Archive of SID

مجله پژوهش‌های صنایع غذایی/ جلد ۲۰/۳ شماره ۲/ سال ۱۳۸۹

تأثیر افزودن پکتین، گوار و کاراگینان بر روی ویژگی‌های کیفی نان حجیم بدون گلوتن

نسیم ابراهیم‌پور[۱]، سیدهادی پیغمبردوست[۲*]، صدیف آزادمرد دمیرچی[۲]

تاریخ دریافت: ۸۸/۹/۲۳ تاریخ پذیرش: ۸۹/۱۰/۵

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

۲- استادیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

* مسئول مکاتبه E-mail: peighambardoust@tabrizu.ac.ir

چکیده

بیماری سلیاک عدم تحمل دائمی به بعضی پرولامین‌های غلات می‌باشد. گلیادین گندم، سکالین چاودار، هوردنین جو و آونین یولاف در مکانیزم بیماری سلیاک درگیر می‌باشند. یکی از روشهای مهار اثرات بیماری رژیم غذایی بدون گلوتن در تمام عمر بیمار می‌باشد. نان‌های بدون گلوتن به ترکیبات پلیمری و هیدروکلوئیدی نیاز دارند تا ویژگی‌های ویسکوالاستیک گلوتن را به منظور ایجاد ساختار و نگهداری گاز، تأمین نمایند. با توجه به عدم تولید محصولات بدون گلوتن در ایران، هدف از این پژوهش ارائه فرمولاسیون مناسب برای تولید نان حجیم بدون گلوتن با افزودن هیدروکلوئیدهای مختلف می‌باشد. در این پژوهش سه نوع هیدروکلوئید پکتین، گوار و کاراگینان در سه غلظت ۱، ۲ و ۳٪ و ترکیبی از آنها در دو غلظت ۲ و ۳٪ انتخاب و تأثیر آنها در ویژگی‌های کیفی نان (حجم، حجم ویژه و ارتفاع) مورد ارزیابی قرار گرفت. با استفاده از هیدروکلوئیدهای مذکور نان حجیم بدون گلوتن تولید گردید. در میان تیمارهای مورد بررسی، نان کنترل نشاسته که فاقد هیدروکلوئید می‌باشد کمترین حجم را نشان داد. با افزودن هیدروکلوئید به استثناء کاراگینان، افزایش قابل توجهی در حجم نان مشاهده شد. کاراگینان در هر سه غلظت مورد استفاده تأثیری در بهبود ویژگی‌های نان بدون گلوتن نشان نداد. در این پژوهش پکتین در غلظت ۳ ٪ و ترکیب گوار – پکتین در غلظت‌های۲ و ۳٪ نان بدون گلوتن با حجم و ارتفاع بالاتری در مقایسه با سایر تیمارها ارائه دادند. هیدروکلوئیدها در فرمولاسیون نان‌های بدون گلوتن به عنوان اجزاء پلیمری عمل کرده و در آب متورم شده و ساختاری معادل شبکه گلوتن در خمیر گندم، ایجاد می‌کنند و در نتیجه ویژگی‌های ویسکوالاستیک گلوتن در خمیر نان گندم را تأمین می‌کنند.

واژه‌های کلیدی: پکتین، گوار، کاراگینان، کیفیت نان، نان بدون گلوتن، هیدروکلوئید

www.SID.ir

Archive of SID

Effect of Pectin, Guar and Carrageenan on the Quality of Gluten Free Bread

N Ebrahimpour [1], S H Peighambardoust [2]*, and S Azadmard-Damirchi [2]

Received: 14 December 2009 Accepted: 26 December 2010
[1] MSc graduated, Department of Food Science, College of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran
[2] Assistant Professor, Department of Food Science, College of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran
*Corresponding author: E-mail: peighambardoust@tabrizu.ac.ir

Abstract

Celiac disease is a lifelong intolerance to some cereal prolamins. The gliadin fraction of wheat, secalins of rye, hordenins of barley, and avenins of oats are involved in the Celiac disease mechanism. The only effective treatment for such symptom is strict adherence to a gluten-free diet throughout the patient's lifetime. Gluten free breads require polymeric substances that mimic the viscoelastic properties of gluten to provide structure and retain gas. Concerning the fact that gluten-free breads are not commercially produced in Iran, this study aims to find a proper gluten free bread formulation using different hydrocolloids. Therefore, pectin, guar and carrageenan as most commonly used hydrocolloids in the formulation of gluten free breads were applied in concentration of 1, 2 and 3%. Moreover, the effect of combination of those hydrocolloids in concentrations of 2 and 3% was studied on bread quality characteristics (loaf volume, specific volume and loaf height). Results showed that control bread (wheat starch without hydrocolloid) induced the least loaf volume and height. All hydrocolloids, except carrageenan caused a significant ($\alpha<0.05$) increase in bread loaf volume and height. Gluten free breads made from pectin (in concentration of 3%) and guar-pectin (in concentration of 2 and 3%) showed the highest loaf volume and height compared those prepared from other hydrocolloids. Hydrocolloids in gluten free breads formulation play as polymeric substances, in which they swell more easily and form a continuous phase similar to those structures of gluten network in wheat flour dough. Concluding, some hydrocolloids mimic the viscoelastic properties of gluten in the bread dough.

Keywords: Bread quality, Carrageenan, Celiac disease, Gluten free bread, Guar, Hydrocolloid, Pectin

مقدمه

بیماری سلیاک عدم تحمل دائمی به بعضی پرولامین های غلات با توالی‌های الیگوپپتیدی ویژه می باشد. گلیادین گندم، سکالین چاودار، هوردنین جو و آونین یولاف پروتئین‌هایی هستند که در مکانیزم بیماری سلیاک درگیر می‌باشند (گالاگر و همکاران ۲۰۰٤). طبق داده‌های سازمان بهداشت جهانی (WHO) این سندرم تقریباً در ٥٪ افراد جامعه وجود دارد (بالستروس لوپز و همکاران ۲۰۰٤). در ایران تنها یک مطالعه به بررسی شیوع بیماری سلیاک در اهداءکنندگان خون شهر تهران پرداخته است. نتایج نشان داد که شیوع این بیماری، در اهداءکنندگان خون در تهران ۱ در ١٦٦ نفر بوده است که بسیار بالاتر از آنچه که قبلاً جامعه پزشکی کشور فکر می‌کرده است، می‌باشد (تیرگر فاخری و همکاران ۱۳۸۳). تنها معالجه مؤثر این بیماران، رژیم بدون گلوتن در تمام عمر می‌باشد که موجب بهبود بالینی می‌گردد (گالاگر و همکاران ۲۰۰٤). جدا کردن گندم از رژیم غذایی علائم بیماری را کاهش می‌دهد (گوبتی و همکاران ۲۰۰۷). رژیم فاقد گلوتن، مصرف نان، غلات یا دیگر غذاهای ساخته

www.SID.ir

Archive of SID

شده از آرد گندم، چاودار، جو، تریتیکاله و یولاف، بعلاوه زیرفرآورده‌های ساخته شده از این دانه‌ها را منع می‌کند (گالاگر و همکاران ۲۰۰٤).

تشخیص نقش گلوتن در توسعه بیماری سلیاک به ۵۰ سال پیش برمی گردد. گلوتن ماده نامحلول در آب آرد گندم است که بعد از شستشوی خمیر یک جرم الاستیک را تشکیل می‌دهد (کونینگ ۲۰۰۵). هنگامیکه آرد گندم بطور مکانیکی با آب مخلوط می‌شود، پروتئین‌های گندم ویژگی‌های بی‌نظیری برای توسعه ماتریکس ویسکوالاستیک نشان می‌دهند. این شبکه ویسکوالاستیک قادر است گازهای تولید شده در طی فرآیند تخمیر را در خمیر نگه دارد که منجر به ایجاد ساختار مغز نان گازدار شده‌ای می‌گردد (گالاگر و همکاران ۲۰۰٤ و کونینگ و همکاران ۲۰۰۵). ماتریکس گلوتن تعیین کننده اصلی ویژگی‌های خمیر(کشش، مقاومت به کشش، مخلوط کردن و قابلیت نگهداری گاز) می‌باشد (گالاگر و همکاران ۲۰۰٤).

جایگزین کردن ترکیبات دیگر به جای گلوتن عمده-ترین مشکل تکنولوژیکی می‌باشد. به منظور جبران حذف گلوتن در کیفیت نان، باید از ترکیبات هیدروکلوئیدی و پلیمری استفاده نمود تا ویژگی‌های ویسکوالاستیک مورد نیاز گلوتن را تأمین نمایند (گالاگر و همکاران ۲۰۰٤). هیدروکلوئیدها یک طبقه از افزودنی‌ها می‌باشند که به طور گسترده در صنعت غذا مورد استفاده قرار می-گیرند. این ترکیبات عموماً صمغ نامیده می‌شوند. هیدروکلوئیدهای غذایی یا صمغ‌ها، بیوپلیمرهای هیدروفیلیک با وزن مولکولی بالا می‌باشند که به عنوان ترکیبات عملکردی در صنعت غذا مورد استفاده قرار می-گیرند. مطالعات متعددی انجام یافته است که نشان‌دهنده استفاده از هیدروکلوئیدها در صنعت پخت می‌باشد (کوهاجدوا و کارورویکوا ۲۰۰۹). نشاسته و هیدروکلوئیدها در ویژگی‌های بافتی و ظاهر محصول تأثیرگذار می‌باشند. استفاده از این ترکیبات به علت ویژگی‌های ساختاری و اتصال با آب، در تولید محصولات پخت بدون گلوتن، جایگزین خوبی برای گلوتن می‌باشند (گالاگر و همکاران ۲۰۰٤).

از آنجا که در غیاب گلوتن پخت نان مشکل است، به منظور غلبه بر مشکل فقدان ویسکوالاستیسیته لازم، صمغ‌های گوناگونی نظیر هیدروکسی پروپیل متیل سلولز (HPMC)، صمغ دانه اقاقیا، گوار، کاراگینان، زانتان، پکتین، آگار و نشاسته (ذرت، کاساوا و سیب زمینی) اغلب در فرمولاسیون محصولات تخمیری فاقد گلوتن مورد استفاده قرار می‌گیرند (مارکو و روسل ۲۰۰۸). هیدروکلوئیدها در فرمولاسیون نان‌های بدون گلوتن به عنوان اجزاء پلیمری عمل کرده و در آب متورم شده و ساختاری معادل شبکه گلوتن در خمیر گندم، ایجاد می‌کنند و در نتیجه ویژگی‌های ویسکوالاستیک گلوتن در خمیر نان گندم را تأمین می‌کنند (گامبوس و همکاران ۲۰۰۷). فرمولاسیون محصولات بدون گلوتن از نقطه نظر ارزش غذایی کیفیت پایینی دارند. بنابراین ارزن، سویا و سورگم، بعلاوه پودرهای لبنی، تخم مرغ یا سفیده تخم مرغ به عنوان ترکیبات فرمولاسیون بدون گلوتن پیشنهاد می‌شوند تا محتوی پروتئینی آنها افزایش یابد (پروسکا-کدذیور و همکاران ۲۰۰۸).

با توجه به آنکه افراد مبتلا به بیماری سلیاک قادر به استفاده از بسیاری محصولات موجود در فروشگاه‌ها مانند نان‌های معمولی و دیگر محصولات حاوی آرد گندم نمی‌باشند، و با توجه به عدم تولید محصولات بدون گلوتن در ایران، هدف از پژوهش موجود ارائه فرمولاسیون مناسب برای تولید نان حجیم بدون گلوتن با کیفیت مشابه نان‌های تهیه شده با آرد گندم می‌باشد.

مواد و روش‌ها

مواد

نشاسته گندم (از شرکت چی چست، ارومیه)، آرد گندم (از شرکت آرد اطهر مراغه)، هیدروکلوئیدها شامل پکتین (PROVIaddPEC1903)، گوار (NAG 755 PROVIgel) و کاراگینان (PROVALA BG 126)

www.SID.ir

Archive of SID

همگی از شرکت پروویسکو سوئد تهیه شدند. کازئینات سدیم حاوی ۹۰٪ پروتئین (از شرکت کازئینات ایران، تهران)، شیر خشک ۲/۵٪ چربی (از شرکت پاک، تهران)، مخمر نانوایی فعال (از شرکت فریمان مشهد)، روغن گیاهی مایع (از شرکت روغن‌کشی خرمشهر)، بهبود دهنده نانوائی (از شرکت ایکاپلاس ترکیه) و نمک طعام تصفیه شده (تهیه شده از بازار محلی) مورد استفاده قرار گرفت.

فرمولاسیون نان بدون گلوتن

فرمولاسیون نان بدون گلوتن در جدول ۱ نشان داده شده است.

پکتین، گوار و کاراگینان در غلظت‌های ۱، ۲ و ۳٪ و ترکیبی از آنها (گوار - پکتین، گوار – کاراگینان و پکتین – کاراگینان) در غلظت‌های ۲ و ۳٪، در فرمولاسیون جدول ۱ به عنوان هیدروکلوئید استفاده گردید. در کلیه تیمارهای ترکیبی برای محاسبه میزان افزودن هیدروکلوئید مورد نظر از مخلوط ۵۰ به ۵۰ درصد آنها استفاده شد. نان کنترل نشاسته، بدون افزودن هیدروکلوئید تهیه شد. مقدار آب مورد استفاده در این فرمولاسیون با توجه به ارزیابی تجربی قوام خمیر مناسب جهت پخت در غلظت ۱٪ هیدروکلوئید، ۸۷٪ تعیین گردید. با افزایش غلظت هیدروکلوئید به ۲ و ۳٪، مقدار آب به ترتیب به ۹۰ و ۹۳٪ افزایش یافت، زیرا افزایش غلظت هیدروکلوئید منجر به افزایش ویسکوزیته و سفت شدن خمیر حاصله گردید.

جدول ۱- فرمولاسیون نان بدون گلوتن

ترکیبات فرمول نان	درصد در فرمولاسیون
نشاسته گندم	۱۰۰
کازئینات سدیم	۱۰
شیرخشک کامل	۲
نمک طعام	۱/۵
روغن گیاهی	۳
مخمر نانوایی	۲/۵
شکر	۲
هیدروکلوئید	۱-۳ (بسته به نوع هیدروکلوئید درفرمول)
آب	۸۷- ۹۳ (بسته به نوع و مقدار هیدروکلوئید)

پخت نان حجیم کنترل (آرد گندم)

برای پخت نان حجیم از روش «پخت در مقیاس کوچک» استفاده گردید. خمیر مورد نیاز در مخلوط کن خانگی اسپیرال ۲ کیلوگرمی Clatronic مدل KM3067 تهیه شد. برای تهیه خمیر از ۲٪ مخمّر نانوایی ، ۲٪ نمک طعام، ۰/۳٪ بهبود دهنده نانوایی و ٦٠ ٪ آب بازاء آرد افزورده شده استفاده گردید. خمیر با سرعت شماره ۱ دستگاه (٦٠ دور در دقیقه) به مدت ۷ دقیقه در دمای آزمایشگاه (حدود ۲۲ تا ۲٦ درجه سانتی‌گراد) مخلوط گردید. بعد از سپری شدن دوره‌های تخمیر اولیه (۳۰ دقیقه، دمای ۳۰ درجه سانتیگراد، رطوبت نسبی ۷۵٪)، تخمیر میانی (۱۵ دقیقه، دمای ۳۰ درجه سانتیگراد، رطوبت نسبی ۸۰٪) و تخمیر نهایی (٦٠ دقیقه، دمای ۳۵ درجه سانتیگراد، رطوبت نسبی ۹۰٪)، پخت نان از ٦٠ گرم خمیر در قالب‌های کوچک به ابعاد ۳۵ ٤٠ ۸۰ میلی-متر که دیواره آنها چرب شده بود، به مدت ۳۰ دقیقه در دمای ۱۷۰ درجه سانتی‌گراد انجام گرفت. برای پخت نان از دستگاه فر پخت نان کارگاهی (ساخت شرکت Voss آلمان) مجهز به محفظه‌های جداگانه تخمیر و پخت با قابلیت تزریق بخار فشرده استفاده شد. مراحل فرآیند

www.SID.ir

Archive of SID

تخمیر و پخت نـان حجـیم کوچـک بـه طـور خلاصـه بـه صورت زیر می باشد: مخلوط کردن مواد اولیه – تخمیر اولیه – چانه گیری – رول کردن – تخمیر میـانی – قـرار دادن در قالب – تخمیر نهایی – پختÓ خنک کردن.

پخت نان حجیم بدون گلوتن

برای تهیه نان حجیم بدون گلوتن، در ابتدا تمامی ترکیبات خشک پس از توزین الک گردیدند تا به خوبی با هم مخلوط گردند. سپس سوسپانسیون مخمر در آب با دمای ۳۵ درجه سانتی گراد حاوی ۰/۵ درصد ساکارز که به مدت ۱۵ دقیقه جهت فعال شدن سلول‌های مخمر آماده شده بود، به مواد فوق اضافه شد. در نهایت مابقی آب فرمولاسیون نیز اضافه گردید. مقدار آب مورد استفاده برای تهیه خمیر نان بدون گلوتن با توجه به نوع صمغ مورد استفاده متغیر بود که در جدول ۱ اشاره شد. مقدار 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. تمامی ترکیبات با سرعت ۱ مخلوط کن (۶۰ rpm) به مدت ٤ دقیقه مخلوط شدند. مدت زمان مخلوط شدن با ارزیابی تجربی قوام خمیر حاصله معین گردید. سپس خمیر به مقدار ۶۰ گرم وزن شده و در قالب‌های کوچک از جنس ورق گالوانیزه به ابعاد ۳۵ ٤۰ ۸۰ میلی‌متر که دیواره آنها چرب شده بود، ریخته شد. قالب‌ها در محفظه تخمیر در دمای ٤۰°C و رطوبت نسبی ۸۵ ٪ به مدت ٤۰ دقیقه قرار داده شدند. عمل پخت در دمای ۱۹۰°C به مدت ۲۵ الی ۳۰ دقیقه در دستگاه فر کارگاهی پخت شدند. پس از پخت، نان‌ها از قالب خارج شده و در دمای اتاق به مدت نیم ساعت خنک شده و در کیسه‌های پلی پروپیلنی بسته بندی شده و تا زمان انجام آزمون های مربوطه در دمای اتاق نگهداری گردیدند.

اندازه گیری حجم، حجم ویژه و ارتفاع نان

جهـت انـدازه گیـری حجـم از روش حجـم سـنجی جابجایی دانه کلـزا اسـتفاده گردیـد. بـرای انـدازه گیـری حجم ویـژه داده‌هـای حجـم نـان بدسـت آمـده، بـه وزن مرطوب نان تقسیم شد و حجـم ویـژه برحـسب cm^3/gr حاصل گردید. پس از انجام برش طولی قرص نان، ارتفاع قسمت تاج نان با خط‌کش انـدازه گیـری گردیـد. در ایـن مطالعه، آزمون مستقیم پخت نان (انـدازه گیـری حجـم و ارتفاع نان) به عنوان روش متـداول ارزیـابی کیفیـت نـان مورد استفاده قرار گرفت.

تجزیه و تحلیل آماری

تمـامی آزمـون‌هـا در ۳ تکـرار انجـام شـد. داده‌هـای حاصل از آزمایشات با استفاده از طـرح کـاملاً تـصادفی تجزیه و تحلیل شدند. آنالیز واریانس و مقایـسه میـانگین تیمارها با استفاده از رویه GLM[1] نرم‌افزار SAS انجـام گرفت. مقایـسه میـانگین‌هـا بـا آزمـون دانکـن در سـطح احتمال خطای ۵٪ انجام گرفت.

نتایج و بحث

خواص خمیرهای بدون گلوتن در مقایسه با خمیـر آرد گندم

گلـوتن پـروتئین سـاختاری در محـصولات نـانوایی مـی‌باشـد. هنگـامی‌کـه آرد هیدراتـه شـده و تحـت کارمکـانیکی قـرار مـی‌گیـرد ویژگـی‌هـای گلـوتن ظـاهر گشته و خمیـر قابـل منبسط شـدن بـا ویژگـی نگهـداری گـاز بـا سـاختار خـوب مغـز در نـان ایجـاد مـی‌گـردد (گـالاگر و همکـاران ۲۰۰٤). در شـکل ۱ ویژگـی‌هـای ظـاهری خمیـر حاصـل از آرد گنـدم (حـاوی گلـوتن) و مخلـوط نـشاسته و صـمغ‌هـا (بـدون گلـوتن) نـشان داده شـده اسـت. آرد سـایر غـلات غیـر از گنـدم، چـاودار و تـا حـدی جـو و یـولاف فاقـد گلـوتن بـوده و

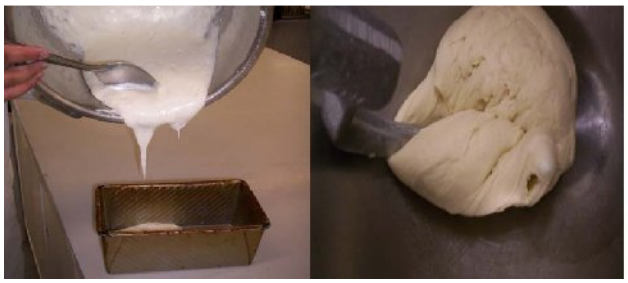
[1] General linear model

www.SID.ir

Archive of SID

در نتیجه هنگامی‌که با آب مخلوط شده و ورز داده می‌شوند، خمیر ویسکوالاستیک تشکیل نداده، بلکه یک خمیر آبکی[1] تشکیل می‌دهند (شکل ۱). غیاب گلوتن در این آردها موجب شده است که برای تولید محصولات بدون گلوتن مناسب باشند، اما نمی‌توانند خمیر[2] مناسب برای پخت نان تولید کنند (آرندت و بللو ۲۰۰۸).

شکل ۱- تفاوت ظاهری خمیر آرد گندم و خمیر آرد بدون گلوتن



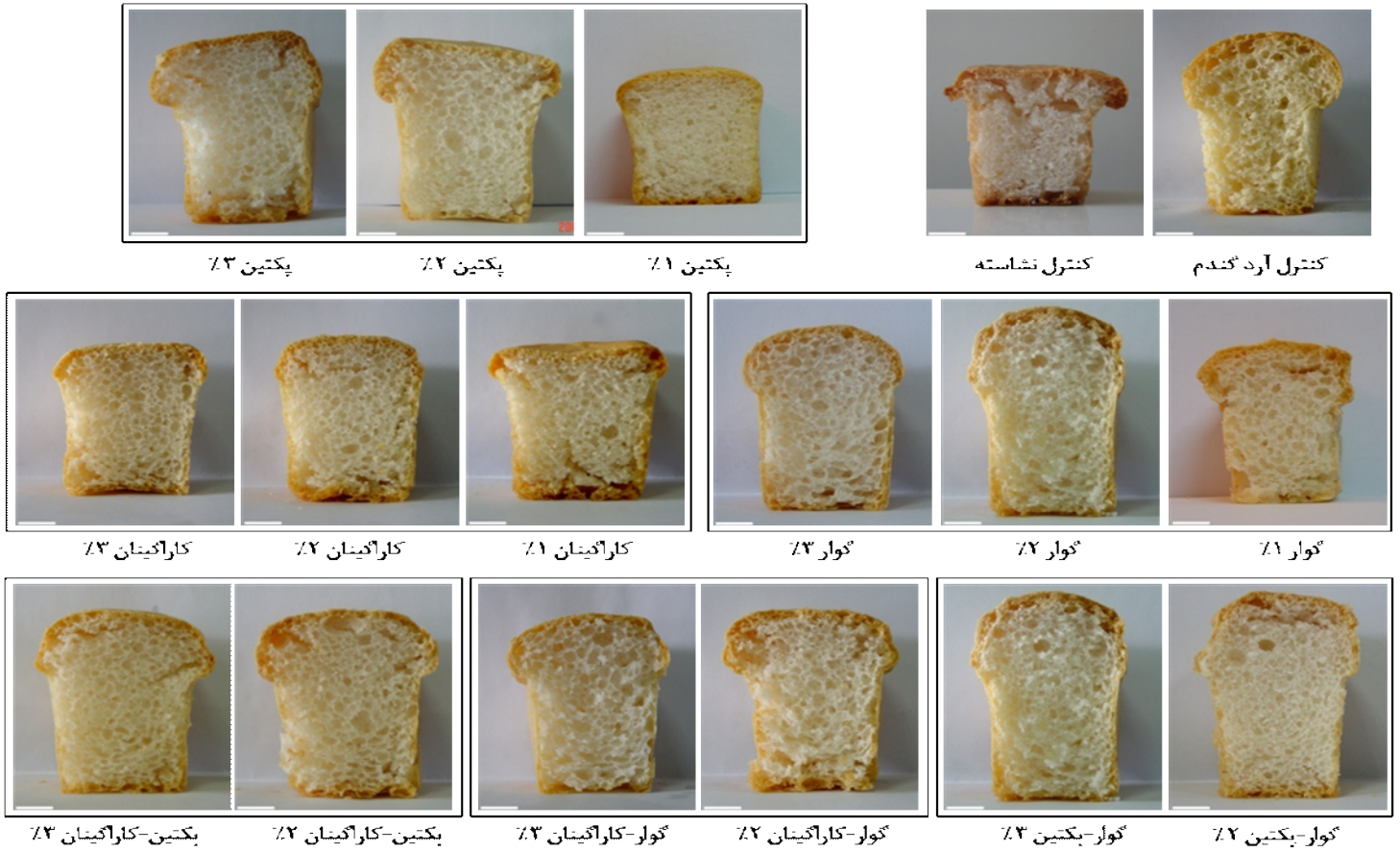
خمیر نان کنترل (آرد گندم)

در این مطالعه نیز که ترکیبی از نشاسته گندم، کازئینات سدیم، شیرخشک و هیدروکلوئید مورد استفاده قرار گرفت، خمیرهای حاصله بسیار شل بوده و ویسکوزیته پایینی داشتند و مانند خمیر گندم با دست قابلیت شکل دادن نداشتند، در نتیجه خمیر با قاشق در قالب پخت ریخته شد.خواص ظاهری نان‌های بدون گلوتن در مقایسه با نان کنترل (نان آرد گندم و نشاسته) حجم نان یک پارامتر کیفی نشان دهنده توانایی نگهداری گاز خمیر و متسع شدن آن در طی پخت می‌باشد. حجم نان بدون گلوتن با قوت خمیر مرتبط است که وابسته به توانایی خمیر برای حفظ گاز و همچنین الاستیسیته آن برای انبساط در طی تخمیر و پخت می‌باشد (نانس و همکاران ۲۰۰۹). مقایسه کلی قرص نان‌های (برش یافته) بدون گلوتن تهیه شده از هیدروکلوئیدهای مورد استفاده در این تحقیق در شکل ۲ نشان داده شده است. در این شکل نان کنترل گندم به عنوان نمونه شاهد دارای ویژگی-های مطلوب بوده و بقیه تیمارهای آزمایشی با آن مورد مقایسه قرار گرفته اند. تصویر نان کنترل نشاسته که تنها از نشاسته گندم بدون افزودن هیدروکلوئید بدست آمده است، نشان دهنده تفاوت فاحش آن با نمونه کنترل آرد گندم می باشد. این نان فاقد حجم لازم بوده، دارای باقتی بدون تخلخل و فشرده می باشد که خمیر آن در طول تخمیر و پخت قادر به نگهداری گاز و انبساط نبوده است که علت آن به عدم و جود گلوتن یا عوامل جایگزین دیگری که بتوانند نقش پلیمری گلوتن را ایفا نمایند، مربوط می شود. چنانچه از شکل ۲ به‌وضوح دیده می‌شود همه هیدروکلوئیدهای مورد استفاده در تمامی غلظت‌های به‌کار رفته قادر به ایجاد حجم لازم و نسبتاً قابل قبول در نان‌های بدون گلوتن شده اند، هرچند که در بین آنها با توجه به نوع صمغ و درصد آن تفاوت هایی دیده می شود که بعداً شرح داده خواهد شد.

[1] Batter
[2] Dough

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۲- مقایسه خواص ظاهری نان‌های بدون گلوتن تهیه شده از هیدروکلوئیدهای مختلف با نان کنترل آرد گندم و نشاسته گندم. همه تصویرها ابعاد یکسانی داشته و طول خط مقیاس (scale bar) در آنها ۱۵ میلی‌متر است.

www.SID.ir

Archive of SID

تأثیر هیدروکلوئیدها بر پارامترهای کیفی نان بدون گلوتن

نتایج مقایسه اثر هیدروکلوئیدهای مورد استفاده بر پارامترهای کیفی حجم، حجم ویژه و ارتفاع نان بدون گلوتن در جدول ۲ آمده است. نتایج این جدول ذیلاً در مورد حجم، حجم ویژه و ارتفاع نان توضیح داده می شود.

جدول ۲- مقایسه میانگین (± انحراف معیار) داده‌های مربوط به اندازه گیری حجم، حجم ویژه و ارتفاع نمونه‌های نان بدون گلوتن

تیمارهای آزمایشی	حجم نان (cm^3)	حجم ویژه نان (cm^3/gr)	ارتفاع نان (cm)
نان کنترل آرد گندم	۲۲۸/۲۲±۱۰/۸۴ [a] [۱]	۴/۹۰±۰/۳۲ [a]	۶/۶۴±۰/۳۰ [a]
نان نشاسته بدون هیدروکلوئید	۱۷۲/۲۲±۶/۷۰ [hi]	۳/۵۱±۰/۱۴ [hi]	۴/۴۸±۰/۱۹ [i]
پکتین ۱٪	۱۶۳/۲۲±۱۶/۳۸ [i]	۳/۳۴±۰/۴۴ [i]	۴/۶۲±۰/۳۳ [hi]
پکتین ۲٪	۱۹۵/۳۳±۹/۶۰ [def]	۴/۲۳±۰/۲۸ [cde]	۵/۲۷±۰/۳۶ [efg]
پکتین ۳٪	۲۱۶/۲۵±۱۰/۱۰ [b]	۴/۶۴±۰/۲۵ [ab]	۶/۱۶±۰/۵۳ [bc]
گوار ۱٪	۱۸۹/۰۰±۱۲/۴۲ [fg]	۴/۰۳±۰/۲۳ [efg]	۵/۴۲±۰/۲۵ [ef]
گوار ۲٪	۲۰۴/۷۸±۸/۰۷ [cde]	۴/۳۶±۰/۲۱ [bcd]	۵/۸۳±۰/۲۲ [cd]
گوار ۳٪	۱۹۵/۷۸±۷/۶۸ [def]	۴/۱۲±۰/۲۳ [cdef]	۵/۸۹±۰/۲۰ [cd]
کاراگینان ۱٪	۱۸۰/۰۰±۹/۱۱ [gh]	۳/۷۳±۰/۳۴ [gh]	۵/۱۰±۰/۴۴ [fg]
کاراگینان ۲٪	۱۸۰/۴۴±۱۰/۳۸ [gh]	۳/۹۲±۰/۱۹ [fg]	۵/۰۶±۰/۴۸ [fg]
کاراگینان ۳٪	۱۷۸/۵۶±۱۹/۱۸ [gh]	۳/۸۴±۰/۵۰ [fg]	۵/۱۳±۰/۲۸ [fg]
گوار- پکتین ۲٪	۲۰۶/۴۴±۸/۸۶ [bcd]	۴/۵۳±۰/۱۶ [b]	۶/۴۸±۰/۴۳ [ab]
گوار- پکتین ۳٪	۲۱۴/۲۲±۱۳/۱۰ [bc]	۴/۵۳±۰/۳۴ [b]	۶/۵۱±۰/۳۹ [ab]
گوار – کاراگینان ۲٪	۲۰۰/۲۲±۹/۴۲ [def]	۴/۳۹±۰/۲۵ [bc]	۵/۵۴±۰/۲۹ [de]
گوار – کاراگینان ۳٪	۱۹۳/۰۰±۵/۳۹ [f]	۴/۰۶±۰/۱۴ [ef]	۵/۴۶±۰/۲۴ [ef]
پکتین – کاراگینان ۲٪	۱۹۴/۰۰±۹/۶۸ [ef]	۴/۰۸±۰/۲۱ [def]	۵/۱۳±۰/۴۰ [fg]
پکتین – کاراگینان ۳٪	۱۹۱/۶۷±۱۲/۰۸ [f]	۳/۹۶±۰/۳۲ [efg]	۴/۸۸±۰/۶۹ [hg]

۱: نتایج حاصل از میانگین سه تکرار هستند، حروف متفاوت در هر ستون نشان دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح $P<$ ۰/۰۵

تغییرات حجم نان

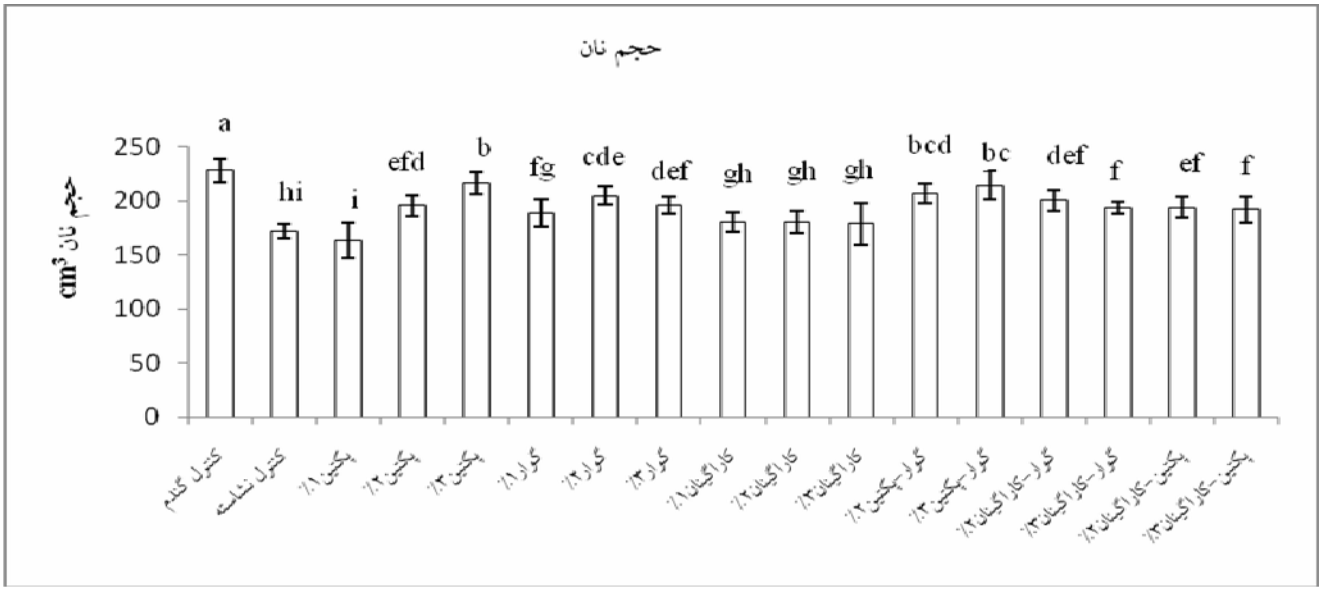
شکل ۳ نمودار تأثیر درصدهای مختلف هیدروکلوئیدها و ترکیب آنها بر روی حجم نان بدون گلوتن را نشان می‌دهد. همانطور که مشاهده می‌گردد تمامی نان‌های بدون گلوتن تفاوت معنی‌داری ($p<$ ۰/۰۵) با نان کنترل گندم دارند. نتایج حاکی از آن است که هیچکدام از هیدروکلوئیدهای مورد استفاده نتوانستند حجمی معادل نان کنترل گندم را ایجاد کنند (جدول ۲ و شکل ۳). این یافته مشابه نتایج پژوهشگران دیگر است که عنوان کرده اند نان‌های بدون گلوتن نسبت به نان گندم حجم پائین‌تری دارند (بریتز و همکاران ۲۰۰۸). نان‌های بدون گلوتن به علت فقدان شبکه گلوتنی منسجم و یکنواخت قادر نیستند دی اکسیدکربن تولید شده در طی فرآیند تخمیر را به‌نحو مطلوب نگه دارند، در نتیجه منجر به تولید محصول با حجم ویژه کم (دانسیته بالا) و ساختار مغز فشرده می‌شوند (آرندت و بللو ۲۰۰۸). این نان‌ها عموماً بافت خرد شونده و رنگ ضعیفی دارند (گالاگر و همکاران ۲۰۰٤). بریتز و همکاران (۲۰۰۸)

www.SID.ir

Archive of SID

نشان دادند که نان ذرت بدون گلوتن (ترکیبی از آرد ذرت، چاودار و گندم) نان‌هایی با حجم کمتر و ساختار مغز نسبتاً فشرده‌ای را ایجاد می‌کنند.

در میان تیمارهای مورد بررسی، نان کنترل نشاسته که فاقد هیدروکلوئید می‌باشد کمترین حجم را نشان داد. با افزودن هیدروکلوئیدها به استثناء پکتین درغلظت ۱٪ و کاراگینان در همه غلظتهای مورد استفاده، افزایش قابل توجهی در حجم نان مشاهده شد (شکل ۳). این نتایج مطابق یافته‌های لازاریدو و همکاران (۲۰۰۷) می‌باشد که مشاهده نمودند جذب آب در اثر افزودن هیدروکلوئیدها به علت ماهیت هیدروفیلیک این بیوپلیمر ها افزایش می‌یابد. طبق یافته‌های این محققان حجم نان‌ها با افزودن هیدروکلوئیدها به میزان ۱٪ به استثناء زانتان و پکتین، در مقایسه با نان کنترل افزایش می‌یابد. علت افزایش حجم نان در اثر افزودن هیدروکلوئیدها بدین صورت قابل توجیه است که هیدروکلوئیدها بوسیله افزایش ویسکوزیته خمیر، توسعه خمیر و قابلیت نگهداری گازها توسط خمیر را بهبود می‌دهند. بعضی مشتقات اصلاح شده پلی‌ساکاریدها مانند هیدروکسی پروپیل متیل سلولز (HPMC)، متیل سلولز (MC) و کربوکسی متیل سلولز (CMC) با توجه به ماهیت هیدروفیلی خود قادر به نگهداری آب می‌باشند، در عین حال حاوی گروه‌های هیدروفوبیک بوده که موجب افزایش فعالیت بین سطحی در سیستم خمیر در طی تخمیر و تشکیل شبکه‌های ژلی در طی حرارت دهی در فرآیند تهیه نان می‌شوند. هیدروکلوئیدها اساساً ترکیبات آبدوستی هستند، اما بر اساس ویژگیهای ساختمانی که دارند لزوما عملکرد یکسانی ندارند. لذا نتایج تحقیق حاضر نیز نشان می دهد که عملکرد هیدروکلوئیدها در تهیه نان حجیم بدون گلوتن با همدیگر تفاوت های اساسی دارد.



شکل ۳- تأثیر درصدهای افزودن هیدروکلوئیدهای مختلف و ترکیب آنها بر روی حجم نان بدون گلوتن. بازه‌های اطمینان معرف انحراف معیار می‌باشند. حروف غیر مشابه نشان دهنده معنی‌دار بودن تفاوت میانگین‌ها در سطح احتمال ۵٪ خطا می‌باشند.

افزودن پکتین به میزان ۱٪ باعث ایجاد حجم بسیار کم نان (cm^3 ۱۶۳/۲۲) شده است، که تفاوت فاحشی را با نان کنترل گندم (cm^3 ۲۲۸/۲۲) نشان می‌دهد (جدول ۲). با افزاش غلظت پکتین از ۱ به ۳٪ حجم نان حاصله نیز افزایش معنی‌داری ($p< ۰/۰۵$) را نشان داد. بطوریکه نان حاصل از پکتین ۳٪ تقریباً حجمی نزدیک به نان کنترل گندم (cm^3 ۲۱۶/۲۵) را ایجاد نمود. این نتایج مطابق یافته‌های لازاریدو و همکاران (۲۰۰۷) می‌باشد.

www.SID.ir

Archive of SID

این محققان اثر هیدروکلوئیدها (پکتین، CMC، آگارز، زانتان و β-گلوکان یولاف در غلظت‌های ۱ و ۲٪) را در ویژگی‌های رئولوژیکی خمیر و پارامترهای کیفی نان در فرمولاسیون نان بدون گلوتن بر پایه آرد برنج، نشاسته ذرت و کازئینات سدیم (کنترل) مورد مطالعه قرار دادند. در مطالعه این محققان با افزایش مقدار هیدروکلوئید از ۱ به ۲٪ کاهشی در حجم نان ایجاد شده است به استثناء پکتین، که منجر به افزایش حجم نان گردیده است.

در مورد گوار با افزایش غلظت از ۱ به ۲٪ حجم نان افزایش معنی‌داری ($P< ۰/۰۵$) را نشان داد، درحالی‌که افزایش بیشتر غلظت هیدروکلوئید مورد استفاده موجب کاهش حجم نان گردید، اگرچه این اختلاف معنی‌دار نمی-باشد. کاهش حجم نان در غلظت‌های بالای گوار احتمالاً می‌تواند به علت ویسکوزیته بالای خمیر باشد که مانع از اتساع خمیر در طی تخمیر و پخت می‌گردد، زیرا گوار به سهولت آب جذب کرده و موجب ویسکوزیته بالای خمیر حاصله می‌شود (فاطمی ۱۳۷۸).

در مطالعات انجام شده در محصولات بدون گلوتن با استفاده از هیدروکلوئیدهایی مانند گوار و کاراگینان، نتایج نشان داده است که غلظت بیشتر از ۱٪ هیدروکلوئید منجر به کاهش کیفیت نان می‌گردد (آرندت و بللو ۲۰۰۸). همچنین مک کارتی و همکاران (۲۰۰۵) گزارش کردند با افزایش مقدار HPMC، حجم نان بدون گلوتن بر پایه آرد برنج، نشاسته سیب زمینی و پروتئین شیر به مقدار کمی کاهش می‌یابد.

در غلظت ۱٪ هیدروکلوئید مورد استفاده، گوار نسبت به پکتین و همچنین کاراگینان افزایش بیشتری در حجم نان ایجاد کرد، اگرچه هنوز با نان کنترل گندم تفاوت بسیاری دارند. این نتایج مطابق یافته‌های گامبوس و همکاران (۲۰۰۱) می‌باشد. نتایج مطالعات کوریک و همکاران (۲۰۰۷) نیز نشان داد در میان هیدروکلوئیدهای مورد استفاده (گوار، پکتین، زانتان و سلولز) در غلظت ۳٪ بر پایه آرد برنج، گوار بیشترین حجم و بهترین الاستیسیته مغز، نرمی و تخلخل را ایجاد می‌کند.

در میان هیدروکلوئیدهای مورد بررسی در این پژوهش کاراگینان کمترین حجم نان را ایجاد کرد، که تفاوت فاحشی را با نان کنترل گندم نشان می‌دهد، اما تفاوت معنی‌داری را با نان کنترل نشاسته در هر سه غلظت مورد استفاده نشان نداد (شکل ۳). درصدهای مختلف کاراگینان مورد استفاده منجر به تغییر قابل توجهی در حجم نان نشد. این نتایج نشان می‌دهد درصدهای مختلف کاراگینان تأثیری در بهبود حجم نان بدون گلوتن ندارد. این یافته مشابه نتایج مطالعات بارسناز و همکاران (۲۰۰٤) و شارادانانت و همکاران (۲۰۰۳) است که نشان دادند κ-کاراگینان تأثیری در بهبود ویژگی‌های نان‌های منجمد ندارد.

نان حاصل از ترکیب گوار – پکتین در غلظت ۲٪، تفاوت محسوسی با نان حاصل از هر کدام از هیدروکلوئیدها به تنهایی ندارد، اما بیشتر مشابه حجم نانی است که توسط گوار ایجاد شده است. با افزایش غلظت به ۳٪ اندکی افزایش در حجم نان مشاهده می‌شود و تقریباً مشابه حجمی است که توسط پکتین در غلظت ۳٪ ایجاد شده است. ترکیب گوار – پکتین ۳٪ نیز حجمی نزدیک به نان کنترل گندم را ایجاد کرد و تفاوت معنی-داری ($P< ۰/۰۵$) با حجم نان ایجاد شده توسط گوار ۳٪ دارد. اثر سینرژیستی گوار و پکتین در مخلوط نشاسته ذرت، سیب زمینی و آرد ذرت در کیفیت نان بدون گلوتن در مطالعات گامبوس و همکاران (۲۰۰۱) گزارش شده است. این محققان مشاهده نمودند گوار نسبت به مخلوط ۱:۱ گوار – پکتین، ۹٪ و نسبت به زمانی که تنها از پکتین استفاده شود، ۱۲٪ حجم بیشتری را در نان ایجاد می‌کند.

حجم نان حاصل از ترکیب گوار - کاراگینان و پکتین - کاراگینان در غلظت‌های ۲ و ۳ درصد تفاوت معنی-داری با هم ندارند، اما با کنترل گندم تفاوت زیادی را نشان می‌دهند و موجب افزایش زیادی در حجم نان نشده‌اند (شکل ۳). حجم نان ایجاد شده توسط گوار - کاراگینان در غلظت ۲٪ مشابه حجمی است که گوار در غلظت ۲٪ ایجاد می‌کند. با افزایش غلظت به ۳٪ کاهشی

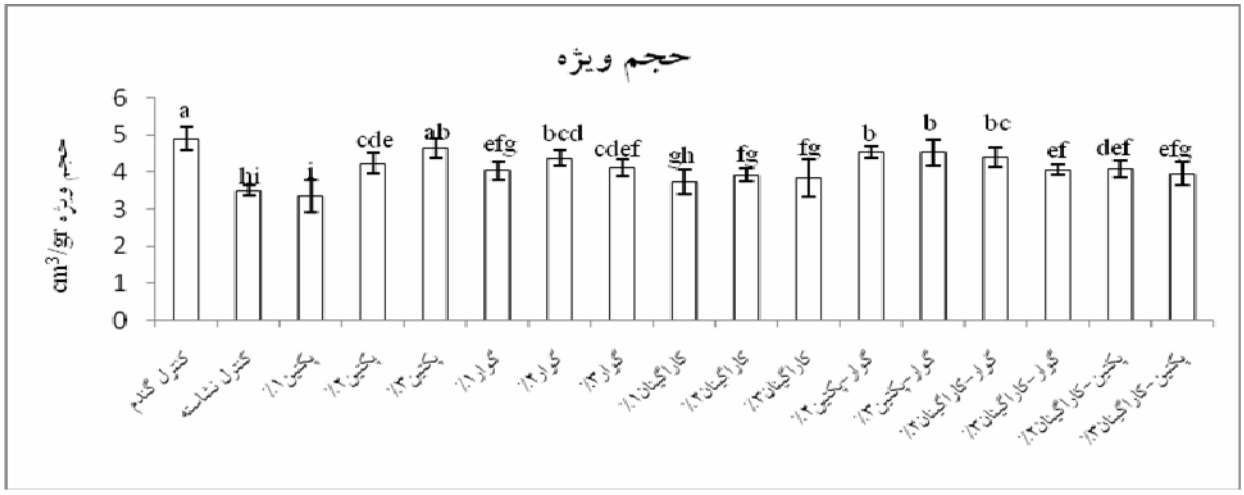
www.SID.ir

Archive of SID

در حجم نان ایجاد می‌شود و مشابه حجمی است که گوار در غلظت ۳٪ ایجاد می‌کند. در مورد پکتین – کاراگینان ۲٪ حجم ایجاد شده مشابه حجمی است که پکتین در غلظت ۲٪ ایجاد می‌کند. با افزایش غلظت به ۳٪ کاهش ناچیزی در حجم نان مشاهده می‌گردد و حجم ایجاد شده بسیار کمتر از زمانی است که پکتین در غلظت ۳٪ به تنهایی استفاده شده باشد و به طور معنی‌داری ($P< ۰/۰۵$) بیشتر از کاراگینان در غلظت ۳٪ می‌باشد. در میان تیمارهای مورد بررسی در این پژوهش تنها پکتین و ترکیبی از گوار – پکتین در غظت ۳٪ نان بدون گلوتن با حجم مشابه نان گندم را تولید کردند.

تغییرات حجم ویژه و ارتفاع نان

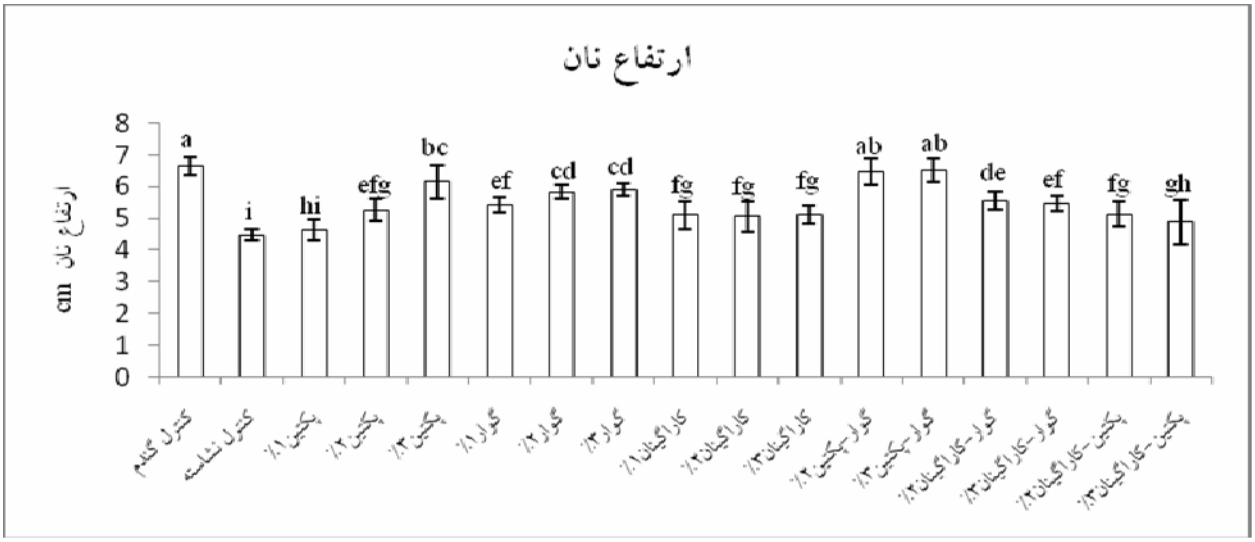
نمودار تأثیر درصدهای مختلف هیدروکلوئیدها و ترکیب آنها بر روی حجم ویژه و ارتفاع نان بدون گلوتن به‌ترتیب در شکل‌های ٤ و ٥ آمده است. همان‌طور که از این شکل‌ها و نیز نتایج ارائه شده در جدول ۲ مشاهده می‌گردد، داده‌های حجم ویژه و ارتفاع نان منطبق بر داده‌های حجم می‌باشند. بالاترین ارتفاع بدست آمده مربوط به نان کنترل گندم (٦/٦٤ cm) است (جدول ۲). در میان تیمارهای مورد بررسی تنها ترکیب گوار – پکتین در غلظت‌های ۲ و ۳٪ تفاوت معنی‌داری را با نان کنترل گندم نشان نمی‌دهند (به ترتیب ٦/٤٨ cm و ٦/٥١) و سپس پکتین ۳٪ (٦/١٦ cm) که نان با ارتفاع مشابه نان گندم را تولید می‌کنند. کمترین ارتفاع نان نیز مربوط به نان کنترل نشاسته و سپس نان حاصل از پکتین ۱٪ می‌باشد (شکل ٥).



شکل ۴- تأثیر درصدهای افزودن هیدروکلوئیدهای مختلف و ترکیب آنها بر روی حجم ویژه نان بدون گلوتن. بازه‌های اطمینان معرف انحراف معیار می‌باشند. حروف غیر مشابه نشان دهنده معنی‌دار بودن تفاوت میانگین‌ها در سطح احتمال ۵٪ خطا می‌باشند.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۵- تأثیر درصدهای افزودن هیدروکلوئیدهای مختلف و ترکیب آنها بر روی ارتفاع نان بدون گلوتن. بازه‌های اطمینان معرف انحراف معیار می‌باشند. حروف غیر مشابه نشان دهنده معنی‌دار بودن تفاوت میانگین‌ها در سطح احتمال ۵٪ خطا می باشند.

نتیجه گیری کلی

استفاده از برخی از هیدروکلوئیدها به عنوان جایگزین گلوتن در فرمولاسیون نان بدون گلوتن، اثر معنی‌داری ($P< ۰/۰۵$) بر روی حجم، حجم ویژه و ارتفاع داشت. در میان تیمارهای مورد بررسی در این مطالعه، نان کنترل نشاسته (فاقد هیدروکلوئید) کمترین حجم و ارتفاع را ایجاد کرد. با افزودن هیدروکلوئیدها به استثناء کاراگینان، افزایش قابل توجهی در ویژگی‌های کیفی نان (حجم، حجم ویژه و ارتفاع نان) مشاهده شد. درمورد پکتین و گوار با افزایش غلظت از ۱ به ۳٪، حجم و ارتفاع نان افزایش معنی‌داری ($p< ۰/۰۵$) را نشان داد، بطوریکه پکتین ۳٪ تقریباً ویژگی‌های کیفی مشابه نان کنترل گندم را ایجاد کرد. بیشترین حجم و ارتفاع نان ایجاد شده توسط هیدروکلوئیدهای مورد استفاده به‌ترتیب مربوط به پکتین ۳٪، گوار – پکتین ۳ و ۲٪ و کمترین مقدار به ترتیب مربوط به پکتین ۱٪، نان کنترل نشاسته و کاراگینان در هر سه غلظت مورد استفاده بود.

تشکر و قدردانی

نگارندگان مقاله از دانشگاه تبریز به جهت حمایت مالی برای انجام این تحقیق و از آقای دکتر سیدعباس رأفت (عضو هیأت علمی گروه علوم دامی دانشگاه تبریز) به جهت راهنمایی‌ها و کمک‌های ارزنده‌شان در انجام این پژوهش تشکر می نمایند.

www.SID.ir

Archive of SID

منابع مورد استفاده

امین پور آ. ۱۳۷٤. ارزش تغذیه‌ای نان و مناسب ترین الگوی مصرف آن در تأمین نیازمندی‌های مردم. مجموعه مقالات اجلاس تخصصی نان، پایان، رسول، انستیتو تحقیقات تغذیه‌ای و صنایع غذایی کشور، نشریه شماره ۳٦۳، تهران. صفحه ۲۸-۳۹.

تیرگر فاخری ح.، ملک زاده ر.، اکبری م. و ستوده م. ۱۳۸۳. شیوع بیماری سلیاک در بالغین شهرستان ساری، مجله علمی دانشگاه علوم پزشکی گرگان، سال ٦، شماره ۱۳: ۹٤-۱۰۰.

فاطمی ح. ۱۳۷۸. شیمی مواد غذایی. تهران: شرکت سهامی انتشار.

Arendt EK and Bello FD, 2008. Gluten- free cereal products and beverages. Food Science Technology International Series, Ireland.

Ballesteros Lopez, AC, Guimaraes Pereira, AJ and Junqueira RG, 2004. Flour mixture of rice flour, corn and cassava starch in the production of gluten-free white bread. Braz Archives Biological Technology 47: 63-70.

Barcenas ME, Benedito C and Rosell CM, 2004. Use of hydrocolloids as bread improvers in interrupted baking process with frozen storage. Food Hydrocolloids 18: 769-774.

Brites, C., Trigo, M.G., Santos, C., Collar, C., and Rosell, C.M. 2008. Maize-based gluten-free bread: influence of processing parameters on sensory and instrumental quality. Food Bioprocess Technology 3:707-715.

Curic D, Novotni D, Tusak D, Bauman I and Gabric D, 2007. Gluten-free bread production by the corn meal and soybean flour extruded blend usage. Agricultural Conspectus Scientificus 72: 227-232.

Gallagher E, Gormley TR and Arendt EK, 2004. Recent advances in the formulation of gluten-free cereal-based products. Trends in Food Science and Technology 15: 143-152.

Gambus H, Nowotna A, Ziobro R, Gumul D and Sikora M, 2001. The effect of use of guar gum with pectin mixture in gluten-free bread. Electronic Journal of Polish Agricultural Universities 4:art 09.

Gambus H, Sikora M and Ziobro R, 2007. The effect of composition of hydrocolloids on properties of gluten-free breads. ACTA Scientiarum Polonorum - Technologia Alimentaria 6: 61-74.

Gobbetti M, Giuseppe Rizzello C, Di Cagno R and De Angelis M, 2007. Sourdough lactobacilli and celiac disease. Food Microbiology 24: 187-196.

Kohajdova Z and Karovicova J, 2009. Application of hydrocolloids as baking improvers. Chemical Papers 63: 26-38.

Koning F, Gilissen L and Wijmenga C, 2005. Gluten: A two-edged sword. Immuno-pathogenesis of celiac disease. Springer Seminars in Immunopathology 27: 217-232.

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.

Marco C and Rosell CM, 2008. Breadmaking performance of protein enriched, gluten-free breads. European Food Research Technology 227: 1205-1213.

McCarthy DF, Gallagher E, Gormley TR, Schober TJ and Arendt EK, 2005. Application of response surface methodology in the development of gluten-free bread. Cereal Chemistry 82: 609-615.

www.SID.ir

Archive of SID

Nunes MHB, Moore MM, Ryan LAM and Arendt EK, 2009. Impact of emulsifiers on the quality and rheological properties of gluten-free breads and batters. European Food Research Technology 228: 633-642.

Pruska-Kedzior A, Kedzior Z, Goracy M, Pietrowska K, Przybylska A and Spychalska K, 2008. Comparison of rheological, fermentative and baking properties of gluten-free dough formulations. European Food Research Technology 227: 1523-1536.

Sharadanant R and Khan K, 2003. Effect of hydrophilic gums on the quality of frozen dough: II. bread characteristics. Cereal Chemistry 80: 773-780.

www.SID.ir