نشریه پژوهش‌های صنایع غذایی/ جلد ۲۸ شماره ۲/ سال ۱۳۹۷/ صفحات ۱۳۷ تا ۱۴۸

بررسی اثرات استفاده از صمغ‌های دانه شاهی و پکتین بر ویژگی‌های رئولوژیکی خمیر و بافت ماکارونی فاقد گلوتن

امیرحسین صراف[۱]، مانیا صالحی‌فر[۲*] و لیدا شاهسونی مجرد[۳]

تاریخ دریافت: ۹۵/۷/۲٤ تاریخ پذیرش: ۹۵/۱۰/۲۸

[۱] دانش آموخته کارشناسی ارشد، واحد شهر قدس، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
[۲] استادیار گروه علوم و صنایع غذایی، واحد شهر قدس، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
[۳] مربی گروه علوم و صنایع غذایی، واحد شهر قدس، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
*مسئول مکاتبه: Email: salehifarmania@yahoo.com

چکیده

در ماکارونی بدون گلوتن نیاز به استفاده از موادی است که بتوانند تا حدودی خواص ویسکوالاستیک گلوتن را در خمیر تقلید نماید و در ضمن قابلیت جایگزینی گلوتن را داشته باشند. هدف پژوهش حاضر بررسی قابلیت جایگزین نمودن گلوتن در فرمولاسیون ماکارونی بر پایه نشاسته کاساوا با استفاده از صمغ‌های دانه شاهی و پکتین، بررسی ویژگی‌های رئولوژیکی خمیر ماکارونی بدون گلوتن، ویژگی‌های کمی و کیفی ماکارونی و بهینه‌سازی فرمولاسیون ماکارونی بوده است. بدین منظور صمغ پکتین در سه سطح ۱٪، ۲٪ و ۳٪ و صمغ دانه شاهی در سه سطح ۰/۵٪، ۱٪ و ۱/۵٪ به فرمولاسیون اضافه شدند. ویسکوزیته، تنش برشی و نیروی گشتاور خمیر بدون گلوتن با استفاده از دستگاه ویسکومتربروکفیلد موردبررسی قرار گرفتند. بافت محصول توسط دستگاه بافت سنج اینستران مورد بررسی قرار گرفت. بررسی کلیه نتایج با روش آماری سطح پاسخ (RSM) انجام شد. نتایج نشان می‌دادند که افزودن صمغ‌های پکتین و دانه شاهی در سطح ۰/۰۵٪ در فرمولاسیون ماکارونی تأثیر معنی‌دار بر ویسکوزیته خمیر، تنش برشی خمیر و نیروی گشتاور خمیر داشتند. همچنین نتایج دستگاه بافت سنج نشان می‌داد که افزودن صمغ‌های پکتین و دانه شاهی در سطح ۰/۰۵٪، تأثیر معنی‌دار در استحکام بافت ماکارونی بدون گلوتن پخته‌شده داشته است. در پایان بررسی نتایج حاصل از روش سطح پاسخ (RSM) برای مدل خمیر ماکارونی بدون گلوتن نشان داد که افزودن صمغ‌های پکتین و دانه شاهی موجب افزایش ویسکوزیته، تنش برشی و نیروی گشتاور در خمیر شده است. از سوی دیگر نتایج دستگاه بافت سنج نشان داد که در ماکارونی بدون گلوتن پخته‌شده با افزایش میزان درصد صمغ‌ها استحکام بافت ماکارونی روند افزایشی داشته و سپس روند استحکام بافت محصول روند کاهشی پیدا کرده است.

واژگان کلیدی: ماکارونی بدون گلوتن، صمغ دانه شاهی، صمغ پکتین، سیلیاک

مقدمه

ماکارونی یکی از فرآورده‌های مهم گندم است که از آرد سمولینا (آرد حاصل از نوعی گندم سخت به نام دوروم) تولید می‌گردد. این نوع گندم در نقاط سردسیر و خشک تولید می‌گردد و آرد حاصل از آن به رنگ زرد کهربایی است و نسبت به آرد معمولی دارای پروتئین بیشتر و شبکه گلوتنی قوی‌تر است. در حال حاضر ماکارونی به دلیل آسانی حمل‌ونقل، سادگی پخت، اشکال جذاب و امکان مصرف آن در کنار سایر غذاها، دارای جذابیت و طرفداران بسیاری در سراسر دنیا هست. میزان فروش این محصول در خرده فروشی‌های سراسر دنیا در سال ۲۰۰٦، ۷۷۷۱ میلیون دلار آمریکا بوده است که در چند سال اخیر این رقم افزایش‌یافته است و پیش‌بینی می‌گردد در سال ۲۰۱۳ به ۱۰۱۳۸ میلیون دلار نیز برسد (انجمن تولیدکنندگان ماکارونی اتحادیه اروپا). در فرآوری ماکارونی، گلوتن مسئول اصلی شکل‌گیری ساختار آن است و موجب می‌شود طی مخلوط کردن و اکسترود کردن خمیر، شبکه محکمی ایجاد شود. این پروتئین بیشترین نقش را در کیفیت پس از پخت محصول نهایی دارد (ماریوتی و همکاران ۲۰۱۱).

بیماری سیلیاک نوعی بیماری خود ایمنی گوارشی است که در اثر هضم گلوتن در افرادی که ازلحاظ ژنتیکی مستعد آن هستند، بروز می‌یابد. درواقع این بیماری نوعی التهاب مزمن روده کوچک است که در اثر مصرف غذاهای دارای پروتئین‌های سرشار از پرولین و گلوتامین ایجاد می‌گردد. این بیماری موجب مسطح و پهن شدن پرزهای روده می‌گردد (حاماکر ۲۰۰۸؛ گالاگهر و همکاران ۲۰۰٤). تنها راه درمان مؤثر این بیماری استفاده مداوم از یک رژیم غذایی فاقد گلوتن است. حذف گلوتن از فرمولاسیون محصولات خمیری ازجمله ماکارونی سبب ایجاد مشکلات فراوانی ازجمله، کاهش ویسکوزیته و قوام خمیر نسبت به خمیر حاصل از آرد گندم و درنتیجه باعث عدم فرم دهی مناسب خمیر در مراحل قبل از پخت، ایجاد بافت و ساختار نامناسب و دیگر معایب کیفی می‌شود (گالاگهر و همکاران ۲۰۰٤). از طرف دیگر محصولات بدون گلوتن پس از مرحله پخت نیز دارای کیفیت نامناسب، احساس دهانی ضعیف، طعم نامناسب و همچنین قابلیت ماندگاری آن‌ها پایین است.

ماکارونی بدون گلوتن، یک نوع ماکارونی رژیمی است که برای تغذیه بیماران مبتلابه سیلیاک استفاده می‌گردد. در این نوع ماکارونی به‌جای آرد گندم، چاودار، جو و یولاف که حاوی گلوتن می‌باشند و برای بیماران مبتلابه سیلیاک مناسب نیستند، می‌توان از مواد نشاسته‌ای مانند ذرت، سیب‌زمینی، کاساوا و...، آرد سایر غلات (ارزن، برنج، سور گوم و...) آرد شبه غلات (گندم‌سیاه، تاج‌خروس، کینوا و...) و همچنین آرد حبوبات (نخود، عدس، سویا، لوبیا و...) استفاده نمود که فاقد گلوتن هستند و به‌عنوان مواد پایه در فرمولاسیون ماکارونی بدون گلوتن استفاده می‌گردند. در ماکارونی بدون گلوتن نیاز به استفاده از موادی است که بتوانند تا حدودی خواص ویسکوالاستیک گلوتن را در خمیر تقلید نمایند و قابلیت جایگزینی گلوتن را داشته باشند و در ضمن بتوانند موجب بهبود قابلیت پذیرش نهایی محصول شوند. ازجمله این مواد می‌توان به انواع صمغ‌ها و ترکیبات بافت دهنده (کاراگینان، آلژینات، صمغ دانه شاهی، زانتان، پکتین، گوار و...) اشاره نمود (گالاگهر و همکاران ۲۰۰٤؛ هوبن و همکاران، ۲۰۱۲).

پکتین به شکل تجاری از پوست مرکبات و تفاله سیب به دست می‌آید و جزء مواد اصلی تشکیل‌دهنده دیواره سلول‌های گیاهی است. پکتین می‌تواند در محصولات غلات باعث افزایش ویسکوزیته، بهبود بافت، افزایش غلظت، افزایش ویسکوالاستیسیته و یکنواخت شدن خلل و فرج، جلوگیری از خرد شدن و آسیب‌های حمل‌ونقل، حفظ طعم و پایدارکنندگی و امولسیون کنندگی می‌گردد. صمغ دانه شاهی از گیاه لیپیدیوم ساتیوم[1] یا شاهی

1-LepidiumSativum

باغی به دست می‌آید. دانه شاهی گیاهی علفی است که دانه‌های آن به علت وجود لایه‌های پلی ساکاریدی زمانی که در آب خیسانده می‌شوند، آب جذب می‌کنند و یک لایه‌ی موسیلاژی چسبناک در اطراف آن تولید می‌شود. این صمغ برای استفاده در فرمولاسیون محصولاتی که بافتی بااحساس دهانی مطلوب‌تر نیاز دارند، کاربرد دارد (کاراژیان ۲۰۰۹). با توجه به افزایش استقبال و تغییر ذائقه مصرف‌کنندگان، تولید محصولی باکیفیت برای گروه خاصی از مردم که به مصرف غذاهای حاوی گلوتن حساس می‌باشند، ضروری است. لذا هدف از این مطالعه استفاده از صمغ‌های پکتین (۱، ۲ و ۳ درصد) و دانه شاهی (۰/۵، ۱ و ۱/۵ درصد) در فرمولاسیون ماکارونی بوده است تا بتوان تا حدودی خواص ویسکوالاستیک گلوتن را شبیه‌سازی نمود تا با استفاده از اثر سینرژیستی این دو ترکیب در کنار یکدیگر نوعی ماکارونی بدون گلوتنی، دارای کیفیت مطلوب و مشابه با ماکارونی حاوی گلوتن تولید نمود که قابلیت رقابت با محصولات خارجی را داشته باشد. لذا از این طریق می‌توان گامی مؤثر در جهت رفع بخشی از نیازهای بیماران سیلیاکی برداشت و محصولی متناسب با ذائقه آن‌ها تولید نمود.

مواد و روش‌ها

مواد مورداستفاده در تولید ماکارونی بدون گلوتن

نشاسته کاساوا مورد استفاده در این تحقیق از شرکت درنشا، آرد برنج از شرکت خزرخوش، پکتین از شرکت JOHN A.MASON و بتاکاروتن از شرکت دی اس ام سوئیس تهیه شده بودند.

روش صمغ‌گیری دانه شاهی: بدین منظور دانه شاهی از بازار محلی خریداری شد و جهت حذف تمام ذرات خارجی نظیر گردوخاک، سنگریزه، آشغال و سایر دانه‌ها به‌دقت تمیز و الک گردید. صمغ دانه شاهی از دانه کامل و با استفاده از آب مقطر با نسبت آب به دانه ۳۰ به ۱ و pH معادل ۱۰ استخراج شد. درجه حرارت آب ۳۵°C تنظیم گردید و مخلوط آب و دانه طی فرآیند استخراج به مدت ۱۵ دقیقه حرارت دهی و به‌طور مداوم همزده شد. جداسازی صمغ از دانه‌های متورم با عبور دانه‌ها از یک اکستراکتور مجهز به صفحه چرخنده (استخراج‌کننده آزمایشگاهی) صورت گرفت. محلول به‌دست‌آمده پس از عبور از صافی خلاء به‌منظور حذف ذرات اضافی صاف و سپس در آون در دمای ۶۰°C خشک گردید. توده خشک‌شده آسیاب شد و پس از بسته‌بندی در شرایط خشک و خنک نگهداری گردید (کاراژیان ۱۳۸۹).

جامعه آماری

جامعه آماری شامل سطوح مختلف صمغ پکتین و دانه شاهی است که با استفاده از نرم‌افزار Design Expert و روش سطح پاسخ (RSM) مطابق جدول زیر طراحی شد:

جدول ۱- سطوح مختلف صمغ دانه شاهی و پکتین مورد استفاده در تولید ماکارونی بدون گلوتن

دانه شاهی٪	پکتین٪
۰/۵	۲
۰/۵	۱
۰/۵	۳
۱	۲
۱	۲
۱/۵	۱
۱/۵	۳
۱	۱
۱	۳
۱	۲
۱	۲
۱	۲
۱/۵	۲

روش تهیه ماکارونی

برای تهیه تیمارها از صمغ پکتین در سه سطح (۱- ۲- ۳ درصد) به همراه صمغ دانه شاهی در سه سطح (۱/۵- ۱- ۰/۵ درصد) استفاده شد که مقادیر ذکرشده بر پایه وزن مخلوط آردی اضافه شد و لذا فاز جامد شامل نشاسته کاساوا به نسبت ۶۰٪ و آرد برنج به نسبت ۴۰٪ مورداستفاده قرار گرفت. ابتدا آرد برنج، نشاسته کاساوا، صمغ دانه شاهی و صمغ پکتین پس از توزین به مدت حداقل ۵ دقیقه در میکسر مخلوط شد تا ضمن مخلوط شدن مواد با یکدیگر، نمونه به‌طور کامل همگن گردد. سپس به مخلوط کامل فاز جامد، بتاکاروتن پس از محلول سازی اضافه شد. پس از تهیه تیمارها، به‌آرامی آب اضافه گردید و اجازه داده شد تا به مدت ۱۰ دقیقه عمل هم زدن در دستگاه مخلوط‌کن پایلوت (ساخت شرکت آنسلمو[1] ایتالیا) صورت پذیرد و مواد به‌طور کامل و یکنواخت ترکیب گردد و خمیری همگن (خمیری که به دست نچسبد و درعین‌حال بافت آن نیز بیش‌ازحد خشک نباشد) تهیه شد. درنهایت مخلوط تحت دمای ۵۵°C توسط قالب برنزی مافالد[2] و تحت‌فشار ۱۲۰ میلی‌متر جیوه اکسترود شد. در طول فرآیند اکسترود شدن دمای خمیر خارج‌شده از قالب تحت جریان دمای آب ۲۰°C بود تا ماکارونی‌های خارج‌شده (مافالد: نوعی پاستای نواری شکل پهن و صاف است که لبه‌هایی موج‌دار دارد. این پاستا ازنظر ظاهری شبیه به لازانیا ست با این تفاوت که از آن باریک‌تر است) از قالب به هم نچسبد و شکل خود را از دست ندهد. ماکارونی‌های مافالد خارج‌شده از قالب ابتدا بر روی سینی‌های پلاستیکی ریخته شد و فن موجود در زیر سینی جهت جلوگیری از به هم چسبیدن ماکارونی‌ها در طول فرآیند به‌طور مداوم روشن بود. ماکارونی‌ها سپس برای انتقال به خشک‌کن بر روی سینی‌های چوبی با توری سیمی قرار گرفت و داخل خشک‌کن اتوماتیک خشک شد. فرآیند خشک‌کردن ماکارونی‌ها در دو مرحله انجام گرفت. در مرحله اول خشک‌کردن در دمای پایین (حدود ۶۰°C) و رطوبت بالا (۵۵ درصد) به مدت ۱ ساعت انجام گرفت که این امر جهت جلوگیری از خشک شدن سریع سطح ماکارونی و درنتیجه پیش‌گیری از ترک‌خوردگی محصول صورت پذیرفت. در مرحله دوم خشک‌کردن به مدت ۷ ساعت از دمای بالا (۸۲°C) و رطوبت پایین (۲۰ تا ۳۰ درصد) استفاده گردید. در حین فرآیند خشک‌کردن بر روی سینی‌های حاوی ماکارونی بدون گلوتن ۲ الی ۳ سینی حاوی ضایعات ماکارونی جهت تولید رطوبت کافی هوای داخل خشک‌کن قرار داده شد. در انتهای فرآیند خشک‌کردن، ماکارونی‌های خشک‌شده بسته‌بندی و نگهداری شد.

ارزیابی ویژگی‌های فیزیکی شیمیایی

ویسکوزیته خمیر

اندازه‌گیری ویسکوزیته توسط دستگاه ویسکومتر بروکفیلد، با ۰/۶۴ rpm صورت گرفت و ویسکوزیته خمیر، تنش برشی، نیروی گشتاور محاسبه گردید (سوفیان و همکاران ۱۳۹۳؛ گاریدو و همکاران ۲۰۱۲؛ دنگ نگوین و همکاران ۲۰۱۴؛ هاگر و همکاران ۲۰۱۳).

آزمون بافت سنجی

تغییرات بافت ماکارونی توسط دستگاه بافت سنج اینستران اندازه‌گیری گردید. بدین‌صورت که آزمون بر روی نمونه‌های پخته‌شده ماکارونی انجام گرفت. جهت ارزیابی بافت ماکارونی از آزمون نفوذی استفاده گردید. ابتدا ماکارونی پخته‌شده بر روی صفحه مخصوص جاگیری نمونه قرار گرفت و سپس آنالیز بافت توسط بافت سنج مجهز به پروپ نفوذی با قطر ۳ میلی‌متر، سرعت ۶۰۰۰۰ میلی‌متر در دقیقه و عمق نفوذ ۱۴ میلی‌متر با لودسل ۱۰ نیوتنی انجام گرفت. درنهایت حداکثر نیروی لازم جهت نفوذ پروپ به داخل نمونه به‌عنوان شاخصی از سفتی ماکارونی در نظر گرفته شد.

1-Anselmo
2-Mafalde

نتایج و بحث

ویسکوزیته خمیر

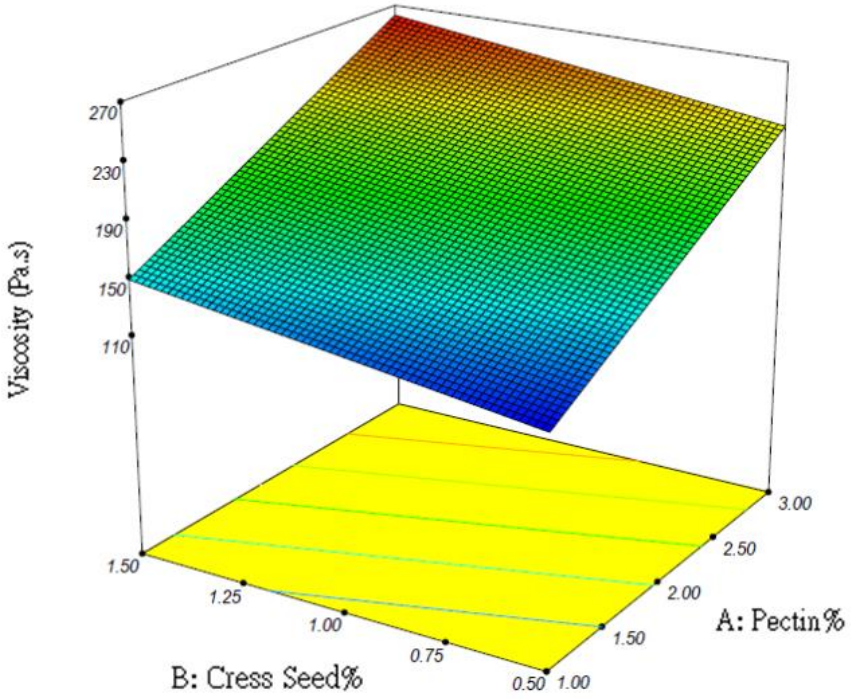
نتایج مربوط به تجزیه واریانس ویسکوزیته خمیر و منحنی سه‌بعدی سطح پاسخ برای مدل خمیر ماکارونی بدون گلوتن حاوی درصدهای مختلف صمغ پکتین و دانه شاهی نشان داد که اثر افزودن پکتین و دانه شاهی در سطح ۰/۰۵٪ معنی‌دار بود. مقدار ویسکوزیته با افزایش درصد صمغ‌ها در تیمارهای مختلف افزایش یافت. از طرف دیگر با افزایش پکتین و دانه شاهی ویسکوزیته خمیر به‌صورت خطی روند افزایشی نشان داد.

نتایج این پژوهش با نتایج کلاسن و کولیکه (۲۰۰۱) که ویژگی‌های ویسکوالاستیک و رئولوژیکی ترکیبات محلول در آب سلولز را مورد مطالعه قراردادند، مطابقت داشت. همان‌طور که انتظار می رفت، آن‌ها بیان کردند که ضریب قوام با افزایش غلظت صمغ افزایش می‌یابد. از طرف دیگر قنبری و فرمانی (۲۰۱۳) که تأثیر هیدرو کلوئیدها را روی ویژگی‌های خمیر و کیفیت نان بربری موردمطالعه قراردادند، اعلام کردند که افزودن هیدروکلوئیدهایی نظیر آلژینات، کاراگینان و زانتان ویسکوزیته را افزایش می‌دهد درحالی‌که پکتین و هیدروکسی پروپیل متیل سلولز حداکثر ویسکوزیته خمیر را کاهش می‌دهند. این پژوهشگران همچنین بیان کردند که افزودن هیدروکلوئیدها به فرمولاسیون باعث افزایش جذب آب می‌گردد. تغییرات غلظت و دما در برخی از هیدروکلوئیدهای غذایی نظیر کاراگینان، پکتین، گزانتان بر ویژگی‌های رئولوژیکی اثر می‌گذارد و باعث تغییرات غلظت همراه با افزایش سودوپلاستیسیته و ضریب قوام می‌گردد (مارکوته و همکاران ۲۰۰۱). همچنین افزایش قوام خمیر در اثر افزودن هیدروکلوئیدها را می‌توان به تشکیل کمپلکس بین هیدروکلوئید و پروتئین نسبت داد. چنانچه هیدروکلوئید ماهیت آنیونی داشته باشد (کربوکسیل یا سولفاته) از طریق واکنش الکترواستاتیکی با گروه آمین پروتئین‌ها و در صورت داشتن ماهیت خنثی، گروه هیدروکسیل آن با پروتئین از طریق پیوند هیدروژنی وارد واکنش شده و ایجاد کمپلکس می‌کند که منجر به افزایش قوام خمیر می‌گردد (ریبوتا و همکاران ۲۰۰۵). نتایج این پژوهش با نتایج ابراهیم پور همکاران (۱۳۸۹) مطابقت داشت.

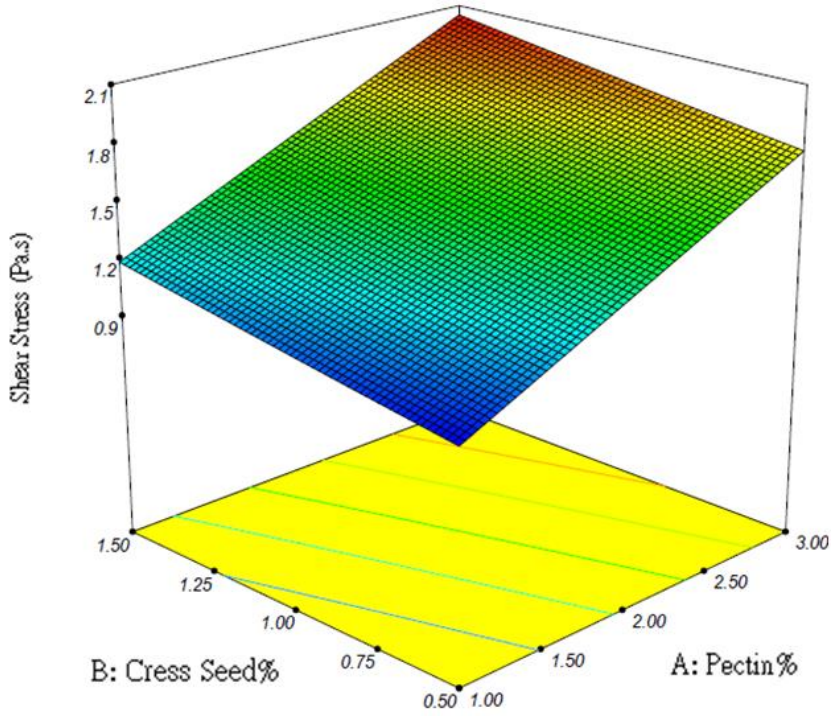
تنش برشی

نتایج مربوط به تجزیه واریانس تنش برشی و منحنی سه‌بعدی سطح پاسخ برای مدل خمیر ماکارونی بدون گلوتن حاوی درصدهای مختلف صمغ پکتین و دانه شاهی نشان دادند که اثر پکتین و دانه شاهی و تغییرات درجه ۲ دانه شاهی در سطح ۰/۰۵٪ معنی‌دار است و با افزایش پکتین و دانه شاهی تنش برشی به‌صورت خطی روند افزایشی نشان داد.

تنش برشی، نیروی وارده بر واحد سطح است که باعث کشیده شدن یک‌لایه مجازی سیال روی لایه دیگر می‌گردد. نتایج آزمون تنش برشی نشان داد که بیشترین مقدار تنش برشی مربوط به تیمارهای با درصد صمغ بالا هستند. نتایج حاصل از داده‌ها نشان داد که با افزایش مقدار پکتین و صمغ دانه شاهی میزان تنش برشی خمیر به‌صورت خطی افزایش می‌یابد. این نتایج با یافته‌های حاصل از پژوهش رزمخواه و همکاران (۱۳۸۹) مبنی بر تأثیر استفاده از پکتین، صمغ‌های مرو و ریحان بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی و حسی ماست چکیده بدون چربی مطابقت داشت. این محققین بیان کردند که با افزایش میزان صمغ‌ها، تنش برشی به علت بروز رفتار غلیظ شونده در نمونه‌ها افزایش می‌یابد.



شکل ۱- منحنی سطح پاسخ ویسکوزیته خمیر



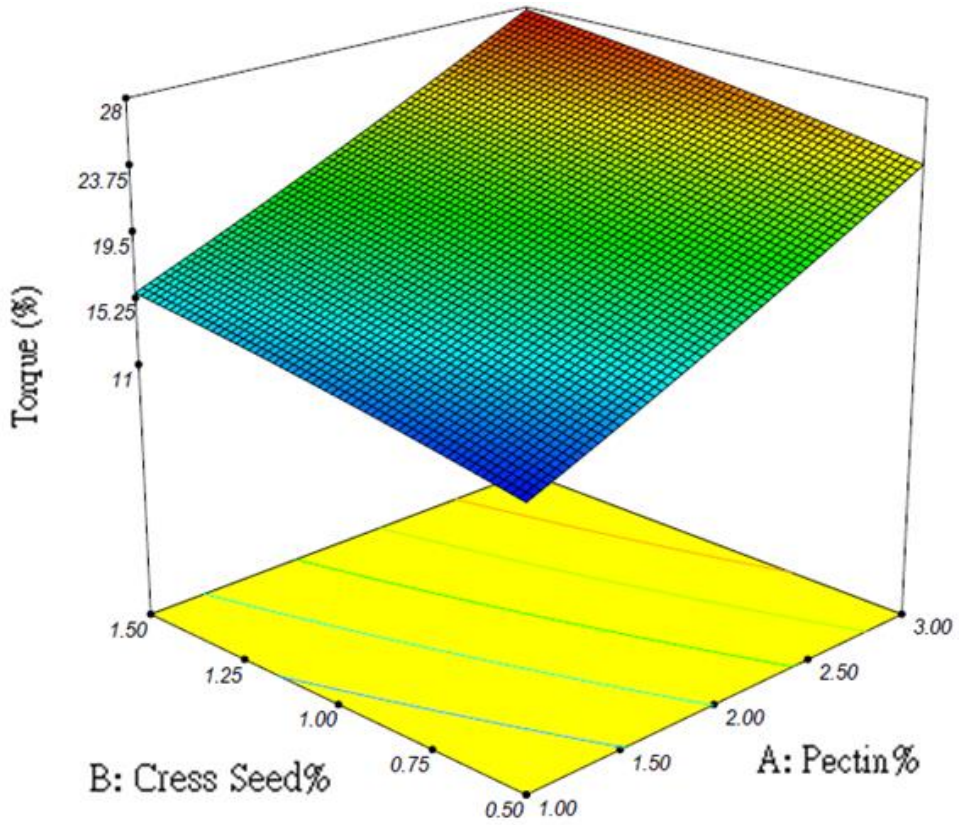
شکل ۲- منحنی سطح پاسخ تنش برشی

نیروی گشتاور

نتایج مربوط به تجزیه واریانس نیروی گشتاور و منحنی سه‌بعدی سطح پاسخ برای مدل خمیر ماکارونی بدون گلوتن حاوی درصدهای مختلف صمغ پکتین و دانه شاهی نشان داد که اثر پکتین و دانه شاهی در سطح ۰/۰۵٪ معنی‌دار است. همچنین در اثر افزایش پکتین و دانه شاهی، نیروی گشتاور به‌صورت خطی روند افزایشی داشت. نتایج نشان می‌دهد با افزایش میزان صمغ دانه شاهی نیروی گشتاور در خمیر به‌صورت خطی روند افزایشی دارد و با افزایش میزان صمغ پکتین در تیمارها نیروی گشتاور در خمیر نیز به‌صورت خطی افزایش یافت. همچنین با افزایش میزان صمغ‌ها، نیروی گشتاور افزایش یافت.

گشتاور، نیروی واردشده به محصول را نشان می‌دهد. هرقدر این نیرو بیشتر باشد، نشان‌دهنده قوت بالاتر خمیر است. شکوهی طرقی و همکاران (۱۳۹۰)، اثر افزودن هیدروکلوئیدها را بر ویژگی‌های رئولوژیکی خمیر آرد گندم با دستگاه میکسولب موردمطالعه قراردادند. ویژگی‌های رئولوژیکی خمیری که در معرض اختلاط دوگانه و شرایط دمایی قرار داشت، توسط دستگاه میکسولب اندازه‌گیری گردید. نتایج نشان داد که تغییراتی مانند ازهم‌پاشیدگی ذرات کروی پروتئین‌ها، جذب آب اجزای خمیر و به دنبال آن انبساط و شکل‌گیری ساختار ویسکوالاستیک سه‌بعدی در طول مخلوط کردن خمیر رخ می‌دهد. بین پلیمرهای پروتئینی و پیوندهای هیدروژنی، اتصالات دی سولفیدی تشکیل می‌گردد. در این مرحله میزان گشتاور نیرو تا جایی که به بیشترین مقدار خود برسد، افزایش می‌یابد و خمیر می‌تواند نسبت به تغییر شکل از خود پایداری نشان دهد. افزایش زمان اختلاط باعث تبدیل‌شدن خمیر کشسان و نرم به خمیری با بافت چسبناک و ضعیف می‌گردد. از سوی دیگر با سست شدن شبکه پروتئینی میزان گشتاور کاهش خواهد یافت. عواملی چون اعمال تنش برشی و محدودیت‌های دمایی به علت ناپایدار سازی ساختار و تغییر شکل پروتئین‌ها منجر به کاهش بیشتر نیروی گشتاور می‌گردد. افزودن هیدروکلوئیدها تأثیرات چشمگیری بر رفتار آردهایی که در معرض تنش برشی قرار دارند، خصوصاً آرد گندم دارد و تغییرات قابل توجهی بر روی جذب آب، زمان توسعه خمیر می‌گذارد و نیز باعث پایداری خمیر گندم در برابر تنش مکانیکی می‌گردد. نتایج نهایی نشان داد که افزودن ۰/۵ درصد پکتین تأثیر قابل‌توجه و مثبت بر روی جذب آب دارد و باعث افزایش ۵ درصدی آن می‌گردد. در صورت ترکیب پکتین با هیدروکسی متیل سلولز اثر پکتین کاملاً پوشانده می‌شود. افزودن پکتین و گوار به‌تنهایی بر پارامترهای خمیر تأثیر قابل‌توجهی نداشت درحالی‌که افزودن همزمان پکتین و گوار در سطح ۵ درصد باعث افزایش ۳ برابری زمان توسعه خمیر گردید.

نتایج داده‌های آزمون نشان داد که در ماکارونی بدون گلوتن، صمغ‌های پکتین و دانه شاهی توانستند تا حدودی خواص ویسکوالاستیک گلوتن را در خمیر تقلید نمایند. نتایج پژوهش حاضر با نتایج کوریک و همکاران (۲۰۰۷)؛ کوهاجدوا و کاروویکوا (۲۰۰۸)، مطابقت داشت که علت افزایش نیروی گشتاور را در خمیر حاوی هیدروکلوئید به افزایش مقاومت، پایداری و قوام خمیر نسبت دادند. کراتزر (۱۹۷۹) که توسعه و بهبود فرآیند خشک‌کردن، شکل‌گیری خمیر و ساختار پاستای حاصل از گندم دوروم را موردمطالعه قرارداد، اعلام کرد، فشار اکستروژن و گشتاور در بیشترین سرعت ۱۱۰bar به ۵۰bar و گشتاور از ۳۸ Nm به ۱۸ Nm کاهش یافتند.



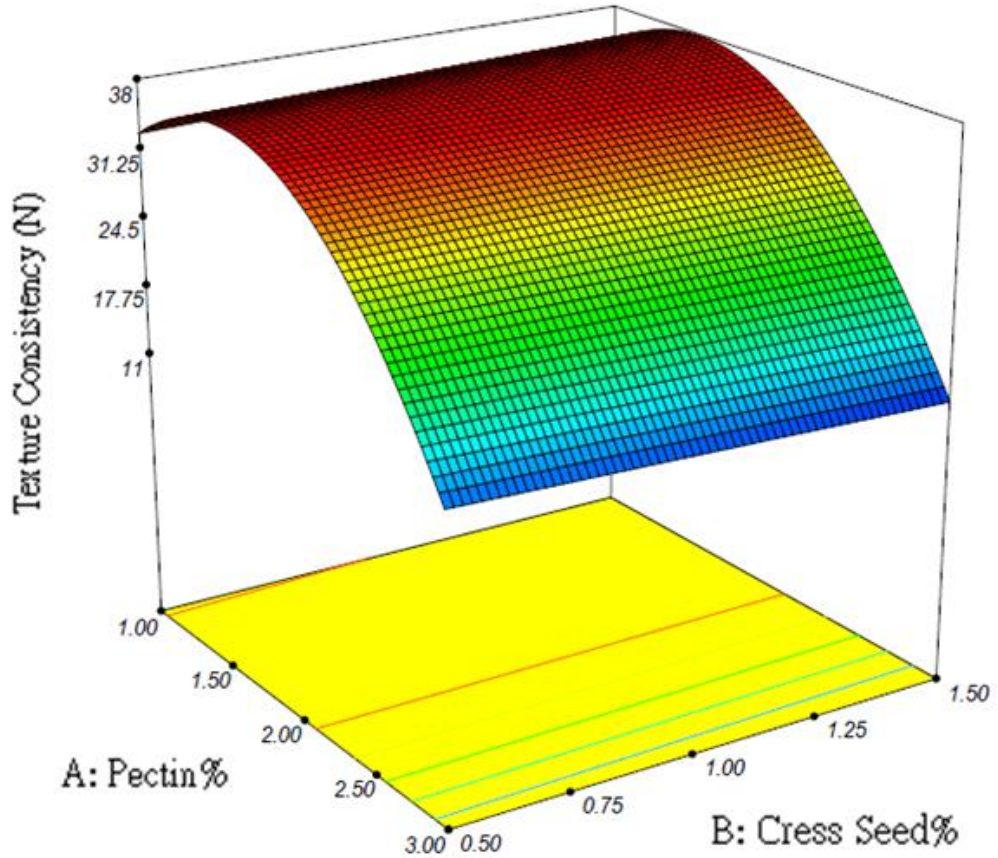
شکل ۳- منحنی سطح پاسخ نیروی گشتاور

بافت سنجی

نتایج مربوط به تجزیه واریانس بیشینه نیروی لازم برای نفوذ به بافت ماکارونی و منحنی سه‌بعدی سطح پاسخ برای مدل ماکارونی بدون گلوتن حاوی درصدهای مختلف صمغ پکتین و دانه شاهی نشان داد اثر پکتین و پکتین-دانه شاهی و تغییرات درجه ۲ پکتین در سطح ۰/۰۵٪ معنی‌دار است. نتایج این تحقیق نشان داد که با افزایش پکتین، استحکام بافت ماکارونی به‌صورت غیرخطی با روند افزایشی همراه بود و سپس روند کاهشی داشت. همچنین در نمونه‌های دارای دانه شاهی این روند به‌صورت خطی افزایشی است ولی معنی‌دار نیست که سبب ایجاد روند کاهشی در استحکام بافت ماکارونی گردید. از طرف دیگر استحکام بافت ماکارونی پخته‌شده افزایش یافت ولی با افزایش میزان صمغ، درصد جذب آب در محصول افزایش یافت. از سوی دیگر افزایش جذب آب باعث انبساط و تشکیل ساختار سه‌بعدی در خمیر می‌گردد و با تشکیل اتصالات دی سولفیدی ویژگی‌های بافتی محصول تحت تأثیر قرار می‌دهد (شکوهی طرقی و همکاران ۱۳۹۰). سرما باعث ایجاد اتصالات قوی بین زنجیره‌های پلیمری صمغ دانه شاهی می‌گردد، بنابراین قدرت پیوندها بیشتر می‌گردد (ناجی و رضوی ۲۰۱٤).

بافت ازجمله ویژگی‌های مهم مواد غذایی هست و گاهی حتی از طعم و رنگ ماده غذایی نیز پراهمیت‌تر است. بافت ماکارونی بعد از پخت باید تا حدودی مستحکم باشد به‌گونه‌ای که به یکدیگر نچسبند و رشته‌ها از هم جدا باشند. در صورت نرمی بیش‌ازحد ماکارونی، مصرف آن مشکل می‌شود (ادوارد و همکاران ۱۹۹۳). هیدروکلوئیدها از طریق تأثیر بر ساختار نشاسته باعث تغییر در ساختار نشاسته می‌شوند که در اثر آن پخش و نگهداری آب در نشاسته و مقاومت بافت کاهش می‌یابد (آرمرو و همکاران ۱۹۹٦). از سوی دیگر راسل

و همکاران (۲۰۰۱) علت کاهش استحکام بافت در اثر افزودن هیدروکلوئیدها را، افزایش میزان آب از طریق پیوندهای هیدروژنی برقرارشده بین مولکول‌های آب و هیدروکلوئیدها بیان کردند. نتایج ناجی و رضوی (۲۰۱٤) که بافت و ویژگی‌های فراسودمند صمغ دانه شاهی و زانتان را مورد مطالعه قراردادند، نشان داد که هیدروکلوئیدها می‌توانند بافت و رئولوژی محصول را تغییر دهند و می‌توانند بیاتی را در شرایط نگهداری در یخچال به تأخیر اندازند. از سوی دیگر نتایج تکمیلی آن‌ها نشان داد که ویژگی‌های بافتی مانند سختی، مقاومت و مدول الاستیسیته ظاهری با کاهش دما از °C ۲۵ به °C ۱۰ و °C ٤، افزایش یافت درحالیکه چسبندگی با این کاهش دما کاهش یافت. ابراهیم پور و همکاران (۱۳۸۹) کاهش معنی‌داری را در استحکام بافت نان درنتیجه افزایش درصد پکتین از ۱ به ۳ درصد مشاهده کردند. از سوی دیگر نتایج مشابهی از بهبود استحکام بافت در اثر افزودن صمغ‌ها توسط سیلوا و همکاران (۲۰۱۳)، لاروسا و همکاران (۲۰۱۳) و مجذوبی و همکاران (۱۳۸۹) گزارش شد.



شکل ۴- منحنی سطح پاسخ استحکام بافت ماکارونی

نتیجه‌گیری

نتایج این مطالعه نشان داد که صمغ‌های پکتین و دانه شاهی دارای ویژگی‌های رئولوژیکی و بافتی مناسب می‌باشند و به علت ایجاد ویژگی‌های مشابه گلوتن می‌توان از آن‌ها در تهیه ماکارونی بدون گلوتن استفاده نمود. ماکارونی تولیدشده، ویژگی‌های رئولوژیکی و بافتی معنی‌داری را نسبت به نمونه کنترل نشان داد. از طرف دیگر در بررسی تأثیر استفاده از صمغ‌های دانه

شاهی و پکتین در فرمولاسیون ماکارونی مشخص گردید که آن‌ها بر ویژگی‌های رئولوژیکی خمیر ماکارونی تأثیر مثبت داشتند و منجر به بهبود و یا افزایش ویژگی‌هایی مانند ویسکوزیته، تنش برشی و نیروی گشتاور در خمیر محصول شدند. ماکارونی تولیدشده در طی زمان پخت و پس‌ازآن نیز از ویژگی‌های کیفی و بافت مناسب برخوردار بود. با توجه به اینکه از مواد و ترکیبات فاقد گلوتن برای تولید ماکارونی در این پژوهش استفاده گردید، این محصول می‌تواند در رژیم غذایی افراد مبتلابه بیماری سیلیاک مورد مصرف قرار گیرد.

سپاسگزاری

ضمن سپاس و ستایش به درگاه ایزد منان، بر خود لازم می‌بینم از دلگرمی و تشویق اساتید و دوستان که در نگارش این مجموعه مرا یاری نمودند و از مسئولین محترم شرکت زرماکارون به ویژه جناب آقای مهندس وحید جمالی ماربینی که در طی اجرای این تحقیق، همکاری صمیمانه‌ای با من داشتند و در خاتمه از خانواده عزیز و گرامی‌ام که مرا در انجام این تحقیق یاری نمودند، قدردانی و تشکرمی نمایم.

منابع مورداستفاده

ابراهیم پور ن، پیغمبردوست ه، آزادمردد میرچی ص، قنبرزاده ب، ۱۳۸۹، تأثیر افزودن هیدروکلوئیدهای مختلف روی ویژگی‌های حسی و بیاتی نان بدون گلوتن، پژوهش‌های صنایع غذایی، ۳، ۱، ۱۱۵-۹۹.

رزمخواه شربیانی س، رضوی س، بهزاد خ، مظاهری تهرانی م، ۱۳۸۹، بررسی تأثیر استفاده از پکتین، صمغ‌های مرو و ریحان بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی و حسی ماست چکیده بدون چربی، پژوهش‌های علوم و صنایع غذایی ایران، ٦، ۱.

شکوهی طرقی ف، یحیوی م، افشین پژوه ر، سعادتمند ا، ۱۳۹۰، بررسی اثر افزودن هیدروکلوئیدها را بر ویژگی‌های رئولوژیکی خمیر آرد گندم با دستگاه میکسولب، مرکز پژوهش‌های زرنام، ۱۱-۱.

صوفیان ع، اعلمی م، صادقی ماهونک ع، قربانی م، محمد ضیائی فر ا، ۱۳۹۳، استفاده از کنجاله بادام شیرین و صمغ زانتان در تولید کیک بدون گلوتن، پژوهش و نوآوری در علوم و صنایع غذایی، ۳،۲، ۱۹٦-۱۸۵.

کاراژیان ح، ۱۳۸۹، طبیعت پلی الکترولیتی صمغ دانه شاهی، پژوهش‌های علوم و صنایع غذایی ایران، ٦، ۱، ٤۳-۳۷.

Armero E and Collar C, 1996. Antistalingadditivesflour type and sourdough process effects on functionality of wheat doughs. Journal Food Science 61: 299-303.

Clasen C andLulicke W, 2001.Determination of viscoelastic and rheooptical material functions of water soluble cellulose derivatives. Proyress in Polymer Science26:1839-1919.

Curic D, Norotni D, Tusak D, Bauman I andGabric D, 2007.Gluten-free bread production by the corn meal and soy bean flour extruded bland usage. Journal of Agriculture Conspectus Scientifics72(3):227-232.

Dang Nguyen DH, Trana PL, Dan Li B, Ah Han J, Hwangh J,Soo HongW, Sil LeeJ,Ro KimY,HoYooS, Tae Park J, JinChoif Y, Young Lee Sd and Park KH, 2014. Modifications of rice grain starch for lump-free cooked rice using thermostable disproportionating enzymes. Journal of Food Research International63:55–61.

Edwards NM, Izydorczyk MS, Dexter JE andBiliaderis CG, 1993.Cooked pasta texture: comparison of dynamic viscoelastic properties to instrumental assessment of firmness.Cereal Chemistry Journal 70:122-126.

Gallagher E, Gormley TR and Arendt EK, 2004. Recent advances in the formulation of gluten free cereal based products. Trends in Food Science and Technology 15 (52): 143-152.

Garrido LH, Schnitzler E,Zortea ME, Rocha S andDemiate IM, 2012.Physicochemical properties of cassava starch oxidized by sodium hypochlorite.Journal of Food Scientists and Technologists 47-56.

Ghanbari M and Farmani J, 2013. Influence of hydrocolloids on dough properties and quality of barbari: An Iranian leavened flat bread. Journal Agriculture Science Technology15: 545-555.

Hager A S and Arendt E K, 2013. Influence of hydroxyl propylmethylcellulose (HPMC), xanthan gum and their combination on loaf specific volume, crumb hardness and crumb grain characteristics of gluten-free breads based on rice, maize, teff and buckwheat. Journal Food Hydrocolloids 32:195-203.

Hamaker B, 2008. Technology of functional cereal products. Woodhead publishing limited.

Houben A, Hochstotter A and Becker T, 2012.Possibilities to increase the quality in gluten-free bread production: an overview. Journal of EuroReserch Technology 235: 195-208.

Kohajdova Z andKarovicova J, 2008.Influence of hydrocolloids on quality of baked goods.ActaScientiarumPolonorumThechnologiaAlimentaria 7(2):43-49.

Kratzer AM, 1979. Hydration, dough formation and structure development in durum wheat pasta processing. Swiss Federal Institute of Technology [for the degree of Doctor of Sciences].

Larrosa V, Gabriel L, Zaritzky N and Califano A, 2013.Optimization of rheological properties of glutenfree pasta dough using mixture design. Journal of Cereal Science 57(3): 520-526.

MarcotteM, TaherianHoshahili AR andRamaswamy HS, 2001. Rheological properties of selected hydrocolloid as a function of concentration and temperature. Food Research International journal 34:695-703.

Mariotti M, Lametti S, Cappa C, Rassmussen P andLucisano M, 2011.Characterisation of gluten free pasta through conventional and innovative methods: Evaluation of the uncooked products. Journal of Cereal Science 7(2):43-49.

Naji S and Razavi SMA, 2014. Functional andtexturalcharacteristicsofcressseed (Lepidium sativum) gumandxanthangum:Effectof refrigeration condition. Food Bioscience 5: 1–8.

Ribotta PD, Ausar SF, Beltramo DM and Leon AE, 2005.Interactions of hydrocolloids and sonicated-gluten proteins.Journal of Food Hydrocolloids 19:93-99.

Rosell CM, Rojas JA and De Barber CB, 2001. Influence of hydrocolloids on dough rheology and bread quality. Journal of Food Hydrocolloids 15:75-81.

Silva E, Birkenhake M, Schdten E, Sagis LMC and linden EV, 2013. Controlling rheology and structure of sweet potato starch noodles with high broccoli powder content by hydrocolloid. Journal of Food Hydrocolloids 30: 42-52.

The effect of the cress seed gum and pectin on the rheological properties of dough and gluten-free pasta texture

AH Sarraf[1] , M Salehifar[2*] and L Shahsavani Mojarad[3]

Received: October 15, 2016 Accepted: January 17, 2017
[1]MSc of Food Science and Technology, Shahr-e-Qods Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran
[2]Assistant Professor, Department of Food Science and Technology, Shahr-e-Qods Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran
[3]Instructor, Department of Food Science and Technology, Shahr-e-Qods Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran
[*]Corresponding author: E mail: salehifarmania@yahoo.com

Abstract
The gluten-free pasta needs to use materials that can simulate the viscoelastic properties of gluten in the dough and also have the ability to replace gluten. This study aims was replacement gluten in pasta based on cassava starch by using cress seed gum and pectin, check rheological properties of gluten-free pasta dough, quantitative and qualitative characteristics of pasta and optimization of pasta formulation. For this purpose, were added three levels of pectin gum (1%, 2% and 3%) and three levels of cress seed gum (0.5%, 1% and 1.5%) to formulations. Viscosity, shear stress and torque gluten-free dough were evaluated by Brokfield Viscometer. Product texture was evaluated by Instron Texture Analyzer. Evaluations of all results were carried out with Response Surface Methodology (RSM). The results showed that add pectin and cress seed gum in the 0.05% level had significant effect on paste viscosity, shear stress and the torque in dough. Also results showed pectin and cress seed gum in the 0.05% level had significant effect on texture consistency of cooked free-gluten pasta. At the end, RSM results showed add pectin and cress seed gum can increase viscosity, shear stress dough and the torque in dough. On the other hand texture results showed with increase gum level, increased consistency texture and then decreased procedure of texture consistency.

Keywords: Gluten Free Pasta, Cress Seed Gum, Gum and Pectin, Celiac