مجله علوم و صنایع غذایی ایران

سایت مجله: www.fsct.modares.ac.ir

مقاله علمی_پژوهشی

ارزیابی عملکرد صمغ دانه‌ی به در مقایسه با کربوکسی‌متیل‌سلولز بر خصوصیات رئولوژیکی، بافتی و حسی کلوچه بدون گلوتن(برنج-کینوا)

نیلوفر محمدی [۱]، ماندانا طایفه [۲]، لیلی فدایی اشکیکی [۳*]، سید مصطفی صادقی [۴]، آذین نصرالله زاده ماسوله [۵]

۱-دانش آموخته مقطع ارشد علوم و مهندسی صنایع غذایی، واحد لاهیجان، دانشگاه آزاد اسلامی، لاهیجان، ایران،

۲-استادیار، گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی، واحد لاهیجان، دانشگاه آزاداسلامی، لاهیجان، ایران،

۳*-دانش آموخته مقطع ارشد علوم و مهندسی صنایع غذایی، واحد لاهیجان، دانشگاه آزاد اسلامی، لاهیجان، ایران،

۴-دانشیار، گروه زراعت، واحد لاهیجان، دانشگاه آزاداسلامی، لاهیجان، ایران،

۵-استادیار، گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی، واحد لاهیجان، دانشگاه آزاداسلامی، لاهیجان، ایران،

اطلاعات مقاله

تاریخ های مقاله :

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱۰/۱۱

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۳/۱۲

کلمات کلیدی:

آرد برنج،

صمغ به،

کربوکسی‌متیل‌سلولز،

کینوا

DOI:10.22034/FSCT.21.156.38.

* مسئول مکاتبات:

Leili_fd97@yahoo.com

چکیده

بیماری سلیاک یک ناهنجاری خودایمنی بوده که افراد مبتلا، به سبب مصرف گلوتن دچار آسیب جدی در مخاط روده کوچک شده و در نتیجه آن کاهش جذب مواد مغذی رخ می‌دهد که می‌تواند منجر به کاهش وزن، کم‌خونی و سوتغذیه شود. حذف گلوتن از رژیم‌غذایی فرد مبتلا به عنوان راه حلی برای کنترل ومهار این ناهنجاری پیشنهاد می‌گردد. لذا هدف از این پژوهش، بررسی امکان تولید کلوچه با جایگزینی آرد برنج و آرد کینوا به جای آرد گندم همراه با به کارگیری صمغ کربوکسی‌متیل‌سلولز (۱/۵ – ۳ – ۵ درصد) و صمغ استخراج شده از دانه‌ی به (۱/۵ – ۳ – ۵ درصد) به عنوان عوامل بهبوددهنده و ارزیابی تاثیر آنها در ویژگی‌های رئولوژیکی خمیر و صفات بافتی و حسی کلوچه می‌باشد. بر اساس نتایج بدست آمده مشخص گردید که میزان ویسکوزیته با بالا رفتن میزان صمغ‌ها روندی افزایشی داشته است و با افزودن غلظت آنها، افزایش ویسکوزیته حداکثر و نهایی و کاهش ویسکوزیته برگشت‌پذیری نسبت به نمونه شاهد مشاهده گردید، به طوریکه بیشترین میزان ویسکوزیته حداکثر(۱۰۶۷cp) و بالاترین مقدار ویسکوزیته نهایی (۱۹۹۷cp) در نمونه حاوی ۵ درصد صمغ دانه به دیده شد. بعلاوه صمغ دانه‌به عملکرد موثرتری نسبت به صمغ کربوکسی‌متیل‌سلولز از خود نشان داد، به‌طوریکه تیمار حاوی صمغ دانه‌به به میزان ۵درصد بیشترین میزان ویسکوزیته حداکثر و نهایی را در میان نمونه‌ها دارا است. همچنین افزودن هر دو نوع صمغ منجر به کاهش سفتی، افزایش فنریت و بهبود ویژگی‌های حسی شده و کمترین میزان سفتی در نمونه حاوی ۵ درصد صمغ دانه به (۱۹/۳۳g) مشاهده شده است. بر اساس ارزیابی کلی نتایج تحقیق حاضر، تیمار حاوی ۴۵۰ گرم آرد برنج، ۵۰ گرم آرد کینوا و ۵ درصد صمغ دانه‌به به عنوان بهترین تیمار پیشنهاد می‌گردد.

۱-مقدمه

کلوچه یکی از پرطرفدارترین فراورده‌های آردی بوده و مصرف آن به علت سهولت تهیه، نگهداری و مصرف، طعم مطلوب، قیمت مناسب و انرژی زایی، رواج زیادی در سنین مختلف دارد و به این جهت توجه به فرمولاسیون کلوچه جهت ارتقای ارزش غذایی آن حائز اهمیت می‌باشد. مواد تشکیل دهنده‌ی اصلی کلوچه به‌طور معمول آرد گندم، شکر و روغن است و معمولا محصول نهایی رطوبت ۱۲-۱٤ درصد دارد و در بسته بندی مناسب می‌تواند تا شش ماه و حتی بیشتر نگهداری شود.

آرد گندم استفاده شده در انواع کلوچه دارای گلوتن می‌باشد که از پروتئین‌های اصلی آرد گندم بشمار می‌آید. بخش گلیادین در گلوتن گندم و پرولامین در چاودار(سکالین)، جو(هوردئین) و یولاف (آویدین) که دارای ترکیبات آمینواسیدی مشابه گلیادین هستند، سبب واکنش‌های التهابی و از بین رفتن مخاط در روده کوچک افراد مبتلا به سلیاک می‌شوند. سلیاک بیماری خودایمنی ژنتیکی بوده که در صورت مصرف گلوتن، دیواره روده کوچک، آسیب دیده و توانایی جذب مواد مغذی ضروری، از آن سلب می‌گردد. سلیاک در بزرگسالان سبب کاهش وزن، اسهال، درد شکمی، کم خونی و خستگی می‌شود و عوارض آن تنها با حذف گلوتن از رژیم غذایی مهار می‌شود [1, 2, 3, 4]. تعداد مبتلایان این بیماری در حال افزایش بوده و هم‌اکنون یک درصد از جمعیت ایرانی به این بیماری مبتلا هستند، از این رو مصرف و تقاضای محصولات بدون گلوتن افزایش یافته است [5]. جهت حذف گلوتن از محصولات، آرد برنج می‌تواند به عنوان جایگزین آرد گندم مورد استفاده قرار گیرد. از دلایل موردتوجه واقع شدن آرد برنج به عنوان منبعی فاقد گلوتن، می‌توان به طعم ملایم، سهولت در هضم، غیرآلرژن بودن و مقادیر کم سدیم در آن اشاره کرد[6, 7]. از طرفی دیگر حذف گلوتن از فرمول ماده غذایی همراه با وقوع چالش‌هایی نظیر بافت شکننده، رنگ ضعیف، حجم و تخلخل پایین خواهد بود. زیرا گلوتن، پروتئین ساختاری ضروری در آرد گندم بوده و دارای ویژگی کشش‌پذیری، مقاومت در برابر کشش، قابلیت اتساع، تحمل خمیر در حین اختلاط و توانایی نگهداری گاز می‌باشد. از این رو برای جبران اختلالات وارد شده به دلیل حذف گلوتن، می‌توان از هیدروکلوئیدها استفاده نمود [8, 9, 10].

هیدروکلوئیدها یا صمغ‌ها گروه بزرگی از پلی‌ساکاریدها بوده که سبب بهبود ویژگی‌های عمل‌آوری خمیر، به تاخیر انداختن بیاتی، فرم‌دهی خمیر، پایداری خمیر حین تخمیر و افزایش عمرنگهداری فراورده می‌شوند. کربوکسی‌متیل‌سلولز، هیدروکلوئیدی به شکل پودر سفید رنگ و بی‌بو است که از مشتقات سلولز بوده و بر اثر واکنش سلولز و هیدروکسید سدیم و اسیدکلرواستیک تولید شده و در آب سرد به سرعت حل می‌شود و می‌توان از آن برای کنترل ویسکوزیته بدون تشکیل ژل در دمای ثابت استفاده کرد، چرا که در اثر اعمال حرارت ویسکوزیته کاهش می‌یابد. همچنین هیدروکلوئیدها در صنایع غذایی به عنوان امولسیون کننده، تثبیت‌کننده و غلظت‌دهنده نیز مورد استفاده قرار می‌گیرد [11, 12, 13, 14] .

در بین هیدروکلوئیدهای طبیعی، صمغ دانه‌ی میوه به که میوه بومی آسیای جنوبی می‌باشد نیز به دلیل راندمان استخراج بالا، قابلیت ژلی قوی و حجم هیدرودینامیکی بالا می‌تواند نقش قوام دهنده و جایگزین چربی را نیز ایفا کند، این صمغ به دلیل داشتن ویسکوزیته بالا در غلظت‌های پایین مورد استفاده قرارا می‌گیرد و همچنین بسیار هیدروفیل بوده و قابلیت جذب آب تا ٤۰۰ برابر حجم خود را دارد [15, 16, 17].

به منظور افزایش ارزش غذایی محصول، کینوا شبه غله‌ای با ارزش غذایی بالا که در ایران گیاه جدید به شمار می‌رود، مورد توجه قرارگرفت [8]. ارزش غذایی بالای کینوا مربوط به داشتن مقادیر کامل از اسیدآمینه ها، فیبر رژیمی، ویتامین ها و مواد معدنی می‌باشد. کینوا منبع مناسبی از لیزین، تیریپتوفان و ویتامین‌هایی نظیر تیامین، آسکوربیک اسید و املاح معدنی بوده و محتوای پروتئین دانه آن در دامنه ١٤ تا٢٠ درصد و غنی از اسید آمینه ضروری مانند لیزین و متیونین است[9].

نتایج حاصل از جایگزینی آرد برنج و ذرت با آرد کینوا در سطوح ١٠٠– ٤٠ درصد، به منظور تهیه نان بدون گلوتن نشان داد که آرد کینوا سبب بهبود حجم و تخلخل شده و بافتی نرم تر و رطوبت بالاتری در نان ایجاد کرده است که منتج به تاخیر در بیاتی نیز شده است [18]. علاوه بر این، موسوی و همکاران (١٣٩٨) با بهینه سازی غلظت کربوکسی‌متیل‌سلولز در بیسکوئیت بدون گلوتن بر پایه آرد برنج، غلظت ٠/١٣ درصد کربوکسی‌متیل‌سلولز را مطلوب‌ترین میزان برای بهترین ویژگی کیفی و پذیرش کلی بیسکوئیت پیشنهاد دادند [14].

از این‌رو هدف از انجام این تحقیق بررسی و مقایسه تاثیر و کارایی کربوکسی‌متیل‌سلولز و صمغ دانه به در خمیر کلوچه فاقد گلوتن برپایه آرد برنج – کینوا و تعیین نسبت جایگزین‌های آرد گندم، نوع و میزان بهینه سطح افزودنی(صمغ) در راستای حفظ ویژگی‌های رئولوژیکی، بافتی و حسی می‌باشد.

٢–مواد و روش

٢–١–مواد

دانه‌ی به از برند سحرنا (تبریز) خریداری و در شرایط یخچال (١٨ درجه سانتی‌گراد) نگهداری شد. دانه کینوا از برند (O.A.B)، کربوکسی‌متیل‌سلولز از شرکت سان رز (مشهد)، روغن مایع از برند لادن و شکر از شرکت قند پانیذفام خریداری شد. همچنین مواد شیمیایی مورد استفاده همگی از برند مرک آلمان استفاده گردید.

٢–٢–ارزیابی خصوصیات فیزیکوشیمیایی آرد برنج و آرد گندم

ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی آرد برنج از جمله رطوبت، پروتئین، خاکستر و چربی براساس روش‌های استاندارد تدوین شده در انجمن شیمی‌دانان غلات آمریکا (AACC) اندازه‌گیری شد. میزان رطوبت مطابق استاندارد شماره ١٦– ٤٤، خاکستر ٠١–٠٨، پروتئین ١٠–٤٦ و چربی ١٠–٠ ارزیابی گردید.

٢–٣–تهیه صمغ دانه به

دانه های به (سحرنا، تبریز) آسیاب شده و سپس با آب دیونیزه ترکیب گردید و روی شعله‌ی غیرمستقیم حدود ١٠ دقیقه با دمای ٥٠–٦٠ درجه سانتی گراد با مگنت قرار گرفت تا صمغ کاملا جدا شود. سپس با الک ٨٠ آن را صاف کرده و در پلیت ریخته و به مدت ٥–٦ ساعت برای خشک شدن کامل داخل آون (Memmert-D10383) ساخت کشور آلمان، قرار داده شد. نمونه خشک شده در دمای ١٨ درجه سانتی گراد نگهداری شدند[19].

٢–٤–آماده سازی کلوچه

جهت تهیه خمیر کلوچه ٧ نمونه حاوی ٤ گرم بکینگ پودر، ٠/٢٠ گرم وانیل، ٧٠ گرم شکر، ٢٦ گرم روغن مایع، ٢٦ گرم روغن جامد، ١٣ گرم تخم مرغ و ٣٦ گرم آب توسط همزن کاسه ای PowerMix- rotel U44.3 ساخت کشور سوییس مخلوط شد، در مرحله بعد آرد برنج و کینوا (به نسبت ٤٥٠ به ٥٠ گرم)، صمغ دانه به و کربوکسی‌متیل‌سلولز (در چهار سطح ٠، ١/٥، ٣ و ٥) به مخلوط اضافه گردید (جدول ١) [20].

Table1-treatments

treatments	Rice flour(gr)	Quinoa flour(gr)	CMC(%)	Quince gum(%)
1	450	50	-	-
2	450	50	1.5	-
3	450	50	3	-
4	450	50	5	-
5	450	50	-	1.5
6	450	50	-	3
7	450	50	-	5

۳-آزمون ها

۳-۱-ارزیابی رئولوژیکی

جهت ارزیابی رئولوژیکی خمیر حاوی آرد برنج، از دستگاه ارزیابی سریع ویسکوزیته (Rapid Visco Analyzer) مدل Newport ساخت کشور استرالیا استفاده گردید. نمونه‌های تهیه شده بر اساس جدول ۱ به مقدار ۳ گرم وزن شده و ۲۵ میلی لیتر آب مقطر به هر نمونه اضافه شد. در طی یک برنامه زمانی ۱۲/۵ دقیقه خواص چسبندگی تیمارها توسط دستگاه ارزیابی سریع ویسکوزیته بر اساس برنامه TCW به شرح زیر انجام گرفت: در درجه حرارت ۵۰ درجه سلسیوس به مدت ۱ دقیقه ثابت نگه داشته شده و درجه حرارت به صورت خطی تا دمای ۹۵ درجه سلسیوس به مدت ۳/۸ دقیقه افزایش یافته و در دمای ۹۵ درجه سلسیوس به مدت ۲/۵ دقیقه ثابت نگه داشته شد و ویسکوزیته حداکثر، نهایی، برگشت پذیری و فروریزش بر اساس شکل(۱) تایین گردید[21] .

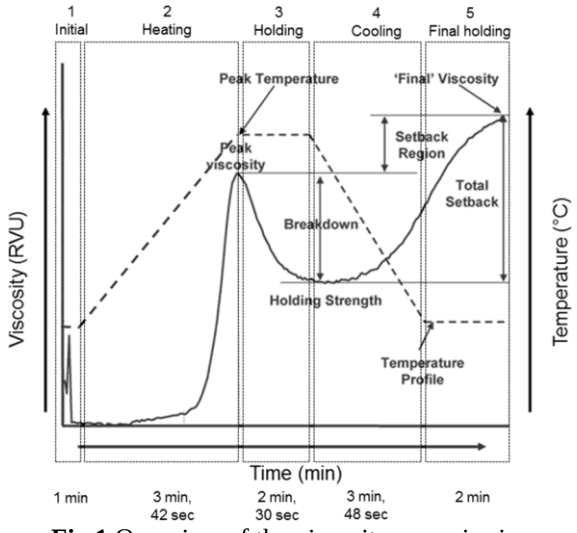

Fig 1 Overview of the viscosity curve in rice

۳-۲-ارزیابی بافتی

برای ارزیابی بافتی آنالیز بافت کلوچه بر اساس TPA (Brookfield-CT3) ساخت کشور آمریکا، قطعات با اندازه ۲۵میلی متر برش داده شده سپس قطعات آزمون توسط پروب با قطر ۲۵ میلی متر با نفوذ ۵۰ درصدی در نمونه بین اولین و دومین فشردگی صورت گرفت [22].

۳-۳-ارزیابی حسی

این آزمون به منظور تعیین شدت ویژگی‌های حسی انجام شده است. نمونه ها بدون اسم به صورت کدگذاری شده به همراه یک فرم (بر اساس استاندارد AACC,74-30) در اختیار ۱۰ ارزیاب آموزش دیده قرار گرفته شد. در فرم های طراحی شده صفات به همراه ضرایب مخصوص آنها آورده شده و بر اساس امتیازات داده شده توسط ارزیاب‌ها (بین ۱ تا ۵) به آنها، در ضریب مخصوص، امتیاز نهایی بدست آورده شد.

۳-٤-تجزیه و تحلیل آماری

نتایج حاصل از آزمون‌های ۹ تیمار، در قالب طرح کامل تصادفی با سه تکرار و با استفاده از نرم‌افزار SPSS مورد تجزیه وتحلیل قرار گرفته و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون توکی در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد. رسم نمودارها و جداول نیز توسط نرم‌افزار EXCELL صورت گرفت.

٤-نتایج و بحث

٤-۱-خصوصیات فیزیکوشیمیایی آرد برنج و گندم

نتایج ارزیابی خصوصیات فیزیکوشیمیایی آرد برنج در فرمولاسیون کلوچه در جدول ۲ آورده شده است.

Table 2 Physicochemical properties of rice flour

Physicochemical properties (%)	Rice flour
Moisture	10.02
Protein	10.30
Ash	0.29
Fat	1.27

٤-۲-ویژگی‌های رئولوژیکی

جدول مقایسه میانگین (جدول ۳) تاثیر افزودن صمغ کربوکسی‌متیل‌سلولز و صمغ دانه‌ی به را بر ویژگی رئولوژیکی خمیر حاصل نشان می‌دهد. بررسی داده‌ها حاکی از آن است که بیشترین میزان ویسکوزیته حداکثر مربوط به تیمار هفتم حاوی ۰٫۵ صمغ دانه به (۱۰٦۷ cp) می‌باشد و همچنین پایین‌ترین میزان آن مربوط به تیمار شاهد(۹۲۱cp) بوده، طبق نتایج بدست آمده با افزایش میزان صمغ‌ها (هم صمغ صنعتی و هم صمغ گیاهی)، ویسکوزیته حداکثر نیز افزایش پیدا کرده است. به این ترتیب میزان صمغ با مقدار ویسکوزیته حداکثر رابطه مستقیم دارد. به نظر می رسد که با افزایش درجه حرارت به دلیل جذب آب توسط گرانول‌های نشاسته، ویسکوزیته افزایش پیدا می‌کند و این افزایش ویسکوزیته تا جایی ادامه پیدا می‌کند که گرانول‌ها در متورم‌ترین حالت خود بوده و در مرز ترکیدن هستند، به این نقطه ویسکوزیته حداکثر گفته می‌شود. بنابراین هرچه میزان قابلیت جذب آب نمونه بالاتر باشد، میزان ویسکوزیته حداکثر نیز افزایش پیدا می‌نماید. از آنجاییکه افزودن صمغ ها به آرد برنج و کینوا منجر به افزایش قابلیت جذب آب خمیر می‌گردد، پس ویسکوزیته حداکثر نیز افزایش پیدا می‌کند[23] . ویسکوزیته نهایی به افزایش دوباره ویسکوزیته پس از یک دوره سرد شدن گفته می شود. بررسی نتایج مقایسه میانگین داده‌های مربوط به ویسکوزیته نهایی حاکی از آن است که بیشترین ویسکوزیته نهایی به تیمار حاوی ۰٫۵ صمغ دانه به تعلق دارد (۱۹۹۷cp) و کمترین میزان ویسکوزیته نهایی در نمونه شاهد (بدون صمغ) مشاهده گردید (۱۹۱۳cp) (جدول ۳). به طور کلی با افزایش صمغ‌ها میزان ویسکوزیته نهایی نیز افزایش پیدا کرده و میزان صمغ با ویسکوزیته نهایی رابطه‌ای مستقیم داشته است. ازآنجاییکه صمغ‌ها به دلیل داشتن خاصیت هیدروکلوئیدی و وزن مولکولی بالا قادرند پیوند محکمی با مولکول‌های آب ایجاد کنند، در نتیجه ویسکوزیته نهایی را افزایش می دهند و شبکه ژلی متراکمی را در محصول ایجاد می نمایند. بنابراین ظرفیت اتصال آب بالا و در نتیجه افزایش ویسکوزیته در میزان وسیع و تشدید به دام

انداختن گازها از ویژگی‌های قابل انتظار در هیدروکلوئیدها محسوب می‌شود که منجر به ایجاد قوام در خمیر می‌گردد. بر اساس جدول مقایسه میانگین(جدول ۳) بیشترین میزان ویسکوزیته برگشت پذیری مربوط به تیمار شاهد (۹۹۲cp) بود و کمترین مقدار آن به تیمار هفتم شامل ۵٪ صمغ دانه به (۹۳۰cp) تعلق دارد. بعلاوه تاثیراضافه کردن صمغ کربوکسی‌متیل‌سلولز بر میزان ویسکوزیته برگشت‌پذیری نیز حاکی از کاهش معنی دار آن نسبت به تیمار شاهد بود. ویسکوزیته برگشت پذیری رابطه‌ای عکس با سفتی بافت و بیاتی نمونه دارد. در واقع ویسکوزیته برگشت پذیری تمایل خمیر به خشک شدن در طی سرد کردن را نشان می‌دهد و از تفاضل ویسکوزیته نهایی و ویسکوزیته حداکثر به دست می‌آید، در نتیجه یکی از فاکتورهای کلیدی و مهم برای تشخیص مناسب بودن خمیر و تمایل به بیاتی آن می‌باشد. [24].

بررسی تغییرات ویسکوزیته فروریزش نیز نشان داد که بیشترین میزان ویسکوزیته فروریزش به نمونه حاوی ۵٪ صمغ دانه به تعلق داشت (۱۹۰/٦٦cp) و کمترین میزان آن متعلق به نمونه شاهد(۹۱cp) بوده است. افزودن صمغ‌ها (کربوکسی‌متیل‌سلولز و دانه به) به طور کلی، افزایش میزان ویسکوزیته فروریزش را به دنبال دارد، به طوریکه افزودن صمغ دانه به موثرتر به نظر می رسد (جدول ۳) .

بنابراین با توجه به ضعف شبکه اسفنجی در خمیر حاصل از آرد برنج، افزایش ویسکوزیته خمیر پس از افزودن هیدروکلوئیدها مطلوب بوده و بهبود تلقی می‌گردد.

Table3 Mean of rheological properties

treatment	Peak viscosity	Final viscosity	Setback viscosity	Breakdown viscosity
1	921.33±3.78^{d}	1913.66±1.52^{c}	992.33±8.73^{a}	91.00±3.00^{c}
2	942.66±5.50^{cd}	1915.00±5.29^{c}	973.34±4.35^{b}	107.66±2.51^{c}
3	965.33±6.02^{c}	1929.66±2.08^{b}	964.33±5.03^{b}	117.00±9.53^{bc}
4	1007.66±3.05^{b}	1982.00±7.00^{a}	975.34±3.05^{b}	129.00±7.21^{b}
5	984.33±3.51^{bc}	1923.66±1.52^{bc}	939.33±2.88^{c}	182.33±5.50^{a}
6	996.33±2.08^{b}	1931.33±3.51^{b}	935.00±5.29^{c}	148.66±5.50^{b}
7	1067.00±11.00^{a}	1997.66±3.51^{a}	930.66±10.01^{c}	190.66±12.22^{a}

Each columns with the same code letters are not significantly different at $p \leq 0.05$

(1):control, (2):1.5% CMC, (3):3% CMC, (4):5% CMC, (5): 1.5% Quince gum, (6): 3% Quince gum, (7): 5% Quince gum

٤-۳-ویژگی های بافتی

٤-۳-۱سفتی

بررسی نتایج جدول مقایسه میانگین حاکی از آن است که بیشترین میزان سفتی در نمونه شاهد حاوی آرد برنج و کینوا مشاهده شده است (جدول ٤) (در روز پنجم ٤٧/١٦). در اثر افزودن صمغ روند کاهشی در میزان سفتی مشاهده می شود به طوری که صمغ دانه به در مقایسه با صمغ کربوکسی متیل سلولز تاثیر بیشتری در کاهش میزان سفتی نشان می دهد(تیمار های ۵ و ٦و ۷) و کمترین میزان سفتی به تیمار حاوی ۵٪ صمغ دانه به(۱۹/۳۳) تعلق دارد.

مقاومت مغز کلوچه به تغییر شکل، یک ویژگی بافتی است که بیانگر ثبات و استحکام مغز کلوچه است و درجه این استحکام و افزایش آن با گذشت زمان عامل مهمی در ارزیابی بیاتی است و توسط آنالیز بافت اندازه‌گیری می‌شود. فرایند بیاتی ناشی از رتروگراداسیون نشاسته بوده که سبب افزایش اتصالات رشته‌های نشاسته ژلاتینه شده می‌شود که طی این فرایند، میزان رطوبت اولیه برمجموعه واکنش‌ها و ایجاد ساختار منظم آن تاثیرگزار است. سرعت پایین سفت شدن و نیز پایین‌تر بودن سفتی نهایی بعد از دوره نگهداری می‌تواند با میزان رطوبت بالاتر ترکیب در ارتباط باشد. به طور کلی در محصولات نانوایی بدون

گلوتن عدم حضور پروتئین گلوتن در آرد مورد استفاده، سبب تسهیل مهاجرت رطوبت از مغز به پوسته می شود و خروج تدریجی آن پس از فرایند پخت که در نتیجه آن بافت محصول نهایی نرمی خود را از دست داده و سفت می‌گردد [4]. از این رو استفاده از ترکیباتی که هیدروفیل بوده و توانایی جذب آب و محبوس نمودن آن در سیستم را داشته باشند، می توانند تا حدودی از این فرایند سفت شدن بافت جلوگیری نمایند. به این با افزودن صمغ‌ها به دلیل افزایش مجدد قدرت جذب آب و نگهداری آب میزان سفتی کاهش پیدا کرد [14]. قوام نامناسب خمیر منجر به اتصال حباب‌های گاز به هم و در نتیجه حرکت حباب‌ها به سطح و خروج آن‌ها می‌شود. بافت نهایی به توانایی خمیر در نگهداری گاز در طی مرحله پخت و تاثیر هیدروکلوئید بر دمای ژلاتینه شدن نشاسته دارد. به طوریکه چنانچه هیدروکلوئید دمای ژلاتینه شدن نشاسته را افزایش دهد، تغییر ساختار امولسیون خمیر مایع و هوا به حالت جامد اتفاق می‌افتد، پس زمان کافی برای افزایش حجم و ایجاد تخلخل وجود دارد. ویسکوزیته پایین توانایی به دام انداختن CO_2 و بخار آب را توسط سلولهای هوایی در طی پخت ندارد و در نتیجه حجم مخصوص پایین می‌آید. تخلخل علاوه بر ویسکوزیته تابع نسبت آمیلوز به آمیلوپکتین، حضور ترکیبات فعال سطحی و تجمع پروتئین‌ها در اثر حرارت نیز می‌باشد. موسیلاژ دانه به به دلیل ایجاد ساختار ژلی می‌تواند عملکردی مشابه چربی داشته باشد. به نظر می‌رسد ظرفیت تشکیل ژل در برخی از هیدروکلوئیدها بیانگر قابلیت استفاده از آن‌ها به عنوان مشابه و جایگزین چربی است.

٤-٣-٢-چسبندگی

بررسی نتایج مقایسه میانگین حاکی از آن است که بیشترین میزان چسبندگی در نمونه ششم حاوی ۵٪ صمغ دانه به (۱/٤٦) و کمترین میزان آن در نمونه شاهد (۰/۱۱) مشاهده گردید. به طور کلی با افزودن صمغ ها میزان چسبندگی در نمونه‌ها افزایش پیدا کرد و صمغ گیاهی باعث افزایش میزان بیشتری از چسبندگی در درصدهای برابر با صمغ صنعتی بود، همچنین با افزایش طول دوره نگهداری میزان چسبندگی روندی صعودی داشت.

٤-٣-٣-پیوستگی

بررسی نتایج میانگین حاکی از آن است که بیشترین میزان پیوستگی در نمونه هفتم که شامل۵٪ صمغ دانه به می‌شود مشاهده شده است و بعلاوه میزان پیوستگی نمونه‌ها با افزایش میزان صمغ روندی صعودی داشته است. پیوستگی توصیف مقاومت درونی ساختار کلوچه می‌باشد که با سختی آن رابطه‌ی عکس دارد به این معنا که کلوچه هایی با بیاتی بیشتر، دارای پیوستگی کمتری خواهند بود که با نتایج به دست آمده همخوانی دارد.

٤-٣-٤-فنریت

بررسی نتایج جدول مقایسه میانگین نشان می‌دهد که کم‌ترین فنریت مربوط به تیمار شاهد می‌باشد(۰/۲۲ روز پنجم) و بیشترین میزان فنریت مربوط به تیمار هفتم است. به طورکلی با افزودن صمغ‌های صنعتی و گیاهی فنریت روندی صعودی داشت و بهبود بخشیده شد. صمغ دانه به به‌طور موثرتری باعث افزایش فنریت نسبت به صمغ CMC شد. با گذشت دوره نگهداری نیز فنریت کاهش پیدا کرد. با افزایش بیاتی و خروج رطوبت از کلوچه میزان فنریت کاهش پیدا می‌کند به همین دلیل با افزایش طول دوره نگهداری، رطوبت بیشتری از کلوچه خارج شده و فنریت کاهش پیدا می‌کند. هم چنین با افزودن صمغ ها خاصیت جذب و نگهداری آب بیشتر شده که خود به حفظ رطوبت و افزایش فنریت کمک می‌کند.

Table4 texture profile analyses of samples during storage

treatment	day	Hardness(g)	Adhesiveness(mj)	cohesiveness	Springiness(mm)
	1	$34.87 \pm 0.15^{a\,B}$	$0.11 \pm 0.02^{e\,B}$	$0.01 \pm 0^{d\,A}$	$0.56 \pm 0.02^{e\,A}$

1	3	$37.91 \pm 0.01^{a\,B}$	$0.22 \pm 0.01^{c\,A}$	$0.01 \pm 0^{e\,A}$	$0.40 \pm 0.01^{f\,B}$
	5	$47.16 \pm 0.01^{a\,A}$	$0.22 \pm 0.01^{e\,A}$	$0.01 \pm 0^{c\,A}$	$0.22 \pm 0^{e\,C}$
	1	$33.82 \pm 0.02^{a\,C}$	$0.32 \pm 0.01^{d\,C}$	$0.1 \pm 0^{c\,A}$	$2.20 \pm 0^{d\,A}$
2	3	$37.23 \pm 0.02^{a\,B}$	$0.85 \pm 0.01^{a\,A}$	$0.08 \pm 0^{d\,A}$	$2.02 \pm 0.02^{d\,B}$
	5	$46.22 \pm 0.02^{a\,A}$	$0.61 \pm 0^{d\,B}$	$0.02 \pm 0^{c\,B}$	$1.25 \pm 0.02^{d\,C}$
	1	$33.77 \pm 0.02^{a\,B}$	$0.54 \pm 0.02^{c\,B}$	$0.12 \pm 0.01^{c\,A}$	$2.48 \pm 0.02^{c\,A}$
3	3	$36.45 \pm 0.02^{a\,B}$	$0.53 \pm 0^{b\,B}$	$0.08 \pm 0.01^{d\,B}$	$1.75 \pm 0.02^{e\,B}$
	5	$42.52 \pm 0.04^{b\,A}$	$0.66 \pm 0.01^{d\,A}$	$0.07 \pm 0^{b\,B}$	$1.44 \pm 0.02^{d\,C}$
	1	$31.76 \pm 0.02^{b\,C}$	$0.31 \pm 0.01^{d\,C}$	$0.12 \pm 0.01^{c\,A}$	$2.54 \pm 0.02^{bc\,A}$
4	3	$36.86 \pm 0.01^{a\,B}$	$0.53 \pm 0.03^{b\,B}$	$0.09 \pm 0^{d\,B}$	$2.14 \pm 0.01^{c\,B}$
	5	$40.03 \pm 0.03^{b\,A}$	$0.86 \pm 0.02^{c\,A}$	$0.08 \pm 0^{b\,B}$	$1.54 \pm 0.04^{d\,C}$
	1	$26.03 \pm 0.03^{c\,B}$	$0.76 \pm 0^{b\,B}$	$0.12 \pm 0.01^{c\,A}$	$2.68 \pm 0.02^{b\,A}$
5	3	$27.05 \pm 0.01^{b\,B}$	$0.80 \pm 0^{a\,B}$	$0.12 \pm 0.02^{c\,A}$	$2.12 \pm 0^{c\,B}$
	5	$30.32 \pm 0.02^{c\,A}$	$1.11 \pm 0.02^{b\,A}$	$0.06 \pm 0.01^{b\,B}$	$2.12 \pm 0.02^{c\,B}$
	1	$21.63 \pm 0.01^{d\,B}$	$0.85 \pm 0^{a\,B}$	$0.19 \pm 0.01^{b\,A}$	$2.63 \pm 0.03^{b\,A}$
6	3	$22.54 \pm 0.02^{c\,B}$	$0.75 \pm 0.01^{a\,B}$	$0.17 \pm 0.01^{b\,B}$	$2.52 \pm 0.01^{b\,B}$
	5	$26.34 \pm 0.03^{d\,A}$	$1.42 \pm 0.01^{a\,A}$	$0.16 \pm 0^{a\,B}$	$2.66 \pm 0.01^{a\,A}$
	1	$19.33 \pm 0.02^{e\,B}$	$0.84 \pm 0.03^{a\,B}$	$0.22 \pm 0.01^{a\,A}$	$2.95 \pm 0.02^{a\,A}$
7	3	$20.06 \pm 0.03^{c\,AB}$	$0.74 \pm 0.02^{a\,B}$	$0.22 \pm 0.02^{a\,A}$	$2.82 \pm 0.01^{a\,A}$
	5	$22.31 \pm 0.02^{e\,A}$	$1.46 \pm 0^{a\,A}$	$0.18 \pm 0^{a\,B}$	$2.20 \pm 0^{b\,B}$

* Values are reported as mean ± SD of three replications Values in the the same row and column with different superscripts are significantly different at $p<0.05$

(1):control, (2):1.5% CMC, (3):3% CMC, (4):5% CMC, (5): 1.5% Quince gum, (6): 3% Quince gum, (7): 5% Quince gum

٤-٤-ارزیابی حسی

نتایج ارزیابی حسی نمونه های کلوچه شامل بررسی تاثیر سطوح صمغ کربوکسی‌متیل‌سلولز و صمغ دانه به در شکل۲ نشان داده شده است. با توجه به نمودار تیمار شماره ۷ (۳٪ صمغ دانه به) با داشتن بالاترین میانگین امتیاز ، بهترین نمونه طبق بررسی ارزیابان حسی می‌باشد.

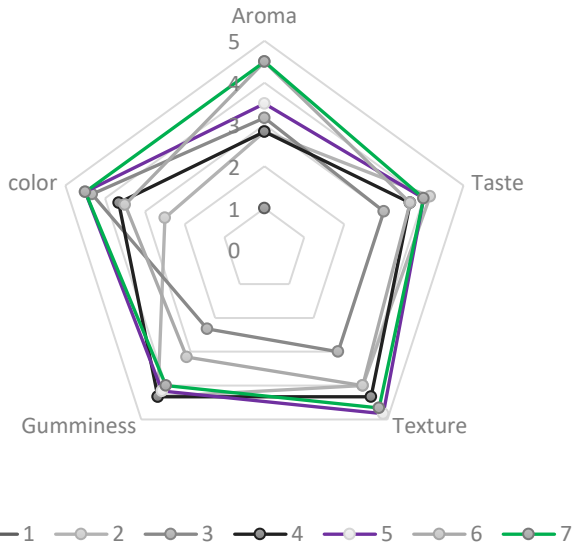

Fig2 The effect of adding CMC and Quince gum on sensory properties of cookies

(1):control, (2):1.5% CMC, (3):3% CMC, (4):5% CMC, (5): 1.5% Quince gum, (6): 3% Quince gum, (7): 5% Quince gum

نتیجه‌گیری کلی

بیماری سلیاک، بیماری خودایمنی بوده که دستگاه گوارش به سبب مصرف گلوتن دچار آسیب جدی می‌شود، برای رفع و کنترل این بیماری، به افراد مبتلا، رژیم غذایی عاری از گلوتن توصیه می‌گردد. آرد گندم دارای مقادیر بالایی از گلوتن بوده که سبب ایجاد بافتی مناسب برای محصولات آردی می‌شود. در این پژوهش با حذف آرد گندم و گلوتن و جایگزینی آن با آرد برنج، از صمغ کربوکسی‌متیل سلولز و صمغ دانه به استفاده شده تا بافت بهبود پیدا کند و با اضافه کردن آرد کینوا سعی بر افزایش ویژگی‌های فراسودمند آن شده است. لذا نتایج به کارگیری مخلوط آرد برنج و آرد کینوا، صمغ کربوکسی‌متیل‌سلولز در مقادیر (۱/۵، ۳ و ۵ درصد) و صمغ دانه به در مقادیر (۱/۵، ۳ و ۵ درصد) نشان داد افزودن صمغ ها می‌تواند ویژگی‌های رئولوژیکی، بافتی و حسی را بهبود ببخشد. به طوریکه با افزایش صمغ‌ها در فرمولاسیون محصول، میزان ویسکوزیته حداکثر و نهایی افزایش و ویسکوزیته برگشت‌پذیری کاهش پیدا می‌کند. بر اساس نتایج بیشترین میزان ویسکوزیته حداکثر(۱۰۶۷cp) و بالاترین مقدار ویسکوزیته نهایی (۱۹۹۷cp) در نمونه حاوی ۵ درصد صمغ دانه به دیده شد. همچنین بر اساس نتایج کلی، تیمار شماره ۷ که حاوی آرد برنج، آرد کینوا و ۵ درصد صمغ دانه‌ی به می باشد، دارای بهترین ویژگی های رئولوژیکی، بافتی و ارگانولپتیکی معرفی می‌گردد.

منابع

[1]Dadvar, P. Attai Salehi. A. Sheikhul-Islami. Z. 2017. Formulation of gluten-free cake and its qualitative properties. Journal of Innovation in Food Science and Technology. 10(2). (In Persian)

[2]Hopper. A.D. Cross. S.S. Hurlstone. D.P. McAlindon. M.E. Lobo. A.J.. & Hadjivassiliou. M. 2007. Pre-endoscopy serological testing for coeliac disease: evaluation of a clinical decision tool. British Medical Journal. 334:729-732.

[3]Ludvigsson. J.F. Leffler D.A. Bai. J.C.. Biagi. F. Fasano. A. Green. P.H. Hadjivassiliou. M. Kaukinen. K. Kelly. C.P. Leonard. J.N. Lundin. K.E. Murray. J.A. Sanders. D.S. Walker. M.M. Zingone, F. and Ciacci. C. 2013. The Oslo definitions for coeliac disease and related terms. 62 (1): 43-52. PMCID: PMC3440559.

[4]Behmanesh. B., Pedramnia. A., Estiri. H., Naghipour. F.2018. The effect of replacing rice flour with amaranth pseudo-grain and adding native Mandab seed gum on improving the quantitative and qualitative characteristics of gluten-free cake, Journal of Food Science and Technology, 16(91). (In Persian)

[5]Rostamian. M. Mohammadzadeh Milani. J. & Maleki. G. (2013) Utilization of maize and chickpea flour for gluten-free bread making. International Journal of Food Engineering. 1: 117-128.

[6]Gujral HS. Haros M and Rosell CM. 2003. Starch hydrolysing enzymes for retarding the staling for rice bread. Cereal Chemistry. 80:750-754.

[7]Kadan RS. Robinsonm MG. Thibodeux DP. Pepperman A. 2001.Texture and other physiochemical properties of whole rice bread. Journal of Food Science. 66: 940 –944.

[8]FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2013. International Year of the Quinoa IYQ-2013. Retrieved August 07. from http://www.rlc.fao.org/ en/about-fao/iyq-2012/.

[9]Piroti, S., Faraji, A., Naghipour, F. 2018. Evaluatingthe Synergistic Effect of Quinoa Flour and Whey Protein as Gluten Replacer in Production of Rice-Based Cup Cake. Journal of Innovation in Food Science and Technology , Vol 12, No 1(in Persian)

[10]Gallagher. E. Gormleya. T.R. and Arendtb. E.K. 2004. Recent advances in the formulation of gluten free cereal based. Food Science and Technology. 15: 143-152.

[11]BeMiller. J. N. & Whistler. R. L. 1996. Carbohydrates. In: Fennema, O.R. (Ed.), Food Chemistry. Marcel Dekker Inc. New York. 206– 218.

[12]Nateghi.L and Rezaei. M. 2021. The effect of xanthan gum and carboxymethyl cellulose on the physicochemical and sensory properties of baguette bread. Journal of Food Science & Technology (2008-8787). 18(113). (in Persian)

[13]Meshkani, S. M., Pourfalah, Z., Beheshti, S. H. R., Sabahi, S. 2014. Investigating the Effect of Adding Bapvinier and Carboxymethyl Cellulose Powder on Rheological Properties of Wheat Flour Dough. Innovation in Food Science and Technology, 7(1), 55-63 (in Persian).

[14]Mousavi Koljahi, A. Babaei Sadr. A. 2019. optimization of the effect of different concentrations of xanthan gum, guar and carboxymethyl cellulose on the physicochemical, rheological and organoleptic properties of gluten-free biscuits based on rice flour. Journal of Food Science and Technology. 16 .94.(in Persian)

[15]Abbastabar. B. Azizi. M. Adnani. A. & Abbasi. S. (2014). Determining and modeling rheological characteristics of quince seed Gum. Food Hydrocolloids. 1-6.(In Persian)

[16]Gheibi. N. Yurqanlou. R. 2019. investigation of the effect of inulin and seed gum powder on the physicochemical and qualitative properties of low-fat yogurt. Iran Biosystem Engineering Journal. 50(4). (in Persian)

[17]Vaseghi, F. Jouki, M. Rabbani, M.(2020). Investigation of physicochemical and organoleptic properties of low-calorie functional quince jam using pectin, quince seed gum and enzymatic invert sugar. JFST. 17(106). (In Persian)

[18]Elgeti. D. Nordlohne. SD. Föste. M. Besl. M. Linden. M. Heinz. V. Jekle. M. and Becker. T. 2014. Volume and texture improvement of gluten-free bread using quinoa white flour. Journal of Cereal Science. 59(1): 41– 47.

[19]Gheybi, N. and Ashrafi Yorghanloo, R. (2019). The Effect of Inulin and Quince Seed Gum Powder on the Physicochemical and Qualitative Properties of Low Fat Yogurt, The journal of Biosystem of Iran, 50(4), 963-975(In Persian)

[20]Salehifar, M., Shabanzzadeh, S., Khosravi Darani, K., and Bemadi, H. (2013). Investigation on enrichment industrial cookies by Spirulina plantensis. Journal of Food Science and Thechnology Innoation, 5(3):39-49

[21]Sidhu, J. P. S., and A. Bawa. (2002). Dough characteristics and baking studies of wheat flour fortified with xanthan gum, International Journal of Food Properties, 5, PP.1–11.

[22]Milani J M and Hoseini H, 2018, Application of coated wheat bran to produced Barbari Bread with increased nutritional value and improved bread texture and shelf life, Acta Alimentari, 47(3), 259-266.(In Persian)

[23]Martin. M. and Fitzgerald. M.A. 2002. Protein in rice grains influence cooking properties. J. Cereal Science. 36: 285-294.

[24]Latifi, A. 2013. Physicochemical Properties of Iranian Rice during Storage, Journal of Agricultural Engineering Research, 14(2), 43. magiran.com/p1173988(In Persian).

Journal of Food Science and Technology (Iran)

Homepage:www.fsct.modares.ir

Scientific Research

A Comparison between Effects of Quince Gum and Carboxymethyl Cellulose on Rheological, Textural, and Organoleptic Characteristics of Gluten-Free Cookies (Rice-Quinoa)

Niloufar Mohammadi[1], Mandana Tayefe[2], Leili Fadaei Ashkiki3*, Seyed Mostafa Sadeghi[4], Azin Nasrullahzadeh Masuleh[5]

1- MSc in Food Science and Technology, Lahijan Branch, Islamic Azad University, Lahijan, Iran.
2- Assistant Professor, Department of Food Science and Technology, Lahijan Branch, Islamic Azad University, Lahijan, Iran.
3- MSc in Food Science and Technology, Lahijan Branch, Islamic Azad University, Lahijan, Iran.
4- Associate Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Islamic Azad University, Lahidjan, Iran.
5- Assistant Professor, Department of Food Science and Technology, Lahijan Branch, Islamic Azad University, Lahijan, Iran.

ARTICLE INFO

Article History:
Received:2024/1/1
Accepted:2024/6/1

Keywords:

carboxymethyl cellulose,

gum,

quinoa,

rice flour

DOI: 10.22034/FSCT.21.156.38.

*Corresponding Author E-Leili_fd97@yahoo.com

ABSTRACT

Celiac disease is an autoimmune disorder which can cause serious damage to the mucous membrane of the small intestine due to the consumption of gluten, and as a result, there is a decrease in the absorption of nutrients, which can lead to weight loss, anemia and malnutrition. Removing gluten from the diet of the affected person is suggested as a solution to control and curb this abnormality. Therefore, the aim of this research is to investigate the possibility of producing cookies using rice flour, quinoa, carboxymethyl cellulose gum (1.5-3-5 percent) and gum extracted from the quince seed (1.5-3-5 percent) alone and evaluating its effect on the rheological characteristics of dough and textural properties of cookies. Based on the obtained results, it was determined that with the addition of gums, the viscosity increases compared to the control sample. Also by adding gums, Peak and Final viscosity increased and the setback viscosity decreased compared to the control sample. The highest maximum viscosity (1067 cp) and the highest final viscosity (1997 cp) were observed in the sample containing 5% quince gum. It was observed that the seed gum performed more effectively than showed carboxymethyl cellulose gum. So that the treatment with 5% quince gum has the highest viscosity among the samples. Furthermore the addition of both types of gum resulted in reduced hardness, increased springiness and improved sensory characteristics and The lowest hardness was observed in the sample containing 5% of quince gum to (19.33g). Based on the overall evaluation of the results of this study, treatment containing 450 g rice flour, 50 g quinoa flour and 5% quince gum is recommended as the best treatment.