

کاربرد پردازش تصویر در مطالعه تاثیر اجزاء ژل بهبوددهنده بر خصوصیات نان بربری غنی شده با سویا

امیرپورفرزاد^۱ - محمدحسین حداد خداپرست^{۲*} - مهدی کریمی^۳ - سید علی مرتضوی^۴

تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۸/۱۷

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۱۰/۱۲

چکیده

تاثیر افزودن سدیم استئاروئیل لاکتیلات و پروپیلن گلیکول در دامنه ۰ تا ۰/۵ g/100g به فرمول ژل بهبوددهنده بر روی خصوصیات تصویر پوسته و مغز نان بربری غنی شده با سویا و به منظور بهینه سازی خصوصیات مذکور، مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد L^* پوسته و مغز و دانسیته سلولی با افزایش سدیم استئاروئیل لاکتیلات افزایش یافتند اما a^* ، b^* ، اندازه حفرات و تخلخل مغز نان به طور معنی داری کاهش یافتند. از سوی دیگر، افزایش پروپیلن گلیکول موجب کاهش L^* پوسته و افزایش b^* مغز نان گردید. a^* و b^* پوسته نیز تحت تاثیر هیچ کدام از اجزاء ژل قرار نگرفتند. بررسی آماری نتایج با طرح مرکب مرکزی نشان داد که بهترین خصوصیات، زمانی حاصل می‌گردد که فرمول ژل شامل ۰/۵ g/100g سدیم استئاروئیل لاکتیلات و ۰/۵ g/100g پروپیلن گلیکول باشد.

واژه های کلیدی: پردازش تصویر، ژل بهبوددهنده، غنی سازی، نان بربری، طرح آماری مرکب مرکزی

استفاده کرد (غیور اصلی و همکاران، ۱۳۸۷).

مقدمه

نان های مسطح یکی از شکل های اصلی مصرف گندم در بسیاری از کشورهای خاورمیانه و شمال آفریقا هستند (Jooyandeh, 2009). نان مسطح بیشترین آمار مصرف را در بین نانهای دیگر در ایران به خود اختصاص داده است زیرا بافت و طعم خوبی داشته و نسبت به نانهای دیگر کمی ارزانتر است. نانهای مسطح، تازه، نرم، انعطاف پذیر و الاستیک بوده ولی زمانی که در دمای محیط نگهداری می‌شوند در عرض چند ساعت پدیده بیاتی در آنها شروع شده، بافتی سفت و خشن در آنها ظاهر می‌گردد. بربری یکی از انواع متداول نانهای مسطح در ایران می‌باشد که مانند دیگر نانهای مسطح، ماندگاری پائینی دارد. در مورد نان بربری همانند نانهای سایر کشورها، عموماً بسته بندی و شرایط مساعد نگهداری وجود ندارد و با وجود تحقیقات فراوان در این زمینه، بیاتی همچنان عامل اصلی ضایعات صنعت نان محسوب می‌گردد. در این راستا، علم غلات باید مکانیسم بیاتی را کاملاً شناسایی کرده و با استفاده از افزودنی های مناسب، خواص تکنولوژیکی خمیر و کیفیت نان را بهبود بخشیده و ماندگاری آن را افزایش دهد (Goesaert et al., 2005).

پژوهشگران زیادی به بررسی اثر ترکیبات مختلف لوبیای سویا بر کیفیت محصولات غذایی پرداخته اند و روند رو به رشدی در زمینه

در صنعت نان، بهینه سازی خصوصیات خمیر و بهبود کیفیت و ماندگاری محصول نهایی در اولویت قرار دارد. برای مصرف کننده خصوصیات حسی محصول بیشترین اهمیت را دارد. پس از پخت، تازگی نان به سرعت از بین می‌رود و بنابراین نان بدون تازگی هم قابلیت فروش نخواهد داشت. ضایعات صنعت نان در اثر پدیده بیاتی، از لحاظ اقتصادی اهمیت بسیار زیادی دارد. بیاتی نان، فرایند پیچیده‌ای است که عوامل مختلفی در پیدایش آن دخالت دارند و در طی آن، پذیرش محصولات نانوایی کاهش می‌یابد. در حالی که مصرف کنندگان، محصولات با کیفیت و ماندگاری بالاتر را ترجیح می‌دهند. بنابراین، در علم غلات برای بهبود خصوصیات خمیر، درک پدیده بیاتی و تاخیر آن در جهت افزایش کیفیت نان، رقابت بزرگی وجود دارد. برای رسیدن به این هدف، باید از افزودنی های غذایی کاربردی و مواد کمک فرآیند که باعث بهبود کیفیت نان می‌شوند،

۱، ۲ و ۴ - به ترتیب دانشجوی دکتری و استادان گروه علوم و صنایع غذایی،

دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

(Email: Khodaparast@um.ac.ir

*) نویسنده مسئول:

۳ - استادیار مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی

پخت نان شدند.

گروه دیگری از مواد افزودنی که به طور گسترده ای در صنایع غذایی و به خصوص در صنعت نانواپی مورد استفاده قرار می‌گیرند، پلی‌ال‌ها یا هموکتانت‌ها هستند. پلی‌ال‌ها از طریق هیدروژناسیون کاتالیتیک قندهای مختلف حاصل می‌شوند. پلی‌ال‌ها فعالیت آبی را کاهش داده و احساس دهانی را بهبود می‌بخشند (Lombard *et al.*, 2006; Gliemmo *et al.*, 2000). پروپیلن گلیکول یکی از پلی‌ال‌ها است که در گروه‌های قطبی خود باندهای هیدروژنی تشکیل می‌دهد و آب قابل انجماد موجود در سیستم را غیر قابل دسترس نموده و بدین ترتیب فعالیت آبی محصول کاهش می‌یابد (پورفرزاد و همکاران، ۱۳۸۸؛ Suhendro *et al.*, 1995; Hallberge *et al.*, 1992). پورفرزاد و همکاران (۲۰۰۹) تاثیر پلی‌ال‌های گلیسرول، سوربیتول، مالتیتول و پروپیلن گلیکول را بر کیفیت و ماندگاری نان بربری غنی شده با آرد سویا مورد ارزیابی قرار دادند. نتایج حاصل از تحقیق آنها نشان داد که در میان پلی‌ال‌های مختلف، پروپیلن گلیکول بیشترین تاثیر را بر بهبود کیفیت و ماندگاری نان بربری غنی شده با آرد سویا داشته است.

در بین خصوصیات فیزیکی مواد غذایی، رنگ به عنوان مهمترین ویژگی ظاهری در درک کیفیت مطرح شده است. مشتری تمایل دارد که رنگ را با طعم، ایمنی، ماندگاری و خصوصیات تغذیه ای مربوط سازد. به علت همبستگی بالا با ارزیابی فیزیکی، شیمیایی و حسی کیفیت مواد غذایی، میزان رضایتمندی تحت تاثیر رنگ قرار دارد (Pedreschi *et al.*, 2006). رنگ مهمترین خصوصیت تصویر است چرا که مشابه دید انسان اطلاعات اصلی تصاویر را در بر دارد. رنگ پارامتر موثری در اندازه گیری اجسام در تصاویر مربوط به مواد غذایی مختلف شامل انواع میوه، سبزی، دانه غلات و گوشت می‌باشد. در حقیقت تمام آنچه در تصویر وجود دارد، مولفه های رنگی است که در پیکسل های تصویر ذخیره شده است، بر این اساس که هر رنگ را می‌توان با ترکیب سه رنگ اصلی بازسازی کرد. با قرار گرفتن تصویر در فضاهای رنگی مختلف و محاسبه‌ی میانگین و انحراف استاندارد شدت رنگ در پیکسل های تصویر، در فضاهای رنگی مختلف می‌توان اطلاعات رنگی تصویر را استخراج کرد (Sun *et al.*, 2006). ماشین بینایی، تکنولوژی تهیه و آنالیز تصاویر یک صحنه واقعی به وسیله کامپیوتر در راستای کسب اطلاعات یا کنترل یک پروسه است. ماشین بینایی روشی غیر تخریبی و علمی برای اندازه گیری الگوی رنگ در سطوح رنگی غیر یکنواخت است. نمونه بارز کاربرد پردازش تصویر، صنایع غذایی است که عناصر اصلی آن اندازه گیری بصری و توصیف محصولات غذایی در تصاویر است که میتوان از خصوصیات تصاویر آن را استخراج نمود و به عنوان شاخص کیفیت مطرح کرد (Sun *et al.*, 2006). روش های سنتی ارزیابی حسی در تعیین کیفیت مواد غذایی کاربرد زیادی دارند. ولی این روش ها زمان بر و پر

جایگزینی نسبی یا کامل در این محصولات وجود دارد (Godfrey, 2002). در این تحقیقات مشخص گردید که سویا، به علت نقش آنزیم های لیپوکسیژناز و فسفولیپیدها و نیز تغییرات در ویژگیهای فیزیکی شیمیایی، خصوصیات مکانیکی خمیر را بهبود می‌بخشد (Ribotta *et al.*, 2004); قابلیت حفظ گاز خمیر را افزایش می‌دهد (Fleming *et al.*, 1977; Doxastakisa *et al.*, 2002) و نقش موثری در کاهش بیاتی نان دارد (Cotton, 1945; Bohn *et al.*, 1974; Shiraldi *et al.*, 1996; Zhang, 2004). مخلوط کردن ۱۰٪ آرد سویا با آرد گندم نه تنها مقدار پروتئین را افزایش می‌دهد بلکه تعادل آمینواسیدها را نیز بهبود می‌بخشد. افزودن محصولات سویا به آرد گندم، بدون نیاز به تغییر در تجهیزات تولید است و فقط نیازمند تغییرات بسیار جزئی در تکنولوژی می‌باشد. از سوی دیگر، افزودن سطوح بالا از محصولات سویا، اثراتی منفی بر تشکیل شبکه گلوتنی، کشش پذیری، حفظ گاز خمیر و کیفیت نهایی نان دارد (Ribotta *et al.*, 2004).

فعال کننده های سطحی^۱ با کند کردن سرعت فرآیند کریستالیزاسیون نشاسته، از سفتی و بیاتی نان جلوگیری می‌کنند. سفت شدن نان در ابتدا به تغییرات بخش نشاسته نسبت داده می‌شود. بر طبق این نظریه طی پخت، بین فعال کننده های سطحی و بخش آمیلوز، کمپلکسی تشکیل می‌شود و این سفتی یا رتروگراداسیون، بخش منشعب آمیلوپکتین را بعد از پخت محصول، کند می‌کند. توانایی فعال کننده های سطحی مختلف برای تشکیل کمپلکس با آمیلوز و نقش آنها در کاهش سرعت بیاتی متفاوت است و در این میان سدیم استتاروئیل لاکتیلات نه تنها با آمیلوز بلکه با آمیلوپکتین هم کمپلکس تشکیل می‌دهد و این کمپلکس سرعت سفتی نان را کاهش می‌دهد. عزیززی و راثو (۲۰۰۵) ژلهای حاوی ۵٪ گلیسرول مونواستتارات تقطیر شده، داتم، گلیسرول مونواستتارات، سدیم استتاروئیل لاکتیلات، آب و ۱/۰ و ۲٪ شورتنینگ تولید نمودند. همه ژل ها کیفیت پخت را بسته به نوع امولسیفایر، افزایش دادند. ژل های داتم، گلیسرول مونواستتارات تقطیر شده و سدیم استتاروئیل لاکتیلات، حجم مخصوص، کیفیت پخت، پذیرش کلی، رنگ و بافت را به طور معنی داری بهبود بخشیدند. نتایج نشان داد که کیفیت نان حاوی ژل سدیم استتاروئیل لاکتیلات، بالاتر از سایر نمونه ها بوده است. همچنین عزیززی و راثو (۲۰۰۴) ژل های امولسیفایرهای گلیسرول مونواستتارات تقطیر شده، داتم، گلیسرول مونواستتارات و سدیم استتاروئیل لاکتیلات را با آب تهیه نمودند. افزودن این ژل ها، جذب آب را کاهش داد. ژل ها مقاومت خمیر را افزایش دادند. همچنین، خصوصیات اکستنسوگراف خمیر آرد گندم تا درجات مختلف بهبود یافت و ژل های امولسیفایر مورد بررسی، باعث بهبود کیفیت

(AACC، ۲۰۰۰) اندازه گیری شد. مقدار رطوبت با استفاده از روش آون به شماره ۳۱-۴۴، مقدار خاکستر با استفاده از روش پایه به شماره ۱۶-۰۸، مقدار پروتئین با استفاده از روش کلدال به شماره ۱۲-۴۶، مقدار چربی با استفاده از روش مصوب ۲۵-۳۰ تعیین گردید.

آماده سازی ژل های بهبوددهنده

ژل ها با استفاده از امولسیفایر، آب و پلی ال به نسبت های ۱:۴:۱ آماده شدند. در ابتدا، مخلوط آماده گردید و سپس تحت شرایط همزدن مداوم، مخلوط تا دمای ۶۰ درجه سانتیگراد حرارت داده شد. سپس در اثر سرد کردن، ژل ها تشکیل شدند.

تولید نان

نان مورد بررسی در این تحقیق نان بربری بود که مراحل تولید آن بدین صورت می باشد: مخلوط نان با ۱۰۰٪ آرد گندم، ۱٪ مخمر خشک، ۲٪ نمک، ۱٪ شکر، ۱٪ شورتنینگ و آب (مقدار لازم برای رسیدن به ۴۰۰ واحد برابندر) تهیه گردید (Maleki et al, 1981). میزان آرد سویا مورد استفاده ۱۰٪ وزن آرد گندم بود. ژل امولسیفایر، قبل از اضافه کردن آب، با کلیه اجزا مخلوط می گردد. پس از مخلوط کردن اجزا به مدت ۱۵ دقیقه و با دور ثابت، تخمیر اولیه (۶۰ دقیقه در دمای ۳۰ درجه سانتیگراد و رطوبت نسبی ۷۵ تا ۸۵ درصد) و در ادامه چانه کردن (خمیر به چانه های با وزن ۲۰۰ گرم تقسیم بندی شد)، شکل دهی و پانچ کردن انجام شد. در مرحله بعد چانه های حاصل تخمیر ثانویه را به مدت ۲۰ دقیقه و در دمای ۴۲ درجه سانتیگراد و رطوبت نسبی ۷۵ تا ۸۵ درصد سپری کردند و آخرین مرحله، پخت (۱۳ دقیقه در ۲۶۰ درجه سانتیگراد) بود. پس از پخت، نمونه های نان در دمای محیط و زیر اتاق تمیز، سرد و بسته بندی گردیدند تا از آلودگی ثانویه جلوگیری شود و آزمایشات بعدی روی آنها انجام گردد.

پردازش تصویر نان

برای ارزیابی رنگ پوسته، نمونه های نان با اسکنر، اسکن و با فرمت JPEG ذخیره شدند. تصویرگیری با نرم افزار فوتو اسمارت (نسخه ۳/۵) و رزولوشن 180 dpi انجام شد. سپس توسط نرم افزار ایمیج جی (نسخه ۱/۴)، قطعات ۵۰۰ در ۵۰۰ پیکسلی از مرکز نان بریده شده و از فضای رنگی RGB به Lab تبدیل و در ادامه، فاکتورهای L^* ، a^* و b^* محاسبه گردید (احتیاطی و همکاران، ۱۳۸۷) (شکل ۱).

برای ارزیابی رنگ مغز نان، ابتدا قطعات ۳ در ۳ سانتیمتری از مرکز نان بریده شده و پس از جدا کردن پوسته و اسکن آن، فاکتورهای L^* ، a^* و b^* محاسبه گردید (شکل ۲).

هزینه هستند. این عوامل سبب ایجاد انگیزه برای توسعه روش های جانشین است که در زمان کمتر و با دقت بیشتر خصوصیات کلیدی محصول را ارزیابی کند. پردازش تصویر یکی از این روش ها است. بررسی ها نشان داده است که کاربرد پردازش تصویر در اندازه گیری خصوصیات کیفی یکی از امید بخش ترین موضوعات تحقیقاتی است (Kvaal et al., 1998). در مورد ارزیابی کیفیت نان از طریق پردازش تصویر پژوهش های مختلفی انجام گرفته است. احتیاطی و همکاران (۱۳۸۷) با استفاده از این تکنیک، سطح نان غنی شده با آرد سویا را مورد بررسی قرار دادند.

در این راستا، این پژوهش با هدف بهینه یابی درصد امولسیفایر سدیم استئاروئیل لاکتیلات و پلی ال پروپیلن گلیکول برای تولید ژلی مناسب به منظور بهبود خصوصیات پردازش تصویر نان بربری غنی شده با سویا، طراحی گردید.

مواد و روش ها

مواد

آرد ستاره از کارخانه آرد گلکان و آرد سویا از کارخانه توس سویا (مشهد، ایران) تهیه شد. بدین منظور، آرد مورد نیاز برای انجام آزمایشات یکجا تهیه و در سرد خانه نگهداری گردید. مخمر مورد استفاده ساکارومایسس سروسیا بود که به شکل پودر مخمر خشک فعال بصورت بسته بندی و کیوم از شرکت خمیر مایه رضوی (مشهد، ایران) تهیه شد. امولسیفایر سدیم استئاروئیل لاکتیلات (SSL) از شرکت ویستا تجارت پایا (تهران، ایران) تهیه گردید. پلی ال مورد استفاده، پروپیلن گلیکول (PG) بود که از شرکت شیمیایی قائم (تهران، ایران) تهیه شد. سایر مواد مورد استفاده در آزمایشات از شرکت های معتبر خریداری گردید.

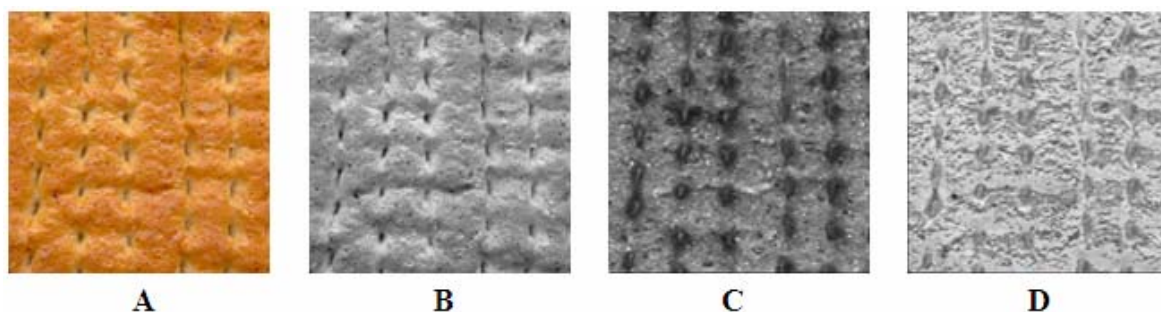
روش ها

خصوصیات کیفی آرد گندم

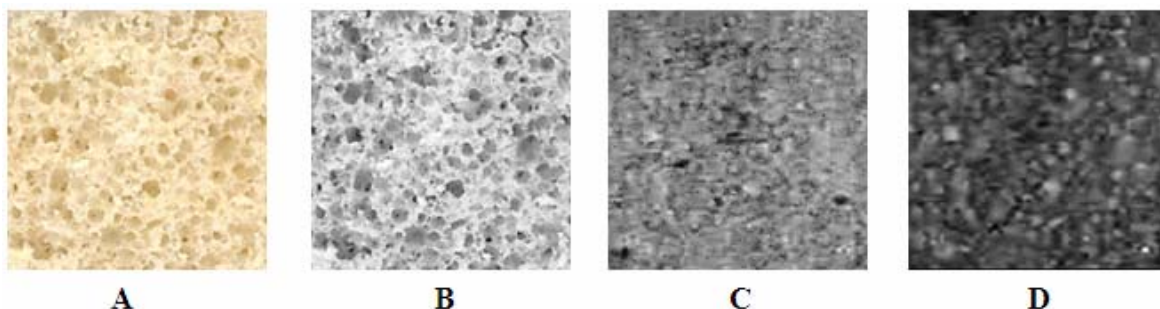
ترکیبات شیمیایی آرد ستاره بر اساس روش های استاندارد (AACC، 2000) اندازه گیری شد. مقدار رطوبت با استفاده از روش آون به شماره ۱۶-۴۴، مقدار خاکستر با استفاده از روش پایه به شماره ۰۱-۰۸، مقدار پروتئین با استفاده از روش کلدال به شماره ۱۲-۴۶، مقدار چربی با استفاده از روش مصوب ۱۰-۳۰، گلو تن مرطوب با روش مصوب ۱۱-۳۸ و عدد فالینگ با استفاده از دستگاه فالینگ نامبر و براساس دستورالعمل سازنده این دستگاه تعیین گردید.

خصوصیات کیفی آرد سویا

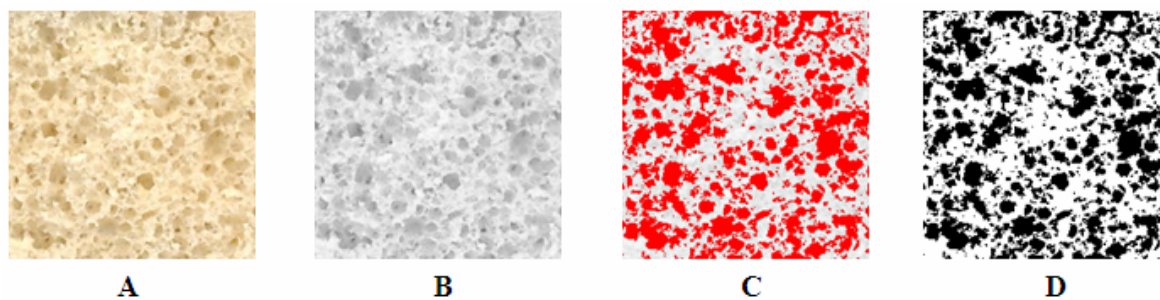
ترکیبات شیمیایی آرد سویا بر اساس روش های استاندارد



شکل ۱- نمونه تصویر تبدیل شده از پوسته نان؛ A: نمونه عکس بریده شده؛ B: مؤلفه L^* تصویر؛ C: مؤلفه a^* تصویر؛ D: مؤلفه b^* تصویر



شکل ۲- نمونه تصویر تبدیل شده از مغز نان برای ارزیابی رنگ؛ A: نمونه عکس بریده شده؛ B: مؤلفه L^* تصویر؛ C: مؤلفه a^* تصویر؛ D: مؤلفه b^* تصویر



شکل ۳- نمونه تصویر تبدیل شده از مغز نان برای ارزیابی بافت؛ A: نمونه عکس بریده شده؛ B: تصویر a^* بی‌تی؛ C: تصویر آستانه سازی شده؛ D: تصویر آستانه سازی شده سیاه و سفید

استاروئیل لاکتبات و پروپیلن گلیکول با حدود مشخص بالا و پائین استفاده شد. در این طرح، مجموع کل تیمارها با دو متغیر مستقل، پنج سطح و سه تکرار برابر با ۳۹ بود. سطوح متغیرهای مستقل و کدهای مربوطه در جدول ۱ ذکر شده اند. برای طراحی آزمایش و آنالیز نتایج از نرم افزار دیزاین اکسپرت^۱ (نسخه ۶) استفاده شد.

بدین منظور معادلات ریاضی درجه دوم کامل با استفاده از آنالیز رگرسیون گام به گام پس رونده بر روی متغیرهای وابسته برآزش شدند. برای نشان دادن رابطه هر یک از متغیرهای وابسته در مدل رگرسیون با متغیرهای مستقل، نمودار سطوح آنها به وسیله این نرم افزار ترسیم شدند.

برای بررسی سایر خصوصیات مغز نان، فرآیند آستانه سازی در سطح ۲۰۰ و در حالت سیاه و سفید اعمال و زمینه حذف شد (شکل ۳). پس از آنالیز اجزا، پارامترهای اندازه حفرات (نسبت تعداد حفرات به سطح کل حفرات)، دانسیته سلولی (نسبت تعداد حفرات به سطح کل تصویر) و تخلخل (نسبت سطح کل حفرات به سطح کل تصویر) بدست آمد (Lagrain *et al.*, 2008).

طرح آماری و روش آنالیز نتایج

در این پژوهش به منظور مطالعه فرآیند تولید ژل بهبوددهنده برای بهبود خصوصیات حسی و کیفی نان بربری غنی شده با سویا، از طرح مرکب مرکزی چرخش پذیر برای دو جزء ژل شامل سدیم

1-Design Expert

جدول ۱- سطوح متغیرهای مستقل و کدهای مربوطه

کد و سطح مربوطه					نماد ریاضی	متغیر مستقل (g/۱۰۰g)
-۱/۴۱	-۱	۰	+۱	+۱/۴۱		
۰	۰/۰۹	۰/۳	۰/۵۲	۰/۶	SSL	سدیم استئاروئیل لاکتیلات
۰	۰/۰۹	۰/۳	۰/۵۲	۰/۶	PG	پروپیلن گلیکول

شکل ۴ مشاهده می‌گردد.

به طور کلی، نتایج این پژوهش نشان داد که افزودن سدیم استئاروئیل لاکتیلات موجب افزایش معنی دار ($p \leq 0/001$) و پروپیلن گلیکول ($p \leq 0/01$) موجب کاهش معنی دار L^* پوسته تیمارها شده است. بررسی تغییرات L^* پوسته نان نشان می‌دهد که معادله حاصل از R^2 (Adj) و R^2 متناسب، بالا و بسیار معنی داری ($p \leq 0/001$) برای پیشگویی آن برخوردار است. آزمون ضعف برازش آن بی معنی ($p \leq 0/05$) و ضریب تغییرات آن نیز پائین می‌باشد که نشان دهنده مناسب بودن مدل ارائه شده است.

بررسی جدول آنالیز واریانس نشان می‌دهد که اجزاء ژل به صورت معادله درجه اول ($p \leq 0/001$) و درجه سوم ($p \leq 0/05$) بر L^* پوسته موثر هستند و با توجه به جدول ۴، مشخص می‌شود که سدیم استئاروئیل لاکتیلات تاثیر بیشتری دارد. بررسی تغییرات a^* و b^* پوسته نشان داد که افزودن هیچ کدام از منابع موجب تغییر معنی دار آنها نشده است.

مغز نان

در جدول ۵، آنالیز واریانس خصوصیات مغز نان در آزمون پردازش تصویر ملاحظه می‌گردد. جدول ۶ نیز معادلات مناسب برای پیشگویی این خصوصیات را نشان می‌دهد. روند تغییر خصوصیات مغز نان با توجه به اجزاء فرمول و به صورت نمودار رویه پاسخ در شکل ۵ مشاهده می‌شود.

به منظور ارزیابی صحت مدل های برازش داده شده، آزمون ضعف برازش، ضریب تغییرات، مقادیر R^2 (adj)، R^2 مدل و P ضرایب تعیین شدند.

نتایج و بحث

خصوصیات کیفی آردها

مشخصات آردهای گندم و سویای مورد استفاده به شرح جدول ۲ می‌باشد. خصوصیات آرد گندم در محدوده آردهای متوسط تا قوی است که برای نان های مسطح ایرانی مناسب می‌باشد.

جدول ۲- خصوصیات کیفی آردهای مورد استفاده در آزمون.

آرد سویا	آرد گندم	خصوصیات کیفی
۶/۱	۱۰/۵۲	رطوبت (گرم در صد گرم)
۳۵/۵۲	۱۰/۸	پروتئین (گرم در صد گرم)
۴/۵	۰/۷۹	خاکستر (گرم در صد گرم)
۲۲/۲	۱/۷۶	چربی (گرم در صد گرم)
-	۲۶/۷	گلوتن مرطوب (گرم در صد گرم)
-	۸۲	درجه استخراج (گرم در صد گرم)
-	۴۰۷	عدد فالینگ (ثانیه)

پوسته نان

در جدول ۳، آنالیز واریانس خصوصیات پوسته نان در آزمون پردازش تصویر ملاحظه می‌گردد. جدول ۴ نیز معادلات مناسب برای پیشگویی این خصوصیات را نشان می‌دهد. روند تغییر خصوصیات پوسته نان با توجه به اجزاء فرمول و به صورت نمودار رویه پاسخ در

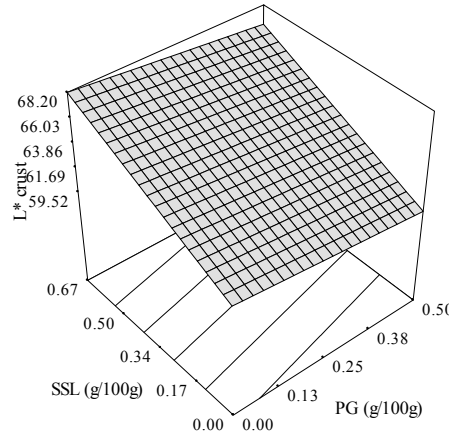
جدول ۳- آنالیز واریانس خصوصیات پوسته نان در آزمون پردازش تصویر.

منبع	درجه آزادی	L		a		b	
		مجموع مربعات	احتمال F	مجموع مربعات	احتمال F	مجموع مربعات	احتمال F
میانگین	۱	۷۹۶۰۱		۵۶۶۷		۴۶۳۱۵	
خطی	۳	۱۲۵/۸۱	$0/001 <$	۴/۰۸	۰/۷۱۹۷	۱۰۳/۷۶	$0/001 <$
بر هم کنش	۳	۰/۰۶	۰/۹۹۵۹	۹/۶۲	۰/۳۹۱۳	۰/۱۵	۰/۹۸۹۴
درجه دوم	۳	۲/۷۵	۰/۴۷۱۹	۱۳/۴۳	۰/۲۱۴۰	۰/۵۲	۰/۹۵۵۲
درجه سه	۵	۸/۹۵	۰/۰۲۰۹	۱۷/۷۰	۰/۱۸۱۱	۲/۷۴	۰/۹۴۸۸
خطای باقیمانده	۵	۱/۱۵		۷/۴۲		۱۳/۶۷	
کل	۲۰	۷۹۷۴۰		۵۷۱۹		۴۶۴۳۶	

جدول ۴- مدل های پیشگو برای خصوصیات پوسته نان در آزمون پردازش تصویر^a.

خصوصیات پوسته نان	مدل پیشگو ^b						R ²	R ² (Adj)	احتمال F ضعف برازش	ضریب پراکندگی
	مدل	S	P	S ²	P ²	SP				
= [*] L	۵۹/۴۲**	۱۰/۴۶**	-۳/۳۵*	ns	ns	ns	۰/۹۰۷۰	۰/۸۸۹۵	۰/۰۵۱۱	۱/۴۲
= [*] a	۱۶/۸۳	ns	ns	ns	ns	ns	۰	۰	۰/۲۰۳۱	۹/۸۵
= [*] b	۴۵/۰۸**	ns	ns	ns	ns	ns	۰/۸۴۵۳	۰/۸۳۶۷	۰/۹۹۷۹	۲/۱۲

a سدیم استئاروئیل لاکتیلات (S) و پروپیلن گلیکول (P): b بدون ستاره (p ≤ ۰/۰۵)، یک ستاره (p ≤ ۰/۰۱)، دو ستاره (p ≤ ۰/۰۰۱)، ns در سطح ۹۵ درصد معنی دار نمی باشد.



شکل ۴- نمودار رویه پاسخ L* پوسته نان.

جدول ۵- آنالیز واریانس خصوصیات مغز نان در آزمون پردازش تصویر.

b		a		L		درجه آزادی	منبع
احتمال F	مجموع مربعات	احتمال F	مجموع مربعات	احتمال F	مجموع مربعات		
	۱۵۲۶۳		۱۴۶/۶۲		۱۳۷۸۰۲	۱	میانگین
۰/۰۳۷۰	۱/۶۳	۰/۵۳۶۳	۰/۰۶	۰/۰۰۰۱<	۲۹۸/۴۲	۳	خطی
۰/۷۹۹۵	۰/۱۷	۰/۹۵۲۳	۰/۰۱	۰/۱۴۲۷	۲۷/۲۵	۳	بر هم کنش
۰/۰۰۰۱<	۲/۰۹	۰/۰۰۰۱<	۰/۴۱	۰/۴۵۰۴	۱۲/۲۳	۳	درجه دوم
۰/۰۵۵۶	۰/۱۴	۰/۰۹۱۳	۰/۰۲	۰/۳۶۵۴	۲۴/۷۳	۵	درجه سه
	۰/۰۲۸		۰/۰۱		۱۷/۸۸	۵	خطای باقیمانده
	۱۵۲۶۷		۱۴۷/۱۴		۱۳۸۱۸۳	۲۰	کل
تخلخل		دانسیتته سلولی (تعداد حفرات در سانتیمتر مربع)		اندازه حفرات (میلیمتر مربع)		درجه آزادی	منبع
احتمال F	مجموع مربعات	احتمال F	مجموع مربعات	احتمال F	مجموع مربعات		
	۰/۰۰۹		۴۳۸۰۰/۵۷		۵/۲۲	۱	میانگین
۰/۰۰۰۱<	۰	۰/۰۰۰۱<	۹۴/۹۴	۰/۰۰۰۱<	۰	۳	خطی
۰/۶۲۱۳	۰	۰/۱۴۲۷	۸/۷۰	۰/۳۲۱۶	۰	۳	بر هم کنش
۰/۴۵۵۷	۰	۰/۴۵۰۲	۳/۹۰	۰/۴۶۹۸	۰	۳	درجه دوم
۰/۷۰۳۰	۰	۰/۳۶۵۰	۷/۹۰	۰/۴۸۰۷	۰	۵	درجه سه
	۰		۵/۷۰		۰	۵	خطای باقیمانده
	۰/۰۱		۴۳۹۲۱/۷۲		۵/۲۳	۲۰	کل

برخوردار است. آزمون ضعف برآزش آن بی معنی ($p \leq 0/05$) و ضریب تغییرات آن نیز پائین می‌باشد که نشان دهنده قدرت مدل ارائه شده است. بررسی جدول آنالیز واریانس نشان می‌دهد که اجزاء ژل به صورت معادله درجه اول ($p \leq 0/001$) بر این شاخص موثر هستند. با توجه به جدول ۶ مشخص می‌شود که سدیم استتاروئیل لاکتیلات بیشترین اثر را دارد.

افزودن سدیم استتاروئیل لاکتیلات موجب افزایش معنی دار ($p \leq 0/001$) دانسیته سلولی می‌شود. بررسی تغییرات این شاخص نشان می‌دهد که معادله حاصل از R^2 (Adj) و R^2 متناسب، بالا و بسیار معنی داری ($p \leq 0/001$) برای پیشگویی برخوردار است. آزمون ضعف برآزش آن بی معنی ($p \leq 0/05$) و ضریب تغییرات آن نیز پائین می‌باشد که تأیید کننده قدرت مدل ارائه شده است. بررسی جدول آنالیز واریانس نشان می‌دهد که اجزاء ژل به صورت معادله درجه اول ($p \leq 0/001$) بر این شاخص موثر هستند.

بررسی تغییرات تخلخل مغز نان نشان می‌دهد که افزودن سدیم استتاروئیل لاکتیلات موجب کاهش معنی دار ($p \leq 0/001$) آن شده است و سایر منابع فاقد تاثیر معنی دار بر آن هستند. بررسی تغییرات این شاخص نشان می‌دهد که معادله حاصل از R^2 (Adj) و R^2 متناسب، بالا و بسیار معنی داری ($p \leq 0/001$) برای پیشگویی برخوردار است. آزمون ضعف برآزش آن بی معنی ($p \leq 0/05$) و ضریب تغییرات آن نیز پائین می‌باشد که تأیید کننده قدرت مدل ارائه شده است.

بررسی جدول آنالیز واریانس نشان می‌دهد که اجزاء ژل به صورت معادله درجه اول ($p \leq 0/001$) بر تخلخل مغز نان موثر هستند. با توجه به جدول ۶ مشخص می‌شود که سدیم استتاروئیل لاکتیلات بیشترین اثر را بر کاهش این شاخص دارد.

یافته های ما با نتایج پژوهش Onyango و همکاران (۲۰۰۹) همخوانی مناسبی دارد؛ آنها نشان دادند که با افزایش سدیم استتاروئیل لاکتیلات، اندازه حفرات کاهش می‌یابد. همچنین Ryu و همکاران (۱۹۹۴) نشان دادند که با افزایش سدیم استتاروئیل لاکتیلات در محصولات اکسترود شده حاصل از آرد گندم، اندازه حفرات کاهش یافته ولی دانسیته سلولی افزایش می‌یابد. از سوی دیگر، Junge و همکاران (۱۹۸۱) گزارش نمودند که سدیم استتاروئیل لاکتیلات موجب کاهش اندازه و افزایش تعداد حفرات در نان می‌گردند. Chin و همکاران (۲۰۰۷) نیز کاهش تخلخل نان سفید را با افزایش سدیم استتاروئیل لاکتیلات تأیید نمودند.

نتیجه گیری

آنالیز رویه پاسخ مربوط به طرح مرکب مرکزی چرخش پذیر با دو متغیر مستقل شامل سدیم استتاروئیل لاکتیلات و پروپیلن گلیکول به

بررسی تغییرات L^* مغز نان نشان داد که افزودن سدیم استتاروئیل لاکتیلات موجب افزایش معنی دار ($p \leq 0/001$) آن شده است. معادله حاصل از R^2 (Adj) و R^2 متناسب، بالا و بسیار معنی داری ($p \leq 0/001$) برای پیشگویی آن برخوردار است. آزمون ضعف برآزش آن بی معنی ($p \leq 0/05$) و ضریب تغییرات آن نیز پائین می‌باشد که نشان دهنده قدرت مدل ارائه شده است. بررسی جدول آنالیز واریانس نشان می‌دهد که اجزاء ژل به صورت معادله درجه اول ($p \leq 0/001$) بر L^* مغز موثر هستند. با توجه به ضریب هر جزء در جدول ۶ مشخص می‌شود که سدیم استتاروئیل لاکتیلات بیشترین تاثیر را بر این شاخص داشته است.

نتایج این پژوهش نشان داد که افزودن سدیم استتاروئیل لاکتیلات موجب کاهش معنی دار ($p \leq 0/05$) a^* مغز شده است. بررسی تغییرات این شاخص نشان می‌دهد که معادله حاصل از R^2 (Adj) متناسب، بالا و بسیار معنی داری ($p \leq 0/001$) برای پیشگویی آن برخوردار است. آزمون ضعف برآزش آن بی معنی ($p \leq 0/05$) و ضریب تغییرات آن نیز پائین می‌باشد که نشان دهنده مناسب بودن مدل ارائه شده است. بررسی جدول آنالیز واریانس نشان می‌دهد که اجزاء ژل به صورت معادله درجه دوم ($p \leq 0/001$) بر a^* مغز موثر هستند. با توجه به ضریب هر جزء در جدول ۶ مشخص می‌شود که مجذور سدیم استتاروئیل لاکتیلات باعث افزایش معنی دار ($p \leq 0/001$) این شاخص شده است.

از سوی دیگر، بررسی تغییرات b^* مغز نان نشان می‌دهد که افزودن سدیم استتاروئیل لاکتیلات موجب کاهش معنی دار ($p \leq 0/05$) اما پروپیلن گلیکول موجب افزایش معنی دار ($p \leq 0/05$) آن شده است. معادله حاصل از R^2 (Adj) و R^2 متناسب، بالا و بسیار معنی داری ($p \leq 0/001$) برای پیشگویی آن برخوردار است. آزمون ضعف برآزش آن بی معنی ($p \leq 0/05$) و ضریب تغییرات آن نیز پائین می‌باشد که نشان دهنده قدرت مدل ارائه شده است. بررسی جدول آنالیز واریانس نشان می‌دهد که اجزاء ژل به صورت معادله درجه اول ($p \leq 0/05$) و درجه دوم ($p \leq 0/001$) بر b^* مغز موثر هستند و با توجه به جدول ۶ مشخص می‌شود که سدیم استتاروئیل لاکتیلات بیشترین تاثیر را بر کاهش b^* مغز دارد. از طرفی، پروپیلن گلیکول، مجذور سدیم استتاروئیل لاکتیلات، b^* مغز را به طور معنی داری ($p \leq 0/001$) افزایش می‌دهند که در میان آنها، مجذور سدیم استتاروئیل لاکتیلات بیشترین اثر افزایشی را دارد.

بررسی تغییرات اندازه حفرات مغز نان نشان می‌دهد که سدیم استتاروئیل لاکتیلات موجب کاهش معنی دار ($p \leq 0/001$) آن شده است و سایر منابع فاقد تاثیر معنی دار ($p \leq 0/05$) هستند. بررسی تغییرات این شاخص نشان می‌دهد که معادله حاصل از R^2 (Adj) متناسب، بالا و بسیار معنی داری ($p \leq 0/001$) برای پیشگویی

برای بهبود خصوصیات کیفی و حسی نان بربری غنی شده با سویا، حد بالا، پائین و مطلوب هر یک از صفات و وزن و اهمیت آنها تعیین شد. نتایج نشان داد که از اختلاط ۰/۵ g/100g سدیم استئاروئیل لاکتیلات و ۰/۵ g/100g پروپیلن گلیکول بهترین حالت حاصل می‌شود. در این شرایط L* پوسته نان، ۶۴/۹۹؛ a* پوسته نان، ۱۶/۸۳؛ b* پوسته نان، ۴۸/۴۲؛ L* مغز نان، ۸۷/۲۸؛ a* مغز نان، ۲/۶۸؛ b* مغز نان، ۲۷/۳۰؛ اندازه حفرات مغز نان، ۰/۴۹ میلی‌متر مربع؛ دانسیته سلولی مغز نان، ۴۹/۲۱ سلول در سانتیمتر مربع؛ تخلخل مغز نان، ۰/۰۲۱ خواهد بود.

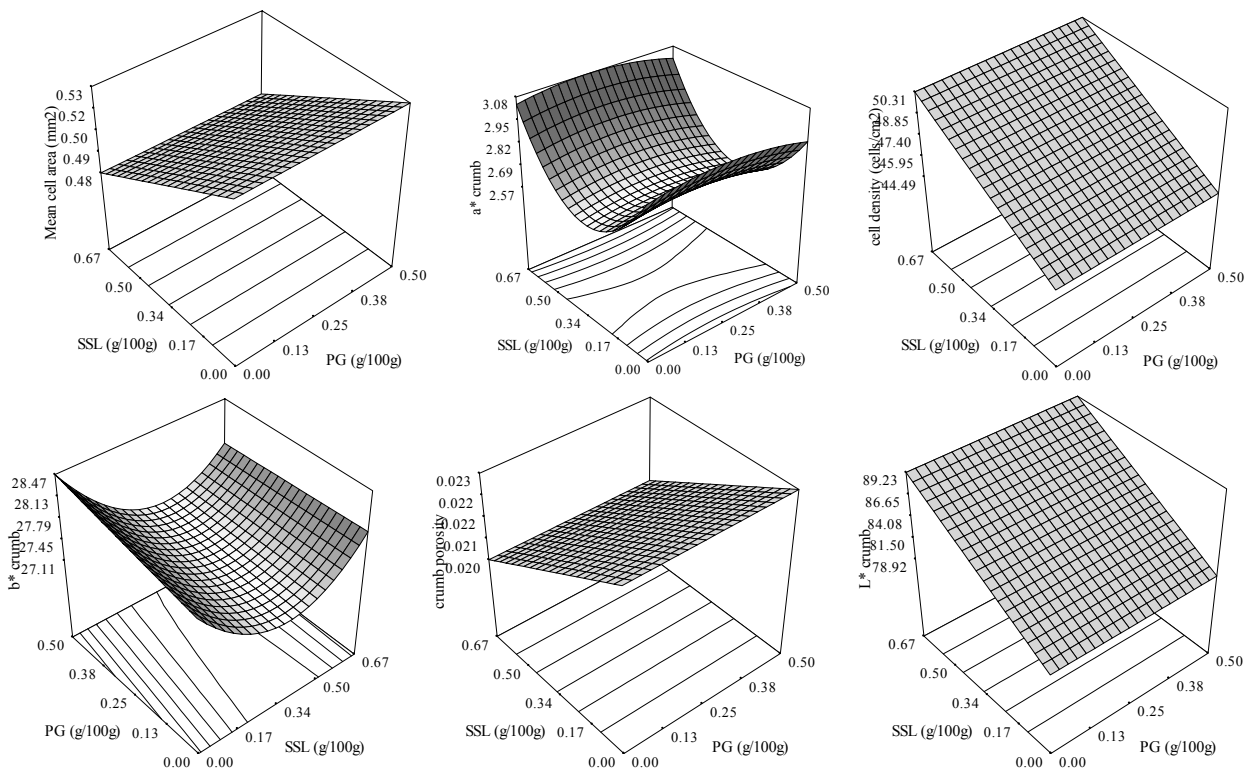
عنوان اجزاء ژل بهبوددهنده و پاسخ‌های خصوصیات پردازش تصویر نان بربری غنی شده با سویا به انجام رسید. نتایج به دست آمده حاکی از آن بودند که روش رویه پاسخ را می‌توان به خوبی در ارزیابی این خصوصیات به کار برد.

L* پوسته و مغز و دانسیته سلولی با افزایش سدیم استئاروئیل لاکتیلات افزایش یافتند اما a*، b*، اندازه حفرات و تخلخل مغز نان به طور معنی داری کاهش یافتند. از سوی دیگر، افزایش پروپیلن گلیکول موجب کاهش L* پوسته و افزایش b* مغز نان گردید. a* و b* پوسته نیز تحت تاثیر هیچ کدام از اجزاء ژل قرار نگرفتند. به منظور بهینه‌سازی فرمولاسیون و فرآیند تولید ژل بهبوددهنده

جدول ۶- مدل‌های پیشگو برای خصوصیات مغز نان در آزمون پردازش تصویر^a

خصوصیات مغز نان	مدل پیشگو ^b						R ²	R ² (Adj)	احتمال F ضعیف برازش	ضریب پراکندگی
	مدل	S	P	S ²	P ²	SP				
= L*	۷۷/۳۳**	۸/۷۶**	ns	ns	ns	ns	-۰/۸۴۱۸	-۰/۸۱۲۱	-۰/۵۰۲۰	۲/۳۴
= a*	۲/۹۱**	-۲/۱۲	ns	۳/۴**	-۰/۸۸	ns	-۰/۹۱۸۲	-۰/۸۸۰۴	-۰/۱۰۰۵	۲/۱۱
= b*	۲۸/۰۹**	-۵/۱۳	۱/۳۴	۷/۳**	ns	-۱/۶۶	-۰/۹۵۶۳	-۰/۹۳۰۸	-۰/۰۸۲۲	-۰/۴۴
= اندازه حفرات	۰/۵۵**	-۰/۰۸**	ns	ns	ns	ns	-۰/۸۰۹۷	-۰/۷۸۷۳	-۰/۵۱۶۵	۲/۱۶
= دانسیته سلولی	۴۳/۶۰**	۴/۹۳**	ns	ns	ns	ns	-۰/۸۴۱۳	-۰/۸۱۱۶	-۰/۵۰۱۲	۲/۳۴
= تخلخل	۰/۰۲**	-۰/۰۰۴**	ns	ns	ns	ns	-۰/۸۳۳۷	-۰/۸۱۴۱	-۰/۷۹۹۰	۱/۹۴

a سدیم استئاروئیل لاکتیلات (S) و پروپیلن گلیکول (P)؛ b بدون ستاره (p ≤ ۰/۰۵)، یک ستاره (p ≤ ۰/۰۱)، دو ستاره (p ≤ ۰/۰۰۱)، ns در سطح ۹۵ درصد معنی دار نمی‌باشد.



شکل ۵- نمودار رویه پاسخ خصوصیات مغز نان

منابع

- احتیاطی، ا.، محبی، م. و شهیدی، ف.، ۱۳۸۷، کاربرد پردازش تصویر در رنگ سنجی سطح نان غنی شده با آرد سویا، هجدهمین کنگره ملی علوم و صنایع غذایی ایران، مشهد.
- پورفرزاد، ا.، کریمی، م.، قیافه داوودی، م.، همتیان سورکی، ع. و رضوی زادگان جهرمی، س. ح.، ۱۳۸۸، تاثیر تکنولوژی هاردل بر کیفیت و ماندگاری نان بربری. مجله الکترونیک فرآوری و نگهداری مواد غذایی، دانشگاه گرگان، در نوبت چاپ.
- غیوراصلی، م. ع.، حداد خداپرست، م. ح. و کریمی، م.، ۱۳۸۷، تاثیر آنزیم آلفا آمیلاز و اسید اسکوربیک و بر خصوصیات رئولوژیکی خمیر و حجم مخصوص نان اشترودل. پژوهش های علوم و صنایع غذایی ایران، ۲، ۴۷-۵۵.
- AACC, 2000, Approved methods of the American Association of Cereal Chemists, 10th Edition.
- Azizi, M. H. & Rao, G. V., 2005, Effect of storage of surfactant gels on bread making quality of wheat flour, Food Chemistry, 89, 133-138.
- Azizi, M. H. & Rao, G. V., 2004, Influence of selected surfactant gels and gums on dough rheological characteristics and quality of bread, Journal of Food Quality, 27, 320-336.
- Bohn, R. T. & Favor, H. H., 1945, Functional properties of soybean flour as a bread ingredient, Cereal Chemistry, 22, 296-311.
- Chin, N. L., Goh, S. K., Rahman, R. A. & Hashim, D. M., 2007, Functional effect of fully hydrogenated palm oil-based emulsifiers on baking performance of white bread, International Journal of Food Engineering, 3(3), 1-17.
- Cotton, R. H., 1974, Soy products in bakery goods, Journal of the American Oil Chemists' Society, 51(1), 116A-119A.
- Doxastakisa, G., Zafiriadis, I., Iraklib, M., Marlanib, H. & Tananakib, C., 2002, Lupin, soya and triticale addition to wheat flour doughs and their effect on rheological properties", Food Chemistry, 77, 219-227.
- Fleming, S. E. & Sosulski, F. W., 1977, Breadmaking properties of four concentrated plant proteins, Cereal Chem., 54, 1124-40.
- Gliemmo, M. F., Campos, C. A. & Gerschenson, L. N., 2006, Effect of several humectants and potassium sorbate on the growth of *Zygosaccharomyces bailii* in model aqueous systems resembling low sugar products, J. Food Eng., 77, 761-770.
- Godfrey, P., 2002, Soy products as ingredients –farm to the table, Innovations in Food Technology, 14, 1-3.
- Goesaert, H., Brijs, K., Veraverbeke, W. S., Courtin, C. M., Gebruers, K. & Delcour, J. A., 2005, Wheat flour constituents: how they impact bread quality, and how to impact their functionality", Trends Food Sci. Technol., 16, 12-30.
- Hallberg, L. M. & Chinachoti, P., 1992, Dynamic mechanical analysis for glass transitions in long shelf-life bread, Journal of Food Science, 57, 1-5.
- Jooyandeh, H., 2009, Evaluation of physical and sensory properties of Iranian Lavash flat bread supplemented with precipitated whey protein (PWP), African Journal of Food Science, 3(2), 028-034.
- Junge, R. C., Hosney, R. C. & Varriano-Marston E., 1981, Effect of surfactants on air incorporation in dough and the crumb grain of bread, Cereal Chem, 58(4), 338-342.
- Kvaal, K., Wold, J. P., Indahl, U. G., Baardseth, P. & Naes, T., 1998, Multivariate feature extraction from textural images of bread". Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems, 42, 141-158.
- Lagrain, B., Leman, P., Goesaert, H. & Delcour, J. A., 2008, Impact of thermostable amylases during bread making on wheat bread crumb structure and texture, Food Research International, 41, 819-827.
- Lombard, G. E., Weinert, I. A. G., Minnaar, A. & Taylor, J. R. N., 2000, Preservation of South African steamed bread using Hurdle technology, Lebensm.-Wiss. u.-Technol., 33, 138-143.
- Maleki, M., Vetter, J. L. & Hoover W. J., 1981, The Effect of Emulsifiers, Sugar, Shortening and Soya Flour on the Staling of Barbari Flat Bread, J. Sci. Food Agric., 32, 1209-1211.
- Onyango, C., Unbehend, G. & Lindhauer, M. G., 2009, Effect of cellulose-derivatives and emulsifiers on creep-recovery and crumb properties of gluten-free bread prepared from sorghum and gelatinised cassava starch, Food Research International, 42, 949-955.
- Pedreschi, F., Leo'n, J., Mery, D. & Moyano, P., 2006, Development of a computer vision system to measure the color of potato chips, Food Research International, 39, 1092-1098.
- Pourfarzad, A., Haddad Khodaparast, M. H., Karimi, M., Mortazavi, S. A., Ghiafeh Davoodi, M., Hematian Sourki, A. & Razavizadegan Jahromi, S. H., 2011, Effect of polyols on shelf-life and quality of flat bread fortified with soy flour, Journal of Food Process Engineering, 34, 1435-1448.
- Ribotta, P. D., Ausar, S. F., Morcillo, M. H., Pe' rez, G. T., Beltramo, D. M. & Leo' n, A. E., 2004, Production of gluten-free bread using soybean flour, Journal of the Science of Food and Agriculture, 84, 1969-1974.
- Ryu, G. H. & Walker, C. E., 1994, Cell structure of wheat flour extrudates produced with various emulsifiers, LWT,

27, 432-441.

Shiraldi, A., Piazza, L., Brenna, O. & Vittadini, E., 1996, Structure and properties of bread dough and crumb: calorimetric, rheological and mechanical investigation on the effects produced by hydrocolloids, pentosans and soluble proteins, *Journal of Thermal analysis*, 47, 1339–1360.

Suhendro, E. L., Waniska, R. D., Rooney, L. W. & Gomez, M. H., 1995, Effects of polyols on the processing and qualities of wheat tortillas, *Cereal Chem.*, 72, 122–127.

Sun, D. W., Zheng, C. & Zheng, L., 2006, Recent developments and applications of image features for food quality evaluation and inspection-a review, *Trends in Food Science & Technology*, 17, 642-655.

Zhang, Y. C., 2004, Physicochemical properties and isoflavone content of bread made with soy, Ph.D. dissertation, The Ohio State University.