نشریه پژوهش‌های صنایع غذایی/ جلد ۲۳ شماره ۲/ سال ۱۳۹۲

تاثیر افزودن نشاسته گندم اصلاح شده با فرایند حرارتی-رطوبتی بر ویژگی‌های خمیر و نان حجیم

مهسا مجذوبی[۱]*، فریده روشن[۲]، مهدی کدیور[۳]، عسگر فرحناکی[۱] و بهاره صابری[۲]

تاریخ دریافت: ۹۱/۱۰/۲٤ تاریخ پذیرش: ۹۲/۲/۱۰

[۱] دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز

[۲] دانش آموخته کارشناسی ارشد بخش علوم و صنایع غذایی دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز

[۳] استاد گروه علوم و صنایع غذایی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان

*مسئول مکاتبه: majzoobi@shirazu.ac.ir

چکیده

هدف اصلی از انجام این تحقیق بررسی تاثیر درصدهای مختلف نشاسته اصلاح شده به روش فرایند حرارتی-رطوبتی (HMT) که در زمان‌های مختلف این فرایند تولید شده بودند بر ویژگی‌های خمیر و نان بود. به این منظور نشاسته گندم طبیعی با رطوبت۲۵درصد در دمای ^{o}C ۱۰۵ در سه مدت زمان ۱٤، ۱٦ و ۱۸ ساعت نگهداری شد تا به ترتیب نشاسته‌های HMT1،HMT2 و HMT3 تولید شود. سپس تا رطوبت ۱۱/۵درصد خشک و تا رسیدن به اندازه ذرات ۲۰۰ میکرون الک گردید. نشاسته‌های اصلاح شده در مقادیر ۰، ۱۰، ۲۰ و ۳۰درصد آرد گندم در فرمولاسیون نان حجیم استفاده شد. نتایج حاصل از فارینوگراف نشان داد که جذب آب نمونه‌های حاوی HMT3 به طور معنی داری کمتر از سایر نمونه‌ها بود، در حالی که سایر جذب آب سایر نمونه‌ها مشابه کنترل بود. زمان پایداری خمیر با افزودن نشاسته‌های اصلاح شده تا حد ۲۰٪ افزایش و پس از آن کاهش یافت. افزودن ۳۰٪ از هر یک از انواع نشاسته‌های اصلاح شده باعث افزایش نرمی خمیر گردید. افزودن نشاسته‌های HMT2 و HMT3 سفتی بیشتری در نان نسبت به HMT1 ایجاد کرد. کمترین حجم مربوط به نان‌های حاوی ۳۰٪ HMT بود در حالی که نان کنترل و نان تهیه شده با ۱۰٪ HMT1 بیشترین حجم را داشتند. نشاسته-های HMT توانستند مهاجرت آب از مغز به پوسته نان را به تاخیر بیندازند. زمان فرایند حرارتی-رطوبتی یک عامل تعیین کننده در ویژگی‌های نشاسته تولید شده، خمیر و نان حاصل از آن شناخته شد.

واژه‌های کلیدی: اصلاح نشاسته، بیاتی، خمیر نان، نان، نشاسته حرارتی-رطوبتی

Archive of SID

www.SID.ir

Effects of heat-moisture treated wheat starch addition on properties of dough and loaf bread

M Majzoobi[1*], F Roshan[2], M Kadivar[3], A Farahnaky[1] and B Saberi[2]

Received: 13January, 2013 Accepted: April 30, 2013
[1]Associate Professor, Department of Food Science and Technology, University of Shiraz, Shiraz, Iran
[2]Graduated MSc Student, Department of Food Science and Technology, University of Shiraz, Shiraz, Iran
[3]Professor, Department of Food Science and Technology, Esfahan Technical University, Esfahan, Iran
[*]Corresponding author: majzoobi@shirazu.ac.ir

Abstract
The main aim of this study was to determine the effects of different levels of heat-moisture treated (HMT) wheat starches produced under varying treatment durations on the properties of dough and bread. Therefore, native wheat starch with moisture content of 25% was stored at 105 °C for 14, 16 and 18 h to produce HMT1, HMT2 and HMT3, respectively. Then they were dried to an average moisture content of 11. 5% and sieved to particle size of 200 µm. The modified starches were used at 0, 10, 20 and 30% in the formulation of loaf bread. The farinograph results showed a significant decrease in the water absorption of the sample containing HMT3, while other samples were similar to the control. Dough stability time increased when up to 20% HMT were used and then decreased. Addition of 30% of each modified starches resulted an increase in dough softening. The hardness of the bread increased as the level of HMT increased. Addition of HMT2 and HMT3 resulted in harder bread texture compared to the HMT1. The volume of the bread containing 30% HMT was the lowest while the control and the sample made with 10% HMT1 had the highest volume. The HMT starches could delay water migration from bread crumb to the crust. Heat-moisture treatment time was a determining factor influencing the properties of the produced starch and the resultant dough and bread.

Key words: Bread; Dough; Heat-moisture treated starch; Staling

مقدمه

نان مهمترین منبع غذایی مردم دنیا و تأمین کننده قسمت عمده کالری، پروتئین، ویتامین‌های گروه B و مواد معدنی به شمار می‌آید. لذا یافتن راهکارهایی برای تولید نانی با کیفیت مطلوب ضروری می‌باشد (مجذوبی و همکاران ۱۳۹۰–ب). ترکیبات مختلفی برای بهبود کیفیت نان قابل استفاده می‌باشند که می‌توان به برخی آنزیم‌ها (مانند آلفا آمیلاز)، پروتئین‌ها (مانند آب پنیر) و کربوهیدرات‌ها (مانند قندها و صمغ‌ها) اشاره کرد که هر یک به نحوی در بهبود کیفیت خمیر و نان نقش دارند (پورفرزاد و همکاران ۱۳۹۰). از میان آنها می‌توان به انواع نشاسته اصلاح شده اشاره کرد. نشاسته اصلاح شده با ایجاد تغییراتی در ساختار نشاسته طبیعی به کمک روش‌های فیزیکی، شیمیایی، آنزیمی‌و یا ترکیبی ازاین روش‌ها تولید می‌شود. روش‌های فیزیکی به دلیل عدم استفاده از مواد شیمیایی در تهیه آنها مشتری پسندتر می‌باشند و معمولا تولید آنها راحت‌تر از سایر روش‌ها است (کاور و همکاران ۲۰۱۲،تارانتان ۲۰۰۵). از جمله نشاسته‌های اصلاح شده به روش فیزیکی می‌توان به نشاسته انیل شده[1]، نشاسته تولید شده به روش حرارتی–رطوبتی (HMT[2]) و نشاسته فوری اشاره نمود. هر یک از این نوع نشاسته‌ها دارای ویژگی‌های عملکردی منحصر به فرد و کاربردهای ویژه‌ای در غذاها می‌باشند (تارانتان ۲۰۰۵). برخی ازاین نوع نشاسته‌ها قابلیت استفاده در صنایع نانوایی به عنوان

[1]Annealed starch
[2]Heat-moisture treatment

Archive of SID

www.SID.ir

بهبود دهنده را دارند. به عنوان مثال مجذوبی و همکاران (۱۳۹۰–الف) از نشاسته مقاوم به عنوان یک منبع فیبر رژیمی‌در تهیه نان بربری استفاده نمودند و نشان دادند که‌این نوع نشاسته می‌تواند باعث بهبود برخی ویژگی‌های کیفی نان نیز بشود. همچنین مجذوبی و همکاران (۱۳۹۱) نشان دادند که نشاسته فوری می‌تواند باعث بهبود بافت کیک اسفنجی گردد.میازاکیو موریتا (۲۰۰۵) نشان دادند که استفاده از نشاسته ذرتHMTدر فرمول نان باعث کاهش حجم مخصوص و جذب آب خمیر گردید. تحقیقات نشان داده اند که بخشی از نشاستهHMTدر برابر آنزیم‌های هضم مقاومت می‌کند و در نتیجه به عنوان یک فیبر غذایی مطرح می‌باشد و لذا می‌تواند مانند فیبرهای رژیمی‌در بهبود سلامتی انسان موثر باشد (چونگ و همکاران ۲۰۰۹). با توجه به فراوانی نشاسته خصوصا نشاسته گندم در کشور و نیز امکان تولید نشاسته‌های اصلاح شده از آن، و از سویی افزایش قیمت بسیاری از بهبود دهنده‌های نان، بررسی امکان استفاده از نشاسته‌های اصلاح شده به عنوان بهبوددهنده نان و جایگزین کردن آنها با برخی بهبوددهنده‌های وارداتی و گران‌قیمت امری لازم و مفید می‌باشد. تحقیقات نشان داده اند که نشاستهHMTدارای دما و آنتالپی ژلاتینه شدن بیشتری نسبت به نشاسته طبیعی می‌باشد. بعلاوه در نشاسته HMT نسبت به نشاسته طبیعی حلالیت افزایش یافته ولی قدرت تورم کاهش می‌یابد (سینگ و همکاران۲۰۱۱؛ زاوازس و دیاس۲۰۱۱). تحقیقات اندکی در خصوص کاربرد نشاسته اصلاح شده گندم HMTدر تهیه نان انجام شده است که با توجه به ویژگی‌های این نوع نشاسته کاربرد آن در صنعت نانوایی امکان پذیر به نظر می‌رسد. هدف از انجام این تحقیق تعیین تاثیر درصدهای مختلف نشاسته گندمHMTتولید شده در زمان‌های مختلف تیمار بر ویژگی‌های نان حجیم و روند بیاتی آن بود.

مواد و روش‌ها

نشاسته گندم درجه یک از کارخانه نشاسته گلوکوزان اصفهان تهیه شد.آرد ستاره از کارخانه کیار شهرکرد خریداری شد که دارای رطوبت ۱۲/۱۵، خاکستر ۰/٦۵،چربی ۱/۵۳ و پروتئین ۱۰/۰۵ و مقدار گلوتن خشک ۱۲/۰۰درصد (همگی بر اساس ماده خشک)بود که با استفاده از روش‌های استاندارد AACC, 2000 تعیین گردید. مخمر خشک، پودر گلوتن با رطوبت ٦/۷ درصد و بهبود دهنده (نان افزا) از کارگاه نان فانتزی گل‌ها در اصفهان خریداری گردید. سایر مواد لازم از شرکت مرک آلمان تهیه شد.

تولید نشاسته اصلاح شده HMT

برای اعمال تیمار حرارتی–رطوبتی نشاسته از روش سینگ وهمکاران (۲۰۱۱) استفاده شد. در این روش نشاسته با رطوبت ۲۵ درصد در ظروف درب بسته شیشه‌ای در سه مدت زمان ١٤، ١٦، و ١٨ ساعت درون انکوباتور با درجه حرارت ۱۰۵^{o}C حرارت داده شد، سپس درب شیشه‌ها باز شد و در درون یک آون با دمای ۵۵ ^{o}C ـ ۵۰ به مدت ٢٤ ساعت تا رطوبت حدود۱۰/۵ درصد خشک گردیدند. سپس نشاسته HMT بدست آمده آسیاب و تا رسیدن به اندازه ذرات ۲۰۰ میکرون الک شد. در نهایت سه نوع نشاسته حرارتی ـ رطوبتی HMT1 (١٤ ساعت) و NMT2 (١٦ ساعت) و HMT3 (١٨ ساعت) بدست آمده جهت آزمایشات بعدی مورد استفاده قرار گرفت.

تعیین ویژگی‌های رئولوژیکی خمیر نان با استفاده از دستگاه فارینوگراف

ابتدا مقادیر مختلف شامل ۰، ۱۰، ۲۰ و ۳۰درصد از آرد گندم با هر یک از انواع نشاسته HMT جایگزین شد. به منظور جبران میزان کاهش مقدار گلوتن به دلیل جایگزینی نشاسته با آرد، مقدار تقریبی گلوتن حذف شده از آرد با استفاده از پودر گلوتن و با استفاده از فرمول زیر محاسبه و به هر نمونه اضافه گردید تا تغییرات مشاهده شده عمدتاً مربوط به جایگزینی نشاسته باشد.با در نظر گرفتن مقدار گلوتن آرد (۱۲ درصد) مقادیر ۱/۲، ۲/٤ و ۳/٦درصد

Archive of SID

www.SID.ir

پودر گلوتن به ترتیب برای جایگزینی ۱۰، ۲۰ و ۳۰ درصداضافه شد.

$$\text{درصد گلوتن لازم} = \frac{\text{درصد نشاسته} \times 12}{100}$$

سپس با استفاده از دستگاه فاینوگراف (برابندر مدل FE022-NKساخت آلمان) جذب آب آرد، مقاومت خمیر[3]،زمان تشکیل خمیر[4] و درجه سست شدن خمیر پس از ۱۲ دقیقه[5] طبق روش مصوب AACCبه شماره ۲۱-۵٤ تعیین گردید.

تهیه خمیر نان به روش مستقیم و پخت آن

برای تهیه خمیر ابتدا شکر (۱درصد)، بهبود دهنده (۰/۵ درصد)، مخمر نانوایی (۲درصد)، نمک (۱/۵درصد)، نشاسته HMT(۰، ۱۰، ۲۰ و ۳۰درصد) همگی بر اساس وزن آرد به آرد افزوده شد. سایر مراحل تهیه خمیر و نان طبق روش ارائه شده توسط مجذوبی و همکاران (۱۳۹۰ الف) دنبال شد.

ارزیابی رطوبت نان طبق روش استاندارد AACC(44-15A)۲۰۰۰

به‌این منظور حدود ۵ گرم از پوسته و ۵ گرم از مغز نان جداسازی شده را درون پلیت توزین و در کوره الکتریکی با دمای $105^{o}C$ تا رسیدن به وزن ثابت نگهداری شد. با اندازه گیری اختلاف وزن اولیه و وزن ثابت میزان رطوبت پوسته و مغز نان محاسبه گردید.

ارزیابی بافت نان به وسیله آزمون دستگاهی بافت سنج(TPA[6])

برای بررسی بافت از دستگاه بافت سنج (مدلTA-TX2 ساخت انگلستان) استفاده شد. انجام‌این آزمون از یک پروب مسطح استوانه‌ای شکل از جنس آلومینیوم به قطر ۹۰ میلی متر متصل به نیروسنج استفاده شد.جهت آماده سازی نمونه‌ها پس از برش دادن نان کامل،پوسته اطراف و فوقانی نان تا عمق ۵ میلی متر جدا گردید.قطعات برش داده شده نان با طول،عرض ۲ سانتی متر و ضخامت ۲/۵ سانتی متر بر روی صفحه نگهدارنده قرار گرفتند.پروب به صورت عمود بر نمونه با سرعت ۵mm/s به طرف پایین حرکت کرد و پس از برخورد با سطح نمونه، با سرعت۱ mm/s، تا فشرده شدن ۲۵ درصد ارتفاع نمونه به آن فشار وارد کرد و سپس از سطح جدا گردید و به سمت بالا حرکت نمود.در طی آزمون نیرو در مقابل مکان یا زمان توسط کامپیوتر ثبت گردید. بعد از ۱۰ ثانیه، دوباره با همان سرعت به نمونه فشار وارد کرده، و با سرعت ۵mm/s به سمت بالا برگشت و بر روی مانیتور نمودارهای مربوطه ترسیم شد.از نمودار نیرو–زمان پارامترهای مختلف شامل سفتی، پیوستگی و فنریت محاسبه شد (استف ۱۹۹٦).

اندازه گیری حجم نان

برای اندازه گیری حجم نان از روش جابجایی دانه‌های ارزن طبق روش استاندارد ۲۰۰۰ AACC محاسبه شد.

آنالیز آماری داده‌ها

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از طرح کاملاً تصادفی با حداقل سه تکرار برای هر آزمایش و پنج تکرار برای آنالیز بافت و مقایسه میانگین‌ها در هر قسمت پس از آنالیز واریانس توسط آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ($P<0/05$) انجام گرفت.در تمام مراحل، تجزیه و تحلیل آماری به منظور آنالیز داده‌ها از نرم افزارSPSS16 استفاده گردید.

نتایج و بحث

ویژگی‌های فارینوگرافی خمیر

نتایج جدول ۱نشان می دهد که میزان جذب آب نشاسته HMT3در تمام سطوح جایگزینی از سایر نمونه‌ها کمتر بود در حالیکه جذب آب نمونه کنترل با درصدهای مختلف جایگزینی‌هایHMT1وHMT2تفاوت زیادی نداشت. میازاکی و موریتا (۲۰۰۵) گزارش دادند که جایگزینی نشاسته ذرتHMTدر خمیر نان در مقایسه با خمیر تهیه شده با آرد کنترل میزان جذب آب کمتری دارد. اگرچه در

[3]Dough stability time
[4]Dough development time
[5]Dough softening after 12 min
[6]Texture profile analyzer

Archive of SID

www.SID.ir

جذب آب خمیر، گلوتن نقش اصلی را بر عهده دارد اما بخشی از آب نیز توسط سایر ترکیبات موجود در خمیر از جمله نشاسته آسیب دیده و هیدروکلوئیدها جذب می‌گردد. از آنجا که در این تحقیق مقدار گلوتن آرد ثابت نگهداشته شد این تفاوت در جذب آب می تواند مربوط به ساختار اصلاح شده نشاسته باشد. در نمونه حاوی HMT3 زمان اصلاح نشاسته طولانی‌تر از سایر نشاسته‌ها بود و احتمالا تفاوت مشاهده شده مربوط به میزان بیشتر تغییرات در این نشاسته باشد. واج و همکاران (۲۰۰۶) گزارش نمودند که اصلاح نشاسته به روش فرایند حرارتی–رطوبتی می‌تواند باعث کاهش جذب آب و هیدراته شدن نشاسته شود. این ویژگی‌های نشاسته می تواند باعث کاهش جذب آب خمیر شود. همچنین برهمکنش نشاسته اصلاح شده با گلوتن ممکن است باعث کاهش آبگیری گلوتن شود که نیاز به تحقیقات بیشتری دارد.

زمان رسیدن خمیر، مدت زمان ورزدادن خمیردر دستگاه را تا تشکیل خمیرنشان می‌دهد. از روی زمان گسترش خمیرمی‌توان به روند تورم خمیر طی عمل آوری پی برد.هر اندازه زمان شکل گیری خمیر روی منحنی کوتاه‌تر باشد به همان اندازه زمان ورز دادن خمیرکوتاه‌تر می‌شود. در زمان رسیدن وتشکیل خمیر با جایگزینی انواع نشاسته اصلاح شده و درصدهای مختلف آن، از لحاظ آماری درسطح کمتر از ۰/۰۵ درصد تفاوتی مشاهده نشد (جدول ۱).

زمان پایداری خمیر مربوط به مدت زمانی است که خمیر در قوام BU ۵۰۰ باقی می‌ماند و بیانگرقدرت مقاومت خمیر را در برابر همزدن می‌باشد.طبق جدول۱زمان پایداری خمیر با جایگزینی نشاسته HMTدرهر سه تیمار با مقادیر۱۰و۲۰درصد نسبت به نمونه کنترل افزایش و با افزایشتا۳۰درصدکاهش می‌یابد. احتمالاً در درصدهای کمتر جایگزینی نشاسته اصلاح شده، برهم کنش‌هایی میان نشاسته، گلوتن و سایر ترکیبات موجود در خمیر اتفاق می‌افتد که نتیجه آن افزایش زمان پایداری خمیر است. در حالی که با افزایش درصد نشاسته اصلاح شده در شکل گیری شبکه گلوتن اختلال ایجاد می‌شود. میازاکی و موریتا (۲۰۰۵) گزارش کردند هنگامی‌که با استفاده از نشاسته HMT ذرت عملیات پخت نان انجام می‌شود با جایگزین کردن‌این نشاسته در مقایسه با نشاسته طبیعیو زمان پایداری خمیرکاهش یافت.

هراندازه درجه سست شدن خمیربیشتر باشد به همان اندازه زمان پف کردن خمیر کوتاهتر و از طرف دیگر آرد تحمل کم مکانیکی را دارا می‌باشد. بیشترین درجه شل شدن خمیرپس از ۱۲ دقیقه مربوط به نان‌های با جایگزینی انواع نشاسته‌های HMT در سطح۳۰درصد بود (جدول ۱). نتایج مربوط به پایداری خمیر با درجه شل شدن پس از ۱۲ دقیقه خمیر تا حدودی تطابق دارد به طوری که در نمونه‌هایی که پایداری خمیر بیشتر باشد درجه شل شدن کمتر است. همانطور که اشاره شد به نظر می‌رسد نشاسته‌هایHMT خصوصا" در مقدار ۳۰درصد از تشکیل شبکه گلوتنی مناسب جلوگیری کرده و خمیر حاصل مقاومت اندکی در برابر مخلوط شدن نشان دهد.

نتایج مربوط به اندازه گیری بافت نان

طبق جدول ۲ در روز اول پخت، نمونه کنترل دارای کمترین سفتی در مقایسه با سایر نمونه‌ها بود. با افزایش درصد نشاسته‌های اصلاح شده سفتی بافت افزایش یافت. استفاده از ۳۰ درصد از هریک از انواع نشاسته اصلاح شده باعث بروز بیشترین سفتی در نان شد. همچنین استفاده از نشاسته‌های HMT2 وHMT3 سفتی بیشتری را نسبت به نمونه حاوی نشاسته HMT1 ایجاد نمود. عوامل مختلفی در افزایش سفتی نان نقش دارد. کاهش حجم نان که در این تحقیق هم مشاهده شد (جدول ٤) می تواند از دلایل سفتی نان باشد. افزایش درصد ساختار کریستالی در نشاسته در اثر فرایند HMT و افزایش زمان این فرایند نیز می تواند باعث سفتی نان گردد (زاوارز و دیاس ۲۰۱۱).

Archive of SID

www.SID.ir

بعد از نگهداری نانها به مدت پنج روز میزان سفتی بافت در کلیه نان‌های تولید شده افزایش یافت، ولی افزایش سفتی درنان‌های حاوی نشاسته‌های HMT2وHMT3 بیشتر از بقیه نان‌ها بود. طبق تحقیقات میازاکی و موریتا (۲۰۰۵) خمیرهای نان حاوی نشاستهHMT نسبت به نان کنترل دارای بافت سفت تری بودند. آنها نشان دادند که نشاسته ذرت HMT به سختی در خمیر متورم و ژلاتینه می‌شود که عامل سفتی نان می باشد. همچنین مارتین و همکاران (۱۹۹۱) اعلام کردند که یک رابطه مثبت بین سفتی نان و میزان کریستالی شدن نشاسته نان و در نهایت سفتی بافت وجود دارد. متبلور شدن نشاسته در طی زمان نگهداری نان افزایش می یابد و باعث سفتی مغز نان می شود و بطور کلی نشاسته در بیات شدن نان نقش مهمی را ایفا می‌کند. لذا در نمونه‌های حاوی نشاسته بیشتر سفتی بافت بیشتری مشاهده شد. نتایج تعیین پیوستگی و چسبندگی بافت نان با جایگزین کردن نشاسته HMT و بعد گذشت پنج روز از زمان پخت دارای تفاوت معنی داری نبود (نتایج نشان داده نشده است).

جدول ۱- ارزیابی ویژگی‌های فارینوگراف آرد*

مقدارنشاسته HMT	درصد جذب آب	زمان رسیدن خمیر(دقیقه)	زمان تشکیل خمیر(دقیقه)	زمان پایداری خمیر (دقیقه)	درجه شل شدن خمیر پس از ۱۲ دقیقه
٪۰	٦٤/۰۰±۰/۱۰^{ab}	۰/۷٥±۰/۳٥^{a}	۱/٥۰±۰/۲۰^{a}	٤/۰٥±۰/۰۰^{c}	۸۰/۰۰±۲/۰۰^{b}
HMT1٪10	٦۳/۹۰±۰/۱۰^{b}	۱/۰۰±۰/۳۰^{a}	۱/۷٦±۰/۳٥^{a}	٥/۰٥±۰/۰۰^{a}	۷٥/۰۰±٥/۱۰^{b}
HMT1٪20	٦٤/۱۰±۰/۱۰^{ab}	۱/۰۰±۰/۲۰^{a}	۱/٥۰±۰/۱٥^{a}	٥/۰٥±۰/۰۰^{a}	۷٥/۰۰±۷/۰۷^{b}
HMT1٪30	٦٤/۰۰±۰/۲۰^{ab}	۰/۷٥±۰/۳٥^{a}	۱/٥۰±۰/۰٥^{a}	٤/۰٥±۰/۷۰^{c}	۱۱۰/۰۰±۱۰/۰۰^{a}
HMT2٪10	٦٤/٤۰±۰/۲۰^{a}	۰/٥۰±۰/۲۰^{a}	۱/۲٥±۰/۳٥^{a}	٥/۰٥±۰/۰۰^{a}	۷۰/۰۰±٤/۱٤^{b}
HMT2٪20	٦٤/۰۰±۰/۲۰^{ab}	۰/۷٥±۰/۳٥^{a}	۱/۲٥±۰/۳٥^{a}	٥/۰۰±۰/۰۰^{b}	٦٥/۰۰±۷/۰۷^{bc}
HMT2٪30	٦۳/۰۰±۰/۱۰^{c}	۰/٥۰±۰/۳٥^{a}	۱/۰۰±/۲۰^{a}	۳/۰۷±۰/۳۰^{cd}	۱۱٥/۰۰±۷/۰۷^{a}
HMT3٪10	٦۰/۰٦±۰/۱۰^{e}	۱/۲٥±۰/۳٥^{a}	۱/۲٥±۰/۳٥^{a}	٥/۰۰±۰/۰۰^{b}	٦۰/۰۰±۷/۰۷^{c}
HMT3٪20	٦۰/٦۰±۰/٦۰^{e}	۰/۷٥±۰/۳٥^{a}	۱/٥۰±۰/۲۰^{a}	٥/۰۰±۰/۰۰^{b}	٦٥/۰۰±۷/۰۷^{c}
HMT3٪30	٦۱/۳۰±۰/۱۰^{d}	۱/۰۰±۰/۲۰^{a}	۱/٥±۰/۱۰^{a}	۳/۲۰±۰/۳۰^{d}	۱۲٥/۰۰±۷/۰۷^{a}

*اعداد میانگین سه تکرار± انحراف معیار می باشد. حرف متفاوت در هر ستون نشان دهنده اختلاف معنی دار آماری ($P< ۰/۰٥$) می‌باشد.

کاهش وزن نان طی پخت

یکی از فاکتورهایی که توسط آن می‌توان کیفیت نان تولیدی را ارزیابی نمود، کاهش وزن طی پخت است.وزن اولیه کلیه چانه‌ها ۱۵۰ گرم بود و وزن بدست آمده روز اول پس از پخت در جدول۳ نشان داده شده است. هر چه وزن نان کمتر باشد، نشان دهنده این است که کاهش وزن طی پخت بیشتر بوده است.نان کنترل دارای کاهش وزن بیشتری طی پخت نسبت به نان‌های حاوی نشاسته HMTبود. افزودن نشاسته HMT باعث حفظ رطوبت بیشتریدر نان گردید و در نتیجه کاهش وزن کمتری طی پخت اتفاق افتاد. بعلاوه در اثر ماندگاری نان در طی پنج روز افت رطوبت نان به دلیل تبخیر مقداری از رطوبت دیده شد که‌این کاهش در مورد نانهای حاوی نشاسته HMT کمتر بود. به عبارت دیگر افزودن نشاسته HMT به

Archive of SID

www.SID.ir

فرمول نان باعث حفظ رطوبت بیشتری در طی نگهداری آن گردید.

جدول۲–اندازه گیری سفتی بافت نان در روز اول پخت و پنج روز بعد از آن*

مقدارنشاسته HMT	سفتی (روزاول) (نیوتن)	سفتی(روز پنجم) (نیوتن)
٪۰	۰/۷۲±۰/۸۳^{dB}	۵/۷۹±۱/۷۴^{gA}
HMT1٪10	۰/۹۵±۰/۱۳^{dB}	۵/۰۱±۰/۵۴^{gA}
HMT1٪20	۱/۷۲±۰/۳۴^{cB}	۱۲/۴۶±۵/۳^{eA}
HMT1٪30	۱۳/۳۱±۴/۹۳^{aA}	۱۶/۵±۴/۴۹^{dA}
HMT2٪10	۰/۷۱±۰/۱۱^{dB}	۸/۰۳±۱/۰۶^{fA}
HMT2٪20	۲/۱۷±۰/۴۴^{cB}	۱۴/۴۳±۲/۲^{dA}
HMT2٪30	۱۶/۴۸±۵/۳۲^{aB}	۲۷/۷۸±۳/۸۶^{aA}
HMT3٪10	۴/۴۷±۱/۲۹^{bB}	۹/۹۸±۳/۷۸^{fA}
HMT3٪20	۱/۰۶±۰/۱۹^{cB}	۱۸/۳۹±۱/۳۱^{cA}
HMT3٪30	۱۵/۱۰±۲/۶۵^{aB}	۲۲/۸۶±۱/۶۱^{bA}

اندازه گیری حجم نان

طبق جدول ٤ می‌توان گفت که نان حاوی ۳۰ درصداز انواع نشاسته HMTکمترین حجم را به خود اختصاص داده بود و نان کنترل و۱۰درصدHMT1 دارای بیشترین حجم بود. فرایند حرارتی–رطوبتی می‌تواند دمای ژلاتینه شدن نشاسته را افزایش داده و مقدار ساختار کریستالی نشاسته را افزایش دهد. در نتیجه زمان طولانی تری لازم است تا نشاسته ژلاتینه شود. بنابراین مقداری از آب و گازهای موجود در خمیر پیش از ژلاتینه شدن نشاسته تبخیر می‌شود که منجر به کاهش حجم نان می‌گردد.هرچه زمان فرایند تولید نشاسته HMT بیشتر شود این اثرات بر روی نشاسته بیشتر است و کاهش حجم بیشتری هم در نان مشاهده می گردد. نتایج مشابهی در تحقیقات میازاکی و موریتا (۲۰۰۵) گزارش شده است.

بررسی روند بیاتی نان از طریق تعیین درصد رطوبت پوسته و مغز نان

در طی نگهداری نان رطوبت از مغز به طرف پوسته نان مهاجرت می‌کند. بعد ازگذشت چند روز از نگهداری نان، رطوبت مغزنان کاهش و رطوبت پوسته نان افزایش پیدا می‌کند و باعث بیات شدن نان می‌شود هر چه این مهاجرت کندتر صورت گیرد باعث می‌شود نان دیرتر بیات گردد (کاتینا وهمکاران۲۰۰٦). مطابق با جدول ٥ با نگهداری نان در دمای ۲۰^{o}C، محتوی رطوبت پوسته نان کنترل از ۱۲/۷۵ درصد به۲۵/۵۱ درصد ومحتوی رطوبت مغز نان از٤١/٦٦ درصد به ۸۵/ ۳۹ درصد رسید و این در حالیست که محتوی رطوبت پوسته نان با جایگزین HMT3 در سطح ۳۰ درصد از۲۵/٤ درصد به ۲۵/۸درصد رسید و محتوی مغز نان با جایگزین HMT3 در سطح ۳۰ درصد از ٤١ درصد به ۲۸/۸۳ درصد رسید. به عبارت دیگر مغز نان کنترل نسبت به مغز نان‌های حاوی نشاسته HMT به

Archive of SID

www.SID.ir

میزان بیشتری رطوبت از دست داد و همچنین درصد رطوبت مهاجرت کرده به پوسته در نان کنترل نسبت به پوسته نان‌هایحاوی نشاسته HMT بیشتر بود. لذا می‌توان گفت که نان کنترل سریع‌تر از نان‌های دیگر بیات شد.

جدول۳- وزن نانحاوی درصدهای مختلفنشاستهHMTدر روز اول پخت و پنج روز پس از آن*

مقدارنشاسته HMT	وزن نان (روز اول) (g)	وزن نان (روز پنجم) (g)
٪۰	۱۲۱/۵۰±۰/۳۶^{dA}	۱۱۹/۲۳±۰/۸٤^{dB}
HMT1٪10	۱۲٤/٦۰±۱/٦٦^{cA}	۱۱۸/٤۳±٤/۲٤^{dB}
HMT1٪20	۱۲۷/۰۰±۱/۰۱^{bA}	۱۲٦/۲۳±۰/۹٦^{abB}
HMT1٪30	۱۲٤/۱۰±۰/۷۸^{cA}	۱۲۲/٤۷±۱/۰۵^{cB}
HMT2٪10	۱۳۱/۲۷±۰/٤۵^{aA}	۱۲۹/۳۳±۲/۰۷^{aB}
HMT2٪20	۱۲۷/۷۷±۰/۹۹^{bA}	۱۲٦/۸۰±۰/۵٦^{bcB}
HMT2٪30	۱۲۱/۵۳±۰/۷۰^{dA}	۱۱۹/۰۳±۰/۸۵^{eB}
HMT3٪10	۱۳۰/۰۷±۰/٤۰^{aA}	۱۲۹/۲۳±۰/۲۵^{aB}
HMT3٪20	۱۲۷/۱۷±۰/۹۰^{bA}	۱۲۵/٦۱±۱/٤٦^{bB}
HMT3٪30	۱۲٤/٤۷±۰/۳۸^{cA}	۱۲۲/۸۰±۰/۸۵^{cB}

* حروف کوچک متفاوت در هرستون و حروف بزرگمتفاوتدرهر ردیف نشان دهنده اختلاف معنی دار آماری ($p<۰/۰۵$) می‌باشد.

جدول ۴-اندازه گیری حجم نان حاوی درصدهای مختلف انواع نشاسته HMT*

مقدارنشاسته HMT	حجم نان در روز اول (cm^3)	حجم نان در روز پنجم (cm^3)
٪۰	۸٦۵/۹۹±٦/۳۵^{aA}	۸۲۷/۰۸±۲۹/٦۰^{aB}
HMT1٪10	۸۳٦/۹۸±۱٤/۱۵^{aA}	۷۷۹/۳۰±۱۸/۳۰^{bB}
HMT1٪20	۷۰۰/۰۲±۱۳/۲۷^{bA}	٦۸٦/۷٤±۹/٦۸^{cB}
HMT1٪30	۵۳٤/۵۲±۱٤/۹٦^{dA}	۵۰٦/۷۰±۱۸/۲۰^{fB}
HMT2٪10	٦۲۵/۹۳±۱٤/٤۲^{cA}	٦۱۳/٤۳±۱٤/۹۵^{dB}
HMT2٪20	٦۱٦/۱۷±٦/۲۷^{cA}	۵٦۸/۰۱±۸/۹۰^{eB}
HMT2٪30	۵۳۷/۱۳±۵۷/۷۷^{dA}	۵۱۵/۱۹± ۳۱/٤۹^{efB}
HMT3٪10	۵۱۹/۸۵±۷/۵٤^{dA}	۵۱٦/۹۰±۱٤/۹٤^{efB}
HMT3٪20	۵۲۱/۵٦±۱٤/۵۸^{dA}	۵۱۷/۰۰±۷/٤۷^{efB}
HMT3٪30	۵۲٦/۸۳±٤۱/۸۸^{dA}	۵۱۵/۸۸±۲۸/۸۳^{efB}

* حروف کوچک متفاوت در هرستون و حروف بزرگمتفاوتدرهر ردیف نشان دهنده اختلاف معنی دار آماری ($p<۰/۰۵$) می‌باشد.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۵–اندازه گیری تغییرات درصد رطوبت پوسته و مغز نان در اثر ماندگاری

مقدارنشاسته HMT	درصد رطوبت پوسته (روز اول)	درصد رطوبت پوسته (روز پنجم)	درصد رطوبت نان (روز اول)	درصد رطوبت نان (روز پنجم)
٪۰	۱۲/۷۵±۱/۲۳^{e}	۲۵/۵۱±0/۷۶^{d}	٤۱/٦٦±۰/۵۸^{ab}	۲۹/۸۵±۱/۹۷^{dc}
HMT1٪10	۱۸/۳٤±۲/۱۵^{cb}	۲۹/۳۳±۱/٤۹^{ab}	٤۲/۲٤±۰/۳۷^{a}	۳۵/۸۷±۱/۳٤^{b}
HMT1٪20	۲۱/۵۹±۱/۵۰^{b}	۲۹/۱۳±۰/۳۹^{b}	٤۰/۰٤±۱/۳۷^{ab}	۳٦/٤۳±۰/۹٤^{ab}
HMT1٪30	۲٤/۱۰±٤/٦٤^{ab}	۲۲/۵۳±۱/٤۹^{e}	۳۹/۳۳±۱/۳٦^{b}	۲۷/۳۸±۰/۹٦^{d}
HMT2٪10	۲۳/۹۱±۱/٤۹^{ab}	۳۱/٤۱±۰/۵۹^{a}	٤۱/۳٤±۰/۳٦^{ab}	۳۷/۷۷±۰/۷۷^{a}
HMT2٪20	۱۹/٤۷±۰/٤٤^{c}	۲۸/۰۲±۱/۱٦^{c}	٤۱/۳٤±۰/۳٦^{ab}	۳۳/۲۵±۱/۲۱^{bc}
HMT2٪30	۲۰/۸۷±۱/۱٤^{b}	۲۵/۷٦±۲/۷٦^{cd}	٤۰/٤۰±۰/۵۳^{ab}	۳۰/٤۹±۰/۹۳^{cd}
HMT3٪10	۱٦/۰۱±۱/۵۱^{d}	۲۹/۷۲±۰/۸۱^{b}	٤۰/۹۷±۰/۳۲^{ab}	۳۷/۹۷±۰/۷۳^{a}
HMT3٪20	۲۲/۸۹±۱/۹۰^{b}	۲۸/۷٤±۰/٤۲^{c}	٤۰/۹۷±۰/۳۲^{ab}	۳۳/۱۷±۲/۸۹^{c}
HMT3٪30	۲۵/٤۰±۳/۱٤^{a}	۲۵/۸۰±۱/۰۰^{d}	٤۱/۰۰±۰/۷۲^{ab}	۲۸/۸۳±٤/٤۹^{d}

*ـ حروف متفاوت نشان دهنده اختلاف معنی دار ($P<$ ۰/۰۵) در هر ستون می‌باشد.

نتیجه گیری

با توجه به نتایج بدست آمده دراین تحقیق می‌توان نتیجه گیری کرد که نشاسته اصلاح شده به روش HMT تا حدودی بر ویژگی‌های نان موثر است.اثرات مثبت این نشاسته به دلیل حفظ رطوبت بیشتر در نان و جلوگیری از مهاجرت سریع آب از مغز به سمت پوسته است.در عین حال زمان فرایند تولید نشاسته HMT علاوه بر تاثیر بر ویژگی‌های نشاسته حاصل بر عملکرد در خمیر و نان نیز موثر است.افزایش زمان تولید نشاسته HMT اثرات مثبت‌این نشاسته را در خمیر و نان کاهش داد به طوری که نتایج مطلوبتری از نشاسته‌های HMT2وHMT1 نسبت به HMT3 مشاهده شد.از آنجا که‌این نوع نشاسته‌ها باعث کاهش حجم نان می‌گردد استفاده از نشاسته HMT در نانهای نیمه حجیم و مسطح که کاهش حجم یک ویژگی نامطلوب در آن به شمار نمی آید مناسب‌ترمی‌باشد.

منابع مورد استفاده

پورفرزاد ا، حدادخداپرست م ح، کریمی‌م، مرتضوی س ع.۱۳۹۰.استفاده از روش رویه پاسخ در بررسی تاثیر ژل بهبود دهنده بر چسبندگی خمیر نان بربری.نشریه پژوهش‌های صنایع غذایی.۲۱: ۲۵۷–۲٦۸.

مجذوبی م، فرحناکی ع، استوان ر، رادی م.۱۳۹۰ (الف).تاثیر افزایش سبوس و نشاسته گندم با اتصالات عرضی بر ویژگی‌های خمیر و نان بربری (مسطح‌ایرانی).مجله علوم و صنایع غذایی.۲۹: ٦۹–۷۹.

مجذوبی م، لایق ب، فرحناکی ع.۱۳۹۰ (ب).تاثیر پکتین و پکتین با اتصالات عرضی بر ویژگیهای خمیر و نان قالبی.نشریه پژوهش‌های صنایع غذایی.۲۱: ۱۹٦–۲۰۷.

Archive of SID

www.SID.ir

مجذوبی م، بوستانی س، فرحناکی ع.۱۳۹۱.بهبود کیفیت کیک جعبه‌ای با استفاده از نشاسته فوری گندم.نشریه پژوهش‌های صنایع غذایی.۲۲: ۴۲۱-۴۳۱

AACC, 2000.Approved methods of the American Association of Cereal Chemists.10th Ed., American Association of Cereal Chemists, ST.Paul, Minnesota, USA.

Chung H J, Liu Q, Hoover R, 2009.Impact of annealing and heat-moisture treatment on rapidly digestible, slowly digestible and resistant starch levels in native and gelatinized corn, pea and lentil starches.Carbohydrate Polymers, 75: 436–447.

Katina K, Salmenkallio – Marttila M, Partanen R, Forssell P, Autio K, 2006.Effects of sourdough and enzymes on staling of high – fiber wheat bread. Food Science and Technology, 39: 479 – 491.

Kaur B, Ariffin F, Bhat R, Karim A A, 2012.Progress in starch modification in the last decade. Food Hydrocolloids, 26: 398-404.

Martin ML, Zeleznak KJ, Hoseney R C, 1991.A mechanism of bread firming. I. Role of starch swelling.Cereal Chemistry, 68: 498 – 503.

Miyazaki M and MoritaN, 2005.Effect of heat-moisture treated maize starch on the properties of dough and bread.Food Research International, 38: 369–376.

Singh H, Chang Y H, Lin J, Singh N, Singh N, 2011.Influence of heat–moisture treatment and annealing on functional properties of sorghum starch. Food Research International, 44: 2949–2954.

Steffe JF, 1996.Rheological Methods in Food Process Engineering. Freeman Press, New York.

Tharanathan R N, 2005.Starch-value addition by modification. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 45: 371-384.

Waduge RN, Hoover R, Vasanthan T, Gao J, Li J, 2006. Effect of annealing on the structure and physicochemical properties of barley starches of varying amylose content. Food Research International, 39: 59-77.

ZavarezeE R and Dias A R G, 2011.Impact of heat -moisture treatment and annealing in starches: A review. Carbohydrate Polymers, 83: 317–328.

Archive of SID

www.SID.ir