JRIFST

www.rifst.ac.ir/jrifst.aspx
نشریه پژوهش و نوآوری در علوم و صنایع غذایی
سال 1391، جلد 1، شماره 2، صفحات 117-128
DOI: 10.22101/JRIFST.2012.06.21.124

استفاده از ترکیب آرد ذرت و نخود در تهیه نان فاقد گلوتن

محمد رستمیان[1]، جعفر میلانی[2*]، گیسو ملکی[3]

1- دانشجوی کارشناس ارشد، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد قوچان
2- استادیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
*نویسنده مسئول (jmilany@yahoo.com)
3- دانشجوی کارشناس ارشد، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

چکیده

تهیه نان فاقد گلوتن با استفاده از غلات عاری از گلوتن برای بیماران سلیاکی که از حساسیت به گلوتن رنج می برند ضروری به نظر می رسد. برای این منظور تاثیر ترکیب آرد ذرت و نخود در غلظت های 20/80، 40/60، 60/40 و 80/20 با 3٪ صمغ HPMC جهت تهیه این نوع نان مورد مطالعه قرار گرفت. جهت بررسی خصوصیات کیفی نان از فاکتورهای حجم مخصوص، دانسیته، میزان حجیم شدن، اندیس شکل، تخلخل، سفتی بافت و بررسی ریز ساختار استفاده شد. بافت نمونه ها در روزهای اول و دوم و بررسی ریز ساختار 24 ساعت پس از پخت مورد بررسی قرار گرفتند. به طور کلی آرد نخود با ایجاد شبکه شبه گلوتن در مغز نان باعث افزایش حجم مخصوص میزان حجیم شدن، اندیس شکل و کاهش دانسیته می شود. آرد نخود مقدار رطوبت نان های فاقد گلوتن افزایش داده و در نتیجه از سفتی بافت مغز نان کاسته می- شود. به طور کلی بر اساس آزمون های انجام شده مشخص گردیده که فرمولاسیون 20% آرد ذرت+80% آرد نخود بیشترین تاثیر را در بهبود نتایج آزمون های کیفی از خود نشان داد.

تاریخ دریافت :90/4/29
تاریخ پذیرش :90/8/30

واژه های کلیدی
ذرت
ریزساختار
نان فاقد گلوتن
نخود
HPMC

مقدمه

بیماری سلیاک[1] بیماری است که در آن غشاء مخاطی روده کوچک فرد مبتلا به عدم تحمل گلوتن، توسط گلوتن آسیب می بیند، در نتیجه اخلال در جذب مواد مغذی، کاهش وزن، اسهال، کم خونی، خستگی، نفخ، کمبود فولات و پوکی استخوان به وجود می آید (Blades, 1997). افراد مبتلا به سلیاک بعد از مصرف غذاهای حاوی گلوتن یک سری نشانه های بالینی ناشی از اختلال در هضم گلوتن نشان می دهند که در زمانهای طولانی منجر به آسیب پرزهای ویلی موجود در روده کوچک می شود. تنها

1- Celiac

درمان این بیماری حذف مطلق گلوتن از رژیم غذایی است (Catassi & Fasano, 2008).

با توجه به اینکه گلوتن جزء ضروری ساختار نان است، عمده ترین مشکل تکنولوژیکی حذف گلوتن و جایگزین کردن آن با دیگر ترکیبات می باشد. گلوتن پروتئین اصلی تشکیل دهنده ساختار خمیر است که از دو جزء گلیادین و گلوتنین تشکیل شده است. شبکه گلوتن تعیین کننده خواص مهم خمیر (کشش پذیری، مقاومت به کشش، تحمل در برابر مخلوط شدن، توانایی حفظ گاز و...) است (Cauvin and Young, 2006; Kim and Appolonia, 1977). غیبت گلوتن اغلب منجر به تولید خمیر نسبتا مایع می شود و می تواند منجر به تولید نان با یک بافت ترد، رنگ ضعیف، حجم کم و دیگر نقایص کیفیتی شود. در حال حاضر آمار مبتلایان به بیماری سلیاک در حال افزایش است که عمدتا به دلیل بهبود روش های تشخیص و تغییر در عادات غذایی افراد به سمت غذاهای آماده است، لذا افزایش تقاضا برای نان های فاقد گلوتن با کیفیت بالا نشان دهنده وظیفه چالش برانگیز تکنولوژیست های غلات است زیرا کیفیت پائین پخت آرد فاقد گلوتن در نتیجه عدم وجود گلوتن است (Ahlborn et al., 2005).

تحقیقات نشان داده است بسیاری از محصولات فاقد گلوتن که در حال حاضر به فروش می رسند دارای کیفیت پائینی هستند. در سالهای اخیر تحقیق و توسعه جهت بهبود نانهای فاقد گلوتن به طور چشمگیری زیاد شده است که شامل استفاده از آردها یا ترکیبی از آردهای فاقد گلوتن با هیدروکلوئیدها، آنزیمها، عناصر لبنی و ... به عنوان جایگزین های گلوتن جهت بهبود ساختار و ماندگاری محصولات نانوایی فاقد گلوتن است. صمغ HPMC[1] به عنوان مناسب ترین جایگزین گلوتن توسط محققین مختلف استفاده شده است و به این نتیجه رسیده اند که صمغ HPMC باعث افزایش حجم، محتوای رطوبتی و کاهش سفتی مغز نان می شود (Collar et al., 2001). Gallagher و همکاران (2004) به این نتیجه رسیدندکه هیدروکلوئیدهایی نظیر HPMC می توانند سبب بهبود حفظ گاز و جذب آب در خمیر فاقد گلوتن شوند.

آردی که برای تولید نان فاقد گلوتن استفاده می شود بایستی آردی غیر از آرد گندم باشد، آرد ذرت و بویژه نخود از آنجایی که فاقد گلوتن هستند و سطح پروتئین، انرژی و محتوای تغذیه ای آنها بالا است برای تولید نان فاقد گلوتن مناسب هستند و به علت دارا بودن پروتئین بالا باعث کاهش نرخ بیاتی و سفتی مغز نان می شوند (Del_Angel and Sotelo, 1982; Appolonia, 1977). محتوای پروتئین واریته های مختلف ذرت بر اساس وزن خشک 12-6٪ است، حدود 75٪ پروتئین در بافت آندوسپرم است و باقی مانده بین جوانه و پوسته توزیع می شود (Shukla and Cheryan, 2001). در تحقیق ما از ذرت دندان اسبی حاوی 75٪ آمیلوپکتین استفاده شده است و از آنجایی که آمیلوپکتین شاخه دار است تا حدی می تواند خواص گلوتن را شبیه سازی نماید و باعث احتباس گاز و افزایش حجم شود ضمن اینکه نخود نیز در ماندگاری نان هم تاثیر بسزایی دارد زیرا رتروگرداسیون نشاسته را به تعویق می اندازد و حاوی مقادیر بالای پروتئین (25-19٪) بوده که بیشتر محلول و قابل هضم در روده است (Illg et al., 1987).

در این پژوهش از آرد ذرت و نخود (در نسبت های 20، 40، 60 و80٪) در ترکیب با صمغ HPMC جهت تولید نان فاقد گلوتن استفاده شده و سعی در انتخاب بهترین درصد آرد ذرت و نخود به منظور تولید نان فاقد گلوتن با ویژگی های بافتی بالا شده است.

مواد و روش ها

مواد مورد استفاده

ذرت (از کارخانه گلوکوزان قزوین)، آرد نخود (از بازار محلی)، صمغ HPMC (فلوکا، سوئیس)، مخمر نانوائی فعال (از شرکت فریمان مشهد)، نمک (از نوع یددار) و شکر از بازار محلی تهیه گردید.

فرمولاسیون نان فاقد گلوتن

فرمولاسیون نان فاقد گلوتن در جدول 1 نشان داده شده است. آرد ذرت و نخود پس از تهیه با آسیاب از الک با مش 100 عبور داده شد. در غلظت های 20،

1- Hydroxyl Propyl Methyl Cellulose

40، 60 و 80٪ (به صورت ترکیبی) مورد استفاده قرار گرفت. مقدار آب مورد استفاده در این فرمولاسیون

جدول1- فرمولاسیون نان فاقد گلوتن

ترکیبات فرمول نان	درصد در فرمولاسیون
آرد	100
شکر	4
نمک	2
مخمر	3
صمغ HPMC	3
آب	100

تهیه نان

برای تهیه نان، ابتدا تمامی ترکیبات خشک (به غیر از شکر) پس از توزین با استفاده از الک با مش 100 غربال گردیدند تا به خوبی با هم مخلوط گردند و آبگیری مناسبی داشته باشند. سپس سوسپانسیون مخمر در آب ولرم حاوی شکر که به مدت 15 دقیقه جهت فعال شدن سلول های مخمر آماده شده بود به مواد فوق اضافه شد. آب مورد نیاز با توجه به ارزیابی تجربی قوام مطلوب خمیر جهت قالب ریزی معین گردید. خمیر مورد نیاز در مخلوط کن خانگی تهیه شد و تمامی ترکیبات با سرعت حداکثر مخلوط کن به مدت 5 دقیقه مخلوط شدند. مدت زمان مخلوط شدن با ارزیابی تجربی قوام خمیر حاصله معین گردید. سپس خمیر در یک قالب از جنس گالوانیزه به ابعاد 10x10x10 سانتی متر که دیواره آنها چرب شده بود ریخته شد. خمیر به مدت 20 دقیقه در رطوبت 85٪ و دمای اتاق قرار داده شد تا عمل تخمیر در آن کامل گردد، سپس پخت در دمای $200^{o}C$ به مدت 25 دقیقه در دستگاه فر خانگی صورت گرفت. پس از پخت، نان ها از قالب ها خارج شده و در دمای اتاق به مدت نیم ساعت خنک شده و در کیسه های پلی پروپیلنی بسته بندی شده و تا زمان انجام آزمون های مربوطه در دمای اتاق نگهداری گردیدند.

آزمون های نان

حجم مخصوص

توجه به ارزیابی تجربی قوام خمیر مناسب جهت پخت در غلظت 3% HPMC برابر با وزن آرد تعیین گردید.

حجم مخصوص نانها پس از سرد شدن به مدت نیم ساعت در درجه حرارت اتاق با استفاده از روش جایگزینی دانه کلزا اندازه گیری شد (Plessas et al., 2005).

دانسیته

برای بدست آوردن دانسیته ابتدا حجم نان را تعیین سپس از تقسیم جرم بر حجم نان دانسیته بدست می-آید. همچنین برای بدست آوردن حجم ابتدا قسمت - هایی مکعبی شکل از مغز نان با ابعاد 2x2x2 سانتی متر را بریده و از حاصلضرب طول در عرض در ارتفاع حجم بدست می آید (Lazaridou et al., 2007).

میزان حجیم شدن

میزان حجیم شدن از اختلاف ارتفاع نان قبل و بعد از پخت بدست می آید.

اندیس شکل

اندیس شکل از تقسیم بیشترین ارتفاع به قطر بدست می آید (Guarda et al., 2004).

نسبت پوسته به مغز

پس از جداسازی پوسته توسط یک تیغ تیز با دقت از قسمت های داخلی تر هر دو قسمت به دقت توزیع گردیدند و نسبت پوسته به مغز به دست آمد (Curic et al., 2008).

آزمون تخلخل

از هر تیمار به تعداد سه نمونه نان تهیه شد. پس از برش دادن نان ها با استفاده از اسکنر HP Scan jet G2410 در رزولوشن 300 dpi مقیاس Grayscale اسکن گردید سپس با استفاده از نرم افزار Image pro plus 4.5 تخلخل نمونه ها از نظر قطر میانگین، قطر بیشینه، قطر کمینه و متوسط مساحت حفرات بررسی شد.

آنالیز بافت

بررسی بافت مغز نمونه های نان، طی نگهداری در فواصل زمانی 24 و 48 ساعت با استفاده از دستگاه بافت سنج سنتام (مدلSMT-5) مطابق با روش استاندارد AACC شماره 10-74 بدست می آید (AACC, 2000).

میکروسکوپ الکترونی

جهت بررسی ریز ساختار نان بعد از تهیه نان نمونه- های با ابعاد مشخص آماده شد. سپس ریز ساختار نان با استفاده از میکروسکوپ الکترونی آکسفورد مدل S 360 در چهار بزرگنمایی بررسی شد.

آنالیز آماری

تجزیه و تحلیل نتایج در قالب طرح کاملا تصادفی با سه تکرار و با استفاده از نرم افزار آماری SAS صورت می گیرد. برای تعیین معنی دار بودن اختلاف میان نتایج از آنالیز واریانس یکطرفه (ANOVA) در سطح 0/05= α و برای مقایسه میانگین ها از آزمون چند دامنه ای دانکن استفاده می گردد.

نتایج و بحث

خصوصیات فیزیکی نان

پروتئین گلوتن گندم خصوصیات ویسکوالاستیک خاص خمیر را ایجاد می کند که باعث می شود خمیر به دلیل تشکیل CO_2 حین تخمیر گسترش یابد و در این زمان است که بیشتر گاز درون بافت خمیر می ماند. همچنین سایر بیوپلیمرهای آرد گندم و پنتوزان "ها بایست متورم شوند و به میزان مناسبی حل شوند تا بافت مطلوب نان حاصل شود (Maleki et al., 1980; Wehrle et al., 1997) در نان های فاقد گلوتن به دلیل فقدان این مواد CO_2 تولید شده در حین تخمیر از خمیر خارج و به همین دلیل است که بین حجم مخصوص، میزان حجیم شدن و سایر خصوصیات کیفی نان های فاقد گلوتن با نان دارای گلوتن تفاوت وجود دارد. Arendt و همکاران (b 2008) به این نتیجه رسیدند که بیشتر محصولات فاقد گلوتن در مقایسه با نان گندم کیفیت پائینی داشته که به حجم و بافت داخلی آنها مربوط می شود. به طور مثال در تحقیقی که Kadan و همکاران (2001) بر روی نان حاصل از آرد گندم انجام دادند نان دارای حجم مخصوص 5/3 میلی لیتر بر گرم بوده که اگر با نتایج موجود در جدول2 مقایسه کنیم دارای اختلاف فاحشی است، این فاکتورها در میان نان های فاقد گلوتن نیز متفاوت هستند، در میان تیمارهای مورد بررسی با توجه به نتایج جدول 2 مشخص است که با افزایش درصد نخود حجم مخصوص افزایش می یابد. بیشترین افزایش در حجم مخصوص در نان با فرمولاسیون 20% آرد ذرت+80٪ آرد نخود مشاهده می- شود که با بقیه از لحاظ آماری اختلاف معنی دار دارد و دلیل آن را احتمالا می توان به بهبود شکل گیری شبکه پروتئین در اثر ازدیاد پروتئین های نخود و افزایش احتباس گاز نسبت داد. لازم به ذکر است که فاکتور حجم مخصوص نان تحت تاثیر فاکتورهای مختلفی از قبیل مقدار پروتئین و شرایط تخمیر نیز می باشد. بنابراین جهت تهیه یک نان فاقد گلوتن با حجم خوب، استفاده از هیدروکلوئید مناسب و آردی با پروتئین کافی لازم است و از آنجائی که نخود دارای مقادیر پروتئین بیشتری است لذا حجم مخصوص نان های دارای مقادیر بالاتر نخود بیشتر است (Kadan et al., 2001).

در تحقیقی که Kadan و همکاران (2001) با استفاده از آرد برنج سبوس زدایی شده انجام دادند حجم مخصوص نان 1/9 میلی لیتر بر گرم بدست آمدکه در مقایسه با نان حاصل از آرد ذرت و نخود در مطالعه فعلی کمتر بود. همچنین در تحقیقی دیگر که Renzetti و همکاران (2008) بر روی نمونه آرد ذرت و با استفاده از سطوح مختلف آنزیم ترانس گلوتامیناز انجام دادند حجم مخصوص 1/64 میلی لیتر بر گرم بود که کمتر از نان ذرت و نخود در مطالعه فعلی بود که این امر احتمالا به دلیل مقادیر بالاتر پروتئین در آرد نخود است، ولی در تحقیقی که Gujral و همکاران (2003) بر روی آرد برنج با سطوح مختلف صمغ HPMC و آنزیم سیکلودکستریناز انجام دادند مقادیر حجم مخصوص بدست آمده به طور متوسط بالاتر تحقیق حاضر بود که احتمالا به دلیل استفاده توام از صمغ HPMC و آنزیم سیکلودکستریناز بوده است، صمغ HPMC به دلیل حفظ CO_2 و کاهش نفوذپذیری خمیر به CO_2 و آنزیم سیکلودکستریناز به

دلیل کاهش قندهای تخمیر ناپذیر در نتیجه فعالیت هیدرولیزی سیکلودکستریناز باعث افزایش حجم مخصوص به میزان قابل توجهی می شوند.

دانسیته محصول ارتباط مستقیمی با انبساط خمیر در طول تخمیر، پخت و حفظ گاز در ساختار نان دارد که هرچه گاز تولید شده بیشتر باشد دانسیته نیز بیشتر خواهد بود و بسیاری از عناصر فرمولاسیون و فاکتورهای فرایند بر روی آن تاثیر می گذارد. نتایج مربوط به دانسیته همانطوری که در جدول 2 مشاهده می شود با افزایش درصد نخود دانسیته نیز افزایش یافته و بیشترین افزایش دانسیته مربوط به نان با فرمولاسیون 20% ذرت +80٪ نخود است که با بقیه از لحاظ آماری اختلاف معنی دار دارد.

میزان حجیم شدن معیاری از حجم مخصوص است و هر دو نسبت به یکدیگر رابطه مستقیمی دارند. در این تحقیق با توجه به جدول 2 با افزایش درصد نخود میزان حجیم شدن نان افزایش می یابد و دلیل آن را می توان احتمالا به افزایش ایجاد شبکه های پروتئینی به دلیل میزان بالای پروتئین در نخود نسبت داد بیشترین افزایش در میزان حجیم شدن در فرمولاسیون 20% ذرت+80% نخود و 40٪ ذرت+60% نخود مشاهده می- شود که با بقیه از لحاظ آماری اختلاف معنی دار دارند. در تحقیقی که Rakkar(2007) بر روی نان فاقد گلوتن بر پایه آرد برنج و سویا انجام داد، میزان حجیم شدن 1/3سانتی مترگزارش شد که در مقایسه با تحقیق حاضر بسیار کم است. در تحقیقی دیگر که Sivaramakrishnan و همکاران (2004) بر روی نمونه آرد برنج با سطوح مختلف صمغ HPMC انجام دادند میزان حجیم شدن در بهترین حالت 2/9 سانتی متر گزارش شد که در مقایسه با مطالعه فعلی پایین تر بوده است که دلیل آن را احتمالا می توان بالاتر بودن میزان پروتئین آرد نخود دانست.

اندیس شکل نیز یکی از معیار های مربوط به خواص کیفی است که نشان دهنده فعالیت مخمر ها و چگونگی تولید شبکه در ساختار نان خواهد بود به عبارتی نشان دهنده میزان حجیم شدن در نان است که هرچه میزان اندیس شکل بیشتر باشد میزان حجیم شدن بیشتر خواهد بود. در این تحقیق با توجه به جدول 2 با افزایش درصد نخود اندیس شکل افزایش یافته و بیشترین افزایش در فرمولاسیون 20% ذرت+80% نخود مشاهده می شود که با بقیه از لحاظ آماری اختلاف معنی دار دارد و دلیل آن را می توان احتمالا به بالا بودن میزان پروتئین در نخود و به دنبال آن افزایش ایجاد شبکه- های پروتئینی در نان نسبت داد. در تحقیقی که Marco و Rosell (2008) در تولید نان فاقدگلوتن با استفاده از آرد برنج و صمغ HPMC انجام دادند اندیس شکل در بیشترین مقدار به 0/12 می رسد که در مقایسه با نانهای تهیه شده از آرد ذرت و نخود در مطالعه فعلی بسیار کمتر است. ولی نتایج تحقیق Gujral و همکاران (2003) که بر روی آرد برنج به همراه صمغ HPMC و آنزیم سیکلودکستریناز انجام دادند مقادیر اندیس شکل به طور متوسط بالاتر از نمونه نان ذرت و نخود در تحقیق حاضر بوده است که دلیل آن در قسمت حجم مخصوص توضیح داده شد.

نسبت پوسته به مغز معیاری از میزان قندهای احیا کننده در آرد است به طوری که هرچه بیشتر باشد واکنش های قهوه ای شدن مایلارد نیز بیشتر اتفاق می- افتد در نتیجه نسبت پوسته به مغز افزایش می یابد. با توجه به داده های جدول 2 مشخص است که با افزایش درصد نخود نسبت پوسته به مغز افزایش می یابد در نتیجه آرد نخود دارای قند های احیا کننده بالاتری است و این یک نمره منفی برای نان فاقد ازگوتن حاوی آرد نخود بیشتر است.

جدول2- نتایج مقایسه میانگین داده های مربوط به تخلخل نان های فاقد گلوتن

تیمار	حجم مخصوص ($ml\ g^{-1}$)	دانسیته ($gr\ cm^{-3}$)	Oven spring(cm)	اندیس شکل	نسبت پوسته به مغز
20٪ذرت+80٪نخود	3/553 [a]	0/9467 [c]	3/833 [a]	0/4 [a]	0/187 [a]
40٪ذرت+60٪نخود	3/420 [b]	0/9967 [c]	3/667 [a]	0/3733 [b]	0/184 [a]
60٪ذرت+40٪نخود	3/083 [c]	1/167 [b]	3/367 [b]	0/3533 [c]	0/16 [a]
80٪ذرت+20٪نخود	2/763 [d]	1/307 [a]	3/133 [c]	0/3233 [d]	0/11 [b]

تخلخل

تخلخل یکی از پارامترهای مهم مغز نان است و به طور کلی اشاره به ساختار منافذ در مغز نان دارد و یکی از پارامتر های مهم در تعیین خواص کیفی مغز نان به شمار می رود (Armero and Collar, 1996). با توجه به جدول 3 در میان تیمارهای مورد بررسی، نانهای فاقد گلوتن با فرمولاسیون 20٪ ذرت + 80٪ نخود بیشترین کمینه قطر، بالاترین بیشینه قطر و بیشترین متوسط مساحت را نشان داد و دلیل آن هم به میزان بالای پروتئین در نخود بر می گردد، که این نتایج درتطابق با یافته های Ahlborn و همکاران (2005) بود که به این نتیجه رسیدند در نان گندم و برنج فاقد گلوتن حاوی پروتئین های شیر و تخم مرغ ساختارهای تار مانند تقریبا مشابه یکدیگر هستند ولی در نان نشاسته کم پروتئین هیچ ساختار تار مانندی وجود ندارد و می توان نتیجه گیری کرد که هیدروکلوئیدها به تنهایی جهت پایداری سلول های گاز و به تاخیر انداختن بیاتی کافی نیستند بلکه میزان پروتئین است که تعیین کننده است.

جدول3- نتایج مقایسه میانگین داده های مربوط به تخلخل نان های فاقد گلوتن

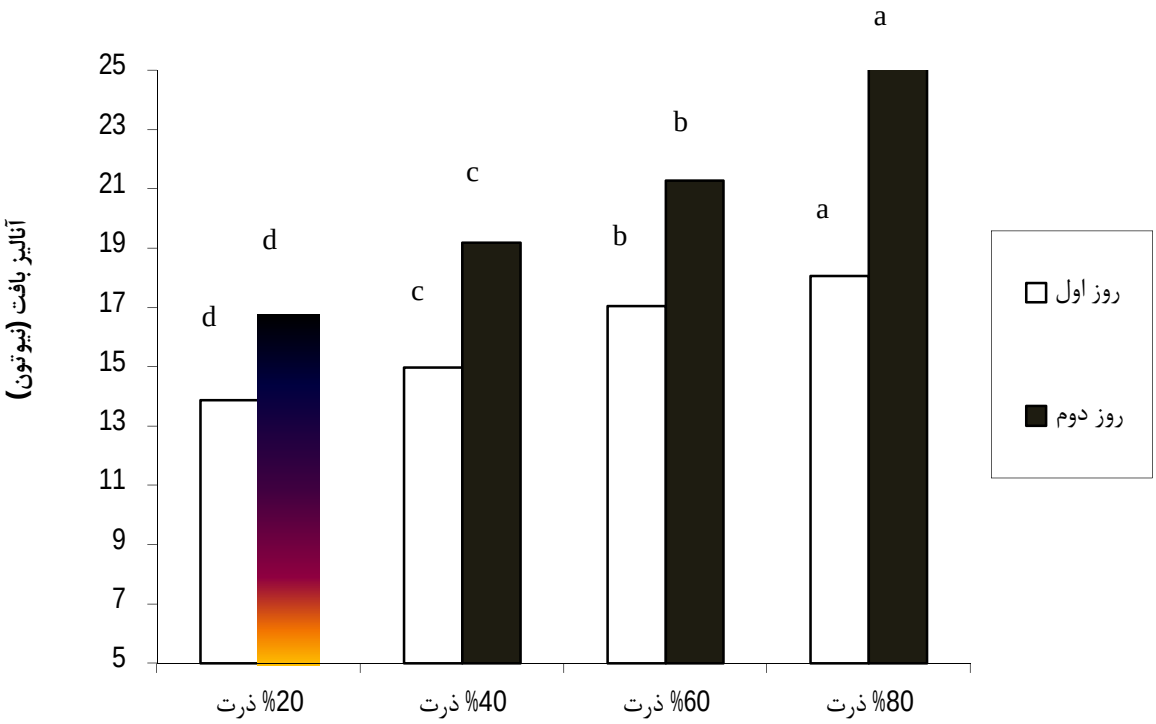
تیمار	کمینه قطر (mm)	بیشینه قطر(mm)	متوسط قطر (mm)	متوسط مساحت (mm^2)
20٪ذرت+80٪نخود	5/720	102/361	11/884	202/15
40٪ذرت+60٪نخود	5/261	63/514	12/434	181/591
60٪ذرت+40٪نخود	5/062	56/731	11/993	159/433
80٪ذرت+20٪نخود	5/062	58/571	11/898	158/239

از طرفی نتایج حاکی از آن است که تخلخل هیچکدام از نان های فاقد گلوتن معادل نان حاصل از آرد گندم نبوده است. این یافته مشابه نتایج پژوهشگران دیگر است که عنوان کرده اند نان های فاقد گلوتن نسبت به نان گندم میزان تخلخل پائین تری دارند (Blades, 1997). نان های فاقد گلوتن به علت فقدان شبکه گلوتنی منسجم و یکنواخت قادر نیستند دی اکسید کربن تولید شده در طی فرایند

تخمیر را به نحو مطلوب نگه دارند. در نتیجه منجر به تولید محصول با حجم کم (دانسیته بالا) و ساختار فشرده تر مغز (تخلخل کمتر) می شوند (Ahlborn et al., 2005). Gallagher و همکاران (2004) و Brites و همکاران (2008) نشان دادند که نان ذرت فاقد گلوتن نان های با حجم کمتر و ساختار فشرده تر ایجاد می کنند.

آنالیز بافت

با توجه به شکل 1 نتایج داده های حاصل از آزمون سفتی بافت مغز نان نشان می دهد با افزایش درصد نخود میزان سفتی بافت نان کاهش می یابد یعنی فرمولاسیون 20٪ ذرت+80٪ نخود کمترین میزان سفتی را داشته که از لحاظ آماری اختلاف معنی دار با بقیه دارد و دلیل آن را احتمالا می توان به میزان بالای پروتئین نخود و افزایش جذب آب و تخلخل نان اشاره کرد که این امر باعث کاهش سفتی بافت مغز نان می شود. تحقیقات فراوانی نشان می دهد که محتوای پروتئینی آرد یک فاکتور مهم در سرعت سفتی و بیاتی نمونه ها است. Steller و Bailey (1938) یک رابطه معکوس بین محتوای پروتئین و بیاتی نان در حین نگهداری یافتند. Bechtel و Meisner (1954) و Prentice و همکاران (1954) نشان دادند که افزایش محتوای پروتئین باعث کاهش متوسط سفتی مغز می- شود. Guarda و همکاران (2004) اثر هیدروکلوئیدها را در کیفیت نان گندم تازه و تاثیر آنها را در بیاتی نان مورد بررسی قرار دادند که در میان آنها HPMC کمترین میزان سفتی مغز نان را نشان داد. مکانیسم تاثیر هیدروکلوئیدها در کاهش سفتی بافت نان هنوز بدرستی مشخص نیست ولی در این راستا فرضیاتی مطرح شده است از جمله Armero و Collar (1996) تاثیر هیدروکلوئیدها را از طریق تاثیر بر ساختار نشاسته بیان کردند. بدین صورت که هیدروکلوئیدها باعث تغییر در ساختار نشاسته می شوند که در اثر آن پخش و نگهداری آب در نشاسته و مقاومت بافت نان کاهش می- یابد. همچنین Rosell (2001) علت کاهش سفتی بافت نان در اثر افزودن هیدروکلوئیدها را افزایش میزان آب نمونه های نان از طریق پیوندهای هیدروژنی برقرار شده بین مولکول های آب و هیدروکلوئیدها بیان کردند. از آنجایی که گلوتن موجب تشکیل ساختار سلول گاز و ممانعت از بیاتی می شود. غیاب پروتئین های گلوتن در فرمولاسیون فاقد گلوتن موجب می شود تا نانهای فاقد گلوتن سلول گاز ضعیف تری داشته و سریعتر بیات شوند (Ahlborn et al., 2005).



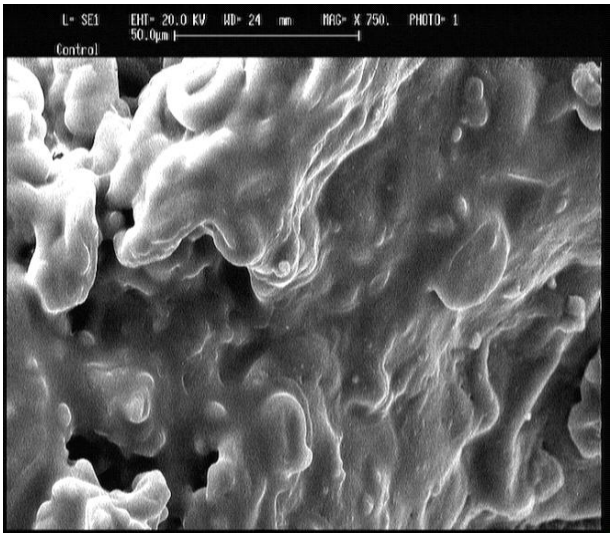
شکل 1- تاثیر افزودن درصدهای مختلف ذرت و نخود برسفتی بافت مغز نانهای فاقد گلوتن در روزهای نگهداری مختلف. حروف غیر مشابه a-f نشان دهنده معنی دار بودن تفاوت میانگین ها در سطح احتمال 5٪ می باشند.

بررسی ریز ساختار با میکروسکوپ الکترونی

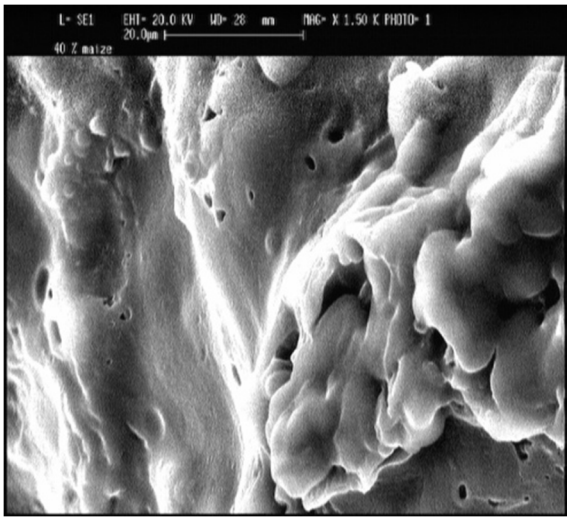
ساختمان میکروسکوپی در نان شاهد به صورت شبکه درهم تنیده گلوتنی مشاهده می شود که در لابه لای آن گرانول های متورم شده نشاسته مشاهده می شود. برخی گرانول ها حالت درخشنده ای به خود گرفته اند که نشان دهنده رتروگرداسیون بیشتر آنها می باشد و لذا سرعت بیات شدن بیشتر را در این نوع نان ها بیان می- کند. در بالای شکل 2 گرانول نشاسته ای را نشان می دهد که دارای شیاری در وسط آن است، در وسط شکل 3 گرانولی را نشان می دهد که کمی پهن بوده و شیار مرکزی کم عمق تری نسبت به شکل 2 داراست و بدین ترتیب می توان نتیجه گیری کرد که گرانول های نشاسته بسته به جایگاهی که در ساختمان نان دارد میزان تورم آنها در اثر جذب رطوبت و دمای پخت بکار رفته می تواند متفاوت باشد.

پژوهشگرانی چون Sandstedt (1961) و Stradine و همکاران (1951) بررسی هایی بر روی تاثیر پروتئین در بیاتی نان انجام دادند و به این نتیجه رسیدند که میزان پروتئین نقش مهمی در سرعت بیاتی نان دارد، بدین ترتیب از نظر آنها نانی که دارای پروتئین بالاتری است دیرتر از نانی که دارای پروتئین پائین تری است بیات می شود بنابراین چنین نتیجه گیری می شود که میزان پروتئین اهمیت زیادی در بیاتی نان دارد. همچنین با افزایش میزان پروتئین تخلخل نیز افزایش می یابد چرا که در آزمون تخلخلی که در مطالعه فعلی صورت گرفت با افزایش میزان نخود که دارای پروتئین بالاتری است تخلخل نیز افزایش می یابد. با توجه به اشکال 4 تا 7 مشاهده می شود که با افزایش درصد نخود شبکه های ایجاد شده نیز افزایش یافته ولی هیچکدام از نمونه ها به مانند نان شاهد نمی باشد. استفاده از هیدروکلوئیدها نظیر

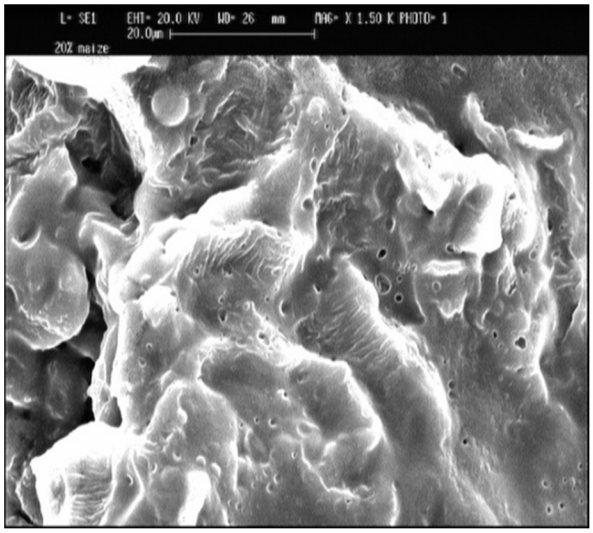
صمغ HPMC نیز بـه افـزایش حجـم و ایجـاد شـبکه در نان فاقد گلوتن کمک مـی کنـد (Collar et al., 2001). به طور کلی چنین می- توان نتیجه گیری کرد کـه نـان فاقـد گلـوتن بـا فرمولاسـیون 20% ذرت+80٪ نخـود نسبت به بقیه نمونه هـا شـبکه- هـای آن بیشـتر شـبیه به نان شاهد می باشد.



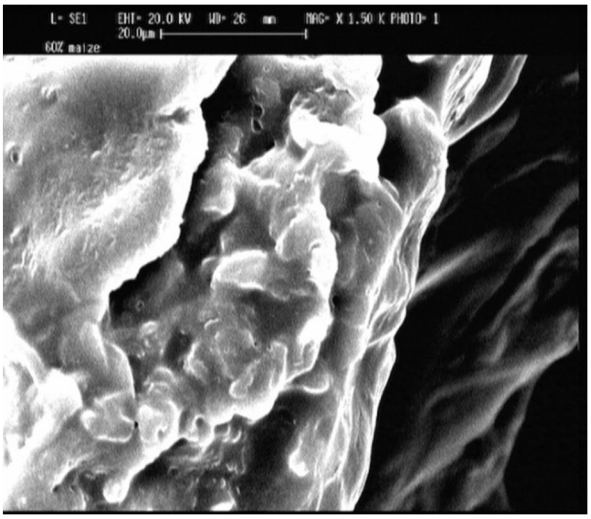
شکل 2- ساختمان میکروسکوپی نان شاهد، گرانول نشاسته به صورت رتروگرید شده با شیار عمیق آن نمایان شده است.



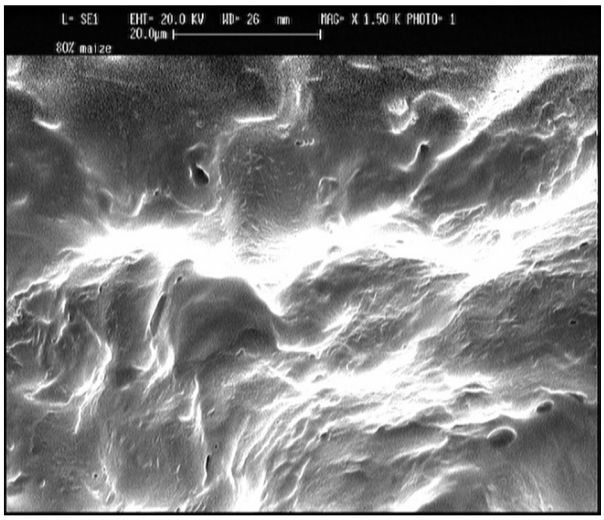
شکل 4- ساختمان میکروسکوپی نان با فرمولاسیون 40% ذرت + 60% نخود



شکل 3- ساختمان میکروسکوپی نان با فرمولاسیون 20٪ذرت + 80% نخود



شکل 5- ساختمان میکروسکوپی نان با فرمولاسیون60% ذرت + 40% نخود



شکل 6- ساختمان میکروسکوپی نان با فرمولاسیون 80% ذرت + 20% نخود

نتیجه گیری

در این پژوهش با استفاده از درصدهای مختلف آرد ذرت و نخود، نان فاقد گلوتن به طور موفقیت آمیزی تولید گردید. افزایش استفاده از آرد نخود در فرمولاسیون نان فاقد گلوتن موجب بهبود خواص کیفی نان از جمله بهبود تخلخل، حجم مخصوص، نسبت پوسته به مغز و .... شده است. درنتایج آنالیز بافت و ریز ساختار نمونه ها نیز با افزایش درصد نخود سفتی کاهش و شبکه های ایجاد شده در ساختار نان افزایش می یابد. در مجموع در میان فرمولاسیون های مورد بررسی در این پژوهش در غلظت های مختلف، فرمولاسیون 20% ذرت +80% نخود نان فاقد گلوتن با ویژگی های کیفی بالاتری تولید کرد.

منابع

1- AACC. 2000. Measurement of bread firmness by universal testing machine. In approved methods of the AACC, 10th edition, MN, USA: American Association of Cereal Chemists.
2- Ahlborn, G.J., Pike, O.A., Hendrix, S.B., Hess, W.M. & Huber, C.S. 2005. Sensory, mechanical and microscopic evaluation of staling in low-protein and gluten-free breads. Cereal Chemistry, 82: 328-335.
3- Arendt, E.K., Morrissey, A., Moore, M.M. & Bello, F.D. 2008a. Gluten-free breads. P.289-310. In: Arendt EK and Dal balleo F (eds), gluten-free cereal product and beverages. Academic Press.
4- Arendt, E.K., Renzetti, S. & Moore, M.M. 2008b. Novel approaches in the design of gluten free cereal product. Food Science and Technology, 22: 43-46.
5- Armero, E., & Collar, C. 1996. Anti-staling Additives. Flour type and sourdough process effect on functionality of wheat dough's. Journal of Food Science, 61:299-303.
6- Baardseth, P., Kvaal, K., Lea, P., Ellekjaer, M.R. & Faergestad, E.M. 2000. The effects of bread making process and wheat quality on French bagnettes. Journal of cereal science, 32:73-87.
7- Bechtel, W.G. & Meisner, D.F. 1954. Staling studies of bread made with flour fractions.VI. Effect of gluten and wheat starch. Cereal Chemistry, 31:182-187.
8- Blades, M. 1997.Food allergies and intolerances: an update. Nutrition and Food Science, 4: 146-151.
9- Brites, C., Trigo, M.G., Santos, C., Collar, C. & Rosell, C.M. 2008. Maize-based gluten-free bread: influence of processing parameters on sensory and instrumental quality. Food bioprocess technology, 3: 707-715.
10- Catassi, C. & Fasano, A. 2008. Celiac Disease. P.1-22. In: Arendt EK and Dal Balleo F (eds), gluten-free cereal product and beverages. Academic Press.
11- Cauvin, S.P. & Young, L.S. 2006. Baked products. Blackwell Publishing. 94-98.
12- Collar, C., Martinez, J.C., & Rossel, C.M. 2001. Lipid binding of fresh and stored formulated wheat breads. Relationship with dough and bread technological performance. Food Science and Technology International, 7: 501-510.
13- Curic, D., Novotni, D., Skevin, D., Rosell, C.M., Collar, C., Le bail, A., Colic-baric, I. & Gabric, D. 2008. Design of a quality index for the objective evaluation of bread quality: Application to wheat breads using selected bake off technology for bread making. Food Research International, 41: 714-719.

14- Del_Angel, A.R. & Sotelo, A.1982. Nutritive value of mixtures using chick-peas with wheat, triticale, normal and apaque-2 corns. Journal of Nutrition, 112: 1474-1480.
15- Gallagher, E., Gormley, T.R. & Arend,t E.K. 2004. Recent advances in the formulation of gluten-free cereal-based product. Food Science and Technology, 15:143-152.
16- Guarda, A., Rosell, C.M., Benedito, C. & Galotto, M.J. 2004. Different hydrocolloids as bread improvers and antistaling agents. Food Hydrocolloids, 18: 241-247.
17- Gujral, H.S., Guardiola, I., Carbonell, J.V. & Rosell, C.M. 2003. Effect of cyclodexterinase on dough rheology and bread quality from rice flour. Journal of Agriculture and Food Chemistry, 51: 3814-3818.
18- Illg, D.J., Sommerfeldt, J.L. & Boe, A.A. 1987. Chickpeas as a substitute for corn and soybean meal in growing heifer diets. Journal of Dairy Science, 70: 2181-2185.
19- Kadan, R.S., Robinson, M.G., Thibodeaux, D.P. & Pepperman, A.B. 2001. Texture and other physicochemical properties of whole rice bread. Journal of Food Science, 66: 940-944.
20- Kim, S.K., & Appolonia, B. 1977. Bread staling studies.I. Effect of protein content on staling rate and bread crumb pasting properties. Cereal chemistry, 54: 207-215.
21- Lazaridou, A., Duta, D., Papageorgiou, M., Belc, N. & Biliaderis, C.G. 2007. Effects of hydrocolloids on dough rheology and bread quality parameters in gluten-free formulations. Journal of Food Engineering, 79: 1033-1047.
22- Maleki, M., Hoseney, R.C. & Mattern, P.J. 1980. Effect of loaf volume, moisture content and protein quality on softness and staling rate of bread. Cereal Chemistry, 57: 138-140.
23- Marco, C. & Rosell, C.M. 2008. Breadmaking performance of protein enriched, gluten-free breads. European Food Research and Technology, 227: 1205-1213.
24- Plessas, S., Pherson, L., Bekatorou, A., Nigam, P. & Koutinas, AA. 2005. Breadmaking using kefir grains as baker's yeast. Food chemistry, 93: 585-589.
25- Prentice, N., Cuendet, L.S. & Geddes, W.F. 1954. Studies on bread staling .V. Effect of flour fractions and various starches on the firming of bread crumb. Cereal Chemistry, 31:188.
26- Rakkar, P.S. 2007. Development of gluten-free commercial bread. Master of applied science. Auckland University of Technology.
27- Renzetti, S., Dal Bello, F. & Arendt, E.K. 2008. Microstructure, fundamental rheology and baking characteristics of batters and breads from different gluten-free flours treated with a microbial transglutaminase. Journal of Cereal Science, 48: 33-45.
28- Rosell, C.M., Rojas, J.A. & Benedito, B.D. 2001. Influence of hydrocolloids on dough rheology and bread quality. Food Hydrocolloids, 15: 75-81.
29- Sandstedt, R.M. 1961.The functions of starch in the baking of bread. The bakers Digest, 35: 36-44.
30- Shukla, R. & Cheryan, M. 2001. Zein: The industrial protein from corn. Industrial Crops and Products, 13:171-192.
31- Sivaramakrishnan, H.P., Senge, B. & Chatopadhyay, P.K. 2004. Rheological properties of rice dough for making rice bread. Journal of Food Engineering, 62: 37-45.
32- Steller, W.R. & Bailey, C.H. 1938. The relation of flour strength, soy flour and temperature of storage to the staling of bread. Cereal Chemistry, 15:391.
33- Strandine, E.J., Carlin, G.T., Werner, G.A. & Hopper, R.P. 1951. Effect of monoglycerides of starch, flour and bread, a microscopic and chemical study. Cereal Chemistry, 45:269-279.
34- Wehrle, K., Crau, H. & Arendt, E. 1997. Effect of lactic acid, acetic acid and table salt on fundamental rheological dough properties of wheat dough. Cereal Chemistry, 74: 739-744.

Utilization of maize and chickpea flour for gluten-free bread making

M. Rostamian[1], J. Milani[2]*, G. Maleki[3]

1- MSc. Student, Department of Food Science and Technology, Islamic Azad University, Quchan Branch
2- Assistant Professor, Department of Food Science and Technology, Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari
*Corresponding author (jmilany@yahoo.com)
3- MSc. Student, Department of Food Science and Technology, Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari

Abstract

Preparation of Gluten-free bread using gluten-free cereals appears to be necessary for people with Celiac disease in which the patients suffers from gluten sensitivity. For this purpose, blends of corn and chickpea at concentrations of 80/20, 60/40, 40/60 and 20/80 with 3% HPMC gums to provide this type of bread was studied. For quality evaluation of breads, some factors such as; specific volume, density, oven spring, shape index (height/width ratio), porosity, texture analysis and microstructure were studied. The texture and microstructure of samples were investigated within first& second days and 24 hours after cooking, respectively. Overall, by making gluten-like network in the bread crumb, chickpea flour was able to increase the specific volume, oven spring, shape index and porosity, and decreased the gluten-free bread density accordingly. Chickpea flour increases moisture content of the gluten-free bread and decreases hardness of the bread crumb as the result. According to all performed tests, it was shown that a formulation of 20% maize flour with +80% chickpea flour has greatest effect on improving the quality.

Keywords: Chickpea; Gluten-free bread; HPMC; Maize; Microstructure