

تأثیر سورفاکتانت‌ها بر کیفیت نان چپاتی* Effect of Surfactants on Quality of Chapati

بهروز پیرایش فر، پ. هاریداس رائو و آر. سای منوهر

مؤسسه مرکزی تحقیقات تکنولوژی غذا - هندوستان

تاریخ دریافت: ۱۳۷۹/۹/۱۰

چکیده

پیرایش فر، پ.، هاریداس رائو، پ. و سای منوهر، آر. ۱۳۸۰. تأثیر سورفاکتانت‌ها بر کیفیت نان چپاتی. نهال و بدر ۱۷: ۳۱-۲۱.

چپاتی نوعی نان مسطح و عمدتاً غیر تخمیری است که غذای اصلی جمعیت شبه قاره هندوستان را تشکیل می‌دهد. تأثیر سورفاکتانت‌ها بر خواص ژلاتینه شدن نشاسته آرد کامل گندم (Whole Wheat Flour = WWF) تجارتي و نیز کیفیت نان چپاتی تهیه شده از آن در طی نگهداری به مدت ۲۴.۱ و ۴۸ ساعت مورد بررسی قرار گرفت. برای تهیه نان چپاتی از آرد کامل گندم حاوی ۰/۲۵، ۰/۵۰ و ۰/۷۵ درصد گلیسرول مونواسترات (Glycerol Mono Stearate = GMS)، سدیم استاریل لاکتیلات (Sodium Stearyl-2-Lactylate = SSL) و مخلوط (۵۰:۵۰) GMS+SSL استفاده شد. خواص ژلاتینه شدن آرد با استفاده از دستگاه Rapid Visco Analyzer و ویژگی‌های بافت چپاتی به کمک دستگاه Texture Analyzer تعیین گردید. امتیاز نهایی در مورد ویژگی‌های ارگانولپتیکی به عنوان شاخصی از کیفیت ظاهری، عطر و بو، انعطاف پذیری، مقاومت در برابر پارگی و کیفیت خوراکی در طول نگهداری نان چپاتی بسته به نوع و مقدار سورفاکتانت‌ها تغییر نمود. نان چپاتی تهیه شده از آرد کامل گندم به علاوه ۰/۵ درصد GMS نرم و از لحاظ ظاهری مطلوب تر بوده و ضمن داشتن عطر و بوی مطلوب در طی مدت نگهداری در برابر پارگی از خود مقاومت مطلوبی نشان داد به طوری که می‌توان آن را یکی از مناسب‌ترین سورفاکتانت‌ها برای تهیه و نگهداری نان چپاتی دانست.

واژه‌های کلیدی: نان چپاتی، سورفاکتانت‌ها، امولسیفایرها، ارزیابی حسی، رئولوژی.

* بخشی از تحقیقات نگارنده اول در مؤسسه مرکزی تحقیقات تکنولوژی غذا در مسافرت علمی به هندوستان.

مقدمه

مطلوب خود را حداقل برای ۲ تا ۳ ساعت حفظ نماید (Haridas Rao, 1993).

نان چاپاتی مزه‌ای شیرین و عطر و بوی گندمی دارد. رطوبت نان بین ۲۵ تا ۳۵ درصد و فعالیت آبی آن (W^a) بین ۰/۸۷ تا ۰/۹۱ است. از آنجائی که معمولاً این نوع نان بدون استفاده از مواد افزودنی بهبود دهنده تهیه می‌شود، نمی‌توان آن را برای مدت زمان طولانی نگهداری نمود. بدین لحاظ مصرف‌کنندگان آن را به صورت تازه و گرم همراه با صبحانه، ناهار و شام خود تناول می‌نمایند و اصولاً نگهداری آن برای استفاده در وعده‌های غذایی بعدی عمومیت ندارد. شرایط تهیه چاپاتی از لحاظ قوام، ضخامت، شکل و اندازه خمیر و نیز از جهت درجه حرارت، زمان و ابزار پخت، از منطقه‌ای به منطقه دیگر متفاوت است. برای نخستین بار هاریداس رائو و همکاران (Haridas Rao et al., 1986) روش استاندارد را برای تهیه این نوع نان در آزمایشگاه به منظور مقایسه کیفیت نمونه‌های مختلف ابداع نمودند. در این روش ضخامت و اندازه خمیر و همچنین درجه حرارت و شرایط پخت تعریف شده است.

این تحقیق به بررسی اثر سورفاکتانت‌های گلیسرول مونواستئارات (GMS)، سدیم استئاریل لاکتیلات (SSL)، مخلوط GMS+SSL (۵۰:۵۰) در سطوح افزایش ۰/۲۵، ۰/۵ و ۰/۷۵ به آرد کامل گندم بر روی کیفیت خمیر و نان چاپاتی در مقایسه با نمونه آرد کامل فاقد سورفاکتانت پرداخته است.

تاکنون در زمینه ارتقاء کیفیت نان‌های مسطح غیر تخمیری با استفاده از سورفاکتانت‌ها در ایران تحقیقی انجام نگرفته است. روند شدید توسعه جمعیت در اکثر کشورهای جهان سوم و لزوم تولید نان در زمان کوتاه‌تر برای پاسخ به نیاز جامعه مصرف‌کننده، امکان بهره‌وری از تخمیر را به ویژه در تولید سنتی نان‌های مسطح محدود ساخته است. بدین جهت تحقیق در زمینه روش‌های ارتقاء کیفیت نان‌های مسطح با استفاده از مواد بهبود دهنده در سیستم‌های غیر تخمیری اجتناب ناپذیر به نظر می‌رسد. چاپاتی به عنوان یک نان غیر تخمیری حاصل از آرد کامل گندم، غذای اصلی اکثر جمعیت کشور هندوستان را تشکیل می‌دهد. بیش از ۷۵ درصد از ۸۰ میلیون تن گندمی که در سال ۱۹۹۹ میلادی در این کشور تولید شده است، به مصرف تولید نان چاپاتی و چند نوع نان محلی دیگر که از انواع تغییر شکل یافته چاپاتی محسوب می‌گردند رسیده است (پیرایش فر، ۱۳۷۹). نان چاپاتی را با استفاده از آردی که توسط آسیاب‌های دیسکی به دست می‌آید و حاوی بخش اعظم سبوس دانه گندم می‌باشد تهیه می‌کنند. خمیر این نوع نان به صورت گرد با قطر ۱۰ تا ۱۵ سانتی‌متر و ضخامت ۳ تا ۴ میلی‌متر تهیه می‌شود. فرایند پخت روی صفحه آهنی انجام می‌گیرد که توسط ذغال گداخته و یا شعله مستقیم کاملاً داغ شده است. خصوصیات یک چاپاتی مرغوب عبارتند از ظاهر کاملاً پف کرده و دو لایه با سطح صاف و بدون ترک خوردگی و بافت کاملاً نرم. نان چاپاتی مرغوب بایستی خصوصیات

مواد و روش‌ها

الف - آرد کامل مندم

در انجام آزمایش‌ها از آرد کامل گندم محصول کارخانجات Godrej Pillsbury Limited که در پاکت‌های ۵ کیلوگرمی دو لایه از جنس پلی اتیلن با دانسیته کم (LDPE) و پلی استر (Polycster) بسته‌بندی شده بود استفاده شد. رطوبت آرد با استفاده از آون دارای جریان هوا در دمای ۱۳۰ درجه سانتی‌گراد و به مدت ۹۰ دقیقه بر اساس روش ICC-110/1 تعیین گردید. پروتئین آرد به روش ماکروکلدال و جذب آب آن توسط فارینوگراف و بر اساس روش ICC-115/1 اندازه‌گیری شد (Anonymous, 1991).

ب - سورفاکتانت‌ها

گلیسرول مونو استئارات (GMS)، سدیم استئاریل لاکتات (SSL) و مخلوط (۵۰:۵۰) GMS+SSL در سطوح ۰/۲۵، ۰/۵ و ۰/۷۵ درصد به عنوان سورفاکتانت به آرد اضافه شدند. نمونه شاهد، آرد فاقد مواد افزودنی مذکور بود.

ج - آزمایش RVA (Rapid Visco Analyzer)

آزمایش RVA با استفاده از دستگاه Rapid visco-analyzer مدل RVA-3 ساخت شرکت Newport Scientific کشور استرالیا انجام شد. هر بار ۲۵ میلی‌لیتر آب مقطر درون ظرف مخصوص نمونه ریخته و سپس ۳ گرم آرد حاوی مواد افزودنی و یا آرد شاهد به آن اضافه گردید. سرعت موتور، روی ۹۶۰ دور در دقیقه (سرعت نرمال) تنظیم شد. دستگاه پس از روشن شدن، ضمن مخلوط کردن نمونه آرد با آب مقطر،

دمای خمیر را در مدت ۸ دقیقه از ۵۰ درجه سانتی‌گراد به ۹۵ درجه سانتی‌گراد افزایش می‌داد و در این درجه حرارت ۶ دقیقه دما را ثابت نگه می‌داشت و سپس در مدت ۱۰ دقیقه دما را تا ۵۰ سانتی‌گراد کاهش می‌داد. منحنی تغییرات دما بر حسب درجه سلسیوس (C) و ویسکوزیتی ظاهری بر حسب واحد مربوطه (Rapiad Visco Unit = RVU) نسبت به زمان بر حسب دقیقه (Min) برای هر یک از نمونه‌ها توسط رایانه و از طریق نرم‌افزار ویژه RVA ترسیم گردید. نقطه اوج ویسکوزیتی ظاهری، زمان رسیدن منحنی به نقطه اوج، حداقل ویسکوزیتی و حداکثر بازگشت ویسکوزیتی پس از سرد شدن مجدد محفظه، برای هر نمونه ثبت شد. هر آزمایش دو بار تکرار و نتایج در یک طرح کاملاً تصادفی در قالب آزمون فاکتوریل از نظر آماری تجزیه گردید. مقایسه میانگین پارامترهای مختلف RVA در سطوح مختلف افزایش سورفاکتانت‌ها بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۵٪ انجام شد.

د - تهیه خمیر چاپاتی

خمیر چاپاتی برای هر یک از نمونه‌ها از اختلاط ۲۰۰ گرم آرد با مقدار آب لازم بر اساس جذب آب تعیین شده با دستگاه فارینوگراف در یک بهم زن هوبارت (Hobart Mixer) مدل N-50 برای مدت ۳ دقیقه در دور کم (۵۸ دور در دقیقه) تهیه گردید.

ه - پهن کردن خمیر

در هر مرحله، چانه به وزن حدود ۴۰ گرم در مرکز یک صفحه آلومینیومی مربع شکل لبه‌دار به

تبادل هوا و بخار آب، سر پاکت‌ها توسط دستگاه مخصوص دوخته شد.

ح- ارزیابی نان چاپاتی با دستگاه
Texture Analyzer

برای این منظور از دستگاه Texture analyzer ساخت شرکت Stable Micro System کشور انگلستان استفاده شد. تیغه برشی مورد استفاده به شکل ۸ بود و سرعت حرکت آن روی ۱۰۰ میلی‌متر در دقیقه تنظیم گردید. هر بار قطعات نان در ابعاد $5 \times 1/5$ سانتی‌متر بریده شده و در محل مخصوص برش قرار گرفت. تیغه مخصوص پس از برخورد با قطعه چاپاتی تا حدی آن را کشیده و سپس پاره می‌نمود. فاصله کشش (میلی‌متر) و نیروی لازم برای برش (گرم نیرو) پس از گذشت ۱، ۲۴ و ۴۸ ساعت از زمان پخت هر یک از نمونه‌های چاپاتی تعیین شد. هر آزمایش دو بار تکرار و داده‌های به دست آمده در یک طرح کاملاً تصادفی در قالب آزمون فاکتوریل تجزیه گردید. مقایسه میانگین پارامترهای تجزیه بافت در سطوح مختلف مواد افزودنی در ساعات پس از پخت بر اساس آزمون چند دمانه‌ای دانکن در سطح ۵٪ انجام شد.

ط - ارزیابی حسی (Sensory score)

آزمایش‌های پانل با استفاده از ۵ نفر داور حرفه‌ای که از تبحر لازم جهت ارزیابی کیفیت چاپاتی برخوردار بودند انجام شد و هر نمونه چاپاتی پس از گذشت ۱، ۲۴ و ۴۸ ساعت از زمان پخت، توسط این افراد مورد ارزیابی قرار گرفت. این افراد با مشاهده ویژگی‌های ظاهری، بوئیدن، لمس کردن و خوردن نمونه‌های نان چاپاتی به هر

طول و عرض ۲۰۰ میلی‌متر (ابعاد داخلی صفحه) قرار گرفته و با وردنه چوبی پهن شد. ارتفاع لبه قاب که وردنه روی آن حرکت می‌نمود $1/5$ میلی‌متر بود و به این ترتیب خمیر یکنواختی با ضخامت $1/5$ میلی‌متر تهیه گردید. سپس خمیر به کمک یک قالب دایره‌ای شکل فلزی با لبه تیز و به قطر ۱۵ سانتی‌متر بریده و ورقه‌های گرد خمیر به کمک کاردک از روی صفحه برداشته شد. خمیری که به این ترتیب به دست می‌آمد کاملاً دایره‌ای شکل با قطر ۱۵ سانتی‌متر و ضخامت $1/5$ میلی‌متر بوده و در حدود ۳۲ تا ۳۵ گرم وزن داشت.

و- پخت نان چاپاتی

پخت نان چاپاتی روی صفحه آهنی داغ با دمای ۲۱۵ درجه سانتی‌گراد انجام شد. صفحه آهنی به کمک جریان برق گرم شده و یک ترموستات دمای آن را کنترل می‌نمود. ابتدا یک طرف خمیر به مدت ۶۰ ثانیه بر روی صفحه قرار گرفت. سپس خمیر با کاردک برگردانده و طرف دیگر آن برای مدت ۵۰ ثانیه روی صفحه قرار داده شد. برای پف کردن نان و تکمیل پخت، آن سطح از خمیر که حرارت صفحه را در زمان کمتری تحمل کرده بود روی توری فلزی یک محفظه داغ و بسته با دمای ۲۴۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت. به این ترتیب چاپاتی کاملاً پخته با ظاهری پف کرده و دو لایه به دست آمد (Sexena and Haridas Rao, 1996).

ز- بسته‌بندی نان چاپاتی

نمونه‌های چاپاتی پس از سرد شدن تا دمای اتاق در پاکت‌های پلاستیکی از جنس پیل اتیلن سبک (LDPE) قرار گرفته و برای جلوگیری از

اندازه‌گیری شد. ظرفیت جذب آب برای آرد مذکور بر اساس فارینوگراف برابر با ۷۲/۴۲ درصد تعیین گردید.

ب - آزمون RVA

نتایج به دست آمده از تجزیه واریانس تیمارها نشان داد که اثر نوع مواد افزودنی با احتمال ۹۵ درصد روی نقطه اوج منحنی ویسکوزیتی خمیر (Peak viscosity) معنی‌دار بوده و با احتمال ۹۹ درصد بر زمان افزایش ویسکوزیتی (Time to peak)، حداقل ویسکوزیتی در اثر فشار مکانیکی ناشی از همزن (Minimum RVA viscosity) و نیز حداکثر افزایش ویسکوزیتی پس از کاهش دما (Maximum setback viscosity) معنی‌دار بود. همچنین مقدار افزودن سورفاکتانت‌ها با احتمال ۹۵ درصد اثر معنی‌داری بر کلیه پارامترهای RVA داشت، اما اثر متقابل تیمارها با احتمال ۹۵ درصد تنها بر حداکثر بازگشت ویسکوزیتی مؤثر بود (جدول ۱).

یک از این ویژگی‌ها در فرم‌های مربوطه نمراتی را اختصاص دادند. سقف امتیازات برای هر یک از ویژگی‌های کیفیت ظاهری، عطر و بو، انعطاف‌پذیری و مقاومت در برابر پارگی نمره ۱۰ و برای کیفیت خوراکی نمره ۲۰ تعیین شده بود. امتیاز کل کیفیت حسی، پس از تکمیل فرم‌ها توسط افراد پانل، از طریق جمع امتیازات داده شده در سقف نمره ۶۰ محاسبه گردید. تجزیه داده‌ها در یک طرح کاملاً تصادفی در قالب آزمون فاکتوریل با ۵ تکرار (به تعداد هیأت داوران) انجام شد. مقایسه میانگین نمرات کل کیفیت حسی در سطوح مختلف مواد افزودنی در ساعات پس از پخت بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۵٪ انجام شد.

نتایج

الف - کیفیت آرد مصرفی

مقدار رطوبت آرد کامل مورد استفاده ۷/۷۵ درصد و مقدار پروتئین آن ۱۲/۲ درصد

جدول ۱ - تجزیه واریانس تیمارها و اثر آن‌ها بر پارامترهای RVA

Table 1. Analysis of variance for treatments and their effects on RVA parameters

S.O.V.	منابع تغییرات	df	MS میانگین مربعات			
			Peak viscosity	Time to peak	Min. viscosity	Max. setback viscosity
Type of additives (A)	نوع ماده افزودنی	2	4.958*	0.014**	12.817**	407.222**
Level of addition (B)	سطح افزایش	3	26.268**	0.052**	40.671**	2111.104**
AxB		6	1.676	0.002	1.908	99.270*
Error		12	0.999	0.002	1.199	30.103

* and ** Significant at 5% and 1% levels respectively.

* و ** به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد.

ساتی‌گراد، در نمونه شاهد و نمونه‌هایی که حداقل سورفاکتانت به آن‌ها اضافه شده بود (۲۵٪ / درصد) با اختلاف معنی‌داری کمتر از سایر نمونه‌ها بود. چنین به نظر می‌رسد که افزایش سورفاکتانت‌ها باعث افزایش ثبات و پایداری نشاسته ژلاتینه در خمیر می‌شود اگر چه مدت زمان ژلاتینه شدن نشاسته در این حالت افزایش می‌یابد. می‌توان نتیجه گرفت که افزایش سورفاکتانت‌ها سبب افزایش ثبات و پایداری نشاسته ژلاتینه در مقابل استرس‌های مکانیکی ناشی از چرخش همزن RVA شده است زیرا افت ویسکوزیتی در نمونه‌های حاوی سورفاکتانت، با اختلاف معنی‌داری کمتر از نمونه شاهد است.

مقایسه میانگین پارامترهای مختلف RVA در سطوح مختلف افزایش سورفاکتانت‌ها نشان داد که افزایش GMS و یا SSL به مقدار ۲۵٪ / و یا افزایش (۵:۵۰) در GMS+SSL در مقادیر ۲۵٪ / ۵۰٪ و ۷۵٪ / درصد اثر مشابهی در افزایش ویسکوزیتی خمیر دارد. نمونه شاهد در مقایسه با سایر نمونه‌های حاوی سورفاکتانت، در زمان کوتاه‌تری به حداکثر ویسکوزیتی خود رسید. همچنین بیشترین افت ویسکوزیتی در اثر استرس مکانیکی وارده از سوی همزن دستگاه در نمونه شاهد ملاحظه شد و افزایش GMS تا سطح ۵٪ / درصد مانع افت شدید ویسکوزیتی در اثر ادامه کار همزن دستگاه نگردید. حداکثر بازگشت ویسکوزیتی در اثر کاهش دما تا ۵۰ درجه

جدول ۲ - مقایسه میانگین پارامترهای مختلف RVA در سطوح مختلف افزایش سورفاکتانت‌ها

Table 2. Comparison of means of different parameters of RVA in different levels of surfactants

Surfactants	سورفاکتانت	حداکثر ویسکوزیته Peak viscosity (RVU)	زمان حداکثر ویسکوزیته Time to peak (min.)	حداقل ویسکوزیته Min. viscosity (RVU)	حداکثر برگشت ویسکوزیته Max. setback viscosity(RVU)
Control	شاهد (آرد کامل گندم)	234.3 ef	8.050 d	119.8 f	248.5 d
0.25% GMS		239.8 a	8.170 bc	121.1 ef	249.1 d
0.50 GMS		236.7 bcd	8.250 ab	122.2 def	270.1 c
0.75% GMS		235.9 cde	8.320 a	122.9 de	283.2 ab
0.25% SSL		237.8 abc	8.090 cd	123.0 de	255.3 d
0.50% SSL		234.9 de	8.120 cd	123.4 cde	273.2 bc
0.75% SSL		232.3 f	8.170 bc	125.7 bc	289.2 a
0.25% GMS+SSL		239.1 ab	8.230 ab	124.2 cd	255.1 d
0.50% GMS+SSL		237.6 abc	8.300 a	127.1 ab	286.2 a
0.75% GMS+SSL		237.9 abc	8.320 a	128.8 a	293.4 a

RVU= Rapid Visco Unit

Means with similar letters in each column are not significantly different at 5% level according to Duncan's Multiple Range Test.

میانگین‌ها با حروف مشابه در هر ستون در سطح ۵٪ بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن اختلاف معنی‌دار ندارند.

جدول ۳- تجزیه واریانس تیمارها و اثر آن‌ها بر پارامترهای تجزیه بافت در طی نگهداری

Table 3. Analysis of variance for treatments and their effects on texture analysis parameters during storage

		میانگین مربعات MS						
		نیروی کشش			فاصله کشش			
		Extension force			Extension distance			
		درجه			درجه			
		آزادی			آزادی			
S.O.V.	منابع تغییرات	df	۱ ساعت	۲۴ ساعت	۴۸ ساعت	۱ ساعت	۲۴ ساعت	۴۸ ساعت
			1 hour	24 hours	48 hours	1 hour	24 hours	48 hours
Type of additives(A)	نوع ماده افزودنی	2	440.375**	1644.1254**	18766.125	1.164**	0.950**	0.815**
Level of addition(B)	سطح افزایش	3	752.486**	58486.486**	50122.944**	3.7545**	2.833**	5.208**
AxB		6	80.319**	334.903**	2445.736**	0.165	0.229	0.120
Error		12	11.875	52.458	304.917	0.072	0.080	0.070

* and ** Significant at 5% and 1% levels, respectively.

* و ** به ترتیب معنی در سطح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد.

نگهداری شده به مدت ۲۴ یا ۴۸ ساعت وجود سورفاکتانت‌ها باعث افزایش مقاومت بافت و نیز افزایش کشش پذیری نان چاپاتی شد. در این بررسی ظاهراً گلیسرول مونو استئارات بهترین سورفاکتانت برای حفظ ویژگی‌های بافت چاپاتی در طی نگهداری آن است. چنین استنباط می‌شود که در مقایسه با GMS، افزایش مخلوط گلیسرول مونو استئارات و سدیم استئاریل لاکتیلات به خمیر باعث کاهش نیروی لازم برای پارگی نان می‌شود حال آنکه در فاصله قابل کشش نانی که به مدت ۴۸ ساعت نگهداری شده است کاهش معنی‌داری ملاحظه نمی‌شود. احتمالاً وجود سدیم استئاریل لاکتیلات در مخلوط سبب کاهش مقاومت بافت شده است در حالی که این ترکیب در حضور گلیسرول مونو استئارات، تأثیر قابل ملاحظه‌ای در کاهش

ج- آنالیز مقاومت بافت

نتایج حاصل از تجزیه واریانس تیمارها نشان داد که اثر نوع مواد افزودنی با احتمال ۹۹ درصد بر نیروی کشش فاصله قابل کشش نان چاپاتی توسط دستگاه Texture analyzer در همه زمان‌های اندازه‌گیری بعد از پخت معنی‌دار است. اثر متقابل تیمارها بر روی نیروی کشش با احتمال ۹۹ درصد معنی‌دار بود ولیکن بر روی فاصله قابل کشش تأثیر معنی‌داری نداشت (جدول ۳).

مقایسه میانگین پارامترهای تجزیه بافت در سطوح مختلف مواد افزودنی در ساعت اول بعد از پخت بیانگر این واقعیت بود که افزایش سورفاکتانت‌ها مقاومت بافت را در نان تازه کاهش می‌دهد. تأثیر سورفاکتانت‌ها به تدریج و با گذشت زمان و وقوع فرآیندهای فیزیکوشیمیایی که بیاتی نان را سبب می‌شوند، آشکار می‌شود. در نان

جدول ۴- مقایسه میانگین پارامترهای تجزیه بافت در سطوح مختلف مواد افزودنی در طی نگهداری

Table 4. Comparison of means of texture analysis parameters in different levels of additives during storage

	سورفاکتانت‌ها	نیروی کشش (g) Extension force			فاصله کشش (mm) Extension distance		
		۱ ساعت	۲۴ ساعت	۴۸ ساعت	۱ ساعت	۲۴ ساعت	۴۸ ساعت
Surfactants		1 hour	24 hours	48 hours	1 hour	24 hours	48 hours
Control	شاهد	725.0 a	455.0 f	380.0 d	28.70 a	23.50 c	22.20 d
0.25% GMS		723.0 ab	680.0 a	630.0 a	28.0 bc	25.80 a	24.20 a
0.5% GMS		717.0 abcd	679.0 a	627.0 a	27.50 cde	24.70 a	24.20 a
0.75% GMS		710.0 de	652.0 c	602.0 a	27.30 def	24.80 bc	24.00 ab
0.25% SSL		719.0 abc	650.0 c	510.0 bc	27.80 cd	24.30 cd	23.50 bc
0.50% SSL		714.0 cd	633.0 d	515.0 bc	27.70 cd	24.20 cd	23.50 bc
0.75% SSL		703.0 e	609.0 e	480.0 c	27.00 ef	24.10 de	23.00 c
0.25% GMS+SSL		719.0 bcd	675.0 ab	547.0 b	27.00 ef	25.80 a	23.70 ab
0.50% GMS+SSL		691.0 f	660.0 bc	549.0 b	26.30 g	25.00 b	23.70 ab
0.75% GMS+SSL		695.0 f	608.0 e	529.0 b	26.80 fg	24.10 de	23.60 abc

Means with similar letters in each column are not significantly different at 5% level according to Duncan's

Multiple Range Test.

میانگین‌ها با حروف مشابه در هر ستون در سطح ۵٪ بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن اختلاف معنی‌دار ندارند.

تازه نداشت. نوع سورفاکتانت اثر معنی‌دار بر عطر و بوی نانی که ۲۴ ساعت و یا ۴۸ ساعت نگهداری شده بود داشته و همچنین اثر آن بر نمره کل کیفیت حسی نان پس از ۴۸ ساعت از زمان طبخ معنی‌دار بود (جدول ۵).

بحث

افزایش سورفاکتانت‌ها سبب کاهش مقاومت بافت نان چاپاتی تازه گردید، در حالی که در نانی که به مدت ۲۴ و ۴۸ ساعت نگهداری شده بود وجود سورفاکتانت‌ها باعث افزایش بافت و

کشش پذیری چاپاتی نداشته است (جدول ۴).

د- آزمون پانل

نتایج حاصل از تجزیه واریانس تیمارها نشان داد که اثر مقدار سورفاکتانت با احتمال ۹۵ درصد بر کیفیت ظاهری نان تازه و با احتمال ۹۹ درصد بر کلیه صفات حسی نان نگهداری شده به مدت ۲۴ و ۴۸ ساعت معنی‌دار است. عطر و بو، انعطاف پذیری و مقاومت در برابر پارگی در نان تازه نیز با احتمال ۹۹ درصد متأثر از مقدار سورفاکتانت می‌باشد. در آزمایش‌های پانل، نوع سورفاکتانت تأثیر معنی‌داری بر خواص حسی نان

جدول ۵- تجزیه واریانس تیمارها و اثر آنها بر صفات حسی در طی نگهداری

Table 5. Analysis of variance for treatment and their effects on sensory characteristics during storage

تازگی نان (ساعت‌های پس از پخت) Bread freshness (Hours after baking)	S.O.V.	میانگین مربعات MS							
		منابع تغییرات	df	درجه آزادی	کیفیت ظاهری Appearance	عطر و بو Aroma	انعطاف پذیری Pliability	مقاومت پارگی Tearing strength	کیفیت خوراکی Eating quality
۱ ساعت 1 hour	Type of additives (A)	نوع ماده افزودنی	2	0.329	0.117	0.087	0.954	0.904	0.029
	Level of addition (B)	سطح افزایش	3	0.415*	0.938*	10.071*	20.149*	1.382	0.389
	A x B		6	0.157	0.117	0.354	0.265	0.432	0.751
	Error		48	0.112	0.167	0.275	0.444	0.510	1.723
۲۴ ساعت 24 hours	Type of additives (A)	نوع ماده افزودنی	2	1.529	1.017*	0.079	1.004	0.817	2.604
	Level of addition (B)	سطح افزایش	3	8.804**	29.383**	6.278**	11.9967**	27.885**	189.383**
	A x B		6	0.313	0.167	40.290	0.137	0.217	0.471
	Error		48	0.602	0.279	1.012	1.427	0.700	3.229
۴۸ ساعت 48 hours	Type of additives (A)	نوع ماده افزودنی	2	1.267	1.404*	1.217	0.217	0.262	15.654*
	Level of addition (B)	سطح افزایش	3	13.228**	11.756**	11.267**	9.426**	58.328**	226.315**
	A x B		6	0.328	0.393	0.950*	0.039	0.407	5.282
	Error		48	0.573	0.427	0.402	0.346	1.452	4.731

* and ** Significant at 5% and 1% levels, respectively.

* و ** به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد.

جدول ۶ - مقایسه میانگین نمرات کلی کیفیت در سطوح مختلف مواد افزودنی در طی نگهداری

Table 6. Comparison of means of overall quality scores in different levels of additives during storage

		نمره کلی کیفیت Overall quality score		
		۱ ساعت	۲۴ ساعت	۴۸ ساعت
Surfactants	سورفاکتانت‌ها	1 hour	24 hours	48 hours
Control	شاهد	55.50 bcd	38.00 c	23.50 d
0.25% GMS		55.50 bcd	39.50 c	27.50 c
0.50% GMS		55.50 bcd	44.00 b	32.00 ab
0.75% GMS		54.50 d	45.00 b	33.50 a
0.25% SSL		57.00 ab	39.00 c	27.00 c
0.50% SSL		56.50 abc	45.00 b	29.50 bc
0.75% SSL		57.50 a	45.50 ab	32.00 ab
0.25% GMS+SSL		56.50 abc	40.00 c	27.00 c
0.50% GMS+SSL		56.00 abcd	43.50 b	30.00 bc
0.75% GMS+SSL		55.00 cd	47.50 a	34.50 a

میانگین‌ها با حروف مشابه در هر ستون در سطح ۵٪ بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن اختلاف معنی‌دار ندارند.

Means with similar letters in each column are not significantly different at 5%

level according to Duncan's Multiple Range Test

گلیسرول مونواستئرات بهترین سورفاکتانت برای حفظ ویژگی‌های بافت نان چاپاتی در طی نگهداری آن است. افزایش شدید قدرت و مقاومت ژل نشاسته ویژگی مطلوبی نیست. قدرت ژل در نمونه حاوی ۵۰٪/۵۰ GMS بیش از نمونه شاهد و کمتر از نمونه‌های حاوی ۷۵٪/۵۰ GMS یا ۷۵٪/۵۰ SSL و یا مخلوط آن‌ها است (جدول ۲). از آن جایی که سطوح ۵۰٪/۵۰ درصد و ۷۵٪/۵۰ درصد گلیسرول مونواستئرات اثر مشابهی در نمره کلی کیفیت حسی نان چاپاتی پس از گذشت ۴۸ ساعت از زمان پخت داشته‌اند می‌توان افزودن ۵۰٪/۵۰

همچنین کشش‌پذیری نان چاپاتی شد (جدول ۴). در آزمایش‌های پانل پس از ۴۸ ساعت از زمان پخت، نمره کلی کیفیت حسی نمونه‌های حاوی ۵۰٪/۵۰ یا ۷۵٪/۵۰ درصد GMS یا ۷۵٪/۵۰ درصد SSL و یا ۷۵٪/۵۰ درصد مخلوط دو نوع سورفاکتانت با اختلاف معنی‌دار بیش از نمره کلی کیفیت حسی سایر نمونه‌ها بود. از جدول ۴ چنین استنباط می‌شود که در مقایسه با GMS، افزایش مخلوط گلیسرول مونواستئرات و سدیم استتاریل لاکتیلات به خمیر باعث کاهش نیروی لازم برای پارگی نان شده است. به نظر می‌رسد

درصد GMS را به آرد توصیه نمود.

این تحقیق با مساعدت ایشان فراهم شد و همچنین خانم دکتر D. Indirani و خانم Jyotsna Rao به خاطر راهنمایی‌هایشان در مراحل اجرای تحقیق سپاسگزاری می‌شود.

سپاسگزاری

از آقای دکتر عباس سعیدی رئیس مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر که امکان انجام

References

منابع مورد استفاده

- پیرایش فر، ب. ۱۳۷۹. گندم و نان در هندوستان. انتشارات بخش تحقیقات غلات، مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر. ۱۸ صفحه.
- Anonymous 1991. Standard Methods of Analysis. International Association for Cereal Science and Technology (ICC), Vienna, Austria.
- Haridas Rao, P. 1993. Chapaties and related products. pp. 795-801. In: Macrae, R., Robison, P.K., and Sadler, M.J. (eds.). Encyclopedia of Food Science, Food Technology and Nutrition. Vol. 2. Academic Press, London.
- Harids Rao, P., Leelavathi, K., and Shurpalekar, S. 1986. Test baking of Chapati. Development of method. Cereal Chemistry 63: 297-303.