



بررسی تأثیر دما و زمان فرآیند حرارت‌دهی آرد گندم بر ویژگی‌های کیفی کیک اسفنجی

لیندا پورصفر^۱، *سیدهای پیغمبردوست^۲، لیندا علیزاده شلچی^۱،
الناز شکویی بناب^۱ و سیدعباس رأفت^۳

^۱دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم و صنایع غذایی، پردیس بین‌المللی ارس دانشگاه تبریز،

^۲دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه تبریز، ^۳دانشیار گروه علوم دامی، دانشگاه تبریز

تاریخ دریافت: ۹۱/۲/۳؛ تاریخ پذیرش: ۹۱/۶/۵

چکیده

در این پژوهش اثر تیمار حرارت‌دهی آرد گندم نرم با گلوتن پایین روی خصوصیات خمیر کیک و کیفیت محصول نهایی مورد مطالعه قرار گرفت. ویژگی‌های فیزیکی خمیر کیک مانند وزن مخصوص و قوام، خواص کیفی کیک مانند حجم، حجم ویژه، دانسیته ظاهری، دانسیته جسمی، تخلخل، رطوبت، تقارن و یکنواختی، رنگ و سفتی بافت مغز کیک (در روزهای اول، هفتم و چهاردهم پس از تولید) و نمره نهایی ارزیابی حسی مورد ارزیابی قرار گرفت. نتیجه‌ها نشان داد که در کیک‌هایی که آرد آن با حرارت خشک مورد فرآوری قرار گرفت با افزایش دما و زمان فرآیند حرارتی وزن مخصوص خمیر کیک و رطوبت نهایی کیک کاهش اما قوام خمیر، حجم، حجم ویژه و تخلخل کیک افزایش یافت. در کیک‌های تهیه شده با آردهای بخاردهی شده وزن مخصوص خمیر کیک و رطوبت کیک‌ها با افزایش زمان فرآیند حرارتی افزایش یافت. در مورد فرآیند حرارتی با بخار (هرچند در زمان کوتاه فرآیند)، قوام خمیر، حجم، حجم ویژه و تخلخل کیک کاهش یافت. نمونه‌های کیک تهیه شده از آرد کنترل و حرارت دیده، دانسیته جسمی مشابهی داشتند. بهترین تقارن و یکنواختی کیک مربوط به نمونه‌های تهیه شده از آرد حرارت دیده در دماهای ۱۱۰ و ۱۲۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۲۰ دقیقه بود. رنگ پوسته کیک‌های تهیه شده از آردهای بخاردهی شده بهتر از سایر نمونه‌ها بود. رنگ مغز کیک در مورد تیمارهای مختلف تقریباً یکسان بود. در مورد سفتی بافت در روز اول، با افزایش دما و زمان فرآیند

*مسئول مکاتبه: peighambaroust@tabrizu.ac.ir

حرارتی، سفتی بافت آن‌ها اندکی کاهش یافت. در روز هفتم، بیش‌ترین سفتی مربوط به تیمارهای کنترل بود و نرم‌ترین نمونه‌ها (هم در روز هفتم و چهاردهم پس از تولید)، کیک‌های تهیه شده از آردهای بخاردهی شده و حرارت دیده در دماهای ۱۱۰ و ۱۲۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۲۰ دقیقه بودند. در مجموع کیک اسفنجی تهیه شده از آردهای تیمار حرارتی دیده با حرارت خشک بیش‌ترین مقبولیت حسی را برای ارزیاب‌ها ارایه کردند.

واژه‌های کلیدی: آرد، کیک، فرآیند حرارتی، کیفیت، خواص فیزیکی، ویژگی‌های حسی

مقدمه

محصولات آردی از پرمصرف‌ترین محصولات غذایی در سراسر جهان محسوب می‌شود. از میان این محصولات، کیک به واسطه ویژگی‌های ارگانولپتیک مناسب، مورد استقبال و پسند مصرف‌کنندها 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. آرد مهم‌ترین قسمت در خمیر کیک بوده و باعث تثبیت ساختار مغز کیک می‌شود. چون در ایران همواره از یک نوع آرد برای پخت کیک استفاده می‌شود و در بسیاری از مواقع کیفیت گندم‌های موجود، برای تهیه آرد کیک مناسب نمی‌باشد و در حال حاضر تولید کیک در کشور بسیار فراوان بوده و از طرفی مسأله رقابت در بین کارخانه‌های تولیدکننده کیک و کلوچه مطرح می‌باشد، بنابراین پژوهش‌های بیش‌تر در این زمینه جهت افزایش کیفیت بافت کیک ضروری می‌باشد. به کار بردن روش‌های خاص فرآوری برای تولید آردهای مخصوص کیک می‌تواند بسیار مفید باشد که یکی از این موارد، حرارت دادن آرد کیک برای بهبود کیفیت آرد تولیدی می‌باشد. انتظار می‌رود با توجه به تغییراتی که در بافت کیک به دست آمده انجام می‌گیرد مورد استقبال مصرف‌کننده‌ها قرار گیرد. هدف از این مطالعه، بررسی اثرات فرآیند حرارت‌دهی آرد بر ویژگی‌های فیزیکی شیمیایی خمیر و کیفیت پخت و خواص حسی کیک می‌باشد. کیک‌های پخته شده با آرد گندم حرارت دیده خاصیت ارتجاعی (برگشت پس از فشردن) بیش‌تری را نشان می‌دهد و سفتی آن‌ها کاهش می‌یابد [۲۰]. توسط فرآوری حرارتی خصوصیات سطحی گرانول‌های نشاسته گندم از هیدروفیلک به هیدروفوبیک (لیپوفیلک) تغییر می‌یابد [۲۰]. با افزایش در هیدروفوبیسیته دانه‌های نشاسته حرارت دیده ثبات حباب‌های هوا در خمیر کیک افزایش می‌یابد

[۲۳]. سگوچی و ماتسوکا [۲۲] گزارش دادند که حرارت دادن باعث افزایش خاصیت ارتجاعی و کاهش چسبندگی می‌گردد. سگوچی در سال ۱۹۸۴ پیشنهاد داد که خصوصیات کیک (خاصیت ارتجاعی و چسبندگی) توسط فرآوری حرارتی بهبود می‌یابد [۱۹]. کیک‌های پخته شده با آرد گندم حرارت ندیده بعد از این که سطح آن‌ها توسط وزنه‌ای له شد هیچ‌گونه برگشتی نشان نمی‌دهد و چسبندگی زیادی نمایان می‌شود ولی فرآوری حرارتی این عیوب را حل کرده و حجم کیک را بیش‌تر می‌کند. وقتی که آرد در دمای ۱۲۰ درجه سانتی‌گراد حرارت می‌بیند ارتجاعیت و سفتی کیک‌های تهیه شده از آن به تدریج بهتر می‌شود. درصد بازگشت کیک‌های له شده به حجم اولیه خود با فرآیند حرارت‌دهی آرد افزایش می‌یابد. اثر فرآوری حرارتی روی آرد در ۱۲۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴-۵ ساعت روی چسبندگی عالی است. سلول‌های کیک با آرد گندم حرارت ندیده همگی شکسته شده و رس مانند^۱ می‌شوند و چسبندگی زیادی را نمایان می‌سازند ولی در کیک‌های تهیه شده از آردهای حرارت دیده این سلول‌ها حالت خود را حفظ می‌کنند و بافت اسفنج مانند^۲ به خود می‌گیرند [۲۰]. کیک‌های با نسبت بالا و کیک‌های اسفنجی تولید شده با آرد فرآوری نشده با ساختار سلولی متراکم و بافت پودینگ مانند^۳ شناخته می‌شوند [۱۸]. پروتئین‌ها به دلیل از هم باز شدن پیوندهای هیدروژنی و ساختار ثانویه در اثر حرارت دادن، نامحلول می‌شوند. زمانی که ماکرومولکول پروتئین باز می‌شود، نواحی هیدروفوب که در حالت طبیعی در بخش‌های داخلی مولکول قرار دارند در نواحی بیرونی قرار می‌گیرند و ظرفیت جذب آب پروتئین را کم می‌کنند، پس بنابراین با افزایش زمان حرارت‌دهی ظرفیت جذب آب آرد کاهش می‌یابد که باعث تغییرات ساختاری عمده‌تر در ماکرومولکول‌های پروتئین می‌گردد [۱۶]. کلرینه کردن و حرارت دادن آرد گندم خصوصیات ظاهری دانه‌های نشاسته را از حالت هیدروفیلیک به حالت هیدروفوبیک تغییر داده و توانایی بالای دانه‌های نشاسته در پیوند با روغن را می‌توان مشاهده کرد. بنابراین پیشنهاد شده است که هیدروفوبیسیته در مورد کلرینه کردن ناشی از اصلاح شیمیایی پروتئین‌های سطح دانه‌های نشاسته است و در مورد فرآوری با گرما ناشی از تغییرات تطبیقی پروتئین‌ها می‌باشد. این هیدروفوبیسیته دانه‌های نشاسته در خمیر نیز به شدت به حالت ارتجاعی کیک وابسته است. دانه‌های نشاسته گندم حرارت دیده که دارای خاصیت چربی‌دوست

-
- 1- Clay-like
 - 2- Sponge-like
 - 3- Pudding-like

شده‌اند، برای مصرف انسان‌ها مضر نبوده و در ضمن به راحتی می‌توان این نوع فرآوری را انجام داد. برای تهیه نشاسته چربی‌دوست، دانه‌های نشاسته گندم را در معرض فرآوری با دمای ۱۲۰ درجه سانتی‌گراد به مدت دو ساعت قرار می‌دهند [۲۱].

مواد و روش‌ها

مواد اولیه: آرد گندم سفید مخصوص تهیه کیک از کارخانه آرد ارس مهر تبریز، شکر آسیاب شده، روغن، وانیل، بیکنینگ‌پودر، شیرخشک و تخم‌مرغ از فروشگاه‌های مواد غذایی تهیه شد. برای حفظ تازگی محصول، تخم‌مرغ به صورت روزانه خریداری گردید. ویژگی‌های آردهای کیک مورد استفاده در این پژوهش در جدول ۱-۲ نشان داده شده است.

جدول ۱- ویژگی‌های آرد مورد استفاده برای تهیه کیک.

مقدار	ویژگی*
$13/4 \pm 0/01$	رطوبت (درصد)
$7/5 \pm 0/15$	پروتئین (درصد)**
$20/2 \pm 0/76$	گلوتن مرطوب (درصد)
$87 \pm 1/14$	ایندکس گلوتن
$0/508 \pm 0/02$	خاکستر (درصد)
$14 \pm 0/13$	عدد زلنی (سی‌سی)

*نتیجه‌های به دست آمده سه تکرار هستند.

**نتیجه‌های آنالیزها بر اساس ۱۴ درصد رطوبت آرد گزارش شده‌اند.

روش تولید کیک: تهیه خمیر با روش شکر-خمیر براساس دستورالعمل جدول ۲ انجام گرفت [۱]. پس از تهیه ۱۵۰۰ گرم خمیر کیک، ۴۰ گرم خمیر در قالب‌های گالوانیزه به ابعاد $8 \times 5 \times 4$ سانتی‌متر ریخته شده و به مدت ۲۵-۲۰ دقیقه در فر با دمای ۱۹۰-۱۸۰ درجه سانتی‌گراد پخت گردید. پس از پخت، خنک کردن در دمای محیط به مدت ۴۵-۳۰ دقیقه انجام گرفت. سپس کیک‌ها در بسته‌بندی‌های پلی‌اتیلنی با درزبندی حرارتی بسته‌بندی و در دمای اتاق تا انجام آنالیزهای بعدی نگهداری شدند. برای انجام برخی آزمون‌های شیمیایی، کیک‌ها در فریزر ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. پخت نمونه‌ها در دو تکرار انجام گرفت. تیمارهای آزمایشی مورد استفاده در جدول ۳ آمده است.

لیندا پورصفر و همکاران

جدول ۲- مراحل تهیه خمیر (روش شکر- خمیر).

مواد اولیه	درصد بر اساس وزن آرد	وزن (گرم)	روش عمل
روغن	۵۷	۲۶۳	مرحله ۱) کرم کردن تا تولید رنگ روشن انجام شد (در حدود ۱۰ دقیقه).
شکر	۷۲	۳۳۰	
تخم مرغ	۷۲	۳۳۰	مرحله ۲) در ۵-۴ قسمت اضافه گردید.
آرد	۱۰۰	۴۲۵/۶	
بیکنینگ پودر	۱/۳۴	۷/۵	مرحله ۳) با هم الک شده و افزوده شد تا خمیر به صورت نیمه صاف در آمد.
شیر خشک	۲	۹/۲	
وانیل	۰/۵	۲/۳	
پودر آب پنیر	۴	۱۸/۴	
آب	۲۵	۱۱۴	مرحله ۴) بعد از افزودن خمیر به صورت صاف در آمد.

آزمون‌های خمیر کیک: وزن مخصوص خمیر کیک با استفاده از روش محاسبه نسبت وزن ۲۴۰ میلی‌لیتر از خمیر کیک به وزن ۲۴۰ میلی‌لیتر آب اندازه‌گیری شد [۱۳،۱۲]. برای اندازه‌گیری قوام خمیر کیک بر اساس روش پیرس و همکاران [۱۵] خمیر کیک در قیفی با قطر داخلی دهانه گشاد ۱۰ سانتی‌متر، قطر داخلی دهانه باریک ۱/۶ سانتی‌متر ریخته شد. قیف به‌طور کامل با استفاده از 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. عدد بزرگ‌تر نشان‌دهنده قوام کم‌تر خمیر است.

جدول ۳- تیمارهای آرد مورد استفاده در تهیه کیک.

کد تیمار	نوع و دمای فرآیند حرارتی	زمان فرآیند حرارتی
Ctrl	شاهد	شاهد
T90-0.5h	۹۰ درجه سانتی‌گراد	۳۰ دقیقه
T90-1h	۹۰ درجه سانتی‌گراد	۶۰ دقیقه
T100-2h	۱۰۰ درجه سانتی‌گراد	۱۲۰ دقیقه
T110-2h	۱۱۰ درجه سانتی‌گراد	۱۲۰ دقیقه
T120-2h	۱۲۰ درجه سانتی‌گراد	۱۲۰ دقیقه
Steam-5min	بخاردهی	۵ دقیقه
Steam-15min	بخاردهی	۱۵ دقیقه

آزمون‌های کیک: حجم کیک با استفاده از روش جابجایی دانه کلزا^۱ [۷، ۸] اندازه‌گیری شد. حجم ویژه کیک با استفاده از روش محاسبه نسبت حجم به وزن کیک محاسبه شد [۱۷]. تقارن و یکنواختی کیک با استفاده از روش AACC 10-91 [۲] به‌دست آمد. دانسیته ظاهری از طریق محاسبه نسبت جرم به حجم کیک محاسبه شد [۱۱]. دانسیته جسمی با استفاده از روش پیکنومتری به‌دست آمد [۱۱]. تخلخل نمونه‌های کیک با استفاده از رابطه زیر محاسبه شد [۱۱].

$$\text{تخلخل} = \frac{\text{دانسیته جسمی}}{\text{دانسیته ظاهری}} - 1$$

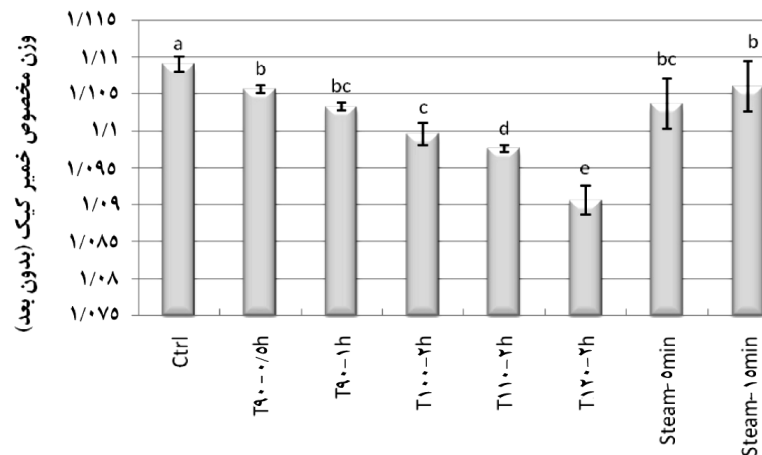
سفتی دستگاهی بافت کیک به‌عنوان بیش‌ترین مقاومت در مقابل تغییر شکل بافت در نظر گرفته شد. به‌این منظور میزان سفتی بافت نمونه‌های کیک با استفاده از ماشین آزمون عمومی (اینستران) مدل ۱۱۴۰ با اصلاح روش پیشنهاد شده توسط هس و ستر [۹] اندازه‌گیری شد. برای این کار قطعه مکعبی به ابعاد ۲/۵۴ سانتی‌متر از بافت مغز کیک بدون پوسته جدا شده و پروب دستگاه به اندازه یک سانتی‌متر (۴۰ درصد) از بافت را فشرده کرد. نیروی وارد شده توسط سل بارگذاری^۲ ۵-۵۰ نیوتن، سرعت پروب دستگاه ۵۰ میلی‌متر بر دقیقه و سرعت چارت ۲۵۰ میلی‌متر بر دقیقه (نسبت سرعت چارت به پروب ۵ به ۱) در نظر گرفته شد. بیش‌ترین نیروی وارد شده به نمونه در پایان عمل فشردن بر حسب نیوتن گزارش شد.

برای اندازه‌گیری رنگ کیک از دستگاه اسپکتروفوتومتر استفاده شد. به‌این منظور یک گرم از مغز و یک گرم از پوسته کیک در ۵ میلی‌لیتر استون ۸۰ درصد به‌مدت ۲۴ ساعت حل و پس از صاف کردن کامل محلول، جذب آن در طول موج ۴۲۰ نانومتر اندازه‌گیری شد [۳]. رطوبت کیک با استفاده از روش AACC44-15 [۲] اندازه‌گیری شد. ویژگی‌های حسی کیک‌های تازه توسط ۱۴ نفر ارزیاب آموزش دیده با روش AACC44-15 [۲] انجام گرفت و در فواصل میان نمونه‌ها آب در اختیار داوران قرار گرفت. کلیه آزمون‌های فیزیکی و شیمیایی در سه تکرار انجام گرفت. صفات خمیر و کیک با استفاده از طرح کاملاً تصادفی با رویه مدل‌های خطی تعمیم یافته (GLM)^۳ نرم‌افزار SAS مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفتند. مقایسه میانگین تیمارها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن با سطح احتمال خطا ۵ درصد انجام شد و رسم نمودارها با استفاده از نرم‌افزار Excel انجام شد.

- 1- Seed displacement
- 2- Load cell
- 3- General Linear Model

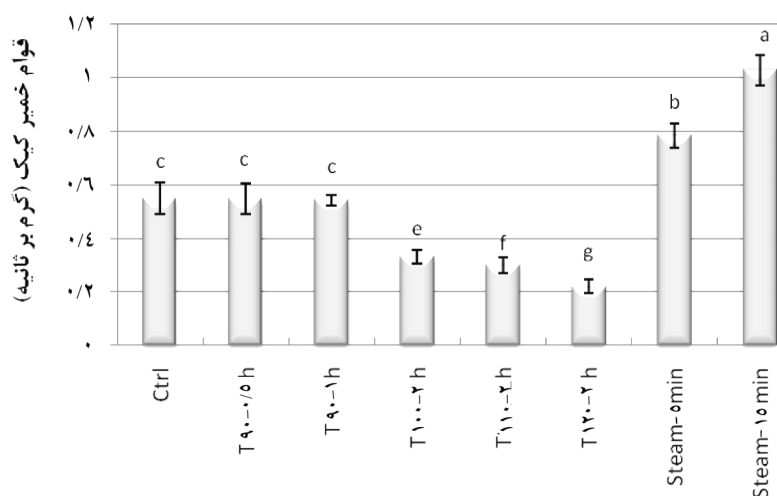
نتایج و بحث

وزن مخصوص و قوام خمیر کیک: تأثیر فرآیند حرارتی بر وزن مخصوص و قوام خمیر کیک به ترتیب در شکل‌های ۱ و ۲ نشان داده شده است. نمونه‌های کنترل وزن مخصوص بالاتری را نسبت به نمونه‌های فرآوری شده ایجاد کردند. در حالی که به کار بردن آردهای حرارت دیده کاهش در وزن مخصوص خمیر کیک نسبت به آردهای شاهد را نشان داد. با افزایش در زمان و دمای فرآیند حرارتی، وزن مخصوص خمیر بیش‌تر کاهش یافت به طوری که تیمار فرآوری شده در ۱۲۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۲۰ دقیقه کم‌ترین وزن مخصوص خمیر کیک را نشان داد. در آردهای بخاردهی شده با افزایش زمان بخاردهی وزن مخصوص خمیر کیک افزایش یافت. 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 [۴] می‌توان نتیجه گرفت که آردهای شاهد دارای بالاترین وزن مخصوص و بنابراین کم‌ترین قابلیت نگهداری هوا در خمیر بودند. در حالی که فرآوری آردها با حرارت باعث کاهش وزن مخصوص خمیر و افزایش قابلیت نگهداری هوا در خمیر گردید. روسو دو [۱۸] اعلام کرد که فرآوری حرارتی کنترل شده آردها باعث افزایش انبساط خمیر و بهبود بافت آن می‌شود. بنابراین نتیجه‌های آن‌ها منطبق با نتیجه‌های به دست آمده در این پژوهش بود.



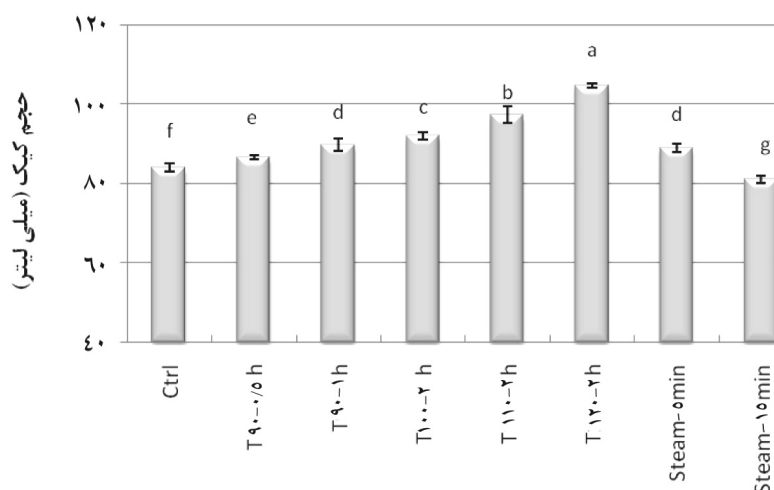
شکل ۱- وزن مخصوص خمیر کیک در تیمارها براساس کدگذاری جدول ۲-۳- حروف متفاوت نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار ($P < 0.01$) بین تیمارها است.

نتیجه‌های اثر فرآیند حرارتی بر قوام خمیر کیک در شکل ۲ آمده است. در این شکل اعداد بالاتر (مقدار خمیر عبور کرده از دهانه قیف در هر ثانیه) نشان‌دهنده قوام کم‌تر (شل بودن خمیر کیک) و برعکس اعداد پایین‌تر نشان‌دهنده قوام بیش‌تر خمیر است. قوام خمیر کیک تهیه شده از آردهای بخاردهی شده به‌ویژه در زمان ۱۵ دقیقه به‌طور معنی‌داری نسبت به بقیه تیمارها کم‌تر بود. افزایش دما و زمان در فرآیند حرارتی خشک منجر به افزایش قوام خمیر کیک گردید که احتمالاً به دلیل کاهش محتوای رطوبتی آرد در اثر حرارت و در نتیجه سفت شدن خمیر حاصل از آن در تیمارهای فرآوری شده با حرارت خشک می‌باشد. از طرفی قوام خمیر، زمان عبور خمیر از قیف محاسبه شده است که بالطبع هر چه خمیر حجیم‌تر باشد در واقع سبک‌تر است و زمان طولانی‌تری لازم دارد که از قیف تخلیه شود. در صورتی‌که در فرآیند بخاردهی آرد با افزایش زمان بخاردهی قوام خمیر کیک کاهش یافت. علت این امر احتمالاً به دلیل دناتوراسیون پروتئین‌ها و از بین رفتن گلوتن و کاهش قوت خمیر ناشی از آن در تیمارهای بخاردهی شده است. نتیجه‌های مشابهی قبلاً توسط ایریکی و همکاران [۱۰] و گرماین و همکاران [۶] گزارش شده بود.



شکل ۲- اثر تیمارهای مختلف حرارت‌دهی بر قوام خمیر کیک (حروف متفاوت نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار ($P < 0.01$) بین تیمارها است).

حجم کیک: تأثیر تیمارهای مختلف فرآیند حرارتی آرد بر حجم کیک در شکل ۳ نشان داده شده است. به طور کلی فرآیند حرارتی باعث افزایش حجم کیک گردید. در فرآیند حرارتی خشک با افزایش زمان و دمای فرآوری حجم کیک‌ها به تدریج افزایش یافت. به طوری که تیمار فرآوری شده با دمای ۱۲۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۲۰ دقیقه بیش‌ترین میزان حجم نسبت به نمونه شاهد را ارائه داد. در مورد فرآوری با بخار، با افزایش زمان فرآیند حجم کیک اندکی کاهش یافت که البته باز میزان حجم نسبت به نمونه شاهد بیش‌تر بود. میان وزن مخصوص خمیر کیک و حجم آن رابطه معکوس برقرار است [۵]. بنابراین به دلیل پایین بودن وزن مخصوص نمونه‌های تهیه شده با آرد حرارت دیده در دمای ۱۲۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۲۰ دقیقه این کیک‌ها دارای بیش‌ترین حجم در میان سایر تیمارها بودند. در نقطه مقابل، کیک تهیه شده از آرد شاهد دارای بیش‌ترین وزن مخصوص و کم‌ترین حجم بود. فرآیند حرارتی با تأثیر بر نشاسته و دنا توره کردن پروتئین‌های آرد باعث انبساط حباب‌های هوا به واسطه وجود دی‌اکسیدکربن و بخار آب شده و به این روش احتمالاً باعث ایجاد حجم و تخلخل بیش‌تر در کیک گردیده است. سگوجی و یامادا [۲۳] نشان دادند که گرانول‌های نشاسته گندم هیدروفوبیک ممکن است حباب‌های هوا را در خمیر کیک قالبی پایدار سازد. ناکامورا و همکاران [۱۴] نیز نتیجه گرفتند که به علت ماهیت آب‌گریز بودن آرد گندم حرارت خشک دیده در تولید کیک اسفنجی حجم آن افزایش می‌یابد. با توجه به محاسبه حجم ویژه کیک از طریق نسبت حجم به وزن کیک [۱۷] می‌توان این فاکتور را از طریق محاسبه عکس دانسیته ظاهری به دست آورد. نمونه‌های دارای دانسیته ظاهری کم‌تر دارای حجم ویژه بیش‌تر خواهند بود و کیک‌های با دانسیته ظاهری بالاتر دارای حجم ویژه کم‌تری هستند.



شکل ۳- اثر تیمارهای مختلف حرارت دهی بر حجم کبک (حروف متفاوت نشان دهنده اختلاف معنی دار ($P < 0.01$) بین تیمارها است).

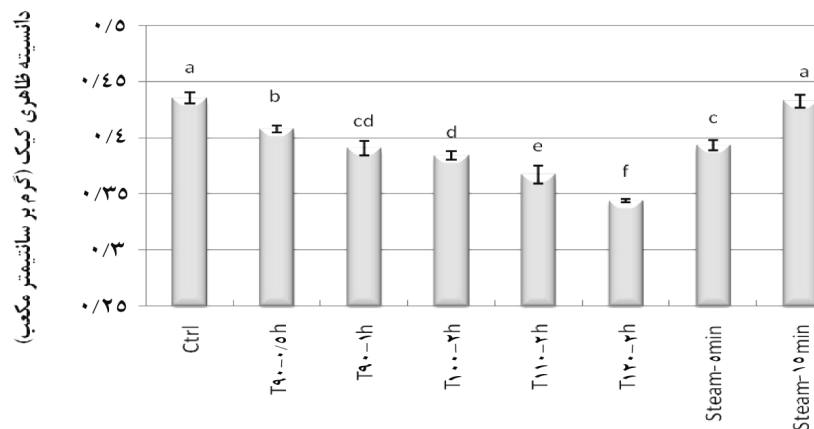
رطوبت کبک: در کبک‌هایی که آرد آن با حرارت خشک مورد فرآوری قرار گرفت با افزایش در دما و زمان فرآوری میزان رطوبت کبک کاهش یافت. به طوری که کبک‌های تهیه شده با آرد فرآوری شده در دمای ۱۲۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۲۰ دقیقه دارای کم‌ترین میزان رطوبت و نمونه‌های شاهد دارای بیش‌ترین میزان رطوبت بودند. در کبک‌های تهیه شده با آردهای بخاردهی شده میزان رطوبت با افزایش زمان فرآوری افزایش یافت. به طوری که بیش‌ترین میزان رطوبت را در تیمارهای بخاردهی شده به مدت ۱۵ دقیقه شاهد بودیم (نتیجه‌های عددی گزارش نشده است).

تخلخل ظاهری کبک: با افزایش در دما و زمان فرآوری حرارتی خشک میزان تخلخل کبک نسبت به آردهای شاهد افزایش یافت (نتیجه‌های گزارش نشده است). ولی میزان تخلخل کبک‌های تهیه شده از آردهای بخاردهی شده کاهش نشان داد. با توجه به بیش‌تر بودن حجم کبک‌های تهیه شده از آردهای حرارت دیده نسبت به آردهای شاهد، بالاتر بودن تخلخل در این دو نمونه منطقی به نظر می‌رسد. در نقطه مقابل، به کار بردن آردهای شاهد برای تهیه کبک باعث ایجاد کم‌ترین حجم در کبک گردید که با کاهش تخلخل کبک نیز مطابقت داشت.

دانسیتته ظاهری و جسمی کبک: تأثیر فرآوری حرارتی بر دانسیته ظاهری کبک در شکل ۴ نشان داده شده است. بیش‌ترین دانسیته ظاهری کبک مربوط به نمونه‌های شاهد و تیمارهای بخاردهی شده

به مدت ۱۵ دقیقه بودند. در فرآوری حرارتی خشک با افزایش در دما و زمان فرآوری دانسیته ظاهری کیک‌ها روند نزولی پیدا کرد. بین دانسیته ظاهری و حجم کیک رابطه معکوس برقرار است. هرچه حجم کیک بیشتر باشد کیک دارای دانسیته ظاهری کمتری خواهد بود. با توجه به ایجاد بیشترین حجم در نمونه‌های تیمار حرارت دیده در دمای ۱۲۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۲۰ دقیقه، ایجاد کمترین دانسیته ظاهری در این کیک طبیعی است که در توافق با نتیجه‌های به دست آمده از اندازه‌گیری حجم کیک است. بنابراین افزایش حجم کیک با فرآوری حرارتی منجر به کاهش دانسیته ظاهری کیک‌های اسفنجی گردید.

دانسیته جسمی یک ماده غذایی از محاسبه نسبت جرم به حجم واقعی (بدون در نظر گرفتن حجم پرزهای باز و بسته) اندازه‌گیری می‌گردد. اختلاف معنی‌داری ($P < 0/01$) در دانسیته جسمی تیمارهای فرآیند حرارتی (اعم از خشک و بخار) با نمونه کنترل موجود نبود (نتیجه‌های نشان داده نشده‌اند). از آنجایی که مواد تشکیل‌دهنده کیک در تمام تیمارها یکسان بود دانسیته جسمی مشابهی برای همه تیمارها به دست آمد.

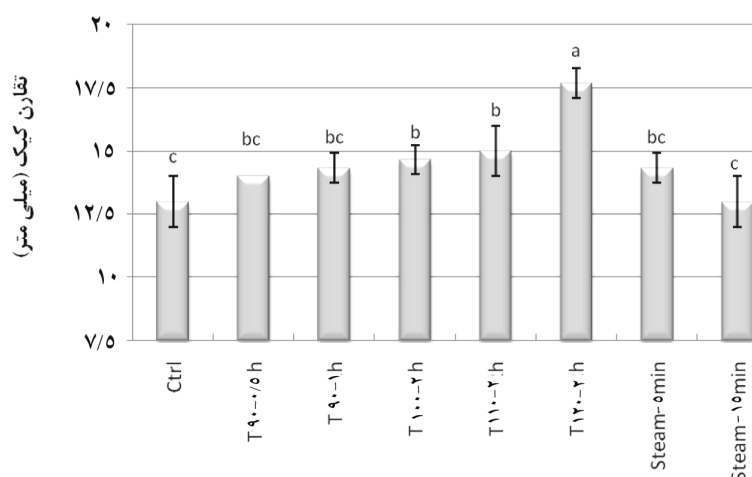


شکل ۴- اثر تیمارهای مختلف حرارت دهی بر دانسیته ظاهری کیک

(حروف متفاوت نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار ($P < 0/01$) بین تیمارها است).

تقارن و یک‌نواختی کیک: تأثیر فرآیند حرارتی بر تقارن کیک در شکل ۵ نشان داده شده است. به طور کلی کیک‌های تهیه شده از آردهای حرارت دیده تقارن بهتری نشان دادند. بهترین تقارن مربوط به کیک‌های تهیه شده از آرد فرآوری شده در دمای ۱۲۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۲۰ دقیقه بود. کمترین میزان یک‌نواختی مربوط به تیمارهای بخاردهی شده بودند. بیشترین میزان یک‌نواختی مربوط

به تیمار فرآوری شده در دمای ۱۲۰ و ۱۱۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۲۰ دقیقه بود (نتیجه‌های عددی نشان داده نشده است). می‌توان گفت که در فرآیند حرارتی با افزایش در دما و زمان فرآوری یکنواختی کیک‌ها افزایش می‌یابد. تقارن و یکنواختی بهتر کیک‌های تهیه شده از آردهای حرارت دیده احتمالاً به افزایش قوام خمیر این کیک‌ها می‌باشد که بهتر می‌توانند حباب‌های هوا در جریان مخلوط کردن مکانیکی خمیر (کرم کردن) را در خود نگه داشته و این حباب‌ها می‌توانند به‌عنوان هسته‌های اولیه جهت توزیع گاز حاصل از مواد شیمیایی پوک کننده عمل نمایند. توزیع یکنواخت حباب‌های هوا منجر به بهبود تقارن و یکنواختی کیک خواهد گردید.

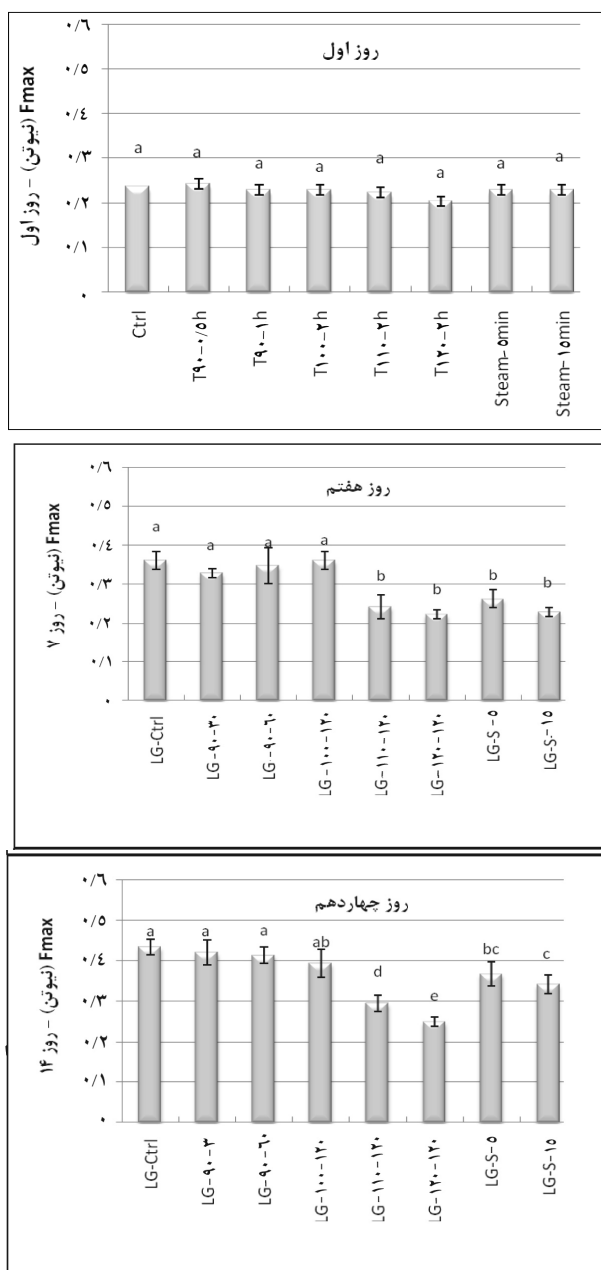


شکل ۵- اثر تیمارهای مختلف حرارت‌دهی بر تقارن کیک (حروف متفاوت نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار ($P < 0.01$) بین تیمارها است).

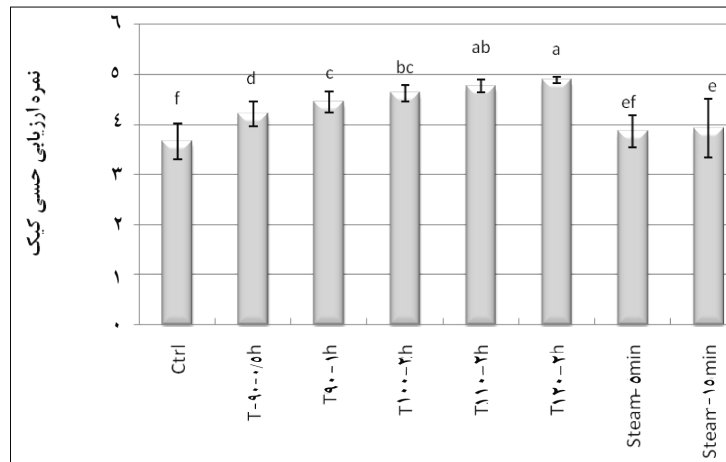
رنگ کیک: تأثیر فرآیند حرارتی بر رنگ پوسته و رنگ مغز کیک مورد مطالعه قرار گرفت. در مورد رنگ پوسته، بیش‌ترین رنگ تولید شده مربوط به تیمارهای بخاردهی شده بود. هرچند که اختلاف این نمونه‌ها و سایر تیمارها با نمونه‌های کنترل زیاد نبوده و تقریباً یکسان بودند. در مورد رنگ مغز نیز اختلاف نمونه‌ها با هم زیاد نبود. می‌توان نتیجه گرفت که فرآیند حرارتی تأثیر چندانی بر رنگ کیک ندارد (نتیجه‌های عددی اندازه‌گیری رنگ نشان داده نشده است).

سفتی بافت کیک: تأثیر فرآوری حرارتی بر سفتی بافت کیک در روزهای اول، هفتم و چهاردهم به ترتیب در شکل ۶ نشان داده شده است. بررسی تأثیر روز نگهداری بر سفتی بافت کیک نشان داد که روز نگهداری کیک اثر معنی داری بر سفتی بافت داشت و با گذشت زمان نگهداری کیک تا ۱۴ روز، در مورد همه تیمارها اعم از کنترل و تیمارهای حرارت دیده از میزان نرمی بافت کیک کاسته شد. علت اصلی سفت شدن بافت کیک مربوط به پدیده برگشت نشاسته و تبدیل حالت بی شکل نشاسته به حالت بلوری آن با تشکیل پیوندهای هیدروژنه بین ملکولهای آمیلوز و آمیلوپکتین است. اما میزان سفت شدن کیکهای تهیه شده از آردهای حرارت دیده نسبت به نمونه کنترل در طی روزهای نگهداری به طور معنی داری کم تر بود. در روز هفتم نگهداری، بیشترین سفتی بافت مربوط به کیک تهیه شده از آرد کنترل بود و نرمترین بافت مربوط به کیکهای تهیه شده از آردهای بخاردهی شده و حرارت دیده در دماهای ۱۱۰ و ۱۲۰ درجه سانتیگراد به مدت ۱۲۰ دقیقه بود. در روز چهاردهم نگه داری نیز بیشترین سفتی مربوط به تیمار کنترل بود و نرمترین نمونهها، کیکهای تهیه شده از آردهای حرارت دیده در دماهای ۱۱۰ و ۱۲۰ درجه سانتیگراد به مدت ۱۲۰ دقیقه بود. می توان نتیجه گرفت که با فرآوری حرارتی خشک و مرطوب آرد سفتی بافت کیک به خصوص در روزهای ۷ و ۱۴ کاهش می یابد. نتیجه های این پژوهش مطابق یافته های سگوچی [۲۰] بود.

نمره نهایی ارزیابی حسی: تأثیر فرآیند حرارتی آرد بر نمره نهایی ارزیابی حسی کیک در روز تولید در شکل ۷ نشان داده شده است. نمره نهایی ارزیابی حسی نشان دهنده میزان مقبولیت نمونه کیک و رضایت کلی داوران از مجموع ویژگی های حسی آن می باشد. فرآوری حرارتی تأثیر معنی داری بر نمره نهایی ارزیابی حسی داشت. نتیجه های نشان داد کیک اسفنجی تهیه شده از تیمار حرارت خشک در دمای ۱۱۰ و ۱۲۰ درجه سانتیگراد به مدت ۱۲۰ دقیقه بیشترین مقبولیت حسی را برای ارزیابها داشت در حالی که سایر نمونه های تهیه شده از تیمارهای حرارت خشک دیده نیز امتیاز کلی بالاتری نسبت به نمونه کنترل به دست آوردند. نمونه های بخاردهی شده امتیاز کلی کمتری نسبت به نمونه کنترل کسب کردند. سگوچی و همکاران [۲۴] نیز بهبود کیفیت حسی کیکهای تهیه شده از آردهای حرارت دهی شده را گزارش نمودند. روسو و دو [۱۸] گزارش دادند که حرارت دادن آرد خصوصیات کیک را بهبود بخشید و دمای مطلوب این فرآیند را ۱۲۰ درجه سانتیگراد ذکر کردند. نتیجه های مشابهی نیز قبلاً توسط سایر محققان از جمله توماسون و همکاران [۲۵] ذکر شده بود.



شکل ۶- اثر تیمارهای مختلف حرارت‌دهی بر سفتی بافت کیک در روزهای مختلف نگهداری (حروف متفاوت نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار ($P < 0.01$) بین تیمارها است).



شکل ۷- اثر تیمارهای مختلف حرارت‌دهی بر نمره ارزیابی حسی کیک (حروف متفاوت نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار ($P < 0/01$) بین تیمارها است).

نتیجه‌گیری

فرآوری حرارتی آرد می‌تواند به‌عنوان روشی مفید در بهبود کیفیت کیک اسفنجی مورد استفاده قرار گیرد. در کیک‌هایی که آرد آن با حرارت خشک مورد فرآوری قرار گرفت با افزایش در دما و زمان فرآوری میزان رطوبت آن‌ها کاهش یافت. به‌کار بردن آردهای حرارت دیده باعث کاهش وزن مخصوص خمیر کیک نسبت به آردهای شاهد گردید. در آردهای بخاردهی شده وزن مخصوص خمیر کیک با افزایش زمان بخاردهی اندکی افزایش یافت. در فرآوری حرارتی خشک با افزایش زمان و دمای فرآوری حرارتی قوام خمیر کیک افزایش یافت در صورتی‌که در بخاردهی با افزایش زمان فرآیند قوام خمیر کیک کاهش یافت. فرآوری حرارتی باعث افزایش حجم کیک گردید. افزایش حجم کیک با فرآوری حرارتی منجر به کاهش دانسیته ظاهری کیک‌های اسفنجی شد. کیک‌های تهیه شده از آرد کنترل و حرارت دیده دانسیته جسمی مشابهی داشتند. با افزایش دما و زمان فرآوری حرارتی خشک میزان تخلخل نسبت به آردهای شاهد افزایش یافت، ولی میزان تخلخل در آردهای بخاردهی شده کاهش نشان داد. فرآوری حرارتی در بهبود تقارن کیک نقش داشت. در فرآوری حرارتی با افزایش دما و زمان فرآوری یکنواختی کیک‌ها افزایش یافت. فرآیند حرارتی تأثیر چندانی بر رنگ پوسته و مغز کیک نداشت. با فرآوری حرارتی خشک و مرطوب سفتی بافت کیک به‌خصوص در روزهای ۷ و ۱۴ کاهش یافت. کیک اسفنجی تهیه شده از آرد فرآوری شده با حرارت خشک در دمای ۱۱۰ و ۱۲۰

درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۲۰ دقیقه بیش‌ترین مقبولیت حسی را برای ارزیاب‌ها داشت در حالی که سایر نمونه‌های تهیه شده از تیمارهای حرارت خشک دیده نیز امتیاز کلی بالاتری نسبت به نمونه کنترل به دست آوردند. نمونه‌های بخاردهی شده امتیاز کلی کم‌تری نسبت به نمونه کنترل کسب کردند.

منابع

- ۱- پیغمبردوست، س.ه. (۱۳۸۸). تکنولوژی فرآورده‌های غلات جلد دوم. انتشارات دانشگاه علوم پزشکی تبریز.
2. AACC., American Association of Cereal Chemists. (1999). Approved method of the American Association of Cereal Chemists. St. Paul, MN.
3. Attia, E.S.A., Shehata, H.A., & Askar, A. (1993). An alternative formula for the sweetening of reduced-calorie cakes. *Food Chemistry*, 48, 169-172.
4. Baeva, M.R., Panchev, I.N., & Terzieva, V.V. (2000). Comparative study of texture of normal and energy reduced sponge cakes. *Die Nahrung*, 44, 242-246.
5. DesRochers, J.L., Seitz, K.D., Walker, C.E., Wrigley, C., & Colin, W. (2004). In *Encyclopedia of Grain Science*. Elsevier. Pp. 129-133.
6. Germaine, K. (2004). Heat treatment of cake flours is currently used as a substitute for chlorine treatment. *The Technical Journal of Newport Scientific*, Dec: 1-4.
7. Gomez, M., Ronda, F., Caballero, P.A., Blanco, C.A., & Rosell, C.M. (2007). Functionality of different hydrocolloids on the quality and shelf-life of yellow layer cakes. *Food Hydrocolloids*, 21, 167-173.
8. HadiNezhad, M., & Butler, F. (2010). Effect of flour type and baking temperature on cake dynamic height profile measurements during baking. *Food and Bioprocess Technology*, 3, 594-602.
9. Hess, A., & Setser, C.S. (1983). Alternative systems for sweetening layer cake using aspartame with and without fructose. *Cereal Chemistry*, 60, 337-341.
10. Iriki, N., Yamauchi, H., Takata, K., Nishio, Z., & Ichinose, Y. (2002). Factors affecting apparent viscosity of heat-treated wheat flour paste. *Food Science and Technology Reserach*, 8, 169-171.
11. Kocer, D., Hicsasmaz, Z., Bayindirli, A., & Katnas, S.A. (2006). Bubble and pore formation of the high-ratio cake formulation with polydextrose as a sugar- and fat-replacer. *Journal of Food Engineering*, 78, 953-964.
12. Lee, C.C., Wang, H.F., & Lin, S.D. (2008). Effect of isomaltooligosaccharide syrup on quality characteristics of sponge cake. *Cereal Chemistry*, 85, 515-521.
13. Lin, S.D., Hwang, C.F., & Yeh, C.H. (2003). Physical and sensory characteristics of chiffon cake prepared with erythritol as replacement for sucrose. *Journal of Food Science*, 68, 2107-2110.

14. Nakamura, C., Koshikawa, Y., & Seguchi, M. (2008). Effect of dry heating wheat flour on Kasutera (Japanese sponge cake) cake batter and its volume. *Food Science and Technology Research*, 14, 431-436.
15. Pierce, M.M., & Walker, C.E. (1987). Addition of sucrose fatty acid ester emulsifiers to sponge cakes. *Cereal Chemistry*, 64, 222-225.
16. Riganakos, K.A., & Kontominas, M.G. (1995). Effect of heat treatment on moisture sorption behavior of wheat flours using a hygrometric technique. *Developments in Food Science*, 37, 995-1005.
17. Ronda, F., Gamez, M., Blanco, C.A., & Caballero, P.A. (2005). Effects of polyols and nondigestible oligosaccharides on the quality of sugar-free sponge cakes. *Food Chemistry*, 90, 549-555.
18. Russo, J.V., & Doe, C.A. (1970). Heat treatment of flour as an alternative to chlorination. *Food Technology*, 5, 363-74.
19. Seguchi, M. 1984. b. Comparison of oil-binding ability of different chlorinated starches. *Cereal Chemistry*, 61, 244-247.
20. Seguchi, M. (1990). Effect of heat-treatment of wheat flour on pancake springiness. *Journal of Food Science*, 55, 784-785.
21. Seguchi, M. (2001). Oil binding ability of chlorinated and heated wheat starch granules and their use in breadmaking and pancake baking. *Starch/Starke*, 53, 408-13.
22. Seguchi, M., & Matsuki, J. (1977). Studies on pan-cake baking. I. Effect of chlorination of flour on pan-cake qualities. *Cereal Chemistry*, 54, 287-299.
23. Seguchi, M., & Yamada, Y. (1988). Hydrophobic character of heat treated wheat starch. *Cereal Chemistry*, 65, 375-376.
24. Seguchi, M., (1984). Oil-binding ability of heat-treated wheat starch. *Cereal Chemistry*, 61, 248-250.
25. Thomasson, C.A., Miller, R.A. & Hosney, R.C. (1995). Replacement of chlorine treatment for cake flour. *Cereal Chemistry*, 72, 616-20.

Effect of the temperature and time of flour heat treatment on the quality characteristics of sponge cake

L. Poursafar¹, *S.H. Peighambardoust², L. Alizadeh Shalchi¹,
E. Shakoie Bonab¹ and S.A. Rafat³

¹M.Sc student of Food Sciences and Technology, Aras International Campus, University of Tabriz, Jolfa, Iran, ²Associate Prof., Dept. of Food Sciences, College of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran, ³Associate Prof., Dept. of Animal Sciences, College of Agriculture, University of Tabriz, Iran

Received: 2012-4-22 ; Accepted: 2012-08-26

Abstract

In this study, the effect of heat treatment on soft wheat flour with low gluten content on cake batter characteristics and the quality of final product was investigated. Physical properties of cake batter such as specific gravity and consistency, properties of cake such as volume, specific volume, apparent density, solid density, apparent porosity, moisture, symmetry and uniformity, color and firmness (at 1st, 7th and 14th days after production) and the final score of sensory evaluation were evaluated. Results showed that increasing time and temperature of dry heat led to a decrease in specific gravity of cake batter, cake moisture content and an increase in the batter consistency, cake volume, specific volume and cake apparent porosity. However, moist heat (steam) application on the flours (even at a very short steaming period) decreased the latter parameters. Control and heat treated samples has similar solid densities. The best cake symmetry and uniformity were obtained for product obtained from heat treated flours at temperatures of 110 and 120 °C for 120 min. Higher crust color values were obtained for cakes prepared from steamed flours. Crumb color for all treatments was almost similar. At 7th and 14th days of evaluation, control cakes showed the firmest crumbs, while cakes prepared from steamed flours and heat treated flours (at temperatures of 110 and 120^{0c} for 120 min) showed the softest crumbs. Overall, sponge cakes prepared from dry heat treated flours presented better acceptability for the sensory judges.

Keywords: Wheat flour; Heat; Cake; Quality; Physical; Sensory characteristics

*Corresponding author; e-mail: peighambardoust@tabrizu.ac.ir