

بررسی اثر امولسیفایر سدیم استئاروئیل ۲-لاکتیلات و کنسانتره پروتئین آب پنیر در بهبود کیفیت و بیاتی نان حاصل از خمیر منجمد

فرزانه مرادخانی^۱، مانیا صالحی فر^{۲*}، مریم هاشمی^۳

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد، گروه علوم و صنایع غذایی، واحد شهر قدس، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

۲- استادیار، گروه علوم و صنایع غذایی، واحد شهر قدس، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

۳- عضو هیأت علمی پژوهشکده بیوتکنولوژی کشاورزی، بخش بیوتکنولوژی میکروبی و ایمنی زیستی، کرج، ایران

(تاریخ دریافت: ۹۳/۱۱/۷ تاریخ پذیرش: ۹۴/۲/۱۶)

چکیده

نان غذای اصلی و پایه ای بسیاری از مردم جهان بوده و پخت آن یک اقدام وقت گیر است که به مهارت نیاز دارد. همچنین نان یک محصول غذایی با عمر نگهداری بسیار کوتاه است که برای رفع این مشکلات، محصولات نانوائی منجمد شده به بازار عرضه شدند. انجماد خمیر نان علاوه بر مزایای متعددی که دارد معایبی همچون کاهش حجم نان، تسریع بیاتی و از بین رفتن بافت نهایی محصول را نیز در پی دارد. هدف از این پژوهش، بررسی اثر امولسیفایر سدیم استئاروئیل ۲-لاکتیلات (SSL) و کنسانتره پروتئین آب پنیر (WPC) در بهبود کیفیت و بیاتی نان حاصل از خمیر منجمد است. بدین منظور از SSL در سطوح ۰، ۰/۴ و ۰/۸٪ و WPC در سطوح ۰، ۳/۷۵ و ۷/۵٪ توسط طرح مرکب مرکزی استفاده گردید. نمونه های خمیر به مدت ۱ ماه در دمای ۱۸°C- نگهداری شدند و تاثیر افزودن این دو ماده بر ویژگی های کیفی نان باگت حاصل از خمیر منجمد مورد بررسی قرار گرفت. نتایج به دست آمده از دستگاه بافت سنج، حاکی از تاثیر معنی داری در سطح ۱٪ در مورد میزان نیروی وارد بر نان پس از افزودن این دو ماده می باشد ($P < 0/01$). همچنین مشخص شد افزودن این دو ماده، تاثیر معنی داری در افزایش حجم مخصوص ($P < 0/01$) و پذیرش کلی در ارزیابی حسی نان ها خواهد داشت ($P < 0/05$). در این پژوهش، مقادیر SSL ۰/۵٪ و WPC ۳/۸٪ بعد از بهینه سازی به روش سطح پاسخ، به عنوان بهترین تیمار انتخاب گردیدند.

کلید واژگان: خمیر منجمد، امولسیفایر سدیم استئاروئیل ۲-لاکتیلات، کنسانتره پروتئین آب پنیر، نان باگت.

۱- مقدمه

نان غذای اصلی و پایه ای بسیاری از مردم جهان است و هدف از تولید نان، بدست آوردن محصولی از آرد است که دارای ظاهری جذاب، حجم مناسب و قابلیت هضم زیاد باشد [۱]. پخت نان به شیوه متداول یک اقدام وقت گیر و فرآیندی است که به مهارت نیاز دارد. هدف از انجماد خمیر نان و مزایای آن عبارتند از سازماندهی فعالیت نانوایی ها و کاهش شیفیت شب و یا به طور کلی حذف آن، کاهش زمان تولید پس از انجماد، امکان توزیع به مکان های دور مانند رستوران ها، امکان تولید محصولات تازه در زمان کوتاه و در هر ساعتی از شبانه روز و افزایش ماندگاری نان می باشد [۲ و ۳].

امروزه با توجه به وقت گیر بودن فرآیند پخت نان و تمایل افراد جامعه به مصرف غذاهای آماده و نیمه آماده، با کیفیت و عمر ماندگاری بالا، تولید خمیر منجمد نان حائز اهمیت می باشد. ضرورت تولید فراورده های خمیری منجمد نیاز روزمره اکثر جوامع است چرا که نان به عنوان یک فراورده غذایی پرانرژی و اصلی بوده و از سوی دیگر حفظ کیفیت آن به منظور عرضه محصول تازه، لازم می باشد. تولید خمیر منجمد و تهیه نان از آن باعث صرفه جویی در هزینه های تجهیزات و کارگری و رعایت اصول بهداشتی در پخت نان می گردد [۴ و ۵]. تاریخچه تهیه نان از خمیر منجمد به سال ۱۹۳۰ باز می گردد اما تولید تجاری محصولات نانوایی منجمد عمده تا طی سال ۱۹۵۰ آغاز شد و از آن زمان تاکنون گسترش یافته است [۲].

خواص پخت نان مانند بافت و حجم مخصوص آن تحت تأثیر مقدار مایع خارج شده از خمیر منجمد طی انجماد زدایی قرار می گیرد و یک ارتباط معکوس بین خواص پخت نان و مایع خارج شده وجود دارد. کاهش کیفیت نان در اثر تغییر رئولوژی خمیر نان و در نتیجه انتقال آب طی ذخیره سازی از گلوتن آبدار به فاز یخ می باشد [۴ و ۵]. آسیب به غشای سلول های مخمر و مرگ آن ها در اثر کریستال های یخ طی انجماد باعث کاهش فعالیت زیستی، کاهش تولید گاز و در نتیجه کاهش حجم نان شده و همچنین منجر به رهاسازی مواد احیا کننده ای مثل گلوکاتایون می شود و گلوکاتایون نیز با شکستن پیوندهای دی سولفیدی S-S در پروتئین های گلوتن باعث تضعیف خمیر نان گردیده که خود

عامل مهمی در رئولوژی خمیر و در نتیجه بافت نان می باشد [۴]. وجود کریستال های یخ طی انجماد ساختار فوم خمیر را شکسته و به نشاسته و گلوتن آسیب می رساند. نشاسته آسیب دیده، جذب آب بالایی دارد و آب را از ماتریکس گلوتن خارج می کند. چون آب قابل انجماد در خمیر طی انجماد افزایش می یابد، جذب آب توسط نشاسته آسیب دیده نیز افزایش یافته و منجر به افزایش سرعت بیانی در محصول می شود [۵ و ۶].

به دلیل اثرات نامطلوب انجماد و کاهش کیفیت نان حاصل از خمیر منجمد از قبیل کاهش حجم نان، از بین رفتن بافت نهایی محصول و بیانی سریع تر می توان از افزودنی هایی نظیر امولسیفایر سدیم استئاروئیل ۲-لاکتیلات (SSL) و کنسانتره پروتئین آب پنیر (WPC) در جهت کاهش یا از بین بردن اثرات نامطلوب انجماد استفاده کرد.

SSL یک امولسیفایر روغن در آب است که به صورت پودرهای خامه ای رنگ و دارای بوی ملایم شبیه کارامل بوده و کمی هیگروسکوپیک (جاذب الرطوبه) و نامحلول در آب می باشد. SSL با افزایش مقاومت خمیر در مقابل فروپاشی و در نتیجه افزایش پایداری حباب های گاز در خمیر باعث افزایش حجم نان و ایجاد بافت ارتجاعی می گردد [۷ و ۸ و ۹].

WPC محصولی به رنگ سفید تا کرم روشن و دارای طعم ملایم است که بصورت محلول یا پودر خشک در دسترس می باشد و حاوی حداقل ۲۵٪ پروتئین است که خواص عمل کنندگی آن در مواد غذایی بسته به میزان پروتئین آن متفاوت می باشد. WPC سبب بهبود خصوصیات پخت، عطر و مزه و حجم نان، حفظ رطوبت محصول و به تعویق انداختن بیانی می شود و رنگ قهوه ای مطلوبی را در محصولات پخته شده ایجاد می نماید [۱۰]. در سال های اخیر تحقیقاتی در خصوص تأثیر افزودن SSL و همچنین WPC بر روی نان حاصل از خمیر منجمد انجام شده است. در سال ۱۹۸۴ ولت و همکاران، گزارش کردند که ماده فعال سطحی سدیم استئاروئیل لاکتیلات، اثرات نگهداری در حالت انجماد را بر روی خصوصیات رئولوژیکی خمیر کاهش داده و همچنین خمیر های منجمد حاوی سدیم استئاروئیل لاکتیلات، حجم قرص نان بزرگتری را به علت حالت ارتجاعی بیشتر نسبت به خمیرهای منجمد بدون این افزودنی ایجاد می کنند [۱۱]. در سال ۱۹۹۲ راو و همکاران، در تحقیقی که انجام

پروتئین مطابق با استاندارد ملی شماره ۲۸۶۳، pH مطابق با استاندارد ملی شماره ۳۷، عدد گلوتن با استفاده از دستگاه گلوتن شوی شرکت پرتن سوئد مطابق با روش AACC شماره ۰۲-۱۲ و کیفیت گلوتن با استفاده از دستگاه سانتریفیوژ شرکت پرتن سوئد مطابق روش AACC شماره ۰۲-۱۲-۳۸ انجام شد. امولسیفایر سدیم استئاروئیل ۲- لاکتیلات از شرکت پارس بهبود آسیا و کنسانتره پروتئین آب پنیر (حاوی ۳۵٪ پروتئین) از شرکت به تام پودر تهیه شدند و به منظور تعیین غلظت‌های بهینه این دو ماده، از روش سطح پاسخ و طرح مرکب مرکزی استفاده گردید.

۲-۲- روش‌ها

۲-۲-۱- روش تهیه خمیر منجمد و نان حاصل از آن

برای تهیه نمونه های خمیر منجمد، ابتدا با اختلاط همه ترکیبات طی مدت ۱۰ دقیقه، خمیر همگنی به دست آمد. سپس ۶۰-۴۵ دقیقه زمان داده شد تا تخمیر کامل شود و خمیر حجیم و کمی نرم گردد. در مرحله بعد، چانه گیری و قالب گیری خمیر انجام شد و نمونه های بدست آمده در کیسه های پلی اتیلنی بسته بندی و در دمای 18°C منجمد و به مدت ۱ ماه در این دما نگهداری گردیدند. سپس جهت تهیه نان حاصل از خمیر منجمد، نمونه ها به مدت ۲ ساعت در دمای $1^{\circ}\text{C} \pm 23$ انجمادزایی شدند و به مدت ۱۰ دقیقه در دمای 30°C جهت تخمیر نهایی نگهداری و در نهایت نمونه ها در دمای $180-200^{\circ}\text{C}$ به مدت ۲۰-۱۰ دقیقه پخته و سرد و بسته بندی شدند. ویژگی های کیفی نان های حاصل، با استفاده از روش اندازه گیری حجم مخصوص به طریقه جایگزینی حجم با دانه مطابق با روش ۵۵-۵۰-۰۱

AACC و آزمون بافت در روز اول و روز پنجم مطابق با روش ۷۴-۰۹ AACC انجام شد. ارزیابی حسی نان ها نیز توسط ۱۰ نفر ارزیاب آموزش دیده صورت پذیرفت که در این ارزیابی، پذیرش کلی با استفاده از روش هدونیک ۵ نقطه ای مورد امتیازدهی قرار گرفت [۷ و ۸]. در این تحقیق، نان باگت مورد بررسی قرار گرفت که بدین منظور از آرد (۱۰۰٪)، آب (با توجه به درصد جذب آب آرد)، مخمر خشک فعال (۰/۴٪)، نمک (۰/۲٪)، شکر (۰/۲٪)، شورتینگ (۰/۲٪) استفاده گردید. مقادیر مورد استفاده متغیرهای مستقل (SSL و WPC) نیز در جدول ۱ نشان داده شده است.

دادند به این نتیجه رسیدند که سدیم استئاروئیل ۲- لاکتیلات به طور قابل ملاحظه ای حجم، بافت و کیفیت کلی نان را بهبود می بخشد. این نتایج با افزودن مخلوطی از افزودنی ها شامل گلوتن، صمغ گوار و سدیم استئاروئیل ۲- لاکتیلات بدست آمد که در این مورد حجم نان افزایش قابل ملاحظه ای را نشان داد [۱۲]. در سال ۲۰۰۵ کانسانداک، کنسانتره پروتئین آب پنیر را با آرد گندم جایگزین کرد و اثرات آن را بر کیفیت نان بررسی نمود. او متوجه شد که استفاده از کنسانتره پروتئین آب پنیر به مقدار ۱۰٪ حجم قرص نان را کاهش می دهد ولی محتوای پروتئین نان به بیش از ۲۰٪ می رسد و نسبت اسیدهای آمینه ضروری بالا می رود. به کار بردن ۵٪ آن برای بهبود ویژگی های خمیر و کیفیت نان نتایج مطلوب تری را نشان داد [۱۳]. در سال ۲۰۰۷ اندرونیک و همکاران، گلوتن، اسید اسکوریک و سدیم استئاروئیل ۲- لاکتیلات را به خمیر منجمد جهت تولید فراورده های شیرینی اضافه کردند و محصول نهایی را از نظر خصوصیات حسی بررسی نمودند و به این نتیجه رسیدند که مقدار مطلوب گلوتن ۱/۳۵-۱/۲۵٪، اسید اسکوریک ppm ۶۰-۵۱ و سدیم استئاروئیل ۲- لاکتیلات ۰/۴٪ می باشد [۱۴]. در سال ۲۰۰۹ شون و همکاران، اثر افزودن پروتئین های شیر (کازئین و پروتئین های آب پنیر) را بر روی کیفیت نان حاصل از خمیر منجمد بررسی کردند. آن ها متوجه شدند که پروتئین های شیر باعث بهبود بافت، حجم ویژه و نگهداری رطوبت شده و سایز کریستال های یخ را کاهش می دهد [۱۰].

به طور کلی هدف از این تحقیق، بررسی تاثیر ترکیب امولسیفایر سدیم استئاروئیل ۲- لاکتیلات و کنسانتره پروتئین آب پنیر با استفاده از طرح مرکب مرکزی بر ویژگی های کیفی نان باگت حاصل از خمیر منجمد و نیز به دست آوردن بهترین میزان از هر یک از ترکیبات مذکور با استفاده از بهینه سازی فرایند به روش سطح پاسخ می باشد.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- مواد

آرد ستاره با درجه استخراج ۷۷٪ از شرکت گلمکان تهیه گردید و ویژگی های شیمیایی آن از قبیل رطوبت مطابق با استاندارد ملی ایران شماره ۲۷۰۵، خاکستر مطابق با استاندارد ملی شماره ۲۷۰۶،

جدول ۱ مقادیر متفاوت WPC و SSL مطابق طرح مرکب مرکزی

تیمار	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳
SSL	%۰/۴	%۰/۸	%۰/۴	۰	%۰/۴	۰	%۰/۴	%۰	%۰/۸	%۰/۴	%۰/۴	%۰/۸	%۰/۴
WPC	%۷/۵	۰	%۳/۷۵	%۷/۵	%۳/۷۵	۰	%۳/۷۵	%۳/۷۵	%۳/۷۵	%۳/۷۵	۰	%۷/۵	%۳/۷۵

۲-۲-۲- روش انجام آزمون ها

۲-۲-۲-۱- آزمون بافت

تغییرات در بافت نان در اثر افزودن مقادیر مختلف SSL و WPC توسط دستگاه بافت سنج اینستران مطابق با روش ۷۴-۰۹ AACC اندازه گیری شد. بدین صورت که آزمون بر روی نمونه های نان حاصل از خمیر منجمد در روزهای اول و پنجم انجام شد. جهت ارزیابی بافت نان از آزمون فشاری استفاده شد. ابتدا نمونه های نان در ابعاد ۲,۵*۲,۵ سانتیمتر بریده شد و سپس روی صفحه مخصوص جاگیری نمونه زیر پروپ فشاری قرار گرفت. پروپ فشاری دارای قطر ۴۰ میلی متر، سرعت ۶۰ میلی متر در دقیقه و عمق نفوذ ۵۰٪ با لودسل ۵۰۰ نیوتن بود. حداکثر نیروی لازم جهت نفوذ پروپ به داخل نمونه به عنوان شاخصی از سفتی نان در نظر گرفته شد [۷].

۲-۲-۲-۲- آزمون حجم مخصوص

این آزمون مطابق روش AACC شماره ۵۵-۵۰-۰۱ ویرایش یازدهم سال ۲۰۱۲ انجام شد. برای اندازه گیری حجم مخصوص از روش جایگزینی حجم با دانه استفاده گردید. ابتدا دانه های کلزا داخل یک مزور ۱۰۰۰ سی سی ریخته شد تا حجم مزور پر شود. سپس دانه های کلزای موجود در مزور داخل یک بشر خالی شد و نان مورد آزمون به قطعات مساوی تقسیم و داخل مزور ۱۰۰۰ سی سی گذاشته شد و روی آن تا حجم ۱۰۰۰ سی سی از دانه کلزا پر گردید. حجم دانه های کلزای باقیمانده درون

بشر اندازه گیری شد و بر وزن نان تقسیم گردید. عدد حاصل به عنوان حجم مخصوص یادداشت شد.

۲-۲-۲-۳- آزمون حسی

جهت انجام این آزمون از یک تیم ۱۰ نفره که آشنایی و مهارت کافی در ارزیابی و شناسایی کیفی محصولات غذایی را داشتند استفاده گردید. در این آزمون، پذیرش کلی نان ها ۱ ساعت پس از پخت مورد ارزیابی قرار گرفت. ابتدا ۱۳ نمونه تیمار ذکر شده پس از کد گذاری در اختیار ارزیابان قرار گرفتند و در نهایت پذیرش کلی نان ها با استفاده از آزمون ناپارامتری کروسکال والیس مورد ارزیابی قرار گرفت [۱۵].

۲-۲-۳- روش آماری:

برای تجزیه و تحلیل داده ها و بهینه سازی از روش RSM یا سطح پاسخ و از نرم افزار SAS JMP 8 استفاده گردید. همچنین برای مقایسه میانگین ها از روش Duncan و نرم افزار SAS 9.1 استفاده شد.

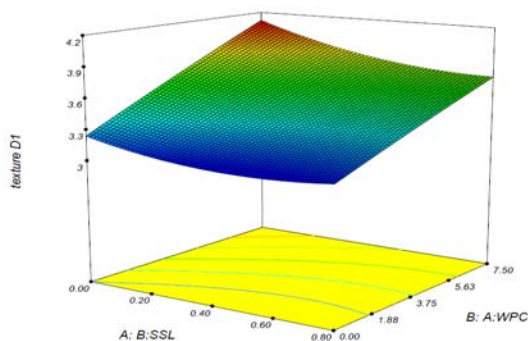
۳- نتایج و بحث

۳-۱- ویژگی های شیمیایی آرد

ویژگی های شیمیایی آرد مورد استفاده در جدول ۲ نشان داده شده است.

جدول ۲ نتایج آزمون های اولیه بر روی نمونه آرد شاهد

شرح آزمون	نتیجه آزمون	روش آزمون
پروتئین (درصد)	۱۰/۴۹	استاندارد ملی ایران شماره ۲۸۶۳
رطوبت (درصد)	۱۳	استاندارد ملی ایران شماره ۲۷۰۵
خاکستر کل (درصد)	۰/۶۶	استاندارد ملی ایران شماره ۲۷۰۶
pH	۵/۹۸	استاندارد ملی ایران شماره ۳۷
عدد گلوتن (درصد)	۲۷/۵	استاندارد AACC 38-12-02
کیفیت گلوتن (درصد)	۸۵	استاندارد AACC 38-12-02



شکل ۱ نمودار رویه پاسخ بافت روز اول

۲-۳- بررسی نتایج حاصل از آزمون بافت

۱-۲-۳- بررسی نتایج حاصل از آزمون بافت روز اول

روند اثرگذاری SSL و WPC بر بافت به صورت شمای سه بعدی رویه پاسخ در شکل ۱ نشان داده شده است. مطابق با شکل، افزایش میزان SSL باعث کاهش نیروی مورد نیاز برای فشردن نان می‌شود، در حالی که با افزایش میزان WPC نیرو نیز افزایش می‌یابد ($P < 0.01$). SSL با پیوند لیپیدهای امولسیفیه شده و پروتئین‌های آرد باعث بهبود کیفیت نان و قابلیت برش و افزایش نرمی نان می‌گردد، در نتیجه بافت انعطاف پذیرتر و نیروی مورد نیاز برای فشردن نان کاهش می‌یابد. در واقع SSL به سطح آبگریز پروتئین متصل شده و باعث تراکم پروتئین‌های گلوتمین می‌شود و به عنوان حالت دهنده و نرم کننده در محصولات نانوائی مورد استفاده قرار می‌گیرد [۹]. WPC نیز عامل افزایش قدرت شبکه گلوتمین و قوی‌تر شدن خمیر و سفت تر شدن نان و در نتیجه افزایش نیروی مورد نیاز برای فشردن نان است [۱۵].

بین نمونه شاهد با سایر تیمارها اختلاف معنی داری وجود دارد. با افزایش میزان SSL کاهش کمی در میزان نیروی مورد نیاز برای فشردن نان مشاهده شد ولی با افزایش میزان WPC نیرو افزایش می‌یابد. با افزایش مصرف هم زمان هردو ترکیب نیرو نسبت به شاهد افزایش می‌یابد، که نزدیکترین تیمار نسبت به نمونه شاهد تیمار حاوی (SSL ۰/۴٪ و WPC ۳/۷۵٪) و دورترین تیمار نسبت به شاهد از نظر نیرو تیمار حاوی (WPC ۷/۵٪) است. کمترین نیروی مورد نیاز برای فشردن نان در روز اول مربوط به تیمار حاوی (SSL ۰/۸٪) و بیشترین نیرو مربوط به تیمار حاوی (WPC ۷/۵٪) است.

نتایج حاصل از این تحقیق با نتایج تحقیقات کوهاجدوا و همکاران، ۲۰۰۹ و اصغر و همکاران در سال ۲۰۰۹ مطابقت دارد. در تحقیق آن‌ها، SSL حالت دهنده و نرم کننده بافت نان و کاهش دهنده نیروی مورد نیاز برای برش می‌باشد. همچنین WPC عامل سفت شدن بافت نان و افزایش نیرو برای برش می‌باشد [۹ و ۱۵].

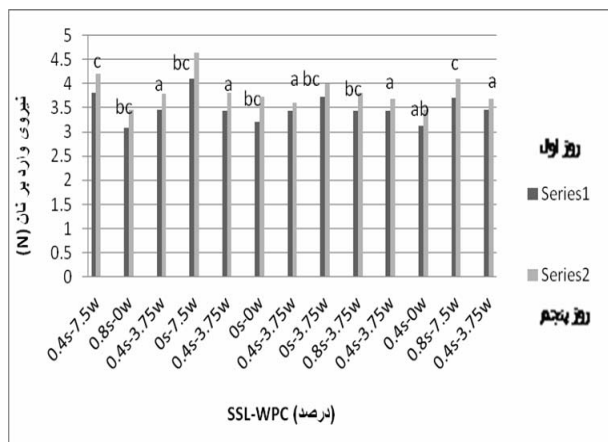
۲-۲-۳- بررسی نتایج حاصل از آزمون بافت روز پنجم

روند اثرگذاری SSL و WPC بر بافت به صورت شمای سه بعدی رویه پاسخ در شکل ۲ نشان داده شده است. در این شکل با افزایش میزان LSS نیروی مورد نیاز کاهش می‌یابد و با افزایش میزان WPC، نیرو نیز افزایش می‌یابد ($P < 0.01$). همان طور که گفته شد SSL عامل نرمی نان و کاهش نیروی مورد نیاز جهت فشردن و WPC عامل قوی شدن شبکه گلوتمین و افزایش نیرو برای فشردن نان می‌باشد. با گذشت زمان، در روز پنجم آزمون بافت، نیروی مورد نیاز نیز افزایش می‌یابد [۹ و ۱۵].

بین نمونه شاهد با تیمار حاوی (SSL ۰/۴٪ و WPC ۳/۷۵٪) و (SSL ۰/۸٪ و WPC ۳/۷۵٪) اختلاف آماری معنی داری وجود ندارد ولی با سایر تیمارها اختلاف معنی دار وجود دارد. با افزایش میزان SSL نیروی فشردن بافت در روز پنجم کاهش جزئی را نشان می‌دهد در حالی که افزایش میزان WPC باعث کاهش در میزان نیرو می‌گردد. به طور کلی در مصرف همزمان دو ترکیب، افزودن مقادیر SSL ۰/۴٪ و WPC ۳/۷۵٪ تغییری در میزان نیرو ایجاد نکرد ولی مقادیر بیشتر این ترکیبات باعث افزایش میزان نیروی مورد نیاز برای فشردن بافت در روز پنجم می‌گردد. نزدیکترین تیمار نسبت به نمونه شاهد تیمارهای حاوی (SSL ۰/۴٪ و WPC ۳/۷۵٪) و (SSL ۰/۸٪ و WPC ۳/۷۵٪) و دورترین تیمار، تیمار حاوی (WPC ۷/۵٪) می‌باشد. کمترین نیروی مورد نیاز برای فشردن نان در روز پنجم مربوط به تیمار حاوی (SSL ۰/۸٪) و بیشترین نیرو مربوط به تیمار حاوی (WPC ۷/۵٪) است.

داری وجود ندارد ولی بین نمونه شاهد با سایر تیمارها، اختلاف معنی داری وجود دارد. با افزایش میزان SSL تا سطح ۰/۴٪، روند بیاتی در تیمارهای طی نگهداری ۵ روزه کاهش و در مقادیر بالاتر از این میزان، کمی افزایش می یابد که در مقایسه با نمونه شاهد بیاتی کمتر است. با افزایش میزان WPC تا سطح ۳/۷۵٪، روند بیاتی در تیمارهای طی نگهداری ۵ روزه کاهش و در مقادیر بالاتر از این میزان، حتی از نمونه شاهد نیز بیشتر گردید. با افزایش مصرف هم زمان SLS و WPC تا سطح SSL ۰/۴٪ و WPC ۳/۷۵٪، بیاتی در تیمارها کاهش و در مقادیر بالاتر از این میزان، بیاتی افزایش یافت ولی این افزایش کمتر از نمونه شاهد بود. نزدیکترین تیمار نسبت به نمونه شاهد از نظر بیاتی، تیمار حاوی (WPC ۷/۵٪) و دورترین تیمار نسبت به شاهد تیمار حاوی (SSL ۰/۴٪ و WPC ۳/۷۵٪) است. کمترین بیاتی مربوط به تیمار حاوی (SSL ۰/۴٪ و WPC ۳/۷۵٪) و بیشترین مربوط به تیمار حاوی (WPC ۷/۵٪) و همچنین نمونه شاهد است.

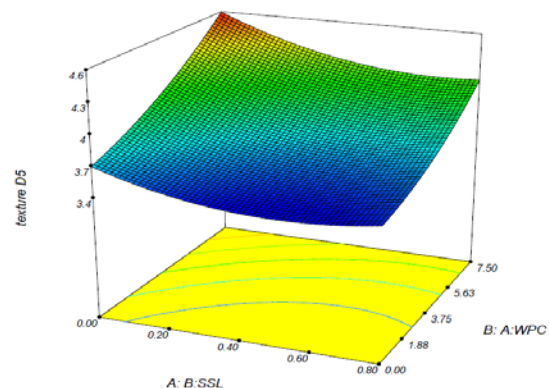
نتایج حاصل از این تحقیق با نتایج تحقیقات عزیزی و راثو، ۲۰۰۵ و همچنین اصغر و همکاران، ۲۰۰۹ مطابقت دارد. در تحقیق آن ها، سرعت سفتی نان های حاوی SSL، کمتر از نان های بدون سورفاکتانت بود. همچنین بیاتی و روند سفت شدن در تیمارها به تأخیر افتاد و این حالت در نان های حاوی SSL ۰/۴٪ و WPC ۰/۵٪ کاملاً به وضوح به چشم می خورد [۱۵ و ۱۶].



نمودار ۱ مقایسه بافت روز اول و پنجم (روند بیاتی)

(در هر تیمار، ستون تیره نشاندهنده مقدار نیروی لازم جهت فشردن نان در روز اول بوده و ستون روشن نشاندهنده مقدار نیروی لازم جهت فشردن نان در روز

نتایج حاصل از این تحقیق با نتایج تحقیقات کوهاجدوا و همکاران، ۲۰۰۹ و نیز اصغر و همکاران در سال ۲۰۰۹ مطابقت دارد. این پژوهشگران به این نتیجه رسیدند که SSL عامل حالت دهنده و نرم کننده بافت نان بوده و باعث کاهش نیروی مورد نیاز برای برش می گردد. همچنین WPC عامل سفت شدن بافت نان و افزایش نیرو برای برش می باشد [۹ و ۱۵].



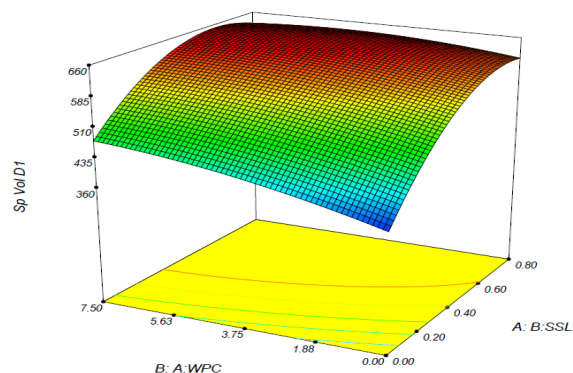
شکل ۲ نمودار رویه پاسخ بافت روز پنجم

۳-۳- بررسی نتایج روند بیاتی نان

جهت محاسبه روند بیاتی، مطابق نمودار ۱، اختلاف بین مقدار نیروی لازم در آزمون بافت روز اول و روز پنجم در نظر گرفته شد. برای مقایسه نتایج به دست آمده، از روش آماری چند دامنه‌ای دانکن استفاده گردید. همانطور که در نمودار ۱ مشاهده می‌شود با افزایش مصرف SSL و WPC تا سطح SSL ۰/۴٪ و WPC ۳/۷۵٪، بیاتی در تیمارها کاهش و در مقادیر بالاتر از این میزان، بیاتی افزایش یافت ولی این افزایش کمتر از نمونه شاهد بود. SSL یکی از مؤثرترین سورفاکتانت‌هایی است که به طور روزافزون به منظور به تأخیر انداختن بیاتی نان استفاده می‌شود. مکانیزمی که SSL فرآیند سفتی را کند می‌کند به توانایی آن برای تشکیل کمپلکس با آمیلوز نسبت داده می‌شود. سورفاکتانت‌ها با کند کردن سرعتی که نشاسته کریستالیزه می‌شود از سفتی نان جلوگیری می‌کنند. WPC نیز با جذب آب آزاد و حفظ رطوبت محصول سبب به تعویق انداختن بیاتی می‌شود [۱۵ و ۱۶].

بین نمونه شاهد با تیمارهای حاوی (WPC ۷/۵٪)، (SSL ۰/۴٪) و (WPC ۷/۵٪)، (SSL ۰/۸٪) و (WPC ۳/۷۵٪) و (WPC ۷/۵٪) و (SSL ۰/۸٪) اختلاف معنی

پنجم می باشد و در هر تیمار، اختلاف بین ستون تیره و روشن، میزان بیایتی را نشان می دهد و هرچه این اختلاف بیشتر باشد میزان بیایتی، در آن تیمار بیشتر است)



شکل ۳ نمودار رویه پاسخ حجم مخصوص نان

۳-۴- بررسی نتایج حاصل از آزمون حجم

روند اثرگذاری SSL و WPC بر حجم مخصوص به صورت شمای سه بعدی رویه پاسخ در شکل ۳ نشان داده شده است. مطابق با شکل، با افزایش میزان این ترکیبات، حجم مخصوص نان نیز افزایش می‌یابد ($P < 0.01$). افزودن WPC به عنوان ترکیبی با ارزش غذایی بالا باعث تغذیه و رشد بهتر مخمرها و تولید گاز دی اکسید کربن بیشتر توسط آن‌ها در خمیر می‌گردد که افزایش حجم نان را در پی دارد. از طرفی بهبود ویژگی‌های ویسکوالاستیکی شبکه گلوونی در اثر افزودن WPC سبب می‌گردد که گازهای تولید شده ناشی از فعالیت مخمرها، درون شبکه گلوونی انعطاف پذیر محبوس شده و در نتیجه قابلیت نگهداری گاز دی اکسید کربن در خمیر افزایش یابد و حجم مخصوص نان را افزایش دهد [۱۷]. SSL باعث افزایش پایداری حباب‌های گاز در خمیر در اثر ایجاد سطح مشترک بین خمیر و گاز در سراسر فرایند پخت می‌شود و حجم قرص نان به علت ایجاد بافت ارتجاعی و نرم تر نان افزایش می‌یابد. [۱۸ و ۲۰].

بین نمونه شاهد با سایر تیمارها اختلاف معنی داری وجود دارد. با افزایش میزان ترکیبات SSL و WPC هرکدام به تنهایی، حجم مخصوص نان نسبت به نمونه شاهد افزایش می یابد. در مصرف همزمان این ترکیبات، با افزایش میزان آن ها، حجم مخصوص نیز افزایش می یابد و بیشتر از نمونه شاهد می باشد. نزدیکترین تیمار نسبت به نمونه شاهد، تیمار حاوی (WPC ۳/۷۵٪) و دورترین تیمار، تیمار حاوی (SSL ۰/۸٪ و WPC ۷/۵٪) می باشد. در واقع کمترین حجم مخصوص نان مربوط به نمونه شاهد و بیشترین حجم مخصوص مربوط به تیمار حاوی (SSL ۰/۴٪ و WPC ۳/۷۵٪)، (SSL ۰/۸٪ و WPC ۳/۷۵٪) و (SSL ۰/۸٪ و WPC ۷/۵٪) است.

نتایج این تحقیق با نتایج حاصل از بوی و همکاران، ۱۹۹۵ و مانجیو، ۱۹۹۲ و همچنین ولت و همکاران، ۱۹۸۴ مطابقت دارد. این محققان بیان کردند که خمیرهای منجمد حاوی SSL، حجم

روند اثرگذاری SSL و WPC بر پذیرش کلی نان به صورت شمای سه بعدی رویه پاسخ در شکل ۴ نشان داده شده است ($P < 0.05$). مطابق شکل با افزایش محتوای WPC و SSL به ترتیب تا حدود ۳/۷۵٪ و ۰/۴٪ پذیرش کلی نان افزایش می‌یابد اما مقادیر بالاتر از این میزان باعث کاهش پذیرش کلی نان‌ها می‌شود. در زمان پخت فرآورده، پروتئین‌های آب پنیر با قند احیاء کننده لاکتوز در واکنش‌های قهوه‌ای شدن میلارد شرکت می‌کنند، لذا شدت رنگ قهوه‌ای با افزایش سطح WPC افزایش می‌یابد. میزان افزایش رنگ تا حدود ۳/۷۵٪ مطلوب بوده ولی مقادیر WPC ۷/۵٪ باعث تشکیل رنگ قهوه‌ای نسبتاً تیره می‌شود. WPC طعم نمونه‌ها را بهبود می‌بخشد ولی با افزایش سطح WPC به جهت کاهش رطوبت نمونه‌ها، کیفیت طعم کاهش می‌یابد لذا نمونه‌های حاوی سطوح پایین‌تر WPC به دلیل دارا بودن رطوبت کافی، طعم و احساس دهانی بهتری را ایجاد می‌کند. سطوح پایین WPC باعث افزایش نرمی بافت نان می‌شود ولی افزایش بیشتر WPC خاصیت ارتجاعی بافت را کاهش داده و بافت نان را سفت‌تر می‌کند [۱۵ و ۱۳]. امولسیفایر SSL باعث بهبود بافت، ایجاد بافت ارتجاعی مناسب و افزایش حجم و نرمی نان می‌شود ولی در سطوح بالاتر از ۰/۴٪ امتیاز بافت به صورت تدریجی کاهش می‌یابد [۱۱].

بین نمونه شاهد با تیمارهای حاوی (WPC/۵٪)، (WPC/۱۰٪) و (WPC/۱۵٪)، (WPC/۲۰٪)، (WPC/۲۵٪) و (WPC/۳۰٪) تفاوت آماری معنی داری وجود

بهینه سازی نشان داد با افزودن مقادیر SSL ۰/۵٪ و WPC ۳/۸٪ می توان به بهترین نتیجه کیفی نان دست یافت.

۵- نتیجه گیری کلی

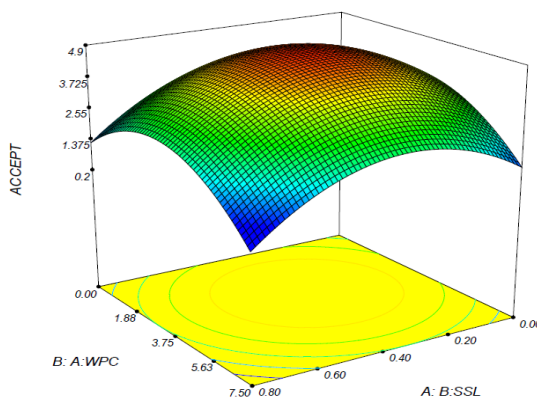
نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد استفاده از ترکیبی از SSL و WPC می تواند نقش موثری در جهت بهبود ویژگی های کیفی و بیاتی نان حاصل از خمیر منجمد ایفا نماید. در بررسی بافت نان توسط دستگاه بافت سنج، افزودن این دو ماده تاثیر معنی داری در سطح ۱٪ بر نیروی وارد بر نان داشته به طوریکه افزایش میزان SSL سبب کاهش مقدار نیرو شده و افزایش میزان WPC باعث افزایش مقدار نیرو می گردد ($P < 0/01$). با افزایش مصرف SSL و WPC تا سطح SSL ۰/۴٪ و WPC ۳/۷۵٪ طی نگهداری نمونه های نان به مدت ۵ روز، بیاتی در تیمارها کاهش و در مقادیر بالاتر از این میزان، بیاتی افزایش یافت ولی این افزایش کمتر از نمونه شاهد بود. همچنین افزودن هر یک از این دو ماده سبب افزایش حجم مخصوص نان می شود ($P < 0/01$). در مورد ارزیابی حسی نیز افزودن این دو ترکیب، تاثیر معنی داری در پذیرش کلی نان دارد ($P < 0/05$) و با افزودن SSL تا ۰/۴٪ و WPC تا ۳/۷۵٪، پذیرش کلی افزایش یافته و بعد از آن کاهش می یابد. به طور کلی، با استفاده از روش بهینه سازی مشخص شد با افزودن میزان SSL ۰/۵٪ و WPC ۳/۸٪ به آرد جهت تهیه نان از خمیر منجمد، می توان از بروز معایبی چون تسریع بیاتی، کاهش حجم و از بین رفتن بافت نهایی نان باگت حاصل از خمیر منجمد جلوگیری نمود.

۶- منابع

- [1] Payan R. 2000. Cereal products technology. Published at Noorpardazan. 438 Pages.
- [2] Octaviani Selomulyo V, Zhou W. 2007. Frozen bread dough: Effects of freezing storage and dough improvers. Journal of Cereal Science, 45: 1-17.
- [3] Bhattacharya M, Langstaff T, Berzonsky W. 2003. Effect of frozen storage and freeze-thaw cycles on the rheological and baking properties of frozen doughs. Food Research International, 36: 365-372.

ندارد ولی با سایر تیمارها اختلاف معنی دار وجود دارد. با افزایش میزان SSL تا سطح ۰/۴٪ پذیرش کلی افزایش و در مقادیر بالاتر کاهش می یابد و امتیاز پذیرش کلی در سطح SSL ۰/۸٪ کمتر از نمونه شاهد است. با افزایش میزان WPC تا سطح ۳/۷۵٪ پذیرش کلی افزایش و در مقادیر بالاتر کاهش می یابد اما امتیاز پذیرش کلی در سطح WPC ۷/۵٪ مشابه با نمونه شاهد است. در مصرف همزمان SSL و WPC تا سطح SSL ۰/۴٪ و WPC ۳/۷۵٪ روند امتیاز بافت نسبت به نمونه شاهد افزایشی است و سپس در مقادیر بالاتر کاهش می یابد اما نسبت به نمونه شاهد بیشتر است. نزدیکترین تیمار به نمونه شاهد، (SSL ۰/۸٪ و WPC ۳/۷۵٪) و (WPC ۷/۵٪) است و دورترین تیمار، (SSL ۰/۴٪ و WPC ۳/۷۵٪) می باشد. کمترین پذیرش کلی نان مربوط به تیمار حاوی (SSL ۰/۸٪)، (SSL ۰/۴٪ و WPC ۷/۵٪) و (WPC ۷/۵٪ و SSL ۰/۸٪) و بیشترین پذیرش کلی مربوط به تیمار حاوی (SSL ۰/۴٪ و WPC ۳/۷۵٪) است.

این نتایج با نتایج حاصل از تحقیق ایوبی و همکاران، ۱۳۸۶ مطابقت دارد. آن ها نیز اظهار داشتند که WPC و SSL باعث افزایش پذیرش کلی نان می گردد [۲۱].



شکل ۴ نمودار رویه پاسخ پذیرش کلی نان

۴- بهینه سازی

تکنیک بهینه سازی عددی به منظور بهینه کردن متغیرهای فرایند به کار برده شد. بدین منظور اهداف بهینه سازی برای پاسخ ها اعم از حجم مخصوص و ارزیابی حسی در حداکثر مقدار مشخص شد و از نظر نیروی مورد نیاز برای فشردن بافت، حداقل میزان در نظر گرفته شد. بعد از تعیین اهداف، نتایج به دست آمده از فرایند

- [14] Andronic D, Bulancea M, Dabija A, Miron A. 2007. Researches concerning the influence of some auxiliary material over frozen sheet dough quality. *Journal of Agroalimentary Process and Technologies*, 8: 373-380.
- [15] Asghar A, Anjum F, Allen J, Daubert C, Rasool G. 2009. Effect of modified whey protein concentrates on empirical and fundamental dynamic mechanical properties of frozen dough. *Food Hydrocolloids*, 23: 1687-1692.
- [16] Azizi M. H, Rao G.V. 2005. Effect of storage of surfactant gels on the bread quality of wheat flour. *Journal of Food Chemistry*, 89: 133-138.
- [17] Primo Matin C, Wang M, Lichtendonk W.J, Plijter J, Hamer R. 2005. An explanation for the combined effect of xylanase-glucose oxidase in dough system. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 85: 1186-1196.
- [18] Chronica I, Fredholm A, Triantafyllou A, Andoste R. 2004. Complex formation in aqueous medium of partially hydrolysed oat cereal protein with Sodium Stearoyl 2-Lactylate (SSL) lipid surfactant and implications for the bile acid activity. *Colloids and Surfaces*, 35: 175-184.
- [19] Boye J. I, Alli I, Smail A. A, Gibbs. B. F, Konishi Y. 1995. Factors affecting molecular characteristics of whey protein gelation. *International Dairy Journal*, 5: 337-353.
- [20] Mangio M. E. 1992. Properties of whey protein concentrates In: *Whey and lactose processing*. Elsevier publisher LTD, pp: 232-265.
- [21] Ayoubi A, Habibi Najafi M.B., Karimi M. 2007. Effect of whey protein concentrate, guar and xanthan gums on the quality and physicochemical properties of muffin cake. *Journal of Food Science & Technology of Iran*, 4: 33-36.
- [4] Phimolsiripol Y, Siripatrawan U, Tulyathan V, Cleland DJ. 2008. Effects of freezing and temperature fluctuations during frozen storage on frozen dough and bread quality. *Journal of Food Engineering*, 84: 48-56.
- [5] Yi J, Kerr WL. 2009. Combined effects of dough freezing and storage conditions on bread quality factors. *Journal of Food Engineering*, 93: 495-501.
- [6] Jinhee Y, William L. 2009. Combined effects of dough freezing and storage conditions on bread quality factors. *Journal of Food Engineering*, 93: 495-501.
- [7] He H, Hoseney R.C. 1990. Changes in bread firmness and moisture during long-term storage. *Journal of Cereal Chemistry*, 67: 603-605.
- [8] Bourne M, Abbasi S. 2002. *Food texture and viscosity: Concept and measurement*, 2nd ed. Published at Marzesh. 400 pages.
- [9] Kohajdova Z, Karovicova J, Schmidt S. 2009. Significance of emulsifiers and hydrocolloids in bakery industry. *Biotechnology and Food Science*, 2: 46-61.
- [10] Shon J, Yun Y, Shin M, Chin K, Eun J. 2009. Effect of milk proteins and gums on quality of bread made from frozen dough. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 89: 1407-1415.
- [11] Wolt M, Appolonia B. 1984. Factors involved in the stability of frozen dough. II. The effects of yeast type, flour type and dough additives on frozen dough stability. *Department of Cereal Chemistry and Technology*, 61: 213-221.
- [12] Rao P, Nussinovitch A, Chinachoti P. 1992. Effects of selected surfactants on amylopectin recrystallization and on recoverability of bread crumb during storage. *Cereal Chemistry*, 69: 613-618.
- [13] Constandache M. 2005. Influences of sodium caseinate and whey protein to the rheology and baking properties of dough. *Agroalimentary Processes and Technologies*, 6: 85-90.

Survey on the effect of Sodium Stearoyl 2-Lactylate emulsifier and whey protein concentrate for improving quality and staling of the bread from frozen dough

Moradkhani, F.¹, Salehifar, M.^{2*}, Hashemi, M.³

1. M.Sc of Food Science & Technology, Shahr-e-Qods Branch, Islamic Azad university, Tehran, Iran

2. Assistant Prof, Dep of Food Science & Technology, Shahr-e-Qods Branch, Islamic Azad university, Tehran, Iran

3. Assistant Prof of Microbial Biotechnology and Biosafety Department, Agricultural Biotechnology Research Institute, Karaj, Iran

(Received: 93/11/7 Accepted: 94/2/16)

Bread is the major food for a lot of people in the world and breadmaking is too long and needs skill. Also, Bread is a food product with short shelf life so for eliminating these problems released frozen bakery products. The freezing of bread dough, despite of its advantages has some disadvantages like decreasing of bread volume, expediting staling and destruction of product final texture. The purpose of this research is to investigate the effect of Sodium Stearoyl 2-Lactylate emulsifier (SSL) and whey protein concentrate (WPC) for improving quality and staling of the bread from frozen dough. Therefore, SSL was used at 0, 0.4, 0.8 % and WPC at 0, 3.75, 7.5 % levels using central composite design. Dough samples were stored at -18°C for 1 month and the effect of adding the mentioned substances on baguette bread quality properties was investigated. The results of texture profile analysis showed significant effect in the level of 1% about the amount of force applied on bread ($P<0.01$). Also the results indicated significant effect on increasing specific volume ($P<0.01$) and overall admission on sensory evaluation of the bread ($P<0.05$). In this research, 0.5% SSL and 3.8% WPC was selected as the best treatment after optimizing results by response surface methodology.

Key words: Frozen dough, Sodium Stearoyl 2-Lactylate emulsifier, Whey protein concentrate, Baguette bread.

* Corresponding Author E-Mail Address: salehifarmania@yahoo.com