Archive of SID

Iranian Food Science and Technology Research Journal
Vol. 6, No. 4, winter, 2011, p. 247-253

نشریه پژوهشهای علوم و صنایع غذایی ایران
جلد ۶، شماره ۴، زمستان ۱۳۸۹، ص. ۲۵۳-۲۴۷

تحلیل تصاویر رقمی مغز نان بربری غنی شده با آرد سویا

فخری شهیدی [۱]- محبت محبی [۲*]- احمد احتیاطی [۳]

تاریخ دریافت: ۸۸/۱۲/۱۵
تاریخ پذیرش: ۸۹/۱۱/۶

چکیده

امروزه کنترل کیفیت نان، به ویژه در حجم وسیع تولید، ضرورت کاربرد روش های جدید را ایجاب می نماید. در این پژوهش تحلیل تصویر مغز نان بربری غنی شده با آرد سویا در دو زمان نگهداری انجام گرفت. میانگین اندازه حفرات و تخلخل با استفاده از نرم افزار ایمیج جی محاسبه شد. بعد برخالی تصاویر مغز نان با استفاده از نرم افزار متلب و تبدیل فوریه تصویر استخراج شد. ویژگی های بافت تصویرنان شامل کنتراست، انرژی، همبستگی و یکنواختی محاسبه شده، مورد تحلیل آماری قرار گرفت. زمان نگهداری بر بعد برخالی، تخلخل و پارامتر ها بافتی تاثیر معنی دار داشت. یافته های این پژوهش را می توان به عنوان روشی سریع، غیر مخرب، ارزان قیمت و عینی برای ارزیابی کیفیت مغز نان در نظر گرفت.

واژه‌های کلیدی: آرد سویا، بعد برخالی، تحلیل تصویر، نان بربری

مقدمه

نان غذای اصلی و پایه مردم بسیاری از کشور های جهان را تشکیل می دهد و روزانه قسمت اعظم انرژی، پروتئین، املاح معدنی و ویتامین های گروه ب مورد نیاز آنها را تامین می نماید. در ایران نیز حدود ۶۵-۶۰ درصد پروتئین و حدود ۳-۲ گرم املاح معدنی و قسمت اعظم نمک مورد نیاز روزانه از مصرف نان تامین می گردد. از بین انواع نان، نان گندم نیمه حجیم (با ضخامت ۱۰ تا ۲۵ میلی متر) به عنوان نان غالب تولیدی در کشور مطرح است و از نمونه های پر مصرف این نان می توان به نان های بربری، تافتون و سنگک اشاره کرد. نان بربری دارای حجم مخصوص بیشتری در مقایسه با انواع دیگر است و ضخامت آن به سه سانتی متر نیز می رسد. طبق استاندارد ایران، این نوع نان جزء نان های مسطح طبقه بندی می شود(۱و۲). فیبر های رژیمی بخشی از مواد غذایی هستند که بدن آنزیم های لازم جهت هضم آنها را ندارد. اهمیت فیبرهای رژیمی ناشی از اثر مفید روی کاهش میزان کلسترول خون و بیماری های کولون می باشد (۵). علاوه بر این خمیر های با فیبر های غنی شده، به دلیل جذب آب بالا موجب می شوند زمان عملیات کوتاهتر شده و تحمل تخمیر افزایش پیدا کند (۱۷). سویا منبع اصلی آنزیم لیپوکسیژناز است که باعث رنگ بری آرد می شود و اثرات مثبتی بر خصوصیات رئولوژی و پخت خمیر خواهد داشت. علت این امر، اکسیداسیون گروه های سولفیدریل و ایجاد پیوند های دی سولفید میان رشته های مختلف پروتئینی است که سبب تغییر شکل سلول یا فضای در بر گیرنده گاز خواهد شد (۸). با توجه به اینکه نان، قوت غالب در کشور را شامل می شود، غنی سازی نان با ترکیب های مختلف نظیر انواع هیدروکلوئید ها، فسفولیپید ها، ویتامین ها، گلوتن یا انوع چاشنی ها در راستای ارتقای ارزش تغذیه ای و سطح کیفی محصول، باید از نظر خصوصیات حسی و بافتی نیز مورد ارزیابی دقیق قرار گیرد. امروزه برای بررسی دقیق بافت نان و تغییرات آن از روش های دستگاهی از جمله دستگاه های اعمال نیرو یا بافت سنج استفاده می شود. از روش های نوین برای سنجش بافت نان که در سال های اخیر توجه زیادی به آن معطوف شده است، استفاده از روش پردازش تصویر است. این روش مبتنی بر تصویر برداری از بافت نان و سپس تجزیه و تحلیل تصاویر حاصل به منظور تعیین پارامتر های بافتی یا یافتن همبستگی بین نتایج آزمایشگاهی و نتایج حاصل از تحلیل رایانه ای برای رسیدن به مدل ها و روش های سریع

۱ و ۲- استاد و استادیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه فردوسی مشهد
(*-نویسنده مسئول: mohebbat2000@yahoo.com)
۳- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه فردوسی مشهد

www.SID.ir

Archive of SID

سنجش خصوصیات بافتی می باشد. یکی از مهمترین ویژگی های تصویر، بافت است. پیکسل ها عناصر سازنده تصاویر هستند. به طور کلی دو نوع اطلاعات از هر پیکسل قابل استخراج است که عبارتند از میزان روشنایی و موقعیت هر پیکسل در مختصات تصاویر. میزان روشنایی برای تعیین ویژگی های رنگی و موقعیت هر پیکسل برای توصیف شکل و بیان اندازه کاربرد دارد. در آنالیز بافت تصویر، از هر دو ویژگی پیکسل استفاده می شود و چگونگی آرایش خاص مقادیر روشنایی هر پیکسل، در ناحیهٔ خاصی از تصویر بررسی می شود. مندوزا و همکاران (۲۰۰۷) از آنالیز بافت تصویر و رنگ برای طبقه بندی چیپس سیب زمینی تجاری استفاده کردند. این محققان بیان نمودند ویژگی های مستخرج از بافت تصویر (انرژی، انتروپی[1]، کنتراست و یکنواختی) نسبت به ویژگی های رنگی تصاویر چیپس سیب زمینی قابلیت بالاتری برای طبقه بندی این محصول دارد و می تواند به عنوان یک روش غیر مخرب و سریع برای پیشگویی ویژگی های آن استفاده شود (۹). وو و همکاران (۲۰۰۹) از روش تصویرگیری به شیوهٔ چند طیفی برای طبقه بندی چای سبز استفاده نمودند. در این پژوهش انتروپی تصاویر به عنوان یک شاخص بافت محاسبه گردید و گزارش شده با استفاده از این پارامتر امکان طبقه بندی چای سبز با صحت ۱۰۰٪ فراهم است (۱۶).

هندسه برخالی مفهوم نوینی است که نخستین بار در سال ۱۹۷۷ توسط مندلبرات[2] ارایه شد و امکان توصیف پیچیدگی های اشکال طبیعی را فراهم نمود. از هندسه برخالی برای مطالعه ی دامنه گسترده ای از پدیده های فیزیکی از فرآیند ذره سازی تا رفتار جریان در حین تشکیل لایه مقاوم طی میکروفیلتراسیون آب میوه ها استفاده شده است. روش های متعددی جهت اندازه گیری بعد برخالی[3] وجود دارد که مهمترین آن ها روش شمارش جعبه[4]، روش حرکت براونی[5] و روش طیف قدرت فوریه[6] است (۷). در صنایع غذایی، طی سال های اخیر موارد معدودی از کاربرد بعد برخالی گزارش شده است. گنزالس و باتلر (۲۰۰۸) بعد برخالی نان را با روش های مختلف محاسبه و از آن برای توصیف دقیق زبری سطحی نان استفاده کردند. نتایج نشان داد که وضعیت ظاهری مغز نان را می توان به طور موثری با توجه به بعد برخالی مغز نان تعیین کرد. همچنین همبستگی بعد برخالی با پارامتر های متوسط سطح اندازه حفرات هوا و تخلخل[7] بررسی شد. در این تحقیق همبستگی بین بعد برخالی و تخلخل پایین گزارش شد(۶).

1- Entropy
2- Mandelbrot
3- Fractal dimension
4- Box counting
5 - Brownian motion
6- Fourier power spectrum
7- Void Fraction

مندوزا[8] و همکاران (۲۰۰۹) از تئوری برخالی به عنوان یک روش جدید و غیر مخرب برای توصیف ویژگی های ظاهری و طبقه بندی برگر های مرغ، بوقلمون و خوک استفاده نموده، نشان دادند که این روش قادر به طبقه بندی برگر با صحت ۹۳.۹٪ می باشد(۹). فتحی(۱۳۸۸) از تئوری برخالی برای پیش بینی میزان چروکیدگی طی فرآیند خشک کردن کیوی به روش ترکیبی اسمز – هوای داغ به کمک شبکه های عصبی مصنوعی استفاده کرد. یافته های این تحقیق نشان داد که بعد برخالی خط فصل مشترک بین کیوی و پس زمینه تصویر همبستگی فوق العاده (ضریب همبستگی ۹۳٪) با چروکیدگی دارد(۳).

هدف از انجام این پژوهش، سنجش توانایی تحلیل تصویر در تعیین خصوصیات بافتی نان بربری است. از آن جا که افزودن فیبر به آرد نان به طور مشخصی بر بافت نان تاثیرگذار است، از تحلیل تصویر به عنوان یک روش دستگاهی و سریع برای تعیین میزان تاثیر افزودن آرد سویا و اثر زمان بر پارامتر های بعد برخالی، تخلخل، اندازه حفرات و ویژگی های تصویر بافت مغز نان استفاده شد.

مواد و روش ها

پخت نان

آرد سویا از شرکت سویا توس در مشهد خریداری شد. از آرد خبازی برای تولید نان استفاده شد. فرمولاسیون و روش معمول در تولید نان بربری در شهر مشهد استفاده گردید. تولید در فضای نیمه صنعتی انجام شد. پس از اختلاط مواد اولیه با آب و خمیرگیری، چانه گیری انجام شد. چانه ها به مدت ۱۵ دقیقه استراحت داده شده و سپس شکل دهی شده و سینی ها به گرمخانه منتقل شد. سینی ها به مدت ۲۰ دقیقه در گرم خانه قرار گرفتند. پخت در فر نانوایی با دمای اولیه ۲۵۰ درجه سانتی گراد و نهایی ۳۰۰ درجه سانتی گراد به مدت ۹ دقیقه انجام شد. اندازه گیری پارامتر های بافت مغز نان، به فاصله ۱۲و۳۶ ساعت پس از پخت نان انجام گرفت.

تصویرگیری

از هر سری پخت، چهار نان به تصادف انتخاب شده و قطعات ۱۲×۲۵ سانتی متر از آن جدا سازی شد و تصویر گیری با اسکنر مسطح (مدل HP Scanjet 4010) انجام شد و تصاویر با فرمت TIFF ذخیره گردید.

ارزیابی بافت تصویر

از میان روش های آماری مختلفی که برای آنالیز بافت تصویر

8- Mendoza

www.SID.ir

Archive of SID

وجود دارد، ماتریس همزمانی سطح خاکستری[1] یکی از پرکاربردترین تکنیک های آنالیز بافت تصویر است که در آن مشخصه های بافت توسط برخی روش های آماری از ماتریس همزمانی p(k,l) بدست می آیند (۱۸). قبل از ساختن ماتریس دو پارامتر θ(جهت جفت های پیکسلی) و d (فاصله بین جفت های پیکسلی) باید انتخاب شوند. جهت θ یکی از چهار مقدار۰، ۴۵،۹۰ و ۱۳۵ بوده و فاصله بستگی به رزولوشن بافت دارد. در بسیاری از موارد در صنایع غذایی d معمولا طبق خواص ماده غذایی مورد مطالعه بدست می آید. زمانی که اطلاعات کافی از انتخاب فاصله مناسب وجود ندارد، مقدار ۱ یا گروهی از مقادیر مختلف معمولا مورداستفاده قرار می گیرد. ماتریس از شمردن جفت های پیکسلی (x_1, y_1) (x_2,y_2) با مقادیر خاکستری k و l در جهت θ و فاصله d ساخته می شود. سپس ماتریس همزمانی، با معادله ذیل نرمال می شود:

(۱)

$$P(k,l) = \frac{p(k,l)}{R}$$

به طوریکه R تابع نرمال بوده که معمولا به عنوان مجموع ماتریس تنظیم می شود. از معادله فوق چهارده مشخصه به دست می آید(۱۷). چهار مشخصه ذیل معمول ترین آن ها است.

(۲)

$$ASM = \sum_k \sum_l p^2(k,l)$$

این پارامتر مبین میزان صافی یا یکنواختی سطح نمونه و معادل انرژی است، به طوری که کاهش صافی این ویژگی را کاهش می دهد.

(۳)

$$CON = \sum_{n=0}^{D} n^2 \left(\sum_k \sum_{\substack{l \\ |k-l|=n}} P(k,l) \right)$$

این پارامتر مبین میزان کنتراست[2] تصویر است و تنوع شدت سطوح خاکستری را نشان می دهد.

(۴)

$$COR = \frac{\sum_k \sum_l (kl) P(k,l) - \mu^2}{\sigma^2}$$

این پارامتر میزان خطی بودن و همبستگی تصویر را توصیف می کند.

(۵)

$$HOM = \sum_k \sum_l \frac{1}{1+(k-l)^2} P(k,l)$$

این پارامتر مبین میزان یکنواختی در تصویر است. در این روابط σ^2 واریانس و μ متوسط مقدار ماتریس می باشد و از رابطهٔ زیر به دست می آید.

(۶)

$$\mu = \sum_k \sum_l kP(k,l)$$

محاسبه بعد برخالی

در این پژوهش جهت محاسبه بعد برخالی از تبدیل فوریه تصویر استفاده شد. با محاسبه شیب خط برازش شده بر رابطه طیف قدرت فوریه در برابر فرکانس (β) و از رابطه زیر بعد برخالی تعیین گردید:

$$\text{Fractal Dimension} = \frac{6+\beta}{2} \qquad (۷)$$

منحنی قطبی شیب که مشخص کننده ماهیت غیر ایزوتروپ مغز نان می باشد، برا ی کلیه تصاویر به دست آمد. کلیه مراحل پردازش تصویر جهت محاسبه پارامتر های بافت و بعد برخالی مغز نان در محیط نرم افزار متلب (۱۰) انجام شد. جهت استخراج تخلخل و اندازه حفرات تصاویر رقمی از نرم افزار ایمیج جی (ImageJ) (۱۴) استفاده شد. به این منظور نخست تصاویر رنگی تبدیل به نوع هشت بیتی شد. جهت تقطیع تصاویر از روش آستانه گیری دستی بر مبنای رنگ قرمز استفاده شد(شکل ۱). آنالیز حفرات موجود در مغز نان با استفاده از گزینهAnalyze particle صورت گرفت. به این ترتیب کلیه حفرات موجود در قطعه نان از نظر مساحت و محیط نیز مورد ارزیابی قرار گرفتند.

از نتایج مستخرج از پردازش تصاویر در این بخش می توان به میزان تخلخل دست یافت که عبارتست از نسبت مجموع سطح حفرات هوا به سطح کل نان و از رابطه ی زیر محاسبه می شود.

$$\text{Void Fraction} = \frac{\text{Sum of cell area}}{\text{Total area of slice}} \qquad (۸)$$

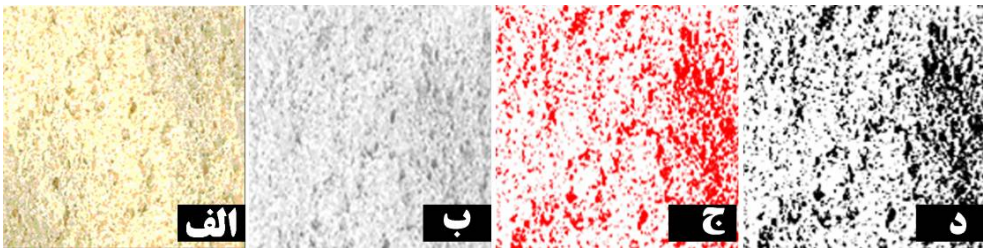
ارزیابی حسی

ویژگی های کیفی نان شامل رنگ و ظاهر، میزان تخلخل و بافت مورد ارزیابی قرار گرفت. ۱۰ نفر ارزیاب زن و مرد که آشنایی با نان بربری داشتند، انتخاب شدند و در مورد مشخصات کیفی و ارزیابی بافت نان بربری و شیوه امتیاز دهی، آموزش دیدند. داوران بر اساس پارامتر های مورد ارزیابی نان بربری امتیاز کلی از ۱ تا ۵ به نمونه های نان، اختصاص دادند.

1- Gray level co-occurrence matrix
2- Contrast

www.SID.ir

Archive of SID



شکل۱. الف: تصویر خام ب: تصویر ۸ بیتی ج: تصویر در مرحله آستانه گیری د: تصویر تقطیع شده

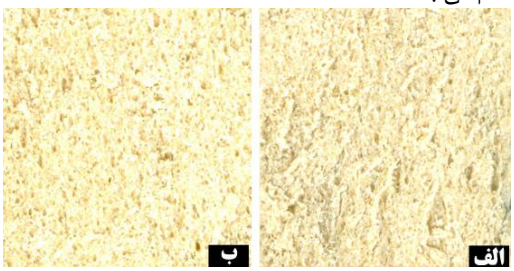
تحلیل آماری

تحلیل آماری بر پایه درصد آرد سویا در چهار سطح جایگزین آرد در فرمولاسیون (۰، ۴، ۸ و ۱۲ درصد) و زمان نگهداری در دو سطح (۱۲ و ۳۶ ساعت پس از تولید) در قالب فاکتوریل و با ۳ تکرار انجام شد. تجزیه و تحلیل نتایج با استفاده از نرم افزار مینی تب[1] (۱۲)و در سطح معنی داری ۵ درصد صورت گرفت. مقایسه میانگین ها با آزمون چند دامنه ای دانکن انجام گردید. نمودارها با نرم افزار اکسل (۱۱)و متلب (۱۰) ترسیم شدند.

نتایج و بحث

ویژگی های بافتی نان

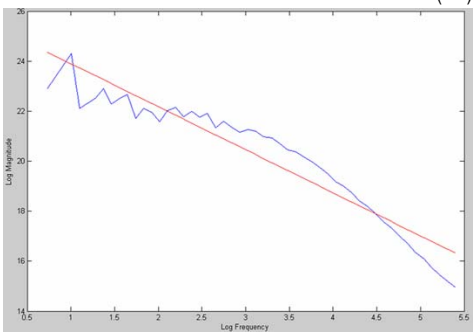
نان به عنوان ماده ای جامد و نرم در نظر گرفته می شود که در مقیاس ماکروسکوپی از دو فاز سیال (هوا) و جامد (دیواره سلولی) تشکیل می شود. هنگام مشاهده مقطع عرضی نان مشخص می گردد که فاز جامد پیوسته بوده، سلول های هوایی کاملا ایزوله می باشند. با ارزیابی بافت تصویر مغز نان می توان اطلاعات کمی در مورد ساختار به دست آورده، تاثیر فرمولاسیون، شرایط تولید و نگهداری را بر این مبنا بهینه سازی نمود. ارزیابی بعد برخالی یکی از مهم ترین روشهای آنالیز بافت تصویر می باشد. شکل ۲ تصاویر مربوط به دو نوع نان بربری تهیه شده بدون آرد سویا و حاوی ۸ درصد آرد سویا جایگزین آرد گندم می باشد.



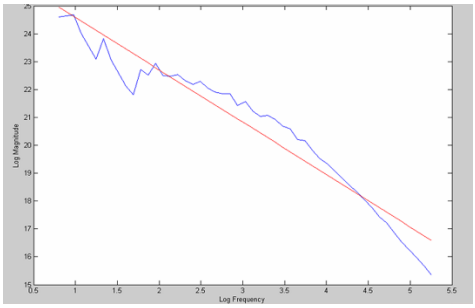
شکل۲. الف: تصویر مغز نان فاقد آرد سویا ب: تصویر مغز نان دارای ۸٪ آرد سویا

1- MINITAB

شکل های ۳و۴ به ترتیب منحنی طیف قدرت فوریه در برابر فرکانس تصاویر نان در شکل ۲ :الف و ۲:ب را نشان می دهد. منحنی قطبی شیب خط برازش شده بر رابطه طیف قدرت فوریه و فرکانس در جهات مختلف برای این تصویر نیز به ترتیب در شکل های ۵و۶ ارایه شده است. میانگین بعد برخالی این دو تصویر به ترتیب برابر ۲/۰۹و ۲/۰۳ می باشد. لازم به ذکر است که شکلهای ۵ و۶ بیانگر ماهیت غیر ایزوتروپ مغز نان بربری می باشند. در واقع ارزیابی بعد برخالی در حوزه فرکانس مطابق روش پیشنهادی توسط راس (۱۹۹۴) به خوبی بیانگر شکل و ابعاد سلول ها در مغز نان بربری می باشد(۱۵).



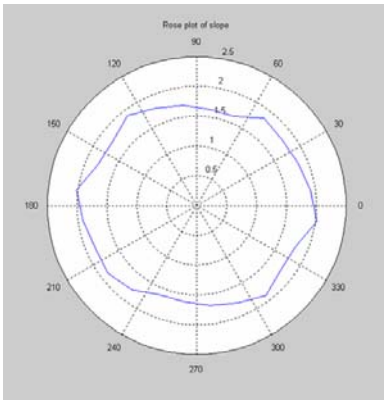
شکل ۳. منحنی طیف قدرت فوریه نان فاقد ارد سویا



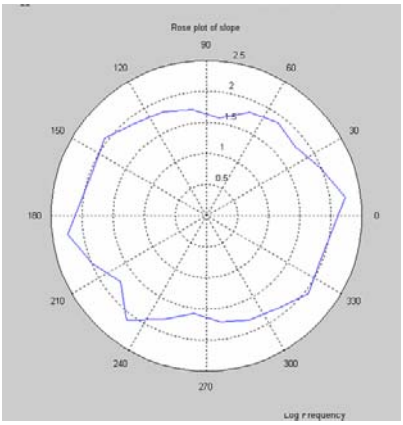
شکل٤. منحنی طیف قدرت فوریه نان با ۸ درصد آرد سویا

www.SID.ir

Archive of SID



شکل۵. منحنی قطبی مقادیر شیب خط برازش شده مربوط به تبدیل فوریه تصویر نان فاقد آرد سویا



شکل٦. منحنی قطبی مقادیر شیب خط برازش شده مربوط به تبدیل فوریه تصویر نان با ۸ درصد آرد سویا

درصد آرد سویا جایگزین آرد گندم در فرمولاسیون نان تاثیر معنی داری روی بعد برخالی نان نداشت (جدول۱) ولی زمان نگهداری به طور معنی داری منجر به افزایش بعد برخالی نان بربری شد (جدول۲). با افزایش زمان نگهداری نان و با توجه به تاثیری که نگهداری و تغییرات فیزیکی شیمیایی بر بافت نان به ویژگی تخریب بافت نان دارد این طور انتظار می رفت که بعد برخالی افزایش پیدا کند.

رابطه ساختار سلولی مغز نان و بسیاری از ویژگی های کیفی نان توسط محققان مورد ارزیابی قرار گرفته است. از جمله این موارد می توان به تاثیر اندازه سلول ها در مغز نان و تاثیر آن بر ویژگی های مکانیکی مغز نان اشاره کرد. اگر چه گیبسون و اشبی (۱۹۹۷) بیان نمودند که خواص مکانیکی مغز نان بیش از اندازه سلول ها، تابع چگونگی توزیع آنها می باشد(۴). یکی از عوامل موثر بر این پارامتر، هوا می باشد. هوا قسمت بسیار مهمی از خمیر را تشکیل می دهد که بخشی از آن ناشی از هوای موجود در آرد و بخشی ناشی از هوای افزوده شده طی مراحل مختلف اختلاط و فرآوری می باشد. وضعیت سلول ها در مغز نان را با پارمتر هایی نظیر میانگین اندازه حفرات و تخلخل می توان بررسی کرد. نتایج این پژوهش (جداول ۱و۲) نشان داد جایگزینی آرد گندم با آرد سویا در فرمولاسیون نان بربری تاثیر معنی داری بر اندازه حفرات و تخلخل نداشته است. زمان نگهداری بر اندازه حفرات تاثیر معنی دار نداشته است و منجر به افزایش تخلخل در بافت تصویر مغز نان شده است. به طور کلی تغییر حجم در نان های حجیم، نیمه حجیم و مسطح طی نگهداری متفاوت است. ساختار فشرده نان های مسطح و نیمه حجیم به دلیل اینکه هوای کمتری در ساختار خود دارد تغییرات محسوس ندارد ولی در نان های حجیم، با افزایش زمان نگهداری رطوبت از مغز به سطح منتقل می شود که باعث تغییر در ساختمان شبکه پروتئین می شود. این تغییرات شامل کاهش استحکام و کاهش حجم می باشد که شامل کاهش در اندازه حفرات یا تخلخل نیز هست. وجود سویا در ساختمان نان بربری باعث تشدید در روند کاهش رطوبت شده و با وجود فشردگی نسبی بافت نان بربری بر میزان تخلخل مغز نان موثر است. در این تحقیق سویا با تضعیف بافت نان بربری با گذشت زمان باعث تخریب بافت نان شد و ارزیابی حسی توسط داوران نیز این مسئله را نشان داد. این پدیده باعث ایجاد حفرات هوا و به عبارتی افزایش تخلخل شد که بررسی تصاویر مغز نان و تعیین تخلخل با استفاده از پردازش تصویر این مسئله را تایید کرد، هر چند وجود نتایج متفاوت در تحقیقات سایر محققین متاثر از تفاوت در فرمولاسیون و فرآیند نیز وجود دارد.

با توجه به نتایج حاصل از این پژوهش (جدول ۳) می توان دریافت که جایگزینی آرد گندم با آرد سویا تاثیری معنی داری بر کنتراست، انرژی و یکنواختی تصویر نداشته است، در حالی که از میزان همبستگی تصویر با افزایش سطح جایگزینی کاسته شده است ($p<0.05$) که می تواند با تغییرات اندازه حفرات و میزان تخلخل مرتبط باشد. نگهداری نان بربری به طور معنی داری باعث افزایش کنتراست در تصویر مغز نان شده است در حالیکه سه پارامتر همبستگی، انرژی و یکنواختی کاهش یافته است (جدول ۴).

ارزیابی حسی

نتایج (جدول۱) نشان می دهد که افزودن آرد سویا به نان منجر به افزایش مقبولیت نان بربری شده است به طوری که میانگین مقادیر ارزیابی حسی نان تفاوت معنی داری با مقدار درصد آرد سویا افزوده نداشته است ولی تمامی سطوح دارای آرد سویا نسبت به نان فاقد آرد سویا مقبولیت بالاتری داشتند. با افزایش زمان ماندگاری از ۱۲ ساعت به ۳۶ ساعت مشاهده می شود که مقبولیت نان به شدت کاهش پیدا کرده است (جدول۲) که می تواند با کاهش همبستگی بافت تصویر و افزایش کنتراست مرتبط با کاهش صافی نمونه مرتبط

www.SID.ir

Archive of SID

می شود. نان پخته شده دارای آرد سویا در ۱۲ ساعت اول دارای بافت منسجم بود که همین پدیده تاثیر بسزایی در مقبولیت آن داشت، نان دارای ۴ درصد آرد سویا در فرمولاسیون اولیه دارای بالاترین میزان مقبولیت است، اگرچه بر اساس نتایج در جدول۱ تفاوت معنی داری با درصد افزودن ۸ و ۱۲ درصد وجود ندارد ولی این نوع نان به طور معنی داری نسبت به نان فاقد آرد سویا در جایگاه بالاتری قرار دارد ولی با گذشت زمان و افزایش زمان نگهداری به ۳۶ ساعت، مشاهده شد که نمونه های نان دارای آرد سویا به شدن دچار تخریب بافتی شد و احتمالا همین مسئله بر امتیاز داده شده توسط ارزیاب به نمونه نان تاثیر گذار است.

جدول ۱. مقایسه میانگین بعد برخالی، اندازه حفرات، تخلخل و ارزیابی حسی مغز نان بربری تحت تاثیر آرد سویا

سطح جایگزینی	میانگین			
	بعد برخالی	اندازه حفرات	تخلخل	ارزیابی حسی
٪۰	^{a} ۲/۱۲	^{a}۰/۰۱۵۰۵	^{a}۰/۱۷۸۳۳	^{b}۳/۵۶
٪۴	^{a} ۲/۰۹	^{a}۰/۰۱۵۰۹	^{a}۰/۱۷۸۴	^{a}۳/۸۳
٪۸	^{a} ۲/۰۹	^{a}۰/۰۲۲۲۰	^{a}۰/۱۹۲۲	^{a} ۳/۷۴
٪۱۲	^{a} ۲/۰۵	^{a}۰/۰۱۶۳۱	^{a} ۰/۱۸۰۰	^{a}۳/۷۰

حروف مشترک نشان دهنده عدم اختلاف معنی دار در سطح ۵ درصد است.

جدول ۲ – مقایسه میانگین بعد برخالی، اندازه حفرات، تخلخل و ارزیابی حسی نان بربری تحت تاثیر زمان نگهداری

زمان نگهداری	میانگین			
	بعد برخالی	اندازه حفرات	تخلخل	ارزیابی حسی
۱۲ ساعت	^{b} ۲/۰۸	^{a}۰/۰۱۵۴۳	^{b}۰/۱۶۶۲۵	^{a}۳/۸۸
۳۶ ساعت	^{a}۲/۱۲	^{a}۰/۰۱۸۷۵	^{*a}۰/۱۹۷۹۲	^{b}۳/۵۴

* نشان دهنده معنی داری در سطح ۱ درصد است.

جدول ۳. مقایسه میانگین کنتراست، همبستگی، انرژی و یکنواختی مغز نان بربری تحت تاثیر آرد سویا

سطح جایگزینی	میانگین			
	کنتراست	همبستگی	انرژی	یکنواختی
٪۰	^{a}۰/۲۲۲۳	^{b}۰/۷۵۷۱	^{a}۰/۳۳۵۱	^{a}۰/۸۹۶۸
٪۴	^{a}۰/۱۹۷۳	^{b} ۰/۷۵۸۶	^{a}۰/۳۷۲۳	^{a}۰/۹۰۷۱
٪۸	^{a}۰/۲۰۶۲	^{ab}۰/۷۶۶۱	^{a}۰/۳۴۳۱	^{a} ۰/۹۰۲۹
٪۱۲	^{a}۰/۲۰۵۶	^{a}۰/۷۸۱۴	^{a} ۰/۳۱۹۱	^{a}۰/۹۰۳۲

جدول ٤ – مقایسه میانگین کنتراست، همبستگی، انرژی و یکنواختی مغز نان بربری تحت تاثیر زمان نگهداری

زمان نگهداری	میانگین			
	کنتراست	همبستگی	انرژی	یکنواختی
۱۲ ساعت	^{b}۰/۱۹۰۵	^{a*}۰/۷۷۷۶	^{a*}۰/۳۷۷۲	^{a*}۰/۹۱۰۷
۳۶ ساعت	^{a*} ۰/۲۲۵۱	^{b} ۰/۷۵۴۰	^{b}۰/۳۰۷۶	^{b} ۰/۸۹۴۳

نتیجه گیری کلی

نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که به جهت ساختار مورفولوژیکی نامنظم و پیچیده، نان را می توان به عنوان یک برخال طبیعی در نظر گرفت و با استفاده از تبدیل فوریه شکل و محاسبه بعد

www.SID.ir

Archive of SID

برخالی به ادراکی در مورد ظاهر آن دست یافت. به این ترتیب مشخص می گردد که تحلیل تصاویر رقمی مغز نان، به خوبی قادر به بیان تغییرات بافت مغز نان در اثر فرمولاسیون های مختلف و زمان نگهداری متفاوت می باشد. به ویژه پارامترهای بافتی شامل کنتراست، همبستگی، یکنواختی و انرژی می تواند با تغییرات بافت مغز نان همبستگی بالایی داشته باشد. باید توجه کرد که با توجه به همبستگی بالا بین پارامترهای بافت تصویر می توان با کاربرد روشهای فروکاوی داده، نسبت به انتخاب داده های مناسب جهت تحلیل پارامتر های مستخرج از تصاویر اقدام نمود.با توجه به رابطه پارامتر های استخراج شده از تصاویر با خصوصیات مکانیکی نان، قابلیت تعمیم این روش به سایر انواع نان نیمه حجیم که به ویژه در تولید صنعتی نان حائز اهمیت می باشند، وجود دارد. به این ترتیب روش فوق، روشی سریع، ارزان قیمت و عینی می باشد که پتانسیل کاربرد به صورت در خط را نیز داراست.

قدردانی

بدین وسیله از معاونت پژوهشی دانشکده کشاورزی به جهت حمایت مالی و مدیریت محترم کنترل کیفیت اداره تغذیه دانشگاه فردوسی مشهد به دلیل فراهم آوردن بخشی از امکانات این تحقیق سپاسگزاری می شود.

منابع

۱- رجب زاده، ن، ۱۳۶۸، تکنولوژی نان، موسسه چاپ و انتشارات دانشگاه تهران، تهران، صفحات ۷-۳ و ۴۳۷-۴۰۹.

۲- صادقی، ع.ر. ۱۳۸۶. بهینه سازی زمان ماندگاری نان گندم نیمه حجیم با استفاده از خمیر ترش، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه فردوسی مشهد.

۳- فتحی، م،۱۳۸۸، بررسی کینتیک، خصوصیات فیزیکوشیمیایی و بعد برخالی کیوی خشک شده به روش ترکیبی اسمزی- هوای داغ با استفاده از شبکه های عصبی مصنوعی، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه فردوسی مشهد.

4- Gibson, L J, Ashby, M.F., 1997, Cellular Solids: Structure and properties (2nd edition), Cambridge university press, 175.

5- Gómez, M, Ronda, F, Blanco, C, Caballero, P, Apesteguía, A, 2003, Effect of dietary fibre on dough rheology and bread quality, European Food Research and Technology, 216, 1, 51-56.

6- Gonzales-Barron, U, Butler, F, 2008, Fractal texture analysis of bread crumb digital images, European Food Research and Technology, 226, 4, 721-729.

7- Gonzales, R, Woods, R E, 2008, Digital Image Processing-Third Edition, Pearson Education Inc, 200-220.

8- Lamsal, B P, Faubion, J M, 2009, Effect of an enzyme preparation on wheat flour and dough color, mixing, and test baking. LWT - Food Science and Technology, 42, 9, 1461-1467.

9- Mendoza, F, Dejmek, P, Aguilera, J M, 2007, Colour and Texture analysis in classification of commercial potato chips, Food Research International, 40, 1146-1154.

10- Matlab ,2008, The MathWorks, Inc. Available from www.mathwork.com

11- Microsoft Excel, 2003, Microsoft® Office. Available at office. microsft.com

12-) Minitab Statistical Software, 2008, Trial version 13.1. Pennsylvania: Minitab, Inc. Available from http://www.minitab.com.

13- Pomeranz, Y, Shogren, M, Finney, K F, Bechtel, D B, 1977, Fibre in bread making - effects on functional properties, Cereal Chemistry, 54, 25–41.

14- Rasband, W.S., ImageJ, U. S. National Institutes of Health, Bethesda, Maryland, USA, http://rsb.info.nih.gov/ij/, 1997-2009.

15- Russ, J, 1994, Fractal surfaces. Plenum press, Newyork, pp: 100-120.

16- Wu, D, Yang, H, Chen, X, He, Y, Li, X, 2008, Application of image texture for sorting of tea categories using multi-spectral imaging technique and support vector machine. Journal of Food Engineering, 88, 4, 474-483.

17- Zheng, C, Sun, D W, and Zheng, L, 2006, recent applications of image texture analysis for evaluation of food qualities- a review, Trends in Food Science and Technology, 17, 113-128.

www.SID.ir

Archive of SID

Image analysis of crumb digital images in Barbary bread enriched with soy flour

F. Shahidi [1]- M. Mohebbi [2]- A. Ehtiai [3]

Recieved: 6-3-2010
Accepted: 26-1-2011

Abstract

Nowadays, quality control of bread, especially in large scale production, requires application of novel methods. In this research, image analysis of digital images of Barbary bread enriched with soy flour was carried out at two storage intervals. Using Imagej software, crumb features (mean cell area and void fraction) were computed for each image. Fractal dimensions of bread crumb images were measured using Fourier transform method with a code written in Matlab. Contrast, energy, correlation and homogeneity of images also were measured and statistically analyzed. Storage time had significant effect on fractal dimension and void fraction, also resulted changes in textural parameters of bread images. The deduction of this work could be regarded as rapid, non-destructive, objective and inexpensive method for quality evaluation of bread crumb.

Keywords: Barbary Bread, Fractal dimension, Image analysis, Soy Flour

1- M.Sc. Student of Food Science, Ferdowsi University of Mashhad.
2&3- professor and Assistant professor, Dept. Food Science, Ferdowsi University of Mashhad.
(*- Corresponding author Email: mohebbat2000@yahoo.com)

www.SID.ir