تهیه خمیر در خلل و فرج کیک. حروف متفاوت نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار حداقل در سطح ($P < 0.05$) است.

سفتی بافت

سفتی بافت کیک تحت تأثیر روش تهیه خمیر و روز نگهداری کیک قرار گرفت. بدون در نظر گرفتن روز



شکل ۱۰- تأثیر روز نگهداری کیک بر سفتی بافت. حروف متفاوت نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار حداقل در سطح ($P < 0.05$) است.



شکل ۹- تأثیر روش تهیه خمیر بر سفتی بافت کیک. حروف متفاوت نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار حداقل در سطح ($P < 0.05$) است.

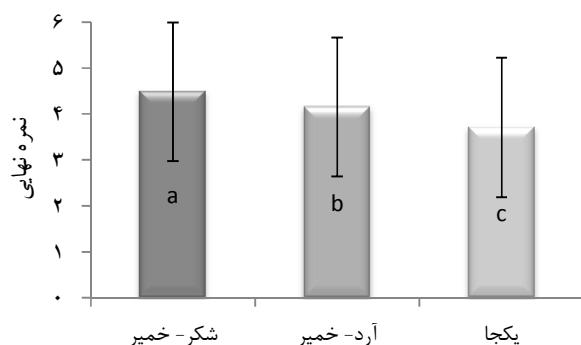
بر امتیاز حسی خشک و خمیری بودن بافت معنی‌دار نبود ($P > 0.05$).

خشک و خمیری بودن بافت در حین جویدن

از نظر این ویژگی نمونه‌های تهیه شده با روش شکر-خمیر و آرد-خمیر دارای امتیاز مشابه با هم و بیشتر از کیک‌های تهیه شده با روش یکجا بودند (شکل ۱۱). تأثیر روز نگهداری و اثر متقابل زمان و روش تهیه خمیر

نمره نهایی ارزیابی حسی

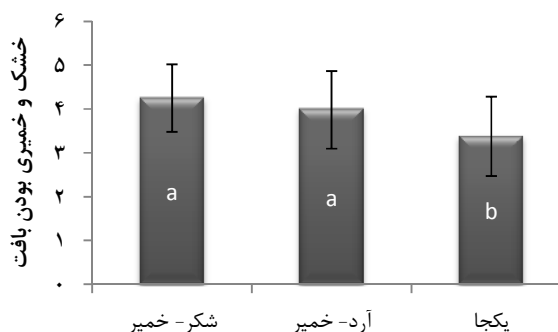
تأثیر روز نگهداری کیک بر نمره نهایی ارزیابی حسی معنی‌دار نبود ($P > 0/05$) (نتایج نشان داده نشده است). نمره نهایی تحت تأثیر روش تهیه خمیر قرار گرفت (شکل ۱۳). روش شکر-خمیر بیشترین امتیاز حسی را کسب کرد، روش آرد-خمیر امتیاز حسی کمتر از شکر-خمیر و روش یکجا کمترین امتیاز را بدست آورد ($P < 0/05$).



شکل ۱۳- تأثیر روش تهیه خمیر بر نمره نهایی ارزیابی حسی. حروف متفاوت نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار حداقل در سطح ($P < 0/05$) است.

نتیجه گیری

نتایج حاصله نشان داد فاکتورهایی مانند حجم و تقارن در نمونه‌های کیک تهیه شده با روش شکر-خمیر نسبت به روش آرد-خمیر و یکجا مطلوب‌تر است. بافت کیک (ارزیابی شده با روش دستگامی و حسی) در روش شکر-خمیر نرم‌تر از روش آرد خمیر و یکجا بود. نتایج حاصل از ارزیابی حسی نشان داد کیک‌های تهیه شده با روش شکر-خمیر دارای بافت نرم‌تر، خلل و فرج مناسب‌تر و طعم مطلوب بودند و در نهایت بیشترین امتیاز حسی را توسط داوران کسب کردند. با توجه به نتایج بدست آمده در این پژوهش روش شکر-خمیر به عنوان بهترین روش برای تولید خمیر کیک اسفنجی ارزیابی شده و می‌تواند با موفقیت برای تولید این فراورده مورد توجه قرار گیرد. با توجه به نزدیکی در برخی نتایج بدست آمده میان نمونه‌های تهیه شده با



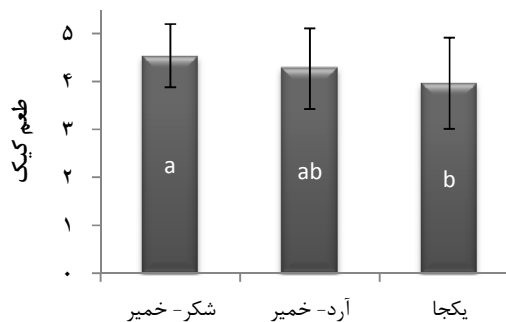
شکل ۱۱- اثر روش تهیه خمیر بر ویژگی حسی خشک و خمیری بودن بافت کیک‌حروف متفاوت نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار حداقل در سطح ($P < 0/05$) است.

رنگ پوسته و رنگ مغز کیک

تأثیر روش تهیه خمیر، زمان نگهداری و اثر متقابل زمان و روش تهیه خمیر بر رنگ پوسته و رنگ مغز کیک معنی‌دار نبود ($P > 0/05$). این امر می‌تواند به علت عدم توانایی ارزیاب‌ها در تشخیص تفاوت‌های جزئی و ناچیز در رنگ پوسته و نیز رنگ مغز کیک باشد.

امتیاز حسی طعم کیک

زمان نگهداری و اثر متقابل زمان و روش تهیه خمیر بر طعم کیک اثر معنی‌داری نداشت ($P > 0/05$). نمونه‌های آماده شده با روش شکر-خمیر بیشترین امتیاز حسی طعم کیک را کسب کردند. روش آرد-خمیر امتیاز کمتر از شکر-خمیر کسب کرد، اگرچه این تفاوت معنی‌دار نبود ($P > 0/05$). روش یکجا کمترین امتیاز حسی طعم کیک را بدست آورد (شکل ۱۲).



شکل ۱۲- تغییرات در امتیاز حسی طعم کیک با تغییر در روش تهیه خمیر کیک‌حروف متفاوت نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار حداقل در سطح ($P < 0/05$) است.

روش آرد-خمیر و شکر-خمیر مانند رطوبت، رنگ و بافت، تولید محصول با روش آرد-خمیر نیز نتایج قابل قبولی را حاصل خواهد کرد.

سیاسگزاری
نویسندگان مقاله مراتب تشکر و قدردانی خود را از دانشگاه تبریز به جهت حمایت مالی برای انجام این پروژه اعلام می‌دارند.

منابع مورد استفاده

- پیغمبردوست س. ه، ۱۳۸۸. تکنولوژی فراورده‌های غلات ج ۲، انتشارات دانشگاه علوم پزشکی تبریز، ۲۱۹-۲۱۷.
- AACC 1999, Approved method of the AACC, American Association of Cereal Chemist, St, Paul, MN.
- Akesowan A, 2009. Quality of reduced-fat chiffon cakes prepared with erythritol-sucralose as replacement for sugar. *Pakistan Journal of Nutrition* 8: 1383-1386.
- Angioloni A and Dala M, 2007. Effect of cystein and mixing conditions on white/whole dough rheological properties. *Journal of Food Engineering* 80: 18-23.
- Attia, ESA, Shehata HA and Askar A, 1993. An alternative formula for the sweetening of reducedcalorie cakes. *Food Chemistry* 48: 169-172.
- Baeva MR, Panchev IN and Terzieva VV, 2000. Comparative study of texture of normal and energy reduced sponge cakes. *Die Nahrung* 44: 242-246.
- Cauvain SP and Benjamin C, 2003. *Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition*. Academic Press. 751-759.
- DesRochers JL, Seitz KD and Walker CE, 2004. *Encyclopedia of Cereal Sciences*. Oxford Elsevier. 129-133.
- Edoura-Gaena RB, Allias I, Trystram G and Gros JB, 2007. Influence of aeration conditions on physical and sensory properties of aerated cake batter and biscuits. *Journal of Food Engineering* 79: 1020-1032.
- Frye A, Mand Setser CS, 1992. Optimizing texture of reduced-calorie yellow layer cakes. *Cereal Chemistry* 69: 338-343.
- Hess DA and Setser CS, 1983. Alternative system for sweetening layer cake using aspartame with and without fructose. *Cereal Chemistry* 60: 337-341.
- Kocer D, Hicsasmaz Z, Bayindirli A and Katnas S, 2007. Bubble and pore formation of the high ratio cake formulation with poly-dextrose as a sugar and fat replacer. *Journal of Food Engineering* 78: 953-964.
- Lee CC, Wang HF and Lin SD, 2008. Effect of isomaltooligosaccharide syrup on quality characteristics of sponge cakes. *Cereal Chemistry* 85: 515-521.
- Lin, SD, Hwang C, Fand Yeh CH, 2003. Physical and sensory characteristics of chiffon cakes prepared with erythritol as replacement for sucrose. *Journal of Food Science* 68: 2107-2110.
- Mastakidou A, Blekas Gand Paraskevopoulou A, 2010. Aroma and physical characteristics of cakes prepared by replacing margarine with extra virgin olive oil. *LWT-Food Science and Technology* 43: 949-957.
- Pierece M, Mand Walker CE, 1987. Addition of sucrose fatty acid ester emulsifiers to sponge cakes. *Cereal Chemistry* 64: 222-225.
- Ronda F, Gomez M, Blanco CA and Caballero PA, 2005. Effect of polyols and nondigestible oligosaccharides on the quality of sugar-free sponge cakes. *Food Chemistry* 90: 549-555.
- Wilderjans E, Pareyt B, Goesart H, Brijs Kand Delcour JA, 2008. The role of gluten in a pound cake system: A model approach based on gluten-starch blends. *Food Chemistry* 110: 909-915.
- Winkelhausen E, Jovanovic-Malinovska R, Velickova E and Kuzmanova S, 2007. Sensory and microbiological quality of a baked product containing xylitol as an alternative sweetener. *International Journal of Food Properties* 10: 639-649.
- Yang X and Foegeding EA, 2010. Effects of sucrose on egg white protein and whey protein isolate foams: Factors determining properties of wet and dry foams (cakes). *Food Hydrocolloids* 24: 227-238.