بررسی نوسانات حضور سبوس در آرد بر ویژگی‌های بافتی، ژلاتینه شدن و رتروگرداسیون نان‌های مسطح

مانیا صالحی‌فر[a*]، سید مهدی سیدین اردبیلی[b]، محمد حسین عزیزی[c]

[a] عضو هیأت علمی دانشگاه آزاد اسلامی، واحد شهریار- شهر قدس

[b] استادیار دانشکده علوم و مهندسی صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران

[c] دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۸۸/۸/۲۶ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۸۸/۱۰/۱

چکیده

مقدمه: ژلاتینه شدن نشاسته یکی از مهم‌ترین تغییرات عملکردی نشاسته در فرایندهای غذایی است. در نان‌های مسطح میزان ژلاتینه شدن و رتروگرداسیون نشاسته با یکدیگر متفاوت می‌باشد که دلیل اصلی این تفاوت به نوع آرد مورد استفاده و میزان سبوس موجود در آن بر می‌گردد. هدف از این تحقیق بررسی تأثیر نوسانات سبوس در آرد که ارتباط مستقیم با درصد استخراج آرد دارد، بر بافت، ژلاتینه شدن و رتروگرداسیون نان‌های لواش و تافتون حاصل بوده است.

مواد و روش‌ها: سه آرد با مقادیر مختلف سبوس که دارای درصد استخراج‌های ۹۰٪ (خاکستر ۱/۳۳ ٪)، ۸۵٪ (خاکستر ۱/۰۶٪) و ۵۸٪ (خاکستر ۰/۴۴٪) بودند، انتخاب شده و پس از انجام آزمون‌های شیمیایی نان‌های لواش و تافتون تهیه شدند. بررسی ویژگی‌های بافتی نان های تهیه شده توسط دستگاه سنجش بافت اینستران و از طریق آزمون فشاری صورت گرفت. بررسی ژلاتینه شدن و رتروگرداسیون نشاسته در نان‌ها توسط دستگاه DSC صورت گرفت.

یافته‌ها: نان‌های تهیه شده از آردهای با سبوس بالا در طی نگهداری سفتی و بیاتی کم‌تری داشتند. در منحنی‌های اندوترم به‌دست آمده توسط دستگاه DSC که سطح زیر منحنی به عنوان معیارهای اصلی مورد بررسی و تفسیر قرار گرفت مشاهده گردید که حضور سبوس بیشتر سبب تأخیر در ژلاتینه شدن و رتروگرداسیون نشاسته نان می‌شود.

نتیجه‌گیری: مقادیر بالای سبوس در آرد دارای اثرات مخرب بر بافت می‌باشد و موجب سستی بافت در هر دو نان مسطح می‌گردد. علاوه بر این حضور سبوس بیشتر در آرد به دلیل جذب آب بالاتر و نگهداری رطوبت بیشتر میزان ژلاتینه شدن و رتروگرداسیون نشاسته را در نان‌های تهیه شده کاهش می‌دهد.

واژه‌های کلیدی: *بافت، رتروگرداسیون، ژلاتینه شدن نشاسته، نان مسطح*

* نویسنده مسئول مکاتبات email: m_salehi1978@yahoo.com

jftn.srbiau.ac.ir

مقدمه

با شناخت بیشتر مواد غذایی، نان به عنوان یکی از غذاهای پایه اکثریت مردم، به خصوص در کشورهای در حال توسعه، حائز اهمیت است. در میان انواع مختلف نان که وجود دارند، نان های مسطح از قدیمی‌ترین و ساده‌ترین نان‌ها بوده و از قدیم در شهرها و روستاهای ایران به شکل های مختلف تهیه و مصرف می شده اند. گرایش مصرف کنندگان به استفاده از نان های سنتی در مقایسه با نان های ماشینی به دلیل ذائقه ایرانی، بیشتر می‌باشد و از طرف دیگر مکانیزه شدن نان‌ها در ایران به درستی صورت نگرفته و نان‌های تهیه شده به روش ماشینی از کیفیت مناسبی برخوردار نیستند، لذا خانواده‌ها گرایش بیشتری به استفاده از نان‌های مسطح سنتی نشان می‌دهند. در ایران نیز ۴ نوع نان مسطح به طور سنتی رایج می باشند که عبارتند از بربری، لواش، تافتون سنگک (مرکز پژوهش های غلات، ۱۳۸۵ ;قارونی، ۱۳۸۳). که در تهران به ترتیب نان لواش، بربری، تافتون، سنگک و فانتزی با مقادیر ۵۱٪، ۲۴٪، ۱۳٪، ۷٪ و ۵٪ به ترتیب بیشترین میزان مصرف را دارند (اصغرزاده، ۱۳۸۳; شاهدی، ۱۳۸۱).

ژلاتینه شدن نشاسته یکی از مهم‌ترین تغییرات نشاسته در فرایندهای غذایی محسوب می‌گردد (Keetels *et al*.,1996). در ساختار پلیمر نشاسته نقاط آمورف و کریستالی مشاهده می‌شوند. جزء اصلی ساختار کریستالی را آمیلوپکتین تشکیل می‌دهد و زنجیره‌های جانبی آن با نظم خاصی در کنار هم قرار گرفته‌اند. زنجیره‌های آمیلوز به دلیل عدم حضور و یا حضور تعداد کم زنجیره جانبی، با فاصله و بدون نظم قرار گرفته و حالت آمورف ایجاد کرده‌اند. در نقاط آمورف، نیروهای بین مولکولی ضعیف بوده و راحت‌تر تحت تأثیر عوامل محیطی قرار می‌گیرند. (Keetels *et al*., 1996 Linebeck and Rasper 1988,) ژلاتینه شدن نشاسته، در آب داغ صورت می‌گیرد. هنگامی که گرانول‌های نشاسته در محلول‌های آبی حرارت داده شوند، تغییرات نشاسته، زمانی به وقوع می‌پیوندند که حرارت اعمال شده قادر باشد بر انرژی حاکم در ساختار کریستالی گرانول‌های نشاسته غلبه کرده و پیوندهای نسبتاً ضعیف هیدروژنی را بشکند. در این نقطه گرانول‌ها متورم می‌شوند. با پیشرفت تورم، ضریب انکسار نوری و کریستالینیتی[1] از بین می رود که این دما به دمای ژلاتینه شدن معروف است. تورم در دمای ۵۰°C–۴۵ آغاز می‌گردد و تا ۹۰°C–۸۵ ادامه می‌یابد. از بین رفتن ضریب انکسار نوری در دمای ۵۵° C–۵۰ صورت می‌گیرد. با ادامه حرارت دهی، تورم بیشتر شده و در اثر جذب آب بیشتر تحرک مولکول زیاد شده و این امر موجبات انتشار مولکول‌های کوچک و خطی آمیلوز را به خارج گرانول نشاسته فراهم می کند (Morrison *et al*.,1996;Yasui *et al*.,1994) به دلیل خروج آمیلوز از گرانول و نیز به علت کاهش میزان آب موجود در فضای بین گرانول‌ها و افزایش غلظت نشاسته در محیط، ویسکوزیته محلول به شدت افزایش می‌یابد و خمیر نشاسته تشکیل می‌شود و پس از سرد شدن دچار رتروگرداسیون می‌گردد. رتروگرداسیون نشاسته یک فرایند پیچیده بوده که در آن زنجیره‌های آمیلوز و آمیلوپکتین که در اثر ژلاتینه شدن، محلول شده‌اند، در اثر سرد کردن تجمع پیدا کرده و ساختار کریستالی سه بعدی تشکیل می‌دهند و به عبارت دیگر ساختار کریستالی نشاسته کم‌کم و در مقیاس محدود برگشت پیدا می‌کند. حضور برخی از عوامل از جمله چربی ها، نمک‌ها، قندها، پروتئین‌ها و اسیدهای غذایی و ترکیب آرد در این فرایند تأثیرگذار هستند. (Garica-Alonso *et al*., 1999; Cornel 1998, Pomernaz, 1988) در سال ۲۰۰۳، Gray در بررسی خود بر روی رتروگرداسیون نان گزارش نمود که نان‌هایی که حاوی مقدار بیشتری سبوس هستند، رطوبت بیشتری دارند. در این نان‌ها در طول نگهداری سبوس به عنوان منبع ذخیره آب عمل می‌کند، آب را در خود نگه داشته، مهاجرت، توزیع و انتقال آن به نشاسته را تغییر می‌دهد و سبب تأخیر در ژلاتینه شدن و رتروگرداسیون نشاسته در نان می‌شود (Gray and Bemiller, 2003). در سال 2004 Hayakava و همکاران در بررسی‌های خود بر روی محصولات تهیه شده از آرد گندم حاوی سبوس گزارش کردند که نان های حاوی سبوس بیشتر دیرتر رتروگرده و بیات می شوند

1 -Cristalinity

jftn.srbiau.ac.ir

(Hayakava *et al.*, 2004). Katina در سال ۲۰۰۶ در بررسی نان‌های تهیه شده از آرد با مقادیر مختلف سبوس نشان داد که در طول نگهداری نان‌های حاوی سبوس بیشتر، آب را در خود نگه داشته و مهاجرت آب و از طرف دیگر توزیع و مهاجرت آن به نشاسته را تغییر می‌دهد. همچنین عنوان نمود که حضور مقدار بیشتر آب در نان، به هم پیوستن زنجیره‌های آمیلوز و رسوب آن‌ها که منجر به رتروگرداسیون می‌گردد را کاهش می دهد (Katina *et al.*, 2006). در سال ۲۰۰۷ Hung در بررسی خود بر روی کیفیت خمیر و نان حاصل از آرد کامل گندم گزارش کرد که در نان تهیه شده از آرد حاوی سبوس بیشتر رتروگرداسیون و بیاتی کم تر مشاهده می‌شود (Hung *et al.*, 2007).

با توجه به اهمیت ژلاتینه شدن، رتروگرداسیون و بیاتی در محصولات صنایع پخت به ویژه نان، هدف از این تحقیق بررسی نوسانات سبوس در آرد بر کیفیت بافت، ژلاتینه شدن و رتروگرداسیون نان‌های لواش و تافتون بوده است.

مواد و روش‌ها

- انتخاب آرد

در این تحقیق، به منظور بررسی روند عمومی ژلاتینه شدن و رتروگرداسیون در نان های مسطح، سه آرد با درصد استخراج های ۹۰٪ (خاکستر ۱/۳۳ ٪)، ۸۵٪ (خاکستر ۱/۰۶٪) و ۵۸٪ (خاکستر ۰/۴۴٪) که به ترتیب F1، F2 و F3 نام گذاری شدند، از یکی از کارخانجات آرد تهران تهیه گردیده و پس از انجام آزمون‌های شیمیایی از هر یک از آردها نان‌های لواش و تافتون تهیه شد.

- آزمون‌های شیمیایی و دستگاهی آردها

اندازه گیری رطوبت، خاکستر، پروتئین و عدد زلنی به ترتیب با استفاده از روش های مصوب AACC شماره‌های ۴۴A- ۱۶، ۰۱- ۰۸، ۱۲- ۴۶، ۱۱- ۵۶ صورت گرفت (۵). بررسی ژلاتینه شدن و رتروگرداسیون نشاسته در نان ها توسط دستگاه DSC و با برنامه دمایی ۲۰۰°C-۲۵ و سرعت افزایش دمای ۵ درجه سانتی گراد در هر دقیقه صورت گرفت. مقدار نمونه مورد استفاده در هر آزمون ۳۵- ۳۰ گرم بود. این آزمون در روزهای ۱ (۲۴ ساعت پس از پخت) و ۳ نگهداری (۷۲ ساعت پس از پخت) بر روی همه نمونه‌های نان انجام شد. در منحنی‌های اندوترم DSC، سطح زیر منحنی به عنوان معیار تفسیر ژلاتینه شدن و رتروگرداسیون مورد بررسی قرار گرفتند. آزمون بافت سنجی با دستگاه سنجش بافت (Texture Profile Analyzer) مطابق روش AACC شماره ۰۹-۷۴ در روزهای ۱، ۳، ۵ و ۷ نگهداری بر روی هر یک از تیمارها انجام شد (AACC 2000). این آزمون در دمای اتاق با فک کرامر حاوی ۵ تیغه با 500 N Load Cell، Extension Range 25، Test Speed 120 mm/min، Test End Point 12 mm صورت گرفت. برای هر دو نوع نان ضخامت نمونه‌های مورد استفاده جهت انجام آزمون (که در جایگاه مخصوص دستگاه قرار داده شد) یکسان و حدود ۵ میلی‌متر در نظر گرفته شد (به دلیل نازک بودن برخی نان ها لازم بود جهت رسیدن به این ضخامت چند لایه از آن‌ها بر روی هم قرار داده شده و سپس آزمون انجام شود). پس از وارد شدن نیرو و برش نمونه ها در منحنی های رسم شده بالاترین نقطه خوانده شد و به عنوان نیروی لازم برای برش نمونه و بر حسب نیوتن گزارش گردید (AACC, 2000).

- پخت نان

پخت نان‌های تافتون و لواش حاصل از آردهای مختلف، در سالن پخت مرکز پژوهش‌های غلات و با فرمولاسیون ۱/۵٪ نمک، ۰/۴٪ مخمر و مقدار ۷۰- ۶۰٪ آب به ازای کیلوگرم وزن آرد (که این محدوده با توجه به نوع آرد قابل تغییر بوده است) صورت گرفت. در تهیه نان‌ها از مواد بهبود دهنده و سایر افزودنی ها استفاده نشد. نان های تافتون از خمیرها با وزن چانه ۲۵۰ گرم، ابعاد ۳۰×۳۰ سانتی‌متر و نان های لواش از خمیرها با وزن چانه ۲۰۰ گرم و ابعاد ۴۰×۳۰ سانتی‌متر تهیه گردیدند. برای تهیه نان تافتون و لواش به ترتیب از خمیرها با ضخامت ۳ و ۱ میلی‌متر استفاده شد که پس از پخت به دلیل پف کردن خمیر به هر یک از این ضخامت‌ها حدود ۱ میلی‌متر دیگر اضافه شد. انتخاب

ifrn.srbiau.ac.ir

این ضخامت ها برای خمیر با توجه به تحقیقات پیشین صورت گرفته، میانگینی از ضخامت های کاربردی این دو نوع نان بوده و برای نان‌های لواش و تافتون بهترین کیفیت را حاصل کرده است.

پخت نان‌های لواش در دمای حدود ۳۳۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۶۰ ثانیه و پخت نان‌های تافتون در دمای حدود ۳۱۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۹۰ ثانیه صورت گرفت (Faridi and Finney, 1980).

- روش آماری

در این تحقیق به منظور مقایسه ویژگی های شیمیایی، بافتی، ژلاتینه شدن و رتروگرداسیون نان ها از طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار استفاده شد. برای مقایسه میانگین‌ها و اثرات متقابل آن‌ها از آزمون توکی استفاده گردید. از آزمون چند متغیره ویکس لاندا جهت بررسی میزان تفاوت در سفتی نان‌ها در روزهای مختلف نگهداری استفاده شد. در کلیه موارد از نرم افزار SPSS.V.13 استفاده شد.

یافته‌ها

در جدول ۱ مقایسه میانگین های ویژگی های شیمیایی آردها و در جدول ۲ مقایسه میانگین های میزان سفتی کل در نان‌های لواش و تافتون حاصل از تیمارهای مختلف آرد در آزمون برشی بدون تفکیک روز نگهداری و در جدول‌های ۳ و ۴ مقایسه میانگین های میزان سفتی نان های لواش و تافتون در روزهای مختلف نگهداری مشخص گردیده است. در جدول ۵ نیز مقایسه میانگین های میزان آنتالپی نان های لواش و تافتون به تفکیک روزهای نگهداری و در جدول ۶ مقایسه میزان آنتالپی کل نان‌های لواش و تافتون حاصل از تیمارهای مختلف آرد بدون تفکیک روز نگهداری نشان داده شده است.

جدول ۱- مقایسه میانگین‌های ویژگی‌های شیمیایی آردها

ویژگی / نمونه	میانگین‌ها			
	رطوبت (٪)	خاکستر (٪)	پروتئین (٪)	عدد زلنی (ml)
F1	۱۱/۵۶^{ab}	۱/۳۳^{c}	۱۲/۵۶^{c}	۱۵^{a}
F2	۱۱/۴۱^{a}	۱/۰۶^{b}	۱۱/۵۲^{b}	۲۲/۷۵^{b}
F3	۱۲/۳۴^{b}	۰/۴۴^{a}	۱۱/۲۸^{a}	۳۱^{c}

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف غیر مشترک در سطح احتمال ۵٪ و با استفاده از آزمون توکی تفاوت معنی‌دار دارند.

جدول ۲- مقایسه میانگین‌های میزان سفتی کل در نان‌های لواش و تافتون حاصل از تیمارهای مختلف آرد در آزمون برشی بدون تفکیک روز نگهداری

تیمار (نوع آرد)	میانگین نیروی برشی کل (نیوتن)	
	نان لواش	نان تافتون
F1	۷۵۹/۵^{a}	۸۹۱/۲۵^{a}
F2	۸۱۵/۷۵^{a}	۱۰۴۸/۶۲۵^{b}
F3	۹۷۶/۲۵^{b}	۱۱۶۴/۶۲۵^{c}

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشترک، در سطح احتمال ۵٪ و با استفاده از آزمون توکی، تفاوت معنی‌دار ندارند.

jftn.srbiau.ac.ir

جدول ۳- مقایسه میانگین‌های میزان سفتی نان‌های لواش در روزهای مختلف نگهداری

تیمار (نوع آرد)	میانگین نیروی برشی (نیوتن)			
	روز اول	روز سوم	روز پنجم	روز هفتم
F1	۶۰۲ [a]	۶۹۴/۵ [a]	۸۵۱/۵ [a]	۸۸۹/۵ [a]
F2	۵۴۰ [a]	۷۸۷ [a]	۱۰۰۳/۵ [ab]	۹۳۲/۵ [a]
F3	۶۱۸ [a]	۹۴۷/۵ [b]	۱۲۸۷ [b]	۱۰۵۲ [b]

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشترک، در سطح احتمال ۵٪ و با استفاده از آزمون توکی، تفاوت معنی دار ندارند.

جدول ٤- مقایسه میانگین‌های میزان سفتی نان‌های تافتون در روزهای مختلف نگهداری

تیمار (نوع آرد)	میانگین نیروی برشی (نیوتن)			
	روز اول	روز سوم	روز پنجم	روز هفتم
F1	۶۹۳ [a]	۷۹۸ [a]	۹۷۵ [a]	۱۰۹۹ [a]
F2	۷۸۴ [ab]	۸۸۳/۵ [a]	۱۱۰۸ [ab]	۱۳۸۷ [b]
F3	۸۵۷/۵ [b]	۹۱۵/۵ [a]	۱۲۷۰/۵ [b]	۱۶۴۷ [c]

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشترک، در سطح احتمال ۵٪ و با استفاده از آزمون توکی، تفاوت معنی‌دار ندارند.

جدول ۵- مقایسه میانگین‌های میزان آنتالپی نان‌های لواش و تافتون به تفکیک روزهای نگهداری

تیمار (نوع آرد)	میانگین آنتالپی (J/gr)			
	نان لواش		نان تافتون	
	روز اول	روز سوم	روز اول	روز سوم
F1	۲۱۴/۳۷ [b]	۲۴۹/۴۲ [a]	۳۲۹/۷۷ [b]	۴۲۵/۶۳ [a]
F2	۱۸۵/۵۰ [a]	۳۲۰/۰۳ [b]	۳۱۹/۴۰ [a]	۴۷۵/۴۳ [b]
F3	۱۹۱/۹۹ [a]	۳۱۵/۴۷ [b]	۳۷۷/۸۷ [c]	۵۶۵/۱۶ [c]

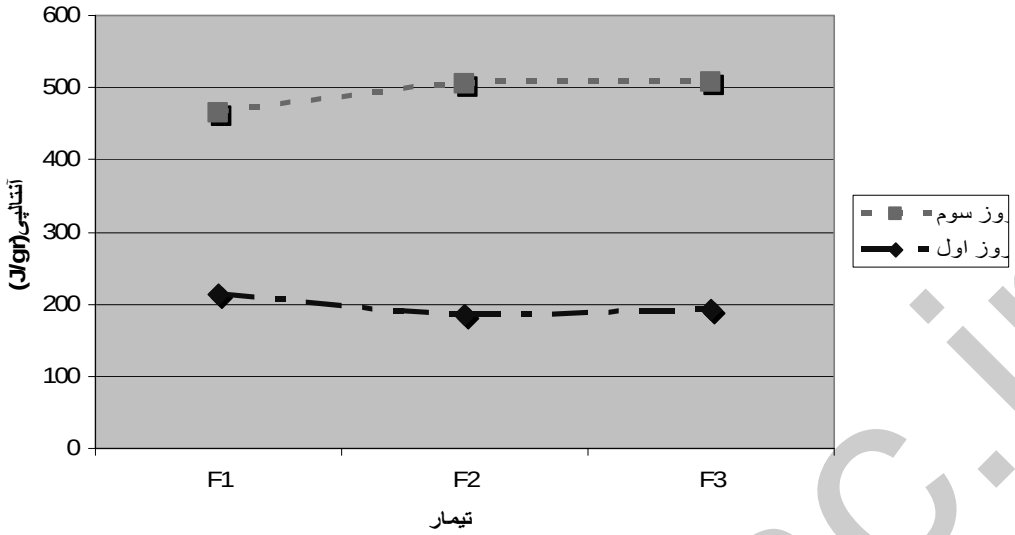
در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشترک، در سطح احتمال ۵٪ و با استفاده از آزمون توکی، تفاوت معنی‌دار ندارند.

جدول ٦- مقایسه میزان آنتالپی کل نان‌های لواش و تافتون حاصل از تیمارهای مختلف آرد بدون تفکیک روز نگهداری

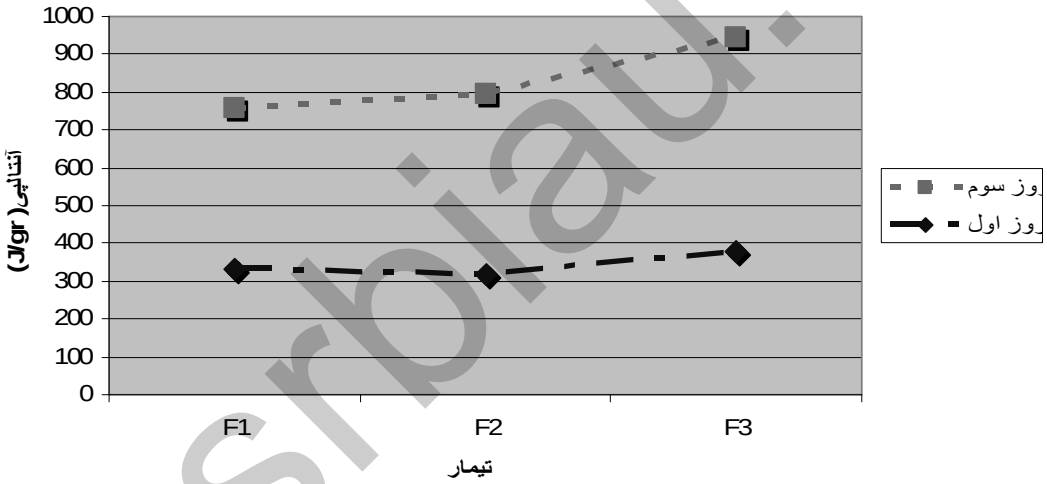
تیمار (نوع آرد)	میانگین آنتالپی کل(J/gr)	
	نان لواش	نان تافتون
F1	۲۳۱/۸۹ [a]	۳۷۷/۷ [a]
F2	۲۵۲/۷۷ [b]	۳۹۷/۴۱ [a]
F3	۲۵۳/۷۳ [b]	۴۷۱/۵۱ [b]

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشترک، در سطح احتمال ۵٪ و با استفاده از آزمون توکی، تفاوت معنی‌دار ندارند.

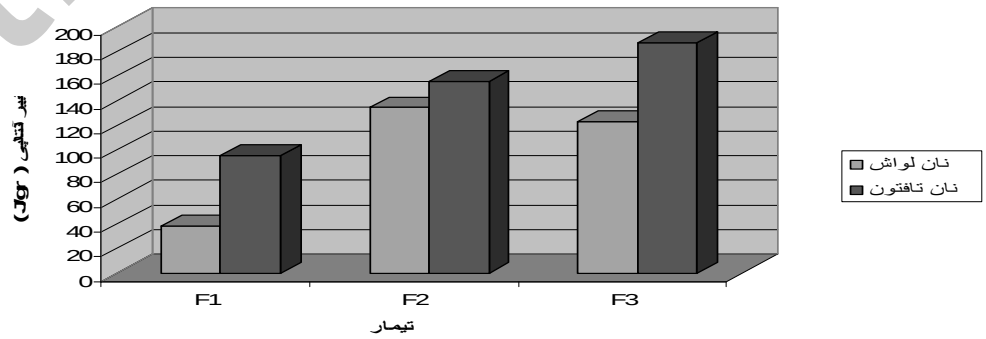
jftn.srbiau.ac.ir



نمودار ۱- اثرات متقابل نوع آرد در روز نگهداری در نان لواش



نمودار ۲- اثرات متقابل نوع آرد در روز نگهداری در نان تافتون



نمودار ۳- روند افزایش آنتالپی ($\Delta (H_3 - H_1)$) در نان‌های تافتون و لواش حاصل از تیمارهای آرد

jftn.srbiau.ac.ir

در نمودارهای ۱ و ۲ اثرات متقابل نوع آرد در روز نگهداری در نان لواش و تافتون و در نمودار ۳ روند افزایش آنتالپی ($\Delta H_3 - H_1$) در نان‌های تافتون و لواش حاصل از تیمارهای آرد نشان داده شده است.

بحث

در جدول ۱ مشاهده شد که نمونه‌های F1 و F3 از نظر ویژگی های شیمیایی با یکدیگر تفاوت معنی‌دار دارند. نمونه‌های F1 و F3 به ترتیب دارای مقدار پروتئین ۱۲/۵۶ و ۱۱/۲۸ درصد می باشند و عدد زلنی به ترتیب ۱۵ و ۲۲/۷۵ می باشد. این تفاوت نشان می‌دهد که با وجود مقدار بالاتر پروتئین در نمونه F1، عدد زلنی آن کم‌تر است که این امر نشان دهنده کیفیت پروتئین نامناسب در نمونه F1 می‌باشد. پایین بودن کیفیت پروتئین در نمونه F1 به دلیل حضور پروتئین‌های لایه‌های خارجی دانه که از نوع غیر گلوتنی هستند، می‌باشد. حضور ۱/۳۳ ٪ خاکستر در نمونه F1 در مقایسه با ۰/۴۴٪ در F3، نشان دهنده حضور تقریباً ۲/۵ برابر سبوس در F1 نسبت به F3 می‌باشد. بررسی‌ها نشان می‌دهد که حضور سبوس بالاتر در آرد، با وجودی که مقدار عددی پروتئین را افزایش می‌دهد اما به دلیل حضور پروتئین های لایه های خارجی دانه، از کیفیت پروتئین می‌کاهد (Janssen *et al*., 1997).

نتایج جدول ۲ نشان می‌دهد که نان‌های لواش و تافتون حاصل از تیمارهای F1 و F3 به ترتیب نرم‌ترین و سفت‌ترین نان‌ها بوده‌اند. تیمار F1 حاوی سبوس بالا بوده و تیمار F3 تنها اندکی سبوس دارد. تیمار F2 نیز حد واسط دو حالت فوق می باشد. بررسی ها نشان داده است که حضور سبوس ویژگی‌های آرد را تحت تأثیر قرار می‌دهد و متعاقباً ویژگی‌های نان‌های حاصل آرد را نیز تحت تأثیر قرار می‌دهد. . از این رو در این تحقیق، نان‌های حاصل از تیمار F1 نسبت به F3، در ابتدای تولید نرم‌تر بوده، نرمی و ماندگاری خود را در طی نگهداری بیشتر حفظ کرده و روند بیاتی کم‌تری داشته‌اند. در مقابل تیمار F3 به دلیل قوی بودن زیاد، در ابتدا نان های لاستیکی تری تولید کرده و به طبع نان‌های حاصل در ابتدای تولید سفت‌تر بوده و در طی نگهداری سریع‌تر بیات شده‌اند (Hayakawa *et al*., 1997).

در جدول ۳ مشاهده می‌شود که در روزهای ۳، ۵ و ۷ نگهداری، میزان سفتی در نان‌های لواش حاصل از تیمارهای F1 و F2 با یکدیگر تفاوت چندان معنی داری ندارند در حالی که با تیمار F3 تفاوت معنی دار مشاهده می شود به طوری که میزان سفتی در تیمارهای F1 و F2 کم‌تر از تیمار F3 بوده است و در روزهای مختلف نگهداری نیز این اختلاف مشاهده شده است. در بین دو تیمار F1 و F2 با وجودی که تفاوت معنی‌داری مشهود نیست اما از نظر عددی تیمار F1 سفتی کم‌تری داشته است. به طوری که مشاهده می‌شود میزان سفتی در نان‌های حاصل از تیمار F1 در روز اول نگهداری ۶۰۲ N بوده که در روز پنجم به ۸۵۱/۵ N رسیده است. در حالی که این تغییر در نان حاصل از تیمار F3، از ۶۱۸ N در روز اول نگهداری به ۱۲۸۷ N رسیده است که نشان دهنده سفت‌شدگی بیش از حد این نوع نان می‌باشد. نان‌های حاصل از تیمار F2 در محدوده حد واسط نان‌های حاصل از F1 و F3 قرار گرفته‌اند و بیشتر از نظر میزان سفتی اولیه و بیاتی در طول نگهداری به نان های حاصل از تیمار F1 نزدیک هستند. در جدول ۴ میانگین های میزان سفتی نان‌های تافتون در روزهای مختلف نگهداری نشان می‌دهد که در هر روز نگهداری نان‌های تولید شده از تیمار F1 و F3 به ترتیب نرم‌ترین و سفت‌ترین نان‌ها بوده و نان‌های تولید شده از تیمار F2 در حد واسط بین این دو قرار گرفته است.

بررسی ها نشان می‌دهد که حضور سبوس در آرد سبب افزایش جذب آب آرد می‌شود. از آن جا که آردهای حاوی سبوس بیشتر، جذب آب آرد بالاتر دارند لذا نان هایی که از چنین آردهایی تهیه می‌گردند، رطوبت خود را مدت زمان بیشتری حفظ کرده و دیرتر سفت و بیات می‌گردند و همین امر از دلایل مهم بیاتی کم‌تر در نان‌های حاصل از تیمار F1 نسبت به F3 بوده است. نکته دیگر اینکه حضور مقدار بیشتر پروتئین در تیمار F1 نسبت به F3 (۱۲/۵۶ در برابر ۱۱/۲۸) نیز می‌تواند در بیات شدن کم تر نان های حاصل از این تیمار دخیل باشد. بررسی ها نشان می دهد که حضور مقدار بیشتر پروتئین در آرد سبب افزایش جذب آب آرد شده و نان‌های حاصل از چنین آردی دیرتر سفت و بیات می‌شوند (Hung *et al*., 2007).

ifrn.srbiau.ac.ir

در مجموع گر چه حضور سبوس از هر نوعی که باشد در آرد به دلیل افزایش جذب آب آرد، موجبات تأخیر در بیاتی نان حاصل را فراهم می آورد اما دلایل متعددی بر این مبنی وجود دارد که حضور سبوس در آرد سبب تضعیف آرد و به دنبال آن کاهش کیفیت نان گردیده است. بررسی ها نشان داده است که اجزاء غیرآندوسپرمی کاریوپس گندم از قبیل جوانه و سبوس، مسئول ایجاد حجم کم و بافت متراکم در نان (نان های حجیم) می گردند. سبوس سبب رقیق شدن شبکه گلوتن شده که این امر خاصیت الاستیک مولکول های شبکه گلوتن را که توسط اتصالات عرضی به هم متصل شده‌اند، تحت تأثیر قرار داده و سبب کاهش آن می گردد. می توان عنوان نمود که در حقیقت ذرات سبوس در آرد سبب بر هم ریختن شبکه نشاسته ـ گلوتن شده و در چنین حالتی شکست شبکه گلوتن به راحتی صورت گرفته و حـــــجم نان کاهش می یابد (Hung *et al*., 2007 , Wang *et al*., 2002). اما در نان های مسطح که حجم مفهومی ندارد، حضور ذرات سبوس در آرد سبب خروج حباب های گاز از بافت خمیری نان شده و موجبات بر هم ریختن و سستی بافت نان را فراهم می‌آورد. جذب آب بالای نان های تهیه شده از آرد حاوی سبوس بیشتر نیز، دلیل دیگری بر نرم تر و سست تر بودن نان ها می‌باشد. در کلیه بررسی‌های صورت گرفته، نان‌های لواش و تافتون حاصل از تیمار F1 که دارای سبوس بیشتری می‌باشد، نسبت به تیمار F3 در ابتدا بافت سست‌تر و نرم‌تر و در طول نگهداری سفتی کم‌تری داشته‌اند. بالاتر بودن مقدار پروتئین در این تیمار نیز از دلایل دیگر تعویق بیاتی در نان‌های حاصل از این آرد بوده اند (Rosell *et al*., 2001). در مقابل نان‌های لواش و تافتون حاصل از تیمار F3 سفت‌تر بوده که احتمالاً به دلیل لاستیکی بودن و قوی بودن بیش از حد خمیر برای تهیه این نوع نان ها بوده است. چنین نان هایی به سختی جویده می شوند (Hung *et al*., 2007).

در بررسی ژلاتینه شدن و رتروگرداسیون نشاسته، آنتالپی که معادل سطح زیر منحنی‌های آندوترم نان است مورد تفسیر قرار گرفته است. مقایسه میانگین‌های میزان آنتالپی نان‌های لواش و تافتون به تفکیک روز نگهداری نشان می‌دهد که تفاوت‌ها در نان تافتون نسبت به نان لواش محسوس تر می باشد. همچنین نتایج به‌دست آمده از روز سوم نگهداری نسبت به روز اول نگهداری تفاوت ها را بسیار واضح‌تر نشان داده است. علت این است که در روز اول نگهداری فرصت کافی جهت رتروگرداسیون و تشکیل مجدد کریستال‌ها وجود نداشته و لذا نتایج چندان گویا نبوده است. همان طور که مشاهده می شود، میانگین آنتالپی که نشان دهنده کریستالیزاسیون مجدد نشاسته می باشد، در نان تافتون و لواش تهیه شده از تیمار F1 و F3 به ترتیب کم‌ترین و بیشترین مقدار می‌باشد. این نکته نشان می‌دهد که میزان کریستالیزاسیون مجدد و یا به عبارت دیگر رتروگرداسیون در نان‌های حاصل از تیمار F1 از دو تیمار دیگر کم‌تر می‌باشد.

نتایج جدول ۶ نشان می دهد که میانگین کل آنتالپی در نان های لواش و تافتون حاصل از تیمارهای مختلف با یکدیگر تفاوت معنی دار داشته است. میزان آنتالپی کل مانند نتایج قبل، در نان‌های حاصل از تیمار F1 از همه کم تر و در نان های حاصل از تیمار F3 از همه بیشتر بوده است.

در نمودارهای ۱ و ۲ مشاهده می‌گردد که در هر دو نوع نان با افزایش زمان نگهداری از روز ۱ به روز ۳، میزان آنتالپی افزایش یافته است. همچنین روز سوم نگهداری نسبت به روز اول، تفاوت ها را واضح‌تر نشان داده است. تفاوت در آنتالپی نان های حاصل از تیمارهای مختلف در روز سوم نگهداری نشان می‌دهد که میزان آنتالپی در نان‌های لواش و تافتون حاصل از تیمار F1 نسبت به دو تیمار دیگر کم‌تر بوده است که نشان دهنده رتروگرداسیون کم‌تر نان‌های حاصل از این تیمار در مقایسه با دو تیمار دیگر می‌باشد. در بین دو تیمار F2 و F3، نان های تافتون تهیه شده از تیمار F3 آنتالپی بیشتری داشته‌اند و یا به عبارت دیگر رتروگرداسیون در آن‌ها بیشتر بوده است. در حالی که در نان های لواش حاصل از این دو تیمار تفاوت در آنتالپی چندان معنی دار نبوده است. در هر دو نوع نان میزان افزایش آنتالپی از روز ۱ به روز ۳، در نان‌های حاصل از تیمار F1، نسبت به دو تیمار دیگر کم‌تر بوده است که باز هم کاهش روند رتروگرداسیون را در نان‌های حاصل از این تیمار نشان می‌دهد. در مجموع مشاهده می‌گردد که تفاوت‌های آنتالپی در نان‌های تافتون

ifn.srbiau.ac.ir

نسبت به لواش بیشتر مشهود بوده است.

در نمودار ۳ مشاهده می‌شود که نان‌های تهیه شده از تیمار F1 کم‌ترین و نان‌های تهیه شده از F3 بیشترین میزان افزایش رتروگرداسیون را در طی نگهداری داشته‌اند. در مورد نان‌های لواش نیز چنین روندی مشاهده شده است.

تحقیقات صورت گرفته میزان آنتالپی را در آزمون DSC، معادل میزان نشاسته رتروگرید شده دانسته و آن را مقدار انرژی لازم برای ذوب کریستال های نشاسته رتروگرید شده دانسته اند (Giovanelli *et al*., 1997). بررسی‌ها نشان داده است که خمیر شبکه پیوسته‌ای است که در آن، گرانول های طبیعی نشاسته توسط پروتئین احاطه شده اند. در نان تازه پخت شده، نشاسته به فرم ژلاتینه در آمده است و شبکه ناهمگن تشکیل می‌شود که حاوی گرانول‌های نشاسته تورم یافته و به هم پیوسته می‌باشد. آمیلوز در لایه‌های داخلی و آمیلوپکتین در لایه های خارجی گرانول ها واقع شده‌اند. در این مقطع ساختار کریستالی گرانول‌های نشاسته به آمورف تبدیل شده و ضریب انکسار نوری خود را از دست داده‌اند. در نان نگهداری شده، این ساختار کریستالی و نیز ضریب انکسار نوری تا حدی برگشت می یابند و علت این امر کریستالیزاسیون مجدد (یا رتروگرداسیون) گزارش شده است. در زمان‌های کوتاه، آمیلوز بیشتر در این فرایند شرکت دارد و یا به عبارت دیگر در زمان های کوتاه، زنجیره های آمیلوز، سریع تر نظم مولکولی خود را به‌دست آورده، سازماندهی شده و کریستاله می‌گردند و آمیلوپکتین در زمان های طولانی تر وارد عمل می‌گردد (Hug – Iten *et al*., 1999).

تیمار F1 آرد حاوی سبوس می باشد. حضور سبوس در نان به عنوان منبع ذخیره آب در طی نگهداری عمل می کند. سبوس آب را در خود نگه داشته و توزیع و مهاجرت آن به نشاسته، گلوتن و نیز محیط اطراف را تغییر می دهد (Katina *et al*., 2006). سبوس آب را به خود گرفته و از مهاجرت آن به گرانول های نشاسته می کاهد و در نتیجه ژلاتینه شدن را کاهش می‌دهد. بررسی‌ها نشان داده است که هر چه نشاسته بیشتر ژلاتینه شود، بیشتر رتروگرده و بیات خواهد شد. سبوس از آن جا که ژلاتینه شدن نشاسته را کاهش می دهد، بنابراین رتروگرداسیون را کاهش خواهد داد.

همچنین حضور مقدار بیشتر رطوبت در محیط در اثر حضور سبوس، سبب کاهش به هم پیوستن زنجیره‌های آمیلوز و رسوب آن‌ها و در نهایت منجر به رتروگرداسیون می‌گردد؛ بنابراین سبوس علاوه بر نگهداری رطوبت در نان و کاهش سفتی، رتروگرداسیون را نیز کاهش می دهد و در مجموع از بیاتی نان در طول نگهداری می کاهد (Gray, 2003 He and Hoseny, 1990). در مجموع نان های لواش و تافتون تهیه شده از تیمار F1 و F3 به ترتیب کم ترین و بیشترین ژلاتینه شدن و رتروگرداسیون را داشته و تیمار F2 در حد واسط آن‌ها قرار دارد به طوری که ژلاتینه شدن و رتروگرداسیون در آن‌ها نه چندان زیاد و نه چندان کم بوده و در حد متوسط بوده است.

نتایج به دست آمده از آزمون DSC با نتایج آزمون اینستران مطابقت می کند به طوری که در آزمون اینستران نشان داده شده است که نان های تهیه شده از تیمار F1 کم‌ترین و نان‌های حاصل از F3 بیشترین سفتی را داشته‌اند. در آزمون DSC نیز همین روند مشاهده شده است به طوری که نان‌های تهیه شده از تیمار F1 و F3 به ترتیب کم ترین و بیشترین میزان آنتالپی (رتروگرداسیون) را داشته‌اند.

در مجموع نتایج نشان داد که گرچه حضور سبوس در آرد به دلیل افزایش جذب آب آرد، موجبات تأخیر در بیاتی و رتروگرداسیون نان حاصل را فراهم می‌آورد اما سبب تضعیف آرد و به دنبال آن سبب کاهش کیفیت نان و سست شدن بیش از حد بافت نان مسطح می گردد؛ لذا حضور مقدار بالا سبوس در آرد مورد استفاده برای نان های لواش و تافتون نامطلوب تلقی می گردد. همچنین مشاهده گردید که مقدار بیشتر سبوس در آرد، ژلاتینه شدن و به دنبال آن رتروگرداسیون نشاسته را کاهش می‌دهد. در مجموع نان‌های حاوی سبوس بالاتر در ابتدای تولید بافت نرم‌تر و سست‌تری داشته و در طی نگهداری بیاتی کم‌تری داشته‌اند.

jfn.srbiau.ac.ir

The Effects of Bran Particles Variations of Flour on Quality, Gelatinization and Retrogradation of Iranian Flat Breads

M. Salehifar [a*], S. M. Seyyedain Ardebili [b], M. H. Azizi [c]

[a] Academic Member of the Department of Food Science and Technology, Shahriyar- Shahre ghods Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

[b] Assistant Professor of the College of Food Science and Technology, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

[c] Associate Professor of the Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran.

Received: 17 November 2009 Accepted: 22 December 2009

ifn.srbiau.ac.ir

Abstract

Introduction: Gelatinization is an important functional property in food systems. In flat breads due to different extraction rates and bran particles, the rate of staling and gelatinization is different. This study is aimed to investigate the effects of bran particles variations on the quality characteristics, gelatinization and retrogradation of Lavash and Taftoon breads.

Materials and Methods: Three different flours with extraction rates of 90% (1.33% ash), 85% (1.06% ash) and 58% (0.44% ash) were selected. Taftoon and Lavash breads were baked after carrying out series of chemical tests. Starch gelatinization and retrogradation of breads were quantified using Differential Scanning Calorimetery (DSC) and showed endothermic peaks at intervals of 24 and 72hrs of storage. Bread staling was determined using shear test by Texture Profile Analyzer at intervals of 1, 3, 5, 7 days of storage.

Results: It was indicated that Lavash and Taftoon breads of high bran flours were softer at the first day of storage but breads of low bran flours were firmer at the first day of storage and the course of staling took faster.

Conclusion: The results showed that bran has deterious effect on bread texture and high bran flours produced unpleasant soft breads. The results indicated that high bran flours also have low gelatinization and retrogradation rates due to high water absorption.

*Corresponding Author: m_salehi1978@yahoo.com