Archive of SID

تاثیر استفاده از هیدروکلوئید کربوکسی متیل سلولز و امولسیفایر دی استیل تارتاریک اسید بر خواص فیزیکوشیمیایی، حسی و ماندگاری نان تست غنی شده با آرد لوبیاچیتی و نخود

لیلا ناطقی*

*گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، واحد ورامین - پیشوا، دانشگاه آزاد اسلامی، ورامین، ایران

تاریخ دریافت: ۹۵/۶/۱۵ تاریخ پذیرش:۹۶/۲/۸

چکیده

حبوبات یکی از منابع بسیار مهم پروتئینی می‌باشند که در متعادل‌سازی آمینواسیدهای ضروری بدن نقش به‌سزایی داشته و می‌تواند خواص کاربردی در محصولات پخت نیز داشته باشد. از سوی دیگر به‌دلیل عدم حضور پروتئین گلوتن در این دسته از مواد غذایی، در صورت افزودن به فرمولاسیون محصولات صنایع پخت، استفاده از مواد افزودنی مجاز نظیر هیدروکلوئیدها و امولسیفایرها به‌منظور بهبود بافت ضروری به‌نظر می‌رسد. بنابراین هدف از این پژوهش بررسی خواص فیزیکوشیمیایی، حسی و بهبود مدت زمان ماندگاری نان تست غنی شده با آرد حبوبات (نخود و لوبیاچیتی) در مقادیر ۵ و ۱۰ درصد، امولسیفایر دی استیل تارتاریک اسید(DATEM) در مقادیر ۰/۷۵ و ۱ درصد و هیدروکلوئید کربوکسی متیل سلولز (CMC) در مقادیر ۱ و ۱/۵ درصد (وزنی-وزنی، بر پایه وزن آرد) به ترتیب بود. نتایج نشان داد افزودن آرد نخود و لوبیاچیتی و امولسیفایرها منجر به افزایش جذب آب خمیر، زمان گسترش خمیر، زمان مقاومت خمیر و همچنین ارزش والریمتری (خصوصیات کشسانی خمیر) گردید و درجه سست شدن خمیر در تمامی تیمارها کمتر از نمونه شاهد بود. در تمامی بازه‌های زمانی حداکثر مقاومت به کشش تمامی تیمارها افزایش و قابلیت به کشش کاهش یافت. تیمار محتوی ۵ درصد آرد لوبیاچیتی و ۱ درصد CMC، از بین تیمارهای منتخب دارای کمترین میزان بیاتی پس از ۷۲ ساعت بود. نتایج حاصل از حجم‌سنجی نمونه‌ها نشان داد که نمونه‌ی حاوی ۱۰ درصد آرد نخود و ۰/۷۵ درصد DATEM، بالاترین حجم را داشت. نمونه حاوی ۵ درصد آرد لوبیاچیتی و ۱ درصد CMC از نظر پذیرش کلی با نمونه شاهد اختلاف معنی‌داری نداشت. در نهایت با توجه به نظر ارزیاب‌ها استفاده از ۵ درصد آرد لوبیاچیتی و ۱ درصد CMC نسبت به وزن کل آرد در فرمولاسیون، نان تست غنی‌شده توصیه می‌گردد.

واژه های کلیدی: آرد لوبیاچیتی، آرد نخود، دی استیل تارتاریک اسید، کربوکسی متیل سلولز، نان تست

* مسوول مکاتبات: leylanateghi@yahoo.com

www.SID.ir

Archive of SID

۱- مقدمه

نان غذای اصلی و پایه بسیاری از کشورهای جهان را تشکیل داده و روزانه قسمت اعظمی از انرژی، پروتئین، املاح معدنی و ویتامین‌های گروه B مورد نیاز آنها را تامین می‌نماید. در ایران نیز حدود ۶۰-۶۵ درصد پروتئین و کالری و حدود ۲-۳ گرم املاح معدنی و قسمت اعظم نمک مورد نیاز روزانه از خوردن نان تامین می‌گردد (۴)، ولی متاسفانه با افزایش مصرف، اقدامات لازم برای غنی‌سازی و بهبود آن صورت نگرفته است. یکی از بهترین ترکیبات به منظور غنی‌سازی آرد گندم در تولید نان استفاده از آرد حبوبات می‌باشد. حبوبات حاوی مقادیر بالایی از اسیدآمینه‌های لیزین، لوسین، آسپارتیک اسید، گلوتامیک اسید، آرژینین هستند که جایگزین مناسبی برای انواع گوشتها می‌باشند، بنابراین استفاده از آرد حبوبات در نان، علاوه بر تامین اسیدآمینه‌های ضروری در بدن با افزایش محتوای پروتئینی نان، ارزش غذائی آن را بالا می‌برد. از آنجاییکه میزان پروتئین موجود در آرد نخود ۲۵-۱۹ درصد می‌باشد بنابراین با بالا رفتن محتویات پروتئینی نان توسط آرد نخود، بیاتی نان نیز به تعویق می‌افتد که این می‌تواند بدلیل به تعویق افتادن روتروگراداسیون (بیاتی) نشاسته باشد (۵). در تحقیقی شمس و همکاران در سال (۱۳۸۱) آرد نول را با آردهای نخود و باقلا، غنی نمودند نتایج نشان داد، میزان تمام آمینواسیدهای ضروری بجز آمینواسیدهای ضروری گوگرددار (متیونین و سیستین) در آرد مذکور در مقایسه با آرد نول غنی نشده افزایش یافت (۶). مطالعات نشان داده است که مصرف میان وعده‌های غذایی حاوی لوبیاچیتی در پیشگیری از سرطان روده بزرگ نقش مهمی دارد. از طرفی، آهن، فولات و منیزیم موجود در نخود در رشد سلول‌های هموگلوبین، رقیق شدن خون و بهبود جریان خون تاثیر بسزایی دارد (۲۸). لوبیاچیتی و نخود از نظر مقدار فیبر بسیار غنی هستند(۱۷)، مصرف منظم فیبر با کاهش چشمگیر کلسترول مضر و حفظ سلامت بدن ارتباط دارد. فیبر به جذب بهتر مواد مغذی کمک می‌کند و احساس سیری در فرد ایجاد می‌کند (۲۷). با افزودن آرد حبوبات به آرد گندم، فرمانتاسیون خمیر و خواص رئولوژی خمیر که تأثیر به‌سزائی در کیفیت نان دارند، تغییر می‌نماید. لذا باید آنها را به دقت مورد بررسی قرار داد.

یکی از موفق‌ترین روش‌ها به منظور حفظ کیفیت و افزایش مدت زمان نگهداری نان به کاربردن هیدروکلوئیدها می‌باشد (۱۶). گروه‌های هیدروکسیل موجود در هیدروکلوئیدها با برقراری پیوندهای هیدروژنی با مولکول‌های آب، بیاتی نان را به تاخیر می‌اندازد (۲). معمولا هیدروکلوئیدها در تهیه نان‌های حجیم برای بهبود بافت، تقویت شبکه گلوتنی، ایجاد نرمی، یکنواختی و به تعویق انداختن بیاتی استفاده می‌شود (۸). کربوکسی‌متیل‌سلولز (CMC*) در فرآورده‌های نانوایی بیشتر جهت نگهداری رطوبت، بهبود بافت یا بهبود احساس دهانی محصولات، کنترل کریستالیزاسیون شکر و یخ و همچنین کنترل ویژگی‌های رئولوژیکی خمیر، بهبود حجم و یکنواختی ساختمان محصولات و یا افزایش ماندگاری آنها به کار می‌رود (۱۰). عرب عامری و همکاران (۱۳۸۳) تاثیر هیدروکلوئیدهای کربوکسی‌متیل‌سلولز، صمغ زانتان، صمغ گوار و صمغ لوبیای لوکاست را بر کیفیت نان لواش مورد بررسی قرار دادند و بیان داشتند که استفاده از هیدروکلوئیدها، منجر به تعویق بیاتی می‌گردد (۸).

استفاده از افزودنی‌هایی نظیر امولسیفایرها در نان، خلل و فرج نان بهبود می‌بخشد و حجم نان را افزایش می‌دهد(۶). یکی از امولسیفایرهای غیریونی روغن در آب دی استیل تارتاریک اسید(DATEM[2]) است که به عنوان تقویت‌کننده خمیر سبب افزایش قدرت نگهداری گاز و به دنبال آن بهبود بافت و کیفیت نان می‌شود (۹). امولسیفایرها می توانند با آمیلوز مولکول نشاسته تشکیل

* Diacetyl tartaric acid ester of mono- and diglycerides

[2] Carboxy Methyl Cellulose

www.SID.ir

Archive of SID

کمپلکس دهند و از تجمع و متراکم شدن زنجیرهای آمیلوز که موجب کاهش خروج آب از نشاسته ژلاتینه شده می‌گردند، جلوگیری نمایند و در نتیجه به وسیله ایجاد کمپلکس با نشاسته و جذب شدن بر روی سطح آن موجب ممانعت از خروج آب و به تاخیر انداختن بیاتی محصول شوند (۲۱). غیور و همکاران، (۱۳۹۰) تاثیر به کارگیری DATEM را برخصوصیات رئولوژیکی و حجم مخصوص نان اشترودل مورد بررسی قرار دادند که نتایج آنها نشان داد، استفاده از DATEM به میزان ۰/۳ درصد باعث بهبود خواص رئولوژیکی و افزایش حجم مخصوص نان اشترودل می‌شود(۹). پورظفر و همکاران (۲۰۱۳)، تاثیر به کارگیری امولسیفایر DATEM را بر ویژگی های حسی و مدت ماندگاری نان بربری بدون گلوتن مورد بررسی قرار دادند و مشخص گردید که استفاده از امولسیفایر DATEM به میزان ۱ درصد سبب کاهش سفتی نان ها طی دوره نگهداری در مقایسه با شاهد گردید (۲۵).

از این‌رو هدف کلی از این تحقیق بررسی خواص فیزیکوشیمیایی، حسی و بهبود مدت زمان ماندگاری نان تست غنی شده با آرد لوبیاچیتی و نخود با کربوکسی متیل سلولز و دی استیل تارتاریک اسید بود.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- مواد

آرد مورد استفاده در این تحقیق آرد نول با درجه استخراج ۶۸ درصد بود که از کارخانه آرد و نان هورسان (تهران) و مخمر خشک فعال از شرکت فریمان مشهد تهیه گردید. کربوکسی متیل سلولز و دی استیل تارتاریک اسید از شرکت دنیسکو دانمارک تهیه شد. لوبیاچیتی و نخود مورد استفاده در این پژوهش از مرکز تحقیقات کشاورزی، استان گلستان (گرگان)، تهیه گردیدند و توسط آسیاب چکشی (مدل ام سی جی۱۰۰، مایسان، کره جنوبی) به طور کامل آسیاب شدند و از الک با مش ۱۰۰ عبور داده شدند. دیگر مواد شیمیایی مورد استفاده در این تحقیق از شرکت مرک آلمان خریداری شد.

۲-۲- روش‌ها

۲-۲-۱- آزمون‌های فیزیکوشیمیایی نمونه آرد گندم نول و آردهای نخود و لوبیاچیتی

تمامی آزمون های شیمیایی نمونه های آرد مطابق با روش AACC (۱۴) به شماره های ذکر شده صورت گرفت.آزمون تعیین رطوبت شماره ۴۴-۱۶، آزمون تعیین خاکستر شماره ۰۱-۰۸، آزمون تعیین پروتئین شماره ۱۲-۴۶، آزمون تعیین چربی شماره ۳۰-۱۰، آزمون تعیین pH شماره ۰۲-۵۲ و آزمون تعیین فیبر به شماره ۱۰-۳۲ انجام شد.

۲-۲-۲-آزمون های رئولوژیکی خمیر

آزمون‌های فارینوگرافی با استفاده از روش استاندارد AACC (۱۴) به شماره ۵۱-۲۴، آزمون اکستنسوگراف با استفاده از روش استاندارد ملی ایران به شماره ۳۲۴۶، (۱۱) به ترتیب توسط دستگاه‌های فارینوگراف و اکستنسوگراف برابندر، ساخت کشور آلمان انجام شد.

۲-۲-۳- تولید نان تست

به منظور تولید نان تست، آرد حبوبات (نخود و لوبیاچیتی) در مقادیر ۵ و ۱۰ درصد، امولسیفایر DATEM در مقادیر ۰/۷۵ و ۱ درصد و هیدروکلوئید CMC در مقادیر ۱ و ۱/۵ درصد (وزنی-وزنی، بر پایه وزن آرد)، مطابق با جدول ۱، به فرمولاسیون خمیر نان تست اضافه شدند و در مخزن خمیرگیرآزمایشگاهی(ایپتو۵*، مدل EB۱۲، آلمان) به مدت ۱۰ دقیقه به طور یکنواخت مخلوط شدند و پس از آن مخمر، نمک، روغن و شکر به میزان‌های ۲،۲،۶ و ۲ درصد وزنی بر پایه وزن آرد به مخلوط اضافه گردیدند. سپس مقدار آب لازم بر اساس جذب آب آرد در فارینوگراف محاسبه گردید و به مخلوط اضافه شد. پس از اختلاط کامل آرد و آب و

*. Iypto

www.SID.ir

Archive of SID

تشکیل توده فرم پذیر خمیر، استراحت اولیه نمونه ها به مدت ۱۰ دقیقه خمیر در داخل کابینت مخصوص ورآمدن خمیر(ولکر ۸*، آلمان) در دمای ۳۸ درجه‌سانتی‌گراد صورت گرفت. سپس قطعاتی از خمیر به وزن تقریبی ۴۵۰ گرم، چانه‌گیری و گرد گردید و دوباره پس از ۱۰ دقیقه استراحت، تخمیر میانی(به مدت ۳۰ دقیقه، دمای ۳۸ درجه‌سانتی‌گراد) انجام شد. در نهایت چانه های خمیر وارد اتاقک تخمیر شدند تا مرحله تخمیر نهایی در درجه حرارت ۳۰ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۸۰ درصد به مدت ۴۰ دقیقه انجام شود. سپس قالب های نان وارد فرگردان با سیستم بخار مخصوص پخت نان تست و انواع نان‌های شیرین، ساخت کشور ایران با دمای ۲۳۰-۲۲۰ درجه سانتی‌گراد گردیدند. مدت زمان پخت نمونه های نان تست در حدود ۴۵ دقیقه بود.

*.Welker

www.SID.ir

Archive of SID

جدول۱- مشخصات تیمارهای نان‌های تست تولید شده و کدهای مربوطه

کد تیمارها	مشخصات تیمارها
کد (۰)	نمونه شاهد (حاوی آرد نول، فاقد آرد حبوبات ، CMC و DATEM)
کد (۱)	نمونه حاوی ۱۰٪ آرد نخود به وزن کل آرد نول
کد (۲)	نمونه حاوی ۱۰٪ آرد نخود و ۰/۷۵٪ DATEM به وزن کل آرد نول
کد (۳)	نمونه حاوی ۱۰٪ آرد نخود و ۱٪ DATEM به وزن کل آرد نول
کد (٤)	نمونه حاوی ۱۰٪ آرد نخود و ۱٪ CMC به وزن کل آرد نول
کد (۵)	نمونه حاوی ۱۰٪ آرد نخود و ۱/۵٪ CMC به وزن کل آرد نول
کد (٦)	نمونه حاوی ۵٪ آرد لوبیاچیتی به وزن کل آرد نول
کد (۷)	نمونه حاوی۵٪ آرد لوبیاچیتی و ۰/۷۵٪DATEM به وزن کل آرد نول
کد (۸)	نمونه حاوی ۵٪ آرد لوبیاچیتی و ۱٪ DATEM به وزن کل آرد نول
کد (۹)	نمونه حاوی ۵٪ آرد لوبیاچیتی و ۱٪ CMC به وزن کل آرد نول
کد (۱۰)	نمونه حاوی ۵٪ آرد لوبیاچیتی و۱/۵٪ CMC به وزن کل آرد نول

۲-۲-٤- روش‌های آزمون فیزیکوشیمیایی نان‌های تست تولیدی

۲-۲-٤-۱- آزمون بافت سنجی

تغییرات بافت مطابق با استاندارد AACC به شماره ۰۹-۷۴ (۱۴) توسط دستگاه اینسترون *(IUTM) مدل H5KS، ساخت انگلستان انجام شد. میزان نیروی به کار رفته در این آزمون ۵ کیلوگرم و یا۵۰۰ نیوتن بود و در این آزمون از پروب نفوذی با سطح مقطع استوانه‌ای شکل و با قطر سطح مقطع ۳/۲ میلی‌متر با سرعت ۱۰۰میلی‌متر بر دقیقه استفاده شد و در هنگام تعیین سفتی مغز نان میزان نفوذ پروب ۱۰ میلی‌متر بود. نان‌های مورد نظر مورد آزمون تراکمی یا فشاری در فواصل زمانی ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت بعد از پخت قرار داده شدند.

۲-۲-٤-۲- اندازه‌گیری حجم مخصوص

اندازه‌گیری حجم نان‌های تست مورد آزمون، به روش جایگزینی حجم با دانه کلزا انجام گردید. برای اندازه‌گیری، ابتدا حجم ظرف همراه با دانه‌های کلزا اندازه گرفته شد، سپس قطعه نان تست در داخل ظرف خالی گذاشته شد و در آن دانه‌های کلزا ریخته شد و سپس نان تست خارج گردید و حجم اشغالی توسط دانه‌های کلزا اندازه گیری شد. اختلاف دو عدد حاصله حجم نان تست بود. جهت کاهش خطا از قسمت‌های مختلف نان نمونه برداری شد و سپس حجم مخصوص نان تست مطابق با روش زیر محاسبه گردید (۳۳).

$$\text{حجم مخصوص} = \frac{\text{وزن نان (برحسب گرم)}}{\text{حجم نان (سانتیمتر مکعب)}}$$

*Instron universal Testing machine

www.SID.ir

Archive of SID

۲-۲-٤-۳- آزمون حسی نان‌های تست تولیدی

آزمون حسی مطابق روش هدونیک پنج نقطه‌ای، از بسیار مطلوب (امتیاز ۵) تا بسیار نامطلوب (امتیاز ۱) انجام گرفت و بیاتی و پذیرش‌کلی نان‌های تست تولید شده در سه بازه زمانی ۰، ۲۴، ۴۸ ساعت مورد بررسی قرار گرفتند(۹ و ۱۸).

۲-۲-۵- روش تجزیه تحلیل اطلاعات

تجزیه و تحلیل نتایج در قالب طرح کاملا تصادفی در ۳ تکرار در روش‌های دستگاهی و ۵ تکرار در روش‌های حسی با استفاده از نرم افزار Minitab ۱۶ صورت گرفت. آنالیز واریانس یک طرفه و مقایسه میانگین‌ها از نوع دانکن در سطح معنی‌داری ۵ درصد به منظور بررسی معنی‌دار بودن نتایج حاصله صورت گرفت.

۳- نتایج و بحث

۳-۱- نتایج آزمون فیزیکوشیمیایی آرد گندم نول و آردهای نخود و لوبیاچیتی

با توجه به جدول ۲، تمامی فاکتورهای مورد اندازه‌گیری آرد نول مصرفی در حد استاندارد ملی آرد ایران به شماره ۱۰۳، بوده است (۱۲). مطابق با نتایج مقادیر پروتئین، خاکستر و فیبر آرد لوبیاچیتی و آرد نخود به شکل معنی‌داری بالاتر از آرد نول بود.

همچنین میزان پروتئین آرد نخود (۳۸/۸۷) در مقایسه با آرد لوبیاچیتی (۳۲/۲۲) بالاتر بود. در تایید نتایج حاصل از تحقیق حاضر خسروی و همکاران (۱۳۹۲)، نیز اعلام کردند که میزان پروتئین آرد نخود (۴۳/۳۳) به شکل معنی‌داری بالاتر از آرد لوبیاچیتی (۳۲/۵۵) در واریته‌های ایرانی بوده است (۳). در بررسی‌های محققین دیگر نیز میزان پروتئین، خاکستر و فیبر موجود در آرد های نخود، لوبیاچیتی به مراتب بیشتر از میزان آن در آرد ستاره گزارش شده بود (۲۰).

جدول۲- ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی آرد گندم (نول) و آردهای نخود و لوبیاچیتی[۱و۲]

نمونه	رطوبت (درصد)	خاکستر (درصد)	پروتئین (درصد)	pH	چربی (درصد)	فیبر (درصد)
آرد نول	۱۳/۸۰±۰/۸۰^{a}	۰/۵۰±۰/۰۸^{c}	۱۰/۹۰±۰/۳۸^{c}	٦/۰۸۵±۰/۱۲^{b}	۲/۵۵±۰/۱۹^{a}	۲/٤۷±۰/۱۹^{c}
آرد لوبیاچیتی	۸/۰۰±۰/۳۵^{b}	۲/۷۰±۰/۳۸^{b}	۳۲/۲۲±۱/۰۸^{b}	٦/۰۸۵±۰/۱۷^{b}	۱/۲۰±۰/۱۷^{b}	۱٤/۵۰±۰/۸۲^{a}
آرد نخود	٦/۰۰±۰/۱۸^{c}	٤/۲۰±۰/۱۲^{a}	۳۸/۸۷±۱/۲۱^{a}	٦/٤۰±۰/۲٤^{a}	۰/۵۰±۰/۰۸^{c}	۱۳/۰۰±۰/۷۲^{b}

۱-مقادیر بر اساس میانگین ± انحراف معیار گزارش گردیده است.

۲-حروف متفاوت در هر ستون بیانگر وجود اختلاف آماری در سطح احتمال ۵ درصد هستند.

www.SID.ir

Archive of SID

۳-۲- نتایج حاصل از آزمون فارینوگراف

نتایج حاصل از آزمون فارینوگراف در جدول۳، گزارش شده است.

۳-۲-۱- میزان جذب آب

با افزایش جذب آب اجزای خمیر بهتر توزیع می‌شوند و شبکه گلوتنی توسعه بهتری خواهد داشت. محققان افزایش ظرفیت جذب آب آرد گندم را به محتوای رطوبت کمتر، سبوس بیشتر و پروتئین بالاتر، سطح پنتوزان بالاتر، نشاسته آسیب دیده بیشتر و فعالیت آنزیمی بالاتر آن نسبت داده‌اند.

مطابق با نتایج جدول۳، بیشترین میزان جذب آب به‌ترتیب به تیمارهای کد (۵) ، کد (۴) که حاوی آرد نخود و CMC بودند تعلق داشت که از نظر آماری اختلاف معنی‌داری بین آنها ملاحظه نگردید ($p\geq0.05$) و کمترین میزان جذب آب به‌ترتیب در تیمارهای شاهد، کد (۳) و کد (۷) که حاوی امولسیفایر DATEM بودند، مشاهده شد که از نظر آماری اختلاف قابل ملاحظه‌ای در میزان جذب آب این خمیرها دیده نشد ($p\geq0.05$).

مطابق با نتایج میزان جذب آب نمونه‌های حاوی آرد نخود و لوبیاچیتی و امولسیفایر به شکل معنی‌داری بالاتر از نمونه شاهد بود. از آنجایی که حبوبات حاوی پروتئین بالاتری نسبت به غلات می‌باشند بنابراین با افزودن آرد حبوبات به آرد، محتوای پروتئینی آرد نیز افزایش می‌یابد و در نتیجه میزان جذب آب خمیر حاصله نیز افزایش یافت (۲۰). نکته دیگر اینکه حدود ۹۰-۷۰ درصد پروتئین‌های خشک لوبیا، محلول در آب هستند درحالی‌که ۸۰-۹۰ درصد پروتئین‌های گلوتنی، غیرمحلول در آب هستند که این امر باعث جذب آب بالای خمیر حاصل از آرد لوبیاچیتی در مقایسه با آرد گندم می‌گردد (۱و۲۴). از طرفی تعداد زیاد گروه‌های هیدروکسیل موجود در ساختار فیبر موجود در آرد حبوبات، با ایجاد پیوندهای هیدروژنی جذب آب را افزایش می‌دهند (۱و۲۴).

نتایج به دست آمده از این تحقیق مطابق با نتایج سایر محققین بود که در بررسی ویژگی‌های رئولوژیکی خمیر ترکیبی آرد گندم و آرد نخود اینطور بیان نموده بودند که جذب آب خمیر با افزودن مقادیر آرد نخود به آرد گندم افزایش می‌یابد که این افزایش جذب آب را به افزایش محتوای پروتئین و پنتوزان به خصوص ریبوز و دزوکسی ریبور (پلی ساکاریدهای غیر نشاسته ای) و کاهش جزء نامحلول پروتئینی با افزودن آرد حبوبات در آردهای ترکیبی نسبت دادند (۲۳). در تایید نتایج حاصل از تحقیق حاضر شمس و همکاران (۱۳۸۱) نیز گزارش نمودند که افزودن آرد نخود پوست گیری نشده و باقلا به آرد گندم منجر به افزایش مواد سلولزی در خمیرهای نان و در نتیجه افزایش درصد جذب آب در آنها شده بود (۶).

۳-۲-۲- زمان گسترش خمیر

مدت زمان لازم به دقیقه برای شکل گیری خمیر را زمان گسترش خمیر می‌نامند(۳۲). مطابق با نتایج جدول ۳، افزودن آرد حبوبات و امولسیفایرها در تمام سطوح منجر به افزایش زمان گسترش خمیر در مقایسه با نمونه شاهد گردید. بالاترین زمان گسترش خمیر مربوط به تیمار کد (۴)، که حاوی ۱۰ درصد آرد نخود و ۱ درصد CMC بود و کمترین زمان گسترش خمیر متعلق به نمونه شاهد بود. کوهاجدووا* و همکاران در سال (۲۰۱۳)، در طی تحقیقی با افزودن آرد نخود به آرد گندم، اینطور بیان نمودند که با افزایش درصد جایگزینی آرد نخود با آرد گندم زمان گسترش خمیر به شکل معنی‌داری افزایش یافت که این افزایش زمان گسترش خمیر می‌تواند بدلیل وجود پروتئین‌های غیرگلوتنی، فیبرها و قندهای موجود در آرد نخود باشد که منجر به تداخلات این ترکیبات با پروتئین‌های گلوتنی و تاخیر در هیدراتاسیون و توسعه شبکه گلوتنی باشد (۲۱).

* Kohajdová

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳- نتایج حاصل از آزمون فارینوگراف نمونه‌های آرد، نان‌های تست غنی شده با آرد لوبیاچیتی و نخود و حاوی هیدروکلوئید CMC و امولسیفایر DATEM [۱و۲]

کد نمونه	میزان جذب آب (درصد)	زمان گسترش خمیر (دقیقه)	زمان مقاومت خمیر (دقیقه)	درجه سست شدن خمیر پس از ۱۰ دقیقه (برابندر)	درجه سست شدن خمیر پس از ۱۲دقیقه (برابندر)	ارزش والریمتری
(۰)	۵۸/۸۰±۰/۳۵^{e}	۲/۱۰±۰/۰۱^{e}	۵/۲۵±۰/۰۷^{e}	۵۹/۱۰±۰/۱۰^{b}	۷۵/۰۰±۰/۵۰ ^{b}	٤٦/۰±۰/۸٤^{g}
(۱)	٦۱/۰۰±۰/۳۵^{bcd}	۵/۱۰±۰/۲۱^{bcd}	٦/۷۰±۰/۰۷^{bc}	۵۲/۰±۰/۵۰^{d}	٦۲/۰۰±۰/۲٤^{e}	۵۳/۰±۰/۱٤ ^{def}
(۲)	٦۲/۲۰±۰/٤۹^{abc}	۵/۰۰±۰/۱٦^{cd}	۸/۱۰±۰/۱٤^{a}	٤۰/۰۰±۰/۱^{h}	۵۵/۰۰±۱/۰۰^{g}	٦۱/۰±۰/۳۳ ^{a}
(۳)	٦۰/۰۰±۰/٦۷^{de}	٤/۸۰±۰/۲۱ ^{cd}	۷/۱۰±۰/۰۸^{b}	۵۰/۰۰±۰/۲٤ ^{e}	٦۵/۰۰±۰/۲٤ ^{d}	۵۵/۰±۰/۲۸^{cde}
(٤)	٦۳/٤۵±۰/۵۲^{a}	٦/۰۰±۰/۱٤^{a}	۵/۲۰±۰/۰۹^{e}	۵٦/۰±۱/۵۰^{c}	۷۸/۰۰±۱/۷۵^{a}	۵۱/۰±۱/۲۷ ^{f}
(۵)	٦۳/۵۰±۰/٦۳^{a}	۵/۱۰±۰/۱٤^{bcd}	۸/۰۰±۰/۱۲^{a}	۳۰/۰۰±۰/۱۵^{i}	۵۲/۰±۰/۲۰^{g}	۵۹/۰±۰/۹٦ ^{ab}
(٦)	٦۰/۵۰±۰/۱۷^{cde}	٤/۵۰±۰/۵٦^{d}	۷/۸۰±۰/۲۱^{a}	۵۳/۰±۱/۰۰^{d}	۵۹/۰۰±۱/۰۰^{f}	۵۳/۰±۰/٦۰ ^{def}
(۷)	٦۰/۰۰±۰/۷۰^{de}	۵/۰۰±۰/۲۱^{cd}	٦/۱۰±۰/۱٦^{d}	۵۵/۰۰±۰/۱۵^{c}	۷٤/۰±۰/۲۵^{b}	۵۲/۰±۰/۹۹ ^{ef}
(۸)	٦۲/٤۰±۰/۱۷^{ab}	۵/۵۰±۰/۱٤^{abc}	۸/۲۰±۰/۰۷^{a}	٤۲/۰۰±۰/۲۵^{g}	۵۱/۰۰±۱/۰۰^{h}	۵۷/۰±۱/۱۳^{bc}
(۹)	٦۱/۵۰±۰/۳۱^{bcd}	۵/۲۰±۰/۰۷^{abcd}	۸/۱۰±۰/۰۹^{a}	٤۵/۰۰±۰/۱۵^{f}	۵۷/۰±۰/۲۰^{fg}	۵٦/۰±۰/٦۳ ^{bcd}
(۱۰)	٦۱/۰۰±۰/۳۱^{bcd}	۵/۹۰±۰/۰۹^{ab}	٦/۲۰±۰/۲۸^{cd}	٦۱/۰۰±۰/۱۵^{a}	۷۱/۰±۰/۲۰^{c}	۵۰/۰±۰/٤۹^{f}

۱-مقادیر بر اساس میانگین ± انحراف معیار گزارش گردیده است.

۲-حروف متفاوت در هر ستون بیانگر وجود اختلاف آماری در سطح احتمال ۵ درصد هستند.

www.SID.ir

Archive of SID

عرب عامری و همکاران، (۱۳۸۳)، بیان نمودند که افزودن کربوکسی متیل سلولز بر خمیر نان باعث افزایش زمان‌گسترش خمیر می‌گردد و دلیل آنرا افزایش تعداد گروه‌های هیدروکسیل و افزایش جذب آب به دلیل واکنش این مواد توسط پیوند هیدروژنی بیان نمودند. زیرا زمان مورد نیاز برای گسترش خمیر یا زمان لازم برای رسیدن خمیر به ۵۰۰ برابندر با افزودن هیدروکلوئیدها به خمیر تغییر کرد (۸). بر طبق یافته‌های کریمی و عزیزی (۱۳۸۶)، نیز افزودن سدیم استئاروئیل لاکتیلات بر خمیر نان تافتون باعث کاهش زمان‌گسترش خمیر شد (۱۰).

۳-۲-۳- زمان مقاومت خمیر

مطابق با نتایج جدول ۳، بالاترین زمان مقاومت خمیر به ترتیب مربوط به تیمارهای کد (۸)، کد (۲)، کد (۹) و کد (۵) بوده است که اختلاف معنی‌داری نیز در بین آنها دیده نشد ($p\geq0.05$) و کمترین زمان مقاومت خمیر مربوط به تیمار شاهد بود. بطور کلی افزودن آرد حبوبات باعث کاهش مقاومت خمیر و افزودن امولسیفایرها باعث افزایش مقاومت خمیر می‌گردد. بنابراین استفاده از امولسیفایرها در خمیرهایی که با آرد حبوبات غنی شده بودند باعث شد که میزان مقاومت آنها در مقایسه با نمونه شاهد افزایش یابد و خمیر قوی‌تری ایجاد شود. عرب عامری و همکاران در سال (۱۳۸۳)، گزارش کردند افزودن کربوکسی متیل سلولز بر روی خمیر نان لواش منجر به افزایش مقاومت خمیر گردید. آنها گزارش کردند خمیری که دارای کربوکسی متیل سلولز بود ثبات بیشتری داشته و نشان دهنده قوی‌تر بودن خمیر آن بوده است(۸). نتایج شمس و همکاران (۱۳۸۱)، در بررسی افزودن آرد حبوبات و لستین بر رئولوژی خمیر نان بیانگر این مطلب بود که افزودن آرد نخود و باقلا در تمامی درصدهای افزوده شده (۵، ۱۰ و ۱۵درصد) منجر به کاهش پایداری خمیر می‌گردد(۶). نتایج به دست آمده از پژوهش‌های کوهاجدووا[1] و همکاران در سال (۲۰۱۳)، در بررسی افزودن آرد نخود به کراکر دریافتند که پایداری خمیرهای حاوی آرد نخود کاهش یافته است که آنرا به تداخلات به‌وجود آمده بین پروتئین‌های غیرگندمی و فیبرها با گلوتن، و واکنشهای پروتئولیتیکی که منجر به تخریب نسبی شبکه پروتئینی و کاهش زمان مخلوط کردن می‌گردند نسبت دادند (۲۱).

۳-۲-٤- درجه سست شدن خمیر

به طور کلی در زمان ۱۲ دقیقه، درجه سست شدن خمیر در تیمار کد (۴) به طور معنی‌داری از دیگر تیمارها بالاتر بود و پس از آن تیمارهای کد (۷) و نمونه شاهد، بالاترین درجه سست شدن خمیر را دارا بودند. نتایج به دست آمده از تحقیقات محمد[2] و همکاران (۲۰۱۲)، نشان داد که درجه سست شدن خمیر با افزودن ۱۰ درصد آرد نخود کاهش یافت هر چند که با افزایش مقادیر آرد نخود به ۲۰ درصد و ۳۰ درصد سست شدن خمیر افزایش یافت (۲۳). نتایج شمس وهمکاران (۱۳۸۱) بیانگر این مطلب بود که افزودن آرد نخود و باقلا منجر به افزایش درجه سست شدن خمیر گشته است که آن را به کاهش میزان گلوتن آرد ستاره نسبت دادند (۶).

۳-۲-۵- ارزش والریمتری (خصوصیات کشسانی خمیر)

بالاترین ارزش والریمتری به ترتیب به تیمارهای کد (۲)، کد (۵) و پس از آن به تیمارهای کد (۸) و (۹) تعلق داشت و پایین‌ترین ارزش والریمتری مربوط به تیمار شاهد بود. مطابق با نتایج حاصل از این تحقیق خمیر نمونه‌های حاوی آرد نخود با امولسیفایر مشابه ارزش والریمتری بالاتری نسبت به خمیر نمونه‌های حاوی آرد لوبیاچیتی داشتند. محققان در بررسی‌های خود اینطور بیان نموده‌اند که ضعیف شدن خمیر با افزودن آرد لوبیا می‌تواند به دلیل کاهش پروتئین‌های گلوتنی (رقیق شدن پروتئینهای گلوتنی)، رقابت بین پروتئین‌های خشک لوبیا و

[1] Kohajdová

[2] Mohammed

www.SID.ir

Archive of SID

پروتئین‌های آرد گندم در جذب آب و یا احتمالا به دلیل فعالیت پروتئولیتیک در آرد لوبیا بوده است. همچنین اینطور بیان شده است که پروتئین‌های لوبیا به تنهایی ویژگی تشکیل خمیر را نداشته و از طرفی منجر به مختل شدن کمپلکس پروتئین–نشاسته و تضعیف خمیر نان حاصله می‌گردند. همچنین فعالیت پروتئولیتیک بیشتر آردلوبیا نسبت به آردنخود (از آنجایی که فرایند خاصی نیز با هدف غیرفعال‌سازی این آنزیم‌ها صورت نگرفته است) می‌تواند یک عامل بسیار مهم در ضعیف شدن خمیر حاصل از آن باشد(۲۰). با توجه به اینکه افزودن امولسیفایرها باعث افزایش مقاومت خمیر می‌گردد بنابراین ارزش والریمتری تمام نمونه‌های مورد آزمون نسبت به نمونه شاهد بالاتر بود.

۳-۳ نتایج حاصل از آزمون اکستنسوگرافی

از دستگاه اکستنسوگراف برای تعیین قابلیت کشش خمیر یا به عبارت دیگر قابلیت کش آمدن خمیر در اثر نیروی وارده به آن تا حد پاره شدن و مقاومت در برابر کشش و نسبت این‌دو به یکدیگر استفاده می‌شود. ترکیبی متعادل از مقاومت خوب و کشش‌پذیری مطلوب، مشخصات یک نمونه خمیر مناسب می‌باشد (۱۵). نتایج آزمون اکستنسوگراف در جدول ۴، آورده شده است.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ٤- نتایج حاصل از آزمون اکستنسوگراف خمیر، نان‌های تست غنی شده با آرد لوبیاچیتی و نخود و حاوی هیدروکلوئید CMC و امولسیفایرDATEM در زمانهای ٤٥، ٩٠ و ١٣٥ دقیقه[1و2]

کد نمونه	حداکثر مقاومت به کشش خمیر (برابندر)			مقاومت به کشش (برابندر)			قابلیت به کشش (میلی‌متر)			عدد نسبت (فاقد واحد)			انرژی (سانتی‌مترمربع)		
	٤٥	٩٠	١٣٥	٤٥	٩٠	١٣٥	٤٥	٩٠	١٣٥	٤٥	٩٠	١٣٥	٤٥	٩٠	١٣٥
کد (٠)	٣٤٥/٠٠^{f}	٤٤٥/٠٠^{g}	٥٢٠/٥٠^{c}	٢٥٤/٠٠^{e}	٣٢٠/٠٠^{h}	٤١٠/٠٠^{j}	١٤٤/٠٠^{c}	١٣٤/٥٠^{a}	١٢٢/٠٠^{b}	١/٦٨^{a}	٢/٥٢^{e}	٣/٣٦^{g}	٧٢/٠٠^{d}	٧٩/٠٠^{c}	٨٧/٠٠^{f}
کد (١)	٣٤٩/٠٠^{e}	٤١٠/٠٠^{i}	٥٢٤/٠٠^{c}	٢٥٩/٠٠^{d}	٣٢٥/٠٠^{g}	٤٢٧/٥٠^{h}	١٤٠/٠٠^{d}	١٣٠/٥٠^{b}	١٢١/٠٠^{b}	١/٨٢^{a}	٢/٦٧^{d}	٣/٢٢^{h}	٧٥/٠٠^{c}	٨١/٠٠^{c}	٩٠/٠٠^{e}
کد (٢)	٣٥٥/٠٣^{d}	٥٠١/٠٠^{b}	٥٧٧/٥٠^{a}	٢٨٦/٠٠^{b}	٣٩٧/٠٠^{b}	٥٠٠/٠٠^{c}	١٣٤/٠٠^{g}	١٢٠/٠٠^{e}	١١٠/٠٠^{d}	٢/٠٠^{a}	٣/٣٠^{a}	٤/٥٤^{c}	٨٢/٥٠^{a}	٨٦/٠٠^{a}	١٠٥/٥٠^{b}
کد (٣)	٣٧١/٥٠^{b}	٤٦٩/٥٠^{c}	٤٧٦/٠٠^{h}	٢٦٠/٠٠^{d}	٣٥١/٠٠^{d}	/٠٠^{g} ٤٥٤	١٤٥/٠٠^{bc}	١٢٢/٥٠^{d}	١٢٢/٠٠^{b}	١/٩٧^{a}	٢/٨٥^{c}	٣/٧٢^{e}	٧٨/٥٠^{b}	٨٤/٠٠^{b}	٩٤/٠٠^{d}
کد (٤)	٣٤٤/٠٠^{f}	٤٤٩/٠٠^{f}	٥٣٢/٠٠^{b}	٢٦٥/٠٠^{c}	٣١٥/٠٠^{i}	٤٦٠/٥٠^{f}	١٢٧/٠٠^{h}	١٣٠/٠٠^{b}	١١٨/٠٠^{c}	٢/٠٠^{a}	٢/٤٢^{f}	٣/٨٩^{e}	٧٢/٠٠^{d}	٨٠/٠٠^{c}	٩٧/٠٠^{c}
کد (٥)	٣٨٢/٠٠^{a}	٥٤٢/٥٠^{a}	٥٠٢/٥٠^{e}	٢٨٤/٠٠^{b}	٤٠٠/٠٠^{a}	٥١٠/٠٠^{a}	١٣٦/٠٠^{f}	١١٨/٥٠^{ef}	١٠٤/٥٠^{e}	٢/٠١^{a}	٣/٣٧^{a}	٤/٩٠^{b}	٨٣/٠٠^{a}	٨٧/٥٠^{a}	١١٠/٠٠^{a}
کد (٦)	٣٢٤/٣٥^{i}	٤٥٢/٠٠^{e}	٤٨٥/٠٠^{g}	٢٤٩/٠٠^{f}	٣٢٧/٥٠^{f}	٤١٧/٠٠^{i}	١٤٦/٠٠^{b}	١٢٩/٠٠^{b}	١٠٠/٠٠^{f}	١/٧٠^{a}	٢/٥٣^{e}	٣/٦٢^{f}	٧٢/٠٠^{d}	٧٨/٠٠^{d}	٨٣/٠٠^{g}
کد (٧)	٣٣١/٠٠^{i}	٤٦٠/٠٠^{d}	٥١٠/٠٠^{d}	٢٤٩/٠٠^{f}	٣٣٠/٠٠^{e}	٤٥٢/٥٠^{g}	١٣٨/٠٠^{e}	١٢٥/٠٠^{c}	١٠٦/٥٠^{e}	١/٨٠^{a}	٢/٦٤^{d}	٤/٢٤^{d}	٧٣/٥٠^{d}	٨٢/٠٠^{bc}	٨٩/٠٠^{ef}
کد (٨)	٣٣٥/٠٠^{g}	٤٧١/٠٠C	٥٣٠/٠٠^{b}	٢٦٨/٠٠^{c}	٣٥٣/٠٠^{d}	٥٠٢/٠٠^{b}	١٣٥/٠٠^{fg}	١٢٠/٠٠^{e}	١٢٥/٥٠^{a}	١/٩١^{a}	٢/٩٤^{b}	٥/٠٢^{a}	٧٨/٠٠^{b}	٨٤/٠٠^{b}	١١٢/٠٠^{a}
کد (٩)	٣٦٢/٠٠^{c}	٤١٣/٠٠^{h}	٥١١/٠٠^{d}	٣٠٥/٠٠^{a}	٣٩٠/٠٠^{c}	٤٩١/٠٠^{d}	١٢٨/٠٠^{h}	١١٧/٠٠^{f}	١١٠/٠٠^{d}	١/٩١^{a}	٣/٣٠^{a}	٤/٤٦^{c}	٧٦/٥٠^{bc}	٨٥/٠٠^{ab}	١١٠/٠٠^{a}
کد(١٠)	٣٣٠/٠٠^{h}	٤١٣/٠٠^{h}	٤٩٠/٠٠^{f}	٢٤٥/٠٠^{f}	٣٢٠/٠٠^{h}	٤٨٠/٠٠^{e}	١٥٦/٠٠^{a}	١٣٠/٠٠^{b}	١٠٢/٠٠^{f}	١/٥٧^{a}	٢/٤٦^{f}	٤/٧٠^{bc}	٧٠/٠٠^{e}	٧٨/٠٠^{d}	٩٠/٠٠^{e}

١-مقادیر بر اساس میانگین ± انحراف معیار گزارش گردیده است.

٢-حروف متفاوت در هر ستون بیانگر وجود اختلاف آماری در سطح احتمال ٥ درصد هستند

www.SID.ir

Archive of SID

حداکثر مقاومت به کشش در بازه زمانی ۴۵ دقیقه پس از تخمیر، بین نمونه شاهد و تمامی تیمارها اختلاف معنی‌داری ملاحظه شد ($p\leq0.05$). با افزودن آرد نخود به مقدار ۱۰ درصد، مقاومت به حداکثر کشش افزایش یافت. همچنین در تیمار کد (۳) و کد (۴) با افزودن مقادیر امولسیفایر DATEM، مقاومت به کشش افزایش نشان داد. در ارتباط با افزودن هیدروکلوئید CMC نیز مقاومت به کشش افزایش یافت. بالاترین مقاومت به کشش به ترتیب در تیمارهای کد (۵) و کد (۹) ملاحظه گردید. کمترین مقاومت به کشش به ترتیب متعلق به کدهای (۱۰) و (۷) بود. نتایج شمس و همکاران بیانگر این مطلب بود که افزودن آرد نخود منجر به کاهش قابلیت کشش می‌گردد. همچنین مقاومت به کشش حداکثری خمیرهای حاوی ۱۵ درصد آرد نخود نسبت به خمیر شاهد کاهش یافت که به دلیل کاهش میزان گلوتن آرد نول نسبت داده شد (۶). همچنین نتایج به‌دست آمده از این تحقیق مطابق با نتایج تحقیقات محمد[1] و همکاران (۲۰۱۲)، بود که بیان نمودند که کشش‌پذیری خمیر پس از ۴۵، ۹۰ و ۱۳۵ دقیقه با افزایش درصد جایگزینی از ۱۰ تا ۳۰ درصد، کاهش یافته است(۲۳). سبانیز[2] و همکاران در سال (۲۰۰۶)، در تحقیقی مشابه روی اثر افزودن آرد نخود به آرد گندم، خصوصیات کششی خمیر را توسط دستگاه اکستنسوگراف اندازه‌گیری کردند و مشاهده نمودند که با افزایش درصد آردنخود از صفر تا۵۰ درصد، کشش‌پذیری خمیر کاهش یافت (۲۹). ازآنجا که نتایج اکستنسوگراف مستقیماً مرتبط با ویژگی‌های پروتئین گلوتن آرد است، تغییر در مقاومت خمیر به کشش را می‌توان به فعل و انفعال بین آرد حبوبات و گلوتن نسبت داد.

همانطور که مشخص است، در بازه زمانی ۴۵ دقیقه‌ای از زمان تخمیر، کشش‌پذیری تمامی تیمارها نسبت به نمونه شاهد، اختلاف معنی‌داری را ایجاد نمودند ($p\leq0.05$) کشش‌پذیری خمیر با افزودن۱۰ درصد آرد نخود کاهش یافت و از ۱۴۴ میلی‌متر در نمونه شاهد به ۱۴۰ میلی‌متر در تیمار کد (۱) رسید. بالاترین کشش پذیری خمیر در تیمار کد (۱۰) و پایین ترین کشش پذیری در تیمار کد (۹) ملاحظه گردید.

نسبت مقاومت به کشش پذیری خمیر در تعیین خواص اکستنسوگرافی خمیر نقش به سزایی دارد. در تمامی بازه های زمانی، در فاکتور عدد نسبت، اختلاف معنی‌داری بین نمونه شاهد و تیمارهای دیگر ملاحظه نشد ($p\leq0.05$). در پژوهش های محمد[1] و همکاران در سال (۲۰۱۲)، عدد نسبت R50/Ex با افزایش مقادیر جایگزینی آرد نخود به جای آرد گندم افزایش یافت. بطوریکه پس از گذشت ۹۰ دقیقه از زمان تخمیر، میزان کشش پذیری خمیر کاهش پیدا نمود. همچنین آنها گزارش کردند خمیرهای حاوی ۳۰ درصد آرد نخود، خمیرهای بسیار ضعیفی بودند و انرژی مورد نیاز جهت اعمال مکانیکی بر خمیر و مقاوت آنها کاهش یافت. این اثر ممکن است به دلیل حضور آرد نخود و حضور آنزیم‌های نامطلوب و یا اجزای دیگری که با پروتیئن‌های گلوتنی تداخل ایجاد نموده‌اند باشد، که می‌تواند مانع از ایجاد ویژگی‌های رئولوژیکی مطلوب در خمیر فوق الذکر شود (۲۳).

کاهش قابلیت کشش‌پذیری و افزایش مقاومت به کشش در آرد گندم خالص به‌دلیل نسبت گروه‌های تیول یا سولفیدریل (SH) می‌باشد، که خمیر در طی اعمال مکانیکی در حضور اکسیژن اکسیده می‌شود. تبدیل باندهای SH به باندهای دی‌سولفیدی S-S منجر به افزایش الاستیسیته گلوتن و خمیر می‌گردد (۷). انرژی مصرف شده بیانگر مقدار انرژی است که صرف می‌شود تا خمیر کش آمده و در نهایت پاره شود. به بیان دیگر می‌توان ذکر کرد که این مولفه مساحت سطح زیر منحنی را بیان می‌کند. هرچه این انرژی بیشتر باشد بیان کننده این مطلب است که خمیر سفت بوده و قوی می‌باشد (۱۳). در تمامی بازه‌های زمانی با افزودن آرد نخود به میزان ۱۰ درصد و افزودن آرد لوبیاچیتی به میزان ۵ درصد انرژی خمیر افزایش

[1] Mohammed

[2] Sabanis

www.SID.ir

Archive of SID

یافت. تصور بر این است که افزایش نسبت آرد نخود در تیمارهای ترکیبی آرد گندم و نخود، انرژی مورد نیاز برای دستیابی به قوام مطلوب خمیر را افزایش داده است که منجر به افزایش نیروی مکانیکی مورد نیاز برای هم زدن خمیرهای حاوی پروتئین‌های غیر گلوتنی شده است.

۳-٤- نتایج آزمون نان‌های تست تولیدی

فرمولاسیون تیمارهای کد ۲، ۵، ۸ و ۹ بعنوان تیمارهای منتخب از لحاظ بهترین ویژگی‌های اکستنسوگرافی و فارینوگرافی برای تهیه نان تست انتخاب و پخت، شدند و مورد ارزیابی‌های بافت توسط دستگاه اینسترانِ، حجم‌سنجی و ارزیابی حسی (بیاتی و پذیرش‌کلی) توسط ارزیابان حسی قرار گرفتند و نتایج آن با تیمار شاهد مقایسه شد.

۳-٤-۱- نتایج حاصل از آزمون بافت نان‌های تست تولیدی در بازه‌های زمانی ۲٤، ٤۸ و ۷۲ ساعت پس از پخت

بررسی داده‌های اینسترانِ (جدول ۵)، در بازه‌های زمانی ۲۴ ساعت پس از پخت، بیانگر این مطلب بود که تیمارهای کد (۵)، کد (۲)، کد (۸) به‌ترتیب با مقادیر ۱۱/۵۳، ۱۲/۱۱،۰۳/۶۵ نیوتن، دارای کمترین میزان سفتی (کمترین نیروی لازم جهت فشرده شدن نان) بودند و از نظر آماری اختلاف معنی‌داری در بین آنها ملاحظه نشد ($p>0.05$). در بازه زمانی ۴۸ ساعت، کمترین میزان بیاتی در تیمارهای کد (۵) و کد (۲)، به ترتیب با مقادیر ۱۳/۱۱، ۱۴/۰۰ نیوتن مشاهده شد و اختلاف معنی‌داری بین میزان بیاتی آنها با سایر نمونه‌ها مشاهده گردید ($p\leq0.05$). در بازه زمانی ۷۲ ساعت تمامی تیمارها به جز تیمار کد (۹)، اختلاف معنی‌داری بین نیروی لازم جهت فشردگی نان‌ها با نمونه شاهد ملاحظه نگردید و نیروی لازم جهت فشردگی تیمار (۹)، نسبت به نمونه شاهد افزایش نشان داد ($p\leq0.05$). به طور کلی افزودن هیدروکلوئیدها به طور بالقوه می‌تواند موجب کاهش سرعت سفت شدن مغز نان طی نگهداری گردند که این می‌تواند به‌دلیل حفظ گاز بیشتر در خمیر باشد به‌طوریکه هیدروکلوئیدها با افزایش قوام خمیر، شبکه موقت ژل و افزایش سفتی دیواره‌های احاطه کننده سلول های حاوی گاز در نان، موجب حفظ بیشتر گاز دی‌اکسیدکربن و بخار آب تولید شده در خمیر می‌شوند همچنین برخی از صمغ‌ها خواص امولسیفایری نشان داده و لایه سطحی دور حباب‌های گاز در خمیر تشکیل می‌دهند که به حفظ گاز کمک می‌کند همچنین از ایجاد پیوندگلوتن-نشاسته در طی نگهداری جلوگیری می‌کنند (۲۶و۱۶). این مطلب در مورد امولسیفایرها بیان شده است که آنها قادرند از سخت شدن مغز نان که در ارتباط با بیاتی است جلوگیری کنند (۲۱). همچنان که محققان تاثیر امولسیفایرها را بر فرایند بیاتی فرآورده‌های نانوایی به واکنش آنها با نشاسته و ممانعت از از دست دادن آب توسط نشاسته نسبت داده‌اند. طبق گزارشات محققان امولسیفایرها می‌توانند بر توزیع رطوبت بین اجزای پروتئینی و نشاسته‌ای در یک سیستم غذایی تاثیرگذار باشند و با کاهش در مقدار آب پیوند شده با نشاسته آب بیشتری را برای هیدراته کردن گلوتن در اختیار آن قرار داده و به این صورت در به تاخیر انداختن بیاتی موثر واقع شوند (۳۱).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۵- ارزیابی بافت نان‌های تست غنی شده با آرد لوبیاچیتی و نخود و حاوی هیدروکلوئید CMC و امولسیفایر DATEM و شاهد(برحسب نیوتن)[۱و۲]

نمونه*	۲۴ ساعت پس از پخت	۴۸ ساعت پس از پخت	۷۲ ساعت پس از پخت
کد (۰)	۱۳/۶۲۵±۰/۹۵^{ab}	۱۴/۸۸۰±۰/۲۸^{bc}	۱۶/۱۹۶±۰/۵۸^{b}
کد (۲)	۱۱/۶۵۹±۰/۲۲^{c}	۱۴/۰۰۰±۰/۵۸^{cd}	۱۶/۹۸۹±۱/۰۱^{ab}
کد (۵)	۱۱/۵۳۹±۰/۴۶^{c}	۱۳/۱۱۸±۰/۶۶^{d}	۱۵/۵۳۷±۰/۶۳^{b}
کد (۸)	۱۲/۰۳۴±۰/۸۹^{bc}	۱۵/۳۵۹±۰/۳۳^{ab}	۱۶/۸۴۹±۰/۵۶^{ab}
کد (۹)	۱۴/۵۵۹±۰/۲۹^{a}	۱۶/۲۸۰±۰/۴۲^{a}	۱۷/۹۵۳±۰/۱۰^{a}

۱.مقادیر بر اساس میانگین ± انحراف معیار گزارش گردیده است.

۲.حروف متفاوت در هر ستون بیانگر وجود اختلاف آماری در سطح احتمال ۵ درصد هستند.

*کد (۰) آرد گندم، (۲) آردنخود ۱۰٪ و ۰/۷۵٪ DATEM، کد (۵) آردنخود ۱۰٪ و ۱/۵٪CMC، کد(۸) آردلوبیا چیتی ۵٪ و ۱٪ DATEM، (۹) آرد لوبیا چیتی ۵٪ و ۱٪CMC

۳-۴-۲- حجم مخصوص نان‌های تست تولیدی

با توجه به جدول ۶، ملاحظه می‌شود که حجم مخصوص تمامی نمونه‌های تولیدی نسبت به نمونه شاهد اختلاف معنی‌داری وجود داشته است ($p\leq0.05$) بطوریکه تیمارهای کد (۲) و پس از آن تیمار کد (۵)، دارای بالاترین حجم مخصوص و تیمار شاهد کمترین حجم مخصوص را دارا بودند. این می‌تواند بدلیل حضور هیدروکلوئید و امولسیفایر و آرد نخود در نانهای تست مذکور باشد. هیدروکلوئیدها قادرند با حفظ بیشتر گاز در خمیر سبب بهبود حجم محصول، نرمی بافت و کاهش سرعت رتروگرداسیون (بیاتی) و سفتی نان گردند (۱۹). امولسیفایر DATEM نیز با ایجاد کمپلکس با پروتئین‌های گلوتن، شبکه گلوتنی قوی‌تری را ایجاد می‌نماید که منجر به استحکام خمیر آرد و در نتیجه تولید نانی با حجم بیشتر و بافت بهتر می‌شود (۲۱و۲۲). آرد نخود نیز با میزان بالاتر پروتئین در مقایسه با آرد لوبیاچیتی و آرد نول می‌تواند بر بهبود شکل‌گیری شبکه پروتئین و افزایش احتباس گاز و بدنبال آن افزایش حجم در نمونه‌های نان تست مذکور تاثیرگذار باشد. در تایید نتایج حاصل از تحقیق حاضر رستمیان، (۱۳۹۱) گزارش کرد با افزایش درصد آرد نخود در فرمولاسیون نان بدون گلوتن حجم مخصوص افزایش نشان داده است که احتمالا بدلیل مقدار بالاتر پروتئین در نخود و ایجاد شبکه شبه گلوتن توسط آرد نخود بوده است (۵).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ٦- حجم مخصوص نان‌های تست غنی شده با آرد لوبیاچیتی و نخود و حاوی هیدروکلوئید CMC و امولسیفایر DATEM و شاهد (Cm^3/g)[۱و۲]

نمونه*	کد (۰)	کد (۲)	کد (۵)	کد (۸)	کد (۹)
حجم مخصوص	۲/٤٥ ±۰/۰۷[a]	۲/۸۵ ±۰/۰۹[b]	۲/۷۷ ±۰/۰۵[b]	۲/۷٦ ±۰/۰۲[b]	۲/۷٤ ±۰/۰٤[b]

۱: مقادیر بر اساس میانگین ± انحراف معیار گزارش گردیده است.

۲: حروف متفاوت در هر سطر بیانگر وجود اختلاف آماری در سطح احتمال ۵ درصد هستند.

*کد (۰) آرد گندم، (۲) آردنخود ۱۰٪ و ۰/۷۵٪ DATEM، کد (۵) آردنخود ۱۰٪ و ۱/۵٪CMC، کد(۸) آردلوبیا چیتی ۵٪ و ۱٪ DATEM، (۹) آرد لوبیا چیتی ۵٪ و ۱٪CMC

۳-٤-۳- نتایج حاصل از آزمون حسی (هدونیک ۵ نقطه‌ای) نان‌های تست تولیدی در بازه‌های زمانی ۲٤، ٤۸ و ۷۲ ساعت پس از پخت

۳-٤-۳-۱- بیاتی

نتایج جدول ۷، نشان داد در تمامی زمان‌ها به ترتیب بالاترین امتیاز، در تیمارهای کد (۹)، و سپس کد (۵)، ملاحظه شد که اختلاف معنی‌داری بین آنها و نمونه شاهد مشاهده شد ($p\leq0.05$). مطابق با نتایج میزان بیاتی در تمام تیمارهای حاوی آرد حبوبات، CMC و DATEM کمتر مشاهده گردید، که این می‌تواند به دلیل حضور هیدروکلوئید و امولسیفایر در نمونه‌های مورد آزمون باشد. افزودن امولسیفایرها به آرد علاوه بر اینکه شبکه گلوتنی آرد را تقویت می‌نمایند، می‌توانند کیفیت آردهای ضعیف را نیز تا حد مطلوبی بهبود بخشیده و سبب ایجاد بافت مناسبی در محصول شوند (۳۰). طبق گزارشات محققان امولسیفایرها می‌توانند بر روی توزیع رطوبت بین اجزای پروتئینی و نشاسته‌ای در یک سیستم غذایی تاثیرگذار باشند و با کاهش در مقدار آب پیوند شده با نشاسته آب بیشتری را برای هیدراته کردن گلوتن در اختیارآن قرار داده و به این صورت در به تاخیر انداختن بیاتی موثر واقع شوند(۳۱). محققان در مورد مکانیسم به تاخیر انداختن بیاتی توسط امولسیفایرها معتقدند که ویژگی ضد بیاتی آنها به دلیل توانایی امولسیفایرها در تشکیل کمپلکس مارپیچی غیرمحلول با آمیلوز است، که چنین کمپلکس‌هایی باعث به تعویق انداختن رتروگرداسیون (بیاتی) در نشاسته می‌گردد، و در نتیجه بافت نان نرم‌تر می‌ماند (۲۱). محققان تاثیر امولسیفایرها را بر فرایند بیاتی فرآورده‌های نانوایی به واکنش آنها با نشاسته و ممانعت از خروج آب توسط نشاسته نسبت داده‌اند (۱۰). روسل[1] و همکاران (۲۰۰۱) با بررسی هیدروکلوئیدهای مختلف نشان دادند که تعداد زیاد گروه‌های هیدروکسیل موجود در هیدروکلوئیدها با برقراری پیوندهای هیدروژنی با مولکول‌های آب بیاتی نان را نیز به تاخیر می‌اندازد (۲۸).

[1]Rossel

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۷- امتیاز ارزیابی بیاتی نان‌های تست تولیدی توسط ارزیابان حسی[۱و۲]

کد نمونه*	۲٤ ساعت پس از پخت	٤۸ ساعت پس از پخت	۷۲ ساعت پس از پخت
کد (۰)	۵/۰۰± ۰/۰۰^{a}	۳/۹۲± ۰/۱۷^{b}	۲/۹۰± ۰/۱۰^{b}
کد (۲)	۵/۰۰± ۰/۰۰^{a}	٤/٦۲± ۰/۱٦^{a}	۳/۵٦± ۰/۱۹^{a}
کد (۵)	۵/۰۰± ۰/۰۰^{a}	٤/٦۸± ۰/۱۱^{a}	۳/٦۳± ۰/۲۱^{a}
کد (۸)	۵/۰۰± ۰/۰۰^{a}	٤/۳۵± ۰/۱۹^{ab}	۳/۵۵± ۰/۱٤^{a}
کد (۹)	۵/۰۰± ۰/۰۰^{a}	٤/۷٦± ۰/۰۹^{a}	۳/۸۷± ۰/۱٦^{a}

۱: مقادیر بر اساس میانگین ± انحراف معیار گزارش گردیده است.

۲: حروف متفاوت در هر ستون بیانگر وجود اختلاف آماری در سطح احتمال ۵ درصد هستند.

*کد (۰) آرد گندم، (۲) آردنخود ۱۰٪ و ۰/۷۵٪ DATEM، کد (۵) آردنخود ۱۰٪ و ۱/۵٪CMC، کد(۸) آردلوبیا چیتی ۵٪ و ۱٪ DATEM، (۹) آرد لوبیا چیتی ۵٪ و ۱٪CMC

۳-٤-۳-۲- پذیرش کلی

نتایج حاصل از امتیاز پذیرش‌کلی نان‌های تست تولیدی در جدول ۸ گزارش شده است. مطابق با نتایج هیچ اختلاف معنی‌داری ($p\leq0.05$) بین امتیازات داده شده به تیمارها بلافاصله پس از پخت و بازه زمانی ۲۴ ساعت ملاحظه نگردید. در بازه زمانی ۴۸ و ۷۲ ساعت بالاترین امتیاز پذیرش‌کلی مربوط به نمونه شاهد و نمونه کد ۹ بود که از نظر آماری با یکدیگر اختلاف معنی‌داری نداشتند($p>0.05$). بنابراین با استفاده از آرد لوبیاچیتی ۵ درصد و ۱ درصد CMC، به وزن کل آردگندم نول می‌توان نان تست مغذی تهیه نمود که هم از نظر پروتئینی غنی باشد و هم از نظر پذیرش‌کلی پس از ۷۲ ساعت همانند نمونه شاهد مورد پذیرش ارزیابان باشد.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۸- امتیاز پذیرش کلی نان‌های تست تولیدی توسط ارزیابان حسی[۱و۲]

کد نمونه	بلافاصله پس از پخت	۲٤ ساعت پس از پخت	٤۸ ساعت پس از پخت	۷۲ ساعت پس از پخت
کد(۰)	٤/۵۰± ۰/۱۰^{a}	٤/٤۰± ۰/۱۰^{a}	٤/۰۳± ۰/۱۹^{a}	۳/۸۰± ۰/۱٤^{a}
کد(۲)	٤/۳۰± ۰/۱۳^{a}	٤/۲۰± ۰/۳۲^{a}	۳/۵۰± ۰/۱۸^{b}	۳/٤۰± ۰/۱۱^{b}
کد(۵)	٤/۳۵± ۰/۱۷^{a}	٤/۲۵± ۰/۱۹^{a}	۳/٦۵± ۰/۲۵^{ab}	۳/۵۵± ۰/۱٦^{ab}
کد(۸)	٤/٤۵± ۰/۲۱^{a}	٤/۳۰± ۰/۲٦^{a}	۳/۷۹± ۰/۱٤^{ab}	۳/٦۰± ۰/۱۲^{ab}
کد(۹)	٤/۵۵± ۰/۱٤^{a}	٤/۵۰± ۰/۲٤^{a}	٤/۰۵± ۰/۰۷^{a}	۳/۹۰± ۰/۱٤^{a}

۱: مقادیر بر اساس میانگین ± انحراف معیار گزارش گردیده است.

۲: حروف متفاوت در هر ستون بیانگر وجود اختلاف آماری در سطح احتمال ۵ درصد هستند.

*کد (۰) آرد گندم، (۲) آردنخود ۱۰٪ و ۰/۷۵٪ DATEM، کد (۵) آردنخود ۱۰٪ و ۱/۵٪CMC، کد(۸) آردلوبیا چیتی ۵٪ و ۱٪ DATEM، (۹) آرد لوبیا چیتی ۵٪ و ۱٪CMC

٤- نتیجه‌گیری

در مطالعه حاضر به بررسی تاثیر به کارگیری امولسیفایر DATEM و هیدروکلوئید CMC بر نان تست غنی شده با آرد حبوبات (نخود و لوبیاچیتی) پرداخته شده است. ویژگی‌های فارینوگرافی و اکستنسوگرافی نشان داد که افزودن آرد نخود و لوبیاچیتی و امولسیفایر DATEM و هیدروکلوئید CMC منجر به افزایش جذب آب، زمان گسترش، زمان مقاومت، مقاومت به کشش و درجه والریمتری خمیر در تمامی تیمارها نسبت به نمونه شاهد گردید. انرژی خمیر نیز در تمامی بازه های زمانی در ارتباط با تمامی تیمارها نسبت به نمونه شاهد افزایش یافت که نشان دهنده قوی‌تر شدن خمیر بود. نتایج آنالیز بافت و حجم مخصوص و ارزیابی حسی نیز نشان داد نان‌های تست حاوی آرد حبوبات، CMC و DATEM دارای بیاتی کمتر، حجم بیشتر و قابلیت پذیرش بالاتری در مقایسه با شاهد بودند. در مجموع در میان فرمولاسیون‌های مورد بررسی در این پژوهش، با استفاده از ۵ درصد آرد لوبیاچیتی و ۱ درصد CMC می‌توان نان تستی مغذی با ویژگی‌های حسی همانند شاهد تولید کرد.

٦- منابع

۱. اسدپور، ا.، جعفری، س.م.، صادقی ماهونک، ع. و قربانی، م. ۱۳۸۹. بررسی میزان پروتئین محلول و ظرفیت جذب آب و آرد حاصل از حبوبات مختلف. *نشریه پژوهشهای علوم و صنایع غذایی ایران*، جلد ٦، شماره ۳، ۱۸٤-۱۹۲.

۲. برزگر، ح.، حجتی، م. و جوینده، ح. ۱۳۸۸. اثر برخی از هیدروکلوئیدها بر خواص رئولوژیک خمیر و بیاتی نان باگت. *فصلنامه علوم و صنایع غذایی*، دوره ٦، شماره ۳، ۱۰۱-۱۰۷.

۳. خسروی، ی.، کرامت، ج.، حسینی، ا.، کشاورز هدایتی، ع.ا. و محمودی، ا. ۱۳۹۲. بررسی خواص کاربردی آرد حبوبات واریته‌های بومی ایرانی.*علوم غذایی و تغذیه*، سال ۱۰، شماره ٤، ۷۳-۸۰.

٤. رجب زاده، ن. ۱۳۷۵. *تکنولوژی نان*. انتشارات دانشگاه تهران. ٤٦۸صفحه.

۵. رستمیان، م.، میلانی، ج. و ملکی، گ. ۱۳۹۱. استفاده از آرد ذرت و نخود در تهیه نان فاقد گلوتن. *نشریه پژوهش و نوآوری در علوم و صنایع غذایی*، جلد ۱، شماره ۲، ۱۱۷-۱۲۸.

www.SID.ir

Archive of SID

٦. شمس، ق.، رجب زاده، ن.، آذرباد، ح. و رفیعی طاری، ب. ۱۳۸۱. بررسی تاثیر افزودن آرد حبوبات و لسیتین بر روی خواص رئولوژی خمیر و ارزش غذایی وکیفیت ارگانولپتیک نان حاصل. *نشریه دانشکده فنی*، جلد۳٦، ۱۲۳-۱۳۲.

۷. صالحی‌فر، م.، شفیع‌سلطانی، م. و هاشمی، م. ۱۳۹۳. بررسی اثرات استفاده از آنزیمهای گلوکزاکسیداز و زایلاناز بر ویژگیهای کیفی نان تست به روش سطح پاسخ. *فصلنامه علوم وصنایع غذایی*، دوره ۱۱، شماره ٤۳، ۱۳۳-۱٤٥.

۸. عرب عامری، م.، عزیزی، م.ح. و برزگر، م. ۱۳۸۳. بررسی تاثیر برخی هیدروکلوئیدها بر خصوصیات رئولوژیکی خمیر و کیفیت نان لواش. *مجله علوم وصنایع غذایی ایران*، دوره اول، شماره ۱، ٥٥-٦٤.

۹. غیور اصلی، م.ع.، حداد خداپرست، م.ح. و کریمی، م. ۱۳۹۰. تاثیر گلوتن و امولسیفایری DATEM بر خصوصیات رئولوژیکی خمیر و حجم مخصوص نان اشترودل، *فصل نامه علوم و صنایع غذایی*، دوره ۸، شماره ۳۳، ٥۹-٦٥.

۱۰. کریمی، م. و عزیزی، م. ۱۳۸٦. بررسی اثر سطوح مختلف سدیم استئاروئیل لاکتیلات بر خواص رئولوژی خمیر و کیفیت نان تافتون. *مجله علوم وصنایع غذایی ایران*، دوره چهارم، شماره ۳، ۳۱-٤۰.

۱۱. موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران. ۱۳۹۳. آزمون اکستنسوگراف، استاندارد ملی ایران، شماره ۳۲٤٦.

۱۲. موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران. ۱۳۹۰. آرد گندم- ویژگی‌ها و روش‌های آزمون، استاندارد ملی ایران، شماره ۱۰۳.

۱۳. نقوی، س.، جعفرزاده مقدم، م.، پیغمبردوست، س.ه.، اولادغفاری، ع. و آزادمرد دمیرچی، ص. ۱۳۹۰. غنی سازی آرد گندم با پودر دانه خرفه: بررسی ویژگیهای آرد و خواص رئولوژیکی خمیر. *نشریه پژوهشهای صنایع غذایی*، جلد ۲۱، شماره ۳، ۲۸۱-۲۹۳.

14. AACC. 1995. Approved methods of the American Association of CerealChemists (9th ed). St. Paul, MN: American Association of Cereal Chemists.

15.

16. Bangur, R., Batey, I. L., McKenzie, E. and MacRitchie, F. 1997. Dependence of extensograph parameters on wheat protein composition measured by SE-HPLC. *Cereal science*, 25(3):237-241.

17. Barcenas, M. E. and Rosell, C. M. 2005. Effect of HPMC addition on the microstructure, quality and aging of wheat bread. *Food Hydrocolloids*, 19(6):1037-1043.

18. Boyeet, J., Zare, F. and Pletch, A. 2010. Pulse proteins: processing, characterization, functional properties and applications in food and feed. *Food Research International*, 43: 414– 431.

19. Ćurić, D., Novotni, D., Tušak, D., Bauman, I. and Gabrić, D. 2007. Gluten-free bread production by the corn meal and soybean flour extruded blend usage. *Agriculture Conspectus Scientifics*, 72(3): 227-232.

20. Funami, T. 2009. Functions of food polysaccharides to control the gelatinization and retrogradation behaviors of starch in an aqueous system in relation to the macromolecular characteristics of food polysaccharides. *Food science andtechnology research*, 15(6): 557-568.

www.SID.ir

Archive of SID

21.

22. Halleb, A. and Khatchadourian, H.A. 1974. The nutritive value and organoleptic properties of white Arabic bread supplemented with soybean and chik pea. *Cereal chemistry*, 51:106-111.

23. Kohajdová, Z., Karovičová, J. and Magala, M. 2013. Rheological and qualitative characteristics of pea flour incorporated cracker biscuits, *Croatian Journal of Food Science and Technology*, 5 (1) 11-17.

24. Miyamoto, Y., Sakamoto, M., Maeda, T. and Morita, N. 2005. Application of polyglycerol mono-fatty acid esters to improve bread making. *Food science and technology research*, 11(1):19-25.

25. Mohammed, I., Ahmed, A. R. and Senge, B. 2012. Dough rheology and bread quality of wheat–chickpea flour blends. *Industrial Crops and Products*. 36: 196– 202.

26. ohammed, I., Ahmed, A. R. and Senge, B. 2014. Effects of chickpea flour on wheat pasting properties and bread making quality. *Journal of food science and technology*. 51(9): 1902– 1910.

27. Pourzafar, Z., Movahed, S. and Chenarbon, H.A. 2013. Effect of addition of the emulsifier DATEM on sensory and staling characteristics of gluten- free Barbari bread. *Annals of Biological Research*, 4(3): 60-63.

28. Ribotta, P. D. and Le Bail, A. 2007. Thermo-physical assessment of bread during staling. *LWT-Food Science and Technology*, 40(5): 879-884.

29. Ronald, R., CroyJohn, D. and Gatehouse, A. 1980. The purification and characterization of a third storage protein (convicilin) from the seeds of pea (pisum sativum L.). *Biochemical Journal*, 191:509-516

30. Rosell, C. M., Rojas, J. and Benedito de Barber, C. 2001. Influence of Hydrocolloids on Dough Rheology and Bread Quality. *Food H:ydrocolloids*, 15 (1): 75-81.

31. Sabanis, D., Makri, E. and Doxastakis, G. 2006. Effect of durum flour enrichment with chickpea flour on the characteristics of dough and lasagna. *Food Science*, 86:1938–1944.

32. Seguchi, M., Hayashi, M. and Mutsumoto, H. 1997. Effect of gaseous acetic acid on dough rheology and bread making properties. *Cereal Chemistry*, 74:129-134.

33. Selomulyo, V. O. and Zhou, W. 2007. Frozen bread dough: Effects of freezing storage and dough improvers. *Cereal Science*, 45(1):1-17.

34. Venkateswara Rao, G., Indrani, D. and Shurpalekar, S. R. 1985. Effect of milling methods and extraction rate on the chemical, rheological and bread making characteristics of wheat flours. *Journal of Food Science and Technology*, 22(1): 38-42.

35. Weining, H. and Kim, Y. 2008. Rheofermentometer parameters and bread specific volume of frozen sweet dough influenced by ingredients and dough mixing temperature. *Journal of Cereal Science* .45: 1-8.

www.SID.ir