Archive of SID

تدوین شاخص‌های کیفی به عنوان معیار ارزیابی کیفیت نان تافتون سنتی ایران

لیلا کمالی روستا[a]، مهدی سیدین اردبیلی[b]، غلامحسن اسدی[c*]، بابک غیاثی طرزی[b]، رضا عزیزی‌نژاد[d]

[a] دانش‌آموخته دکتری دانشکده علوم و مهندسی صنایع غذایی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
[b] دانشیار دانشکده علوم و مهندسی صنایع غذایی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
[c] استادیار دانشکده علوم و مهندسی صنایع غذایی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
[d] استادیار دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۴/۸/۲۷ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۴/۹/۲۹

چکیده

مقدمه: با وجود تولید و مصرف متمادی نان تافتون سنتی در سطح کشور، شاخص‌های کیفی مستندی برای آن به صورت کامل تدوین نگردیده است و در واقع ارائه چنین شاخص‌هایی، تعریف آنها و ارائه دامنه نوسانات برای تولید این نوع نان بسیار ضروری می‌باشد.

مواد و روش‌ها: برای تهیه سه نوع نان تافتون با کیفیت‌های مختلف، سه نوع آرد با کمیت‌ها و کیفیت‌های متفاوت (به نام‌های آرد قوی، متوسط و ضعیف) و با درجه استخراج متناسب برای تولید این نان تهیه گردید. ابتدا آزمایش های فیزیکی، شیمیایی و رئولوژی انواع آردها و خمیرهای مورد نظر تعیین گردید و سپس ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی، بافت‌سنجی، تخلخل، ریز ساختار و خصوصیات حسی انواع نان‌های تافتون حاصل از آنها به صورت تازه و در حین نگهداری توسط روش‌های مختلف مورد ارزیابی قرار گرفت.

یافته‌ها: نتایج حاصل از آزمون‌های مختلف فیزیکی و شیمیایی، دستگاهی و حسی دارای همبستگی معنی‌داری با یکدیگر بودند. برطبق نتایج، نان حاصل از آرد متوسط نسبت به سایر نان‌ها به صورت تازه و در طی زمان نگهداری دارای حفظ رطوبت بیشتر، سفتی بافت کمتر، روند واگشتگی نشاسته و بیاتی کندتر، تخلخل بیشتر، امتیازهای حسی بالاتر و به طور کلی کیفیت بهتری بود. این امر به دلیل ویژگی‌های کیفی آرد این نوع نان برای بدست آوردن خمیری با الاستیسیته مناسب و قابلیت ورقه شدن عالی که در نهایت منجر به کیفیت بالاتر این نان پس از پخت و در طی نگهداری گردید.

نتیجه‌گیری: شاخص‌های کیفی انواع نان‌های تافتون با درجات کیفی مختلف علاوه بر کاربرد در سیستم مستندسازی کشور، در بهبود کیفیت این نوع نان، کاهش ضایعات، آگاه‌سازی در مورد استفاده از آرد با ویژگی‌های کیفی متناسب و مطلوب برای تولید این نان و رتبه‌بندی کیفیت نان‌های حاصله و نانوایی‌های تولید کننده مؤثر است.

واژه‌های کلیدی: *بافت‌سنجی، بیاتی، ساختار سلولی، شاخص‌های کیفی، نان تافتون*

* نویسنده مسئول مکاتبات email: asadi@srbiau.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

نان مسطح سنتی تافتون سال‌های متمادی است که در ایران تولید و مصرف می‌گردد. کیفیت تولید این نان از جمله کیفیت ظاهری، بافتی، ارگانولپتیکی و تغذیه‌ای نقش اساسی بر سلامت مردم و اقتصاد ملی دارد (پایان، ۱۳۸۵). اگرچه روش‌های نادرست تهیه و عمل آوری خمیر و تکنیکهای نامناسب پخت و توزیع نان‌های مسطح سنتی از جمله نان تافتون و ضعف در فرهنگ نگهداری و مصرف آنها بخش قابل توجهی از آمار ضایعات و کاهش کیفیت نان را سبب می‌شوند (شاهدی، ۱۳۸۱)، اما استفاده از آردهای با ویژگی های کیفی نامطلوب و نامتناسب یکی از مهمترین عوامل بروز ضایعات زیاد در بخش تولید و مصرف این نان‌ها هستند و کیفیت آنها را پایین می آورند (دعایی، ۱۳۹۰; روانفر و همکاران، ۱۳۹۲). برای بالا بردن هر چه بیشتر کیفیت نان مسطح سنتی تافتون باید اصلاحات بنیادی در کیفیت مواد اولیه و روش و فرایند تولید صورت گیرد. اما تعیین نوع تغییرات و اصلاحات مورد نیاز مستلزم تحقیقاتی در مورد شاخص‌های مناسب سنجش کیفیت این نوع نان می‌باشد. در این مورد با وجود تولید و مصرف متمادی نان تافتون در سطح کشور، شاخص‌های کیفی مستندی برای آن به صورت کامل تدوین نگردیده است و در واقع ارائه چنین شاخص‌هایی از جمله ویژگی‌های حسی، فیزیکی، شیمیایی، بافتی و ساختاری، تعریف آنها و ارائه دامنه نواسانات برای تولید نان مطلوب بسیار ضروری می‌باشد. استفاده از روش‌های متفاوت ارزیابی کیفیت نان، اولویت‌بندی این روش‌ها و تعیین همبستگی نتایج بین ارزیابی‌های فیزیکو شیمیایی، دستگاهی و حسی نان بسیار حائز اهمیت است. در واقع دستیابی به شاخص‌های مناسب جهت سنجش کیفیت نان‌های مسطح از جمله نان تافتون قابلیت استفاده در سیستم مستند کشور را نیز خواهند داشت. صالحی‌فر و همکاران در سال ۱۳۸۸ در بررسی نوسانات حضور سبوس در آرد برویژگی های بافتی، ژلاتینه شدن و رتروگرداسیون نان‌های مسطح لواش و تافتون به این نتیجه رسیدند که نان های تهیه شده از آردهای با سبوس بالا در طی نگهداری سفتی و بیاتی کم‌تری داشتند. Elmehdi و همکاران در سال ۲۰۰۳ با مطالعه حساسیت امواج اولتراسونیک به تغییرات در اندازه و شکل سلول‌های مغز نان، پتانسیل استفاده از اولتراسونیک به عنوان یک ابزار برای مشخص کردن ویژگی‌های مکانیکی و ساختاری مغز نان و درنتیجه اندازه‌گیری‌های برخی از فاکتورهای تعیین کیفیت نان را ثابت نمودند. Hadnadev و همکاران در سال ۲۰۱۳ تأثیر پلی‌ساکاریدهای امولسیفیه کننده روی ریزساختار، کیفیت و بیاتی نان گندم را با استفاده از دستگاه SEM و بافت سنج مورد بررسی قرار دادند و بیان نمودند که اختلاف‌هایی در فعل و انفعالات بین پلی‌ساکاریدهای امولسیفیه کننده متفاوت و ترکیبات نان که در سطح ریزساختاری خمیر قرار دارند، وجود دارد که منجر به تغییراتی در ویژگی‌های مکانیکی و ریز ساختار متخلخل مغز نان می‌گردند.

هدف از این تحقیق، تدوین شاخص‌های کیفی مناسب جهت سنجش کیفیت نان مسطح سنتی تافتون و بیان آن براساس کمیت می‌باشد که تاکنون در کشور به صورت کامل و منسجم صورت نگرفته است و ارائه دامنه کمی برای این شاخص‌ها در مورد نان تافتون برای اولین بار انجام خواهد شد. بدین منظور انواع ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و رئولوژیکی برای انواع آردها و خمیرهای تافتون با خصوصیات کیفی متفاوت تعیین گردید و سپس ویژگی-های فیزیکی، شیمیایی و همچنین خصوصیات حسی، بافتی، تخلخل و ریز ساختار نان‌های حاصل از آنها ارزیابی گردید. که علاوه بر کاربرد در سیستم مستندسازی کشور، در بهبود کیفیت این نوع نان، کاهش ضایعات، آگاه‌سازی در مورد استفاده از آرد با ویژگی‌های کیفی متناسب و مطلوب برای تولید این نان و رتبه‌بندی کیفیت نان‌ها و نانوایی‌ها مؤثر است.

مواد و روش‌ها

- **تهیه انواع آرد تافتون با کیفیت‌های متفاوت**

برای تهیه سه نوع نان تافتون، سه نوع آرد با کمیت‌ها و کیفیت‌های متفاوت از نظر میزان پروتئین، گلوتن مرطوب، عدد زلنی، عدد فالینگ و درصد نشاسته آسیب دیده برای هر یک از نان‌ها (به نام‌های آرد قوی، متوسط و ضعیف) و با درجه استخراج متناسب برای تولید نان تافتون طبق استاندارد ملی ایران به شماره ۱۰۳ در کارخانه آرد داران تهیه گردید. برای تهیه انواع آردهای تافتون قوی، متوسط و ضعیف به ترتیب مخلوطی از ۶۰٪ آرد واریته‌های گندم کشورهای استرالیا و روسیه و ۴۰٪ آرد واریته‌های

www.SID.ir

Archive of SID

گندم شهرهای خوزستان و ایلام، مخلوطی از ۴۰ ٪ آرد حاصل از واریته‌های گندم خارجی و ۶۰ ٪ آرد حاصل از واریته‌های گندم داخلی و ۱۰۰٪ آرد حاصل از واریته‌های گندم داخلی استفاده شد.

- آنالیز فیزیکی و شیمیایی آردها

آزمایش‌های فیزیکی و شیمیایی انواع آردهای تافتون از جمله محتوای رطوبت، خاکستر، خاکستر غیر محلول در اسید، پروتئین، عدد زلنی، گلوتن مرطوب، شاخص گلوتن، عدد فالینگ و pH بر اساس روش‌های استاندارد AACC و به ترتیب به شماره‌های ۴۴A-۱۶، ۰۱-۰۸، ۱۲-۴۶، ۱۱-۵۶، ۱۱-۳۸، ۸۱-۵۶ در سه تکرار انجام گرفتند (AACC, 2000).

- آنالیز رئولوژیکی خمیرها

رفتار ویسکوالاستیک انواع خمیرهای تافتون توسط Alveograph (Chopin, France) با روش استاندارد AACC به شماره ۳۰-۵۴ تعیین گردید. پارامترهای ارزیابی شده شامل سفتی یا مقاومت به کشش (p)، قابلیت کشش خمیر (L)، نسبت مقاومت به کشش به قابلیت کشش (P/L)، انرژی تغییر شکل (W)، گسترش پذیری (G) و شاخص الاستیسیته (Ie) بودند. رئولوژی خمیر در حین اختلاط توسط Consistograph (Chopin, France) با روش استاندارد AACC به شماره ۵۰-۵۴ تعیین گردید. پارامترهای تعیین شده شامل: حداکثر فشار اعمال شده (PrMax)، ظرفیت جذب آب HYD (2200، آب مورد نیاز برای اینکه قوام خمیر معادل با ۲۲۰۰ mb فشار اعمال شده ثابت گردد)، مدت زمانی که فشار تا PrMax افزایش یابد (TPrMax)، تولرانس(Tol) برابر با زمانی که فشار از 20% -PrMax بالاتر است، D 250 که معادل با کاهش فشار از PrMax در ثانیه ۲۵۰ است و D450 که برابر با کاهش فشار از PrMax در ثانیه ۴۵۰ می باشد (Callejo *et al*., 2009).

- تهیه و پخت نان‌ها

تهیه و پخت نان‌ها براساس آئین کار تولید نان تافتون و بدون افزودن هیچ نوع بهبود دهنده ای در واحد پخت استاندارد و توسط شاطر مجرب صورت گرفت. روش تولید و میزان مواد اولیه مورد استفاده در تولید هر یک از نان‌های حاصل از آردهای تافتون با ویژگی‌های کیفی مختلف یکسان در نظر گرفته شد. قابل ذکر است ویژگی‌های مواد اولیه تولید انواع نان تافتون شامل آرد گندم، آب، نمک طعام و مخمر به ترتیب طبق استانداردهای ملی ایران به شماره‌های ۱۰۳، ۱۰۵۳، ۲۶ و ۲۵۷۷ تهیه گردیدند.

- آنالیز فیزیکی و شیمیایی کیفیت نان‌ها

تعیین ضخامت و مساحت نان‌ها پس از پخت با استفاده از ابزارهایی چون کولیس و خط کش، وزن نان‌ها و تعیین درصد افت وزنی آنها پس از پخت با استفاده از ترازوی الکترونیکی (±۰/۰۰۰۱) و ارزیابی حجم مخصوص نان‌ها با استفاده از روش جایگزینی دانه کلزا در سه تکرار صورت گرفتند (Weinig and Kim, 2008). دانسیته نان‌ها از طریق تقسیم جرم نمونه نان بر حجم آن بدست آمد. برای بدست آوردن حجم ابتدا قسمت هایی مکعبی شکل از نان با ابعاد مشخص (۱۰×۱۰) را از بخش‌های مختلف نان بریده و از حاصل‌ضرب طول در عرض در ارتفاع، حجم بدست آمد. کلیه ارزیابی‌های تعیین جرم، حجم و دانسیته نمونه‌ها در روزهای بلافاصله، ۴۸، ۹۶ و ۱۴۴ساعت پس از پخت و در سه تکرار صورت پذیرفت (Lazaridou *et al*., 2007). رنگ پوسته نان‌ها با ابعاد مشخص ۱۰×۱۰ از قسمت‌های میانی و حاشیه آنها انتخاب گردید و با استفاده از رنگ‌سنج (Hunter lab color flex) که رنگ را به صورت عددی و به شکل L* value، a* value و b* value تعریف می‌کند، همچنین میزان اختلاف رنگ کلی بین نمونه‌های نان و شاخص‌های رنگ استاندارد دستگاه (ΔE) طبق فرمول زیر در روزهای بلافاصله، ۴۸، ۹۶ و ۱۴۴ساعت پس از پخت برای انواع نان‌های تافتون و در سه تکرار تعیین گردید (Jooyande, 2008).

$$\Delta E=[(L_{standard}-L_{sample})^2+(a_{standard}-a_{sample})^2+(b_{standard}-b_{sample})^2]^{0.5}$$

آزمون‌های شیمیایی در مورد انواع نان‌های تافتون از جمله تعیین میزان رطوبت، خاکستر، پروتئین، چربی، نمک و pH براساس روش‌هاس استاندارد AACC و در سه تکرار انجام گرفتند. قابل ذکر است میزان رطوبت در روزهای بلافاصله، ۴۸، ۹۶ و ۱۴۴ساعت پس از پخت برای انواع نان‌های تافتون ارزیابی گردید (AACC, 2000).

www.SID.ir

Archive of SID

- ارزیابی بافت نان‌ها

برای تعیین استحکام و سختی بافت و روند بیاتی نان‌ها، آزمون بافت سنجی با دستگاه سنجش بافت TA (Texture Analyzer) (Brookfield, CT3, USA) برای انواع نان تافتون طبق روش AACC شماره ۱۰-۷۴ زمان‌های بلافاصله، ۴۸، ۹۶ و ۱۴۴ ساعت پس از پخت در دمای اتاق انجام گرفتند (AACC, 2000). نمونه‌ها از حاشیه‌ها و قسمت میانی نان‌ها انتخاب و در سه تکرار مورد آزمایش قرار گرفتند آزمون نفوذی که در واقع همان حالت Normal Test (A Single Compression) این دستگاه بافت سنج است، بر روی اسلایس‌های نان‌های تافتون با ابعاد cm ۱۰× ۱۰ و ضخامت مشخص تک لایه انجام شد. این آزمون برای اندازه‌گیری نیروی مورد نیاز برای نفوذ یک پروب استوانه‌ای (TA-5 با قطر mm ۱۲) با هدف ۱۰٪ در سرعت mm/s ۰/۵ و نیروی N ۰/۵ برای انواع نان‌های تافتون استفاده شد. نیروی مورد نیاز برای نفوذ توسط منحنی دقیق روی صفحه نمایش مشخص‌گردید. از روی منحنی خصوصیات بافتی نمونه بدست آمد (Jooyande, 2008 ; Karimi *et al*., 2013).

- روش صوتی برای ارزیابی تخلخل و ویژگی‌های مغز نان‌ها

برای این منظور یک دستگاه اولتراسونیک غیرمخرب دیجیتال با شدت پایین و قابل حمل (Proceq, Pundit Lab, UK) برای تولید پالس با ولتاژ کوتاه استفاده شد. در این آزمون فرکانس مبدل‌ها در ارزیابی تخلخل نمونه‌های نان با ابعاد مشخص (۱۰×۱۰) ۵۴ KHz انتخاب گردید. همچنین داده‌ها و موج شناسایی شده توسط نوسان‌نما دیجیتالی متصل شده به یک کامپیوتر بدست آورده شد. حداکثر دامنه پالس اولتراسونیک نیز مستقیماً از ارتفاع پیک موج شناسایی شده تعیین گردید. سرعت و زمان صرف شده برای انتقال سیگنال از یک طرف نمونه به طرف دیگر نیز روی نوسان‌نما دیجیتالی مشخص‌گردید. انواع نان‌ها تافتون به صورت چند لایه و با ضخامت مشخص بین دو مبدل قرار گرفتند. این آزمون در زمان‌های بلافاصله، ۴۸، ۹۶ و ۱۴۴ ساعت پس از پخت انجام گردید (Elmehdi *et al*., 2003; Lagrain *et al*., 2013). همچنین با استفاده از نتایج مربوط به دانسیته و سرعت عبور امواج صوتی هر یک از انواع نان‌ها و طبق فرمول $E= \rho V^2$ مقادیر مدول الاستیک هر یک از نان‌ها به تفکیک روزهای نگهداری محاسبه گردید.

- بررسی رتروگراداسیون نان‌ها توسط DSC

بررسی روند عمومی ژلاتینه شدن و رتروگرداسیون در انواع نان‌های تافتون، توسط دستگاه DSC (Different Scanning Calorimetter) و با برنامه دمایی $^{\circ}C$ ۲۰۰- ۲۵ و سرعت افزایش دمای $^{\circ}C$ ۱۰ در هر دقیقه بررسی گردید. مقدار نمونه مورد استفاده در هر آزمون ۳۰ تا ۳۵ میلی‌گرم بود. این آزمون در زمان‌های بلافاصله، ۲۴ و ۴۸ ساعت پس از پخت و در سه تکرار انجام گردید. در منحنی‌های اندوترم DSC سطح زیر منحنی و دمای شروع و پیک تبلور به عنوان معیارهای اصلی تفسیر ژلاتینه شدن و واگشتگی مورد بررسی قرار گرفتند (Abd Karim *et al*., 2000).

- بررسی ریزساختار و ویژگی‌های مغز نان‌ها توسط SEM

جهت بررسی ریزساختار، تخلخل و ویژگی‌های مغز نان‌ها، پس از برش دادن نمونه‌ها در ابعاد مشخص و خشک کردن انجمادی نمونه‌ها، این ویژگی‌ها با استفاده از میکروسکوپ الکترونی Scanning Electron (SEM) Microscope مدل LEO 44OI ساخت کشور انگلیس در چهار بزرگنمایی ۱۰۰، ۲۵۰، ۵۰۰ و ۱۰۰۰ بررسی گردید (Hadnadev *et al*,. 2013). مقایسه میانگین قطر و مساحت منافذ تصاویر با مقیاس‌ها و بزرگنمایی‌های یکسان توسط نرم‌افزار Microstructure Measurement مشخص گردید.

- ارزیابی حسی نان‌ها

کیفیت نان‌ها به صورت تازه و همچنین پس از خنک شدن و بسته‌بندی در کیسه‌های پلی اتیلنی در دمای اتاق، بعد از ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت پس از پخت توسط ۱۰ پنلیست با تجربه بالا در این زمینه و با استفاده از روش hedonic (حداکثر امتیاز ۵ و حداقل امتیاز ۰) از نظر فرم و شکل، ویژگی‌های سطحی بالا و پایین نان، پوکی و تخلخل، قابلیت جویدن، سفتی و نرمی بافت، طعم و مزه و برای پذیرش کلی مورد ارزیابی قرار گرفتند. فرمول

www.SID.ir

Archive of SID

$Q=\sum(P.G)/(\sum G)$ برای محاسبه امتیاز کلی (Q) هر نمونه نان مورد استفاده قرار گرفت. P وG به ترتیب امتیاز حسی و ضریب ارزیابی هر ویژگی می‌باشند. مقدار G برای خصوصیات ظاهری (فرم و شکل)، ویژگی سطحی پایین نان، ویژگی سطحی بالای نان، تخلخل، قابلیت جویدن، بافت (سفتی و نرمی) و طعم و مزه به ترتیب ۲،۱،۲،۳،۳،۴ و ۵ می‌باشد. نحوه درجه بندی کیفی نان‌ها براساس امتیاز ۵-۰ به صورت خیلی خوب (۵-۴/۵)، خوب (۴/۴۹-۴)، رضایت‌بخش (۳/۹۹- ۳)، کمتر رضایت‌بخش (۲/۹۹-۲)، رضایت‌بخش نیست (۱/۹۹-۱) و غیرقابل قبول (۰/۹۹-۰) بوده است (AIB, 1994; Ghanbari & Farmani, 2013).

- تجزیه و تحلیل آماری

برای آنالیز نتایج آزمایش‌ها از روش تجزیه واریانس و آزمون فاکتوریل در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی در سه تکرار با نرم‌افزار spss نسخه 21 بهره گرفته شد. مقایسه میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام گردید. تجزیه و تحلیل داده‌های حاصل از آزمون حسی با استفاده از روش آماری فریدمن انجام شد.

یافته‌ها

- آزمون‌های فیزیکی، شیمیایی و رئولوژیکی انواع آردها

میانگین نتایج آزمون‌های فیزیکی، شیمیایی و رئولوژیکی انواع آرد تافتون با کیفیت‌های مختلف قوی، متوسط و ضعیف در جداول ۱ و ۲ نشان داده شده‌اند. درصد رطوبت (بر مبنای درصد وزنی) آرد قوی تافتون با آرد متوسط و ضعیف تافتون اختلاف معنی‌داری داشت ($p<0.05$) و میزان آن کمی بیشتر بود. نتایج حاصل از آزمون‌های تعیین درصد خاکستر (بر مبنای ماده خشک)، درصد خاکستر غیر محلول در اسید و آزمون تعیین pH، انواع آردهای تافتون به تفکیک با یکدیگر اختلاف معنی‌داری نداشتند. اما نتایج سایرآزمون‌های تعیین میزان پروتئین، گلوتن مرطوب، شاخص گلوتن، عدد زلنی و درصد نشاسته آسیب دیده در آرد قوی نسبت به آرد متوسط و در آرد متوسط نسبت به آرد ضعیف بیشتر بودند. در مورد نتایج حاصل از آزمون عدد فالینگ انواع آرد تافتون، آرد قوی نسبت به آردهای متوسط و ضعیف عدد فالینگ کمتری داشت. بر طبق میانگین نتایج آزمون‌های مربوط به Alveo-Consistograph در انواع خمیرهای آردهای تافتون، خمیر آرد قوی نسبت به خمیر آرد متوسط و خمیر آرد متوسط نسبت به خمیر آرد ضعیف میانگین مقادیر P، P/L، W، Ie،PrMAX، HYD، TPrMAX و Tol بالاتری داشتند اما به همین ترتیب دارای میانگین مقادیر L، G، D250 و D450 کمتری بودند.

- ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی انواع نان تافتون

در جداول ۳ و ۴ میانگین نتایج آزمون‌های فیزیکی، شیمیایی و رنگ سنجی انواع نان‌های تافتون حاصل از آردهای قوی، متوسط و ضعیف که به ترتیب با نام‌های تافتون ۱، تافتون ۲ و تافتون ۳ نوشته شده‌اند، نشان داده شده است. میانگین میزان پروتئین (بر مبنای ماده خشک)

جدول ۱- میانگین نتایج آزمون‌های فیزیکی و شیمیایی انواع آرد تافتون

انواع آرد / ویژگی‌ها	رطوبت (درصد وزنی)	خاکستر (درصد وزنی بر مبنای ماده خشک)	پروتئین (درصد وزنی بر مبنای ماده خشک)	گلوتن مرطوب (٪)	شاخص گلوتن	زلنی (ml)	عدد فالینگ (ثانیه)	pH	خاکستر غیر محلول در اسید (٪)	نشاسته آسیب دیده (٪)
تافتون قوی	۱۱/۴۶ ± ۰/۰۰ ^{a}	۰/۸۵ ± ۰/۰۰ ^{a}	۱۳/۲۶ ± ۰/۰۲ ^{a}	۳۰/۴۵ ± ۰/۰۰ ^{a}	۹۰/۰۲ ± ۰/۰۱ ^{a}	۳۲/۰۰ ± ۰/۰۰ ^{a}	۳۵۵/۰۰ ± ۰/۵۷ ^{a}	۶/۰۹ ± ۰/۰۳ ^{a}	۰/۰۱ ± ۰/۰۲ ^{a}	۶/۰۰ ± ۰/۰۰ ^{a}
تافتون متوسط	۱۱/۳۷ ± ۰/۰۲ ^{b}	۰/۸۵ ± ۰/۰۱ ^{a}	۱۱/۳۸ ± ۰/۰۰ ^{b}	۲۶/۲۱ ± ۰/۰۱ ^{b}	۸۳/۹۵ ± ۰/۰۶ ^{b}	۲۳/۵۰ ± ۰/۲۸ ^{b}	۳۷۰/۰۰ ± ۱/۷۷ ^{b}	۶/۰۳ ± ۰/۰۳ ^{a}	۰/۰۱ ± ۰/۰۰ ^{a}	۲/۲۰ ± ۰/۱۱ ^{b}
نافتون ضعیف	۱۱/۳۷ ± ۰/۰۰ ^{b}	۰/۸۵ ± ۰/۰۰ ^{a}	۹/۷۳ ± ۰/۰۳ ^{c}	۲۱/۶۰ ± ۰/۰۰ ^{c}	۷۶/۰۶ ± ۰/۰۳ ^{c}	۱۷/۰۰ ± ۰/۰۴ ^{c}	۳۸۵/۰۰ ± ۰/۰۶ ^{c}	۶/۰۰ ± ۰/۰۳ ^{a}	۰/۰۱ ± ۰/۰۶ ^{a}	۱/۶۰۰ ± ۰/۱۱ ^{c}

در هر ستون، میانگین‌های حاصل از سه تکرار دارای حروف مشترک در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی‌دار ندارند

www.SID.ir

Archive of SID

جدول۲- میانگین نتایج ویژگی‌های رئولوژیکی انواع آرد تافتون

انواع آرد/ ویژگی‌ها	Alveogram						Consistogram					
							CH		AH			
	P (mm)	L (mm)	P/L	G	W (10^{-4}J)	Ie	PrMax (mb)	HYD2200 (%)	TPr Max (s)	Tol (s)	D250 (mb)	D450 (mb)
تافتون قوی	۹۰/۰۰ ± ۳/۴۶ a	۷۱/۳۳ ± ۱/۲۰ a	۱/۲۶ ± ۰/۰۴ a	۱۸/۵۶ ± ۰/۲۰ a	۲۲۸/۳۳ ± ۲/۲۰ a	۴۹/۱۶ ± ۲/۳۳ a	۲۵۸۴/۰۰ ± ۱۱/۳۷ a	۵۵/۴۳ ± ۰/۰۶ a	۱۰۸/۰۰ ± ۲/۳۰ a	۱۷۲/۳۳ ± ۱/۴۵ a	۵۲۲/۰۰ ± ۱/۱۵ a	۸۴۴/۰۰ ± ۱/۱۵ a
تافتون متوسط	۷۷/۶۷ ± ۱/۴۵ b	۸۳/۰۰ ± ۰/۵۷ b	۰/۹۳ ± ۰/۰۲ b	۲۰/۴۰ ± ۰/۰۰ b	۱۶۷/۳۳ ±۰/۸۸ b	۳۸/۴۰ ± ۰/۱۰ b	۲۴۶۶/۳۳ ± ۱۵/۴۱ a	۵۴/۳۷ ± ۰/۰۳ b	۱۰۴/۰۰ ± ۱/۷۳ ab	۱۴۲/۳۳ ± ۰/۸۸ b	۶۷۲/۳۳ ± ۰/۸۸ b	۱۰۱۲/۰۰ ± ۱/۱۵ b
نافتون ضعیف	۴۸/۰۰ ± ۲/۵۱ c	۸۹/۳۳ ± ۲/۰۲ c	۰/۵۳ ± ۰/۰۲ c	۲۲/۰۰ ± ۰/۲۶ c	۹۱/۰۰ ± ۲/۵۳ c	۲۸/۸۶ ± ۱/۴۶ c	۲۰۴۰/۶۷ ± ۱۹/۲۳ b	۵۲/۶۰ ± ۰/۱۱ c	۹۸/۰۰ ± ۱/۱۵ b	۱۲۹/۳۳ ± ۰/۸۸ c	۷۸۲/۰۰ ± ۱/۱۵ c	۱۱۰۹/۰۰ ± ۱/۱۵ c

در هر ستون، میانگین‌های حاصل از سه تکرار دارای حروف مشترک در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی‌دار ندارند

نان تافتون ۱ بیشتر از نان تافتون ۲ و نان تافتون ۲ بیشتر از نان تافتون ۳ بود. میانگین‌های نتایج خاکستر (بر مبنای ماده خشک)، درصد نمک (بر مبنای ماده خشک) و pH انواع نان‌های تافتون با یکدیگر اختلاف معنی‌داری نداشتند. میانگین درصد چربی (بر مبنای ماده خشک) نان تافتون ۲ بیشتر از سایر نان‌ها بود. در مورد میانگین نتایج آزمون‌های فیزیکی، وزن چانه‌های انواع نان‌های حاصل از آردهای با ویژگی‌های کیفی مختلف به تفکیک یکسان در نظر گرفته شدند، بنابراین با یکدیگر تفاوت معنی‌داری نداشتند. میانگین نتایج مساحت، ضخامت، وزن و درصد افت وزنی انواع نان‌های تافتون بلافاصله پس از پخت دارای تفاوت معنی‌داری نبودند. در روزهای یکسان نگهداری میانگین مقادیر حجم مخصوص نان تافتون ۲ بیشتر از نان تافتون ۱ بود اما بین میانگین نتایج حجم مخصوص نان تافتون ۳ با سایر نان‌ها تفاوت معنی‌داری مشاهده نگردید. براساس نتایج بدست آمده در جدول ۴، درصدهای رطوبت و مقادیر وزن هر سه نوع نان تافتون با افزایش زمان نگهداری کاهش یافتند. در مورد انواع نان تافتون در روزهای اول تا پنجم نگهداری، میانگین مقادیر رطوبت و وزن نان تافتون ۲ بیشتر از نان نان تافتون ۳ و نان تافتون ۳ بیشتر از نان تافتون ۱ بودند و در روز هفتم نگهداری میانگین مقادیر رطوبت و وزن نان تافتون ۱ بیشتر از نان تافتون ۲ و نان تافتون ۲ بیشتر از نان تافتون ۳ گزارش گردیدند. در هر سه نوع نان تافتون به تفکیک با افزایش زمان نگهداری تا روز پنجم، حجم نان‌ها افزایش یافتند. در روز اول نگهداری حجم نان تافتون ۲ بیشتر از نان تافتون ۳ و نان تافتون ۳ بیشتر از نان تافتون ۱ بود. اما در روزهای بعدی نگهداری به تفکیک، نان تافتون ۱ نسبت به نان‌های تافتون‌های ۲ و ۳ دارای حجم بیشتری بود. میانگین مقادیر دانسیته در هر سه نوع نان تافتون با افزایش زمان نگهداری کاهش یافتند. در مقایسه انوع نان‌های تافتون در روزهای مختلف نگهداری در روزهای سوم، پنجم و هفتم نگهدری میانگین دانسیته تافتون ۲ بیشتر از تافتون‌های ۱ و ۳ مشاهده گردید. برطبق نتایج بدست آمده از آزمون رنگ سنجی در جدول ۴، در تمام انواع نان‌ها با افزایش زمان نگهداری میانگین‌های میزان اندیس روشنایی (L* Value) و اندیس زردی (b*Value) کاهش معنی‌داری یافتند و اندیس قرمزی (a*Value) در انواع نان‌ها به ویژه در روزهای پنجم و هفتم نگهداری افزایش یافت. ΔE نیز در انواع نان‌ها با افزایش زمان نگهداری افزایش معنی‌داری نشان داد. همچنین نان تافتون حاصل از آرد متوسط نسبت به نان‌های حاصل از آردهای قوی و ضعیف در روزهای یکسان نگهداری دارای میانگین میزان اندیس روشنایی (L* Value) و اندیس زردی (b* Value) بیشتر و میانگین اندیس قرمزی (a* Value) و ΔE کمتری بودند.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳- میانگین نتایج آزمون‌های فیزیکی و شیمیایی انواع نان‌های تافتون

انواع نان/ ویژگی‌ها	خاکستر (درصد وزنی بر مبنای ماده خشک)	پروتئین (درصد وزنی بر مبنای ماده خشک)	چربی (درصد وزنی بر مبنای ماده خشک)	نمک (درصد وزنی بر مبنای ماده خشک)	pH	ضخامت (mm)	مساحت (Cm^2)	وزن چانه‌ها (G)	وزن نان‌ها (g)	افت وزنی (٪)	حجم مخصوص (ml/g)
تافتون ۱	۱/۲۷ ± ۰/۰۰ ^{a}	۱۰/۶۳ ± ۰/۰۵ ^{a}	۰/۳۵ ± ۰/۰۰ ^{a}	۱/۶۱ ± ۰/۰۱ ^{a}	۶/۰۰ ± ۰/۰۲ ^{a}	۲/۵۰۰ ± ۰/۱۷ ^{a}	۱۶۳۷/۲۴ ± ۲۳/۸۱ ^{a}	۳۰۰/۰۰ ± ۵/۷۷ ^{a}	۲۲۰/۸۶ ± ۲/۲۰ ^{a}	۲۶/۳۵ ± ۰/۷۱ ^{a}	۰/۴۹ ± ۰/۰۰۲ ^{a}
تافتون ۲	۱/۲۷۳ ± ۰/۰۰ ^{a}	۹/۱۰ ± ۰/۰۰۱ ^{b}	۰/۳۵ ± ۰/۰۰ ^{b}	۱/۶۱ ± ۰/۰۰ ^{a}	۶/۰۰ ± ۰/۰۱ ^{a}	۲/۷۶ ± ۰/۱۴ ^{a}	۱۶۶۱/۵۸ ± ۴۱/۶۹ ^{a}	۳۰۰/۰۰ ± ۵/۷۷ ^{a}	۲۲۱/۷۱ ± ۱/۶۶ ^{a}	۲۶/۰۴ ± ۰/۹۹ ^{a}	۰/۵۰ ± ۰/۰۰ ^{b}
تافتون ۳	۱/۲۷ ± ۰/۰۱ ^{a}	۷/۸۳ ± ۰/۰۰۱ ^{c}	۰/۳۵ ± ۰/۰۰ ^{c}	۱/۶۱ ± ۰/۰۰ ^{a}	۶/۰۰ ± ۰/۰۰ ^{a}	۲/۶۰ ± ۰/۱۱ ^{a}	۱۶۱۳/۴۳ ± ۲۳/۸۱ ^{a}	۳۰۰/۰۰ ± ۵/۷۷ ^{a}	۲۲۱/۷۰ ± ۱/۶۵ ^{a}	۲۶/۰۶ ± ۱/۰۰ ^{a}	۰/۵۰ ± ۰/۰۰ ^{ab}

در هر ستون، میانگین‌های حاصل از سه تکرار دارای حروف مشترک در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی‌دار ندارند

تافتون۱ : نان حاصل از آرد قوی، تافتون ۲: نان حاصل از آرد متوسط، تافتون۳: نان حاصل از آرد ضعیف

جدول ٤- میانگین نتایج برخی آزمون‌های فیزیکی و شیمیایی انواع نان تافتون به تفکیک، در روزهای مختلف نگهداری

انواع نمونه	مدت نگهداری	ویژگی‌ها							
		رطوبت (٪)	وزن (g)	حجم (cm^3)	دانسیته (g/cm^3)	L * value	a * value	b * value	ΔE
تافتون ۱	روز ۱	۲۷/۱۱± ۰/۰۰$^{(a)(a)}$	۹/۵۰± ۰/۰۲$^{(a)(a)}$	۲۲/۱۵± ۰/۰۲$^{(a)(a)}$	۰/۴۲± ۰/۰۰$^{(a)(a)}$	۷۲/۸۸± ۰/۰۰$^{(a)(a)}$	۱/۷۴±۰/۰۱$^{(a)(a)}$	۱۵/۷۸± ۰/۰۱$^{(a)(a)}$	۲۴/۴۲± ۰/۰۰$^{(a)(a)}$
	روز ۲	۲۶/۰۹± ۰/۰۰$^{(b)(d)}$	۹/۳۰± ۰/۰۰$^{(b)(d)}$	۲۴/۶۲± ۰/۰۰$^{(b)(d)}$	۰/۳۷± ۰/۰۰$^{(b)(b)}$	۷۲/۵۲± ۰/۰۱$^{(b)(d)}$	۱/۷۸±۰/۰۰$^{(a)(d)}$	۱۵/۵۷± ۰/۰۱$^{(b)(d)}$	۲۴/۵۹± ۰/۰۱$^{(b)(d)}$
	روز ۳	۲۲/۹۵± ۰/۰۰$^{(c)(g)}$	۸/۷۶۰± ۰/۰۳$^{(c)(g)}$	۳۰/۰۷± ۰/۱۰$^{(c)(g)}$	۰/۲۹± ۰/۰۰$^{(c)(d)}$	۷۲/۱۲± ۰/۰۲$^{(c)(g)}$	۱/۸۳±۰/۰۱$^{(b)(g)}$	۱۵/۳۳± ۰/۰۰$^{(c)(g)}$	۲۴/۷۸± ۰/۰۱$^{(c)(g)}$
	روز ۴	۲۱/۸۰± ۰/۰۰$^{(d)(j)}$	۸/۵۹± ۰/۰۱$^{(d)(j)}$	۳۰/۰۷± ۰/۱۰$^{(c)(j)}$	۰/۲۸± ۰/۰۰$^{(d)(g)}$	۷۱/۷۴± ۰/۰۱$^{(d)(j)}$	۱/۸۶±۰/۰۱$^{(b)(j)}$	۱۵/۱۳± ۰/۰۰$^{(d)(j)}$	۲۴/۹۸± ۰/۰۰$^{(d)(j)}$
تافتون ۲	روز ۱	۲۷/۷۲± ۰/۰۰$^{(e)(b)}$	۹/۶۹± ۰/۰۲$^{(e)(b)}$	۲۲/۶۰± ۰/۴۱$^{(d)(b)}$	۰/۴۲± ۰/۰۰$^{(e)(a)}$	۷۴/۵۴± ۰/۰۰$^{(e)(b)}$	۱/۱۲۰± ۰/۰۰۵$^{(c)(b)}$	۱۶/۸۳± ۰/۰۰$^{(e)(b)}$	۲۳/۷۳± ۰/۰۱$^{(e)(b)}$
	روز ۲	۲۶/۷۲± ۰/۰۰$^{(f)(e)}$	۹/۴۰± ۰/۰۰$^{(f)(e)}$	۲۴/۰۳± ۰/۹۵$^{(e)(e)}$	۰/۳۹± ۰/۰۰$^{(f)(c)}$	۷۴/۲۹± ۰/۰۱$^{(f)(e)}$	۱/۱۵۰± ۰/۰۰۰$^{(d)(e)}$	۱۶/۶۷± ۰/۰۱$^{(f)(e)}$	۲۳/۸۲± ۰/۰۱$^{(f)(e)}$
	روز ۳	۲۳/۷۴± ۰/۰۰$^{(g)(h)}$	۹/۰۵± ۰/۰۲$^{(g)(h)}$	۲۷/۴۹± ۰/۴۰$^{(f)(h)}$	۰/۳۲± ۰/۰۰$^{(g)(e)}$	۷۳/۹۴± ۰/۰۰$^{(g)(h)}$	۱/۱۸۰± ۰/۰۱۱$^{(e)(h)}$	۱۶/۴۶۰± ۰/۰۰$^{(g)(h)}$	۲۳/۹۵± ۰/۰۱$^{(g)(h)}$
	روز ۴	۲۱/۷۴± ۰/۰۰$^{(h)(k)}$	۸/۵۴± ۰/۰۰$^{(h)(k)}$	۲۷/۴۹± ۰/۴۰$^{(f)(k)}$	۰/۳۱± ۰/۰۰$^{(h)(h)}$	۷۳/۶۴± ۰/۰۱$^{(h)(k)}$	۱/۲۰۰± ۰/۰۱۱$^{(e)(k)}$	۱۶/۳۱± ۰/۰۱$^{(h)(k)}$	۲۴/۱۰± ۰/۰۰$^{(h)(k)}$
تافتون ۳	روز ۱	۲۷/۴۹۰± ۰/۰۰$^{(i)(c)}$	۹/۵۹± ۰/۰۲۳$^{(i)(c)}$	۲۲/۳۰± ۰/۰۳$^{(g)(c)}$	۰/۴۲± ۰/۰۰$^{(i)(a)}$	۷۳/۶۹± ۰/۰۱$^{(i)(c)}$	۱/۳۴±۰/۰۰$^{f)(c)}$	۱۶/۴۸± ۰/۰۱$^{(i)(c)}$	۲۴/۱۷± ۰/۰۰$^{(i)(c)}$
	روز ۲	۲۶/۴۸± ۰/۰۰$^{(j)(f)}$	۹/۳۶± ۰/۰۰$^{(j)(f)}$	۲۴/۳۰± ۰/۱۶$^{(h)(f)}$	۰/۳۸± ۰/۰۰$^{(j)(c)}$	۷۳/۳۹± ۰/۰۱$^{(j)(f)}$	۱/۳۸±۰/۰۱$^{g)(f)}$	۱۶/۳۱± ۰/۰۰$^{(j)(f)}$	۲۴/۳۰± ۰/۰۱$^{(j)(f)}$
	روز ۳	۲۳/۵۶± ۰/۰۰$^{(k)(i)}$	۸/۹۵± ۰/۰۰$^{(k)(i)}$	۲۸/۵۱± ۰/۱۸$^{(i)(i)}$	۰/۳۱± ۰/۰۰$^{(k)(f)}$	۷۳/۰۱± ۰/۰۰$^{(k)(i)}$	۱/۴۲±۰/۰۰$^{h)(i)}$	۱۶/۰۹± ۰/۰۱$^{(k)(i)}$	۲۴/۴۶± ۰/۰۱$^{(k)(i)}$
	روز ۴	۲۱/۵۵± ۰/۰۰$^{(l)(l)}$	۸/۵۰± ۰/۰۰$^{(l)(l)}$	۲۸/۵۱± ۰/۱۸$^{(i)(l)}$	۰/۲۹± ۰/۰۰$^{(l)(i)}$	۷۲/۶۶± ۰/۰۰$^{(l)(l)}$	۱/۴۵±۰/۰۱$^{h)(l)}$	۱۵/۹۲± ۰/۰۰$^{(l)(l)}$	۲۴/۶۴± ۰/۰۰$^{(l)(l)}$

در هر ستون، میانگین‌های حاصل از سه تکرار دارای حروف مشترک در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی‌دار ندارند

حرف اول داخل پرانتز برای مقایسه اختلاف معنی‌دار میانگین‌های انواع نان سنگک به تفکیک در زمان‌های مختلف نگهداری در سطح احتمال ۵٪ می‌باشند

حرف دوم داخل پرانتز برای مقایسه اختلاف معنی‌دار میانگین‌های نان‌های سنگک در زمان‌های یکسان نگهداری در سطح احتمال ۵٪ می‌باشند

تافتون۱: نان حاصل از آرد قوی، تافتون ۲: نان حاصل از آرد متوسط، تافتون ۳: نان حاصل از آرد ضعیف

- **بافت سنجی انواع نان‌ها**

در جدول ۵ میانگین نتایج آزمون بافت‌سنجی انواع نان‌های تافتون حاصل از آردهای قوی، متوسط و ضعیف در روزهای مختلف نگهداری نشان داده شده است. براساس نتایج بدست آمده در هر سه نوع نان تافتون با افزایش زمان نگهداری مقادیر میزان سفتی نان‌ها افزایش یافتند. اما میانگین‌های میزان چسبندگی و قابلیت کشش در بافت آنها در طی زمان نگهداری تفاوت معنی‌داری نداشتند. میانگین

www.SID.ir

Archive of SID

نتایج میزان سفتی در روزهای اول، سوم و پنجم نگهداری در نان تافتون ۲ کمتر از نان تافتون ۳ بود و در نان تافتون ۳ کمتر از نان تافتون ۱ بود. اما در روز هفتم نگهداری میانگین نتایج میزان سفتی نان تافتون ۱ کمتر از نتایج نان‌های تافتون ۲ و ۳ بود. میانگین نتایج نیروی چسبندگی و قابلیت کشش در انواع نان‌های تافتون در روزهای یکسان نگهداری دارای اختلاف معنی‌داری نبودند.

- **روش صوتی برای ارزیابی ویژگی‌های مغز نان‌ها**

در نمودار ۱ میانگین نتایج آزمون اولتراسونیک بر روی انواع نان‌های تافتون حاصل از آردهای قوی، متوسط و ضعیف در روزهای مختلف نگهداری نشان داده شده است. براساس نتایج بدست آمده، در انواع نان‌های تافتون با افزایش زمان نگهداری، میانگین‌های سرعت عبور و دامنه امواج اولتراسونیک (در موارد دارای تفاوت معنی‌دار) افزایش یافتند و زمان عبور امواج در آنها کاهش یافت. همچنین میانگین مدول الاستیک نان‌ها با افزایش زمان نگهداری به ویژه در روزهای پنجم و هفتم نگهداری افزایش یافت. میانگین سرعت عبور امواج اولتراسونیک در روزهای اول، سوم و پنجم نگهداری در نان تافتون ۲ کمتر از نان تافتون ۱ بود. ولی در روز هفتم نگهداری نان تافتون ۱ نسبت به نان تافتون ۳ سرعت عبور امواج کمتری داشت. میانگین زمان عبور امواج اولتراسونیک در انواع نان‌های تافتون در روزهای اول، سوم و هفتم نگهداری به تفکیک دارای تفاوت معنی‌داری نبودند ولی در روز پنجم نگهداری میانگین زمان عبور امواج اولتراسونیک در نان تافتون ۲ بیشتر از نان‌های تافتون ۱ و ۳ بود. میانگین دامنه امواج اولتراسونیک در انواع نان‌های تافتون در روزهای یکسان نگهداری دارای تفاوت معنی‌داری نبودند. در مورد میانگین مدول الاستیک انواع نان‌های تافتون در روزهای یکسان نگهداری بین مدول الاستیک نان‌های ۲ و ۳ تفاوت معنی‌داری وجود نداشت و مدول الاستیک نان‌های تافتون ۲ و ۳ کمتر از نان تافتون ۱ در روزهای اول، سوم و پنجم نگهداری بودند. اما در روزهفتم نگهداری مدول الاستیک نان تافتون ۱ کمتر از نانهای تافتون ۲ و ۳ بود.

جدول ۵- میانگین نتایج آزمون بافت سنجی انواع نان‌های تافتون به تفکیک، در روزهای مختلف نگهداری

انواع نمونه	مدت نگهداری	ویژگی‌های بافتی		
		سفتی (N)	نیروی چسبندگی (N)	قابلیت کشش (mm)
تافتون ۱	روز ۱	۱۹/۳۱ ± ۰/۰۴ (a)(a)	۲/۲۲±۰/۵۲ (a)(a)	۰/۶۴±۰/۴۲ (a)(a)
	روز ۳	۲۴/۹۰± ۰/۲۷ (b)(d)	۲/۱۰±۰/۳۹ (a)(b)	۰/۵۸±۰/۱۷ (a)(b)
	روز ۵	۲۹/۳۸± ۰/۱۱ (c)(g)	۱/۶۵±۰/۶۸ (a)(c)	۰/۵۰±۰/۲۱ (a)(c)
	روز ۷	۳۲/۶۴± ۰/۳۲ (d)(j)	۱/۰۳±۰/۲۱ (a)(d)	۰/۴۷±۰/۲۸ (a)(d)
تافتون ۲	روز ۱	۱۵/ ۲۶± ۰/۰۹ (e)(b)	۱/۸۱±۰/۶۶ (b)(a)	۰/۵۸±۰/۱۷ (b)(a)
	روز ۳	۲۰/۴۴ ± ۰/۰۹ (f)(e)	۱/۵۴±۰/۲۵ (b)(b)	۰/۵۰±۰/۲۹ (b)(b)
	روز ۵	۲۶/۴۶±۰/۱۱ (g)(h)	۰/۸۶±۰/۱۹ (b)(c)	۰/۴۴±۰/۱۰ (b)(c)
	روز ۷	۳۴/۰۳± ۰/۴۲ (h)(k)	۰/۷۷±۰/۴۵ (b)(d)	۰/۴۲±۰/۱۷ (b)(d)
تافتون ۳	روز ۱	۱۷/۳۲± ۰/۱۹ (i)(c)	۲/۰۷±۰/۴۱ (c)(a)	۰/۶۲±۰/۱۴ (c)(a)
	روز ۳	۲۲/۶۴± ۰/۲۴ (j)(f)	۱/۸۸±۰/۲۹ (c)(b)	۰/۵۱±۰/۲۱ (c)(b)
	روز ۵	۲۸/۲۳± ۰/۱۲ (k)(i)	۱/۲۲±۰/۴۰ (c)(c)	۰/۴۹±۰/۱۰ (c)(c)
	روز ۷	۳۶/۳۸± ۰/۲۹ (l)(l)	۰/۹۴±۰/۲۰ (c)(d)	۰/۴۵±۰/۱۱ (c)(d)

در هر ستون، میانگین‌های حاصل از سه تکرار دارای حروف مشترک در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی‌دار ندارند

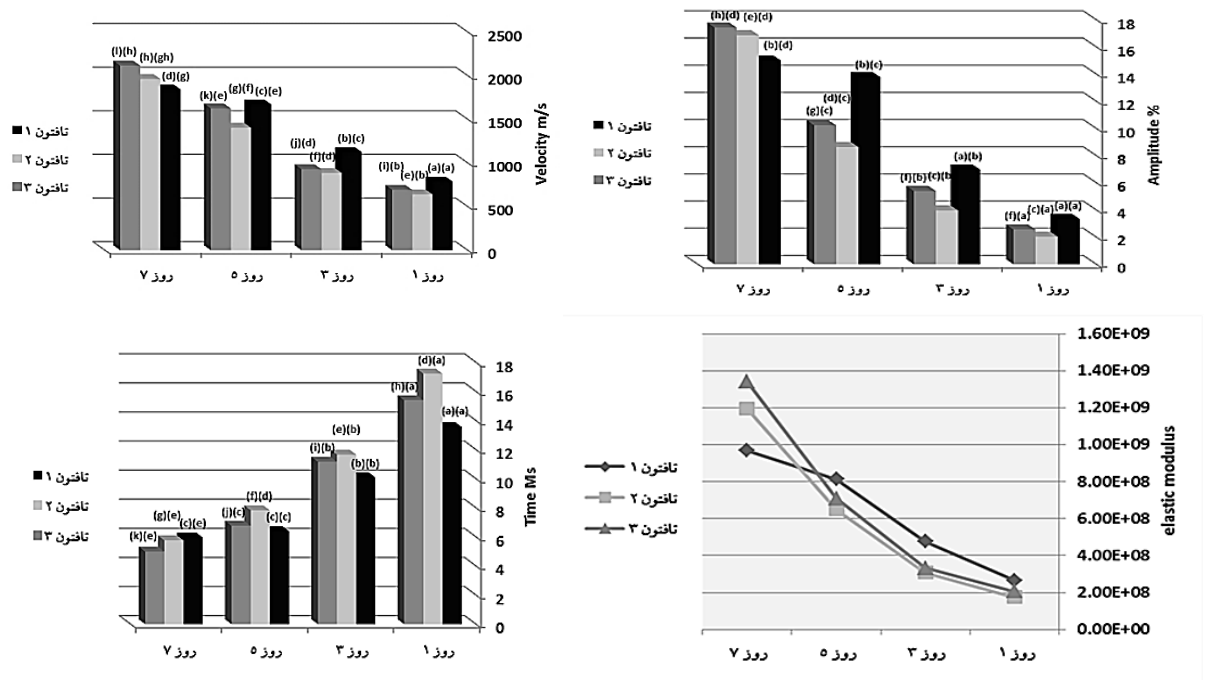
حرف اول داخل پرانتز برای مقایسه اختلاف معنی‌دار میانگین‌های انواع نان سنگک به تفکیک در زمان‌های مختلف نگهداری در سطح احتمال ۵٪ می‌باشند

حرف دوم داخل پرانتز برای مقایسه اختلاف معنی‌دار میانگین‌های نان‌های سنگک در زمان‌های یکسان نگهداری در سطح احتمال ۵٪ می‌باشند

تافتون۱ : نان حاصل از آرد قوی، تافتون ۲: نان حاصل از آرد متوسط، تافتون ۳: نان حاصل از آرد ضعیف

www.SID.ir

Archive of SID



نمودار ۱- میانگین نتایج آزمون اولتراسونیک انواع نان‌های تافتون به تفکیک، در روزهای مختلف نگهداری

حرف اول داخل پرانتز برای مقایسه اختلاف معنی‌دار میانگین‌های انواع نان تافتون به تفکیک در زمان‌های مختلف نگهداری در سطح احتمال ۵٪ می‌باشند. حرف دوم داخل پرانتز برای مقایسه اختلاف معنی‌دار میانگین‌های نان‌های تافتون در زمان‌های یکسان نگهداری در سطح احتمال ۵٪ می‌باشند.

تافتون ۱: نان حاصل از آرد قوی، تافتون ۲: نان حاصل از آرد متوسط، تافتون ۳: نان حاصل از آرد ضعیف

- واگشتگی نشاسته توسط دستگاه DSC

در نمودار ۲ میانگین نتایج آزمون DSC بر روی انواع نان‌های تافتون حاصل از آردهای قوی، متوسط و ضعیف در روزهای مختلف نگهداری مشخص شده است. در انواع نان‌ها با افزایش زمان نگهداری، دمای شروع تبلور، دمای پیک (در موارد دارای تفاوت معنی‌دار) و میزان آنتالپی افزایش یافتند. میانگین‌های دمای شروع تبلور و دمای پیک در انواع نان‌های تافتون در روزهای یکسان نگهداری به تفکیک بین نان‌های تافتون ۱ و ۲ اختلاف معنی‌دار وجود داشت. میانگین آنتالپی انواع نان‌های تافتون در روزهای اول و سوم نگهداری دارای اختلاف معنی‌دار بودند اما در روز پنجم نگهداری تنها بین آنتالپی نان‌های تافتون ۱ و ۲ تفاوت معنی‌دار وجود داشت. نان تافتون حاصل از آرد متوسط سبت به نان حاصل از آرد قوی در روزهای یکسان نگهداری دارای میانگین دمای شروع تبلور، دمای پیک و آنتالپی کمتری بود.

- ارزیابی ویژگی‌های حسی نان‌ها

در جدول ۶ میانگین نتایج ارزیابی حسی انواع نان‌های تافتون حاصل از آردهای قوی، متوسط و ضعیف در روزهای مختلف نگهداری نشان داده شده است. براین اساس در انواع نان‌ها با افزایش زمان نگهداری، میانگین امتیازهای تمام ویژگی‌های حسی مورد بررسی کاهش یافتند. میانگین امتیازهای ویژگی‌های حسی مورد بررسی (در موارد دارای تفاوت معنی‌دار) در زمان‌های یکسان نگهداری در نان تافتون ۲ نسبت به نان تافتون ۳ و در نان تافتون ۳ نسبت به نان تافتون ۱ دارای مقادیر بیشتری بودند. درجه‌بندی کیفی نان تافتون ۱ در روز اول در مورد ویژگی‌های قابلیت جویدن و سفتی بافت رضایتبخش و در مورد سایر ویژگی‌ها خوب بود. در روزهای سوم و پنجم نگهداری میانگین امتیازهای کلیه ویژگی‌ها به ترتیب رضایت‌بخش و کمتر رضایت‌بخش بودند و در روز هفتم نگهداری به جز امتیازهای ویژگی‌های فرم و شکل،

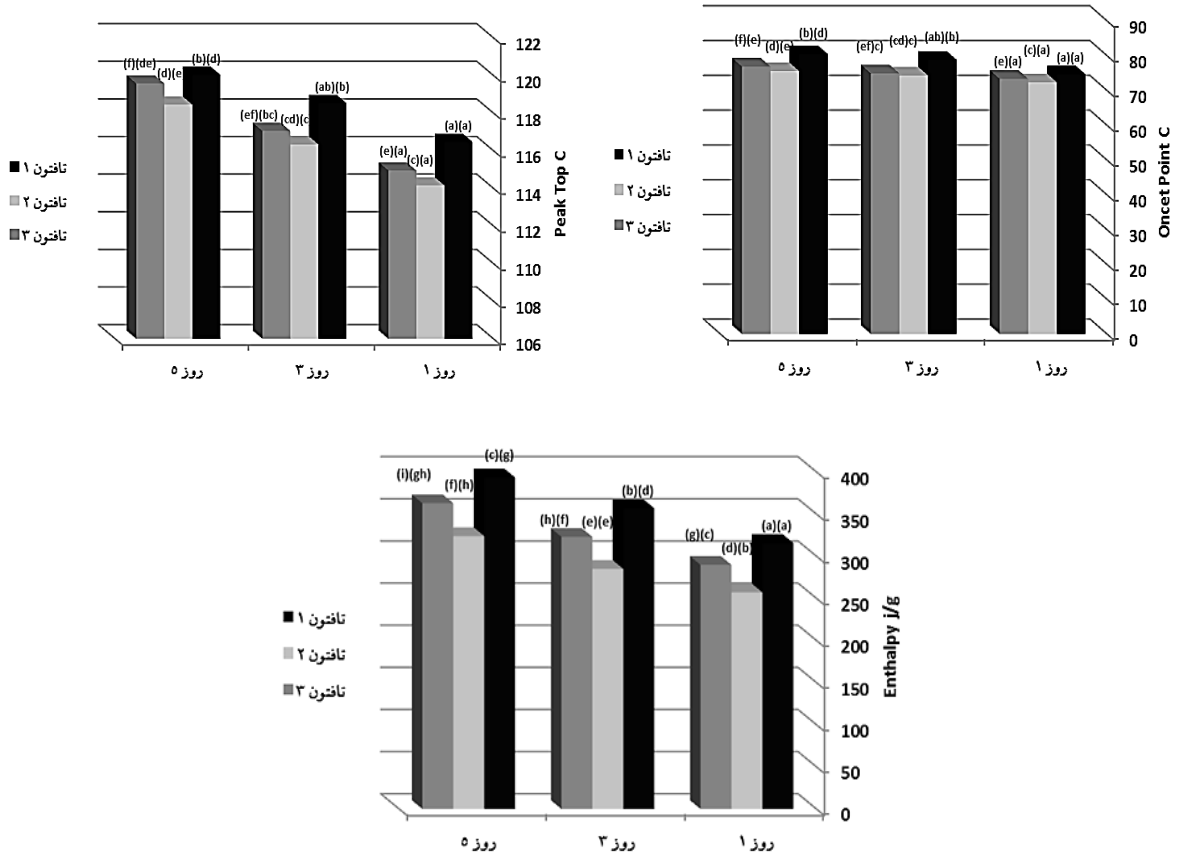
www.SID.ir

Archive of SID

ویژگی‌های سطحی زیرین و رویی و طعم ومزه نان که رضایت‌بخش نبودند، امتیازهای مربوط به سایر ویژگی‌ها غیرقابل قبول بودند. درجه‌بندی کیفی تافتون ۲ به ترتیب در روز اول خیلی خوب، در روز سوم نگهداری به جز امتیاز ویژگی پوکی و تخلخل که رضایت‌بخش بود، میانگین امتیازهای سایر ویژگی‌ها خوب بودند. در روز پنجم نگهداری در نان تافتون ۲ میانگین امتیازهای فرم و شکل و ویژگی‌های سطحی زیرین و رویی نان رضایت‌بخش بودند و میانگین امتیازهای سایر ویژگی‌ها کمتر رضایت-بخش بودند. درجه‌بندی کیفی نان تافتون ۳ به ترتیب در روز اول نگهداری خوب، در روز سوم نگهداری رضایت-بخش، در روز پنجم نگهداری کمتر رضایت‌بخش و در روز هفتم نگهداری رضایت‌بخش نبود.

- **بررسی ریزساختار و ویژگیهای مغز نان‌ها توسط SEM**

تصاویر ۱ تا ۳ ریز ساختار و میزان تخلخل مغز انواع نان‌های تافتون حاصل از آردهای قوی، متوسط و ضعیف را که توسط دستگاه SEM و در چهار بزرگنمایی ۱۰۰، ۲۰۰، ۵۰۰ و ۱۰۰۰ بدست آمده‌اند را نشان می‌دهند. میانگین مقادیر قطر و مساحت منافذ تصاویر انواع نان‌های تافتون حاصل از SEM که توسط نرم‌افزار Microstructure measurment بدست آمده‌اند در نان تافتون ۲ بیشتر از نان تافتون ۳ و در نان تافتون ۳ بیشتر از نان تافتون ۱ بودند.



نمودار ۲- میانگین نتایج آزمون DSC انواع نان‌های تافتون به تفکیک، در روزهای مختلف نگهداری

حرف اول داخل پرانتز برای مقایسه اختلاف معنی‌دار میانگین‌های انواع نان تافتون به تفکیک در زمان‌های مختلف نگهداری در سطح احتمال ۵٪ می‌باشند
حرف دوم داخل پرانتز برای مقایسه اختلاف معنی‌دار میانگین‌های نان‌های تافتون در زمان‌های یکسان نگهداری در سطح احتمال ۵٪ می‌باشند
تافتون ۱: نان حاصل از آرد قوی، تافتون ۲: نان حاصل از آرد متوسط، تافتون ۳: نان حاصل از آرد ضعیف

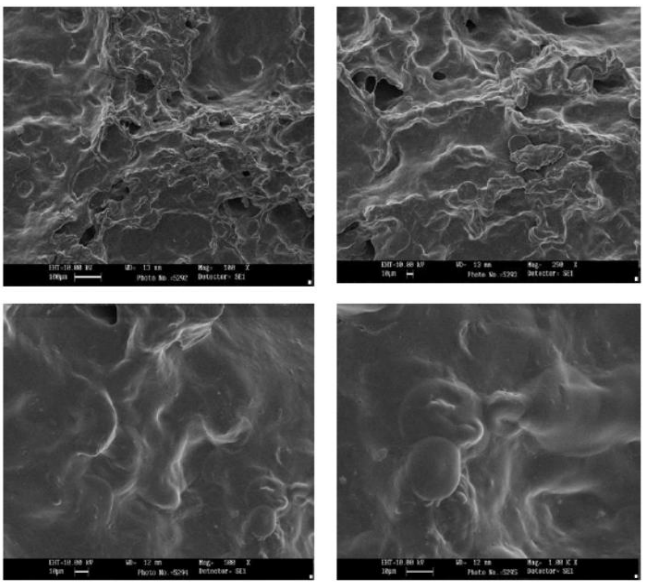
www.SID.ir

Archive of SID

جدول ٦- میانگین نتایج ارزیابی حسی انواع نان‌های تافتون به تفکیک، در روزهای مختلف نگهداری

انواع نمونه	مدت نگهداری	ویژگی‌های حسی						
		فرم و شکل	ویژگی سطحی زیرین	ویژگی سطحی رویی	پوکی و تخلخل	قابلیت جویدن	سفتی و نرمی	طعم، مزه و بو	امتیاز کلی
تافتون ۱	روز ۱	۴/۲۴ ± ۰/۰۴ (a)(a)	۴/۲۹±۰/۰۳(a)(a)	۴/۲۹±۰/۰۲(a)(a)	۴/۲۵±۰/۰۱(a)(a)	۳/۹۵±۰/۰۳(a)(a)	۳/۹۸± ۰/۰۴(a)(a)	۴/۱۷± ۰/۰۲(a)(a)	۴/۱۴±۰/۰۱(a)(a)
	روز ۳	۳/۷۹± ۰/۰۱ (b)(d)	۳/۷۸±۰/۰۱ (b)(c)	۳/۸۰±۰/۰۱ (b)(c)	۳/۶۰±۰/۰۲ (b)(d)	۳/۵۱±۰/۰۱ (b)(d)	۳/۴۸ ± ۰/۰۲ (b)(d)	۳/۷۹± ۰/۰۲ (b)(d)	۳/۶۶±۰/۰۰ (b)(d)
	روز ۵	۲/۸۳± ۰/۰۲ (c)(g)	۲/۷۶±۰/۰۲ (c)(e)	۲/۷۶±۰/۰۲ (c)(e)	۲/۶۰±۰/۰۲ (c)(g)	۲/۲۹±۰/۰۴ (c)(g)	۲/۲۵± ۰/۰۴ (c)(g)	۲/۵۸± ۰/۰۲ (c)(g)	۲/۵۲±۰/۰۱ (c)(g)
	روز ۷	۱/۱۲± ۰/۰۳ (d)(i)	۱/۰۶±۰/۰۳ (d)(g)	۱/۰۸±۰/۰۳ (d)(g)	۰/۸۹±۰/۰۲ (d)(j)	۰/۹۹±۰/۰۳ (d)(j)	۰/۹۸± ۰/۰۳ (d)(j)	۱/۰۶± ۰/۰۲ (d)(j)	۰/۹۸±۰/۰۲ (d)(j)
تافتون ۲	روز ۱	۴/ ۶۷± ۰/۰۲ (e)(b)	۴/۶۶±۰/۰۳ (e)(b)	۴/۶۸±۰/۰۳ (e)(b)	۴/۶۹±۰/۰۱ (e)(b)	۴/۷۲±۰/۰۱ (e)(b)	۴/۷۱± ۰/۲۳ (e)(b)	۴/۷۷± ۰/۰۳ (e)(b)	۴/۷۱±۰/۰۱ (e)(b)
	روز ۳	۴/۲۵ ± ۰/۰۲ (f)(e)	۴/۲۵±۰/۰۲ (f)(d)	۴/۲۶±۰/۰۲ (f)(d)	۳/۹۸±۰/۰۳ (f)(e)	۴/۱۳±۰/۰۳ (f)(e)	۴/۰۹± ۰/۰۳ (f)(e)	۴/۲۴± ۰/۰۳ (f)(e)	۴/۱۶±۰/۰۱ (f)(e)
	روز ۵	۳/۱۹±۰/۰۱ (g)(h)	۳/۱۷±۰/۰۱(g)(f)	۳/۱۷±۰/۰۱(g)(f)	۲/۸۶±۰/۰۱(g)(h)	۲/۸۱±۰/۰۱(g)(h)	۲/۸۹± ۰/۰۲(g)(h)	۲/۹۸± ۰/۰۳(g)(h)	۲/۸۵±۰/۰۰(g)(h)
	روز ۷	۱/۴۵± ۰/۲ (h)(j)	۱/۴۴±۰/۰۲ (h)(h)	۱/۴۴۶±۰/۰۲ (h)(h)	۱/۱۰±۰/۰۲ (h)(k)	۱/۰۶±۰/۰۱ (h)(j)	۱/۰۵ ± ۰/۰۲ (h)(j)	۱/۲۶± ۰/۰۲ (h)(k)	۱/۳۲±۰/۰۱ (h)(k)
تافتون ۳	روز ۱	۴/۳۴± ۰/۰۳ (i)(c)	۴/۳۳±۰/۰۳(i)(a)	۴/۳۴±۰/۰۲(i)(a)	۴/۴۰±۰/۰۳(i)(c)	۴/۳۱±۰/۰۳(i)(c)	۴/۳۰ ± ۰/۰۳(i)(c)	۴/۴۲± ۰/۰۲(i)(c)	۴/۳۵±۰/۰۱(i)(c)
	روز ۳	۳/۸۶± ۰/۰۳ (j)(f)	۳/۸۴±۰/۰۲ (j)(c)	۳/۸۴±۰/۰۲ (j)(c)	۳/۷۷±۰/۰۲ (j)(f)	۳/۷۱±۰/۰۲ (j)(f)	۳/۷۲ ± ۰/۰۲ (j)(f)	۳/۹۴± ۰/۰۲ (j)(f)	۳/۸۴±۰/۰۱ (j)(f)
	روز ۵	۲/۸۰± ۰/۰۲ (k)(g)	۲/۷۷±۰/۰۲ (k)(e)	۲/۷۸±۰/۰۲ (k)(e)	۲/۷۴±۰/۰۲ (k)(i)	۲/۵۹±۰/۰۲ (k)(i)	۲/۵۸ ± ۰/۰۲ (k)(i)	۲/۸۲± ۰/۰۴ (k)(i)	۲/۷۰±۰/۰۱ (k)(i)
	روز ۷	۱/۲۱± ۰/۰۴ (l)(i)	۱/۲۲±۰/۰۴ (l)(i)	۱/۲۲±۰/۰۴ (l)(i)	۱/۰۰±۰/۰۲ (l)(l)	۱/۰۵±۰/۰۴ (l)(j	۱/۰۰ ± ۰/۰۴ (l)(j)	۱/۱۲± ۰/۰۲ (l)(j)	۱/۱۲±۰/۰۲ (l)(l)

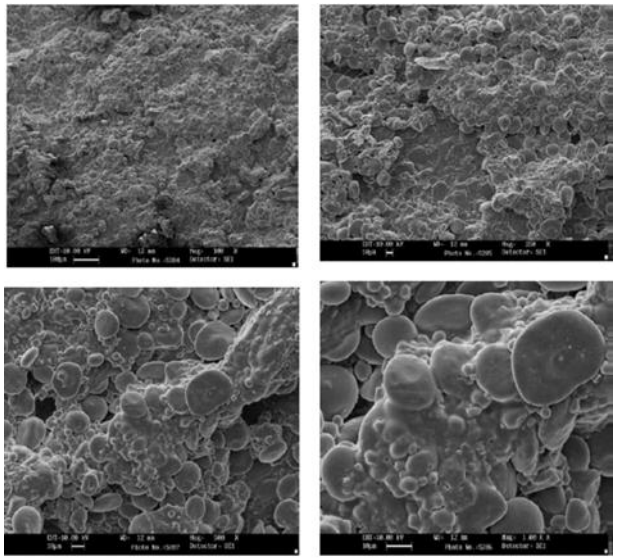
در هر ستون، میانگین‌های حاصل از سه تکرار دارای حروف مشترک در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی‌دار ندارند
حرف اول داخل پرانتز برای مقایسه اختلاف معنی‌دار میانگین‌های انواع نان سنگک به تفکیک در زمان‌های مختلف نگهداری در سطح احتمال ۵٪ می‌باشند
حرف دوم داخل پرانتز برای مقایسه اختلاف معنی‌دار میانگین‌های نان‌های سنگک در زمان‌های یکسان نگهداری در سطح احتمال ۵٪ می‌باشند
تافتون۱ : نان حاصل از آرد قوی، تافتون ۲: نان حاصل از آرد متوسط، تافتون ۳: نان حاصل از آرد ضعیف



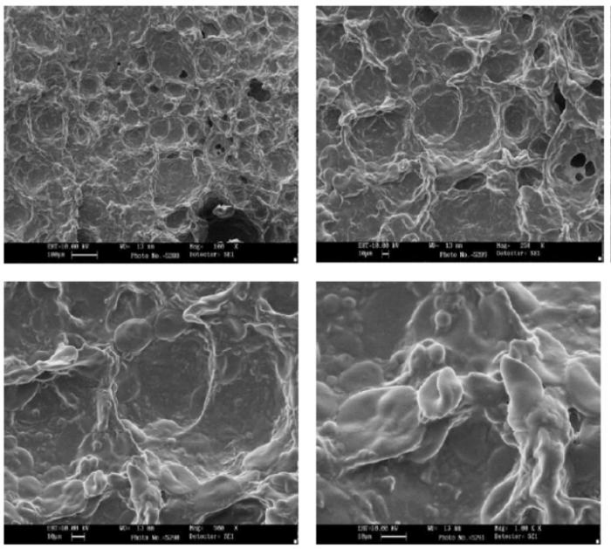
شکل ۱- تصاویر نان تافتون ۱به ترتیب از بالا و از چپ به راست در چهار بزرگنمایی ۱۰۰، ۲۵۰، ۵۰۰ و ۱۰۰۰

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۲- تصاویر نان تافتون ۲ به ترتیب از بالا و از چپ به راست در چهار بزرگنمایی ۱۰۰، ۲۵۰، ۵۰۰ و ۱۰۰۰



شکل ۳- تصاویر نان تافتون۳ به ترتیب از بالا و از چپ به راست در چهار بزرگنمایی ۱۰۰، ۲۵۰، ۵۰۰ و ۱۰۰۰

بحث

اختلاف در ویژگی‌های مقدار پروتئین، گلوتن مرطوب، شاخص گلوتن، عدد زلنی و درصد نشاسته آسیب دیده که در انواع آرد تافتون به صورت کاملاً معنی داری مشاهده گردید، فاکتورهای اساسی ایجاد این آردها با کیفیت‌های مختلف بودند و در واقع اختلاف در این ویژگی‌ها تفاوت در ویژگی‌های کیفی انواع آردها را باعث گردید. اختلاف در نوع و ویژگی‌های کیفی گندم‌های مورد استفاده برای تولید انواع آردها از جمله تفاوت از نظر بافت آندوسپرم و سختی گندم‌های مورد استفاده بر روی درصد نشاسته آسیب آردها مؤثر بودند. عدد فالینگ کمتر و در واقع فعالیت آمیلازی بیشتر آرد قوی نسبت به آردهای متوسط و ضعیف احتمالاً به تفاوت در نوع و ماهیت واریته‌های گندم‌های مورد استفاده برای تولید آردهای با ویژگی‌های کیفی مختلف مربوط می‌گردید. فعالیت آمیلازی بالاتر اما نه خارج از محدوده نرمال، منجر به تجزیه بیشتر نشاسته، افزایش خوراک مخمر و در نهایت کمک به تخمیر بهتر و حجم و رنگ بهتر نان می‌شود. براساس جدول ۲ در انواع خمیرهای آردهای تافتون، خمیر آرد قوی نسبت به خمیر آرد متوسط و خمیر آرد متوسط نسبت به خمیر آرد ضعیف میانگین مقادیر P، P/L، W، Ie ، PrMAX، HYD، TPrMAX و Tol بالاتری داشتند اما به همین ترتیب دارای میانگین

www.SID.ir

Archive of SID

مقادیر L، G، D250 و D450 کمتری بودند این نتایج قطعاً به دلیل اثر مستقیم کاهش پروتئین، گلوتن مرطوب، عدد زلنی و در نتیجه کاهش کیفیت شبکه گلوتن و همچنین کاهش درصد نشاسته آسیب دیده در خمیر آرد ضعیف نسبت به خمیرهای آردهای متوسط و قوی است. در رابطه با نتایج آزمون‌های فیزیکی و شیمیایی نان‌ها تفاوت در ویژگی میزان پروتئین نان‌ها چشمگیر بود و این ویژگی‌ها در نان تافتون ۱ بیشتر مشاهده گردید. که این به دلیل وجود تفاوت در میزان پروتئین انواع آردها بود که به مراتب روی میزان پروتئین نان‌های حاصل از آنها نیز اثر مستقیم داشت. نان تافتون حاصل از آرد متوسط با کمیت و کیفیت پروتئین، عدد فالینگ، اندازه ذرات و درصد نشاسته آسیب دیده در حد وسط تا روز پنجم نگهداری دارای قابلیت حفظ و نگهداری رطوبت بیشتر و کاهش وزن کمتری بود در این ارتباط آستانه‌ای از قدرت خمیر برای تهیه نان مسطح تافتون و حفظ رطوبت بیشتر مطرح گردید که خمیر در کمتر از آن، سست و ضعیف بوده و قابلیت تولید نان مسطح را ندارد و در بالای آن خمیر برای تهیه نان مسطح قوی بوده و قابلیت ورقه شدن مناسب را ندارد. این آستانه الاستیسیته با آرد متوسط تافتون به دست آمد. البته قابل ذکر است که در روز هفتم نگهداری مقادیر رطوبت و وزن نان تافتون ۱ بیشتر از سایر نان‌ها مشاهده گردید که این احتمالاً به دلیل مقادیر بالاتر میزان پروتئین و عدد زلنی در آرد این نوع نان بود که باعث گردید در روز آخر نگهداری نسبت به نان‌های دیگر دارای درصد رطوبت و مقادیر وزن بیشتری باشد. در مورد افزایش میزان حجم در طی زمان نگهداری در نان‌های تافتون به ویژه نان تافتون ۱ به دلیل افزایش ضخامت نان‌ها در هنگام نگهداری آنها بود که این افزایش ضخامت احتمالاً به سبب قابلیت ورقه نشدن متناسب خمیر، چروکیدگی نان و در نتیجه کاهش بیشتر سطح و افزایش حجم نان و همچنین واگشتگی نشاسته در طی نگهداری نان‌ها به ویژه نان تافتون ۱ بود که احتمالاً به تفاوت در ویژگی‌ها و نوع آرد این نوع نان مرتبط بود. در مورد نتایج بدست آمده درباره دانسیته انواع نان‌ها، با توجه به اینکه مقادیر دانسیته نان‌ها با میزان وزن و حجم آنها ارتباط داشتند و با کاهش میزان وزن نان‌ها و افزایش حجم آنها در طی نگهداری مقدار دانسیته آنها کاهش یافتند، بنابراین میانگین مقادیر دانسیته در هر سه نوع نان تافتون با افزایش زمان نگهداری کاهش یافتند و در کل تغییرات وزن، ضخامت و حجم نان‌ها در طی زمان نگهداری روی مقادیر دانسیته نان‌ها اثر بسزایی داشته‌اند. مطالعه Lagrain و همکاران در سال ۲۰۱۳ نشان داد دانسیته نان تعیین‌کننده اصلی ساختار مغز نان و بافت آن در حین نگهداری است و اینکه در نان‌های با دانسیته و ساختار مغز مشابه، تغییر سفتی مغز نان در حین نگهداری توسط تغییرات در میزان نشاسته تعیین می‌گردد. نتایج حاصل از آزمون رنگ نان‌ها نشان دادند که با افزایش زمان نگهداری و بیات شدن نان‌ها میزان روشنایی و زردی پوسته نان‌ها کاهش یافتند و میزان تیرگی پوسته آنها و اختلاف رنگ کلی آنها با شاخص‌های رنگ استاندارد افزایش یافتند که در این مورد کاهش رطوبت در نان‌ها که سبب افزایش تراکم رنگ در آنها می‌گردد تأثیر گذار بوده است. روند تغییرات رنگ پوسته نان تافتون ۲ در طی نگهداری کندتر از سایر نان‌ها به نظر می‌رسید. این نتایج در واقع حفظ رطوبت بیشتر، تراکم کمتر رنگ و روند بیاتی کندتر این نان را تأیید نمودند. Levent and Bilgicli در سال ۲۰۱۲ رنگ نان‌های مسطح ترکیه که با آردهای لوپین، گندم سیاه و جودوسر به نسبت‌های متفاوت ترکیب و تهیه شده بودند را بررسی نمودند. نتایج نشان دادند رنگ مواد خام مورد استفاده مستقیماً رنگ نمونه‌ها را تحت تأثیر قرار می‌دهد.

نتایج ویژگی‌های بافتی نان نشان‌دهنده این موضوع بودند که با افزایش زمان نگهداری، افزایش میزان سفتی در بافت نان‌ها در اثر از دست دادن رطوبت، واگشتگی نشاسته و بیات شدن اتفاق افتاد و میانگین نتایج ویژگی فوق در انواع نان‌ها نشان‌دهنده بافت نرمتر و مطلوب‌تر نان تافتون ۲ نسبت به نان‌های تافتون ۱ و ۳ بود. این نتایج نشان‌دهنده این موضوع است که نان تافتون حاصل از آرد با ویژگی‌های کیفی متوسط تا روز پنجم نگهداری دارای قابلیت حفظ و نگهداری رطوبت بیشتر و بافت نرمتری بود. در نتیجه واگشتگی نشاسته و روند بیاتی در این نان به طور آهسته‌تری رخ داده است. در این ارتباط الاستیسیته و قدرت خمیر مناسب و قابلیت ورقه شدن مطلوب برای تهیه نان مسطح تافتون و حفظ رطوبت بیشتر در آرد با ویژگی‌های کیفی متوسط تافتون به دست آمد. البته قابل ذکر است که در روز هفتم نگهداری مقادیر میزان سفتی

www.SID.ir

Archive of SID

نان تافتون ۱ کمتر از سایر نان‌ها مشاهده گردید که این احتمالاً به دلیل مقادیر بالاتر کمیت و کیفیت پروتئین در آرد این نان بود که باعث گردید با وجود تولید نان سفت‌تر در ابتدای تولید، در روز آخر نگهداری نسبت به نان‌های دیگر دارای میزان سفتی کمتری باشند. قابل ذکر است نتایج میزان سفتی بدست آمده در آزمون بافت سنجی انواع نان‌های تافتون در زمان‌های مختلف، نتایج آزمون‌های تعیین درصد رطوبت و وزن این نان‌ها را در طی نگهداری تأیید نمودند. صالحی‌فر و همکاران در سال ۱۳۸۸ روند بیاتی در نان های لواش و تافتون حاصل شده از آردهای با درصدهای استخراج مختلف را با استفاده از دستگاه سنجش بافت بررسی نمودند و نتیجه گرفتند که نان لواش به تنهایی در ابتدای تولید از تافتون نرم تر است، اما روند بیاتی که نشان دهنده میزان افزایش سفتی طی نگهداری است، در نان لواش بیشتر از نان تافتون بود.

نتایج آزمون صوتی نشان‌دادند که با افزایش زمان نگهداری، به دلیل از دست دادن رطوبت نان‌ها، تبدیل کریستال‌های نشاسته به فرم پایدارتر و واگشتگی نشاسته، بیاتی در نان‌ها اتفاق افتاد و میزان تخلخل در بافت آنها کاهش یافت. در اثر این تغییرات میزان مدول الاستیک نان‌ها افزایش یافت و در واقع نان‌ها سفت‌تر گردیدند، بنابراین با توجه به این موضوع که با افزایش حالت جامد و الاستیک مواد سرعت عبور و دامنه امواج اولتراسونیک افزایش می‌یابند و در عین حال زمان عبور این امواج کاهش می‌یابد، تغییرات سرعت، دامنه و زمان عبور امواج در زمان‌های مختلف نگهداری در انواع نان‌ها قابل توجیه می‌باشند. بر این‌اساس نان تافتون ۲ تا روز پنجم نگهداری دارای سرعت عبور و دامنه امواج اولتراسونیک کمتر، زمان عبور امواج بیشتر و در نتیجه دارای رطوبت بیشتر، سفتی کمتر و روند بیاتی کندتری نسبت به نان‌های تافتون ۱ و ۳ بودند. اما در روز هفتم نگهداری نان تافتون ۱ نسبت به نان‌های تافتون ۲ و ۳ این ویژگی‌ها را داشتند. در واقع نتایج مربوط به این آزمون، نتایج آزمون‌های تعیین درصد رطوبت و بافت‌سنجی انواع نان‌های تافتون را در طی زمان نگهداری تأیید نمودند. همچنین در این آزمون ثابت گردید که نان تافتون ۲ نسبت به نان‌های دیگر به دلیل ویژگی‌های کیفی متناسب آرد آن، برای تولید نان مسطح تافتون مناسب‌تراست و دارای تغییرات بافتی کمتر و کیفیت بهتری در حین نگهداری به ویژه تا روز پنجم نگهداری بود. Elmehdi و همکاران در سال ۲۰۰۳ حساسیت امواج اولتراسونیک به تغییرات در اندازه و شکل سلول‌های مغز نان را ارزیابی نمودند و پتانسیل استفاده از اولتراسونیک به عنوان یک ابزار برای مشخص کردن ویژگی‌های مکانیکی و ساختاری مغز نان و درنتیجه اندازه‌گیری‌های برخی از فاکتورهای تعیین کیفیت نان را ثابت نمودند. براساس نتایج آزمون DSC، با افزایش زمان نگهداری نان‌ها، آنتالپی تبلور نشاسته افزایش یافت. افزایش میزان آنتالپی بر واگشتگی نشاسته دلالت دارد که خود یکی از عوامل کلیدی در بیاتی نان محسوب می شود. همچنین نتایج میانگین‌های دمایی و آنتالپی مشخص ساختند که نان حاصل از آرد متوسط، پس از پخت و در طی نگهداری حفظ رطوبت بیشتر، سفتی بافت کمتر، روند واگشتگی نشاسته و بیاتی کندتری نسبت به نان‌های حاصل از آردهای قوی و ضعیف داشتند. بدین ترتیب می‌توان گفت تفاوت در کیفیت آردهای مورد استفاده منجر به تولید نان‌های با خصوصیات بافتی و کیفیت نگهداری متفاوت گردیدند. در این مورد نرم و ضعیف بودن نان تافتون تهیه شده از آرد ضعیف و سفت و لاستیکی بودن نان تهیه شده از آرد قوی روی روند بیاتی و قابلیت نگهداری آنها تأثیرگذار بودند. این نتایج، نتایج مربوط به آزمون‌های فیزیکی و شیمیایی، بافت‌سنجی و اولتراسونیک انواع نان‌های تافتون را در طی زمان نگهداری تأیید نمودند. Giovanelli و همکاران در سال ۱۹۹۷ در بررسی عوامل تأثیرگذار بر بیات، واگشتگی را عامل کلیدی در بیاتی دانستند. آنها آنتالپی را در آزمون DSC معادل میزان نشاسته واگشته شده دانسته و آن را مقدار انرژی لازم برای ذوب کریستال های نشاسته واگشته شده اعلام نمودند. Fessas و همکاران در سال ۱۹۹۸ دلایل سفتی نان طی نگهداری را به واگشتگی نشاسته و مهاجرت رطوبت طی پخت و نگهداری در نان نسبت دادند. Gray در سال ۲۰۰۳ و Primo-Martin در سال۲۰۰۷ نشان دادند که میزان ژلاتینه شدن و واگشتگی در مغز نان بیشتر از پوسته است. نتایج ارزیابی حسی نشان دادند که با افزایش زمان نگهداری، امتیازهای داده شده به انواع نان‌ها توسط پنلیست‌ها به دلیل ایجاد تغییرات ظاهری، بافتی و طعم و مزه در نان‌ها و به طور کلی افزایش روند بیاتی در آن‌ها، کاهش معنی‌داری داشتند. در این ارتباط کاهش رطوبت،

www.SID.ir

Archive of SID

تبدیل کریستال‌های نشاسته به فرم پایدارتر و واگشتگی نشاسته در ایجاد این تغییرات در حین نگهداری اثر بسیاری داشتند. همچنین براساس این نتایج، نان تافتون ۲ پس از پخت و در طی نگهداری شکل و ویژگی‌های سطحی مناسب‌تر، پوکی و تخلخل بیشتر، سفتی کمتر، قابلیت جویدن مطلوب‌تر، طعم ومزه بهتر و امتیاز کلی بیشتری را نسبت به نان‌های تافتون ۱ و ۳ داشت. روند بیاتی کندتر و قابلیت نگهداری بالاتر در این نان در حین نگهداری به دلیل ویژگی‌های کیفی آرد این نوع نان به خصوص کمیت و کیفیت مطلوب پروتئین در آن برای بدست آوردن خمیری با الاستیسیته مناسب و قابلیت ورقه شدن عالی که در نهایت منجر به کیفیت بالاتر این نان پس از پخت و در طی نگهداری و کسب امتیاز بیشتر گردید. به طور کلی نتایج ارزیابی حسی، نتایج آزمون‌های فیزیکی و شیمیایی، بافت‌سنجی، اولتراسونیک و آزمون DSC انواع نان‌های تافتون را در طی زمان نگهداری تأیید نمودند. با توجه به درجه بندی کیفی نان‌ها توسط پنل‌های با تجربه در طی زمان نگهداری، می‌توان مشخص شدن پدیده بیاتی در نان‌های تافتون را از روز پنجم نگهداری دانست که ویژگی‌های کیفی نان‌ها دارای عیوب قابل ملاحظه‌ای بودند و کمتر رضایت بخش بودند. بنابراین می‌توان داده‌های سایر آزمون‌های مربوط به سنجش بافت و بیاتی از قبیل بافت‌سنجی، اولتراسونیک و DSC را در این روزها به عنوان شاخص‌های پدیده بیاتی انواع نان‌های تافتون با ویژگی‌های کیفی مختلف در نظر گرفت.

با توجه به تصاویر بدست آمده انواع نان‌های تافتون از دستگاه SEM و مقایسه میانگین قطر و مساحت منافذ تصاویر با مقیاس‌ها و بزرگنمایی‌های یکسان با یکدیگر توسط نرم‌افزار Microstructure Measurment.exe مشخص گردید که در نان تافتون ۲ نسبت به نان‌های تافتون ۱ و ۳ مقدار قطر منافذ حاصل از انبساط گاز در حین پخت بیشتر و یکنواخت‌تر است که به نظر می‌رسد آردهای با ویژگی‌های کیفی حد واسط به علت داشتن آستانه الاستیسیته مطلوب و قدرت خمیر مناسب برای تهیه نان مسطح تافتون، قابلیت تشکیل و حفظ منافذ بزرگتر و یکنواخت‌تری در نان حاصله نسبت به نان‌های تافتون حاصل از آردهای قوی و ضعیف داشتند که آنها یا سفت و لاستیکی و یا نرم و ضعیف بودند و در هر دو حالت قابلیت حفظ گاز کمتری داشتند. تصاویر بدست آمده از این نان‌ها به ویژه نان تافتون ۲ حاکی از آن است که شبکه گلوتنی گرانولهای نشاسته را در برگرفته است و بیشتر گرانول های نشاسته متورم شده‌اند اما فرصت پاره شدن و آزاد کردن محتویات خود را نیافته‌اند لذا از نظر ساختمانی ژلاتینه شدن در ساختار نان بطور کامل صورت نگرفته است که با توجه به محدود بودن فرصت پخت نان این حالت بیشتر اتفاق می‌افتد. در تصاویر نان‌های تافتون ۱ و ۳ نیز حالت کواگولاسیون شبکه پروتئینی قابل مشاهده است و شبکه گلوتنی به خوبی تشکیل نگردیده است. برخی گرانول‌های نشاسته در این نان‌ها متورم شده‌اند که در بعضی مواقع سطح آنها دچار ترک خوردگی شده‌اند ولی به مرحله پاره شدن گرانول‌ها نرسیده‌اند و محتویات گرانولها به بیرون و در داخل شبکه گلوتنی نریخته و ژلاتینه شدن در بافت نان تشکیل نشده است. قابل ذکر است نتایج آزمون SEM نتایج آزمون‌های بافتی و حسی نان‌ها را تأیید نمودند.

نتیجه‌گیری

بین نتایج آزمون‌های فیزیکی، شیمیایی، دستگاهی و حسی انواع نان‌های تافتون همبستگی معنی داری وجود داشت و نتایج آزمون‌های این پژوهش می‌تواند به استانداردسازی کیفیت نان تافتون، رتبه‌بندی این نان براساس کیفیت، درجه‌بندی نانوایی‌ها براساس کیفیت نان تولیدی، اعطای نشان تشویقی به واحدهای تولیدی نان، ایجاد رقابت و در نتیجه بهبود کیفیت نان و کاهش ضایعات آن، آگاه‌سازی در مورد استفاده از آرد با ویژگی‌های متناسب و مطلوب برای تولید این نان مسطح سنتی ایران کمک شایانی نماید. در ضمن پیشنهاد می‌گردد از روش اولتراسونیک غیرمخرب به جای بافت‌سنج برای ارزیابی بافت، تخلخل، ساختار سلولی و ویژگی‌های الاستیک نان پس از پخت و در حین نگهداری استفاده گردد. مزیت بزرگ این روش پایش و کنترل کیفیت محصولات و تعیین ویژگی‌های ساختاری آنها به صورت سریع، غیر مخرب، درحین تولید و ارزان نسبت به سایر روش‌ها قابل استفاده هستند.

www.SID.ir

Archive of SID

منابع

پایان، ر. (۱۳۸۵). مقدمه‌ای بر تکنولوژی فراورده‌های غلات. انتشارات نوپردازان. چاپ اول.

دعایی، ع. (۱۳۹۰). بررسی عوامل مؤثر بر کیفیت نان. مؤسسه پژوهش‌های غلات، اقتصاد کشاورزی و توسعه روستایی.

روانفر، ن. ف، محمدزاده میلانی، ج. و رفتنی امیری، ز. (۱۳۹۲). بررسی تأثیر آرد مالت جو بر بیاتی نان بربری. فصلنامه علوم و فناوری های نوین غذایی، سال اول، شماره ۲، صفحه ۱۵-۲۲

شاهدی، م. (۱۳۸۱). افزایش کیفیت نان و کاهش ضایعات آن، گزارش نهایی طرح ملی ارائه شده به شورای پژوهش‌های علمی کشور، دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان.

صالحی‌فر، م.، سیدین اردبیلی، م. و عزیزی، م. ح. (۱۳۹۰). بررسی نوسانات حضور سبوس در آرد بر ویژگی‌های بافتی، ژلاتینه شدن و رتروگرداسیون نان‌های مسطح. مجله علوم غذایی و تغذیه، سال هشتم، شماره ۲.

Abd Karim, A., Norzoah, M. H. & Seow, C. (2000). Methods for study of starch retrogradation. Food Chemistry, 71, 9-36.

AACC. (2000). American Association of Cereal Chemists, Approved methods of analysis of the AACC. 10. ed. St. Paul.

AIB. (1994). American Instititute of Baking, Bread Score Report. 1135 Fullerton Ave., Chicago, Illinois.

Callejo, M. J., Bujeda, C., Rodríguez, G. & Chaya, C. (2009). Alveoconsistograph evaluation of rheological properties of rye doughs. Spanish Journal of Agricultural Research, 7(3), 638-644.

Elmehdi, H. M., Page, J. H. & Scanlon, M. G. (2003). Using ultrasound to investigate the cellular structure of bread crumb. Journal of Cereal Science, 38, 33-42.

Fessas, D. & Schiraldi, A. (1998). Texture and staling of bread crumb: effect of water extractable proteins and pentosans. Thermochemica Acta, 323:17-26.

Ghanbari, M. & Farmni, j. (2013). Influence of hydrocolloids on dough properties and quality of Barbari: An Iranian leavened flat bread. Journal of Agricultural Science and Technology, 15, 545-555.

Giovanelli, G., Peri, C. & Borri, V. (1997). Effects of baking temperature on crumb.staling kinetics. Cereal Chemistry, 74, 710-714.

Gray, J. & Bemiller, J. (2003). Bread staling: molecular basis and control. Revew in Food Science & Food Safety; 2, 1- 21.

Hadnađeva, M., Dapčević Hadnađeva, T., Rakitaa, S., Dokićb, L. & Pojića, M. (2013). Influence of emulsifying polysaccharides on the microstructure, quality and stalling of wheat bread. Inside Food Symposium, 9-12, Leuven, Belgium.

Jooyande, H. (2008). Evaluation of physical and sensory properties of Iranian Lavash flat bread supplemented with precipitated whey protein (PWP). African Journal of Food Science, 3 (2), 28-34.

Karimi, M., Sahraiyan, B., Naghipour, F., Sheikholeslami, Z. & Ghiafe Davoodi, M. (2013). Functional effects of different humectants on dough rheology and flat bread (Barbari) quality. International Journal of Agriculture and Crop Sciences, 5(11), 1209-1213.

Lagrain, B., Wilderjans, E., Glorieux, C. & Delcoura, J. A. (2013). Role of gluten and starch in crumb structure and texture of fresh and stored straight-dough bread. Inside Food Symposium, 9-12 April, Leuven, Belgium.

Lazaridou, A., Duta, D., Papageorgiou, M., Belc, N. & Biliaderis, C. G. (2007). Effects of hydrocolloids on dough rheology and bread quality parameters in gluten-free formulations. Journal of Food Engineering, 79, 1033-1047.

Levent, H. & Bilgicli, N. (2012). Evaluation of physical, chemical and sensory properties of Turkish flat breads (Bazlama and Yufka) supplemented with lupin, buckwheat and oat flours. International Journal of Food Science and Nutrition Engineering, 2(5), 89-95.

Primo-Martin, C., Van Nicuwenhuijzen, N. H., Hamer, R. J. & Van Vliet, T. (2007). Crystallinity changes in wheat starch during the bread making process: starch cristallinity in the bread crust. Cereal science, 45, 219-226.

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

www.SID.ir