Archive of SID

نشریه پژوهش‌های صنایع غذایی/ جلد ۲۱ شماره ۲/ سال ۱۳۹۰

تاثیر پکتین و پکتین با اتصالات عرضی بر ویژگی‌های خمیر و نان قالبی

مهسا مجذوبی[۱*]، بهناز لایق[۱] و عسگر فرحناکی[۱]

تاریخ دریافت: ۸۹/۹/۸ تاریخ پذیرش: ۹۰/۳/۲۸

۱- به ترتیب دانشیار، دانشجوی کارشناسی ارشد و دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز
* مسئول مکاتبه: E mail: majzoobi@shirazu.ac.ir

چکیده

برخی از هیدروکلوئیدها قادر به افزایش کیفیت نان و تعویق بیاتی آن می‌باشند. با هدف بهبود کیفیت و کاهش بیاتی نان قالبی، پکتین و پکتین با اتصالات عرضی هر یک در غلظتهای صفر، ۰/۵ ، ۰/۷۵و ۱٪ وزنی آرد به فرمولاسیون نان افزوده شدند و تاثیرات این ترکیبات بر خصوصیات خمیر و نان بررسی گردید. نتایج حاصل نشان داد که افزودن پکتین و پکتین با اتصالات عرضی بر جذب آب آرد تاثیر مثبت داشت. تعیین پارامترهای فارینوگراف خمیر نشان داد که افزودن این ترکیبات باعث کاهش زمان رسیدن و افزایش درجه سست شدن خمیر گردید در حالی که سایر خصوصیات فارینوگرافی بدون تغییر باقی ماند. نمونه شاهد دارای بیشترین سفتی بافت و نمونه ی حاوی پکتین ۱٪ کمترین سفتی را نشان داشت. بیشترین حجم مخصوص نان در مورد نمونه حاوی پکتین ۰/۵٪ دیده شد. تعیین رنگ پوسته نانها تفاوت آماری معنی داری را نشان نداد در حالی که رنگ مغز نان شاهد بیشترین مقدار روشنایی را داشت. به طور کلی استفاده از پکتین و پکتین با اتصالات عرضی توانست در بهبود خواص نان و تعویق بیاتی آن موثر واقع شود. اگرچه اثرات مثبت پکتین نسبت به پکتین اصلاح شده بر کیفیت نان بیشتر بود.

واژه های کلیدی: نان قالبی، پکتین، پکتین اصلاح شده، خمیر، بیاتی، هیدروکلوئیدها

www.SID.ir

Archive of SID

Effect of pectin and cross-linked pectin on characteristics of dough and pan bread

M Majzoobi[1*], B Layegh[1] and A Farahnaky[1]

Received: November 29, 2010 Accepted: May 24, 2011
[1]Associate Professor, MSc Student and Associate Professor, respectively, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, University of Shiraz, Shiraz, Iran
[*]Corresponding author: E-mail: majzoobi@shirazu.ac.ir

Abstract

Some hydrocolloids are capable of improving the quality of bread and retarding staling. With the aim of improving the quality and delaying the staling of pan bread pectin and cross-linked pectin were added at 0, 0.5, 0.75 and 1% (w/w, flour basis) to the bread recipe and effected of these components on the properties of dough and bread were studied. The results showed that addition of pectin and cross-linked pectin had positive effects on water absorption of the flour. Determination of the farinograph parameters of the dough showed that addition of these components could decrease the dough arrival time, while increased the dough softening, however, other farinograph parameters remained unchanged. The control sample had the hardest texture while the sample containing 1% pectin and 0.5% cross-linked pectin had the softest texture. The highest volume was observed for the bread containing 0.5% pectin. Determination of the crust color showed no significant differences between breads containing either pectin or cross-linked pectin, while the control had the lightest crumb color. In general, addition of pectin and cross-linked pectin could improve the quality of bread and delay its staling. However, pectin had more positive effects on bread quality compared to the cross-linked pectin.

Keywords: Pan bread, Pectin, Dough, Cross-linked pectin, Staling, Hydrocolloids

مقدمه

نان غذای اصلی و پایه مردم بسیاری از کشورهای جهان را تشکیل داده و روزانه قسمت اعظمی از انرژی، پروتئین، املاح معدنی و ویتامینهای گروه B مورد نیاز آنها را تامین می نماید. در ایران نیز حدود ۴۰ درصد انرژی ، ۴۵ درصد پروتئین ، حدود ۶۰٪ آهن و قسمت اعظم نمک طعام مورد نیاز روزانه از خوردن نان تامین می گردد (پیغمبردوست ۱۳۸۹). تازه نگه داشتن نان و محصولات صنایع پخت از اهداف مهمی است که از جنبه های اقتصادی و تغذیه ای حائز اهمیت می باشد (رجب زاده ،۱۳۸۷). با وجود مصرف بالای نان در کشور (سرانه مصرف نان ۱۶۴-۱۳۹ کیلوگرم)، حدود ۳۰ درصد آن به دلیل عدم برخورداری از کیفیت مطلوب ضایع می شود. نانی که در شرایط مناسب و استاندارد و با استفاده از مواد اولیه با کیفیت مطلوب تولید نشود، بلافاصله پس از تولید دچار افت کیفیت می شود که به چنین نانی نان بیات شده می گویند (پایان ۱۳۸۵). برای به تاخیر انداختن بیاتی مواد و روشهای بسیاری در دنیا مورد استفاده قرارگرفته اند. از جمله ترکیبات موثر در تعویق بیاتی افزودن هیدروکلوئیدها (صمغها) به نان می باشد. این ترکیبات گروه بزرگی از پلی ساکاریدها و مشتقات آنها هستند که قادرند با جذب آب ویسکوزیته بالایی (در غلظت های پایین) تولید کنند و معمولا هیدروکلوئیدها برای بهبود بافت، تقویت شبکه گلوتنی، ایجاد نرمی و به تعویق انداختن بیاتی استفاده می شوند (فرحناکی ۱۳۸۸). از آنجا که هیدروکلوئیدها ترکیبات طبیعی و نسبتا ارزان قیمتی هستند در سالهای اخیر

www.SID.ir

Archive of SID

تحقیقات متعددی در مورد استفاده از هیدروکلوئید ها در فرایند تولید نان انجام گرفته است که نتایج حاصل بیانگر کاهش بیاتی و بهبود خصوصیات بافتی نانهای مختلف می باشد. کربوکسی متیل سلولز و هیدروکسی پروپیل متیل سلولز برای بهبود کیفیت خمیر و بافت نان به فرمول تهیه نانهای حجیم (لازاریدو و همکاران ۲۰۰۶) و بربری (مجذوبی و همکاران ۲۰۰۷) و کاپاکاراگینان ، پکتین ، زانتان و گوار به فرمول تهیه نان چاپاتی(شلینی و لاکسمی ۲۰۰۷) اضافه گردیدند و نتایج مطلوبی بدست آمده است. همچنین تحقیقات نشان داده اند که نشاسته ذرت و گندم با اتصالات عرضی که نوعی نشاسته اصلاح شده به شمار می روند می توانند در بهبود مقاومت و قابلیت کشش خمیر و همچنین در بهبود حجم مخصوص نان و کاهش سفتی نان در طی نگهداری موثر واقع گردد (هیونگ و موریتا ۲۰۰۴ ، مجذوبی و همکاران، در حال چاپ).

یکی از پرکاربردترین هیدروکلوئیدها در صنایع غذایی پکتین می باشد. پکتین از مشتقات کربوهیدرات‌ها بوده و از منابع گیاهی عمدتاً پوست مرکبات و تفاله سیب استخراج می‌شود که به اشکال مختلفی وجود دارد. تفاوتهای اساسی انواع مختلف پکتین مربوط به ساختار شیمیایی و تعداد گروه‌های متوکسیل استری شده با اسید گالاکتورونیک و داشتن وزن‌های مولکولی متفاوت است. پکتین به دلیل داشتن گروه‌های آبدوست فراوان، به میزان زیاد آب جذب می‌کند و یک سیستم کلوئیدی تشکیل می‌دهد. تفاله سیب، تفاله چغندر و مرکبات مهمترین منابع تولید پکتین هستند. سر گل آفتابگردان و تفاله چغندر قند بیشترین مقدار از این فیبر را دارا هستند. مقدار پکتین در این منابع بین ۲۵-۱۵٪ است با این حال در مقیاس تجاری از پوست مرکبات، خصوصا" لیمو و در مراتب بعدی پوست پرتقال و گریپ فروت، و تفاله سیب برای تولید پکتین استفاده می‌شود. پکتین چغندر قند قدرت تشکیل ژل ضعیفی دارد. علت ضعیف بودن ژل پکتین استخراج شده از تفاله چغندر قند را وزن مولکولی پایین، درجه استیله شدن بالا و مقدار زیاد شاخه‌های جانبی عنوان می‌کنند (مصباحی ۱۳۸۸). با این حال از پکتین چغندر قند به دلیل ویژگی‌های منحصر به فرد آن در فرمولاسیون‌های خاص مواد غذایی می‌توان استفاده کرد. پکتین دارای قدرت جذب آب بالا و ویسکوزیته پائین می باشد (سانگسو چو و درهر ۲۰۰۱). با توجه به این که پکتین چغندر قند وزن مولکولی پایینی دارد با ایجاد اتصالات عرضی و تغییرات در ساختار شیمیایی پکتین می توان برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی را در آن تقویت و یا ایجاد نمود. لذا این امکان وجود دارد که پکتین با اتصالات عرضی بتواند همانند سایر هیدروکلوئید ها در بهبود کیفیت برخی محصولات غذایی از جمله نان بکار رود که بررسی چنین امکانی در این تحقیق مورد مطالعه قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

مواد شیمیایی

آرد گندم با درجه استخراج ۷۸٪ از کارخانه آرد خوشه شیراز خریداری شد. مخمر خشک فعال (Bakery Schiff- ساخت فرانسه) و نمک طعام از سوپرمارکت محلی خریداری گردید. سایر مواد شیمیایی مورد استفاده در این تحقیق از شرکت مرک آلمان خریداری شدند.

استخراج پکتین

برای استخراج پکتین از تفاله چغندر قند از روش مصباحی و همکاران (۲۰۰۵) استفاده شد. ۳۰ گرم پودر تفاله چغندر قند خشک شده با ۵۰ برابر حجم خود آب مقطر مخلوط شده و ضمن همزدن به مدت ۴۵ دقیقه در حمام آب گرم با دمای ۷۰ درجه سانتیگراد قرار داده شد. سپس با استفاده از قیف جدا کننده، قسمت محلول جدا و دور ریخته شد. تفاله باقیمانده مجدداً با ۵۰ برابر وزنی آب مقطر مخلوط و با استفاده از اسید هیدروکلریدریک غلیظ pH آن روی ۱ تنظیم شد. سپس هم زدن مداوم نمونه به مدت ۴ ساعت در دمای ۸۰ درجه سانتیگراد در یک حمام آب گرم ادامه یافت. در مرحله بعد با استفاده از قیف جدا کننده تفاله‌ها جدا

www.SID.ir

Archive of SID

سازی شده و دور ریخته شد. محلول صاف شده محتوی پکتین با محلول هیدروکسید سدیم (غلظت وزنی ۱ به ۵) به pH ۳/۲-۳ رسانده شد. سپس به محلول حاصل، ایزوپروپیل الکل یا ۲-پروپانول به نسبت حجمی ۱ به ۱ افزوده شد. محلول به دست آمده به مدت ۱۲ ساعت در یخچال در دمای ۵ درجه سانتیگراد نگهداری شد و سپس به مدت ۲۰ دقیقه با سرعت ۵۰۰۰ دور در دقیقه در دمای ۱۰ درجه سانتیگراد در دستگاه سانتریفوژ مجهز به سیستم تنظیم دما (Surval, Superspeed centrifuge, Model RC-5, USA) سانتریفوژ شد. پکتین ته نشین شده دوباره با حجم مساوی از ایزوپروپیل الکل مخلوط و به مدت ۱۰ دقیقه سانتریفوژ شد. پکتین به دست آمده در آون تحت خلاء در دمای ۶۰ درجه سانتیگراد خشک و سپس با استفاده از آسیاب به پودر تبدیل شد.

ایجاد اتصالات عرضی در پکتین

برای ایجاد اتصالات عرضی در پکتین، پکتین به دست آمده در قسمت قبل بعد از سانتریفوژ کردن و پیش از خشک شدن در آب به طور کامل حل شده و بعد با استفاده از سود ۲۰٪ به pH ۱۱ رسانده شد. بعد به ازای هر ۱۰۰ گرم پکتین ۰/۲ میلی‌لیتر فسفورس اکسی کلراید ($POCl_3$) به محلول پکتین اضافه شد. مجدداً به آن الکل اضافه شد تا پکتین رسوب کند و ۱۲ ساعت در دمای ۵ درجه سانتیگراد نگهداری شد. در مرحله بعد تحت شرایط عنوان شده در مرحله استخراج پکتین، محلول سانتریفوژ شده و در دمای ۶۰ درجه سانتیگراد ، تحت خلأ خشک ، سپس آسیاب و به پودر تبدیل شد. برای اندازه گیری میزان اتصالات عرضی در پکتین اصلاح شده ابتدا میزان فسفر موجود در نمونه اندازه گیری گردید. برای این منظور به ترتیب ، ۵،۲ و ۷ میلی لیتر از محلول خاکستر را در سه فلاسک حجمی ۱۰۰ میلی لیتری ریخته شد و به هر فلاسک میزان ۲۰ میلی لیتر محلول وانادات و مولیبدات افزوده و با آب مقطر به حجم رسانده شد. پس از ۱۰ دقیقه دانسیته اپتیک نمونه ها با اسپکتروفوتومتر (مدل DU-640, Beckman Instrument, Fullerton, CA) در طول موج ۴۲۰ نانومتر تعیین شد و از طریق منحنی استاندارد مقدار فسفر موجود در نمونه بر حسب میلی گرم در ۱۰۰ گرم نمونه محاسبه و سپس میزان اتصالات عرضی بر طبق روش سکر و هنا (۲۰۰۶) با انجام تغییراتی تعیین گردید. بر این اساس تعداد اتصالات عرضی ایجاد شده در پکتین یک اتصال عرضی به ازائ هر۶ ۱۰ ×۲/۷۳ واحد گالاکترونیک اسید تعیین شد.

تعیین میزان جذب آب آرد توسط فارینوگراف

برای تعیین میزان جذب آب توسط آرد از دستگاه فارینوگراف با ظرفیت مخزن ۵۰ گرم (مارک برابندر، مدل FE022-NK ساخت آلمان) طبق روش استاندارد (۲۰-۳۸، AACC) استفاده شد. به این منظور درصدهای مختلف پکتین و پکتین با اتصالات عرضی به طور جداگانه به همراه آرد به داخل مخزن فارینوگراف افزوده گردید، سپس منحنی فارینوگرام مربوط به هر یک ترسیم شد و مقدار جذب آب تعیین شد (AACC, 2000).

تعیین خصوصیات فارینوگرافی خمیر نان

خصوصیات فارینوگرافی خمیر شامل زمان رسیدن خمیر ، پایداری خمیر و میزان سست شدن خمیر (۱۲ دقیقه بعد ار نقطه اوج) از روی فارینوگرامهای بدست آمده در قسمت قبل طبق روش استاندارد (۲۰-۳۸، AACC) تعیین گردید (AACC, 2000).

تهیه خمیر و پخت نان

برای تهیه خمیر ابتدا در صدهای مشخص از پکتین و پکتین با اتصالات عرضی به طور جداگانه به همراه ۲٪ مخمر نانوایی و ۱/۵ ٪ نمک به آرد گندم اضافه شدند و به مدت ۵ دقیقه درون مخلوط کن آزمایشگاهی خمیر(مدل EB124101) با سرعت ۴۰ دور در دقیقه مخلوط گردید. پس از افزودن آب لازم که قبلا توسط دستگاه فارینوگراف مشخص شده بود، عمل مخلوط شدن خمیر به مدت ۱۵ دقیقه ادامه یافت. مقدار خمیر تولیدی با توجه به ظرفیت دستگاه خمیر کن ۰/۵ ±۳ کیلوگرم بود. سپس خمیر حاصل به مدت ۳۰ دقیقه در دمای ۳۸ درجه سانتیگراد و رطوبت نسبی ۸۰ درصد قرار گرفت تا تخمیر اول انجام گیرد و حجم خمیر دوبرابر شود. پس از آن از خمیر چانه هایی با وزن ۴۵۰ گرم تهیه شد(هر بار حدود هفت چانه) و مجددا در دمای

www.SID.ir

Archive of SID

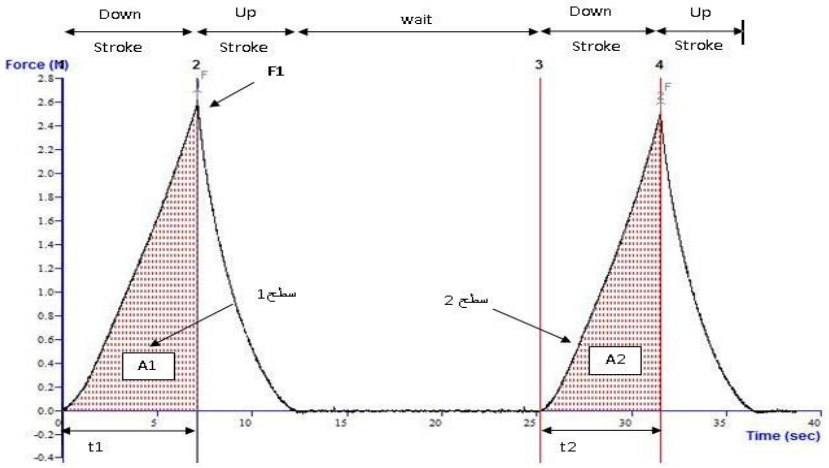
۳۸ درجه و رطوبت نسبی ۸۰ درصد به مدت ۱۵ دقیقه قرار گرفت تا تخمیر دوم صورت گیرد. سپس چانه ها درون قالبهای آلومینیومی با ارتفاع پکنواخت شکل گرفت و در فر پخت آزمایشگاهی (مدل Karl welkerkg ساخت آلمان) در دمای ۲۱۰ °c به مدت ۳۰ دقیقه پخته شد. پس از خروج نانها از فر پخت، به مدت ۱ ساعت در دمای محیط قرار گرفتند و پس از خنک شدن جهت انجام آزمونهای بعدی در کیسه های ضد رطوبت پلاستیکی قرار گرفته و درب بندی شد.

تعیین حجم نان

برای اندازه گیری حجم نمونه ها از روش جابجایی دانه های کلزا استفاده گردید (فرحناکی و مجذوبی ۲۰۰۸).

بررسی خصوصیات بافتی نان

بررسی خصوصیات بافتی نان با کمک دستگاه بافت سنج، مدل TA – TX2، ساخت انگلستان پس از اینکه پوسته رویی جدا شد در مغز نان انجام پذیرفت و نمونه های نان در ساعات مختلف پس از پخت (بعد از ۱ ساعت، ۲۴ ساعت و ۴۸ ساعت) که همگی در دمای ۲۵ نگنداری شده بودند برای اندازه گیری تغییرات سفتی بافت، پیوستگی، چسبندگی، حالت فنری و مقاومت در برابر جویدنی مورد بررسی قرار گرفتند. برای این منظور از پروب با سطح مقطع استوانه ای به قطر ۹۰ میلیمتر استفاده شد که با سرعت ۵ mm/s به طرف پایین حرکت کرده و پس از برخورد به سطح نمونه با سرعت ۱ mm/s تا کمپرس شدن ۲۵ ٪ قطر نمونه به آن فشار وارد آورده و سپس به سمت بالا حرکت نمود. پس از ۱۰ ثانیه دوباره با همان سرعت به نمونه فشار وارد کرد. در طی آزمون نیرو در مقابل زمان ثبت گردید. شکل ۱ الگوی تغییرات نیرو-زمان که از دستگاه بافت سنج بدست آمده است را نشان می دهد. با توجه به این شکل فاکتورهای مختلف مربوط به بافت محاسبه شد: نیرو در نقطه ماکزیمم پیک اول منحنی نیرو-فاصله به عنوان سفتی بافت در نظر گرفته شد (F1). با استفاده از منحنی نیرو-فاصله، مساحت پیک مثبت دوم به پیک مثبت اول به عنوان پیوستگی نان در نظر گرفته شد (A2/A1). از تقسیم فاصله طی شده در سطح دوم به فاصله طی شده در سطح اول مقدار الاستیسیته و حالت ارتجاعی (T2/T1) و مقاومت در برابرجویدن از ضرب سفتی درپیوستگی در حالت ارتجاعی ((F1.(A2/A1).(t2/t1)) بدست آمد (استف ۱۹۹۶).



شکل ۱- الگوی تغییرات نیرو-زمان آزمون TPA نمونه های نان. تفسیر پارامترهای بافت که توسط دستگاه به ثبت رسیده شامل موارد زیر می باشد. سفتی: ماکزیمم نیروی اولیه F1 ، پیوستگی: سطح ۲ تقسیم برسطح ۱ (A2 /A1) ، حالت ارتجاعی: فاصله بین خطوط ۳و۴ تقسیم بر فاصله بین خطوط ۱و۲ (t2/t1) و مقاومت در برابرجویدن: ضرب سفتی درپیوستگی در حالت ارتجاعی((F1.(A2/A1).(t2/t1))

www.SID.ir

Archive of SID

تعیین رنگ پوسته و مغز نان

برای رنگ سنجی و بدست آوردن خصوصیات رنگی نمونه های مختلف نان، از روش عکس برداری با دوربین دیجیتال ۲ مگاپیکسل و برنامه فتوشاپ ۸ استفاده شد. به منظور عکس برداری، نمونه ها در داخل یک محفظه مقوایی به ابعاد ۵۰×۵۰×۵۰ با زمینه ای به رنگ سفید قرار گرفتند. جهت نورپردازی فضا از لامپ فلوئورسنت کم مصرف ۴۰ وات استفاده گردید. زاویه بین عدسی دوربین و محور منبع نوری حدود ۴۵ درجه بود تا نور منعکس شده به دوربین از منبع نوری نبوده، بلکه از نمونه ها باشد، همچنین فاصله نمونه ها از دوربین ۳۰ سانتی متر در نظر گرفته شد. پس از عکس برداری توسط دوربین دیجیتال، عکس ها به نرم افزار فتوشاپ منتقل شدند و از هر نمونه ۳ نقطه به صورت تصادفی انتخاب گردید و فاکتورهای L ،a ،b برای هر نقطه تعیین شد. سپس میانگین این نقاط به عنوان فاکتورهای رنگ سنجی برای هر نمونه گزارش گردید (لازاریدو و همکاران ۲۰۰۷).

طرح آماری بکار رفته شده در این تحقیق طرح کاملا تصادفی بود. آزمایش ها در سه تکرار انجام شد، جهت مطالعه اختلافات بین تیمارهای مختلف، از روش آنالیز واریانس یک طرفه و آزمون چند دامنه ای دانکن با استفاده از برنامه آماری SPSS ۱۶ استفاده گردید

نتایج و بحث

جذب آب وخصوصیات رئولوژیکی خمیر

تعیین میزان جذب آب نمونه ها نشان داد که با افزودن درصدهای مختلف پکتین و پکتین با اتصالات عرضی میزان جذب آب آرد افزایش یافت. این افزایش در مورد نمونه ی حاوی ۱٪ پکتین با اتصالات عرضی بیشترین و در مورد نمونه شاهد کمترین مقدار بود. افزایش جذب آب آرد در اثر افزودن پکتین و پکتین با اتصالات عرضی مربوط به وجود گروههای هیدروکسیل (آبدوست) متعددی است که در ساختار این ترکیبات وجود دارد. این گروهها با ایجاد اتصالات هیدروژنی با آب می توانند باعث جذب آب بیشتری گردند و آب را در ساختار خود به دام اندازند. افزودن پودر تفاله گوجه فرنگی (به عنوان یک منبع غنی از هیدروکلوئیدها) ، سلولز ، سلولز میکروکریستاله، هیدروکسی پروپیل متیل سلولز و نشاسته گندم با اتصالات عرضی به آرد نیز باعث افزایش جذب آب خمیر شد (مجذوبی و همکاران ۲۰۱۱، مجذوبی و همکاران ۲۰۰۷). تعیین زمان رسیدن خمیر (با استفاده از فارینوگرام) نشان داد که این زمان با افزودن پکتین تا حدودی کاهش یافت. وجود این ترکیب در خمیر و جذب آب آن باعث افزایش سریعتر قوام خمیر می گردد و در نتیجه خمیر زودتر به قوام ۵۰۰ واحد برابندر می رسد. با افزودن پکتین به میزان ۰/۷۵ و ۱ ٪ زمان رسیدن خمیر نسبت به نمونه شاهد کاهش یافت در حالی که افزودن ۰/۵ ٪ پکتین تاثیری بر زمان رسیدن خمیر نداشت. این در حالی است که افزودن ۰/۵ و ۰/۷۵ ٪ پکتین با اتصالات عرضی باعث افزایش زمان رسیدن خمیر نسبت به نمونه شاهد و نمونه های حاوی مقدار مساوی پکتین شد. بعلاوه افزودن ۱٪ پکتین با اتصالات عرضی تغییری در زمان رسیدن خمیر ایجاد نکرد. این امر می تواند به دلیل تغییرات ساختاری اعمال شده در اثر ایجاد اتصالات عرضی باشد و نتیجه زمان طولانی تری برای جذب آب و رسیدن به قوام مورد نظر نیاز باشد. با توجه به نتایج مشخص گردید که افزودن هر یک از هیدروکلوئیدها به خمیر تاثیر معنی داری ($P<0/05$) بر زمان پایداری خمیر نداشت. درجه سست شدن خمیر در اثر مخلوط شدن در مورد نمونه های حاوی پکتین و پکتین با اتصالات عرضی بیش از نمونه شاهد بود. تحقیقات پیشین نشان داده است که افزودن نشاسته با اتصالات عرضی به خمیر نان نیز باعث افزایش سست شدن خمیر می گردد (مجذوبی و همکاران ۲۰۱۱). در تحقیقی که توسط شلینی و لاکسمی (۲۰۰۷) انجام شد مشخص گردید که افزودن ۰/۵ ٪ هیدروکسی

www.SID.ir

Archive of SID

پروپیل متیل سلولز تاثیر معنی داری بر زمان شکل گیری خمیر نداشت در حالی افزودن مقدار مساوی از صمغ گوار، کاپاکاراگینان و کربوکسی متیل سلولز باعث افزایش این زمان شد. همچنین افزودن کربوکسی متیل سلولز باعث کاهش و افزودن هیدروکسی پروپیل متیل سلولز باعث افزایش زمان پایداری خمیر گردید. بنابراین شکل مولکولی هیدروکلوئید مصرفی ، درصد و میزان برهم کنش آن با آب بر نحوه تاثیر آن بر خواص خمیر نان موثر می باشد. از نتایج بدست آمده از آزمون فارینوگراف می توان نتیجه گرفت که مهمترین تاثیر پکتین و پکتین با اتصالات عرضی در مراحل اولیه تهیه خمیر بود که باعث کاهش زمان شکل گیری خمیر گردید و در مراحل بعدی شکل گیری خمیر اثرات مثبت معنی داری برخصوصیات خمیر نداشت و حتی باعث افزایش سست شدن خمیر نیز شد.

جدول ۱- جذب آب و خصوصیات فارینوگرافی خمیر نان حاوی درصدهای مختلف پکتین و پکتین با اتصالات عرضی

نمونه	جذب آب (٪)	زمان رسیدن خمیر (دقیقه)	زمان پایداری خمیر (دقیقه)	سست شدن خمیر (واحد برابندر)
شاهد	۶۲/۶۰ ±۰/۰۰^{g}	۰/۶۷ ± ۰/۳۰ ^{b}	۳/۵۰ ± ۰/.۵ ^{b}	۱۰۶/۰۷ ± ۱۱/۵۰ ^{c}
پکتین ۰/۵٪	۶۳/۰۰ ±۰/۰۵^{f}	۰/۶۷ ± ۰/۳۰ ^{b}	۳/۰۰ ± ۰/۰۰^{b}	۱۳۶/۶۷ ± ۵/۸۰^{b}
پکتین۰/۷۵٪	۶۳/۶۰ ±۰/۰۵^{d}	۰/۵۰ ± ۰/۰۰^{c}	۳/۳۳ ± ۰/۳۰ ^{b}	۱۳۳/۳۳ ± ۱۱/۶۰ ^{b}
پکتین ۱٪	۶۴/۴۰ ±۰/۰۵^{b}	۰/۵۰ ± ۰/۰۰ ^{c}	۴/۳۳ ± ۰/۳۰^{a}	۱۶۰/۰۰ ± ۰/۰۰ ^{a}
پکتین با اتصالات عرضی ۰/۵٪	۶۳/۴۰ ±۰/۰۵^{e}	۰/۷۳ ±۰/۱۴ ^{a}	۳/۰۰ ± ۰/۳۰^{b}	۱۳۰/۰۰ ± ۱۰/۰۰^{b}
پکتین با اتصالات عرضی ۰/۷۵٪	۶۴/۰۰ ±۰/۰۷^{c}	۰/۷۵ ±۰/۱۴ ^{a}	۳/۰۰ ± ۰/۳۰^{b}	۱۲۸/۳۳ ± ۱۰/۴۱^{b}
پکتین با اتصالات عرضی ۱٪	۶۵/۲۰ ±۰/۰۵^{a}	۰/۶۸ ±۰/۱۴ ^{b}	۳/۵۰ ± ۰/۵۰^{b}	۱۳۳/۳۳ ± ۵/۷۷ ^{b}

تعیین حجم مخصوص نان

با توجه به جدول ۲ با افزودن پکتین به خمیر نان ، حجم مخصوص نمونه ها افزایش پیدا کرد. بیشترین حجم در مورد نمونه حاوی ۰/۵٪ پکتین مشاهده شد. این در حالی است که افزودن پکتین با اتصالات عرضی تاثیر مثبتی برافزایش حجم نان نداشت. همچنین با گذشت زمان کاهش حجم در مورد تمام نمونه ها مشاهده گردید که شاخصی از بیاتی نان بشمار می رود (گری و بیمیلر ۲۰۰۳). نکته قابل توجه این است که کاهش حجم در طی زمان در مورد نانهای حاوی پکتین و پکتین با اتصالات عرضی کمتر از نمونه شاهد بود. به عبارت دیگر استفاده از این ترکیبات از در هنگام پخت نان خروج گازها و بخار آب باعث افزایش حجم نان می گردد. استحکام دیواره حبابهای هوا و ویسکوزیته آنها در ایجاد حجم مطلوب نان موثر می باشد. استفاده از برخی هیدروکلوئیدها باعث بهبود حجم نان پس از پخت و در طی نگهداری می گردد که دلیل آن می تواند نقش این ترکیبات بر افزایش استحکام دیواره حبابهای هوا و

www.SID.ir

Archive of SID

جلوگیری از چروکیدگی آنها در حین ماندگاری نان باشد. چنین اثری در مورد برخی هیدروکلوئیدها مانند کربوکسی متیل سلولز و سلولز میکروکریستاله که در تهیه نان بربری به کار رفته بودند گزارش شده است (مجذوبی و همکاران ۲۰۰۷). سایر هیدروکلوئیدهایی مانند زانتان، صمغ گوار، کاراگینان، کربوکسی متیل سلولز و هیدروکسی پروپیل متیل سلولز نیز باعث افزایش حجم نان شده اند (بارسناز و راسل ۲۰۰۵، و گواردا و همکاران ۲۰۰۴). بر اساس نتایج بدست آمده افزودن پکتین با اتصالات عرضی تا حدودی باعث کاهش حجم مخصوص نان شد که این امر می تواند به دلیل فشردگی این مولکول در اثر وجود اتصالات عرضی باشد. در این حالت حبابهای هوا در حین تخمیر خمیر به خوبی شکل نمی گیرند و حجم نان کاهش می یابد. کاهش شدید حجم نان به عنوان یکی از اثرات بیاتی نان جلوگیری نمود.

جدول ۲- حجم مخصوص نان در زمانهای مختلف*

	حجم مخصوص (سانتی متر مکعب /۱۵۰ گرم)		
نمونه	یک ساعت بعد از پخت	۲۴ ساعت پس از پخت	۴۸ ساعت پس از پخت
شاهد	۳۷۰/۶۶ ±۲/۰۳ c	۲۸۸/۳۳± ۳/۲۰ e	۲۱۳/۰۰±۶/۶۵ e
پکتین ۰/۵ ٪	۴۰۶/۳۳ ±۱/۰۰ a	۳۹۵/۶۶ ±۱/۰۵ a	۳۷۹/۳۳ ±۳/۰۵ a
پکتین ۰/۷۵ ٪	۳۹۷/۶۶ ±۱/۱۱ b	۳۹۲/۰۰ ±۲/۴۶ b	۳۷۱/۶۶ ±۱/۱۵ b
پکتین ۱ ٪	۳۹۰/۶۶ ±۲/۷۸ b	۳۶۷/۰۰ ±۲/۵۴ c	۳۵۵/۶۶ ±۲/۲۹ c
پکتین با اتصالات عرضی ۰/۵ ٪	۳۷۱/۶۶ ±۱/۴۲ c	۳۴۷/۳۳ ±۲/۶۱ d	۳۲۶/۳۳ ±۲/۲۳ d
پکتین با اتصالات عرضی ۰/۷۵ ٪	۳۶۰/۰۰ ±۱/۷۱ d	۳۵۶/۳۳± ۲/۰۳ d	۳۳۸/۳۳ ±۲/۶۳ d
پکتین با اتصالات عرضی ۱ ٪	۳۶۰/۶۶ ±۲/۷۲ d	۳۴۶/۶۶± ۲/۸۰ d	۳۲۵/۰۰ ±۲/۲۱ d

***اعداد میانگین نتایج آزمون تعیین حجم مخصوص سه نان و حروف نامشابه در هر ستون نشان دهنده وجود اختلاف آماری معنی دار در سطح ۰/۰۵ می باشد.**

نتایج حاصل از بررسی بافت نان

همانطور که در جدول ۳ مشاهده می شود در روز تولید پکتین ۱٪ و پکتین با اتصالات عرضی ۰/۵٪ کمترین سختی و نمونه کنترل بیشترین سختی را نشان داد. نمونه حاوی پکتین با اتصالات عرضی نسبت به نمونه کنترل سفتی کمتری را نشان داد که نشان دهنده تاثیر آن بر بهبود بافت نان می باشد. اما در مجموع نانهای حاوی پکتین نرمتر از سایر نمونه ها بودند. پس از ۲۴ ساعت پکتین ۱٪ همچنان کمترین سختی و نمونه کنترل بیشترین سختی را نسبت به بقیه تیمارها نشان داد. پس از گذشت ۴۸ ساعت همچنان کمترین سختی مربوط به پکتین ۱٪ بود و بیشترین سفتی مربوط به نمونه پکتین با اتصالات عرضی ۱٪ بود. همان طور که در جدول ۳ مشاهده می شود روند افزایش سفتی بافت

www.SID.ir

Archive of SID

به عنوان شاخصی از بیاتی نان از زمان صفر تا ۴۸ ساعت تفاوت معنی دار داشت و با گذشت زمان افزایش پیدا کرد. بیات شدن تغییرات فیزیکوشیمیایی را شامل می شود که باعث کاهش کیفیت نان و تغییر ویژگیها و خصوصیات آن می گردد (اسکانلون و زگال ۲۰۰۱). هنگامی که نان بیات می شود عطر و طعم، قابلیت جویدن و بافت محصول تغییر می کند (گری و بیمیلر ۲۰۰۳). تغییرات بافت در حین بیاتی و سفت شدن مغز نان به طور گسترده با رتروگرداسیون نشاسته ارتباط دارد. با گذشت زمان مواد عطر و طعم دار و رطوبت از قسمتهای داخلی نان به سمت پوسته مهاجرت کرده و همین انتقال رطوبت از مغز به پوسته سبب سفتی بافت نان گشته و موجب می شود که نان تردی خود را از دست بدهد و عطر و طعم اولیه را نداشته باشد (اسکانلون و زگال ۲۰۰۱). پکتین با داشتن گروه های هیدروکسیل فراوان در ساختار خود قابلیت جذب آب بالایی دارد که ظرفیت نگهداری آب در بافت نان را افزایش می دهد و باعث حفظ رطوبت بیشتر در نان می گردد. همچنین ممکن است که پکتین با آمیلوز ، آمیلوپکتین و گلوتن اتصالاتی ایجاد کند و با ایجاد ممانعت فضایی از ایجاد کریستال مجدد توسط این مولکولها که از دلایل اصلی بیاتی نان می باشد جلوگیری به عمل آورد. بهبود حجم نان توسط پکتین (نتایج قسمت قبل) نیز تاثیر مثبتی بر نرمی بافت دارد. آورد. اما تاثیر پکتین با اتصالات عرضی نسبت به پکتین در کاهش سفتی نان کمتر بود. این امر می تواند مربوط به وجود اتصالات عرضی در این مولکول باشد. این اتصالات باعث تراکم درون مولکولی پکتین می گردند و امکان برهمکنش میان این مولکول با سایر عوامل موثر در بیاتی نان را کاهش می دهند. میازاکی و همکارانش (۲۰۰۵) به بررسی تاثیر افزودن نشاسته تاپیوکا با اتصالات عرضی در نان پرداختند و نتایج آنها نشان داد که نان حاصل دارای پوسته سخت تری در روز اول پخت بود و سریعتر از نانی که با نشاسته تاپیوکا طبیعی و آرد گندم تهیه شده بود بیات گردید. همچنین تاوفلی و همکارانش (۱۹۹۹) گزارش دادند که نان حاوی نشاسته مومی جودوسر با اتصالات عرضی به سرعت بیات شده و تغییرات آنتالپی بیشتری در هنگام ذوب منطقه کریستالی نشاسته از خود نشان داد. یکی دیگر از آزمونهای مهم در تعیین بافت نان، اندازه گیری میزان پیوستگی می باشد. پیوستگی توصیف مقاومت درونی ساختار نان است. نتایج بدست آمده (جدول ۳) نشان داد که بیشترین پیوستگی در روز تولید مربوط به نمونه پکتین اصلاح شده ۰/۵ و ۰/۷۵ درصد بود و در نمونه کنترل و پکتین تفاوت آماری دیده نشد. مقدار پیوستگی در طی زمان، شروع به کاهش نمود که می تواند به دلیل تراکم برخی قسمتهای داخلی نان در اثر پدیده بیاتی اتفاق افتد. روند کاهش پیوستگی در نمونه های پکتین با اتصالات عرضی بسیار بیشتر از دیگر نمونه ها بود به طوری که در روز دوم کمترین میزان پیوستگی مربوط به نمونه پکتین با اتصالات عرضی ۱ درصد و بیشترین میزان در نمونه حاوی پکتین ۱ درصد دیده شد.

بررسی میزان الاستیسیته (جدول ۳) نشان داد که کمترین میزان در روز تولید مربوط به پکتین با اتصالات عرضی ۰/۷۵ و ۱ درصد بود و بیشترین آن در نمونه پکتین ۰/۵ درصد دیده شد. الاستیسیته در روزهای بعد روند کاهشی را طی کرد که این روند در تمام نمونه ها یکسان بود که به عنوان یکی از دلایل بیاتی نان به شمار می رود.

مقاومت در برابر جویدن نان (جدول ۳) با افزودن پکتین و پکتین با اتصالات عرضی کاهش یافت که این امر می تواند به دلیل تاثیر این ترکیبات بر کاهش سفتی و بهبود حجم نان باشد. اگرچه با گذشت زمان و وقوع پدیده بیاتی قابلیت جویدن تمامی نمونه ها افزایش یافت اما در نمونه های حاوی پکتین با اتصالات عرضی کمتر از نمونه کنترل بود. در مجموع نمونه های حاوی پکتین با اتصالات عرضی دارای قابلیت جویدن بیشتری نسبت به نمونه های حاوی پکتین بودند.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول۳- خصوصیات بافت نان های حاوی درصدهای مختلف پکتین و پکتین با اتصالات عرضی در طی زمان ماندگاری در دمای **۲۵°C** که به وسیله دستگاه بافت سنج تعیین گردید.

نمونه	سفتی(N)			پیوستگی(N.s)			الاستیسیته (mm)			مقاومت در برابر جویدن		
زمان (ساعت)	۱	۲۴	۴۸	۱	۲۴	۴۸	۱	۲۴	۴۸	۱	۲۴	۴۸
شاهد	۳/۳۳a	۹/۱۱a	۱۰/۸۰c	۰/۸۰a	۰/۶۰c	۰/۵۷c	۰/۹۳a	۰/۸۹a	۰/۸۰a	۱/۸۲a	۲/۹۱b	۳/۱۳b
۰/۵٪ (پ)*	۲/۵۱ c	۶/۷۲c	۱۱/۱۱b	۰/۸۰a	۰/۶۷b	۰/۶۵b	۰/۹۱a	۰/۸۸a	۰/۷۹a	۱/۷۳b	۲/۷۲c	۳/۷۵a
۰/۷۵٪ (پ)	۱/۶۱d	۵/۳۰d	۱۰/۴۰d	۰/۸۰a	۰/۷۱b	۰/۶۷a	۰/۹۰a	۰/۸۵b	۰/۷۹a	۰/۹۴d	۲/۳۱e	۳/۶۵a
۱٪ (پ)	۱/۳۰e	۵/۲۱d	۱۰/۱۲d	۰/۸۰a	۰/۷۸a	۰/۷۰a	۰/۹۰a	۰/۸۴b	۰/۷۵b	۰/۸۰e	۳/۰۱a	۳/۶۳a
۰/۵٪ (پ+ا)**	۱/۳۱e	۶/۹۱c	۱۰/۸۱c	۰/۸۲b	۰/۶۰c	۰/۵۹c	۰/۸۸b	۰/۸۱c	۰/۷۳c	۰/۸۱e	۲/۱۲b	۲/۷۶c
۰/۷۵٪ (پ+ا)	۲/۵۰c	۸/۶۲b	۱۱/۴۳b	۰/۸۲b	۰/۵۹c	۰/۵۱d	۰/۸۶c	۰/۷۹c	۰/۷۳c	۱/۵۰c	۲/۴۱d	۲/۲۰d
۱٪ (پ+ا)	۲/۷۱b	۹/۲۰a	۱۲/۸۲a	۰/۸۰a	۰/۵۲d	۰/۴۹d	۰/۸۶c	۰/۷۷d	۰/۷۱d	۱/۵۲c	۱/۹۰f	۲/۲۳d

نتایج آزمون رنگ سنجی پوسته و مغز نان

در اثر پخت نان تغییراتی در رنگ پوسته نان اتفاق می افتد که این تغییرات مربوط به انجام واکنش های میلارد (برهم کنشهای میان قند های احیاء کننده و گروه آمینی پروتئینها) و واکنش کاراملیزه شدن (بر هم کنش میان قندها) می باشد که نتیجه چنین واکنشهایی ایجاد رنگ قهوه ای-طلایی در پوسته نان می باشد. استفاده از برخی ترکیبات مانند ترکیبات پروتیئنی و قندی در فرمول تهیه نان می تواند بر شدت رنگ پوسته موثر باشد. نتایج بدست آمده از این تحقیق (جدول ۴) نشان داد که استفاده از پکتین و پکتین با اتصالات عرضی تاثیر معنی داری بر افزایش یا کاهش رنگ پوسته نسبت به نمونه کنترل نداشت. در حالی که استفاده از این ترکیبات باعث بروز تغییراتی در روشنایی (L-value) مغز نان گردید. با توجه به اینکه پکتین استخراجی از تفاله چغندر دارای ترکیبات تیره رنگی می باشد این ترکیبات می توانند در تغییر رنگ مغز نان تاثیر گذار باشند. اما در مقدار سبزی-قرمزی (a-value) و آبی- زردی(b-value) مغز نانها با نمونه شاهد ختلاف معنی دار آماری دیده نشد. تحقیقات نشان داده اند که افزودن پکتین، بتا گلوکان، زانتان و کربوکسی متیل سلولز به نان بدون گلوتن باعث افزایش فاکتور L پوسته و مغز نان درتمام هیدروکلوئیدها بجز بتا گلوکان ۲٪ گردید (لازاریدو و همکاران ۲۰۰۷). همچنین تحقیقات نشان داده اند که اضافه نمودن صمغ گوار و هیدروکسی پروپیل متیل سلولز به نان باعث افزایش میزان روشنایی پوسته و افزودن زانتان باعث کاهش روشنایی نسبت به صمغ گوار و هیدروکسی پروپیل متیل سلولز می گردد (ماندالا و همکاران ۲۰۰۷).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۴- خصوصیات رنگ سنجی پوسته و مغز نمونه های نان. روشنایی **(L-value)**، قرمزی-سبزی **(a-value)**، آبی-زردی **(b-value)***.

	پوسته نان			مغز نان		
	L	a	b	L	a	b
شاهد	۶۴/۰±۲/۶b	۱۱/۰± ۲/۰a	۴۳/۶ ±۰/۵۷a	۷۶/۳±۰/۶a	۰/۰±۰/۰a	۳۲/۳ ±۰/ ۶ a
پکتین ۰/۵ ٪	۶۲/۶ ±۱/۷c	۱۰/۰ ±۱/۰b	۴۰/۶± ۰/۵b	۷۴/۳ ±۰/۶b	-۰/۳ ±۰/۰a	۳۲/۳ ±۱/ ۱ a
پکتین ۰/۷۵ ٪	۶۵/۰± ۱/۰b	۹/۷ ±۳/۶b	۴۱/۰± ۱/۶b	۷۴/۳ ±۱/۱ b	-۰/۳ ±۰/۰a	۳۰/۰± ۰/ ۰b
پکتین ۱ ٪	۷۰/۶± ۲/۵a	۸/۰ ±۳/۶b	۴۲/۰± ۱/۷b	۷۲/۶ ±۰/۶c	۰/۰ ± ۰/۰۱a	۳۲/۰ ±۱/ ۰ a
پکتین اصلاح شده ۰/۵	۶۲/۳± ۱/۱c	۱۰/۶ ±۰/۵b	۴۱/۳± ۱/۱b	۷۴/۶ ±۰/۶b	۰/۳ ±۰/۰ a	۳۲/۳± ۱/ ۵ a
پکتین اصلاح شده ۰/۷۵	۶۵/۳ ±۱/۵b	۸/۳ ±۱/۵b	۴۱/۶± ۱/۱b	۷۳/۶ ±۱/۵b	۰/۳ ±۰/ ۰a	۳۰/۷ ±۱/ ۱ b
پکتین اصلاح شده ۱ ٪	۶۹/۰± ۱/۷a	۹/۳۳ ±۰/۵b	۴۲/۳ ±۰/۵b	۷۲/۳ ±۱/۱c	۰/۳ ±۰/ ۰ a	۳۲/۷ ±۱/ ۵ a

نتیجه گیری

به طور کلی نتایج حاصل از این مطالعه بیانگرکاهش سفتی نان و افزایش حجم مخصوص در نمونه های حاوی پکتین و پکتین با اتصالات عرضی می باشد. همچنین استفاده از پکتین خصوصا در غلظت ۱٪ اثرات مثبت بیشتری نسبت به پکتین با اتصالات عرضی بر خواص نان و کاهش بیاتی آن داشت. با این وجود استفاده از پکتین با اتصالات عرضی به عنوان یک هیدروکلوئید جدید قادر است بروز پدیده بیاتی نان را تا حدی به تعویق اندازد. با توجه به نتایج بررسی خصوصیات فارینوگرافی خمیر می توان نتیجه گرفت که استفاده از پکتین و پکتین با اتصالات عرضی می تواند در تهیه برخی انواع نان که فرایند تولید سریع نیاز دارند کاربردی باشد. زیرا این ترکیبات زمان شکل گیری خمیر را کاهش می دهند و در طی مخلوط سازی باعث افزایش میزان سست شدن خمیر می گردند. با توجه به ضایعات بالای چغندر قند و از سویی مشکلات بیاتی و ضایعات نان استخراج پکتین موجود در آن و کاربرد آن به عنوان یک بهبود دهنده طبیعی نان می تواند مفید واقع گردد.

منابع مورد استفاده

پایان ر. ۱۳۸۵. مقدمه ای به تکنولوژی فرآورده های غلات. چاپ سوم. تهران: انتشارات آییژ.

پیغمبردوست ه. ۱۳۸۹. تکنولوژی فراورده های غلات ، جلد اول: دانشگاه علوم پزشکی و خدمات درمانی تبریز.

رجب زاده ن. ۱۳۸۷ . تکنولوژی نان، تهران: موسسه انتشارات و چاپ دانشگاه تهران.

فرحناکی، ع. ۱۳۸۸. مقدمه ای بر هیدکلوئیدهای غذایی و دارویی، در: خصوصیات و کاربردهای هیدروکلوئید ها در صنایع غذایی و دارویی. تالیف فرحناکی ، ع. مجذوبی ، م. و مصباحی ، غ. نشر علم کشاورزی.

www.SID.ir

Archive of SID

مجذوبی م، فرحناکی ع، استوان ر، و رادی م، تاثیر افزایش سبوس و نشاسته گندم با اتصالات عرضی بر ویژگی های خمیر و نان بربری (مسطح ایرانی) ، مجله علوم و صنایع غذایی ایران. در حال چاپ.

مصباحی غ، ۱۳۸۸ ، پکتین ، تولید ، خواص و کاربردهای آن ، در: خصوصیات و کاربردهای هیدروکلوئید ها در صنایع غذایی و دارویی.تالیف فرحناکی ع، مجذوبی م و مصباحی غ نشر علم کشاورزی.

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

Arsalan N, 1995. Extraction of pectin from sugar beet pulp and intrinsic viscosity-molecular weight relationship of pectin solution. Journal of Food Science and Technology, 32: 381-385.

Barcenas M E, and Rosell C M, 2005. Effect of HPMC addition on the microstructure, quality and aging of wheat bread. Food Hydrocolloids, 19:1037-1043.

Farahnaky A, and Majzoobi M, 2008. Physicochemical properties of part-baked breads. International Journal of Food Properties, 11: 186-195.

Gray J A, and Bemiller J N, 2003. Bread staling: Molecular Basis and Control. Comprehensive Reviews of Food Science and Food Safety, 2: 1-21.

Guarda A, Rosell C M, Benedito C, and Galotto M J 2004. Different hydrocolloids as bread improvers and antistaling agents. Food Hydrocolloids, 18: 241-247.

Hung PV, and Morita N, 2004. Dough properties and bread quality of flours supplemented with cross-linked corn starches. Food Research International, 37:461-467.

Jarvis, M. C. 1984. Structure and properties of pectin gels in plant cell walls. Plant. Cells and Environment, 7:153-164.

Lazaridou A, Duta D, Papageorgiou M, Belc N, and Biliaderis CG, 2007. Effects of hydrocolloids on dough rheology and bread quality parameters in gluten-free formulations, Journal of Food Engineering, 79:1033-1047.

Majzoobi M, Farahnaky A, and Ostovan R, 2007. Effect of microcrystalline cellulose and hydroxypropylmethyl cellulose on the properties of dough and flat bread (Iranian barbari bread), Iran Agricultural Research, 25: 87-98.

Majzoobi M, Sariri F, Farahnaky A, Jamalian J and Mesbahi G, 2011. Effect of tomato pomace powder on the physicochemical properties of flat bread (barbari bread), Journal of Food Processing and Preservation, 35: 247-256.

Mandala I, Kapetanakou A, and Kostaropoulos A, 2007. Physical properties of breads containing hydrocolloids stored at low temperature: II—Effect of chilling, Food Hydrocolloids, 21:1397–1406.

Mesbahi G, Jamalian J, and Farahnaky A, 2005. A comparative study on functional properties of beet and citrus pectins in food system. Food Hydrocolloids, 19:731-738.

Miyazaki M, Maeda T, and Morita N, 2005. Starch retrogradation and firming of bread substituted with hydroxypropylated, acetylated and phosphorylated cross-linked tapioca starches for wheat flour. Cereal Chemistry, 52:345-350.

Scanlon MG, and Zghal MC, 2001. Bread properties and crumb structure. Food Research International, 34:841-864.

Seker M, and Hanna MA, 2006. Sodium hydroxid and trimetaphosphate levels affects properties of starch extrudates. Industrial Crop Products, 23: 249-255.

Shalini KG, and Laxm A, 2007. Influence of additives on rheological characteristics of whole-wheat dough and quality of Chapatti (Indian unleavened Flat bread). Food Hydrocolloids, 21:110-117.

www.SID.ir

Archive of SID

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

Sungsoo Cho S, and Dreher ML, 2001. Handbook of Dietary Fiber. New York: Marcel Dekker, Inc.

Toufeili I, Habbal Y, Shadarevian S, and Olabi A, 1999. Substitution of wheat starch with non-wheat starches and cross-linked waxy barley starch affects sensory properties and staling of Arabic bread. Journal of the Science of Food and Agriculture, 79:1855-1860.

www.SID.ir