نشریه پژوهش‌های صنایع غذایی/ جلد ۲۵ شماره۳/ سال ۱۳۹۴

مقایسه کیفیت و بیاتی نان تهیه شده با استفاده از مایکروویو، سیستم جابجایی و ترکیبی

بهناز یزدانی[۱*]، جعفر محمدزاده میلانی[۲] و ابراهیم حسینی[۳]

تاریخ دریافت: ۹۲/۱۰/۲٤ تاریخ پذیرش: ۹۳/۷/۹

[۱] کارشناس ارشد دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، گروه علوم و صنایع غذایی، مازندران، ایران
[۲] دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
[۳] استادیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد کازرون
[*] مسئول مکاتبه:Email: yazdani_behnaz@yahoo.com

چکیده

مهمترین موضوع این تحقیق مقایسه کیفیت و بیاتی نمونه‌های نان پخته شده با سیستم‌های جابجایی، ماکروویو و ترکیبی جابجایی – ماکروویو بود. میزان رطوبت پوسته و مغز نان، میزان سفتی، حجم مخصوص، یکنواختی شکل، نسبت مغز به پوسته، افزایش حجم بعد از پخت، تخلخل، آنتالپی رتروگراداسیون نشاسته در طول تحقیق اندازه گیری شد. همچنین ساختار میکروسکوپی نان مورد بررسی قرار گرفت و ویژگی‌های حسی نمونه‌ها توسط هفت داور ارزیابی شد. در مورد آون ترکیبی یکنواختی شکل، نسبت مغز به پوسته و افزایش حجم بعد از پخت نان‌ها با نان پخته شده با سیستم جابجایی قابل مقایسه بود. حجم مخصوص نان پخته شده در این آون کمترین مقدار بود. آون ترکیبی توانست تا حدودی آنتالپی رتروگراداسیون نمونه‌ها را نسبت به نمونه‌های پخته شده در ماکروویو کاهش دهد و مشکل بیاتی نان را حل کند، اما محتوای رطوبتی مغز نان‌های پخته شده در این آون هنوز پایین و میزان سفتی آن بالا بود. نتایج حاصل از ارزیابی حسی نشان داد نمونه‌های پخته شده به روش ترکیبی و جابجایی فرم و شکل و پوکی و تخلخل آن‌ها در سطح $P\leq ۰/۰۵$ اختلاف معنی داری نداشت.

واژگان کلیدی: آون ترکیبی جابجایی- مایکروویو، مایکروویو، بیاتی

مقدمه

گرچه استفاده از حرارت مایکروویو دارای مزایای زیادی از جمله زمان روشن و خاموش کردن کوتاه، حرارت دهی سریع تر، بازده انرژی بالاتر، صرفه جویی در فضا، کنترل دقیق فرایند، حرارت دهی انتخابی، تولید غذاهایی با کیفیت تغذیه ای بالاتر است(سیهون و همکاران ۲۰۰۳)، محصولات پخته شده در مایکروویو دارای مشکلات کیفی گوناگونی هستند. این مشکلات شامل سفتی و چقرمگی بافت، نقص در رنگ و تشکیل پوسته، افت رطوبت بالا و بیاتی سریع می‌باشد (سامنو۲۰۰۱). یکی از دلایل این مشکلات تغییرات فیزیکو شیمیایی و واکنش داخلی اغلب ترکیبات است، که در سیستم جابجایی در طول دوره طولانی پخت به طور طبیعی اتفاق می افتد، ولی همیشه در طول دوره کوتاه

پخت در سیستم مایکروویو نمی‌تواند کامل شود (هگن برت ۱۹۹۲). دلیل دیگر، واکنش داخلی ویژه هر ترکیب در فرمولاسیون با انرژی مایکروویو است (گوبل و همکاران ۱۹۸٤). هیگو و همکارانش (۱۹۸۳) بیاتی سریع نان پخته شده در مایکروویو نسبت به نان پخته شده به صورت جابجایی را با اثر هیگو توضیح داده‌اند. بر اساس اثر هیگو فرض بر این است که وقتی نان به وسیله مایکروویو حرارت دیده باشد آمیلوز بیشتری از گرانول های نشاسته خارج می شود. به نظر می‌رسد این آمیلوز بیشتر به هم خورده و حاوی آب مقید کمتری نسبت به وقتی که نان به وسیله مایکروویو حرارت می بیند است. به محض سرد شدن، مولکول‌های آمیلوز احاطه شده هم تراز می شوند و در سفتی مغز شرکت می کنند. در نان حرارت دیده به وسیله مایکروویو، آمیلوز بیشتر قادر به هم تراز شدن مجدد داخل ساختار کریستالی نسبت به نان حرارت دیده به روش جابجایی است. بنابراین نان حرارت دیده به وسیله مایکروویو خیلی سریع سفت می‌شود.

در سال‌های اخیر مطالعه محصولات پخته شده در مایکروویو معمولا در مورد بهبود کیفیت این محصولات بوده است. می توان برای کاهش سفتی در نان‌های پخته شده در مایکروویو شرایط فرایند و مکانیسم را تنظیم کرد. ممکن است، حرارت ترکیبی راه حلی برای بهبود کیفیت محصولات پخته شده در مایکروویو باشد (کیسکین و همکاران ۲۰۰۳).

کیسکین و همکاران (۲۰۰٤)، تاثیر پخت ترکیبی لامپ هالوژن- مایکروویو را بر کیفیت نان با دیگر روش‌های پخت (جابجایی، مایکروویو و پخت با لامپ هالوژن) مورد مقایسه قرار دادند. کیفیت کیک پخته شده در مایکروویو، مادون قرمز و آون ترکیبی مادون قرمز- مایکروویو توسط سامنو و همکارانش (۲۰۰۵) و بیاتی نان پخته شده در این آون‌ها توسط اوزکوک و همکارانش (۲۰۰۹) مورد مقایسه قرار گرفت. همچنین در تحقیق دیگری سامنو و همکاران (۲۰۰۷)، خواص فیزیکی نان در طول پخت با استفاده از سه روش متفاوت حرارت دهی ترکیب مادون قرمز- مایکروویو، ایمپینجمنت- مایکروویو و ایمپینجمنت در دو آون مایکروویو تجاری موجود بررسی کردند.

هنوز هیچ تحقیقی در زمینه کیفیت و بیاتی نان‌های پخته شده در آون ترکیبی جابجایی- مایکروویو انجام نگرفته است. مهم ترین موضوع این تحقیق ارزیابی کیفیت و بیاتی نان پخته شده در آون ترکیبی جابجایی- مایکروویو بود. بعلاوه، تاثیر پخت ترکیبی جابجایی- مایکروویو بر کیفیت و بیاتی نان با پخت مایکروویو و جابجایی مورد مقایسه قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

آماده کردن خمیر

در این تحقیق از آرد نول استفاده شد. این آرد حاوی ۱۱٪/۱۳ رطوبت، ۳۲/۳۵٪ گلوتن مرطوب و ۰/۵۱٪ خاکستر بوده و از کارخانه آرد محلی تهیه شد.اجزا خمیر بر پایه وزن آرد عبارت بود از: ۱۰۰٪ آرد، ۸٪ شکر، ٦٪ شیر خشک، ۲٪ نمک، ۳٪ مخمر، ۵٪ مارگارین، ٦۰٪ آب. خمیر با استفاده از روش مستقیم آماده شد. در ابتدا، ترکیبات خشک با هم مخلوط شد. مخمر در آب ۳۰c حل شد. مارگارین ذوب شد و به صورت فاز مایع همراه با مخمر حل شده به ترکیبات خشک اضافه شد. تمام ترکیبات توسط میکسر مخلوط شد. بعد از این که مخلوط کردن خمیر تمام شد، برای تخمیر در دمای ۳۰c قرار گرفت. تمام مدت تخمیر ۱۲۵ دقیقه بود. بعد از ۷۰ دقیقه اول، خمیر سوراخ شد و تخمیر ادامه یافت. بعد از گذشت ۳۵ دقیقه خمیر به قطعات ۵۰ گرمی تقسیم شد. به هر قطعه شکل داده شد و برای بار آخر در شرایط مشابه به مدت ۲۰ دقیقه قرار داده شد. سپس نمونه‌های خمیر برای پخت آماده شد.

پخت جابجایی

پخت جابجایی در آون ترکیبی مایکروویو- جابجایی (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.)تنها با

عمل جابجایی انجام شد. نمونه‌های خمیر آماده شده در دمای C ˚۲۳۰ به مدت ۱۳ دقیقه پخته شد. آون قبل از قرار گرفتن نمونه‌های خمیر در آن در دمای C ˚۲۳۰ پیش گرم شد. در هر دفعه سه نان پخته شد.

پخت مایکروویو

پخت مایکروویو در آون ترکیبی مایکروویو- جابجایی (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.) تنها با استفاده از توان مایکروویو انجام شد. نمونه‌های خمیر با توان ۱۰۰٪ به مدت ۲ دقیقه پخته شدند. در هر دفعه سه نان پخته شد.

پخت ترکیبی مایکروویو- جابجایی

پخت ترکیبی مایکروویو- جابجایی در آون ترکیبی مایکروویو- جابجایی (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.) انجام شد. وضعیت ترکیبی روی COMB 6 تنظیم شد، که دمای پخت C ˚۲۳۰ است. پخت به مدت ۸ دقیقه انجام شد. در هر دفعه سه نان پخته شد.

ارزیابی تکنولوژیکی

خصوصیات فیزیکوشیمیایی نان‌ها شامل حجم مخصوص، اندیس شکل، نسبت مغز به پوسته و آون اسپرینگ در این آزمون مورد ارزیابی قرار گرفتند. حجم مخصوص نان با روش جایگزینی دانه کلزا و با استناد به استاندارد A –A – 20126E (۲۰۰٤) اندازه گیری شد. برای اندازه گیری حجم مخصوص داده‌های حجم نان بدست آمده، به وزن مرطوب نان تقسیم شده و حجم مخصوص بر حسب g/cm^3حاصلگردید. جهت تعیین یکنواختی شکل نان، ارتفاع و عرض نان توسط کولیس اندازه گیری شده و نسبت این دو (بر حسب میلی لیتر) به عنوان یکنواختی شکل یا اندیس تقارن در نظر گرفته شد (راسل و سانتو ۲۰۱۰).برای بدست آوردن نسبت مغز به پوسته مقدار مشخصی نان برداشته شده و به وسیله یک عدد تیغ، پوسته از مغز جدا شده سپس هر کدام به طور جداگانه وزن شده و نسبت وزنی آن‌ها بدست آمد (راسل و سانتو ۲۰۱۰).بعد از کامل شدن مرحله تخمیر نهایی و پهن کردن خمیرها، ارتفاع قسمت‌های مشخصی از خمیر اندازه گیری شد. بعد از تکمیل فرایند پخت، مجددا ارتفاع قسمت‌های مشخص شده اندازه گرفته شدند. اختلاف ارتفاع نان پخته شده و خمیر به عنوان افزایش حجم بعد از پخت[1] بر حسب میلی متر گزارش شد (راسل و سانتو ۲۰۱۰).

تخلخل

تخلخل مغز نان بر اساس روش مورد استفاده توسط چیاوارو و همکاران (۲۰۰۸)، توسط اسکنر بررسی شد. از برش‌های نازک نان توسط اسکنر (HP، مدل ۲٤۱۰ scanjet) با دقت ٦۰۰ (نقطه در اینچ) عکس گرفته سپس عکس‌ها توسط برنامه Image-Pro Plus 4.5 پردازش شدند.

بررسی ریز ساختار توسط میکروسکوپ الکترونی روبشی (*SEM*)

دستگاه میکروسکوپ الکترونی[2]مورد استفاده در این پروژه مدل S-360 ساخت شرکت کمبریج کشور انگلستان بود. برش نازکی از نمونه‌ها توسط چسب مخصوص روی پین‌های آلومینیومی چسبانده شدند. نمونه‌ها به وسیله یک لایه نازک رسانا (طلا) پوشانده شدند.

آزمون حسی

این آزمون توسط ۷ ارزیاب آموزش دیده صورت گرفت. نمونه‌ها بدون اسم به همراه یک فرم در اختیار ارزیاب‌ها قرار گرفتند که شامل صفت‌هایی به همراه ضرایب مخصوصشان بود. ارزیاب‌ها باید به هر ویژگی امتیازی از ٥-۱ می‌دادند. در این ارزیابی فرم و شکل با ضریب ۲، ویژگی و خصوصیات سطح زیرین نان با ضریب ۱، ویژگی و خصوصیات پوسته و سطح رویی نان با ضریب ۲، پوکی و تخلخل با ضریب ۳، قابلیت جویدن با ضریب ۳، سختی و نرمی بافت و ساختار نان با ضریب ٤ و بو، طعم و مزه نان با ضریب ٥ محاسبه

[1]Oven spring
[2]SEM

گردید. درجه بندی نان در این فرم‌ها با توجه به عدد کیفی به شرح زیر بود: امتیاز ٥: عالی، امتیاز ٤/٩٩-٤/٥: خیلی خوب، ٤/٤٩-٤: خوب، ٣/٩٩-٣: قابل قبول و کمتر از ٣: نامطلوب.

رطوبت مغز و پوسته

رطوبت پوسته و مغز نان به طور جداگانه طبق روش مورد استفاده توسط شیتو و همکاران (۲۰۰۸) تعیین شد. آزمایش‌ها بلافاصله پس از پخت، دو و چهار روز بعد از پخت انجام شدند.

سفتی مغز

سفتی نان طبق استاندارد AACC (۱۹۹۹) به شماره ۰۹- ٧٤ و توسط دستگاه بافت سنج[3]مدلBrookfield ساخت کشور آمریکا و در دمای محیط اندازه‌گیری شد. نمونه‌ها توسط یک پروب آلومینیومی با قطر ۱۲/۷ میلیمتر و ارتفاع ۳۵ میلیمتر با سرعت ۰/۹ میلیمتر بر ثانیه فشرده شدند. نیروی لازم جهت فشردن نمونه تا ٪۲۵ فشردگی به عنوان سفتی مغز نان در نظر گرفته شد. آزمایشات در فواصل زمانی بلافاصله، دو و چهار روز بعد از پخت انجام شدند.

آنالیز حرارتی روبشی تفاضلی (*DSC*)

این آزمون توسط دستگاه *TGA/DSC1*، ساخت کمپانی متلر تولدو کشور سوئیس انجام گردید.(روز اول، سوم و پنجم).تکه ای از نان به وزن ۱۵ میلی گرم در پن دستگاه کاملا پوشانده شده قرار گرفت. اسکن گرمایی بین ۲۵ تا ۱۵۰ درجه سانتیگراد با سرعت ۱۰ درجه سانتیگراد بر دقیقه انجام گرفت(ریبوتا و بایل۲۰۰۷).

آنالیز آماری

آزمایشات در سه تکرار انجام شدند. نتایج در معرض تجزیه واریانس دو طرفه قرار گرفته و برای مقایسه میانگین‌ها و بررسی اختلاف معنی داری بین تیمارها از آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح معنی داری ۹۵٪ استفاده گردید. تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها توسط نرم افزار SAS نسخه ۹/۱ انجام شد. منحنی‌های مربوطه در محیط EXCEL توسط نرم افزار Office2007 رسم شدند.

نتیجه گیری و بحث

ارزیابی تکنولوژیکی

همانطور که در شکل ۱ مشاهده می شود نان پخته شده در آون مایکروویو دارای حجم مخصوص بیشتری بود. در پخت مایکروویو، مقدار نسبتا زیاد حرارت داخلی به صورت قابل توجهی فشار داخلی ایجاد می کند، که ممکن است باعث پف کردن و افزایش حجم شود (لین و همکاران ۱۹۹۸). از آنجاییکه مکانیزم پخت مایکروویو با پخت جابجایی متفاوت است، فشار داخلی تولید شده درون محصولات متخلخل در طول حرارت دهی مایکروویو به صورت غیرقابل مقایسه ای بالاتر از مقدار بدست آمده در طول حرارت دهی به صورت جابجایی است (داتا ۲۰۰۱).

همانطور که در شکل ۱ دیده می شود نان پخته شده به روش ترکیبی دارای کمترین حجم مخصوص بود که ممکن است ناشی از تشکیل ناگهانی پوسته باشد، که از انتقال حرارت به قسمت‌های درونی که برای تشکیل ماتریکس نشاسته گلوتن ضروری است جلوگیری کرده است. این ماتریکس توسعه بهینه خمیر و نگهداری گاز را فراهم می کند که موجب می شود حجم مخصوص افزایش یابد (دیمریکلر و همکاران ۲۰۰٤).

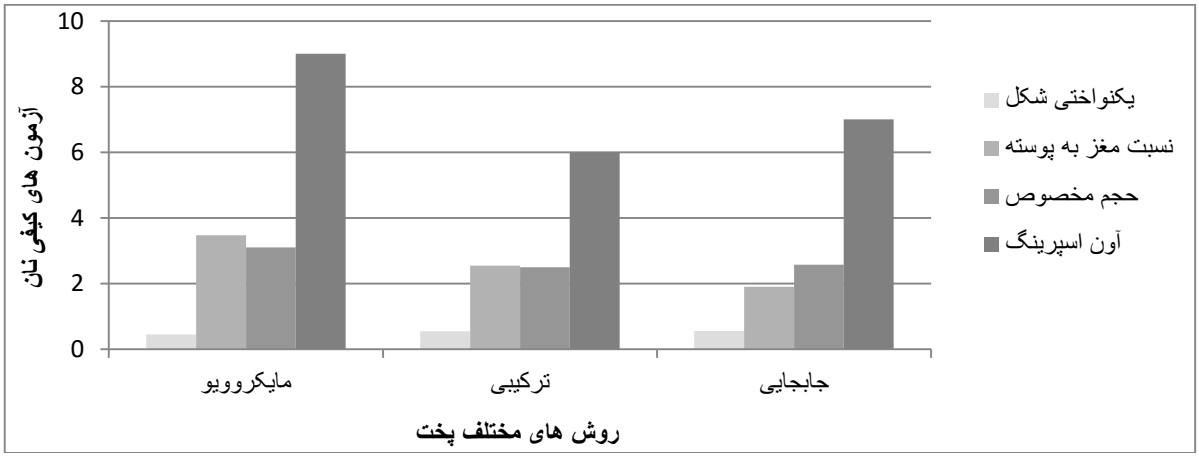
با توجه به شکل۱نمونه‌های پخته شده به روش جابجایی و روش ترکیبی یکنواختی شکل بیشتری نسبت به نمونه‌های پخته شده در مایکروویوداشتند و این دو روش حرارت دهی از لحاظ این ویژگی تفاوت معنی داری نداشتند. که این مطلب گویای این است که حرارت ترکیبی جابجایی- مایکروویو توانسته مشکل غیریکنواختی شکل نان پخته شده به روش مایکروویو را حل کند.

همانگونه که در شکل۱ دیده می شود نسبت مغز به پوسته در نمونه‌های پخته شده در آون مایکروویو

[3]Texture Analyzer

نسبت به دیگر روش‌های حرارت دهی در سطح معنی داری $P\leq ۰/۰۵$ بیشتر بود. نسبت مغز به پوسته نمونه-های پخته شده در آون ترکیبی از انواع پخته شده به روش جابجایی بیشتر بود و حد واسط این دو روش بود، ولی این اختلاف معنی دار نبود. علت بالاتر بودن نسبت مغز به پوسته در نمونه‌های پخته شده در آون مایکروویو متفاوت بودن مکانیسم حرارت‌دهی مایکروویو است. دمای محصولات پخته شده در مایکروویو نسبت به پخت در آون جابجایی به سرعت بالا می‌رود، بنابراین کل زمان پخت کوتاه است و فرصت برای تشکیل پوسته نیست (سامنو۲۰۰۱).

آون اسپرینگ افزایش حجم نان طی اولین دقایق پخت می‌باشد.با توجه به شکل۱ نمونه‌های پخته شده در آون مایکروویو در سطح $P\leq ۰/۰۵$به صورت معنی داری نسبت به دو روش دیگر حرارت دهی آون اسپرینگ بالاتری داشتند. در پخت مایکروویو، مقدار نسبتا زیاد حرارت داخلی به صورت قابل توجهی فشار داخلی ایجاد می کند، که ممکن است باعث پف کردن و افزایش حجم شود.



شکل ۱- نتایج آزمون های کیفی

تخلخل

تخلخل و یکنواختی و اندازه سلول‌ها از عوامل مهم در تعیین کیفیت بافت مغز نان هستند. با استفاده از آنالیز توسط اسکنر مسطح می توان اطلاعاتی در زمینه ریز ساختار نان بدست آورد (استلر و همکاران ۲۰۰۶).

با توجه به نتایج آنالیز تصاویر مجموع مساحت سلول‌ها در نمونه‌های نان پخته شده به روش جابجایی بیشترین مجموع مساحت سلول‌ها را داشت، درحالیکه نمونه‌های پخته شده در مایکروویو کمترین مجموع مساحت سلول‌ها را دارا بود (جدول ۱).

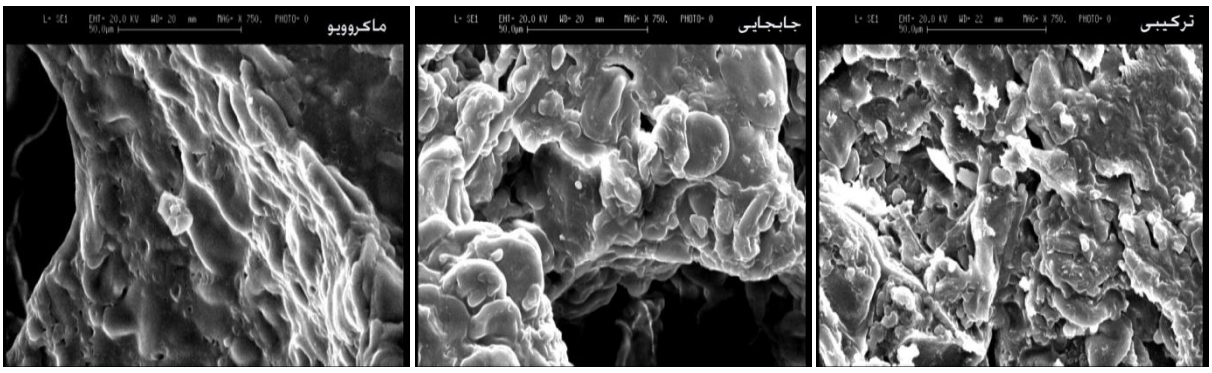
شکل ۲- تصاویر اسکن شده نان پخته شده به روشجابجایی، مایکروویو و ترکیبی

جدول۱- نتایج حاصل از آنالیز تصاویر اسکنر

پارامترهای اندازه گیری شده	جابجایی	مایکروویو	ترکیبی
تعداد سلول ها	۵۰۵	۵٤۲	۵۷٤
قطر متوسط (mm)	۱/۸۰	۱/۷۰	۱/۷٤
قطر حداقل (mm)	۱/۱۵	۱/۱۲	۱/۱۸
قطر حداکثر (mm)	۲/٤۹	۲/۲۵	۲/۲۹
مجموع مساحت سلول ها(mm^2)	٤۱۸۱	۲۷۸۰	٤۰۱۷
مساحت متوسط هر سلول	۹/٤۲	۵/۱۳	٦/۹۹

بررسی ریزساختار توسط میکروسکوپ الکترونی روبشی (*SEM*)

ساختمان میکروسکوپی در نان به صورت شبکه در هم تنیده گلوتنی مشاهده می‌شود که در لابلای آن گرانول-های متورم شده نشاسته مشاهده می‌شود. همانطور که در تصاویر مشاهده شد گرانول‌ها در نمونه‌های نان‌های پخته شده در آون ترکیبی و مایکروویو حالت درخشنده‌ای به خود گرفته‌اند که نشان دهنده رتروگراداسیون سریع‌تر آن‌ها می‌باشد و سرعت بیشتر بیات شدن را در این نان‌ها بیان می‌کند. همچنین گرانول‌های نشاسته در نان پخته شده در مایکروویو و آون ترکیبی تغییر شکل داده‌اند اما کاملا هویت خود را از دست نداده‌اند در حالیکه گرانول‌های نشاسته در نان پخته شده به صورت جابجایی بیشتر از شکل طبیعی خود خارج شده‌اند. تجزیه ناقص گرانول‌های نشاسته ممکن است ناشی از این حقیقت باشد که حرارت دهی مایکروویو باعث افت زیاد رطوبت می‌شود که بر تورم و ژلاتیناسیون نشاسته اثرگذار است. گرانول‌های نشاسته بسته به جایگاهی که در ساختمان نان دارند در اثر جذب رطوبت و دمای پخت بکار رفته میزان تورمشان می‌تواند متفاوت باشد (یارمند ۱۳۸۸).



شکل ۳- تصاویر میکروسکوپ الکترونی نمونه های پخته شده به روش ترکیبی جابجایی- مایکروویو، جابجایی و مایکروویو

آزمون حسی

در رابطه با ارزیابی حسی نمونه‌های پخته شده در آون جابجایی و ترکیبی از نظر فرم و شکل، پوکی و تخلخل در سطح $P\leq ۰/۰۵$اختلاف معنی داری نداشتند و این نمونه‌ها امتیاز بالاتری نسبت به نان‌های پخته شده در آون مایکروویو کسب کردند. خصوصیات سطح زیرین، پوسته و سطح رویی نان، بو، طعم و مزه، قابلیت جویدن وسفتی و نرمی بافت و ساختارنمونه‌های پخته شده در آون جابجایی از طرف گروه داوران بالاترین امتیاز و

نمونه‌های پخته شده در آون مایکروویو کمترین امتیاز را کسب نمودند.

بطور کلی با توجه بـه نتـایج حاصـل از ارزیـابی حسـی نمونه‌های پخته شده در سیستم جابجایی از نظـر گـروه داوران بیشترین میزان پذیرش را دارا بود.

جدول ۲- نتایج آزمون ارزیابی حسی (بر حسب میانگین امتیاز داده شده از طرف هیات داوران)

خصوصیت/نمونه	جابجایی	ترکیبی	مایکروویو
فرم و شکل	۹/۰±۹٤/۱^{a}	۹/۱±٤۳^{a}	۸/۰±٥۷/۸^{b}
ویژگی و خصوصیات سطح زیرین نان	٤/۰±۹۳/۲^{a}	٤/۰±۸٥/۲^{b}	٤/۰±۳٦/٥^{c}
ویژگی و خصوصیات سطح رویی نان	۰±۱۰^{a}	۰±۹/۸^{b}	٦/۱±۳۷/۱٦^{c}
پوکی وتخلخل	۱٤/۱±۰۱/٤^{a}	۱±۱٤^{a}	۱۳/۱±۲۸/۳^{b}
قابلیت جویدن	۱٤/۰±۸۹/۳^{a}	۲±۱۳^{b}	۹/۲±٦۸/٦^{c}
سفتی و نرمی بافت و ساختار نان	۰±۲۰^{a}	۱٦/۳±۳۸/۲^{b}	۱۳/۳±٤۳/۲^{c}
بو، طعم و مزه نان	۲۳/۱±۹۲/۳^{a}	۲۲/۱±۸٦/٦^{b}	۱۹/۳±٦٤/٦^{c}

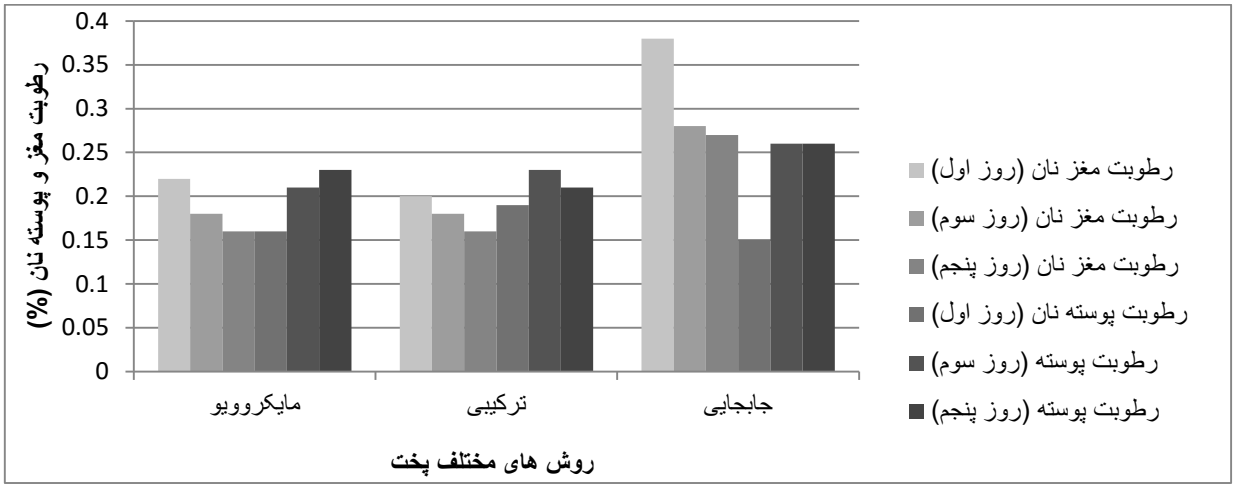
** حروف کوچک متفاوت در هر ردیف نشان دهنده وجود اختلاف معنی دار ($P\leq$۰/۰٥) است.

رطوبت مغز و پوسته

نتایج حاصل از آزمون اندازه گیری رطوبت نشان داد طی نگهداری نان، رطوبت مغز بطور معنی داری کاهش یافت. انتقال رطوبت از بخشی از مغز نان به بخش دیگر به عنوان عامل مهمی در بیاتی می‌باشد و در اصل امکان درک خشک شدن بافت نان مانده را فراهم می-آورد. اگرچه خشک شدن نان نشانه بیاتی نیست ولی واکنش‌هایی که منجر به بیاتی می‌شوند را تسریع می‌کند (گرای و بمیلر ۲۰۰۳). مقدار رطوبت مغز نمونه‌های پخته شده به روش مایکروویو و روش ترکیبی در سطح $P\leq$۰/۰٥اختلاف معنی داری نداشتند. همانگونه که در شکل ٤ دیده می‌شود، رطوبت پوسته با افزایش زمان ماندگاری افزایش یافت. رطوبت پوسته در نمونه‌های پخته شده در آون مایکروویو نسبت به دیگر روش‌های حرارتی کمتر بود. این خشک شدن ناحیه ای، دیواره سلول‌های مغز را سخت‌تر می‌کند در حالی که افزایش رطوبت در پوسته با کاهش تردی و ایجاد حالت چرم مانند همراه است (پیازا و ماسی ۱۹۹٥).

سفتی مغز

یکی از روش‌های تعیین بروز بیاتی نان مشخص نمودن سفتی بافت نان می‌باشد. در طول پنج روز نگهداری میزان سفتی نان با گذشت زمان به طور معنی داری در سطح $P\leq$۰/۰٥افزایش یافت. افزایش سفتی نان در طی نگهداری می‌تواند در نتیجه کاهش رطوبت و همچنین پدیده تنزل کیفیت نشاسته باشد (بیلیادریس و همکاران ۱۹۹٥). مقدار سفتی نمونه‌های پخته شده در مایکروویو و آون ترکیبی اختلاف معنی داری نداشتند.در فرایند سفتی نان چند فاکتور نقش دارد، حجم وسیعی از اطلاعات بر رتروگراداسیون آمیلوپکتین به عنوان فاکتور کلیدی دلالت دارد، همچنین گلوتن در این فرایند درگیر است و نمی توان نقش آن را نادیده گرفت.



شکل ۴- رطوبت مغز و پوسته نان های پخته شده در آون های مختلف در طول نگهداری

شکل ۵- سفتی نان های پخته شده در آون های مختلف در طول نگهداری

آنالیز حرارتی روبشی تفاضلی (*DSC*)

آنتالپی کریستالیزاسیون نمونه‌ها با افزایش مدت زمان ماندگاری نمونه‌ها افزایش یافت. این افزایش میزان آنتالپی با گذشت زمان ماندگاری، به معنای افزایش رتروگراداسیون نشاسته است که خود یکی از عوامل کلیدی در بیاتی نان محسوب می‌شود (جاکوبز و دلکور ۱۹۹۸). آنتالپی رتروگراداسیون نان‌های پخته شده در مایکروویو به علت مشکل بیاتی سریع حرارت‌دهی مایکروویو بالاترین مقدار بود. آنتالپی رتروگراداسیون نمونه‌های پخته شده در آون ترکیبی بین مقدار آنتالپی رتروگراداسیون نمونه‌های پخته شده در آون مایکروویو و آون جابجایی بود. بنابراین، حرارت ترکیبی توانسته تا حدودی مشکل بیاتی سریع روش مایکروویو در مورد یکی از پارامترهای شاخص بیاتی حل کند.

جدول ۳- پارامترهای آندوترم رتروگراداسیون نان‌های پخته شده در آون‌های مختلف در طول نگهداری

زمان نگهداری	T_0 (℃)	T_P (℃)	T_C (℃)	ΔH_r(J/g)
جابجایی				
اول	٥٦/٩٥	٦٨/٨٦	٨٣/٧٢	٤/٢٣
سوم	٤٩/٨٤	٥٨/٤٠	٧٠/٣٣	٤/٥٦
پنجم	٥٠/٨٥	٦٢/٣٨	٧٦/٥٥	١٤/١٥
ترکیبی				
اول	٤٧/٧٩	٥٧/١٥	٦٨/٨٥	٥/٤٣
سوم	٤٧/٦٨	٥٩/٩٣	٧٢/٥١	١٣/٦٤
پنجم	٥٢/١٣	٦٧/٠٢	٧٨/٥١	٣٦/٨٤
مایکروویو				
اول	٤٥/٨٦	٥٦/١٤	٦٩/٠٩	٨/٦٢
سوم	٥٣/٩٤	٧٠/١٠	٨٣/٨١	٦٢/٤٠
پنجم	٦٠/١٤	٧٧/٩١	٩٢/٩٢	٨٣/٦٦

نتیجه گیری

با توجه به نتایج، نان پخته شده به روش ترکیبی از نظر رنگ پوسته تقریبا شبیه به نمونه‌های پخته شده در سیستم جابجایی بود. بنابراین، پخت ترکیبی مزیت صرفه جویی در زمان پخت مایکروویو را با مزیت قهوه ای شدن حرارت دهی جابجایی به همراه دارد. نمونه-های پخته شده به روش ترکیبی و جابجایی از لحاظ حجم مخصوص، آون اسپرینگ و یکنواختی شکل در سطح $P\leq ۰/۰۵$ اختلاف معنی داری نداشتند و از نظر گروه داوران فرم و شکل و پوکی و تخلخل این نمونه‌ها از لحاظ آماری شبیه به هم بود. آنتالپی رتروگراداسیون نمونه‌های پخته شده در مایکروویو بالاترین مقدار بود. مقدار آنتالپی رتروگراداسیون نمونه‌های پخته شده در آون ترکیبی بین آنتالپی رتروگراداسیون نمونه‌های پخته شده در آون مایکروویو و جابجایی بود. نمونه‌های پخته شده در آون مایکروویو و آون ترکیبی از لحاظ میزان سفتی و رطوبت مغز تفاوت معنی داری نداشتند. نسبت مغز به پوسته در نمونه‌های پخته شده در سیستم مایکروویو بیشترین مقدار بود. تصاویر میکروسکوپی نشان دادند گرانول‌های نشاسته نان پخته شده به صورت جابجایی نسبت به دو روش دیگر پخت از شکل طبیعی خود خارج شده اند و ماهیت خود را از دست داده‌اند. آنالیز تصاویر نشان داد مجموع مساحت سلول‌ها در نمونه-های پخته شده به روش جابجایی بیشترین مقدار بود.

منابع مورد استفاده

یارمند م س، ۱۳۸۸. مطالعه و ارزیابی میکروسکوپی و حسی بیاتی نان های پر مصرف ایرانی، فصلنامه علوم و صنایع غذایی، ٦(٣): ٨٣-٣٩٢.

A-A-20126E, February 26, Commercial Item Description Flour. The U. S. Department of Agriculture (USDA) has authorized the use of this Commercial Item Description (CID), 2004.

Biliaderis CG, Izydorczyk MS and Rattan O, 1996. Effect of arabinoxylans on bread making quality of wheat flours. J Food Chem 53: 165-171.

Chiavaro E, Vitadini E, Musci M, Bianchi F and Curti E, 2008. Shelf-life stability of artisanally and industrially produced durum wheat sourdough bread (“Altamura bread”). Swiss Soc Food Sci Technol 41: 58-70.

Datta AK, 2001. Fundamentals of heat and moisture transport for microwaveable food product and process development. Handbook of Microwave Technology for Food Applications (edited by Datta AK and Anantheswaran RC) 115-172.

Demirekler P, Sumnu G and Sahin S, 2004. Optimization of bread baking in halogen lamp-microwave combination oven by response surface methodology. J Eur Food ResTechnol 219: 341-347.

Esteller MS, Zancanaro J O and Da Silva Lannes SC, 2006. The effect of kefir addition on microstructure parameters and physical properties of porous white bread. J Eur Food Res Technol 222: 26-31.

Goebel NK, Grider J, Davis EA and Gordon J, 1984. The effects of microwave energy and convectional heating on wheat starch granule transformations. J Food struct 3: 73-82.

Hegenbert S, 1992. Microwave quality: coming of age. J Food Prod Des 17: 29-52.

Higo A, Shimzaki M, Noguchi S and Nazakawa F, 1983. Hardening of food texture induced by microwave radiation: Changes in bound water content of breads accompanied by hardening. Jap J Home Econ 34: 474-479.

Jacobs H, and Delcour JA, 1998. Hydrothermal modifications of granular starch, with retention of granular starch. J Agr Food Chem 46: 2895-2905.

Keskin SO, sumnu G, Sahin S, 2003. Effects of different ovens and enzymes on quality parameters of bread.

Keskin SO, Sumnu G and Sahin S, 2004. Bread baking in halogen lamp-microwave combination oven. J Food Res Int 37: 489-495.

Lin TM, Durance TD and Scaman CH, 1998. Characterization of vacuum microwave, air and freeze dried carrot slices. J Food Res Int 31:111-117.

Ozkoc SO, Sumnu G, Sahin S and Turabi E, 2009. Investigation of physicochemical properties of breaks baked in microwave and infrared-microwave combination ovens during storage. J Eur Food Res Technol 228:883-893.

Piazza L and Masi P, 1995. Moisture redistribution throughout the bread loaf during staling and its effect on mechanical properties. J Cereal Chem 72(3): 320-325.

Ribotta PD and Bail AL, 2007. Thermo- physical assessment of bread during staling. Swiss Soc Food Sci Technol40: 879-884.

Rosell CM and Santos E, 2010. Impact of fibers on physical characteristics of fresh and staled bake of bread. J Food Eng 98(2): 273-281.

Seyhun N, Sumnu G and Sahin S, 2003. Effects of different emulsifier types, fat contents, and gum types on retardation of staling of microwave-baked cakes. J Nahrung 47(4): 248-251.

Shittu TA, Dixon A, Awonorin SO, Sanni LO and Maziya-Dixon B, 2008. Bread from composite Cassava-wheat flour. II: Effect of cassava genotype and nitrogen fertilizer on bread quality. J Food Res Int 41: 569-578.

Sumnu G, 2001. A review on microwave baking of foods. J Food Sci Technol Int 36: 117-127.

Sumnu G, Datta AK., Sahin S, Keskin SO and Rakesh V, 2007. Transport and related properties of breads baked using various heating modes. J Food Eng 78: 1382-1387.

Sumnu G, Sahin S and Sevimli M, 2005. Microwave, infrared and infrared-microwave combination baking of cakes. J Food Eng 71: 150-155.

Comparison of quality and staling of bread baked in convention, microwave and convection- microwave combination ovens

B Yazdani[1*], J Mohammadzadeh Milani[2] and E Hosseini[3]

Received:January 14, 2014 Accepted:October 01, 2014
[1]MSc of Food Science and Technology, Science and Research Branch, Islamic Azad University, mazandaran, Iran
[2]Associate Professor, Department of Food Science and Technology, Sari Agriculture Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran
[3]Assistant Professor, Department of Food Science and Technology, Islamic Azad University of Kazerun, Kazerun, Iran
[*]Corresponding author: E-mail: yazdani_behnaz@yahoo.com

Abstract
The main object of this study was comparison of quality and staling of bread baked in convention, microwave and convection- microwave combination ovens. Crumb and crust moisture content, hardness values, specific volume, height to diameter ratio, crumb to crust ratio, oven spring, porous, and starch retrogradation enthalpy of the breads were measured during the study. Also, micro - structure of breads were investigate, and sensory attributes of the samples by seven people evaluated. In combination oven height to diameter ratio, crumb to crust ratio and oven spring samples were comparable with breads baked in convection oven. Specific volume of bread baked in combination oven was lowest. Convection- microwave combination oven was partially solved retrogradation enthalpy of sample and decreased problem staling of bread baked in microwave, but still crumb moisture content breads baked in convection- microwave oven was low and hardness values of them was high Result of sensory evaluation showed formation and porosity of sample baked in convection oven insignificant difference ($P \leq 0.05$) with ones baked in convection-microwave combination oven.

Keywords: Convection – microwave combination ovens, Microwave, staling