

اثرات افزودن نمک در حین مشروط کردن گندم بر رئولوژیکی خمیر

بابک موسوی^{۱*} و مهدی کدیور^۲

تاریخ دریافت: ۹۵/۲/۱۳ تاریخ پذیرش: ۹۵/۹/۱۶

^۱ دانشجوی سابق کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان

^۲ استاد گروه علوم و صنایع غذایی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان

*مسئول مکاتبه: Email: b.mousavi@ag.iut.ac.ir

چکیده

از جمله مراحل تولید آرد، می‌توان به مشروط‌کردن یا نم‌زنی اشاره کرد که نقش تعیین‌کننده‌ای در کیفیت نهایی آرد تولیدی خواهد داشت. میزان نمک مصرفی جهت تولید خمیر ۲-۵٪ درصد می‌باشد و با توجه به عوارض مصرف نمک بر سلامتی، کاهش هرچه بیشتر آن توصیه شده است. در این پژوهش ابتدا گندم به جای آب معمولی، با محلول آب‌نمک در سه غلظت ۰/۵، ۱، ۱/۵ درصد به مدت ۲۴ ساعت در دمای اتاق مشروط شد. سپس گندم تا ۸۸ درصد استخراج آسیاب شده و اثر این تیمار بر خواص رئولوژیکی خمیر بررسی شد. نتایج این تحقیق نشان داد که استفاده از محلول آب‌نمک سبب کاهش جذب آب شده و درجه نرم‌شدن خمیر نیز کاهش پیدا کرد. نتایج حاکی از آنست که با افزودن نمک به گندم در زمان مشروط کردن، زمان گسترش خمیر و مقاومت خمیر افزایش یافته و سبب می‌شود کیفیت آرد افزایش یافته و قابلیت خمیر به حفظ گازهای تولید شده در حین تخمیر افزایش یابد. داده‌های حاصل از اکستنسوگرام نشان داد که نسبت مقاومت خمیر به کشش به قابلیت کشش آن در سه زمان تخمیر ۴۵، ۹۰ و ۱۳۵ دقیقه در اثر افزودن نمک در هر سه زمان افزایش یافته و انرژری (سطح زیر منحنی) در دو زمان ۴۵ و ۹۰ دقیقه، افزایش ولی پس از آن کاهش می‌یابد.

واژگان کلیدی: اکستنسوگراف، فارینوگراف، گندم، مشروط کردن

مقدمه

می‌شود و این امر سبب می‌شود که ذرات پوسته به راحتی از ذرات آندوسپرم جدا شده و آرد با رنگ سفیدتر و خاکستر کمتر حاصل گردد (اندرس و همکاران ۲۰۱۲). رئولوژی خمیر به فعل و انفعالات شیمیایی و فیزیکی بین مولکول‌های پروتئین شامل پیوندهای دی‌سولفیدی، هیدروژنی و یونی، فعل و انفعالات هیدروفوبیکی و واندروالسی که مسئول گسترش شبکه گلوتن می‌باشند، وابسته است و نمک از جمله ترکیباتی

مشروط‌کردن در درجه اول برای تعدیل مقدار رطوبت و پخش یکنواخت آن در تمام سطح دانه صورت می‌پذیرد اما هم‌زمان با این کار، گاهی ویژگی‌های پخت محصول هم بهبود می‌یابد (حسنی ۱۹۸۶). هنگامی که مشروط کردن در شرایط مطلوب انجام گیرد پوسته گندم سفت، محکم و الاستیک می‌شود ولی اتصال آن به آندوسپرم سست شده که در نهایت موجب کاهش شکنندگی آن

آب (نمک) اضافه شد (AACC, 2012). عملیات مشروط کردن به این صورت انجام می‌گیرد که ابتدا میزان رطوبت گندم ورودی را اندازه‌گیری شد (۱۰/۴۳ درصد). سپس با افزودن آب نمک در ۳ غلظت متفاوت، عملیات مشروط‌سازی انجام شده و پس از طی ۲۴ ساعت خواب گندم گندم مشروط‌شده با استفاده از آسیاب غلتکی آزمایشگاهی جهت تهیه آرد با درصد استخراج ۸۸٪ آسیاب گردید (AACC, 2012).

تجزیه دستگامی

ویژگیهای شیمیایی آرد شامل مقدار رطوبت مطلق نمونه‌ها با روش مصوب AACC (۱۶-۴۴)، خاکستر (۰۱-۰۸)، پروتئین (۱۲-۴۶)، چربی (۲۵-۳۰) مشخص شد. اندیس گلوتن نیز با روش AACC (۱۲-۳۸) و با دستگاه NITAnalyser انجام گردید (گیل و همکاران، ۲۰۱۱).

اندازه‌گیری ویژگی‌های ریولوژیکی خمیر:

آزمون فارینوگراف براساس میزان جذب آب و ویژگی‌های ریولوژیکی آن با استفاده از روش AACC به شماره ۲۱-۵۴ و توسط دستگاه فارینوگراف برابندر تعیین شد. تعیین میزان درصد جذب آب آرد، زمان گسترش و مقاومت خمیر بر حسب دقیقه و درجه سست شدن خمیر بر حسب واحد برابندر آرد از روی منحنی فارینوگرام و بر اساس استانداردهای موجود محاسبه شد. برای تعیین خواص کششی خمیر از آزمون اکستنسوگراف در قالب دستگاه اینستران استفاده شد. دستگاه اینستران برای این امر باید در حالت کششی تنظیم گردد. برای انجام آزمایش خمیر به شکل لوله ای درآمده بر روی قلاب مخصوص دستگاه اینستران قرار داده شد. با روشن شدن اینستران قلاب به سمت بالا حرکت کرده و تغییرات خمیر در اثر کشش، به صورت منحنی رسم گردید و آزمون با کامل شدن کشش خمیر پایان یافت (AACC 2012). مقاومت به کشش، حداکثر ارتفاع، قابلیت کشش، ضریب مقاومت به قابلیت کشش و

است که توانایی بهبود خصوصیات رئولوژیکی خمیر را دارد. تاناکا و همکاران (۱۹۶۷)، هلینکا و همکاران (۱۹۶۲) نشان دادند که افزایش غلظت نمک سدیم کلرید با کاهش pH در آرد موجب کاهش ظرفیت آبگیری خمیر و افزایش مقاومت آن خواهد شد. پریستون و همکاران در سال (۱۹۸۹) بیان کردند که غلظت‌های (۱۰ - ۰/۵) مولار نمک‌های مختلف (Cl, Br, I, SCN,) ClO_4 کاهش جذب آب خمیر را به دنبال دارد. سیپوش و همکاران (۲۰۱۴) نشان دادند که افزایش سدیم‌کلرید در آرد مصرفی موجب افزایش زمان گسترش و مقاومت خمیر شده و درجه‌ی سستی خمیر را کاهش می‌دهد. در جدیدترین تحقیق انجام شده آندرس و همکاران (۲۰۱۳) بر روی دو رقم گندم سخت سفید بهاره و سخت قرمز زمستانه فرآیند مشروط کردن و در پی آن آسیاب کردن را انجام دادند. آنها در این تحقیق ابتدا گندم را با آب دارای نمک ۱ درصد و آب حاوی یونهای فلزی مختلف با غلظتهای مختلف واجد شرایط کردند و اثر این تیمار بر فعالیت آنزیم لیپاز، بر ویژگی‌های رئولوژیکی خمیر و حجم نان تولیدی مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که در گندم قرمز زمستانه غلظت درصد نمک (NaCl) موجب افزایش در حجم و کاهش سفتی خمیر پس از ۲۴ هفته نگهداری می‌شود.

هدف از تحقیق حاضر پی بردن به بررسی احتمالی تاثیر نحوه مشروط کردن بر خواص رئولوژیکی خمیر حاصل و اثر تیمارهای آب نمکی بر خواصی مانند جذب آب، مقاومت به کشش و قابلیت خمیر به حفظ گازهای تولید شده در حین تخمیر در سه زمان ۴۵، ۹۰ و ۱۳۵ دقیقه می‌باشد.

مواد و روش‌ها

در این تحقیق گندم سپاهان (کاشت ۱۳۹۱) از مرکز تحقیقات جهاد کشاورزی استان اصفهان خریداری و مطابق روش استاندارد تا رسیدن به ۱۵٪ رطوبت به آن

انرژی شاخص‌های اندازه‌گیری شده در این آزمون می‌باشد.

داده‌های آماری بوسیله آنالیز واریانس ANOVA در قالب طرح بلوک کاملاً تصادفی و کمترین اختلاف معنی داری (LSD) در سطح ۵ درصد استفاده گردید. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم افزار SAS رسم نمودارها با نرم افزار Excel انجام شد.

نتایج و بحث

ویژگی‌های شیمیایی

نتایج به دست آمده از آزمایش‌های شیمیایی انجام گرفته بر روی نمونه‌های آرد در جدول ۱ ارایه شده است.

جدول ۱- ویژگی‌های شیمیایی نمونه‌ها (بر حسب گرم در صدگرم)

تیمار آرد	رطوبت (%)	خاکستر (%)	پروتئین (%)	چربی (%)	شاخص گلوتن
آرد شاهد	^a ۱۳/۳	^b ۰/۸۹	^a ۱۱/۹	^a ۱/۱	^c ۸۲/۶
آرد مشروط شده با ۰/۵ درصد آب نمک	^b ۱۳/۱	^a ۰/۹۲	^a ۱۲	^a ۱	^c ۸۳/۳
آرد مشروط شده با ۱ درصد آب نمک	^b ۱۳	^a ۰/۹۲	^a ۱۲	^a ۱	^b ۸۸/۴۶
آرد مشروط شده با ۱/۵ درصد آب نمک	^b ۱۳	^a ۰/۹۳	^a ۱۲	^a ۱	^a ۹۱/۶

* اعداد جدول، حروف غیر مشابه نشان دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح ۵ درصد می‌باشد.

کاملاً مثبتی بر کیفیت خمیر داشته و می‌توان نتیجه گرفت که آب نمک سبب بالا رفتن بازده استخراج و عملکرد آرد در حین تهیه خمیر می‌شود بطوری که نان حاصل از این آرد هم دارای کیفیت بالاتری خواهد بود.

ویژگی‌های رئولوژیکی نمونه‌ها

نتایج حاصل از آزمون فارینوگراف

نتایج حاصل از بررسی شاخص‌های بدست آمده از منحنی فارینوگرام در جدول ۲ ارایه شده است.

نتایج حاصل از اندازه‌گیری رطوبت نشان می‌دهد که رطوبت آرد نمونه در وضعیت مناسبی می‌باشد و عملیات نم‌زنی به شکل مطلوب انجام شده است. آرد شاهد دارای رطوبت نسبتاً بالاتری نسبت به تیمارها می‌باشد (۱۳/۳)، که می‌تواند به دلیل وجود نمک و ایجاد فشار اسمزی باشد که سبب جذب آب خمیر و کاهش جزئی رطوبت آرد شده است و در کنار آن می‌تواند اثر ضد میکروبی نیز به دنبال داشته باشد (آندرس و همکاران ۲۰۱۳). به سبب استفاده از نمک، میزان خاکستر در تیمارها نسبت به نمونه شاهد افزایش معناداری داشته است. باتوجه به جدول ۱ مشخص می‌شود که در بین آردها، آرد مشروط شده با آب نمک ۱/۵ درصد دارای بالاترین شاخص گلوتن است که اثر

جدول ۲- ویژگی‌های خمیر نمونه‌ها در فاینوگراف

متغیرها	میزان جذب	زمان گسترش خمیر (دقیقه)	زمان مقاومت خمیر (دقیقه)	درجه سست شدن خمیر (پس از ۲۰ دقیقه) (BU)	درجه سست شدن خمیر (پس از ۱۰ دقیقه) (BU)
نمونه شاهد	۶۲/۸۱±۰/۱۶ ^a	۱/۰±۸/۱۵ ^d	۳/۷۳±۰/۴۵ ^c	۱۲۷±۲ ^a	۸۹±۳ ^a
نمونه مشروط شده با ۰/۵ درصد آب نمک	۵۹/۷±۰/۴۲ ^b	۲/۰±۱۵/۳۲ ^c	۴±۰/۱ ^{bc}	۱۲۱±۴ ^b	۸۷±۱ ^a
نمونه مشروط شده با ۱ درصد آب نمک	۵۹/۵±۰/۲۱ ^b	۳/۸۳±۰/۱۴ ^b	۴/۱۱±۰/۴۰ ^b	۱۰۸±۵ ^c	۷۴±۳ ^b
نمونه مشروط شده با ۱/۵ درصد آب نمک	۵۹/۱۷±۰/۲۱ ^b	۴/۴۱±۰/۳ ^a	۵/۸۵±۰/۲۰ ^a	۹۱±۴ ^d	۶۳±۲ ^c

*حروف غیر مشابه نشان دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح ۵ درصد می‌باشد.

آمده در تمام نمونه‌ها کمیت و کیفیت بالایی دارد. زمان گسترش خمیر و مقاومت خمیر نشان‌دهنده قدرت آرد هستند. مطابق نتایج می‌لر و همکاران (۲۰۰۸) زمان گسترش خمیر و زمان مقاومت خمیر با یکدیگر رابطه مثبت و معنی‌داری دارند. از این رو آردهایی که زمان گسترش خمیر بالایی دارند، مقاومت خمیر خوبی نیز از خود نشان می‌دهند، این مطلب در نتایج تحقیق حاضر نیز مشاهده گردیده است، بطوری که آرد حاوی ۱/۵ درصد نمک علاوه بر بالابودن زمان گسترش خمیر، بالاترین زمان مقاومت (۵/۸۵ دقیقه) را در بین نمونه‌ها دارد (جدول ۲).

زمان گسترش خمیر عبارتست از مدت زمان لازم برای عمل‌آوری خمیر از لحظه‌ی رسیدن منحنی به خط ۵۰۰ برابندر تا رسیدن به حداکثر ارتفاع را زمان گسترش خمیر می‌گویند. در نمونه با افزایش میزان نمک افزایش معناداری از لحاظ آماری در سطح ۵ درصد مشاهده شد (جدول ۲). سهولت شکل‌گیری خمیر و عدم ایجاد فشار به قالب پرس از مزایای کاهش زمان گسترش خمیر می‌باشد که کاربرد مهم آن در تولید برخی

میزان جذب آب آرد یک فاکتور مهم در تولید نان به دلایل اقتصادی و کیفی بوده بر نگهداری نان و موثر می‌باشد. نتایج حاصل از این تحقیق نشان می‌دهد که با افزایش مقدار نمک، میزان جذب آب نمونه‌ها به طور معناداری کاهش یافته است، به طوری که آرد شاهد دارای بالاترین میزان جذب آب (۶۲/۸۱) بوده و دارای تفاوت معنی‌داری ($P < 0/05$) با سایر نمونه‌ها است در حالی که بین تیمارها اختلاف معناداری وجود ندارد (جدول ۲). نمک سدیم کلرید در آب یونیزه می‌شود، یونهای ایجاد شده قادرند با اسیدهای آمینه باردار پروتئین‌های گلوتن پیوند یونی برقرار کنند و از آب‌گریزی زیاد پروتئین‌ها در ابتدای هیدراته شدن آرد بکاهند و به این ترتیب باعث نزدیک‌شدن رشته‌های پروتئینی و شکل‌گیری پیوندهای هیدروژنه و دی‌سولفید و تشکیل شبکه گلوتنی منسجم شوند و در نتیجه خمیر با جذب آب کمتر به قوام ۵۰۰ برابندر می‌رسد. همچنین در اثر افزودن نمک، زمان مقاومت خمیر افزایش یافته است ($P < 0/01$). با توجه به بالا بودن زمان گسترش خمیر می‌توان دریافت که خمیر بدست

فراورده‌های نانوائی مانند بیسکوئیت می‌باشد که به دلیل تحمل فشارکم در حین شکل‌گیری، امکان ترک خوردگی و شکنندگی پس از فرآیند خشک‌شدن، کاهش می‌یابد.

زمان مقاومت خمیر نشان دهنده کیفیت و قدرت خمیر می‌باشد. آرد مشروط شده با ۱/۵ درصد نمک اختلاف معناداری با سایر نمونه‌ها داشت. آرد مشروط شده با ۱ درصد نمک با نمونه ۰/۵ درصد نمک اختلاف معناداری ندارد ولی با نمونه شاهد دارای اختلاف در سطح آماری ۵ درصد است (جدول ۲).

درجه نرم شدن خمیر: داده‌های این تحقیق نشان داد که با افزایش میزان نمک، درجه نرم شدن خمیر پس از ۱۰ و ۲۰ دقیقه کاهش یافته و همگام با آن ارزش نانوائی آرد افزایش یافته است (جدول ۲). با توجه به پایین بودن

درجه نرم‌شدن و شاخص تحمل به اختلاط می‌توان نتیجه گرفت که گلوتن ساختار قوی داشته که به خوبی توانسته گازها را به دام انداخته و نگهداری کند و این مطلب بیانگر بهبود شبکه گلوتنی می‌باشد که در تمام تیمارها قابل توجیه است. نتایج حاکی از آن است که با افزودن نمک به آرد، قوت آرد افزایش یافته است. خمیر هر قدر که شبکه گلوتنی قوی‌تری داشته باشد، درجه نرم شدن آن هم کمتر خواهد بود (لوری ۲۰۰۰، عزیزی و همکاران ۲۰۰۱). با توجه به بهبود شبکه گلوتنی در اثر افزودن نمک در حین مشروط کردن، درجه نرم شدن خمیر بهبود (کاهش) یافت. نتایج این تحقیق نشان دهنده ی قوی‌تر شدن بافت خمیر نسبت به نمونه شاهد در اثر افزودن نمک به گندم در حین مشروط کردن می‌باشد.

جدول ۳- نتایج حاصل از اکستنسوگرام نمونه‌ها پس از ۴۵ دقیقه

متغیرها	مقاومت به کشش خمیر (واحد برابندر)	قابلیت کشش خمیر (میلی متر)	حداکثر ارتفاع (BU)	ضریب (نسبت مقاومت به کشش بر قابلیت کشش) (BU)	انرژی (مساحت سطح زیر منحنی) Cm^2
نمونه شاهد	۸۷/۶۴ ± ۰/۳۳ ^d	۱۲۵/۱۵ ± ۰/۸۰ ^d	۱۲۲/۱۹ ^d	۰/۷ ± ۰/۱۱ ^c	۲۴/۰ ± ۶/۴۱ ^c
نمونه مشروط شده با ۰/۵ درصد آب نمک	۱۵۱/۳ ± ۰/۱۵ ^c	۱۳۳/۹۰ ± ۰/۸۸ ^c	۲۲۷ ^c	۱/۱۳ ± ۰/۲ ^{bc}	۳۱ ± ۰/۲۲ ^b
نمونه مشروط شده با ۱ درصد آب نمک	۲۴۰/۴ ± ۰/۴۴ ^b	۱۴۱/۴۰ ± ۰/۷۵ ^b	۳۰۹ ^b	۱/۷ ± ۰/۱۰ ^b	۳۹ ± ۰/۵۵ ^a
نمونه مشروط شده با ۱/۵ درصد آب نمک	۴۰۸ ± ۰/۶۵ ^a	۱۷۰/۸۲ ± ۰/۹۵ ^a	۳۱۵ ^a	۲/۴ ± ۰/۱۳ ^a	۴۳/۰ ± ۱۵/۳۷ ^a

*حروف غیر مشابه نشان دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح ۵ درصد می‌باشد.

جدول ۴- نتایج حاصل از اکستنسوگرام نمونه‌ها پس از ۹۰ دقیقه

متغیرها	مقاومت به کشش خمیر (واحد برابر) (میلی متر)	قابلیت کشش خمیر (میلی متر)	حداکثر ارتفاع (BU)	ضریب (نسبت مقاومت به کشش بر قابلیت کشش)(BU)	انرژی (مساحت سطح زیر منحنی) Cm ²
نمونه شاهد	۱۰۴/۷±۰/۱۳ ^d	۱۲۷/۷±۰/۸۰ ^c	۱۱۲ ^c	۰/۸۲±۰/۱۲ ^c	۳۲/۰±۳/۱ ^d
نمونه مشروط شده با ۰/۵ درصد آب نمک	۱۶۷/۱±۰/۲۱ ^c	۱۲۸/۶۰±۰/۱۸ ^c	۱۹۰ ^b	۱/۳±۰/۰۴ ^{bc}	۳۶/۶±۰/۲ ^c
نمونه مشروط شده با ۱ درصد آب نمک	۲۱۹/۱۷±۰/۱۱ ^b	۱۴۱/۴۰±۰/۱۵ ^b	۲۳۸ ^{ab}	۱/۵۵±۰/۰۴ ^{bc}	۴۳/۳±۰/۵۵ ^b
نمونه مشروط شده با ۱/۵ درصد آب نمک	۴۱۷/۶±۰/۶ ^a	۱۷۳/۸۵±۰/۲۵ ^a	۲۵۴ ^a	۲/۴±۰/۳ ^a	۰±۴۹/۳۳ ^a

*حروف غیر مشابه نشان دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح ۵ درصد می‌باشد.

جدول ۵- نتایج حاصل از اکستنسوگرام نمونه‌ها پس از ۱۳۵ دقیقه

متغیرها	مقاومت به کشش خمیر (واحد برابر) (میلی متر)	قابلیت کشش خمیر (میلی متر)	حداکثر ارتفاع (BU)	ضریب (نسبت مقاومت به کشش بر قابلیت کشش)(BU)	انرژی (مساحت سطح زیر منحنی) Cm ²
نمونه شاهد	۱۳۹/۶±۰/۳۳ ^d	۱۰۷/۴۴±۰/۱۰ ^c	۱۴۸ ^c	۱/۳±۰/۰۷ ^c	۶۵/۰±۵/۴۲ ^a
نمونه مشروط شده با ۰/۵ درصد آب نمک	۱۸۱/۱±۰/۷۲ ^c	۱۲۴/۹۰±۰/۸۶ ^b	۱۷۴ ^b	۱/۴۵±۰/۳۲ ^{bc}	۵۱/۶±۰/۸۸ ^{bc}
نمونه مشروط شده با ۱ درصد آب نمک	۳۳۲/۱±۰/۴ ^b	۱۳۸/۴۰±۰/۵ ^a	۱۷۵ ^b	۲/۴±۰/۱۰ ^b	۴۷/۱۴±۰/۵۵ ^c
نمونه مشروط شده با ۱/۵ درصد آب نمک	۴۲۶/۷±۰/۴۵ ^a	۱۴۰/۸۵±۰/۲۵ ^a	۲۶۰ ^a	۳/۰۳±۰/۱۹ ^a	۳۳/۰±۷۵/۳۳ ^d

*حروف غیر مشابه نشان دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح ۵ درصد می‌باشد.

نتایج حاصل از آزمون اکستنسوگراف

ویژگی‌های خمیر شامل قابلیت کشش خمیر، مقاومت خمیر به کشش، انرژی و ضریب (نسبت مقاومت خمیر به کشش به قابلیت کشش آن) در سه زمان تخمیر ۴۵، ۹۰ و ۱۳۵ دقیقه توسط اکستنسوگراف تعیین شد (جدول ۴، ۵ و ۶).

مقاومت به کشش در زمان ۴۵ دقیقه در هر سه تیمار با افزایش درصد نمک، نسبت به نمونه شاهد افزایش معناداری یافت و در سطح ۱/۵ درصد بیشترین مقاومت به کشش را ایجاد کرد و این اختلاف در سطح آماری ۵ درصد معنادار بود (جدول ۳). قابلیت کشش خمیر پس از ۴۵ دقیقه در خمیر تهیه شده از آرد نمونه‌ها، در مقایسه

انرژی یا سطح زیر منحنی نشان دهنده میزان کل انرژی مصرفی جهت کشیدن خمیر می‌باشد. مطابق جداول ۳، ۴ و ۵ در اثر افزودن نمک، در زمان های ۴۵ و ۹۰ دقیقه زمان تخمیر، انرژی افزایش معناداری یافته در حالیکه پس از ۱۳۵ دقیقه تخمیر میزان انرژی نمونه ها کاهش معناداری در سطح ۵ درصد می‌یابد. اثر فاکتورهای مقاومت به کشش و قابلیت کشش خمیر با فاکتور ضریب (نسبت مقاومت خمیر به کشش به قابلیت کشش آن) مشخص شده است. مطابق جداول (۳، ۴ و ۵)، ضریب در اثر افزودن نمک در هر سه زمان تخمیر افزایش یافت. نمونه های ۱ و ۱/۵ درصد نمک افزایش معناداری نسبت به نمونه شاهد دارند.

از آنجا که نتایج اکستنسوگراف مستقیماً مرتبط با ویژگی‌های پروتئین گلوتن‌آرد می‌باشد، تغییر در مقاومت خمیر به کشش را می‌توان با فعل و انفعال بین ساختار نمک و پروتئین گلوتن توجیه کرد. کاهش کشش‌پذیری در خمیرها به دلیل تشکیل شبکه گلوتنی قوی‌تر و ایجاد خمیر محکم‌تر می‌باشد که باعث تسریع پاره شدن خمیر می‌شود (باتو و همکاران ۲۰۰۲)، در واقع در اثر شبکه قوی‌تر، خمیر بیشتر همانند یک جسم نیمه‌جامد عمل می‌کند تا یک ماده ویسکوالاستیک. همچنین در این حالت به دلیل کاهش ویژگی‌های ویسکوز خمیر، کرنش غیرقابل بازگشت، نسبت به کرنش برگشت‌پذیر کاهش می‌یابد (بائر و همکاران ۲۰۰۳، فنما و همکاران ۲۰۰۷). افزایش مقاومت خمیرها در مقابل کشش نشان دهنده کیفیت و قدرت خمیر می‌باشد و افزایش سطح زیر منحنی ناشی از قوی بودن شبکه گلوتنی خمیر و افزایش استحکام آن است (راسل و همکاران ۲۰۰۱). به نظر می‌رسد که افزایش معنی‌دار شاخص‌های مقاومت به کشش، قابلیت کشش و انرژی لازم برای کشش با افزایش درصد نمک با کاهش مقدار جذب آب و گرانیوی خمیر مرتبط باشد. اضافه کردن نمک به آرد، برهم‌کنش‌های میان اجزای خمیر را تحت تأثیر قرار می‌دهد. مکانیزم اثر نمک بر

با نمونه شاهد افزایش یافت. نمونه ۱/۵ درصد نمک (۱۷۰/۸۲) بیشترین و نمونه شاهد (۱۲۵/۱۵) کمترین قابلیت کشش خمیر را دارد. تمامی نمونه ها دارای اختلاف معناداری در سطح آماری ۵ درصد می‌باشند (جدول ۳). حداکثر ارتفاع پس از ۴۵ دقیقه با افزایش درصد نمک نسبت به نمونه‌شاهد افزایش معنی‌داری نشان داد. نمونه ۱/۵ درصد نمک دارای بالاترین ارتفاع و نمونه شاهد دارای پایین‌ترین ارتفاع می‌باشد و این افزایش در همه تیمارها افزایش معنی‌داری در سطح ۵ درصد دارد (جدول ۳).

مقاومت به کشش در هر سه زمان، سطح ۱/۵ درصد بالاترین مقاومت به کشش را دارا می‌باشد و این اختلاف در سطح آماری ۵ درصد معنی‌دار بود (جدول ۴). قابلیت کشش خمیر پس از ۹۰ دقیقه در سطح ۱/۵ درصد سبب افزایش معنی‌دار نسبت به نمونه شاهد شده است ولی سطح ۰/۵ درصد و نمونه شاهد تفاوت معنی‌داری نشان ندادند (جدول ۴). حداکثر ارتفاع در زمان ۹۰ دقیقه در تیمارهای ۱/۵ و ۱ درصد نمک اختلاف معناداری نشان ندادند ولی با نمونه‌ی شاهد و نمونه‌ی ۰/۵ درصد در سطح آماری ۵ درصد معنادار بودند (جدول ۴).

مقاومت به کشش در زمان ۱۳۵ دقیقه نشان می‌دهد آرد ۱/۵ درصد، مقاومت به کشش بیشتری را نسبت به سایر تیمارها دارد و این اختلاف در سطح آماری ۵ درصد معنی‌دار می‌باشد (جدول ۵). اضافه کردن نمک موجب افزایش قابلیت کشش پس از ۱۳۵ دقیقه نسبت به نمونه شاهد شده است و تیمار ۱ و ۱/۵ درصد قابلیت کشش مشابهی داشتند و در سطح آماری ۵ درصد اختلاف معنی‌دار نداشتند (جدول ۵). حداکثر ارتفاع پس از ۱۳۵ دقیقه در آرد های ۰/۵ و ۱ درصد نمک، اختلاف معناداری مشاهده نشد ولی در سطح ۱/۵ درصد نمک سبب افزایش حداکثر ارتفاع نسبت به نمونه شاهد شده است (جدول ۵).

فیزیکوشیمیایی و رئولوژی خمیرنان دارد و با توجه به قوی تر شدن گلوتن اثر منفی بر خمیر بیسکوئیت انتظار می‌رود. نتایج کلی حاصل از آزمون اکستنسوگراف نشان می‌دهد که با افزایش میزان نمک، مقاومت خمیرها نسبت به کشش، قابلیت کشش خمیرها و انرژی یا سطح زیر منحنی اکستنسوگرام افزایش می‌یابد.

داده‌های تحیق حاضر نشان داد که با افزودن نمک به گندم در حین مشروط کردن آن، سطح زیرمنحنی پامیزان انرژی به طور معنی‌داری افزایش می‌یابد و عملکرد پروتئین‌های آرد گندم بهبود می‌یابد. در نتیجه افزایش در زمان تخمیر امکان پذیر خواهد بود. در همه تیمارها اضافه کردن نمک، جذب آب خمیر، زمان مقاومت خمیر، زمان گسترش خمیر، قابلیت کشش، مقاومت به کشش و سطح زیرمنحنی را افزایش و میزان افت خمیر را کاهش داد. سطح ۱/۵ درصد ویژگی‌های رئولوژیکی بهتری ایجاد کرد. با افزایش زمان تخمیر، خمیر مقاومت خود را در برابر تخمیر طولانی مدت از دست داده و تحمل تخمیر طولانی مدت را ندارد و باید زمان تخمیر را کاهش داد. با در نظر گرفتن مجموع نتایج حاصل از آزمایش‌های مختلف شیمیایی و رئولوژیکی انجام گرفته بر روی گندم مشروط شده و آرد و در نهایت خمیر برای تولید نان به نظر می‌رسد که اضافه کردن ۱/۵ درصد نمک به گندم در حین مشروط شدن، سبب ایجاد بهترین تأثیر نسبت به نمونه گندم مشروط شده با آب شده است.

کیفیت خمیر را بر مبنای خواص الکتروستاتیکی آن توجیه می‌کنند. به این ترتیب که نمک موجب نزدیکی مولکول‌های پروتئین و سفت شدن آن می‌شود (تاناکا و همکاران ۱۹۶۷). خمیر در واقع، شبکه پیوسته ژل گلوتن هیدراته است که گرانول‌های نشاسته به صورت ذراتی در آن پراکنده شده‌اند (پرستون و همکاران ۱۹۸۹، وانگ و همکاران ۲۰۰۲). آب ممکن است در ساختار خمیر به صورت آب توده یا به صورت قطره‌های کوچک در شبکه پروتئین یا اطراف گرانول‌های نشاسته حضور داشته باشد. در چنین ساختار فشرده‌ای، نمک‌ها به همراه گلوتن و نشاسته به جذب آب تمایل دارند و بنابراین، پراکندگی آب در ساختار خمیر را تغییر می‌دهند (کوئیلز و همکاران ۲۰۱۲، آندرس و همکاران ۲۰۱۳). انرژی همان سطح زیر منحنی می‌باشد که نشان‌دهنده میزان کل انرژی بکار رفته جهت کشیدن خمیر می‌باشد. در اثر افزودن نمک، در زمان های ۴۵ و ۹۰ دقیقه زمان تخمیر، انرژی افزایش یافته و پس از ۱۳۵ دقیقه تخمیر میزان انرژی نمونه ها کاهش می‌یابد. بنابراین دیده می‌شود که با افزایش زمان تخمیر، خمیر مقاومت خود را در برابر تخمیر طولانی مدت از دست داده و تحمل تخمیر طولانی مدت را ندارد و باید زمان تخمیر را کاهش داد.

نتیجه گیری

با توجه به مطالب ذکر شده می‌توان نتیجه گرفت که افزودن نمک در مشروط کردن اثرات مثبتی بر خواص

منابع مورد استفاده

- American Association of Cereal Chemists, 2012. Approved Methods of the AACCC, St. Paul MN.
- Andres F, Doblado M, Elizabeth A, Devin J, 2013. Effect of Salt solutions applied during wheat conditioning on lipase activity and lipase stability of whole wheat flour. Food Chemistry 140: 204-209.
- Andres F, Maldonado D, Rose J, 2012. Key issues and challenges in whole wheat flour milling and storage. Journal of Cereal Science 56: 119-126.
- Azizi M, Rajabzadeh N and Riahi E, 2003. Effect of mono-diglyceride and lecithin on dough rheological characteristics and quality of flat bread. Food Science and Technology 36:189-193.

- Bonfil D, Posner S, 2012. Can bread wheat quality be determined by gluten index. *Journal of Cereal Science* 56: 15-118.
- Butow B, Gras J, Haraszi P, Bekes F, 2002. Effects of different salts on mixing and extension parameters on a diverse group of wheat cultivars using -G mixograph and extensograph methods. *Cereal Chemistry* 79 (6): 826-833.
- Curic D, Karlovic D, 2001. Gluten as a standard of wheat flour quality. *Food Technology and Biotechnology* 39: 353-361.
- Fennema O, Damodaran S, Parkin K, 2007. *Fennemas' Food Chemistry*. 4th ed. CRC Press.
- Gill D, Bonfil H, Svoray T, 2011. Multi scale analysis of the factors influencing wheat quality as determined by gluten index. *Field Crop Research* 123: 01-09.
- Hoseney R, 1986. *Principles of Cereal and Technology*. AACC. St. Paul. MN.
- Khan KH, Shewry P, 2009. *Wheat: Chemistry and Technology*. 4thed. AACC, St. Paul. MN
- Larre C, Denery-papini S, Popineau Y, Deshayes G, Desserre C, and Lefebvre J, 2000. Biochemical analysis and rheological properties of gluten modified by transglutaminase. *Cereal Chemistry* 77: 32-38.
- Miller R and Hoseney R, 2008. Role of salt in baking. *Cereal Foods World* 53:46.
- Munshi M, Bhatia M, Sekhon B, Sukhija P, 1993. Inactivation of rice bran lipase with metal ions. *Journal of Chemical Technology and Biotechnology* 57: 169-174.
- Pomeranz Y, 1987. *Modern Cereal Science and Technology*. VCH Publications. NewYork, NY.
- Qarooni J, Ponte J and Ponser S, 1992. Flat breads of the world. *Cereal Foods World* 37:863-865.
- Quilez J, Salvado J, 2012. Salt in bread in Europe: potential benefits of reduction. *Nutrition Reviews* 70: 666- 678.
- Rosell C, Rojas M, Benedito de Barber C, 2001. Influence of hydrocolloids on dough rheology and bread quality. *Food Hydrocolloids* 15:75-81.
- Wang J, Rosell C, 2002. Effect of the addition of different fibres on wheat dough performance and bread quality. *Food Chemistry* 79:221-226.
- Preston K, 1989. Effects of neutral salts of lyotropic series on the physical dough properties of a Canadian red spring wheat flour. *Cereal Chemistry* 66:144-148.
- Tanaka K, Furukawa K, Matsumoto H, 1967. The effect of acid and salt on the farinogram and extensogram of dough. *Cereal Chemistry* 44: 675-680.

Effects of salt addition during wheat conditioning on rheological properties of dough

B Mousavi*¹ and M Kadivar²

Received: May 02, 2016

Accepted: December 06, 2016

¹MSc Student, Department of Food Science, Faculty of Agriculture, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran

²Professor, Department of Food Science, Faculty of Agriculture, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran

*Corresponding author: E mail: b.mousavi@ag.iut.ac.ir

Abstract

Among the pretreatment process of wheat, conditioning has great important role on the final quality of flour. The amount of salt used for dough production is usually between 0.5–2.0 percent, however, due to health concern and its effects on blood pressure, it has been suggested to minimize salt daily intake/consumption. In this study, wheat was conditioned with brine in concentrations of 0.5, 1.0, and 1.5 percent instead of tap water and then was kept in this condition for 24 hours. The wheat with about 15% moisture content was milled to obtain 88% extraction rate flour and the rheological properties (Farinograph and Extensograph) of dough was then investigated. The results indicated use of brine solution, reduces water absorption of dough and dough degree softening was reduced. The results suggest that by adding salt to wheat conditioning water, the flour strength and dough ability to keep the gas produced during fermentation will increased. The data resulting from Extensograph showed that the ratio of dough resistance-to-extension to extensibility in three fermentation times (45, 90 and 135 minutes) was increased and energy (the area under the curve) at 45 and 90 minutes was increased, however, not after 135 minutes.

Keywords: Extensograph, Farinograph, Wheat, Conditioning