

تأثیر فرایند حرارت‌دهی خشک و مرطوب آرد بر ویژگی‌های رئولوژیکی خمیر

سیده‌های پیغمبردوست^{۱*} و عارف اولاد غفاری^۲

تاریخ دریافت: ۹۲/۳/۲۲ تاریخ پذیرش: ۹۴/۵/۲۱

^۱ استاد گروه علوم و صنایع غذایی دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز

^۲ عضو هیات علمی گروه پژوهشی مواد غذایی، پژوهشکده غذایی و کشاورزی، پژوهشگاه استاندارد کرج

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

چکیده

اثر حرارت‌دهی خشک و مرطوب دو نوع آرد گندم با مقدار گلوتن کم و زیاد بر خصوصیات رئولوژیکی خمیر مانند جذب آب، پایداری، درجه نرم شدن، زمان گسترش خمیر و عدد کیفی فارینوگرام مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان داد در نمونه‌های حاوی گلوتن زیاد و کم با افزایش دما و مدت زمان حرارت‌دهی (به صورت خشک)، جذب آب آرد افزایش پیدا کرد. در هر دو نوع آرد بیشترین زمان گسترش مربوط به آردهای فرایند شده در دمای ۱۲۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۲۰ دقیقه بود. در مورد نمونه‌های گلوتن زیاد، تیمارهای بخار داده شده به مدت ۱۵ دقیقه و حرارت‌دیده در دمای ۱۲۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۲۰ دقیقه، دارای بیشترین و نمونه‌های کنترل و بخار داده شده به مدت ۵ دقیقه، دارای کمترین زمان گسترش بودند. در آردهای حاوی گلوتن کم، بیشترین زمان گسترش مربوط به تیمار حرارت‌دیده در دمای ۱۲۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۲۰ دقیقه بود و سایر تیمارها تفاوت معنی‌داری با هم نداشتند. در آردهای دارای گلوتن زیاد بیشترین میزان پایداری خمیر مربوط به تیمار بخاردهی شده بود در آرد کم گلوتن با افزایش دما و زمان فرآوری حرارتی خشک، میزان پایداری خمیر افزایش یافت. در هر دو نوع آرد با افزایش دما و زمان فرایند حرارتی خشک، درجه نرم شدن خمیر کاهش پیدا کرد؛ طوری‌که در آرد گلوتن زیاد، حرارت‌دهی خشک در دمای ۱۲۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۲۰ دقیقه و بخاردهی به مدت ۱۵ دقیقه باعث گردید تا عدد نرم شدن خمیر به صفر برسد. عدد کیفی فارینوگراف در آرد گلوتن زیاد بیشتر از آرد گلوتن کم بدست آمد بیشترین عدد کیفی فارینوگراف در تیمارهای بخاردهی شده به مدت ۵ و ۱۵ دقیقه و حرارت خشک دیده در دمای ۱۲۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۲۰ دقیقه بود. در نمونه‌های گلوتن زیاد، با افزایش دما و زمان فرآوری حرارتی خشک، عدد کیفی فارینوگراف افزایش یافت و در نمونه‌های گلوتن کم تفاوت معنی‌داری بین نمونه‌ها مشاهده نگردید.

واژگان کلیدی: آرد، فرایند حرارتی، خواص رئولوژیکی، فارینوگراف

مقدمه

مطالعه خواص رئولوژیکی خمیر تا حدود زیادی می‌تواند رفتار آرد و خمیر را در طول پخت پیشگویی نماید و کیفیت پخت نهایی گندم و آرد را نیز تا اندازه‌ای تفسیر نماید؛ همچنین یکی از سریع‌ترین و قابل استنادترین راه‌های اندازه‌گیری شاخص‌های کیفیت و بافت محصولات غذایی از جمله آرد گندم محسوب می‌شود. لذا در این مطالعه رفتار رئولوژیکی با دامنه تغییر شکل بزرگ (آزمون کلاسیک فارینوگرافی) به-منظور مطالعه تأثیر فرایند حرارتی بر ویژگی‌های آرد گندم مورد مطالعه قرار گرفت. آزمون فارینوگراف یکی از آزمون‌های رئولوژیکی خمیر است که به بررسی کیفیت گندم، میزان جذب آب و رفتار مخلوط کردن (زمان گسترش خمیر، پایداری و درجه نرم شدن) می-پردازد. این آزمون توسط شرکت برابندر آلمان ارائه شده است و اطلاعات به‌دست آمده از این منحنی‌ها یکی از گویا ترین ابزار در دسترس جهت بررسی ویژگی-های عملکردی و رئولوژیکی آرد گندم است. به کار بردن روش‌های خاص فرآوری برای تولید آردهای مخصوص به‌عنوان مثال برای تضعیف شبکه گلوتن یا افزایش میزان هیدراسیون در آرد می‌تواند بسیار مفید باشد. یکی از این موارد، تیمار حرارت‌دهی خشک آرد بخصوص برای آردهای قنادی و نانوائی است (سگوچی ۲۰۰۱). هدف از این مطالعه، بررسی اثرات فرایند حرارت‌دهی آرد بر ویژگی‌های رئولوژیکی خمیر آرد گندم بود.

پراکاش و هاریداس (۱۹۹۹) گزارش دادند که پایداری خمیر در آزمون فارینوگراف در آردهای بخاردهی شده افزایش یافت که ممکن است به‌علت دناتوراسیون گلوتن در اثر بخاردهی باشد. رابطه معکوسی بین میزان تولرانس مخلوط کردن با پایداری وجود دارد. در عین حال این محققان گزارش کردند که با افزایش دما و زمان فرایند حرارتی خشک میزان پایداری خمیر افزایش یافت (پراکاش و هاریداس ۱۹۹۹). به‌نظر می‌رسد نوع

رژیم اعمال حرارت (به‌صورت خشک یا مرطوب) و نیز دما و زمان حرارت‌دهی اثر قابل توجهی بر رفتار رئولوژیکی خمیر داشته باشد. وراوربک و همکاران (۱۹۹۷) نیز به نتایج مشابهی دست یافتند. پراکاش و هاریداس (۱۹۹۹) همچنین گزارش کردند که بخار دادن آردها در فشار اتمسفری به‌مدت ۱۵ دقیقه گلوتن را به-طور کامل دناتوره کرده و ظرفیت جذب آب را از ۵۸ به ۴۵ درصد کاهش داد. در منابع علمی متعدد گزارش شده که آردهای حرارت‌دهی دیده با روش خشک به-خصوص برای تهیه محصولات قنادی با بافت ظریف و ترد از جمله انواع کیک مفید است. محصولات نانوائی پخته شده با آرد گندم حرارت‌دهی دیده خاصیت ارتجاعی بیشتری نشان می‌دهند و سفتی بافت آنها کاهش می‌یابد (سگوچی ۲۰۰۱). با اعمال فرایند حرارتی خصوصیات سطحی گرانول‌های نشاسته گندم از حالت آبدوست به حالت آبگریز تغییر می‌یابد (سگوچی ۲۰۰۱). با افزایش در خاصیت آبگریزی گرانول‌های نشاسته حرارت‌دهی دیده، ثبات حباب‌های هوا در خمیر افزایش می‌یابد. همچنین خصوصیات نهایی کیک از قبیل خاصیت ارتجاعی و چسبندگی مغز آن با اعمال فرایند حرارتی بهبود یافت (سگوچی ۱۹۸۴، سگوچی و ماتسوکا ۱۹۷۷). سگوچی (۱۹۸۴) همچنین گزارش نمود که در اثر فرایند حرارت‌دهی خشک آرد پروتئین‌ها به‌دلیل از هم باز شدن پیوندهای هیدروژنی و ساختار ثانویه، نامحلول می-شوند. زمانی که ماکرومولکول پروتئین باز می‌شود، نواحی آبگریز که در حالت طبیعی در بخش‌های داخلی مولکول قرار دارند در نواحی بیرونی قرار می‌گیرند و ظرفیت جذب آب پروتئین را کم می‌کنند، پس بنابراین با افزایش زمان حرارت‌دهی ظرفیت جذب آب آرد کاهش می‌یابد که باعث تغییرات ساختاری عمده‌تر در ماکرومولکول‌های پروتئین می‌گردد (روندا و همکاران ۲۰۰۵). لذا با توجه به گزارش‌های علمی موجود در زمینه آثار متفاوت فرایند حرارتی (اعم از حرارت‌دهی مرطوب یا خشک) و نیز اثر مدت زمان اعمال حرارت،

آزمون، تعیین گردید. فاکتورهایی که از روی منحنی فارینوگرام ارزیابی گردید عبارتند بودند از: زمان گسترش خمیر، مقاومت خمیر، درجه نرم شدن خمیر، عدد کیفی فارینوگرام (ارزش والوریمتری).

جدول ۲- شرایط اعمال تیمار حرارتی به همراه کدبندی

تیمارها			
زمان (دقیقه)	دما	نوع آرد	کد تیمار
۰	نمونه کنترل	گلوتن بالا	HG-Ctrl
۳۰	۹۰ °C	گلوتن بالا	۳۰-۹۰-HG-
۶۰	۹۰ °C	گلوتن بالا	۶۰-۹۰-HG-
۱۲۰	۱۰۰ °C	گلوتن بالا	۱۲۰-۱۰۰-HG-
۱۲۰	۱۱۰ °C	گلوتن بالا	۱۲۰-۱۱۰-HG-
۱۲۰	۱۲۰ °C	گلوتن بالا	۱۲۰-۱۲۰-HG-
۵	بخار دهی شده	گلوتن بالا	۵HG-S-
۱۵	بخار دهی شده	گلوتن بالا	۱۵HG-S-
۰	نمونه کنترل	گلوتن پائین	LG-Ctrl
۳۰	۹۰ °C	گلوتن پائین	۳۰-۹۰-LG-
۶۰	۹۰ °C	گلوتن پائین	۶۰-۹۰-LG-
۱۲۰	۱۰۰ °C	گلوتن پائین	۱۲۰-۱۰۰-LG-
۱۲۰	۱۱۰ °C	گلوتن پائین	۱۲۰-۱۱۰-LG-
۱۲۰	۱۲۰ °C	گلوتن پائین	۱۲۰-۱۲۰-LG-
۵	بخار دهی شده	گلوتن پائین	۵LG-S-
۱۵	بخار دهی شده	گلوتن پائین	۱۵LG-S-

* LG: Low gluten; HG: High gluten

نتایج و بحث

جذب آب خمیر

نتایج اندازه‌گیری جذب آب خمیر در شکل‌های ۱ و ۲ نشان داده شده است. شکل ۱ و نتایج آنالیز واریانس نشان داد بیشترین جذب آب خمیر در نمونه‌های گلوتن زیاد متعلق به نمونه‌های فرایند شده در دمای ۱۲۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۲۰ دقیقه و برعکس کمترین جذب آب خمیر متعلق به آردهای بخاردهی شده به مدت

هدف این مطالعه بررسی نوع فرایند حرارتی و مدت زمان اعمال آن بر خواص رئولوژیکی خمیر بود.

مواد و روش‌ها

مواد اولیه

دو نوع آرد نول از کارخانه آرد ارس‌مهر تهیه شد که ویژگی آن‌ها در جدول ۱ آورده شده است.

جدول ۱- ویژگی‌های آردهای مورد استفاده برای تهیه کیک

ویژگی	آرد گلوتن بالا	
	آرد گلوتن پائین	آرد گلوتن بالا
رطوبت (درصد)	۱۳/۴±۰/۰۱*	۱۳/۲±۰/۰۱
پروتئین (درصد)**	۷/۵±۰/۱۵	۱۰/۶±۰/۱۵
گلوتن مرطوب (درصد)**	۲۰/۲±۰/۷۶	۲۷/۲±۰/۷۶
شاخص (اندیس) گلوتن**	۸۷/۰±۰/۱۴	۸۵/۰±۰/۱۴
خاکستر (درصد)**	۰/۵۱±۰/۰۲	۰/۷۱±۰/۰۲
عدد زلنی (سانتی- مترمکعب)**	۱۴/۰±۰/۱۳	۲۹/۰±۰/۱۳

* اعداد میانگین سه تکرار هستند. ** نتایج آنالیزها بر اساس ۱۴٪ رطوبت آرد است.

فرایند حرارتی آردها

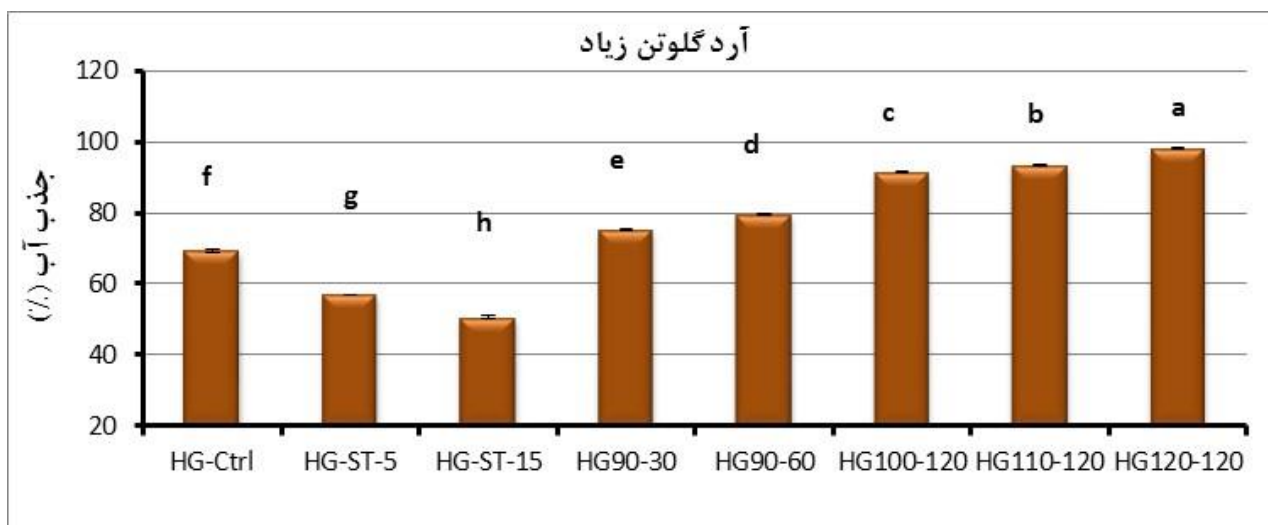
به منظور اعمال فرایند حرارتی، آردهای با گلوتن زیاد و کم تحت تیمارهای حرارتی به شرح جدول ۲ قرار گرفته و با کدهای مربوطه مشخص گردیدند.

آزمون فارینوگراف

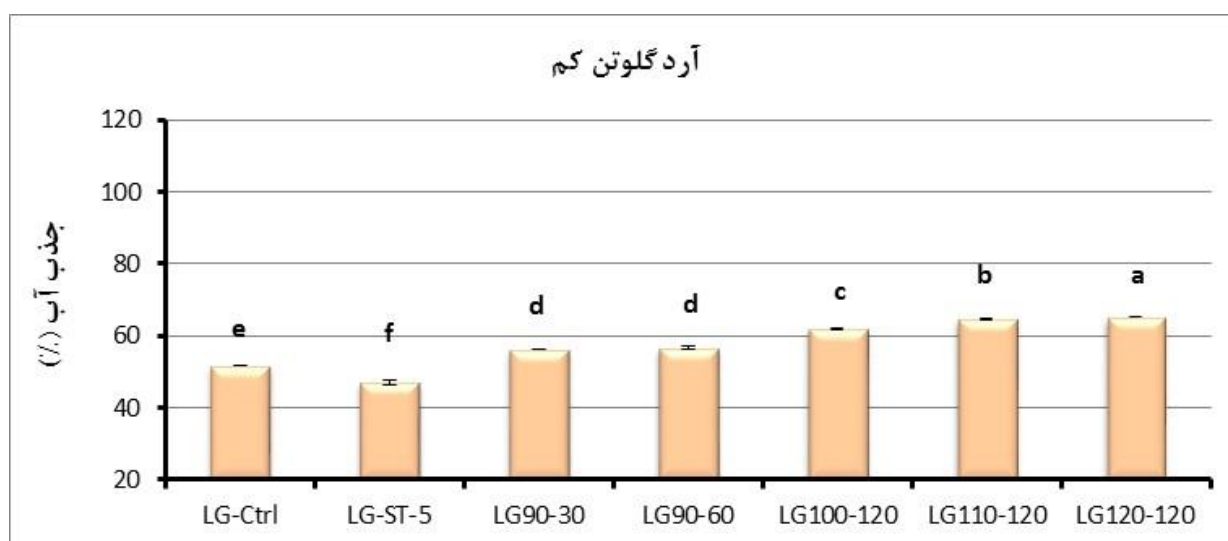
آزمون فارینوگراف بر اساس روش مصوب AACC به شماره ۲۱-۵۴ انجام شد (AACC, 2000). برای انجام این آزمون، مقدار ۳۰۰ گرم آرد در مخلوط کن دستگاه فارینوگراف ساخت شرکت برابندر آلمان ریخته شد. سپس به مدت یک دقیقه، آرد به صورت خشک مخلوط گردید تا تعادل حرارتی برقرار شود. در مرحله بعد، تا رسیدن منحنی فارینوگرام به خط ۵۰۰ برابندر، آب توسط بورت دستگاه به درون محفظه مخلوط کن اضافه شد و به این ترتیب درصد جذب آب آرد مورد

افزایش پیدا کرد. بنابراین نمونه‌های حرارت‌دیده جذب آب بالاتری را نسبت به نمونه‌های کنترل ایجاد کردند. در فرایند بخاردهی با افزایش زمان بخاردهی جذب آب خمیر کاهش یافت. پراکاش و هاریداس (۱۹۹۹) نیز بیان کردند که بخار دادن آردها در فشار اتمسفر به مدت ۱۵ دقیقه گلوتن را به طور کامل دناتوره کرده و ظرفیت جذب آب را از ۵۸ به ۴۵ درصد کاهش داد.

۱۵ دقیقه بود. همانطور که از شکل ۲ نیز ملاحظه می‌شود، در نمونه‌های گلوتن کم بیشترین جذب آب خمیر در نمونه‌های فرایند شده در دمای ۱۲۰ درجه سانتی-گراد به مدت ۱۲۰ دقیقه و کمترین جذب آب خمیر در نمونه‌های بخاردهی شده به مدت ۵ دقیقه مشاهده شد. هم در نمونه‌های گلوتن زیاد و هم گلوتن کم، با افزایش دما و زمان حرارت خشک، جذب آب خمیر به تدریج



شکل ۱- جذب آب خمیر در تیمارهای آرد با گلوتن بالا بر اساس کد گذاری جدول ۲ حروف متفاوت نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار ($P < 0.05$) در تیمارها است.

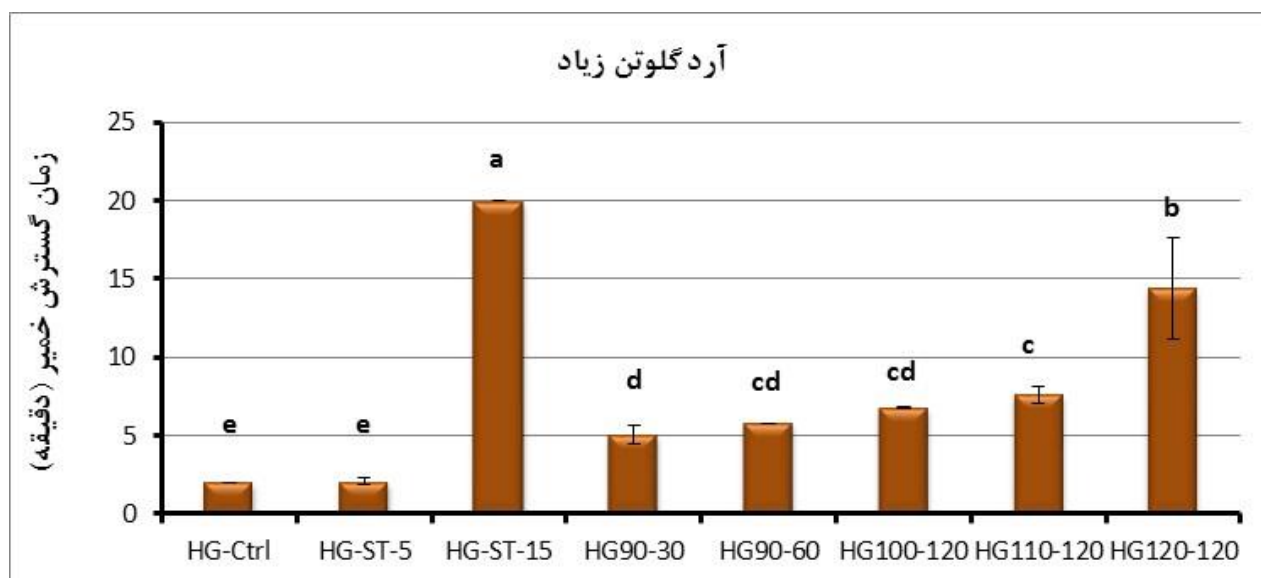


شکل ۲- جذب آب خمیر در تیمارهای آرد با گلوتن کم بر اساس کد گذاری جدول ۲ حروف متفاوت نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار ($p < 0.05$) در تیمارها است.

زمان گسترش خمیر

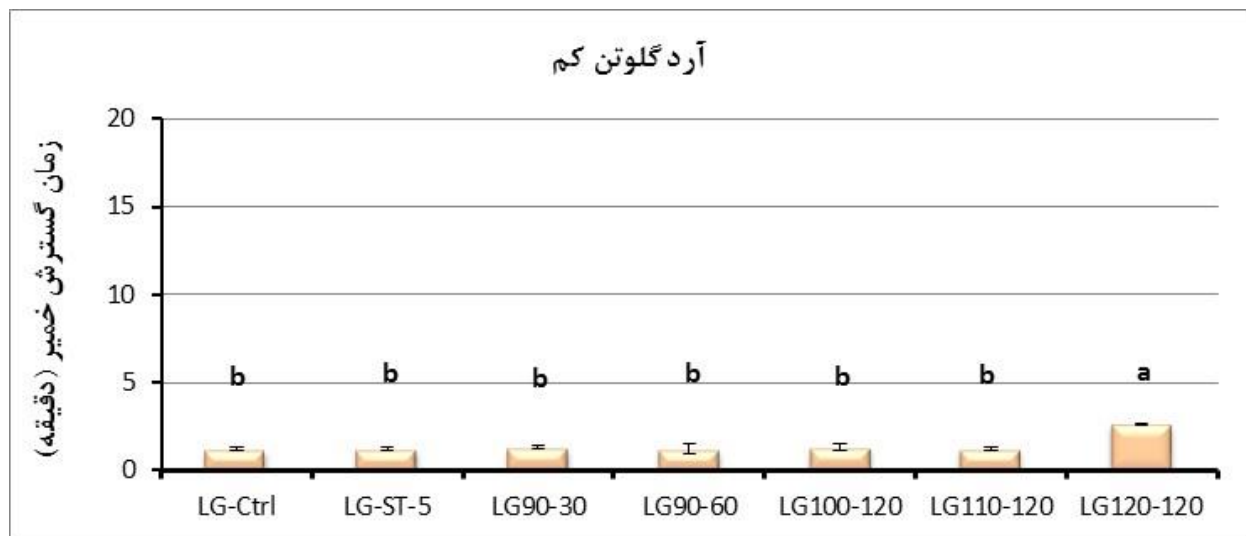
زمان گسترش خمیر (زمان اختلاط یا زمان رسیدن به نقطه پیک)، زمان مخلوط کردن خمیر در مخلوط کن فارینوگراف از لحظه صفر تا نقطه ماکزیمم قوام خمیر، روی منحنی فارینوگراف، دقیقاً قبل از اولین نشانه ضعیف‌شدن خمیر تلقی می‌شود. نتایج اثر فرایند حرارتی در تیمارهای مختلف بر زمان گسترش خمیر در شکل‌های ۳ و ۴ آمده است. برای هر دو آرد گلوتن بالا و گلوتن کم، بیشترین زمان گسترش مربوط به آردهای فرآوری شده در دمای ۱۲۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۲۰ دقیقه بود. در شکل ۳ در مورد نمونه‌های گلوتن زیاد، تیمارهای بخاردهی شده در زمان ۱۵ دقیقه و حرارت‌دیده در دمای ۱۲۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۲۰ دقیقه دارای بالاترین زمان گسترش بودند و نمونه‌های کنترل و بخاردهی شده در زمان ۵ دقیقه دارای

کمترین زمان گسترش بودند. با افزایش دما و زمان فرآوری حرارتی، زمان گسترش نیز افزایش یافت که احتمالاً این امر به دلیل سفت شدن خمیر و مشکل بودن اختلاط یکنواخت آرد گندم است. همانطور که با مقایسه شکل ۳ و ۴ ملاحظه می‌شود نمونه‌های گلوتن کم در مقایسه با آردهای گلوتن زیاد کلاً زمان گسترش خمیر کمتری داشتند که به دلیل ضعیف بودن قدرت گلوتن در تشکیل شبکه منسجم پروتئینی است. فرایند حرارتی در آردهای گلوتن پایین نتوانست به بهبود زمان گسترش خمیر کمک چندانی نماید (شکل ۴). در نمونه‌های گلوتن کم، بیشترین زمان گسترش مربوط به تیمار حرارت-دیده در دمای ۱۲۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۲۰ دقیقه بود و سایر تیمارها همچون تیمار شاهد تفاوت معنی-داری در زمان گسترش با هم نداشتند.



شکل ۳- زمان گسترش خمیر در تیمارهای آرد با گلوتن زیاد بر اساس کدگذاری جدول ۲

حروف متفاوت نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار ($p < 0.05$) در تیمارها است.

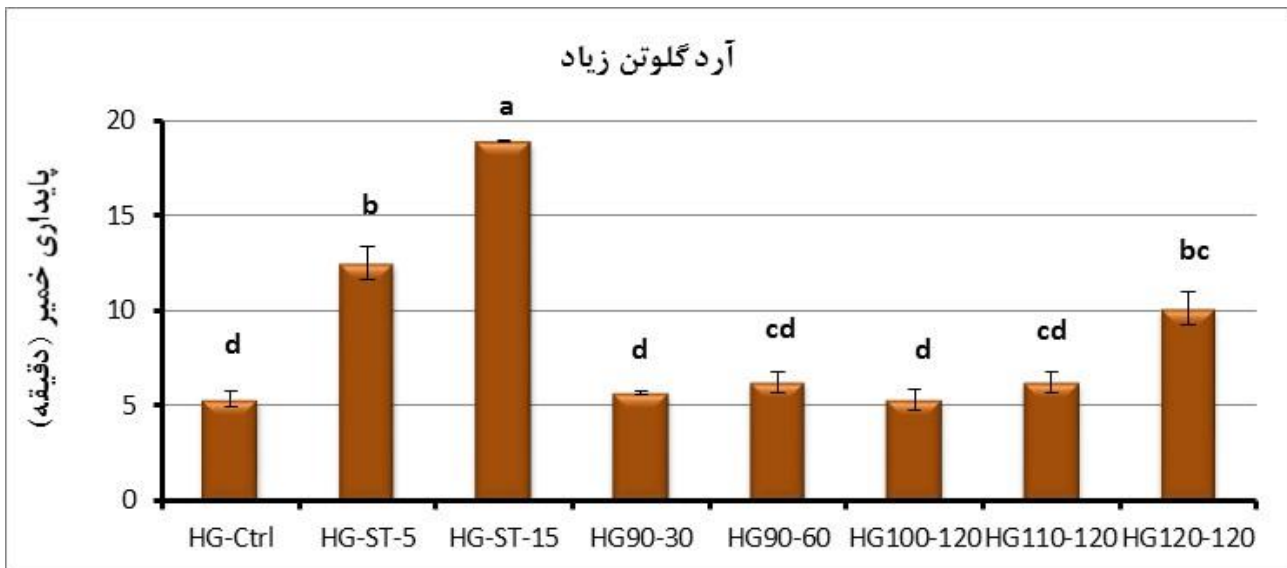


شکل ۴- زمان گسترش خمیر در تیمارهای آرد با گلوتن کم بر اساس کدگذاری جدول ۲
حروف متفاوت نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار ($p < 0.05$) در تیمارها است.

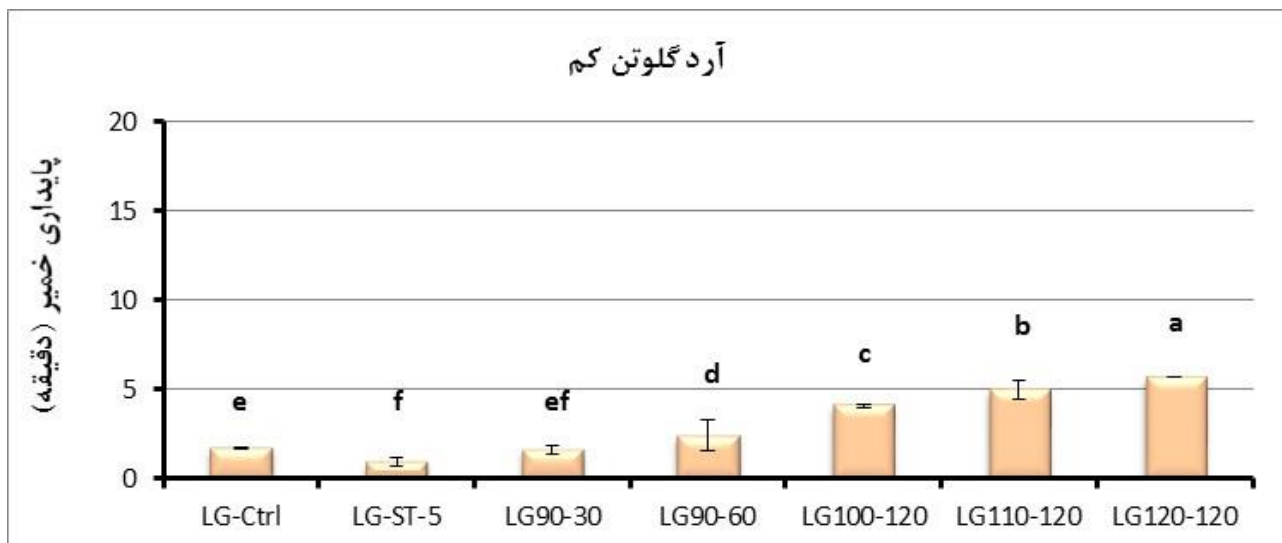
نمونه‌های حرارت دیده در دمای ۱۲۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۲۰ دقیقه بود و کمترین پایداری مربوط به نمونه‌های بخاردهی شده به مدت ۵ دقیقه بود. همان‌طور که از مقایسه شکل‌های ۵ و ۶ ملاحظه می‌شود، درکل، پایداری خمیر حاصل از آردهای گلوتن کم نسبت به آردهای گلوتن زیاد به‌طور قابل توجهی کمتر بود. اما با اعمال فرایند حرارتی خشک بخصوص در دماهای بالا بمدت طولانی باعث افزایش قابل توجهی در پایداری خمیر حاصل از آردهای گلوتن کم گردید.

مقاومت (پایداری) خمیر در برابر مخلوط کردن

قسمتی از منحنی که از زمان رسیدن از لحظه صفر تا اولین محل تقاطع منحنی با خط ۵۰۰ واحد برابندر تا زمانی که منحنی شروع به افتادن به زیر خط ۵۰۰ واحد برابندر می‌کند، نشان‌دهنده پایداری خمیر است. اثر فرایند حرارتی بر پایداری خمیر در شکل‌های ۵ و ۶ آمده است. در شکل ۵، برای نمونه‌های گلوتن زیاد بیشترین پایداری مربوط به تیمارهای بخاردهی شده است به خصوص در تیمارهای بخاردهی شده به مدت ۱۵ دقیقه بود، در سایر تیمارها تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. پراکاش و هاریداس (۱۹۹۹) نیز گزارش دادند که پایداری خمیر در آردهای بخاردهی شده افزایش یافت که این افزایش ممکن است به علت دناتوراسیون کامل گلوتن و رسیدن میزان گلوتن به صفر در اثر بخاردهی باشد و رابطه معکوسی بین میزان تولرانس مخلوط کردن خمیر با پایداری آن وجود دارد. در شکل ۶، در نمونه‌های گلوتن کم با افزایش دما و زمان فرآوری حرارتی خشک میزان پایداری خمیر افزایش یافت. وراوربک و همکاران (۱۹۹۷) نیز به نتایج مشابهی دست یافتند. بیشترین پایداری مربوط به



شکل ۵- تغییرات زمان پایداری خمیر در آردهای با گلوتن زیاد در تیمارهای حرارتی مختلف بر اساس کدگذاری جدول ۲ حروف متفاوت نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار ($p < 0.05$) در تیمارها است.



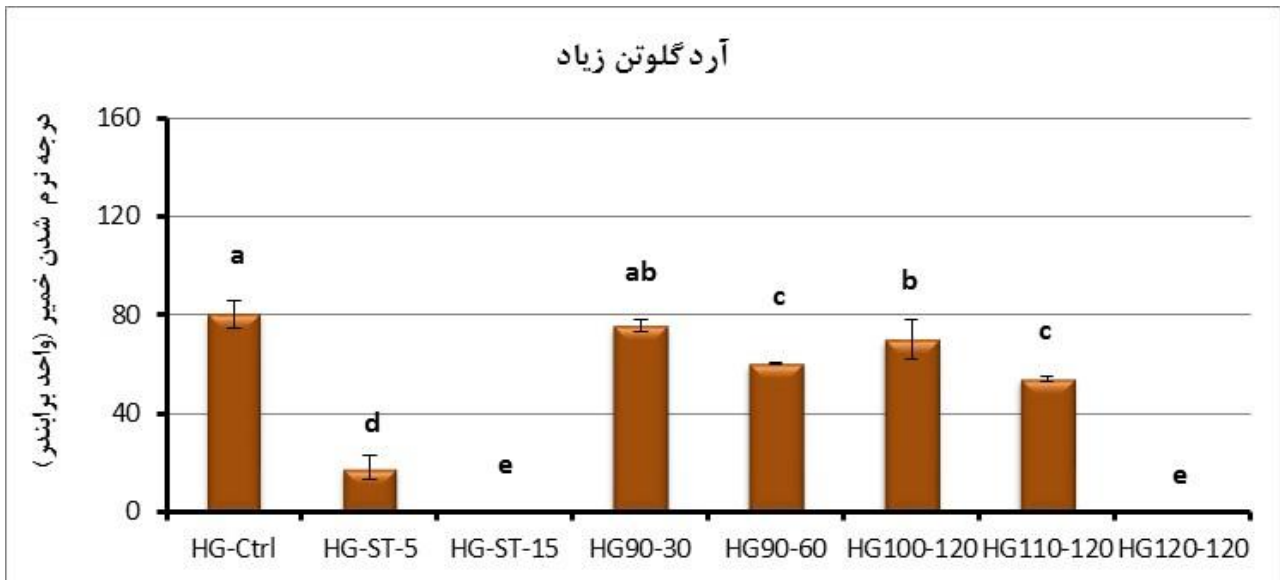
شکل ۶- تغییرات زمان پایداری خمیر در آردهای با گلوتن کم در تیمارهای حرارتی مختلف بر اساس کدگذاری جدول ۲ حروف متفاوت نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار ($p < 0.05$) در تیمارها است.

خمیر است. اثر تیمارهای مختلف حرارتی بر درجه نرم شدن خمیر حاصل از دو نوع آرد گلوتن زیاد و گلوتن کم به ترتیب در شکل‌های ۷ و ۸ آمده است. در آرد گلوتن زیاد (شکل ۷)، بیشترین درجه نرم شدن خمیر مربوط به نمونه کنترل و کمترین درجه نرم شدن خمیر در نمونه بخاردهی شده به مدت ۱۵ دقیقه و نمونه

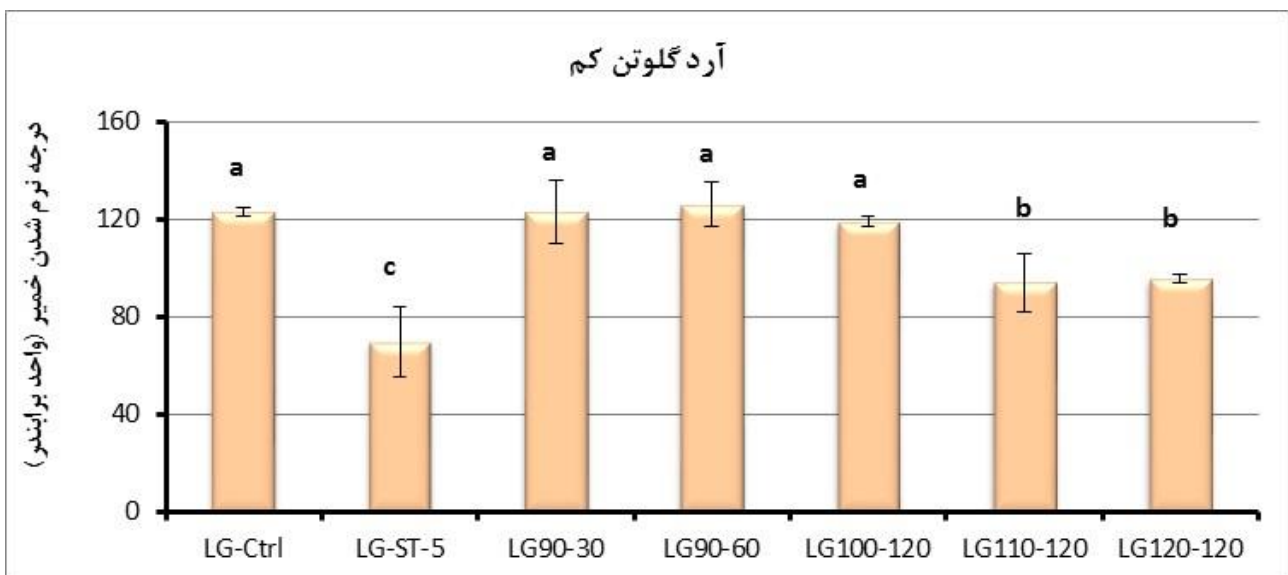
اثر فرایند حرارتی بر درجه نرم شدن خمیر درجه نرم شدن خمیر بعد از ۱۲ دقیقه، فاصله مرکز منحنی از خط ۵۰۰ (BU)، ۱۲ دقیقه بعد از زمان پیک منحنی است. هرچه درجه نرم شدن خمیر یا میزان انحراف منحنی فارینوگرام از خط مرجع ۵۰۰ بیشتر باشد، نشان دهنده ضعیف بودن خواص رئولوژیکی

مربوط به نمونه‌های بخاردهی شده به مدت ۵ دقیقه بود. در کل می‌توان نتیجه گرفت که فرایند حرارتی خشک و مرطوب آرد باعث کاهش درجه نرم شدن خمیر می‌گردد.

حرارت خشک دیده در دمای ۱۲۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۲۰ دقیقه مشاهده شد. در آرد گلوتن کم با افزایش دما و زمان فرایند حرارتی درجه نرم شدن کاهش پیدا کرد و کمترین درجه نرم شدن خمیر نیز



شکل ۷- تغییرات درجه نرم شدن خمیر در آردهای با گلوتن زیاد در تیمارهای حرارتی مختلف بر اساس کدگذاری جدول ۲ حروف متفاوت نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار ($p < 0.05$) در تیمارها است.

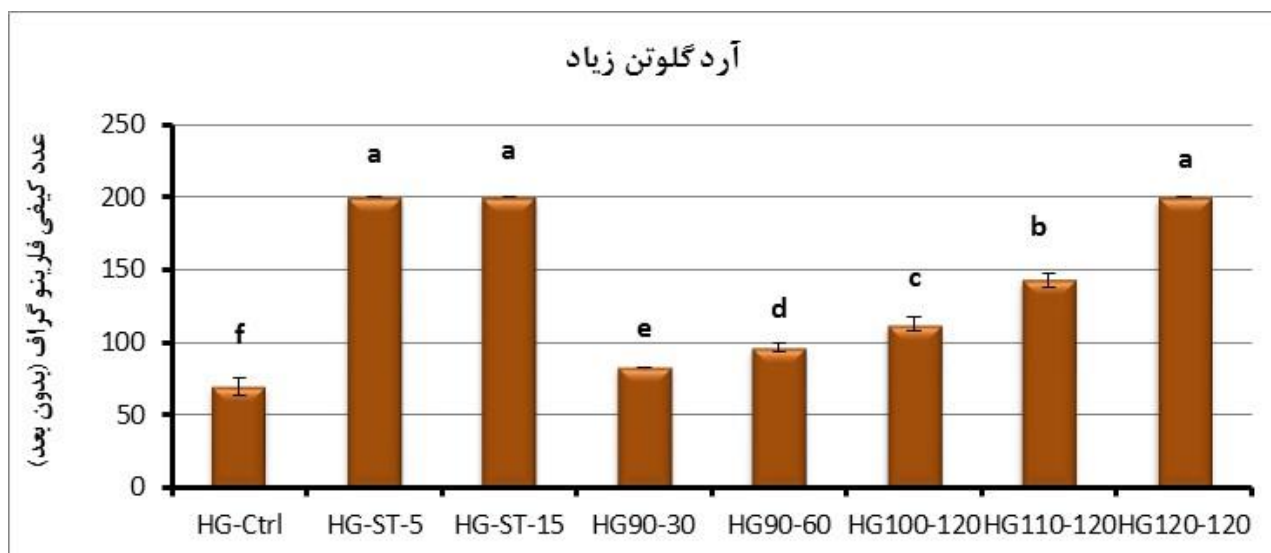


شکل ۸- تغییرات درجه نرم شدن خمیر در آردهای با گلوتن کم در تیمارهای حرارتی مختلف بر اساس کدگذاری جدول ۲ حروف متفاوت نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار ($p < 0.05$) در تیمارها است.

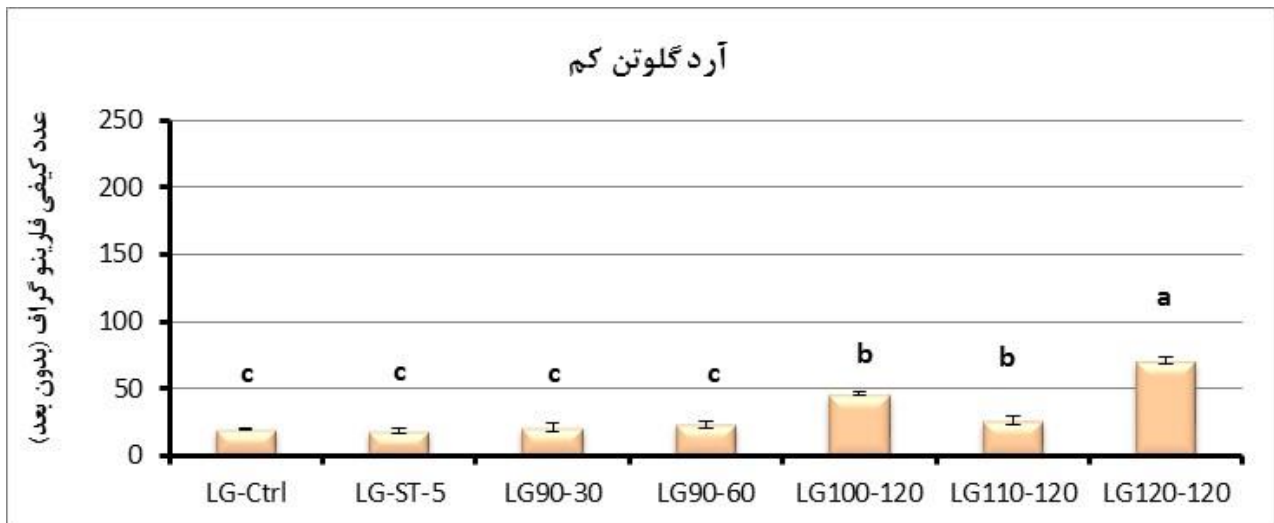
اثر فرایند حرارتی بر عدد کیفی فارینوگراف

آزمون فارینوگراف یکی از آزمون‌های رئولوژیکی خمیر است که با استفاده از آن پارامترهای مختلف کیفی گندم و آرد از قبیل میزان جذب آب، مدت زمان بهینه مخلوط-شدن و درجه نرم‌شدن خمیر در برابر مخلوط‌کردن بدست می‌آید. در مدل‌های قدیمی فارینوگراف که منحنی حاصله روی کاغذ ترسیم می‌گردید، با استفاده از خط-کش مخصوص برابندر، عددی بنام ارزش والوریمتری از منحنی فارینوگرام استخراج می‌گردید که برآیندی از کلیه شاخص‌های فارینوگرام بود. امروزه با پیشرفت دستگاه و ارائه مدل‌های الکترونیکی دستگاه توسط شرکت برابندر، کلیه محاسبات با استفاده از نرم‌افزار فارینوگراف انجام می‌گردد. در این مدل‌ها معیاری جدید بنام عدد کیفی فارینوگراف (FQN) ارائه شده است که مشابه عدد والوریمتری در مدل‌های قدیمی است. نقش فرایند حرارتی بر عدد کیفی فارینوگراف در شکل‌های ۹ و ۱۰ آمده است. با مقایسه این دو شکل، در حالت کلی

عدد کیفی فارینوگراف آردهای گلوتن زیاد به مراتب بیشتر از آردهای گلوتن کم در نمونه کنترل و کلیه نمونه‌های فرایند حرارتی دیده بود. این روند مشابه سایر فاکتورهای فارینوگرافی است که قبلاً گزارش شد؛ که برای آردهای گلوتن زیاد کیفیت رئولوژیکی آرد یا خمیر به‌طور معنی‌داری بیشتر از آردهای گلوتن کم است. در شکل ۹، برای تیمارهای گلوتن زیاد بیشترین عدد کیفی فارینوگراف مربوط به نمونه‌های بخاردهی شده و حرارت خشک‌دیده در دمای ۱۲۰ درجه سانتی-گراد به مدت ۱۲۰ دقیقه بود که با افزایش دما و زمان فرایند حرارتی خشک، عدد کیفی فارینوگراف به تدریج افزایش پیدا کرد. در شکل ۱۰، برای تیمارهای گلوتن کم بیشترین عدد کیفی فارینوگراف در نمونه‌های حرارت دیده در دمای ۱۲۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۲۰ دقیقه مشاهده شد و سایر تیمارها تفاوت معنی‌داری با هم نداشتند.



شکل ۹- تغییرات عدد کیفی فارینوگراف در آردهای با گلوتن زیاد در تیمارهای حرارتی مختلف بر اساس کدگذاری جدول ۲ حروف متفاوت نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار ($p < 0.05$) در تیمارها است.



شکل ۱۰- تغییرات عدد کیفی فارینوگراف در آردهای با گلوتن کم در تیمارهای حرارتی مختلف بر اساس کدگذاری جدول ۲ حروف متفاوت نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار ($p < 0.05$) در تیمارها است.

نتیجه‌گیری

خمیر بیشتر محسوس بود. با توجه به تغییرات انجام گرفته در ساختار شیمیایی پروتئین‌های آرد، بنظر می‌رسد که اعمال حرارت‌دهی خشک بر آرد می‌تواند تا حدود زیادی خواص آبدگیری و تشکیل خمیر و قوام خمیر را افزایش دهد که برای مصارف مختلف آرد اعم از نانویی و به‌ویژه برای صنایع قنادی و تولید کیک می‌تواند سودمند باشد.

با توجه به نتایج بدست آمده مشخص گردید که فرایند حرارتی به‌خصوص حرارت خشک در دماهای بالا و زمان طولانی منجر به بهبود خواص رئولوژیکی خمیر آرد گندم می‌گردد. این اثر بهبود دهنده‌گی به‌ویژه در آردهای ضعیف با گلوتن کم در برخی از خصوصیات از جمله ویژگی جذب آب آرد، زمان گسترش و پایداری

منابع مورد استفاده

پیغمبردوست و جعفرزاده مقدم، ۱۳۹۳. خصوصیات فارینوگرافی و اکستنسوگرافی خمیر آرد گندم حاوی مخلوط پودر بزرک-خرفه. فصل‌نامه علوم و صنایع غذایی ایران، شماره ۴۳، دوره ۱۱. ص ۱۳۲-۱۱۹

AACC 2000. Approved method of the American Association of Cereal Chemists. St. Paul, Minnesota.

Prakash M and Rao PH. 1999. Effect of steaming on the rheological characteristics of wheat flour dough. European Food Research Technology 209: 122-125.

Ronda F, Gamez M, Blanco CA and Caballero PA. 2005. Effects of polyols and nondigestible oligosaccharides on the quality of sugar-free sponge cakes. Food Chemistry 90: 549-555.

Seguchi M. 1984. Comparison of oil-binding ability of different chlorinated starches. Cereal Chemistry 61: 244-247.

Seguchi M. 1990. Effect of heat-treatment of wheat flour on pancake springiness. Journal of Food Science 55: 784-785.

Seguchi M. 2001. Oil binding ability of chlorinated and heated wheat starch granules and their use in breadmaking and pancake baking. Starch/Starke 53: 408-13.

Seguchi M. and Matsuki J. 1977. Studies on pan-cake baking. I. Effect of chlorination of flour on pan-cake qualities. Cereal Chemistry 54: 287-299.

- Seguchi M. and Yamada Y. 1988. Hydrophobic character of heat treated wheat starch. *Cereal Chemistry* 65: 375–376.
- Seguchi M. 1984. Oil-binding ability of heat-treated wheat starch. *Cereal Chemistry* 61: 248-250.
- Veraverbeke WS, Roels P and Delcour JA. 1997. *Journal of Cereal Science* 26: 177-180.

Effect of dry and moist heat treatment of flour on dough rheological characteristics

SH Peighambardoust¹ and A Olad Ghaffari²

Received: June 12, 2013

Accepted: August 12, 2015

¹Professor, Department of Food Science, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran

²Academic Staff of Food Research Group, Food and Agriculture Research Department, Standard Research Institute (SRI), Karaj, Iran

*Corresponding author, E mail: peighambardoust@tabrizu.ac.ir

Abstract

Effect of dry and moist heat treatment of flour with low and high gluten contents on dough rheological properties such as water absorption, stability, degree of softening, development time and Farinograph Quality Number (FQN) was evaluated. The results showed that in high and low gluten flours, increasing the temperature and dry heating time led to an increase in dough water absorptions. With increasing thermal treatment temperature and time, dough development time increased as well. In both high and low gluten flours, the longest development time was belong to treated flours at a temperature of 120 °C for 120 min. The longest stability time was obtained for high gluten flours steamed for 15 min. Significant differences were not observed in other samples. In low gluten flours, with increasing thermal processing temperature and time, dough stability time was increased. In both low and high gluten flours, increasing dry thermal processing time led to a decrease in dough degree of softening values. Dry thermal treatment at a temperature of 120 °C for 120 min and steaming treatment for 15 min gave zero values for degree of softening. FQN was higher in high gluten flours compared to those of low gluten samples. The highest FQN was obtained for steaming for 5 and 15 min and dry heating at 120 °C for 120 min. In high gluten flours, increasing temperature and dry thermal processing time led to increase in FQN. In low gluten samples, there was not significant differences between samples in terms of FQN.

Keywords: Wheat flour, Heat treatment; Rheological characteristics, Farinograph