Archive of SID

مجله پژوهش‌های صنایع غذایی/ جلد 3/ 20 شماره 1/ سال 1389

تأثیر افزودن هیدروکلوئیدهای مختلف روی ویژگی‌های حسی و بیاتی نان بدون گلوتن

نسیم ابراهیم‌پور[1]، سیدهادی پیغمبردوست[2*]، صدیف آزادمرد دمیرچی[2]، بابک قنبرزاده[2]

تاریخ دریافت: 88/09/23 تاریخ پذیرش: 89/03/11

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

2- عضو هیات علمی گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

* مسئول مکاتبه :Email: peighambardoust@tabrizu.ac.ir

چکیده

در این پژوهش تأثیر سه نوع هیدروکلوئید پکتین، گوار و کاراگینان در غلظت‌های 1، 2 و 3 درصد (وزنی – وزنی بر اساس آرد) و ترکیبی از آنها در دو غلظت 2 و 3 درصد (وزنی – وزنی بر اساس آرد) بر ویژگی‌های حسی و قابلیت ماندگاری نان بدون گلوتن حاصل از نشاسته گندم مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج نشان داند که هر سه هیدروکلوئید مورد استفاده در غلظت 1% محصولی تولید نمودند که قابلیت پذیرش حسی آن در روز اول نگهداری توسط داوران آموزش دیده بر اساس نمره کلی ارزشابی حسی مشابه با نان کنترل گندم بود. در روز دوم نگهداری کاهش نسبتاً شدیدی در امتیاز حسی تمام تیمارها مشاهده شد، اما همچنان امتیاز حسی اکثر تیمارها به غیر از پکتین 3% و نان کنترل نشاسته مورد قبول بوده و در محدوده مطلوب قرار گرفت. در روز سوم نگهداری، در همه تیمارها بجز گوار 2 و 3%، کارگینان 2%، گوار- پکتین 2 و 3%، گوار – کارگینان 3% و پکتین- کارگینان 3% امتیاز کلی ازریابی حسی نان کاهش معنی داری (با احتمال 95 درصد) نسبت به نان تازه تهیه شده از همان تیمارها نشان داد. تیمارهای ترکیبی گوار – پکتین، گوار – کاراگینان و پکتین - کاراگینان در هر دو غلظت 2 و 3 درصد، نسبت به زمانی که این هیدروکلوئیدها به تنهایی در تهیه نان بدون گلوتن مورد استفاده قرار گرفتند، تولید نان‌های با امتیاز حسی بالاتر، با حداقل میزان بیاتی و بافت نرم تری نان نمودند. نان‌های بدون گلوتن حاوی هیدروکلوئید در مجموع نسبت به نان گندم از قابلیت ماندگاری کمتری برخوردار بودند. در میان هیدروکلوئیدهای مورد بررسی در این پژوهش ترکیب گوار – پکتین در غلظت‌های 2 و 3% نان بدون گلوتن با ویژگی‌های حسی خوب و با ماندگاری بالا تولید کردند، در حالی‌که نان کنترل نشاسته، پکتین 1% و کاراگینان 3% سریع‌تر از سایر تیمارها بیات شدند.

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

www.SID.ir

Archive of SID

Effects of incorporating different hydrocolloids on sensory characteristics and staling of gluten free bread

N Ebrahimpour [1], SH Peighambardoust [2]*, S Azadmard-Damirchi[2] and B Ghanbarzadeh[2]

Received 14 Desember 2009; Accepted 1 June 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, Email: peighambardoust@tabrizu.ac.ir

Abstract

Effect of three different hydrocolloids, pectin, guar and carrageenan in a concentration of 1, 2 and 3% (w/w flour basis) and also their combination in concentration of 2 and 3% (w/w flour basis) on sensory characteristics and shelf life of gluten-free breads was evaluated. The results showed that all hydrocolloids used in a concentration 1% produced gluten-free breads with acceptable sensory characteristics in the first day of evaluation, compared to those of control bread (made from wheat flour). In the second day of evaluation, a relatively sensible reduction in the sensory scores of gluten-free breads produced from all hydrocolloids was observed. Nevertheless, the sensory scores of all treatments except pectin 3% and wheat starch control were in an acceptable range. However, storage for the third day caused a significant ($\alpha<0.05$) reduction in the sensory scores of gluten-free breads compared to those of fresh samples, except for guar 2 and 3%, carrageenan 2%, guar-pectin 2 and 3%, guar-carrageenan 3% and pectin-carrageenan 3% treatments. Gluten-free breads produced from a combination of hydrocolloids such as guar-pectin, guar-carrageenan and pectin-carrageenan in both 2 and 3% concentrations received the highest sensory scores and remained more fresh, compared to those produced from single hydrocolloids. In general, gluten-free breads containing hydrocolloids remained less fresh compared to control breads. Among hydrocolloids evaluated in this study, guar-pectin 2 and 3% produced gluten-free breads with desired sensory characteristics and staling scores. Whereas, breads made from starch, pectin 1% and carrageenan 3% showed a rapid staling.

Keywords: Gluten free bread, Quality, Hydrocolloid, Pectin, Carrageenan, Guar

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

سلیاک بیماری مزمنی است که در اثر دریافت پروتئین گلوتن از منابع غذایی مانند گندم، چاودار، جو و یولاف حاصل شده و یکی از رایج‌ترین حساسیت‌های غذایی محسوب می‌گردد (تامسون 2001). از آنجائی‌که تنها معالجه مؤثر این بیماران، رژیم بدون گلوتن در تمام عمر می‌باشد که می تواند به بهبود بالینی آنها کمک نماید، تقاضا برای مصرف محصولات فاقد گلوتن به موازات افزایش بیماران مبتلا به سلیاک یا دیگر حساسیت‌های به مصرف گلوتن، افزایش یافته است (گالاگر و همکاران 2004).

با توجه به اینکه گلوتن جزء ضروری ساختار نان است، عمده‌ترین مشکل تکنولوژیکی، حذف گلوتن و جایگزین کردن آن با ترکیبات دیگر می‌باشد. گلوتن مسئول ویژگی‌های ویسکوالاستیک خمیر جهت تولید نان با کیفیت خوب می‌باشد (لازاریدو و همکاران 2007). غیاب پروتئین گلوتن در فرمول نان منجر می‌شود تا نان‌های بدون گلوتن بافت داخلی ضعیف‌تری داشته و سریعتر بیات شوند و همچنین موجب مقاومت کمتر خمیر به عملیات مکانیکی و تغییرات انجام گرفته در فرآیند تخمیر می‌شود (آهلبورن و همکاران 2005). نان‌های فاقد گلوتن اغلب بافت داخلی زبر، حجم کم و کیفیت کلی پایینی دارند و در نهایت مقبول نمی باشند.

برای غلبه بر مشکلات مذکور، می‌توان از هیدروکلوئیدها بجای گلوتن استفاده کرد. هیدروکلوئیدها دسته ای از افزودنی‌ها می‌باشند که بطور گسترده در صنعت غذا مورد استفاده قرار می‌گیرند. این ترکیبات عموماً صمغ نامیده می‌شوند. هیدروکلوئیدهای غذایی یا صمغ‌ها، بیوپلیمرهای هیدروفیلیک با وزن مولکولی بالا می‌باشند که به عنوان ترکیبات عملگرا در صنعت غذا مورد استفاده قرار می‌گیرند. هیدروکلوئیدها به منظور کنترل جذب آب و در نتیجه بهبود رئولوژی خمیر، بهبود زمان ماندگاری بواسطه حفظ محتوی رطوبت و به تأخیر انداختن بیاتی به محصولات پخت اضافه می‌گردند. افزودن هیدروکلوئیدها به خمیر، کیفیت نان را بهبود داده و در نتیجه محصول نهایی نرمتر و زمان ماندگاری آن طولانی‌تر می‌گردد (کوهاجدوا و کارورویکوا 2009). جذب رطوبت توسط هیدروکلوئیدها موجب حفظ محتوی رطوبت بالاتر در محصول نهایی شده و در نتیجه رتروگراداسیون نشاسته و سفت شدن بافت داخلی کاهش یافته و در مجموع کیفیت محصول بهبود می‌یابد. به همین علت هیدروکلوئیدها به عنوان جایگزین گلوتن در فرمولاسیون نان بدون گلوتن مورد استفاده قرار می‌گیرند (کوهاجدوا و کارورویکوا 2009 و روسل و همکاران 2001).

صمغ‌ها و قوام دهنده‌ها در فرمولاسیون نان‌های بدون گلوتن با هدف تشکیل ژل و قوام دهندگی، نگهداری آب و بهبود بافت استفاده می‌شوند (گالاگر و همکاران 2004). در سال‌های اخیر اثر بهبود دهندگی هیدروکلوئیدها در نان بدون گلوتن توسط محققان متعددی گزارش شده است (مور و همکاران 2004، پروسکا-کدزیور و همکاران 2008، لازاریدو و همکاران 2007، اهلبورن و همکاران 2005، مارکو و روسل 2008 و گامبوس و همکاران 2001).

با توجه به نیاز بیماران سلیاکی در کشور ما به نان بدون گلوتن از یک طرف و فقدان تولید تجارتی و پیوسته نان بدون گلوتن در کشور از طرف دیگر، پژوهش حاضر سعی در ارائه فرمولاسیون مناسب برای تولید نان حجیم بدون گلوتن نموده است. در این پژوهش سعی گردید تأثیر سه نوع هیدروکلوئید (پکتین، گوار و کاراگینان) در سه غلظت (1، 2 و 3%) و ترکیب آنها در دو غلظت (2 و

www.SID.ir

Archive of SID

3%) بر روی ویژگی‌های حسی و ماندگاری نان حجیم بدون گلوتن مورد بررسی قرار گیرد و بهترین نوع و درصد هیدروکلوئید به منظور تولید نان حجیم بدون گلوتن با ویژگی‌های حسی مطلوب و ماندگاری بالا انتخاب گردد.

مواد و روش‌ها

مواد

نشاسته گندم (از شرکت چی چست، ارومیه)، آرد گندم (از شرکت آرد اطهر مراغه)، هیدروکلوئیدها شامل پکتین (PROVIaddPEC1903، پروویسکو، سوئد)، گوار (PROVIgel NAG 755، پروویسکو، سوئد)، کاراگینان (PROVALA BG 126 ، پروویسکو، سوئد)، کازئینات سدیم حاوی 90% پروتئین (از شرکت کازئینات ایران، تهران)، شیر خشک 2/5% 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 (از نوع نمک تصفیه شده کریستال بدون ید) از بازار محلی تهیه گردید.

فرمولاسیون نان بدون گلوتن

فرمولاسیون نان بدون گلوتن در جدول 1 نشان داده شده است.

پکتین، گوار و کاراگینان در غلظت‌های 1، 2 و 3% و ترکیبی از آنها (گوار - پکتین، گوار – کاراگینان و پکتین – کاراگینان) در غلظت‌های 2 و 3%، در فرمولاسیون جدول 1 به عنوان هیدروکلوئید استفاده گردید. 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 1% هیدروکلوئید، 87% تعیین گردید. با افزایش غلظت هیدروکلوئید به 2 و 3%، مقدار آب به ترتیب به 90 و 93% افزایش یافت، زیرا افزایش غلظت هیدروکلوئید منجر به افزایش ویسکوزیته و سفت شدن خمیر حاصله گردید.

جدول 1- فرمولاسیون نان بدون گلوتن

ترکیبات فرمول نان	درصد در فرمولاسیون
نشاسته گندم	100
کازئینات سدیم	10
شیرخشک کامل	2
نمک طعام	1/5
روغن گیاهی	3
مخمر نانوایی	2/5
شکر	2
هیدروکلوئید	3-1 (بسته به نوع هیدروکلوئید درفرمول)
آب	87- 93 (بسته به نوع و مقدار هیدروکلوئید)

www.SID.ir

Archive of SID

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 2 کیلوگرمی Clatronic مدل KM3067 تهیه شد. برای تهیه خمیر از 2% مخمّر نانوایی ، 2% نمک طعام، 0/3% بهبود دهنده نانوایی و 60 % آب بازاء آرد مصرفی استفاده گردید. بعد از سپری شدن دوره‌های تخمیر اولیه (30 دقیقه، دمای 30 درجه سانتیگراد، رطوبت نسبی 75%)، تخمیر میانی (15 دقیقه، دمای 30 درجه سانتیگراد، رطوبت نسبی 80%) و تخمیر نهایی (60 دقیقه، دمای 35 درجه سانتیگراد، رطوبت نسبی 90%)، پخت نان از 60 گرم خمیر در قالب‌های کوچک به ابعاد 35×40×80 میلی‌متر که دیواره آنها چرب شده بود، به مدت 30 دقیقه در دمای 170 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 تخمیر و پخت نان حجیم کوچک به طور خلاصه به صورت زیر می باشد: مخلوط کردن مواد اولیه - تخمیر اولیه - چانه گیری - رول کردن – تخمیر میانی - قرار دادن در قالب - تخمیر نهایی - پخت– 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 ولرم حاوی اندکی ساکارز (یک دانه حبه قند) که به مدت 15 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 1 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 اسپیرال 2 کیلوگرمی Clatronic مدل KM3067 تهیه شد. تمامی ترکیبات با سرعت 1 مخلوط کن (60 rpm) به مدت 4 دقیقه مخلوط شدند. مدت زمان مخلوط شدن با ارزیابی تجربی قوام خمیر حاصله معین گردید. سپس خمیر به مقدار 60 گرم وزن شده و در قالب‌های کوچک از جنس ورق گالوانیزه به ابعاد 35×40×80 میلی‌متر که دیواره آنها چرب شده بود، ریخته شد. قالب‌ها در محفظه تخمیر در دمای 40°C و رطوبت نسبی 85 % به مدت 40 دقیقه قرار داده شدند. عمل پخت در دمای 190°C به مدت 25 الی 30 دقیقه در دستگاه فر کارگاهی (ساخت شرکت Voss آلمان مجهز به محفظه‌های جداگانه تخمیر و پخت با قابلیت تزریق بخار فشرده) 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.

ارزیابی حسی نان

در این مطالعه به منظور مقایسه تیمارهای مختلف، خصوصیات مورد نظر (فرم و شکل نان، شدت رنگ پوسته، نرمی مغز نان، خاصیت ارتجاعی، پوکی و تخلخل، وجود یا عدم وجود حفره، رنگ مغز نان، قابلیت جویدن و بو، طعم و مزه نان) توسط ده نفر ارزیاب آموزش دیده به روش هدونیک پنج نقطه‌ای (1 = غیر قابل قبول، 5 = خیلی خوب) مورد ارزیابی قرار داده شد (پیغمبردوست و همکاران، 1389). ارزیاب‌ها طی چند جلسه برای این منظور تعلیم دیدند. آموزش مورد نظر با توجه به ویژگی-های مورد ارزیابی در فرم‌های ارزشیابی با توضیح دادن

www.SID.ir

Archive of SID

نکات لازم و تعاریف موجود از خصوصیات قابل اندازه گیری انجام گردید. ارزیابی حسی کلیه نان‌ها طی سه روز (2، 24 و 48 ساعت پس از پخت) و نگهداری آنها در بسته بندی‌های مناسب در دمای اتاق، انجام گردید.

بررسی سفتی بافت مغز نان

سفتی بافت داخلی نان طبق استاندارد AACC 09-74 با استفاده از دستگاه اندازه گیری بافت اینسترون مدل 1140 مجهز به load cell 5 نیوتنی و پروب استوانه ای با قطر 24 میلی‌متر انجام گرفت. سرعت حرکت چارت 500 میلی‌متر در دقیقه و سرعت حرکت crosshead 100 میلی‌متر در دقیقه (نسبت سرعت چارت به crosshead 5 به 1) انتخاب گردید. ضخامت برش‌های نان به همراه پوسته پیرامون آن 25 میلی‌متر بوده و میزان فشردگی تا 40% ارتفاع اولیه تکه نان تعیین گردید. این آزمون در طی سه روز (2، 24 و 72 ساعت پس از پخت) انجام شد.

طرح آماری

در این تحقیق کلیه آزمون‌ها در سه تکرار انجام گرفت. داده‌های حاصل از آزمایش‌ها با استفاده از طرح کاملاً تصادفی بصورت آشیانه‌ای (اثر تیمار در داخل زمان) تجزیه و تحلیل شدند. آنالیز واریانس و مقایسه میانگین تیمارها با استفاده از رویه GLM[1] نرم‌افزار SAS انجام گرفت. آزمون مقایسه میانگین‌ها با آزمون توکی در سطح احتمال 5% انجام گرفت.

نتایج و بحث

تأثیر هیدروکلوئیدها در ارزیابی حسی نان بدون گلوتن

نتایج مقایسه میانگین داده‌های مربوط به امتیاز کلی ارزیابی حسی نمونه‌های نان در طی سه روز نگهداری در جدول 2 و شکل 1 آورده شده است.

نتایج مقایسه میانگین داده‌های مربوط به خواص حسی نمونه‌های نان در روز اول نشان می‌دهد که تمامی تیمارهای حاوی هیدروکلوئید امتیاز بالای 3 را دریافت کرده‌اند و از نظر امتیاز حسی در محدوده خوب قرار دارند. هر سه هیدروکلوئید پکتین، گوار و کاراگینان در غلظت پائین نان بدون گلوتنی تولید نمودند که قابلیت پذیرش حسی آن توسط داوران آموزش دیده بر اساس نمره کلی ارزشابی حسی برابر با نان کنترل گندم بوده و از لحاظ آماری (در سطح 5%) اختلاف معنی داری با نمونه شاهد نشان نداد. این امر حاکی از آن است که تغییرات انجام گرفته در نان در روز اول توسط داوران حائز اهمیت تشخیص داده نشده و لذا کاهش نمره کیفی دیده نشد. در میان هیدروکلوئیدهای مورد استفاده در غلظت‌های مختلف، تنها گوار در غلظت 3% اختلاف معنی‌داری با نان کنترل گندم نشان داد. بقیه تیمارها تفاوت معنی‌داری با نان کنترل گندم ندارند.

در مورد تیمارهای ترکیب صمغ‌ها، بالاترین امتیازات در روز اول ارزیابی به ترتیب مربوط به ترکیب پکتین- کاراگینان 2%، گوار– کاراگینان 3%، پکتین - کاراگینان 3%، گوار– پکتین 2% و 3% و پکتین 2% می‌باشد. ترکیب گوار – پکتین، گوار – کاراگینان و پکتین - کاراگینان در هر دو غلظت 2 و 3% ، نسبت به زمانی که این هیدروکلوئیدها به تنهایی مورد استفاده قرار گیرند، امتیاز حسی بیشتری را در نان ایجاد می‌کنند، اگرچه از نظر آماری اختلاف معنی‌دار ($p< 0/05$) تنها در مورد گوار– کاراگینان 3% و پکتین- کاراگینان 3% با کاراگینان 3% مشاهده گردید (شکل 1).

[1] General linear model

www.SID.ir

Archive of SID

جدول 2- مقایسه میانگین داده‌های مربوط به نمره نهایی ارزیابی حسی تیمارهای آزمایشی طی سه روز نگهداری

تیمارهای آزمایشی	روز اول ارزیابی	روز دوم ارزیابی	روز سوم ارزیابی
نان کنترل آرد گندم	4/64 ± 0/14 a1	3/85 ± 0/13 abc	3/80 ± 0/14 a
نان نشاسته بدون هیدروکلوئید	4/03 ± 0/13 ab	2/79 ± 0/13 f	2/14 ± 0/13 c
پکتین 1%	4/13 ±0 /13 ab	4/09 ± 0/13 a	2/59 ± 0/13 bc
پکتین 2%	4/28 ± 0/13 ab	3/52 ± 0/13 abcdef	2/72 ± 0/13 bc
پکتین 3%	3/93 ± 0/13 ab	2/92 ± 0/13 ef	2/64 ± 0/13 bc
گوار 1%	4/11 ± 0/13 ab	3/21 ± 0/13 cdef	2/63 ± 0/22 bc
گوار 2%	4/04 ± 0/13 ab	3/21 ± 0/13 cdef	3/01 ± 0/17 ab
گوار 3%	3/87 ± 0/13 b	3/44 ± 0/13 abcdef	2/99 ± 0/13 b
کاراگیان 1%	4/22 ± 0/13 ab	3/25 ± 0/13 bcdef	2/62 ± 0/13 bc
کاراگینان 2%	3/90 ± 0/13 ab	3/32 ± 0/14 bcdef	2/83 ± 0/13 bc
کاراگینان 3%	3/93 ± 0/13 ab	3/05 ± 0/13 cdef	2/45 ± 0/14 bc
گوار- پکتین 2%	4/31 ± 0/14 ab	3/53 ± 0/15 abcdef	3/04 ± 0/18 ab
گوار- پکتین 3%	4/43 ± 0/13 ab	3/70 ± 0/13 abcd	3/17 ± 0/13 ab
گوار – کاراگینان 2%	4/15 ± 0/13 ab	3/01 ± 0/13 def	2/84 ± 0/13 bc
گوار – کاراگینان 3%	4/51 ± 0/13 ab	3/97 ± 0/13 ab	3/11 ± 0/13 ab
پکتین – کاراگینان 2%	4/59 ± 0/13 ab	3/58 ± 0/14 abcde	2/96 ± 0 /13 b
پکتین – کاراگینان 3%	4/49 ± 0/13 ab	3/78 ± 0/13 abc	3/17 ± 0/14 ab

1- نتایج حاصل از میانگین سه تکرار بعلاوه منهای انحراف معیار.

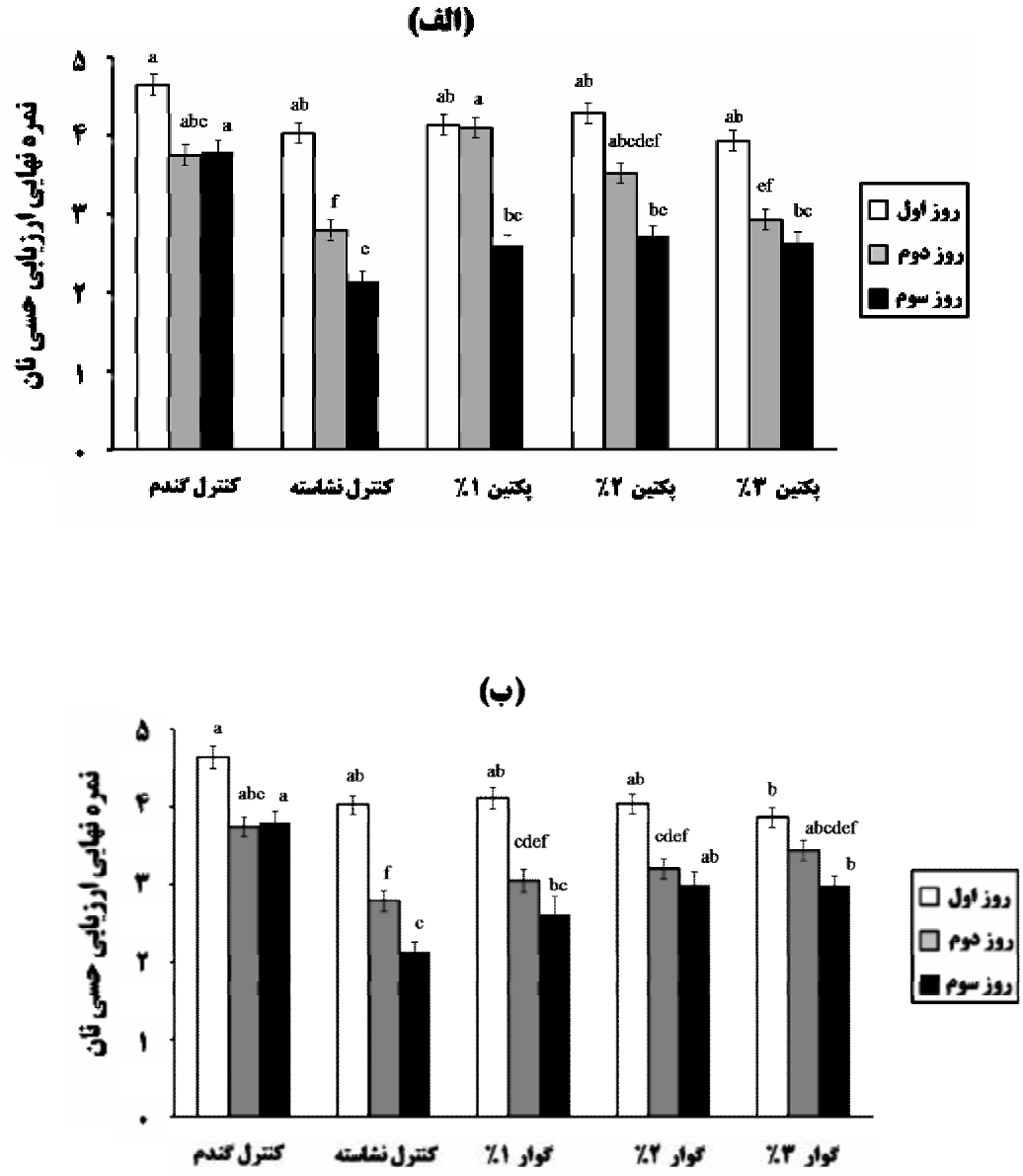
a-f در هر ستون نشان دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح 5%

این نتایج با یافته‌های گامبوس و همکاران (2001) مطابقت دارد. محققین فوق نتیجه گرفتند که ترکیب گوار- پکتین به نسبت 1:1 موجب امتیاز حسی بهتری در نان بدون گلوتن می‌شود.

در روز دوم کاهش نسبتاً شدیدی در امتیاز حسی تمام تیمارها مشاهده شد، اما همچنان امتیاز حسی اکثر تیمارها به غیر از پکتین 3% و نان کنترل نشاسته مورد قبول می‌باشد و در محدوده خوب قرار دارد. در روز دوم بالاترین امتیاز حسی مربوط به پکتین در غلظت 1% می‌باشد که حتی از نان کنترل گندم نیز امتیاز بالاتری را کسب کرده است، اما تفاوتها معنی‌دار نمی‌باشد. نان کنترل نشاسته، پکتین 3% و گوار – کاراگینان 2%، تفاوت معنی‌داری ($p< 0/05$) با نان کنترل گندم نشان دادند و کمترین امتیاز حسی را دریافت نمودند (شکل 1). نان کنترل نشاسته روند کاهشی شدیدی را نشان می‌دهد که می‌تواند به علت عدم حضور هیدروکلوئید باشد. در مورد پکتین و کاراگینان با افزایش غلظت، امتیاز حسی روند کاهشی را نشان می‌دهد، اما در سایر موارد افزایش مشاهده شده است.

www.SID.ir

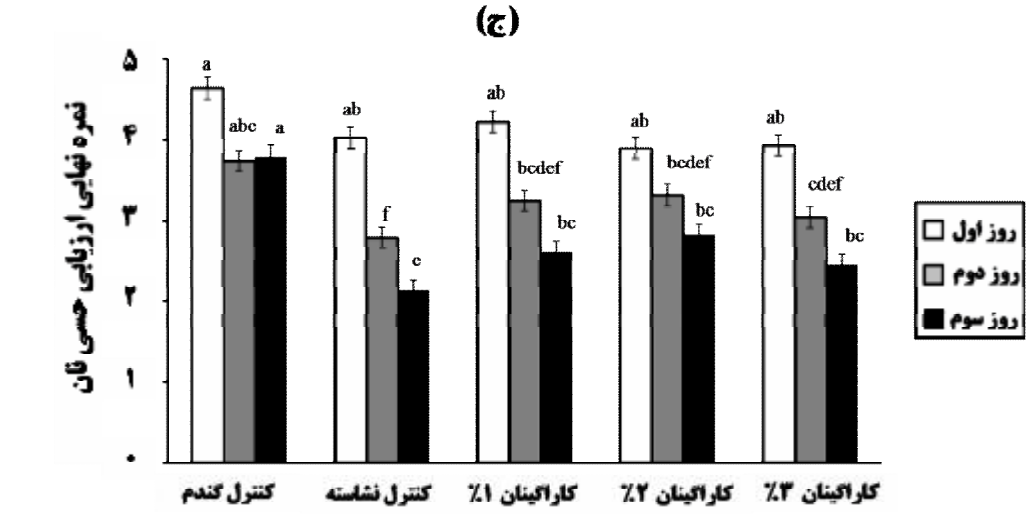
Archive of SID

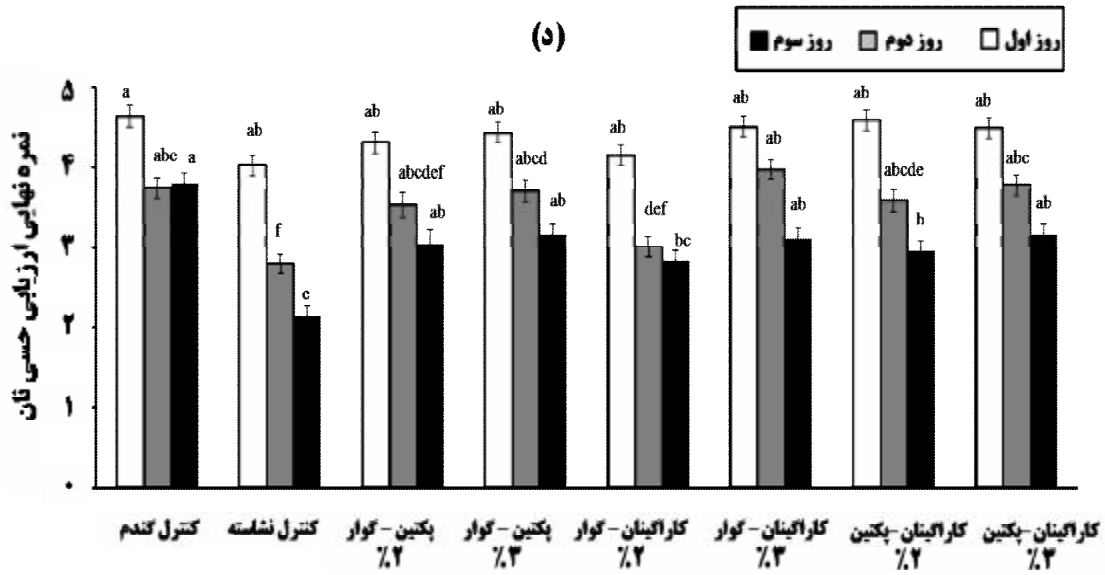


شکل1-الف و ب. تأثیر افزودن درصدهای مختلف پکتین و گوار بر امتیاز نهایی (0 تا 5) ارزیابی حسی نان‌های بدون گلوتن در روزهای نگهداری مختلف. بازه‌های اطمینان معرف انحراف معیار می‌باشند. حروف غیر مشابه a-f نشان دهنده معنی‌دار بودن تفاوت میانگین‌ها در سطح احتمال 5% می‌باشند.

www.SID.ir

Archive of SID





شکل1- ج و د. تأثیر افزودن کاراگینان و ترکیب هیدروکلوئیدها در درصدهای مختلف بر امتیاز نهایی (0 تا 5) ارزیابی حسی نان‌های بدون گلوتن در روزهای نگهداری مختلف. بازه‌های اطمینان معرف انحراف معیار می‌باشند. حروف غیر مشابه a-f نشان دهنده معنی‌دار بودن تفاوت میانگین‌ها در سطح احتمال 5% می‌باشند.

در روز سوم نگهداری، کاهش نسبی اما غیرمعنی داری در امتیاز کلی ارزیابی حسی نان کنترل گندم دیده شد (شکل 1). این کاهش در نمونه نان کنترل نشاسته بسیار شدید و معنی دار بود. با افزودن هیدروکلوئیدها در تیمارهای مورد آزمون نتایج متفاوتی بسته به نوع صمغ مورد استفاده ملاحظه شد. بدین ترتیب که در همه تیمارها

www.SID.ir

Archive of SID

بجز گوار 2 و 3%، کارگینان 2%، گوار- پکتین 2 و 3%، گوار – کارگینان 3% و پکتین- کارگینان 3% امتیاز کلی ازریابی حسی نان کاهش معنی داری (با احتمال 95 درصد) نسبت به روز اول همان تیمارها نشان داد.

نتایج نشان داد که نمونه‌های نان بدون گلوتن تولید شده از ترکیب هیدروکلوئیدها از نظر ویژگی‌های حسی بهتر می‌باشند (جدول 2). احمدی و همکاران (2006) نشان دادند در میان هیدروکلوئیدهای مورد استفاده (گوار، خرنوب، زانتان و کربوکسی متیل سلولز CMC)، صمغ گوار کمترین نرخ بیاتی را در نان گندم ایجاد می‌کند. صمغ گوار از طریق اتصال به نشاسته و احتمالاً به وسیله ممانعت از رتروگراداسیون آمیلوپکتین بیاتی نان را به تأخیر می اندازد (کوهاجدوا و کارووِیکوا 2009).

همانطور که مشاهده گردید با افزایش زمان نگهداری در کلیه نمونه‌ها امتیازات حسی داده شده توسط داوران کاهش یافت. این کاهش در نان‌های بدون گلوتن نسبت به نان کنترل گندم شدیدتر می‌باشد که به علت بیاتی شدیدی است که در این نان‌ها در اثر عدم حضور گلوتن رخ می-دهد. در طی نگهداری نان، رطوبت مغز به علت مهاجرت رطوبت از مغز به پوسته، کاهش می‌یابد. از آنجا که شبکه گلوتن در نان گندم حرکت آب را کند می‌کند، بنابراین غیاب گلوتن در نان بدون گلوتن منجر به تسهیل مهاجرت رطوبت از مغز به پوسته و در نتیجه بیاتی سریعتر این نان‌ها می-شود (مک کارتی و همکاران 2005).

محصولات بدون گلوتن عمدتاً عطر و طعم ضعیفی دارند، بافت داخلی آنها خرد شونده و خشک بوده و سریع-تر از نان‌های گندم سفت می‌شوند (گامبوس و همکاران 2001). آرندت و همکاران (2008) به این نتیجه رسیدند که بیشتر محصولات بدون گلوتن در مقایسه با نان گندم کیفیت پائینی دارند که به حجم و بافت داخلی آنها مربوط می‌شود. توفیلی و همکاران (1994) با استفاده از روش پاسخ سطح[1]، اثر متیل سلولز (MC)، صمغ عربی و آلبومین تخم مرغ را بر ویژگی‌های حسی نان‌های مسطح بدون گلوتن با پایه آرد برنج و نشاسته ذرت ژلاتینه شده و آرد ذرت بررسی کردند. MC و آلبومین تخم مرغ به عنوان تعیین کننده‌های اصلی کیفیت حسی محصول شناسایی شدند. استفاده از 3% صمغ عربی و 2 الی 4% MC و آلبومین تخم مرغ منجر به تولید نان بدون گلوتن با کیفیت مشابه نان گندم شدند.

بعضی افزودنی‌ها مانند پروتئین‌های شیر (کازئینات سدیم) که به عنوان بهبود دهنده‌های نان بدون گلوتن مورد استفاده قرار می‌گیرند، می‌توانند مقبولیت نان را افزایش دهند. افزودن پودرهای لبنی موجب افزایش امتیاز مقبولیت نان‌های بدون گلوتن می‌شوند (گالاگر و همکاران 2003). البته باید توجه شود که ممکن است پانلیست‌های غیر سلیاکی امتیاز کمتری به نان‌های بدون گلوتن بدهند. استفاده از پانلیست‌های سلیاکی که بیشتر به خصوصیات حسی محصولات بر پایه نشاسته آشنا هستند، برای این منظور مناسب‌تر می‌باشند (نیشیتا و همکاران 1976).

تأثیر هیدروکلوئیدها در سفتی بافت مغز نان بدون گلوتن

اندازه گیری میزان سفتی بافت مغز نان با استفاده از دستگاه اینسترون در طی سه روز نگهداری نان‌ها انجام گرفت. نتایج مقایسه میانگین داده‌های مربوط به سفتی بافت مغز نان در جدول 3 و شکل 2 نشان داده شده است. همان‌طورکه از این جدول و شکل ملاحظه می‌شود در طی نگهداری نان، بافت مغز نان سفت می‌شود. نتایج مقایسه میانگین داده‌های مربوط به سفتی بافت مغز نان نشان داد که در روز اول تفاوت معنی‌داری($p< 0/05$) در سفتی بافت مغز نمونه‌های نان وجود ندارد. در روز دوم افزایش در

[1] Response surface methodology

www.SID.ir

Archive of SID

سفتی تمام تیمارها مشاهده شد. کمترین افزایش مربوط به پکتین 3% (0/23 N)، گوار – پکتین 3% (0/27 N) و پکتین 2% (1/31 N) و بیشترین افزایش در سفتی بافت مغز نان مربوط به کاراگینان 1% (5/94 N) و کاراگینان 3% (5/77 N) است که اختلاف معنی‌داری ($p< 0/05$) را با نان کنترل گندم نشان دادند (جدول 3). گوردا و همکاران (2004) اثر هیدروکلوئیدها (آلژینات سدیم، زانتان، κ-کاراگینان و هیدروکسی پروپیل متیل سلولز HPMC) را در کیفیت نان گندم تازه و تأثیر آنها را در بیاتی نان مورد بررسی قرار دادند. HPMC و آلژینات سدیم کمترین مقدار سفتی مغز را نشان دادند. اما زانتان و کاراگینان موجب افزاش سفتی مغز نان شدند، که می‌تواند به علت ظرفیت پائین نگهداری آب توسط کاراگینان باشد.

با افزایش غلظت پکتین از 1 به 3% کاهش معنی‌داری ($p< 0/05$) در سفتی نان مشاهده شد. در حالیکه در مورد گوار با افزایش غلظت به 3% افزایش در سفتی نان ایجاد شد. این نتایج مطابق یافته‌های گامبوس و همکاران (2001) می‌باشد. این محققین گزارش کردند که در طی نگهداری، بافت مغز نان حاوی گوار نسبت به پکتین سفت‌تر بود که می تواند به علت ظرفیت بالای نگهداری آب گوار باشد، در نتیجه آب متصل شده در طی تهیه خمیر، هنگام پخت آزاد شده و ژلاتیناسیون نشاسته راحت‌تر صورت می‌گیرد. آمیلوز و بدنبال آن آمیلوپکتین از گرانولهای نشاسته خارج شده و در هنگام پخت یا در طی سرد شدن نان‌ها، آمیلوز رتروگراد شده و در نتیجه موجب سفتی بافت مغز نان می-گردد (مور و همکاران، 2007).

در میان تیمارهای مورد بررسی کاراگینان در هر سه غلظت مورد استفاده بیشترین مقدار سفتی بافت مغز را نشان داد. گوار - پکتین 2% تفاوت معنی‌داری را با هر یک از این هیدروکلوئیدها به تنهایی نشان نداد. با افزایش غلظت به 3% کاهش معنی‌داری در سفتی بافت مغز نان حاصل شد. تیمارهای گوار - کاراگینان2% و پکتین – کاراگینان 2% کاهش معنی‌داری را نسبت به کاراگینان2% نشان داند، با افزایش غلظت به 3% نیز نسبت به زمانی که تنها از کاراگینان 3% استفاده شده است کاهش معنی‌داری در سفتی بافت مغز نان مشاهده شد (جدول 3).

طی مطالعات گامبوس و همکاران (2001) مشخص شد نان حاوی مخلوط گوار و پکتین نسبت به زمانی‌که هر کدام از هیدروکلوئیدها به تنهایی مورد استفاده قرار گیرند، سفتی مغز کمتری را ایجاد می‌کند. با توجه به اینکه بافت مغز نان‌های بدون گلوتن خیلی سریع سفت می‌شود، حتی کاهش جزئی این فرآیند می تواند به عنوان بهبود کیفیت محصول قابل توجه باشد. گوار-کاراگینان 2% کاهش معنی‌داری ($p< 0/05$) را نسبت به زمانیکه تنها از کاراگینان 2% استفاده شده است را نشان داد. این نتایج مطابق یافته‌های لازاریدو و همکاران (2007) می‌باشد. این محققان مشاهده نمودند که کمترین نرخ سفت شدن مغز مربوط به نان‌های حاوی پکتین و کربوکسی متیل سلولز (CMC) در غلظت 2% می‌باشد، که پس از سه روز نگهداری نرمترین بافت مغز را ایجاد کردند.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول 3- نتایج مقایسه میانگین داده‌های مربوط به سفتی بافت مغز نان

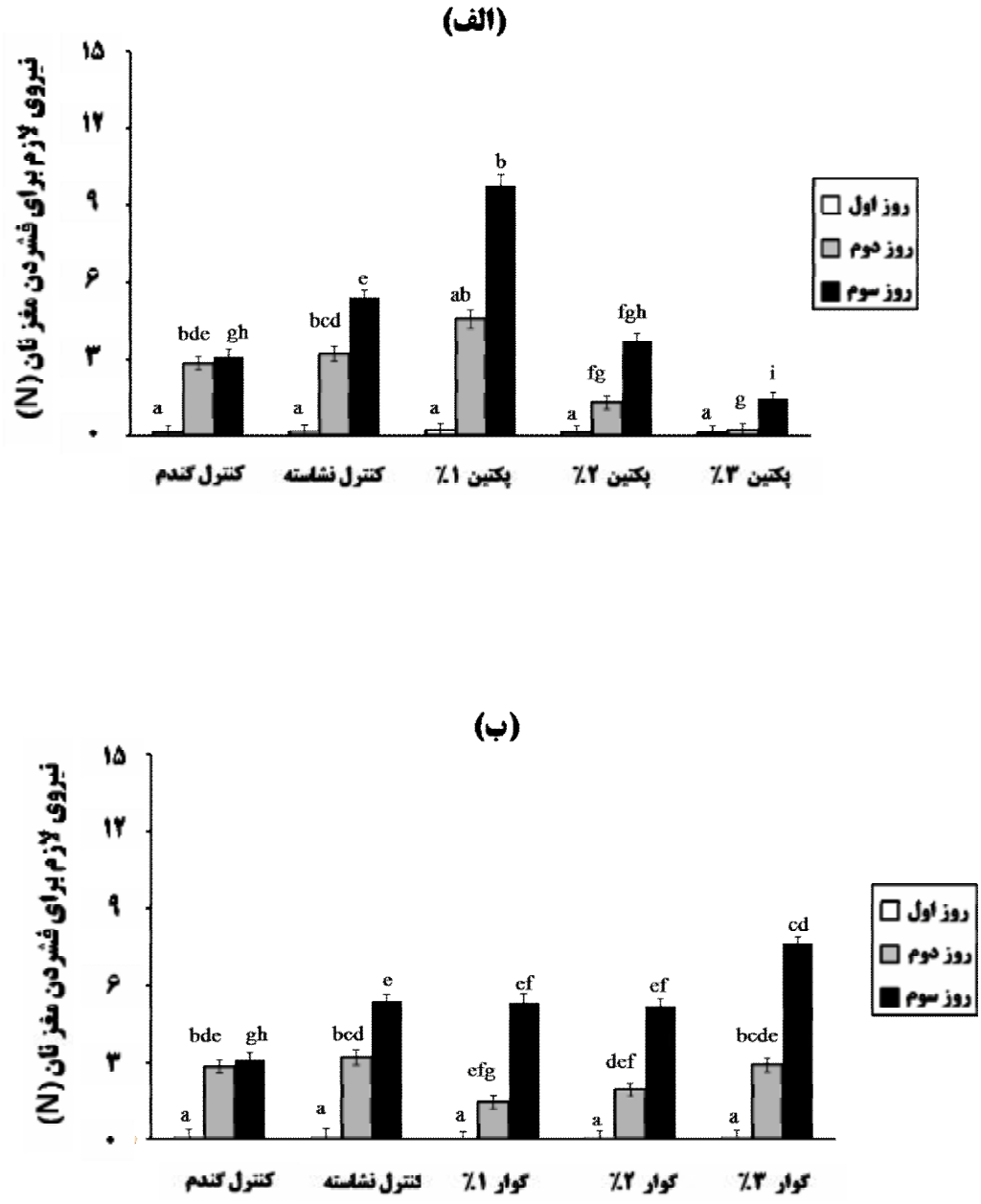
تیمار	روز اول ارزیابی	روز دوم ارزیابی	روز سوم ارزیابی
نان کنترل آرد گندم	0/15±0/26 a 1	2/86±0/26 bde	3/11±0/29 gh
نان نشاسته بدون هیدروکلوئید	0/17±0/26 a	3/22±0/29 bcd	5/40±0/26 e
پکتین 1%	0/22±0/26 a	4/57±0/37 ab	9/80±0/37 b
پکتین 2%	0/14±0/26 a	1/31±0/26 fg	3/72±0/29 fgh
پکتین 3%	0/12±0/26 a	0/23±0/26 g	1/46±0/26 i
گوار 1%	0/06±0/26 a	1/47±0/29 efg	5/33±0/37 ef
گوار 2%	0/08±0/26 a	1/94±0/26 def	5/21±0/29 ef
گوار 3%	0/12±0/26 a	2/93±0/29 bcde	7/64±0/26 cd
کاراگینان 1%	0/22±0/26 a	5/94±0/29 a	8/05±0/26 bcd
کاراگینان 2%	0/21±0/26 a	4/47±0/26 abc	13/77±0/26 a
کاراگینان 3%	0/23±0/26 a	5/77±0/26 a	8/93±0/26 bc
گوار- پکتین 2%	0/15±0/26 a	2/09±0/32 def	5/03±0/26 ef
گوار- پکتین 3%	0/10±0/26 a	0/27±0/26 g	2/57±0/29 hi
گوار – کاراگینان 2%	0/12±0/26 a	1/43±0/29 efg	4/41±0/26 efg
گوار – کاراگینان 3%	0/23±0/26 a	2/98±0/26 bcde	7/46±0/26 cd
پکتین – کاراگینان 2%	0/18±0/26 a	1/97±0/29 def	8/13±0/26 bcd
پکتین – کاراگینان 3%	0/19±0/26 a	2/88±0/29 bde	7/38±0/26 d

1- نتایج حاصل از میانگین سه تکرار بعلاوه منهای انحراف معیار. a-f در هر ستون نشان دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح 5% احتمال خطا است.

طی سه روز نگهداری نان مشاهده شد کمترین میزان سفت شدن بافت مغز نان به ترتیب مربوط به پکتین 3%، پکتین2% و گوار – پکتین 3% می‌باشد. در حالیکه مابقی تیمارها تفاوت معنی‌داری($p< 0/05$) با نان کنترل گندم داشته و میزان سفتی بافت مغز آنها بیشتر می‌باشد و روند بیاتی سریعی را نشان می‌دهند (شکل 2). همانطورکه نتایج داده‌های حاصل از آزمون‌های ارزیابی حسی و سفتی بافت مغز نشان می‌دهد، نان‌های بدون گلوتن در مقایسه با نان گندم نرخ بیاتی سریع‌تری را نشان می‌دهند. این نتایج مطابق یافته‌های نیشیتا و همکاران (1976) می‌باشد. از آنجاییکه گلوتن موجب تشکیل ساختار سلول گاز و ممانعت از بیاتی می‌شود، غیاب پروتئین‌های گلوتن در فرمولاسیون بدون گلوتن منجر می‌گردد تا نان‌های بدون گلوتن ساختار سلول گاز ضعیف‌تری داشته و سریعتر بیات شوند (آهلبورن و همکاران 2005).

www.SID.ir

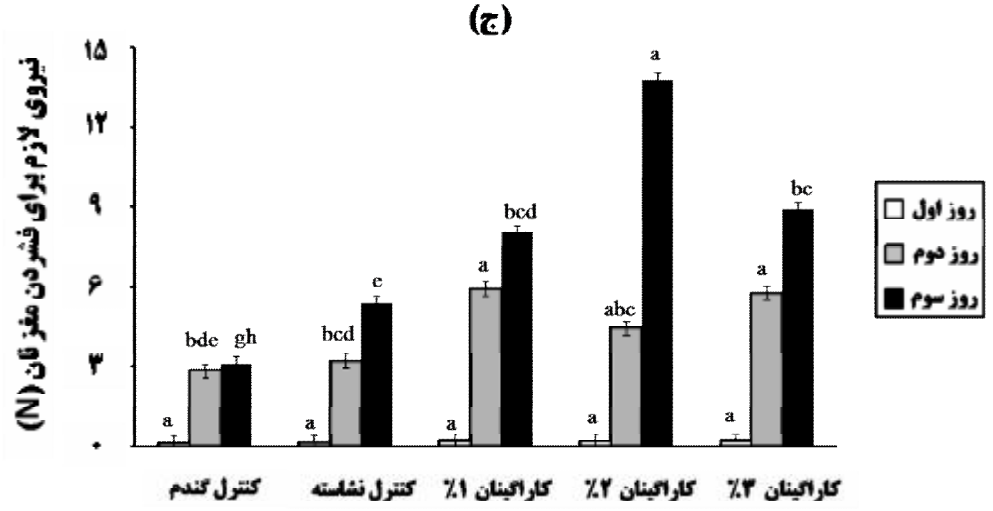
Archive of SID

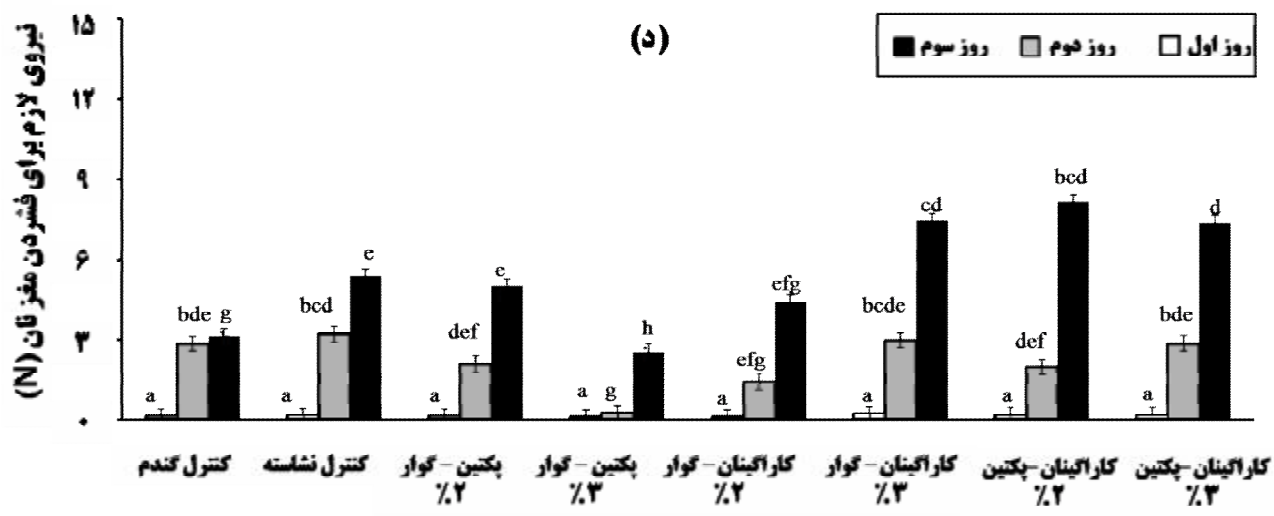


شکل 2- تأثیر افزودن درصدهای مختلف پکتین و گوار بر سفتی بافت مغز نان‌های بدون گلوتن در روزهای نگهداری مختلف. بازه‌های اطمینان معرف انحراف معیار می‌باشند. حروف غیر مشابه a-i نشان دهنده معنی‌دار بودن تفاوت میانگین‌ها در سطح احتمال 5% خطای آماری می‌باشند.

www.SID.ir

Archive of SID





شکل 2- تأثیر افزودن کاراگینان و ترکیب هیدروکلوئیدها در درصدهای مختلف بر روی سفتی بافت مغز نان‌های بدون گلوتن در روزهای نگهداری مختلف. بازه‌های اطمینان معرف انحراف معیار می‌باشند. حروف غیر مشابه نشان دهنده معنی‌دار بودن تفاوت میانگین‌ها در سطح احتمال 5% خطا ی آماری می‌باشند.

www.SID.ir

Archive of SID

بیاتی نان مربوط به تغییراتی است که پس از پخت در نان رخ می‌دهد. این تغییرات در پوسته و بافت مغز نان صورت می‌گیرد. نشاسته ترکیب اصلی سیستم می‌باشد که نقش تعیین کننده‌ای در رتروگراداسیون دارد (مور و همکاران 2007). بیاتی نان، فرآیند پیچیده‌ای است که عوامل متعددی در آن مؤثر می‌باشند. رتروگراداسیون آمیلوپکتین، آرایش مجدد پلیمرها در ناحیه آمورف، کاهش مقدار رطوبت، توزیع رطوبت بین ناحیه آمورف و کریستالی و ساختار ماکروسکوپی مغز در فرآیند بیاتی سهیم می‌باشند (گوردا و همکاران 2004).

بیلیادریس و همکاران (1995) گزارش کرده‌اند که سفت شدن بافت مغز نان در طی نگهداری می‌تواند در نتیجه کاهش رطوبت و همچنین پدیده رتروگراداسیون نشاسته باشد. همچنین روگرس و همکاران (1988) اعلام نمودند نرخ رتروگراداسیون نشاسته در نان گندم با افزایش مقدار رطوبت افزایش می‌یابد. مور و همکاران (2004) نیز بیان نمودند که نان‌های بدون گلوتن نسبت به نان گندم مقادیر رطوبت بالاتری دارند، در نتیجه ممکن است رتروگراداسیون نشاسته در طی نگهداری نان‌های بدون گلوتن خیلی سریعتر صورت گیرد. با توجه به بافت مغز، غیاب شبکه گلوتن ممکن است در تغییرات ایجاد شده در فاز نشاسته اهمیت بیشتری داشته باشد.

نتیجه‌گیری کلی

در این پژوهش با استفاده از هیدروکلوئیدها نان حجیم بدون گلوتن بطور موفقیت‌آمیزی تولید گردید. نان‌های بدون گلوتن در مجموع نسبت به نان گندم از قابلیت ماندگاری کمتری برخوردار بودند. ترکیب گوار – پکتین، گوار – کاراگینان و پکتین - کاراگینان در هر دو غلظت 2 و 3%، نسبت به زمانی که این هیدروکلوئیدها به تنهایی مورد استفاده قرار گیرند، امتیاز حسی بیشتری را در نان ایجاد کردند. در میان هیدروکلوئیدهای مورد بررسی در این پژوهش در غلظت‌های مختلف، ترکیب گوار – پکتین در غلظت‌های 2 و 3% نان بدون گلوتن با ویژگی‌های حسی خوب و با ماندگاری بالا تولید کردند. در حالیکه نان کنترل نشاسته، پکتین 1% و کاراگینان 3% سریعتر از سایر تیمارها بیات شدند.

تشکر و قدردانی

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

منابع مورد استفاده

پیغمبردوست س ه.، گلشن تفتی ا، خراسانچی ن، حجازی م ا، رأفت س ع، 1389. مقایسه اثرات خمیرترش خشک با خمیرترش تازه روی ویژگی‌های حسی و بیاتی نان قالبی. مجله پژوهش‌های صنایع غذایی (دانش کشاورزی). زیر چاپ.

Ahlborn GJ, Pike OA, Hendrix SB, Hess WM, and Huber CS, 2005. Sensory, mechanical, and microscopic evaluation of staling in low-protein and gluten-free breads. Cereal Chemistry 82: 328-335.

www.SID.ir

Archive of SID

Ahmadi H, Azizi MH, Barzegar M and ArabAmeri M, 2006. Effect of selected hydrocolloids on bread staling as evaluated by DSC and XRD. Journal of Food Technology 4: 185-188.

Arendt EK, Renzetti S and Moore, MM 2008. Novel approaches in the design of gluten-free cereal product. Food Science and Technology 22: 43-46.

Biliaderis CG, Izydorczyk MS and Rattan O, 1995. Effect of arabinoxylans on bread-making quality of wheat flours. Food Chemistry 53: 165-171.

Gallagher E, Gormley TR and Arendt EK, 2003. Crust and crumb characteristics of gluten free breads. Journal of Food Engineering 56: 153-161.

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.

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

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

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, C.M. 2008. Breadmaking performance of protein enriched, gluten-free breads. European Food Research and 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.

Moore MM, Schober TJ, Dockery P and Arendt EK, 2004. Textural comparisons of gluten-free and wheat-based doughs, batters, and breads. Cereal Chemistry 81: 567-575.

Moore MM, Juga B, Schober TJ and Arendt EK, 2007. Effect of lactic acid bacteria on properties of gluten-free sourdoughs, batters, and quality and ultrastructure of gluten-free bread. Cereal Chemistry 84: 357-364.

Nishita KD, Roberts RL and Bean MM, 1976. Development of a yeast leavened rice bread formula. Cereal Chemistry, 53: 626-635.

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

www.SID.ir

Archive of SID

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 and Technology 227: 1523-1536.

Rogers DE, Zeleznak KJ, Lai CS and Hoseney RC 1988. Effect of native lipids, shortening, and bread moisture on bread firming. Cereal Chemistry 65: 398-401.

Rosell CM, Rojas JA and Benedito de Barber C, 2001. Influence of hydrocolloids on dough rheology and bread quality. Food Hydrocolloids 15: 75-81.

Thompson T, 2001. Wheat starch, gliadin, and the gluten-free diet. Journal of the American Dietetic Association 101: 1456-1459.

Toufeili I, Dagher S, Shadarevian S, Noureddinei A, Sarakbi M and Farran MT, 1994. Formulation of gluten-free pocket-type flat breads: Optimization of methylcellulose, gum arabic, and egg albumen levels by response surface methodology. Cereal Chemistry 71: 594-601.

www.SID.ir