مجله علوم و صنایع غذایی ایران

سایت مجله: www.fsct.modares.ac.ir

مقاله علمی_پژوهشی

تأثیر کنسانتره پروتئین آب پنیر و ایزوله پروتئین سویا به همراه صمغ دانه ریحان بر برخی از ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و حسی خمیر و کیک فاقد گلوتن بر پایه آرد برنج

پرستو قائمی[۱]، سعیده عربشاهی دلویی[۲*]، مهران اعلمی[۳]، سید حسین حسینی قابوس[٤]

۱- دانشجوی دکتری گروه علوم و صنایع غذایی، واحد آزادشهر، دانشگاه آزاد اسلامی، آزادشهر، ایران.

۲- استادیار گروه علوم و صنایع غذایی، واحد آزادشهر، دانشگاه آزاد اسلامی، آزادشهر، ایران.

۳- دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ایران.

٤- استادیار گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی، واحد آزادشهر، دانشگاه آزاد اسلامی، آزادشهر، ایران.

اطلاعات مقاله

تاریخ های مقاله :

تاریخ دریافت: ۱۲/۰۳/ ۱٤۰۰

تاریخ پذیرش: ۱٤۰۱/۰٤/۰۱

کلمات کلیدی:

کیک بدون گلوتن،

کنسانتره پروتئین آب پنیر،

ایزوله پروتئین سویا،

صمغ دانه ریحان.

DOI: 10.22034/FSCT.19.127.139

DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.127.18.1

* مسئول مکاتبات:

sarabshahi@iauaz.ac.ir

چکیده

در این تحقیق، تأثیر افزودن کنسانتره پروتئین آب پنیر و ایزوله پروتئین سویا در سه سطح (۰، ۵ و ۱۰ درصد) به همراه صمغ دانه ریحان (۰، ۰/۵ و ۱ درصد) بر برخی از خصوصیات کیفی خمیر (دانسیته، سفتی، قوام و چسبندگی) و نیز ویژگی های کیفی کیک فاقد گلوتن بر پایه آرد برنج (حجم مخصوص، تخلخل، سفتی، ارتجاعیت، شاخص‌های رنگی و پذیرش کلی) بررسی گردید. نتایج نشان داد که با افزایش صمغ دانه ریحان، کنسانتره پروتئین آب پنیر و ایزوله پروتئینی سویا میزان دانسیته، سفتی، قوام و چسبندگی خمیر کیک افزایش یافت ($p<۰/۰۵$). همچنین با افزایش صمغ دانه ریحان در هر سطح غلظتی از کنسانتره پروتئین آب پنیر یا ایزوله پروتئین سویا، تخلخل و سفتی کیک‌های تولیدی افزایش یافت. در نمونه‌های حاوی ۵ و ۱۰ درصد کنسانتره پروتئین آب پنیر با افزایش صمغ دانه ریحان در فرمولاسیون، ابتدا میزان حجم مخصوص نمونه‌ها افزایش و سپس کاهش یافت. همچنین مشخص گردید که نمونه‌های حاوی ۵ و ۱۰ درصد ایزوله پروتئین سویا شاخص L^* بیشتری نسبت به نمونه‌های حاوی ۵ و ۱۰ درصد کنسانتره پروتئین آب پنیر داشتند. با افزایش صمغ دانه ریحان به‌جز در نمونه‌هایی که دارای ۵ و ۱۰ درصد کنسانتره پروتئین آب پنیر و همچنین ۵ درصد ایزوله پروتئین سویا بودند، میزان ارتجاعیت نمونه‌ها افزایش یافت. در نهایت، نمونه های کیک حاوی ۵ و ۱۰ درصد ایزوله پروتئین سویا یا کنسانتره پروتئین آب پنیر به‌ترتیب با ۱ و ۰/۵ درصد صمغ دانه ریحان که از دید ارزیاب‌ها بیشترین امتیاز پذیرش کلی را به خود اختصاص دادند به عنوان جایگزین کیک های معمولی برای افراد مبتلا به سلیاک پیشنهاد می گردد.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-25]

[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.127.18.1]

[DOI: 10.22034/FSCT.19.127.139]

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-25]

[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.127.18.1]

[DOI: 10.22034/FSCT.19.127.139]

۱-مقدمه

در سال های اخیر تقاضای مصرف فرآورده‌های بدون گلوتن به‌علت روند افزایشی تشخیص بیماری سلیاک در جهان افزایش یافته است به‌طوری‌که تقریباً حدود یک درصد از ساکنین اروپا و آمریکا گرفتار این بیماری می‌باشند [۱ و ۲]. سلیاک یک بیماری خودایمنی با منشا ژنتیکی است که در آن پپتیدهای حاصل از هضم ناقص پروتئین‌های گلوتنی توسط سیستم ایمنی بدن به عنوان آنتی ژن شناسایی شده و لذا سیستم ایمنی برعلیه سلول‌های غشای مخاطی روده و بویژه پرزهای جذب کننده مواد مغذی عمل نموده و موجب تحلیل و از بین رفتن تدریجی این پرزها می‌شود که نتیجه آن اخلال در جذب مواد مغذی، کاهش وزن، اسهال، کم خونی، خستگی، نفخ، کمبود فولات و پوکی استخوان می‌باشد [۳]. علی رغم تحقیقات زیادی که در زمینه درمان این بیماری صورت گرفته، کماکان تنها درمان این بیماری حذف مطلق گلوتن از رژیم غذایی است و دوره بهبودی آن با رعایت رژیم غذایی خاص به طور معمول ۳ تا ٦ ماه، که البته در بزرگسالان به ۲ سال هم می‌رسد، به‌طول می‌انجامد [٤ و ٥].

کیک به‌عنوان یکی از فراورده های صنایع نانوایی، دارای تنوع بالایی بوده و در بین مردم و به‌خصوص کودکان و نوجوانان طرفداران زیادی دارد. این فرآورده نوعی شیرینی با بافت نرم می‌باشد که مواد اصلی آن را آرد، روغن، شکر و تخم مرغ تشکیل می‌دهد [٦]. مبتلایان به سلیاک باید از مصرف مواد غذایی تهیه شده از گندم، جو، چاودار و همچنین غذاهای فرآوری شده نظیر سوسیس، ماکارونی، تمامی شیرینی‌جات و کیک‌هایی که در آن‌ها از گلوتن استفاده شده پرهیز نمایند[۱] . برنج یکی از مهم‌ترین غلات جهان است که در تولید فرآورده های غذایی بدون گلوتن کاربرد گسترده ای دارد. نیمی از جمعیت جهان، به برنج به عنوان یک غذای اصلی وابسته هستند. انواع برنج در گونه های مختلفی از جمله برنج جاپونیکا با نام علمی ***Oryza sativa japonica*** و برنج ایندیکا با نام علمی ***sativa indica*** جای می‌گیرند[۱و۷]. پروتئین‌های گلوتن در خواص چسبندگی و توسعه‌ی خمیر گندم مشارکت می‌کند و بخش گلوتنین گلوتن نقش مهمی در قوت و کشسانی خمیر دارد. تشکیل شبکه گلوتن پس از مخلوط شدن آب با آرد صورت می گیرد و علی‌رغم اینکه پروتئین‌های گلوتنی در آب نامحلول هستند، این شبکه گلوتنی تقریبا دو برابر وزن خود آب جذب می‌کند [۸]. بنابراین، جایگزینی گلوتن در صنعت غذا یکی از مسائل چالش برانگیز می باشد، زیرا تولید مواد غذایی فاقد گلوتن که دارای کیفیت تغذیه‌ای و عملکردی مطلوبی باشند، دشوار است. پروتئین‌ها، هیدروکلوئیدها، امولسیفایرها و یا ترکیبی از این مواد به‌منظور بهبود ویژگی های فیزیکی و محتوای تغذیه‌ای محصولات فاقد گلوتن استفاده می‌شوند [۹]. پروتئین آب‌پنیر از محصولات جانبی تولید پنیر می‌باشد و سرم شیر باقی‌مانده در طول پنیرسازی تحت عنوان آب‌پنیر شناخته می‌شود و حاوی مقادیر بالایی از لاکتوز، ویتامین‌های محلول در آب و مواد معدنی شیر می‌باشد [۱۰]. آب‌پنیر به‌عنوان یک افزودنی طبیعی با ویژگی‌های قوام دهندگی مشابه هیدروکلوئیدها، نشاسته و سایر قوام‌دهنده‌ها، با تشکیل یک فیلم بین سطحی، شبکه‌ای مشابه شبکه گلوتنی را در محصولات پخت ایجاد می‌نماید [۱۱]. عمار و همکاران (۲۰۲۱) با بررسی تاثیر افزودن پروتئین آب پنیر به کیک اسفنجی بر پایه آرد برنج و ذرت نشان دادند که استفاده از پروتئین آب پنیر منجر به بهبود خواص کیفی و حسی کیک می‌گردد و کیک تهیه شده حاوی پروتئین آب پنیر می‌تواند جایگزین مناسبی برای کیک اسفنجی بر پایه گندم باشد. دیاز- رامیرز و همکاران (۲۰۱٦) نیز پروتئین آب پنیر را جایگزین پروتئین سفیده تخم‌مرغ در کیک اسفنجی نمودند و گزارش کردند که افزودن پروتئین آب پنیر در فرمولاسیون کیک تغییر معنی‌داری بر خواص کیفی کیک ایجاد نمی‌کند ولی خواص حسی کیک را بهبود می‌بخشد [۱۲ و ۱۳].

ایزوله پروتئین سویا، خالص‌ترین نوع پروتئینی فرآورده های سویا است که محتوای پروتئین بالایی دارد، برخی از خواص عملکردی پروتئین‌های سویا شامل ویژگی امولسیفایری، تشکیل ژل، جذب و نگهداری آب و چربی، کنترل رنگ و بافت می باشد. به‌دلیل درصد بالای پروتئین، می‌توان مقدار کمتری از آن را به فرآورده اضافه نمود [١٤]. محصولات پخت تهیه شده از پروتئین سویا حاوی ایزوفلاون‌ها بوده که از ارزش تغذیه‌ای بالایی برخوردار می‌باشند [١٥]. صمغ دانه ریحان از جمله هیدروکلوئیدهایی می‌باشد که در طب سنتی کاربرد فراوانی دارد. این صمغ دارای کربوهیدرات، پروتئین و فیبر بوده و با افزودن آن به فرمولاسیون کیک ها می‌توان کیفیت و بافت آن ها را بهبود

بخشید [۱۶]. صالحی و همکاران (۲۰۱۷) و پیغمبردوست و همکاران (۲۰۱۶) از صمغ دانه ریحان، روندا و همکاران (۲۰۱۱) و مجذوبی و همکاران (۲۰۱۴) از ایزوله پروتئینی سویا به‌منظور بهود خواص کیفی کیک استفاده نمودند [۱۷-۲۰]. با توجه به مطالبی که آورده شد، هدف اصلی از این مطالعه بررسی تاثیر افزودن کنسانتره پروتئین آب پنیر، ایزوله پروتئینی سویا و صمغ دانه ریحان به‌منظور بهبود خواص کیفی و حسی خمیر و کیک بدون گلوتن بر پایه آرد برنج بود.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- مواد

در این مطالعه برای تهیه کیک روغنی فاقد گلوتن بر پایه آرد برنج از برنج نیم دانه رقم فجر (گرگان، ایران) استفاده شد. کنسانتره پروتئین آب پنیر (حاوی ۸۰ درصد پروتئین و ۵ درصد لاکتوز) از شرکت لین آمریکا و ایزوله پروتئین سویا (حاوی۹۰ درصد پروتئین) از شرکت کرون چین خریداری گردید. پودرقند، تخم‌مرغ تازه، روغن آفتابگردان، بیکینگ پودر و وانیل نیز از فروشگاه‌های معتبر مواد غذایی شهرستان گرگان تهیه شدند.

۲-۲- استخراج صمغ دانه ریحان

پس از جداسازی ناخالصی‌ها از دانه‌های ریحان، استخراج صمغ با کمی تغییرات در روش رضوی و همکاران (۲۰۰۹) توسط دستگاه اکستراکتور (پارس خزر، ایران) که سطح چرخان آن تراش خورده و صاف شده بود انجام گرفت. در این تحقیق، نسبت آب به دانه ۲۰ به ۱، دمای فرایند ۵۰ درجه سانتی گراد، pH =۷ و مدت زمان فرایند ۲۰ دقیقه بود [۲۱]. صمغ حاصله در دستگاه خشک کن نیمه صنعتی هوای داغ (آراد ماشین، ایران) با دمای ۴۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت خشک و سپس آسیاب گردید. در نهایت، پودر بدست آمده در بسته‌بندی‌های پلی‌اتیلن غیرقابل نفوذ به رطوبت تا زمان انجام آزمایشات نگهداری شد.

۲-۳- تهیه خمیر کیک و تولید کیک

خمیر کیک بر اساس روش شکر- خمیر [۲۲] با کمی تغییرات در مقدار مواد اولیه تهیه گردید. مواد اولیه شامل ۱۰۰ گرم آرد برنج، ۷۲ گرم پودر قند، ۵۷ گرم روغن، ۰/۵ گرم وانیل، ۷۲ گرم تخم مرغ، ۲ گرم بیکینگ پودر، ۳۰ گرم آب، ایزوله پروتئین سویا در ۳ سطح (۰، ۵ و ۱۰)، کنسانتره پروتئین آب پنیر در ۳ سطح (۰، ۵ و۱۰) و صمغ دانه ریحان در ۳ سطح (۰، ۰/۵ و ۱) بودند و مقدار مواد براساس ۱۰۰ گرم آرد برنج در نظر گرفته شد. تیمارهای مورد استفاده در این مطالعه در جدول ۱، آورده شده است. جهت تهیه کیک، ابتدا روغن و پودر قند به مدت ۳ دقیقه با دور متوسط همزن هم‌زده شد تا به مایع کرم رنگی تبدیل شود. سپس تخم مرغ که قبلاً زده شده بود به مایع اضافه گردید و به مدت ۲ دقیقه با دور تند کاملاً مخلوط شد. در مرحله بعد نصف آب را اضافه کرده و هم‌زده و سپس مواد پودری که قبلاً مخلوط شده بودند با دور آهسته هم زده شدند. در نهایت نصف دیگر آب به خمیر اضافه گردید. ۳۰ گرم از خمیر درون هر قالب کیک ریخته شد و به‌مدت ۲۵ دقیقه در دمای ۱۷۰ درجه سانتی‌گراد در فر (رمگا، ایران) قرار گرفت. کیک‌ها پس از پخت و سرد شدن در کیسه های پلی اتیلنی بسته بندی و در دمای محیط نگهداری شدند.

Table 1 Treatments prepared and abbreviations used in the present research

Treatment			
No	**WPC*BG(%)**	No	**SPI*BG(%)**
1	0, 0 (Control)	1	0, 0 (Control)
2	0, 0.5	2	0, 0.5
3	0, 1	3	0, 1
4	5, 0	4	5, 0
5	5, 0.5	5	5, 0.5
6	5, 1	6	5, 1
7	10, 0	7	10, 0
8	10, 0.5	8	10, 0.5
9	10, 1	9	10, 1

Whey protein concentrate (WPC), Soy protein isolate (SPI), Basil seed gum (BG)

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-25]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.127.18.1]
[DOI: 10.22034/FSCT.19.127.139]

۲-٤- ارزیابی ویژگی‌های فیزیکی خمیر

۲-٤-۱- تعیین وزن مخصوص خمیر

وزن حجم معینی از خمیر در ظرف مخصوص توزین و به وزن همان حجم از آب در دمای ثابت تقسیم گردید [۲۳].

۲-٤-۲- آزمون بک اکستروژن خمیر

نمونه‌های خمیر در یک ظرف استوانه‌ای از جنس پرسپکس (Perspex) با عمق، ارتفاع، قطر داخلی و قطر خارجی به ترتیب ۵۰، ٦۹، ۵۰ و٦۰ میلی‌متر ریخته شد. جهت آزمون اکستروژن پسرو (Back-Extrusion) از دستگاه بافت‌سنج (Stable Micro Systems Ltd، مدل TA-XT Plus، انگلستان) و از پروب A/B-d35 (قطر ۳۵ میلی‌متر) استفاده شد. سرعت قبل، حین و پس از آزمون به ترتیب ۱، ۱ و ۱۰ میلی‌متر بر ثانیه تنظیم شد. با نفوذ پروب به درون نمونه و برگشت آن به‌ترتیب بخش مثبت و منفی منحنی نیرو-زمان به‌دست آمد [۲٤]. شاخص‌های مورد مطالعه شامل: سفتی (نیوتن)، قوام (نیوتن بر ثانیه) و چسبندگی (نیوتن) می‌باشند که با استفاده از منحنی نیرو-زمان محاسبه شدند.

۲-۵- ارزیابی ویژگی های فیزیکوشیمیایی نمونه‌های کیک

۲-۵-۱- حجم مخصوص

برای اندازه‌گیری حجم مخصوص کیک از روش جابه‌جایی دانه کلزا استفاده شد. در این روش ابتدا دانسیته توده‌ای کلزا با استفاده از وزن و حجم مشخصی از دانه‌ها محاسبه شد. سپس نمونه کیک به‌همراه دانه‌های کلزا با هم داخل ظرفی با ابعاد مشخص قرار داده و توزین گردید. در نهایت از اختلاف حجم کل و حجم کلزا، حجم مخصوص کیک محاسبه شد [۲۵].

۲-۵-۲- تخلخل

جهت اندازه‌گیری این فاکتور ابتدا حجم واقعی کیک تعیین شد. برای این منظور، نمونه کیک داخل استوانه مدرج فشرده شد. به‌طوری که خلل و فرجی باقی نماند. سپس طبق رابطه ۱، درصد تخلخل محاسبه شد [۲٦].

$$\text{تخلخل (٪)} = 1 - \frac{\text{حجم واقعی}}{\text{حجم توده}} \times 100$$

۲-۵-۳- رنگ پوسته کیک

جهت ارزیابی رنگ پوسته کیک، از دستگاه هانترلب (Lovibond CAM-System500، انگلستان) استفاده شد. آنالیز رنگ به صورت سه شاخص L^*، a^* و b^* صورت پذیرفت[۲۷].

۲-۵-٤- بافت کیک

ارزیابی بافت کیک در روز پخت و روز سوم بعد از پخت با استفاده از آزمون آنالیز پروفایل بافت به‌وسیله دستگاه بافت‌سنج (Stable Micro Systems Ltd، مدل TA.XT Plus، انگلستان) با نرم افزار Texture Expert صورت گرفت. برای انجام این آزمون، ابتدا پوسته کیک جدا گردید و یک قطعه مکعبی با ابعاد۲۰×۲۰×۲۰ میلی‌متر از بخش مرکزی کیک برش داده شد. سپس با استفاده از یک پروب استوانه‌ای آلومینیومی (قطر ۲۵ میلی‌متر)، به اندازه ۱۰ میلی‌متر (۵۰ درصد) از بافت مغز کیک فشرده گردید. سرعت نیروی وارد شده حین آزمون، ۲ میلی‌متر بر ثانیه و زمان تاخیر بین دو سیکل، ۳۰ ثانیه بود و شاخص‌های سفتی و ارتجاعیت با استفاده از منحنی نیرو-زمان محاسبه شدند [۲۸].

۲-۵-۵- ارزیابی حسی نمونه های کیک

این ارزیابی توسط ۱۰ نفر از افراد نیمه آموزش دیده آشنا با تکنیک‌های ارزیابی حسی انجام شد. کیک ها بعد از گذشت ۲ ساعت از پخت در اختیار ارزیاب‌ها قرار گرفتند. به این منظور از روش هدونیک ۵ نقطه ای (۱= نامطلوب و ۵=مطلوب) استفاده شد [۲۹].

۲-٦- تجزیه و تحلیل آماری

در این پژوهش کلیه آزمون‌ها در سه تکرار انجام گرفت. داده‌های به‌دست آمده از آزمون‌ها با استفاده از طرح کاملاً تصادفی در قالب آزمایشات فاکتوریل و با استفاده از روش مدل‌های خطی تعمیم یافته به کمک نرم افزار SAS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. مقایسه میانگین ها با آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح اطمینان ۹۵ درصد انجام شد و برای رسم نمودارها از اکسل (۲۰۱۰) استفاده گردید.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-25]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.127.18.1]
[DOI: 10.22034/FSCT.19.127.139]

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-25]

[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.127.18.1]

[DOI: 10.22034/FSCT.19.127.139]

۳- نتایج و بحث

۳-۱- ویژگی های فیزیکی خمیر

۳-۱-۱- دانسیته

دانسیته خمیر کیک به‌عنوان فاکتوری جهت ارزیابی قابلیت کلی خمیر برای حفظ هوا، اطلاعاتی در مورد اندازه و میزان پخش سلول‌های گازی می‌دهد [۳۰]. نتایج اثرات متقابل صمغ دانه ریحان با کنسانتره پروتئین آب پنیر و همچنین با ایزوله پروتئینی سویا بر میزان دانسیته نمونه های خمیر در شکل ۱ نشان داده شده است. مقایسه میانگین‌های حاصل از آزمون دانکن مشخص نمود که با افزایش صمغ دانه ریحان، کنسانتره پروتئین آب پنیر و ایزوله پروتئین سویا، میزان دانسیته خمیر کیک بدون گلوتن بر پایه آرد برنج افزایش یافت که این افزایش زمانی که از کنسانتره پروتئین آب پنیر استفاده شده بود، چشمگیرتر بود ($p<۰/۰۵$). علت افزایش دانسیته خمیر کیک در سطوح بالای صمغ و پروتئین را می‌توان به افزایش ویسکوزیته خمیر و در پی آن کاهش قابلیت ورود حباب‌های هوا به داخل خمیر نسبت داد [۳۱]. نتایج این بخش با نتایج پیغمبردوست و همکاران (۲۰۱۶) که نشان دادند با افزایش صمغ دانه ریحان میزان دانسیته خمیر کیک افزایش می‌یابد و نیز دیاز- رامیرز و همکاران (۲۰۱۶) که گزارش کردند با افزایش میزان کنسانتره پروتئین آب پنیر میزان دانسیته خمیر کیک افزایش می‌یابد [۱۳و ۱۸] همراستا بود. برخی از محققین مانند آشوینی و همکاران (۲۰۰۹) در تحقیقات خود نشان دادند که افزودن سطوح مختلف صمغ‌ها موجب افزایش جذب آب و افزایش هوادهی در خمیرهای تولیدی و در نتیجه کاهش دانسیته خمیرمی‌گردد [۳۲]. به هرحال بایستی به این نکته توجه نمود که نوع و میزان صمغ به کار رفته، نوع پروتئین مورد استفاده و برهمکنش صمغ و پروتئین و همچنین نوع آرد و سایر اجزای فرمولاسیون ممکن است موجب بروز تفاوت در نتایج تحقیقات مختلف شود. از طرف دیگر در خمیرابههای کیک‌ها و نان بدون گلوتن مقادیر متوسط ویسکوزیته جهت حفظ گاز مطلوب می‌باشد و مقادیر زیاد ویسکوزیته با نتیجه معکوس همراه بوده و منجر به افزایش دانسیته خمیر و نهایتا کاهش حجم فراورده نهایی می‌شود [۳۳].

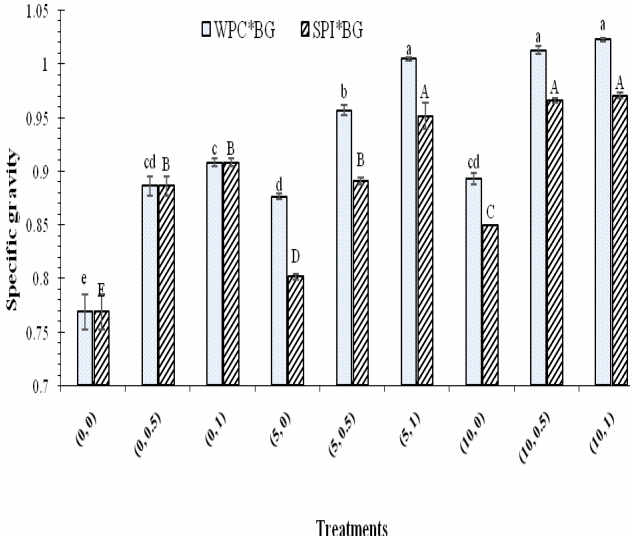


Fig 1 Specific gravity of batter samples containing different amounts of whey protein concentrate (WPC), soy protein isolate (SPI) and basil gum (BG). The same lowercase and uppercase letters in formulations containing WPC * BG and SPI * BG, respectively, indicate no significance difference at 5% level

۳-۱-۲- سفتی، قوام و چسبندگی

نتایج اثر متقابل ایزوله پروتئین سویا با صمغ دانه ریحان و همچنین کنسانتره پروتئین آب پنیر به‌همراه صمغ دانه ریحان بر میزان سفتی، قوام و چسبندگی خمیر کیک در شکل۲ (a، b و c) نشان داده شده است. همانطور که در شکل ۲a مشاهده می گردد با افزایش صمغ دانه ریحان، کنسانتره پروتئین آب پنیر و ایزوله پروتئین سویا سفتی خمیرهای کیک تولیدی افزایش یافت و این افزایش زمانی که از صمغ دانه ریحان به‌همراه ایزوله پروتئین سویا استفاده شده بود، چشمگیرتر بود. البته در نمونه‌های حاوی ۱ درصد صمغ ریحان با افزایش کنسانتره پروتئین آب پنیر تا ۵ درصد به‌صورت غیرمعنی‌داری میزان سفتی خمیرها کاهش یافت ($p>۰/۰۵$). ایوبی و همکاران (۲۰۰۹) در پژوهش خود افزایش سفتی کیک در اثر افزودن صمغ را به دلایل مختلفی نسبت دادند، یکی از این دلایل در آن مطالعه این بود که صمغ باعث افزایش قابلیت نگهداری حباب گاز شده و تا حد زیادی اثرات نامطلوب ناشی از کاهش چربی فرمولاسیون را جبران می‌کند و همچنین این صمغ باعث تقویت و یکنواخت شدن دیواره حفرات موجود در خمیر گردیده و مقاومت کیک را در برابر فشار افزایش می‌دهد

[۳٤] و این نتایج با نتایج گواردا و همکاران (۲۰۰٤) مطابقت داشت [۳۵]. علت افزایش سفتی خمیر کیک با افزایش میزان پروتئین‌های آب پنیر و ایزوله پروتئین سویا را می‌توان به ویژگی‌های ساختاری پروتئین‌ها در محیط‌های آبی که همانا جذب آب و تشکیل شبکه ژلی است نسبت داد و بدیهی است که هرچه مقدار پروتئین در محیط بیشتر شود این شبکه ژلی تقویت شده و می‌تواند منجر به سفتی بافت شود [۳٦]. ما و همکاران (۲۰۱٤) نیز علت این موضوع را ناشی از تفاوت محتوای رطوبتی خمیر و توانایی نگهداری این رطوبت بین آرد و مواد پروتئینی عنوان کردند [۳۷].

همانند سفتی، با افزایش صمغ دانه ریحان، کنسانتره پروتئین آب پنیر و ایزوله پروتئین سویا قوام خمیرهای کیک‌های تولیدی افزایش یافت و این افزایش زمانی که از صمغ دانه ریحان به‌همراه ایزوله پروتئین سویا استفاده شده بود، از شدت بالاتری برخوردار بود (شکل ۲b). علت افزایش قوام خمیر با افزایش این ترکیبات را می‌توان به افزایش ظرفیت جذب آب و به دام افتادن آب و اتصال با شبکه پروتئینی آرد خمیر که منجر به کاهش تحرک آن‌ها شده، نسبت داد [۱۹]. از طرف دیگر، وجود مقدار بیشتر پروتئین در ایزوله پروتئینی سویا می‌تواند دلیل دیگری باشد که نسبت به کنسانتره پروتئینی آب پنیر قوام بیشتری را ایجاد کرده است. ضمن اینکه به نظر می‌رسد ترکیب صمغ دانه ریحان و پروتئین‌های سویا با قابلیت جذب آب بیشتر و تشکیل شبکه ژلی قوی‌تری همراه بوده است. نتایج این بخش با یافته‌های جواهری و همکاران (۲۰۲۱) که با بررسی تاثیر آرد پوست موز، صمغ دانه ریحان و قدومه شیرازی بر کیک حاوی شیره انجیر و خرما نشان دادند، همراستا بود، آن‌ها بیان کردند که افزایش صمغ دانه ریحان در فرمولاسیون، منجر به افزایش قوام خمیر می‌گردد[۳۸]. از دیگر عوامل افزایش قوام توسط صمغ می‌توان به ساختار پلیمری پیچیده آن و اتصال به شبکه پروتئینی آرد و اثرات متقابل این دو نیز اشاره نمود [۳۰]. روندا و همکاران (۲۰۱۱) گزارش کردند که با افزودن ایزوله پروتئین سویا و نشاسته به فرمولاسیون کیک، شاخص قوام خمیر کیک افزایش می‌یابد و منجر به افزایش ویسکوزیته کیک می‌شود که همراستا با نتایج به‌دست آمده از این پژوهش بود [۱۹].

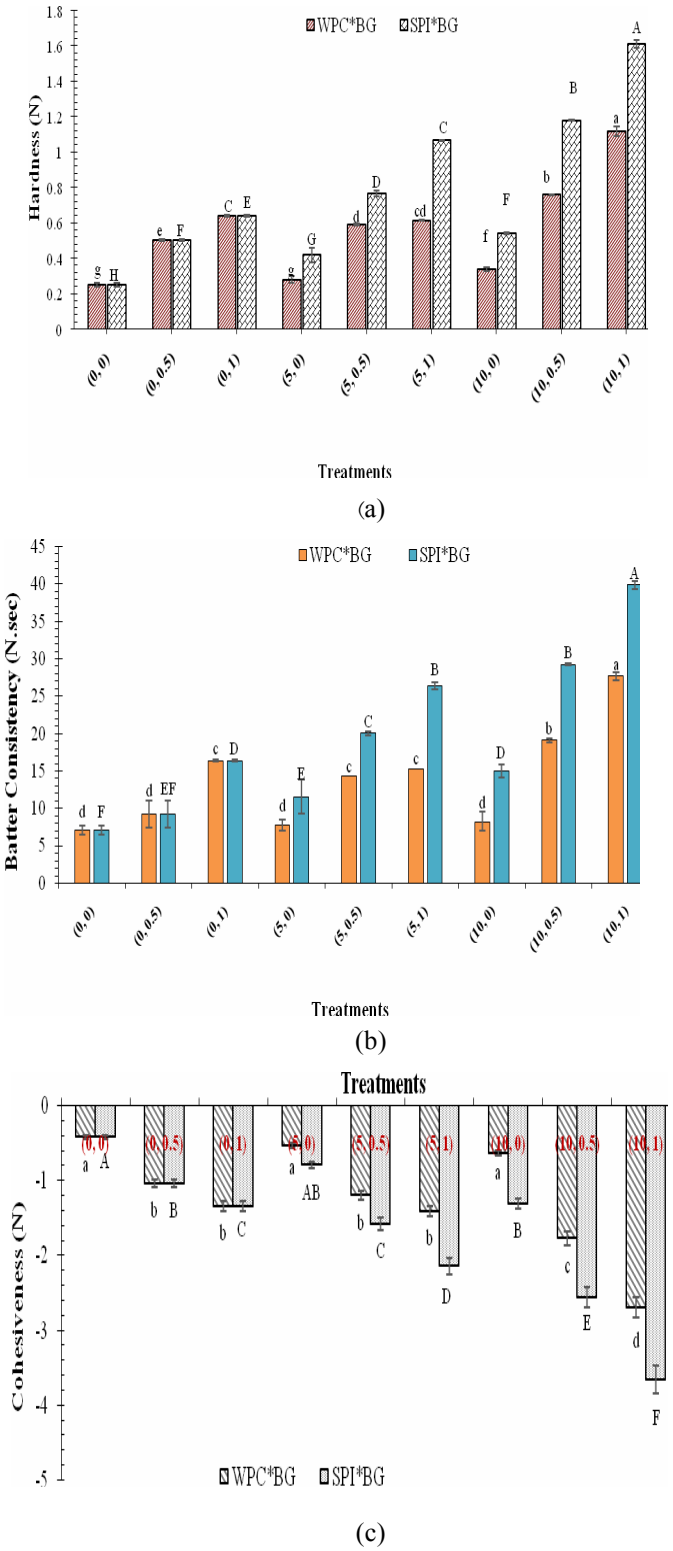


Fig 2 Hardness (a), consistency (b) and cohesiveness (c) of batter samples containing different amounts of whey protein concentrate (WPC), soy protein isolate (SPI) and basil gum (BG). The same lowercase and uppercase letters in formulations containing WPC * BG and SPI * BG, respectively, indicate no significance difference at 5% level

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-25]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.127.18.1]
[DOI: 10.22034/FSCT.19.127.139]

شکل 2c نیز نشان داد که با افزایش هر سه ترکیب موجود در خمیر (صمغ دانه ریحان، کنسانتره پروتئین آب پنیر و ایزوله پروتئین سویا) میزان چسبندگی خمیر افزایش یافت. دهالیوال و همکاران (۱۹۹۰) نیز بیان کردند یکی از دلایل چسبندگی می‌تواند افزایش جذب آب باشد، بنابراین اجزای بهبود دهنده ژل خمیر، احتمالاً به‌علت افزایش جذب آب و همچنین پیوند محکم با پروتئین‌های آرد، نیروی چسبندگی را افزایش می‌دهند [۳۹].

۳-۲- ویژگی های فیزیکوشیمیایی نمونه های کیک

۳-۲-۱- حجم مخصوص

نتایج اثر متقابل ایزوله پروتئین سویا با صمغ دانه ریحان و همچنین کنسانتره پروتئین آب پنیر به‌همراه صمغ دانه ریحان بر حجم مخصوص کیک‌های تولیدی در شکل۳ نشان داده شده است. همان‌طور که مشخص است با افزایش صمغ دانه ریحان تقریباً در تمامی نمونه‌ها به‌جز نمونه‌های حاوی ۵ و ۱۰ درصد کنسانتره پروتئین آب پنیر، میزان حجم مخصوص نمونه‌ها در سطح ۵ درصد افزایش یافت ولی در نمونه‌های حاوی ۵ و ۱۰ درصد کنسانتره پروتئین آب پنیر با افزایش این صمغ در فرمولاسیون در ابتدا میزان حجم مخصوص نمونه‌ها به‌علت به‌دام انداختن مقدار بیشتری حباب گاز افزایش و سپس با افزایش بیش از حد ویسکوزیته منجر به کاهش حجم مخصوص گردید. از طرفی نتایج مشخص نمود که با افزایش ایزوله پروتئین سویا نیز میزان حجم مخصوص نمونه‌ها روند افزایشی داشت. همچنین با افزایش کنسانتره پروتئین آب پنیر در تمامی غلظت‌های صمغ دانه ریحان در ابتدا حجم مخصوص افزایش و سپس کاهش یافت. حجم کیک نشان دهنده میزان هوا، بخار آب تولید شده و دی‌اکسیدکربن و میزان تغییرات آن در طول پخت در خمیر کیک می‌باشد. صمغ‌ها با افزایش ویسکوزیته خمیر موجب کند شدن سرعت انتشار گاز و حفظ آن در مراحل اولیه پخت شده و با به‌دام انداختن مقدار بیشتری حباب گاز حجم کیک را افزایش می‌دهند [۴۰]. پروتئین‌های آب‌پنیر ساختار کروی و پایداری حرارتی ضعیفی داشته که در دمای بالاتر از ۷۰ درجه سانتی‌گراد دناتوره شده و به مقدار فراوانی حجم مخصوص کیک را افزایش می‌دهند. افزایش حجم مخصوص به این نکته ارتباط دارد که در طول عملیات پخت، پروتئین‌های مذکور ماهیت طبیعی خود را از دست داده و دناتوره می‌شوند و پیوندهای تشکیل دهنده ساختار سوم گلبول‌های آب‌پنیر از بین رفته و در نهایت حجم مخصوص افزایش می‌یابد، همچنین محققین بیان داشتند که بهبود خواص ساختاری فرآورده‌های حاصله، در نتیجه ساختار باز شده پروتئین و ایجاد تعاملات جدید پروتئین – پروتئین و یا تعامل پروتئین با سایر اجزاء فرمول خمیر می‌باشد. در نتیجه پخت کیک، یک شبکه پروتئینی در اثر تجمع پروتئین‌های آب‌پنیر ایجاد می‌شود که تشکیل این شبکه پروتئینی منجر به بهبود خواص پخت فراورده و افزایش حجم مخصوص می‌گردد [۴۱]. علت افزایش حجم مخصوص با افزایش ایزوله پروتئینی سویا نیز توانایی استحکام بخشیدن دیواره سلول‌های گازی و ممانعت از پاره شدن آن ها توسط پروتئین‌های سویا بود [۴۲]. علت کاهش حجم مخصوص در برخی از نمونه‌ها نیز احتمالا به‌دلیل افزایش بیش از حد ویسکوزیته بود که از انبساط نمونه‌ها در طول پخت جلوگیری نموده و منجر به فشردگی بافت کیک‌ها گردید. از طرفی یافته‌ها حاکی از آن بود که در نمونه‌های حاوی کنسانتره پروتئین آب پنیر و صمغ دانه ریحان روند تغییرات مشخصی در حجم مخصوص وجود نداشت به‌گونه‌ای که در برخی از نمونه‌های حاوی صمغ دانه ریحان با افزایش کنسانتره پروتئین آب پنیر میزان حجم مخصوص کاهش و در برخی تغییر معنی‌داری نداشت.

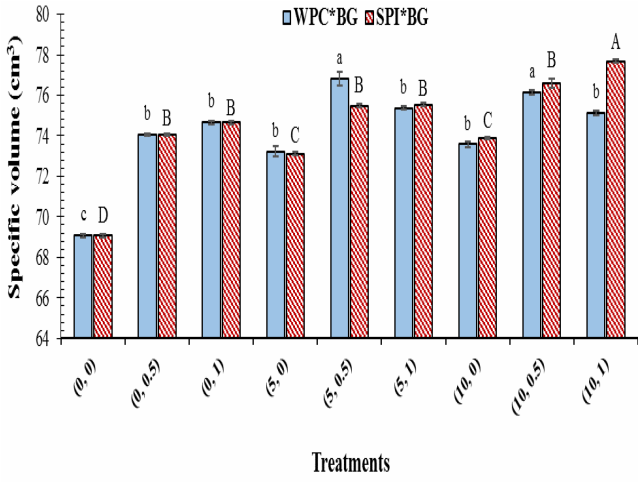


Fig 3 Specific volume (cm^3) of cake samples containing different amounts of whey protein concentrate (WPC), soy protein isolate (SPI) and basil gum (BG). The same lowercase and uppercase letters in formulations containing WPC * BG and SPI * BG, respectively, indicate no significance difference at 5% level.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-25]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.127.18.1]
[DOI: 10.22034/FSCT.19.127.139]

۳-۲-۲- تخلخل

نتایج اثر متقابل ایزوله پروتئین سویا با صمغ دانه ریحان و همچنین کنسانتره پروتئین آب پنیر به‌همراه صمغ دانه ریحان بر تخلخل کیک‌های تولیدی در شکل ٤ نشان داده شده است. همانطور که ملاحظه می گردد با افزایش صمغ دانه ریحان، ایزوله پروتئین سویا و کنسانتره پروتئین آب پنیر میزان تخلخل نمونه‌های تولیدی افزایش یافت. همچنین مشخص گردید، نمونه‌هایی که حاوی ۵ درصد کنسانتره پروتئین آب پنیر هستند در هر مقداری از صمغ دانه ریحان احتمالا به‌دلیل تشکیل فیلم‌های بین سطحی شبکه‌ای توسط پروتئین‌های آب پنیر تخلخل بیشتری نسبت به نمونه‌های حاوی ۵ درصد ایزوله پروتئین سویا دارند. در نهایت نمونه حاوی ۱ درصد صمغ دانه ریحان و ۱۰ درصد ایزوله پروتئین سویا دارای بیشترین تخلخل بود. تخلخل ناشی از حفظ گاز بیشتر در خمیر است، هیدروکلوئیدها مانند صمغ دانه ریحان با افزایش قوام خمیر، تشکیل شبکه موقت ژل و افزایش سفتی دیواره‌های احاطه‌کننده سلول‌های حاوی گاز در کیک، موجب حفظ بیشتر گاز دی‌اکسید کربن و بخار آب تولید شده در خمیر می‌شوند که در نتیجه آن منجر به افزایش تخلخل کیک می‌شوند، همچنین برخی از صمغ‌ها خواص امولسیفایری نشان داده و لایه سطحی دور حباب‌های گاز در خمیر تشکیل می‌دهند که به حفظ گاز کمک می‌کند [٤٣]. علت افزایش میزان تخلخل نمونه‌های کیک بدون گلوتن را می‌توان به تشکیل فیلم‌های بین سطحی شبکه‌ای توسط پروتئین‌های موجود در پودر آب پنیر مشابه با شبکه گلوتنی در محصولات صنایع پخت نسبت داد [٤٤] که این امر سبب بهبود توزیع و پخش یکنواخت سلول‌های گازی در خمیر و محصول نهایی و در نتیجه میزان تخلخل بافت گردید. همچنین وجود لاکتوز در ترکیبات موجود آب پنیر سبب افزایش پایداری حرارتی پروتئین‌ها شده و به نظر می‌رسد که این امر سبب بهبود امکان انبساط گاز داخل حفرات ساختمان کیک در حین فرآیند پخت می‌شود. لیک و همکاران (۲۰۱۱) نیز در تولید نان بدون گلوتن از ۲/٤ درصد پروتئین آب پنیر استفاده نمودند و نشان دادند که با استفاده از این افزودنی در فرمولاسیون نان بدون گلوتن میزان تخلخل محصول نهایی بهبود یافت و سلول‌های گازی مشابه با آنچه در نان گندم وجود داشت در محصول ایجاد شد [٤٥]. دوگزااستاکیسا و همکاران (۲۰۰۲) در بررسی‌های خود به این نتیجه دست یافتند که پروتئین سویا قابلیت حفظ گاز در خمیر و توزیع یکنواخت آن در محصول نهایی را افزایش می‌دهد که با نتایج این بخش در تطابق بود[٤٦]. ملکی و محمدزاده میلانی (۲۰۱۲) نیز بیان کردند که هیدروکلوئیدهای مختلف گوار، زانتان، کربوکسی پروپیل متیل سلولز موجب بافت متخلخل در نان می‌گردند [٤٧].

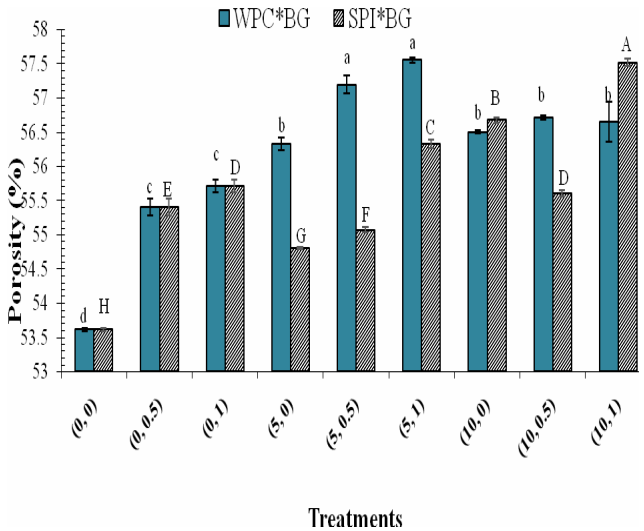


Fig 4 Porosity (%) of cake samples containing different amounts of protein concentrate (WPC), soy protein isolate (SPI) and basil gum (BG). The same lowercase and uppercase letters in formulations containing WPC * BG and SPI * BG, respectively, indicate no significance difference at 5% level.

۳-۲-۳- شاخص‌های رنگی

نتایج اثر متقابل ایزوله پروتئین سویا با صمغ دانه ریحان و همچنین کنسانتره پروتئین آب پنیر به‌همراه صمغ دانه ریحان بر شاخص‌های رنگی کیک‌های تولیدی در جدول ۲ نشان داده شده است. نتایج مشخص نمود که شاخص روشنایی L^* در تمام نمونه ها در مقایسه با نمونه کنترل روند نزولی داشت. احتمالا یکی از دلایل آن انجام واکنش قهوه ای شدن مایلارد به علت وجود پروتئین های سویا و پودر لبنی بوده است. همچنین به نظر می رسد وجود مقداری لاکتوز در کنسانتره پروتئین آب پنیر در این واکنش تاثیرگذار بوده است. موکرزکی و تاتول (۲۰۱۱) نیز بیان داشتند که علت کاهش شاخص L^* با افزایش ایزوله پروتئین سویا و کنسانتره آب پنیر، کدر بودن رنگ این دو ترکیب نسبت به آرد می‌باشد [٤٨]. نتایج حاکی از آن بود که نمونه های حاوی

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-25]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.127.18.1]
[DOI: 10.22034/FSCT.19.127.139]

بالاترین سطح صمغ، میزان شاخص*a کمتری را در مقایسه با نمونه کنترل داشتند. عوض صوفیان و همکاران (۱۳۹۳) نیز در پژوهشی اعلام کردند که افزودن هیدروکلوئیدها موجب کاهش ته رنگ قرمز در نمونه های کیک نسبت به نمونه کنترل گردید[۹]. همچنین نتایج نشان داد که شاخص*b در نمونه های حاوی ایزوله پروتئین سویا فاقد صمغ نسبت به نمونه کنترل روند نزولی داشت. اما در سایر نمونه ها روند تغییرات خاصی مشاهده نشد. گالاگر و همکاران (۲۰۰٤)، بیان داشتند که افزودن پودرهای لبنی در نان فاقد گلوتن منجر به کاهش شاخص L^* در مقایسه با گروه کنترل گردید و این امر به دلیل وجود مقدار کم لاکتوز در این ترکیبات می‌باشد که در واکنش‌های قهوه‌ای شدن غیرآنزیمی مایلارد و کاراملیزاسیون شرکت می‌کنند [۱]. همچنین گزارش شده است که با افزایش سطوح پروتئین آب‌پنیر به نان بدون‌گلوتن برنج، میزان شاخص رنگی L^* کاهش یافته و شاخص b^* افزایش می‌یابد[٤٩]. قربانخانی و همکاران (۲۰۱۵) بیان داشتند که کنسانتره پروتئین آب پنیر به‌دلیل جذب آب باعث کاهش پراکنش نور شده و در نتیجه درجه درخشندگی محصول را کاهش می‌دهد[۵۰]. صالحی و همکاران (۲۰۱۹) نیز با بررسی تاثیر ایزوله پروتئین سویا و صمغ دانه مرو بر خصوصیات رنگی کیک اسفنجی گزارش دادند که با افزایش درصد ایزوله پروتئینی سویا شاخص L^* نمونه‌ها کاهش ولی شاخص a^* آن ها افزایش یافت و شاخص b^* نمونه‌ها نیز روند مشخصی را دنبال نکرد [۵۱]. منگ و کیم (۲۰۲۰) بیان داشتند که افزودن ایزوله پروتئین سویا و کنسانتره پروتئین آب پنیر منجر به کاهش شاخص‌های L^* و a^* نمونه‌ها گردید و شاخص b^* نمونه‌ها نیز با افزایش کنسانتره پروتئین آب پنیر کاهش ولی با افزایش ایزوله پروتئین سویا این شاخص روند خاصی را نشان نداد [۲٦].

Table 2 Color parameters (L*a*b*) of crust cake samples containing different amounts of why protein concentrate (WPC), soy protein isolate (SPI) and basil gum (BG)

Treatment	Lab index	WPC*BG	SPI*BG
1		72.5 ± 0.1 $^{a\,A}$	72.5 ± 0.1 $^{a\,A}$
2		70.5± 0.3 $^{ab\,A}$	70.5 ± 0.3 $^{b\,A}$
3		67.0 ± 0.3 $^{ab\,A}$	67.0 ± 0.3 $^{e\,A}$
4	**L***	68.4 ± 0.3 $^{ab\,A}$	67.1 ± 0.4 $^{e\,A}$
5		52.4 ± 0.6 $^{de\,B}$	68.1 ± 0.3 $^{d\,A}$
6		56.6 ± 0.2 $^{cde\,B}$	68.4 ± 0.1 $^{cd\,A}$
7		60.6 ± 0.4 $^{bcd\,B}$	62.6 ± 0.3 $^{g\,A}$
8		49.2 ± 0.3 $^{e\,B}$	66.1 ± 0.3 $^{f\,A}$
9		63.2 ± 0.5 $^{abc\,B}$	69.0 ± 0.1 $^{c\,A}$
1		14.1 ± 0.1 $^{b\,A}$	14.1 ± 0.1 $^{b\,A}$
2		14.1 ± 0.0 $^{b\,A}$	14.1 ± 0.0 $^{b\,A}$
3		13.4 ± 0.0 $^{c\,A}$	13.4 ± 0.0 $^{c\,A}$
4		15. 7 ± 0.1 $^{a\,A}$	14.9 ± 0.0 $^{a\,B}$
5	**a***	14.1 ± 0.0 $^{b\,A}$	14.1 ± 0.0 $^{b\,A}$
6		14.2 ± 0.0 $^{b\,A}$	13.3± 0.0 $^{c\,A}$
7		15. 7± 0.1 $^{a\,A}$	14.1± 0.1 $^{b\,B}$
8		15.7± 0.0 $^{a\,A}$	13.2± 0.0 $^{c\,B}$
9		14.1 ± 0.0 $^{b\,A}$	13.3± 0.0 $^{c\,A}$
1		20.4± 0.1 $^{b\,A}$	20.4 ± 0.1 $^{a\,A}$
2		18.8± 0.0 $^{d\,A}$	18.8 ± 0.0 $^{c\,A}$
3		18.6± 0.1 $^{d\,A}$	18.6 ± 0.1 $^{c\,A}$
4		21.2± 0.1 $^{a\,A}$	19. 7 ± 0.1 $^{b\,A}$
5	**b***	18.0± 0.0 $^{e\,A}$	18.8 ± 0.0 $^{c\,A}$
6		20.4± 0.1 $^{b\,A}$	20.4 ± 0.1 $^{e\,A}$
7		21.2± 0.3 $^{a\,A}$	19.6 ± 0.3 $^{b\,B}$
8		18.0± 0.0 $^{e\,A}$	18.0 ± 0.0 $^{d\,A}$
9		19.6± 0.0 $^{c\,A}$	18.0 ± 0.0 $^{d\,B}$

Results expressed as mean values of triplicates ± standard deviation.
a-d Different superscript letters in the same column among the samples denote significant differences (P< 0.05)
A-B-C Different superscript letters in the same row among the samples denote significant differences (P< 0.05)

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-25]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.127.18.1]
[DOI: 10.22034/FSCT.19.127.139]

۳-۲-٤- سفتی بافت

مقاومت مغز فراورده‌های نانوایی نسبت به تغییر شکل تحت عنوان سفتی مطرح می‌شود و به‌عنوان یک شاخص مهم در بیات شدن در نظر گرفته می‌شود. با توجه به نقش گلوتن در جلوگیری از پدیده بیاتی، این ویژگی در فراورده‌های بدون گلوتن شایع‌تر می‌باشد [۵۱]. از طرفی گلوتن موجود در فراورده‌های نانوایی حاوی گندم با تشکیل یک شبکه پروتئینی، انتقال آب به سمت پوسته را کندتر کرده و در نتیجه بافت نان نرمتر می‌شود. لذا نبود گلوتن منجر به افزایش انتقال آب از سمت مغز به پوسته شده در نتیجه بافت مغز سفت و پوسته نرم می‌شود [۱]. نتایج اثر متقابل ایزوله پروتئین سویا با صمغ دانه ریحان و همچنین کنسانتره پروتئین آب پنیر به‌همراه صمغ دانه ریحان بر حجم مخصوص نمونه های کیک ۲ ساعت بعد از پخت و ٤٨ ساعت پس از آن به‌ترتیب در شکل ۵ و ٦ آورده شده است. نتایج نشان داد که با افزایش صمغ دانه ریحان میزان سفتی در تمامی نمونه‌ها افزایش یافت. با افزایش کنسانتره پروتئین آب پنیر در زمانی که صمغ دانه ریحان در فرمولاسیون خمیر وجود نداشت، تغییر معنی‌داری در میزان سفتی نمونه‌ها به‌وجود نیامد ولی در سایر موارد کنسانتره پروتئین آب پنیر نیز باعث افزایش سفتی نمونه‌ها گردید. از طرفی مشخص گردید که افزایش ایزوله پروتئین سویا نیز منجر به افزایش سفتی کیک‌های تولیدی شد و افزایش زمان نگهداری نیز در تمامی نمونه‌ها، سفتی را افزایش داد. افزایش سطح صمغ‌های مورد استفاده اگر چه منجر به افزایش حجم نمونه‌ها شد اما سبب افزایش تعداد حفرات موجود در ساختمان کیک و ریز و یکنواخت شدن این حفرات نیز شد. به‌علاوه به نظر می‌رسد که حضور صمغ سبب تقویت دیواره سلول‌های تشکیل دهنده این حفرات نیز شده است. لذا به‌همین دلیل مقاومت کیک در برابر فشار وارد شده از طرف پروپ دستگاه افزایش یافت [۵۲]. عسگری ورجانی و همکاران (۲۰۱۸) نیز گزارش دادند که با افزایش صمغ دانه ریحان در فرمولاسیون کیک شکلاتی سفتی افزایش یافت. علت افزایش سفتی کیک‌های تولیدی با افزایش صمغ دانه ریحان با کنسانتره پروتئین آب پنیر و یا ایزوله پرتئینی سویا را نیز می‌توان به قوی‌تر شدن ساختار پروتئینی تشکیل دهنده خمیر کیک نسبت داد [۳۰]. دیاز- رامینز و همکاران (۲۰۱٦) نیز گزارش کردند که افزایش کنسانتره پروتئین آب پنیر منجر به افزایش سفتی بافت کیک اسفنجی گردید که با نتایج این بخش مطابقت داشت [۱۳]. بیاتی یا سفت شدن بافت محصولات صنایع پخت در طول مدت زمان نگهداری، فرآیند پیچیده‌ای است که عوامل متعددی نظیر رتروگراداسیون آمیلوپکتین، آرایش مجدد پلیمرها در ناحیه آمورف، کاهش مقدار رطوبت و یا توزیع رطوبت بین ناحیه آمورف و کریستالی در آن دخیل است [۵۳]. ایوبی و همکاران (۲۰۰۹) نیز بیان داشتند با افزایش زمان نگهداری به‌علت کاهش مقدار رطوبت سفتی کیک‌های تولیدی افزایش می‌یابد که با نتایج این بخش مطابقت داشت [۳٤].

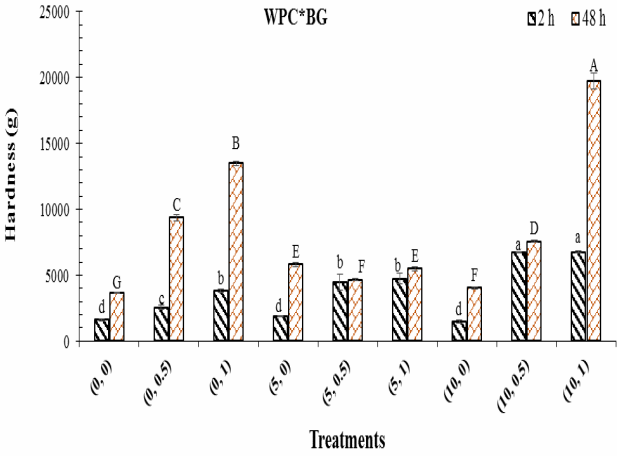


Fig 5 Hardness (g) of cake samples containing different amounts of protein concentrate (WPC) and basil gum (BG), indicate sample hardness after 2h and 48h of storage, respectively, indicate no significance difference at 5% level

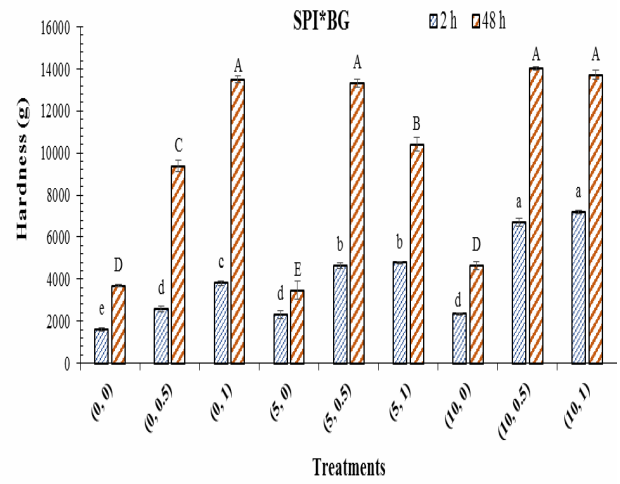


Fig 6 Hardness of cake samples containing different amounts of soy protein isolate (SPI) and basil gum (BG), indicate sample hardness after 2h and 48h of storage, respectively, indicate no significance difference at 5% level

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-25]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.127.18.1]
[DOI: 10.22034/FSCT.19.127.139]

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-25]

[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.127.18.1]

[DOI: 10.22034/FSCT.19.127.139]

۳-۲-۵- ارتجاعیت بافت

نتایج اثر متقابل ایزوله پروتئین سویا با صمغ دانه ریحان و همچنین کنسانتره پروتئین آب پنیر به‌همراه صمغ دانه ریحان بر ارتجاعیت نمونه‌های کیک در روز اول و سوم تولید در جدول ۳ نشان داده شده است. نتایج حاکی از آن بود که با افزایش صمغ دانه ریحان، کنسانتره پروتئین آب پنیر و ایزوله پروتئین سویا میزان ارتجاعیت نسبت به نمونه کنترل افزایش یافت (جدول ۳). هرچند در برخی از نمونه‌ها برای مثال در نمونه‌های حاوی ۰/۵ درصد صمغ دانه ریحان با افزایش ایزوله پروتئین سویا میزان ارتجاعیت نمونه‌ها کاهش یافت. دلیل افزایش ارتجاعیت را می‌توان به افزایش جذب آب و بهتر شدن توزیع آن با افزایش این ترکیبات نسبت داد [٥٤]. علت کاهش ارتجاعیت نیز با افزایش ترکیبات پروتئینی و صمغ‌ها این است که این مواد با کاهش کشش سطحی فاز مایع موجب افزایش امکان ایجاد حباب‌های هوا در خمیر می‌شوند که نهایتاً بهبود لطافت، افزایش خلل و فرج و بهبود ارتجاعیت و اسفنجی بودن کیک را موجب می‌گردد، قابل ذکر است که افزایش غلظت صمغ‌ها با کاهش بیش از حد کشش سطحی محیط موجب حذف حباب‌های ایجاد شده در خمیر شده و نهایتا کاهش حجم، افزایش تراکم بافت و کاهش ارتجاعیت محصول را به‌همراه دارد [٥٥]. مجذوبی و همکاران (۲۰۱٤) نیز نشان دادند که با افزایش ایزوله پروتئین سویا در فرمولاسیون کیک‌های اسفنجی، میزان قابلیت جویدن، ارتجاعیت و پیوستگی نمونه‌ها کاهش یافت [۲۰]. یافته‌ها همچنین نشان داد که با افزایش زمان نگهداری میزان ارتجاعیت نمونه‌ها کاهش می‌یابد. علت کاهش ارتجاعیت با افزایش زمان را می‌توان به سفت شدن کیک‌ها در طی زمان نگهداری در اثر خروج رطوبت نسبت داد. منگ و کیم (۲۰۲۰) گزارش کردند که افزودن ایزوله پروتئین سویا و کنسانتره پروتئین آب پنیر منجر به افزایش ارتجاعیت نمونه‌ها گردید و با افزایش زمان نگهداری این پارامتر کاهش یافت که با نتایج این بخش در تطابق بود[۲٦].

Table 3 Springiness of cake samples containing different amounts of protein concentrate (WPC), soy protein isolate (SPI) and basil gum (BG) during storage (3 days)

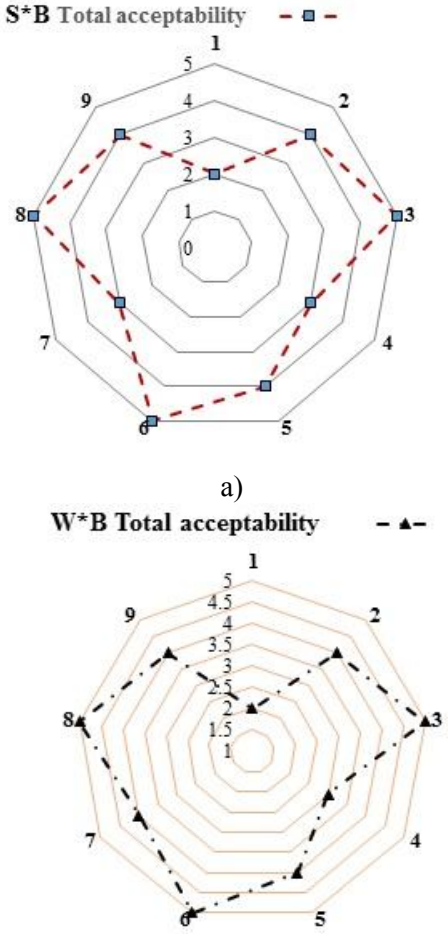
	Springiness				
WPC*BG	**Day 1**	**Day 3**	**SPI*BG**	**Day 1**	**Day 3**
0, 0 (Control)	0.447 ± 0.004^{dB}	0.531 ± 0.083^{dA}	**0, 0 (Control)**	0.447 ± 0.004^{dB}	0.531 ± 0.083^{dA}
0, 0. 5	0.869 ± 0.008^{bA}	0.840 ± 0.003^{aA}	**0, 0. 5**	0.869 ± 0.011^{aA}	0.840 ± 0.003^{aB}
0, 1	0.865 ± 0.053^{bA}	0.851 ± 0.010^{aB}	**0, 1**	0.865 ± 0.004^{aA}	0.851 ± 0.010^{aA}
5, 0	0.817 ± 0.003^{cA}	0.593 ± 0.010^{cB}	**5, 0**	0.748 ± 0.083^{cA}	0.608 ± 0.020^{cB}
5, 0. 5	0.899 ± 0.011^{bA}	0.782 ± 0.021^{bB}	**5, 0. 5**	0.816 ± 0.005^{abA}	0.717 ± 0.058^{bB}
5, 1	0.891 ± 0.001^{abA}	0.837 ± 0.024^{aA}	**5, 1**	0.777 ± 0.008^{bB}	0.854 ± 0.068^{aA}
10, 0	0.897 ± 0.009^{abA}	0.575 ± 0.035^{cB}	**10, 0**	0.762 ± 0.116^{cA}	0.555 ± 0.023^{dB}
10, 0. 5	0.904 ± 0.028^{aA}	0.839 ± 0.011^{aB}	**10, 0. 5**	0.749 ± 0.003^{cA}	0.598 ± 0.009^{cB}
10 , 1	0.874 ± 0.027^{abA}	0.874 ± 0.011^{aA}	**10, 1**	0.802 ± 0.057^{bA}	0.709 ± 0.019^{bB}

Results expressed as mean values of triplicates ± standard deviation.
a-d Different superscript letters in the same column among the samples denote significant differences ($P< 0.05$)
A-B-C Different superscript letters in the same row among the samples denote significant differences ($P< 0.05$)

۳-۲-٦- پذیرش کلی نمونه‌های کیک

نتایج اثر متقابل ایزوله پروتئین سویا با صمغ دانه ریحان و همچنین کنسانتره پروتئین آب پنیر به‌همراه صمغ دانه ریحان بر پذیرش کلی کیک‌های تولیدی (شکل ۷) مشخص نمود که نمونه حاوی ۵ و ۱۰ درصد ایزوله پروتئین سویا یا کنسانتره پروتئین آب پنیر به‌ترتیب با ۱ و ۰/۵ درصد صمغ دانه ریحان از دید ارزیاب‌ها به‌عنوان بهترین نمونه‌ها انتخاب گردیدند و کمترین امتیاز نیز به نمونه کنترل که فاقد هرگونه صمغ و پروتئینی بود، تعلق داشت. در غلظت‌های بالای صمغ دانه ریحان با افزایش ایزوله پروتئین سویا و همچنین کنسانتره پروتئین آب پنیر از ۵ به ۱۰ درصد پذیرش کلی نمونه‌ها احتمالاً به‌علت سفتی بیش از حد آنها کاهش یافت. ایوبی و همکاران (۲۰۰۹) نیز بیان داشتند که در غلظت‌های بالاتر از ۷۵ درصد کنسانتره پروتئین آب پنیر پذیرش کلی نمونه‌ها کاهش یافت [۳٤]. منگ و کیم (۲۰۲۰) که از کلاژن ماهی، ایزوله پروتئین سویا و کنسانتره پروتئین آب پنیر به‌منظور بهبود خواص کیفی کیک استفاده نموده بودند، بیان داشتند که از دید ارزیاب‌ها نمونه‌های حاوی کلاژن ماهی به‌علت رنگ و بوی بهتر به‌عنوان بهترین نمونه انتخاب گردید و نمونه حاوی ایزوله

پروتئین سویا در جایگاه بعدی قرار داشت و تمامی نمونه‌ها از نظر ارزیاب‌ها نسبت به نمونه کنترل بهتر بودند[۲۶]. صالحی و همکاران (۲۰۱۹) نیز با ارزیابی کیک‌های حاوی ایزوله پروتئین سویا و صمغ دانه مرو گزارش کردند که نمونه حاوی ۲۰ درصد ایزوله پروتئین سویا و ۰/۷۵ صمغ دانه مرو از دید ارزیاب‌ها به‌عنوان بهترین نمونه انتخاب گردید [۵۱].



a)

b)

Fig 7 Total acceptability of cake samples (SPI*BG) (a) and (WPC*BG) (b).

٤- نتیجه‌گیری کلی

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که افزودن ترکیبی صمغ دانه ریحان با ایزوله پروتئین سویا یا کنسانتره پروتئین آب پنیر موجب بهبود خواص کیفی و حسی خمیر و کیک فاقد گلوتن بر پایه آرد برنج گردید. آنالیز حسی نمونه‌ها (پذیرش کلی) حاکی از آن بود که نمونه حاوی ۵ و ۱۰ درصد ایزوله پروتئین سویا یا کنسانتره پروتئین آب پنیر به‌ترتیب با ۱ و ۰/۵ درصد صمغ دانه ریحان از دید ارزیاب‌ها به‌عنوان بهترین نمونه‌ها انتخاب گردیدند و کمترین امتیاز نیز به نمونه کنترل که فاقد هرگونه صمغ و پروتئینی بود، تعلق داشت. بنابراین نمونه‌های مذکور به‌عنوان بهترین نمونه‌های فاقد گلوتن پیشنهاد می گردد.

٥- منابع

[1] Gallagher, E., Gormley, T.R. and Arendt, E.K. 2004. Recent advances in the formulation of gluten-free cereal-based products. Trends in Food Science and Technology, 15: 143–152.

[2] Niewinski, M. M. 2008. Advances in celiac disease and gluten-free diet. Journal of the American Dietetic Association, 108: 661–672.

[3] Blades, M. 1997. Food allergies and intolerances: an update. Nutrition and Food Science, 4: 146-151.

[4] Catassi, C. and Fasano, A. 2008. Celiac Disease. P.1-22. In: Arendt EK and Dal Balleo F (eds), gluten-free cereal product and beverages. Academic Press.

[5] Cureton, P. and Fasano, A. 2009. The increasing incidence of celiac disease and the range of gluten- free products in the marketplace. InE. Gallagher(Ed.), Gluten-Free Food Science and Technology. USA: Wiley-Blackwell.

[6] Mastakidou, A., Blekas, G., and Paraskevopoulou, A. 2010. Aroma and physical characteristics of cakes prepared by replacing margarine with extra virgin olive oil. LWT-Food Science and Technology, 43: 949-957.

[7] Payan, R. 2008. Introduction to Technology of Cereal Products. Aijh publications.

[8] Agrahar-Murugkar, D., Aiman Zaidi, A. and Dwivedi, S. 2018. Development of gluten free eggless cake using gluten freecomposite flours made from sprouted and malted ingredientsand its physical, nutritional, textural, rheological and sensory properties evaluation. Journal Food Science and Technology, 1-10.

[9] Avazufian, A.S., Alami, M., Sadeghi Mahoonak, A.R., Ghorbani, M. and Ziaiifar, A.M. 2014. Application of sweet almond meal

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-25]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.127.18.1]
[DOI: 10.22034/FSCT.19.127.139]

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-25]

[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.127.18.1]

[DOI: 10.22034/FSCT.19.127.139]

physical, sensory and staling properties of sponge cake', Iranian Journal of Biosystems Engineering, 47(1): 1-9. (In Persian).

[19] Ronda, F., Oliete, B., Gómez, M., Caballero, P.A. and Pando, V. 2011. Rheological study of layer cake batters made with soybean protein isolate and different starch sources. Journal of Food Engineering, 102(3): 272-277.

[20] Majzoobi, M, Ghiasi, F, Habibi, M, Hedayati, S. and Farahnaky, A. 2014. Influence of soy protein isolate on the quality of batter and sponge cake. Journal of Food Processing and Preservation, 38(3): 1164-1170.

[21] Razavi, S.M.A., Mortazavi, S.A., Matia-Merino, L., Hosseini-Parvar, S.H., Motamedzadegan, A. and Khanipou, E. 2009. Optimisation study of gum extraction from Basil seeds (Ocimumbasilicum L.). International Food Science and Technology, 44:1755-1762.

[22] Bennion, E.B. and Bamford, G.S. 1997. The Technology of cake making. Blackie Academic and Professional. London. UK.

[23] Sowmya, M., Jeyarani, T., Jyotsna, R. and Indrani, D. 2009. Effect of replacement of fat with sesame oil and additives on rheological, microstructural, quality characteristics and fatty acid profile of cakes. Food Hydrocolloids, 23(7): 1827-1836.

[24] Nasaruddin, F., Chin, N. and Yusof, Y. 2012. Effect of processing on instrumental textural properties of traditional dodol using back extrusion. International Journal of Food properties, 15(3):495-506.

[25] AACC. 2000. Approved Method of the AACC, 10th ed. American Association of Cereal Chemists, St. Paul, Minnesota.

[26] Meng, L.W. and Kim, S.M. 2020. Effects of different proteins on the rheological properties of rice batter and characteristics of fermented rice cakes. Journal of Food Processing and Preservation, 1-11.

[27] Ghoshal, G., Shivhare, U. and Banerjee, U. 2013. Effect of xylanase on quality attributes of whole-wheat bread. Journal of Food Quality, 36(3): 172–180.

[28] Lebesi, D., and Tzia, C. 2012. Use of endoxy lanase treated cereal brans for development of dietary fiber enriched cakes. and xanthan gum in the production of gluten free cake. Journal of Research and Innovation in Food Science and Technology, 3(2): 185-196. (In Persian).

[10] Madenci, A.B. and Bilgicli, N. 2014 . Effect of whey protein concentrate and buttermilk Powders on rheological properties of dough and Bread quality. Journal of Food Quality, 37: 117-124.

[11] Asghar, A., Anjum, F.M., Allen, J.C., Daubert, C.H.R. and Rasool, G.H. 2009. Effect of modified whey protein concentrates on empirical and fundamental dynamic mechanical properties of frozen dough. Food Hydrocolloids, 23: 1687-1692.

[12] Ammar, I., Gharsallah, H., Brahim, A.B., Attia, H., Ayadi, M.A., Hadrich, B. and Felfoul, I. 2021. Optimization of gluten-free sponge cake fortified with whey protein concentrate using mixture design methodology. Food Chemistry, 343: 1-34.

[13] Díaz-Ramírez, G., Calder´on-Domínguez, M., García-Garibay, J., Jim´enez-Guzman, A., Villanueva-Carvajal, M., Salgado-Cruz, D., Arizmendi-Cotero, E. and Moral-Ramírez, D. 2016. Effect of whey protein isolate addition on physical, structural and sensory properties of sponge cake. Food Hydrocolloids, 61: 633–639.

[14] Zaric, D.B., Pajin, B.S., Rakin, M.B., Seres, Z.I., Dokic, L.P. and Tomic, J.M. 2011. Effect of soya milk on nutritive, antioxidative, reological and textural properties of chocolate produced in a ball mill, Hemijska Industrija, 65:563-573.

[15] Singh, P., Kumar, R., Sabapathy, S. and Bawa, A. 2008. Functional and edible uses of soy protein products, Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, 7: 14-28.

[16] Salehi, F. and Kashaninejad, M. 2015. Static Rheological Study of Ocimum basilicum Seed Gum, International Journal of Food Engineering, 11: 97-103.

[17] Salehi, F., Gohari Ardabili, A., Satorabi, M. and Souri, F. 2017. Effect of Basil Seed Gum on Batter and Rice Cake Properties. Journal of Food Science and Technology, 70 (14): 315-323. (In Persian).

[18] Peighambardoust, S., Homayouni Rad, A., Beikzadeh, S. and Asghari Jafar-abadi, M. 2016. 'Effect of basil seed mucilage on

Innovative food science and Emerging Technologies. 13: 207-214.
[29] Larmond, E. 1970. Method for sensory evaluation of food. Food Research Institute. Central Experimental Farm. Ottawa, Canada. Department of Agriculture Publication, 1284: 27-30
[30] Asgari Verjani, S., Salehifar, M. and Shahriari, S.H. 2018. Basil seed gum and Oregano essential oil seed gum effect on physicochemical properties and sensory properties of reduced-fat chocolate cake. Journal of Food Science and Technology, 72 (14): 357-369. (In Persian).
[31] Baeva, M.R., Panchev, I.N. and Terzieva, V.V. 2000. Comparative study of texture of normal and energy reduced sponge cakes. Die Nahrung, 44: 242-246.
[32] Ashwini, A., Jyotsna, R. and Indrani, D. 2009. Effect of hydrocolloids and emulsifiers on the rheological, micro structural and quality characteristics of eggless cake. Food Hydrocolloids, 23: 700-707.
[33] Delcour, H. and Hoseney,R.C. 2010. Principles of Cereal Science and Technology. AACC International. St. Paul, Minnesota. 270 pp
[34] Ayuobi, A., Habibi Najafi, M.B. and Karimi, M. 2009. Effect of Whey Protein Concentrate, Guar and Xanthan Gums on the Quality and Physicochemical Properties of Muffin Cake. Iranian Food Science and Technology Research Journal, 4 (2): 32- 46. (In Persian).
[35] Guarda, A., Rosell, C.M., Beneditob, C. and Galottoc M.J. 2004. Different hydrocolloids asbread improvers & anti-staling agents. Food Hydrocolloids, 18: 241–247.
[36]Pycarelle, S.C., Brijs, K. and Delcour, J.A. 2020. The role of exogenous lipids in starch and protein mediated sponge cake structure setting during baking. Food Research International, 137: 1-31.
[37] Ma, S., Wang, X., Zheng, X., Tian, S., Liu, C., Li, L. and Ding, Y.F. 2014. Improvement of the quality of steamed bread by supplementation of wheat germ from milling process. Journal of Cereal Science, 60 (3): 589-594.
[38] Javaheri, Z., Ansari, S. and Golmakani, M. 2021. Influence of banana peel flour, basil and Alyssum homolocarpum seed gums on cakes containing fig and date syrup. Iranian Journal of Food Science and Technology, 118 (18): 157-166.
[39] Dhaliwal, A.S, Mares, D.J and Marshall, D.R. 1990. Measurement of dough surface stickiness associated with the 1B/1R chromosome translocation in bread wheats. Journal of Cereal Science, 12: 165-175.
[40] Gomez, M., Ronda, F., Coballera, P.A., Blanco, C.A. and Rosell, C.M. 2005. Functionality of different hydrocolloids on the quality and shelf-life of yellow layer cakes. Food Hydrocolloids, 21(2): 167-173.
[41] Nunes, M.H.B., Ryan, L.A.M. and Arendt, E.K. 2009. Effect of low lactose dairy powder addition on the properties of gluten-free batters and bread quality. European Food Research Technology, 229: 31-41.
[42] Taleby, H. and Ghiafeh Davoodi, M. 2017. Improvement physicochemical, textural and sensory properties of gluten free sponge cake by ultrasound and soy protein isolate. Journal of Food Science and Technology, 69 (14): 195-204. (In Persian).
[43] Sahraiyan, B., Naghipour, F., Karimi, M. and Ghiafe Davoodi, M. 2013. Development of gluten-free flat bread using hydrocolloids: Xanthan and CMC. Food Hydrocolloids, 30: 698-703.
[44] Stathopoulus, C.E. and Okennedy, B.T. 2008. The effect of salt on the rheology and texture of casein based ingredient intended to replace gluten. Milk Science International-Milchwissenschaft, 63(4):430-433.
[45] Lieke, E., Riemsdijk, V., Atze, J., Goot, V., Rob, J. and Remko, M. 2011. Preparation of gluten-free bread using a meso-structured whey protein particle system. Journal of Cereal Science, 53(3): 355-361.
[46] Doxastakisa, G., Zafiriadisb, I., Iraklib, M., Marlanib, H. and Tananakib, C. 2002. Lupin, soya and triticale addition to wheat flour doughs and their effect on rheological properties. Food Chemistry, 77: 219-227.
[47] Maleki, G. and Mohammadzadeh Milani, J. 2012. The impact of guar, xanthan, cellulose, and hydroxypropyl methyl cellulose, carboxymethyl Barbari bread staling, Journal of Research and Innovation in Food Science and Technology, 1 (1): 1-10.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-25]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.127.18.1]
[DOI: 10.22034/FSCT.19.127.139]

[48] Mokrzycki, W. and Tatol, M. 2011. Colour difference ΔE-A survey. Machine Graphics and Vision, 20 (4): 383–411.

[49] Shin, M., Gang, D.O. and Song, J.Y. 2010. Effect of protein and transglutaminase on the preparation of Gluten-free rice bread. Food science Biotechnology, 19 (4): 951-956.

[50]Ghorbankhani, M., Ayvazzadeh, A., Atta Salehi, A. and Jalali, M. 2015. Evaluation of physicochemical, textural and sensory properties of cake fortified with whey protein concentrate and inulin. Innovation in Food Science and Technology (Food Science and Technology), 7 (4): 49-61. (In Persian).

[51] Salehi, F., Amin Ikhlas, S. and Mehrabani, Z. 2019. The effect of soy protein isolate and Mero seed gum on rheological, physical and sensory properties of sponge cake. Journal of Innovation in Food Science and Technology, 11 (3): 27-38. (In Persian).

[52] Arunepanlop, B., Morr, C.V., Karleskind, D. and Laye, I. 1996. Partial replacement of egg white proteins with whey in angel food cakes. Journal Food Science, 61(5): 1085 – 1093.

[53] Ahlborn, G.J., Pike, O.A., Hendrix, S.B., Hess, W.M. and Huber, C.S. 2005. Sensory, mechanical and microscopic evaluation of staling in low protein and gluten free bread. Cereal Chemistry, 82: 328-335.

[54] Aghaesmaeili, E., Abbasi, H. and Fazel, M. 2020. Effects of Cellulase, Hemicellulase and Lecithin on Qualitative Properties of Gluten-Free Sponge Cakes Based on Flaxseed Meal and Rice Flour. Iranian Journal of Nutrition Sciences & Food Technology, 15 (3): 43-58. (In Persian).

[55] Osella, C.A., Sánchez, H.D., Carrara, C.R., de la Torre, M.A. and Pilar Buera, M. 2005. Water redistribution and structural changes of starch during storage of a gluten-free bread. Starch-Stärke, 57(5): 208–216.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-25]

[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.127.18.1]

[DOI: 10.22034/FSCT.19.127.139]

Iranian Journal of Food Science and Technology

Homepage:www.fsct.modares.ir

Scientific Research

Effect of whey protein concentrate, soy protein isolate and basil seed gum on some physicochemical and sensory properties of rice flour based gluten-free batter and cake

Ghaemi, P. [1], Arabshahi Delouee, S. [2*], Alami, M. [3], Hosseini ghaboos, S. H. [4]

1. Ph.D. Student, Department of Food Science and Technology, Azadshahr Branch, Islamic Azad University, Azadshahr, Iran.
2. Assistant Professor, Department of Food Science and Technology, Azadshahr Branch, Islamic Azad University, Azadshahr, Iran.
3. Associate professor of Food Science and Technology, Gorgan university of Agricultural Sciences and Natural Resources University, Gorgan, Iran.
4. Assistant Professor, Department of Food Science and Engineering, Azadshahr Branch, Islamic Azad University, Azadshahr, Iran.

ARTICLE INFO

Article History:

Received 2022/ 02/ 22
Accepted 2022/ 06/ 22

Keywords:

Gluten Free Cake,
Whey Protein Concentrate,
Soy Protein Isolate,
Basil Gum.

DOI: 10.22034/FSCT.19.127.139
DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.127.18.1

*Corresponding Author E-Mail:
sarabshahi@iauaz.ac.ir

ABSTRACT

In this study, the effect of adding whey protein concentrate and soy protein isolate at three levels (0, 5 and 10%) with basil seed gum (0, 0.5 and 1%) on some quality characteristics of dough (density, firmness, consistency and stickiness) as well as the quality characteristics of gluten-free cake based on rice flour (specific volume, porosity, firmness, elasticity, color characteristics and general acceptance) were evaluated. The results showed that with increasing basil seed gum, whey protein concentrate and soy protein isolate, the density, firmness, consistency and stickiness of the cake dough increased ($p < 0.05$). The results showed that by increasing basil seed gum at each concentration level of whey protein concentrate or soy protein isolate, the porosity and firmness of the cakes produced increased. In the samples containing 5% and 10% whey protein concentrate, by increasing basil seed gum in the formulation, first the specific volume of the samples increased and then decreased. It was also found that samples containing 5 and 10% soy protein isolate had a higher L* index than samples containing 5 and 10% whey protein concentrate. With increasing basil seed gum, except in samples containing 5% and 10% whey protein concentrate and 5% soy protein isolate, the elasticity of the samples increased. Finally, cake samples containing 5 and 10% soy protein isolate or whey protein concentrate with 1 and 0.5% basil seed gum, respectively, which were selected as the best samples from the evaluators' point of view can be suggested as an alternative to regular cakes for people with celiac disease.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-25]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.127.18.1]
[DOI: 10.22034/FSCT.19.127.139]