



بررسی تأثیر زمان ماندگاری بر روی ویژگی های رئولوژیکی پنیر پروسس تولیدی از سفیده تخم مرغ، روغن ذرت و پروتئین سویا

پری سهرابی^۱، محرم وزیری^{۲*}، فردین تمجیدی^۳

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

۲- استادیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد سنندج، سنندج، ایران.

۳- استادیار گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه کردستان، سنندج، ایران.

اطلاعات مقاله	چکیده
تاریخ های مقاله :	در این پژوهش به بررسی تأثیر زمان ماندگاری بر روی ویژگی های گسترش پذیری و پیوستگی نمونه های پنیر پروسس تولیدی از سفیده تخم مرغ، روغن ذرت و پروتئین سویا پرداخته شد. ابتدا به منظور بهینه سازی فرمولاسیون پنیر پروسس از طرح آماری مرکب مرکزی در سه سطح برای سه متغیر مستقل شامل پروتئین ایزوله سویا (۰، ۷/۵، ۱۵٪ وزنی / حجمی)، روغن ذرت (۰، ۸، ۱۶٪ حجمی / حجمی) و سفیده تخم مرغ (۰، ۳، ۶٪ حجمی / حجمی) استفاده شد. از طرفی فرمولاسیون بهینه پنیر پروسس تولیدی با هدف حداکثر امتیازات دو ویژگی گسترش پذیری و پیوستگی بافت، با روش تابع مطلوبیت بدست آمد. در نهایت اثر انبارداری در سه بازه زمانی (۰، ۱ و ۲ ماه) بر دو ویژگی گسترش پذیری و پیوستگی بافت نمونه بهینه شده با تکیه بر تغییرات فیزیکی مورد بررسی قرار گرفت. با توجه به نتایج به دست آمده، اثر زمان بر ویژگی گسترش پذیری نشان داد که با گذشت زمان گسترش پذیری بافت نمونه های پنیر پروسس تولیدی در جهت منفی به طور معناداری افزایش یافت. مطابق نتایج حاصل، اثر متقابل سفیده تخم مرغ / زمان و روغن ذرت / زمان؛ بر ویژگی گسترش پذیری نشان داد که با گذشت مدت زمان تعیین شده (در حضور و عدم حضور سفیده تخم مرغ و روغن ذرت) ویژگی گسترش پذیری نمونه های تولیدی در جهت منفی به طور معناداری افزایش یافت. همچنین اثر زمان بر ویژگی پیوستگی نشان داد که با گذشت زمان پیوستگی نمونه های پنیر پروسس تولیدی به طور معناداری کاهش یافت. نتایج این مطالعه برای توسعه تولید پنیر پروسس و محصولات لبنی فراسودمند حاوی سفیده تخم مرغ، روغن ذرت و پروتئین سویا مطلوب است.
کلمات کلیدی:	
پنیر پروسس،	
سفیده تخم مرغ،	
روغن ذرت،	
ایزوله پروتئین سویا	
DOI: 10.22034/FSCT.20.138.148 DOR:20.1001.1.20088787.1402.20.138.12.4	
* مسئول مکاتبات: moharam.vaziri@gmail.com	

۱- مقدمه

در سال‌های اخیر با افزایش آگاهی عمومی نسبت به خطرات ناشی از چربی‌های اشباع شده، کلسترول و کالری بالا تقاضا برای مواد غذایی کم چرب افزایش یافته است، ولی محصولات لبنی همچون پنیر کم چرب به دلیل داشتن بافت سفت نیاز به بهبود بافت و استفاده از جایگزین‌های مناسب داشتند [۱]. از طرفی استفاده بیش از اندازه از نمک‌های امولسیون کننده نیز برای سلامتی مضر بوده، هر چند نقش مهمی در ایجاد بافت یکنواخت و مطلوب دارند. بنابراین امروزه به منظور کاهش استفاده از این ترکیبات پروتئین‌های گیاهی و حیوانی با خاصیت امولسفایری به عنوان جایگزین نمک‌های امولسیون کننده مورد استفاده قرار می‌گیرند [۲].

پنیر پروسس محصولی لبنی است که به طور مستقیم از شیر ساخته نمی‌شود، به طوری که ترکیب اصلی پنیر پروسس را انواع پنیرهای طبیعی تشکیل می‌دهد [۳]. پنیر پروسس از مخلوط کردن انواع مختلف پنیر طبیعی با درجات رسیدگی مختلف همراه با نمک‌های امولسیفایری و حرارت دادن و برش دادن تولید می‌شود. فرایند حرارت دادن با تزریق مستقیم و غیرمستقیم بخار در دستگاه پخت با دمای ۷۵-۸۵ درجه سانتیگراد به مدت ۵-۱ دقیقه انجام می‌گیرد. عمل برش زدن با سرعت یکنواخت تحت خلاء جزئی یا بدون خلاء تا رسیدن به توده فشرده صورت می‌پذیرد [۴]. تولید پنیر پروسس تبدیل پروتئین غیرمحلول در انواع لخته رتنی و اسیدی به پروتئین هیدراته شده و قابل پخش است [۵]، به طوری که پروتئین هیدراته شده آب آزاد را پیوند داده و چربی رها شده از پنیر را در طول فرآوری امولسیون کرده و در نهایت پنیر پروسس با خواص فیزیکوشیمیایی پایدار ایجاد می‌کند. این تغییرات در ساختار پروتئین با کمک نمک‌های امولسیفایری که به میزان ۳-۱/۵٪ در ابتدا یا قبل

از فرایند حرارتی افزوده می‌گردد، صورت می‌پذیرد. این نمک‌ها ترکیباتی حاوی فسفات‌ها و سترات‌ها هستند که منجر به تخریب تعادل کلسیم در ماتریس و ایجاد تعادلی جدید بین کلسیم محلول و کلسیم پیوند داده شده به پروتئین می‌شود [۶].

تخم مرغ یکی از مهم ترین منابع پروتئین با کیفیت بالا محسوب می‌شود؛ همچنین پروتئین تخم مرغ دارای آنتی اکسیدانی مانند فسوتین است که شامل مقدار زیادی فسفورتئین، اووترانسفرین بوده و می‌تواند با Fe^{3+} شلاته گردد و می‌تواند از اکسیداسیون لیپیدها با ایجاد پیوند به فلزات جلوگیری کند [۷]. همچنین بیش از ۴۰ نوع پروتئین در سفیده تخم مرغ موجود می‌باشد، به طوری که عمده‌ترین پروتئین‌های دخیل در خصوصیات عملکردی آن شامل اوالبومین (۵۴٪)، کونالبومین (۱۲٪)، اووموکوئید (۱۱٪) و لیزوزوم (۳/۵٪) می‌باشند. پروتئین سفیده تخم مرغ یک ترکیب غذایی با خواص عملکردی چندگانه مانند کف کنندگی، امولسیفایری، ایجاد ژل و چسبندگی است. بنابراین در بسیاری از محصولات غذایی مانند محصولات نانوائی، کیک‌ها و ... به عنوان ترکیب با خواص عملکردی مورد استفاده قرار می‌گیرد [۸]. تخم مرغ و سفیده آن که نه تنها به تنهایی مصرف می‌شوند، بلکه ارزش غذایی فرمولاسیون را نیز افزایش می‌دهند و بنابراین تا حد زیادی در تغذیه مورد استفاده قرار می‌گیرند، معمولاً به عنوان افزودنی برای خواص امولسیون کننده، مرطوب کننده، خمیر کننده، رنگ دهنده، طعم دهنده و غلیظ کننده آن در فرآوری بسیاری از مواد غذایی به خصوص پنیر استفاده می‌شود. استفاده از سفیده نیز به دلیل خمیر شدن، غلیظ شدن، اتصال و خواص تشکیل دهنده مواد از نظر کیفیت پخت نیز به عنوان افزودنی مهم تلقی می‌شود [۹].

۲۰ درصد روغن بر پایه ماده خشک متوسط است. با حذف روغن در دماهای پایین تر، ایزوله پروتئین سویا به دست می آید و به طور گسترده در صنایع غذایی استفاده می شود [۱۴]. پروتئین های کامل آبی قابل استخراج سویا را می توان به گلوبولین ذخیره سازی شده و بخش های آب پنیر با اسیدیفیکاسیون تا pH ۴/۵-۴/۸ جداسازی کرد. بخش قابل رسوب اسیدی شامل پروتئین های اصلی ذخیره سازی سویا است. قسمت باقیمانده شامل گلوبولین مینور g-conglycinin و مقادیر نسبتاً زیادی پروتئین های آلوده کننده از جمله پروتئین آب پنیر است که ۹-۱۵/۳ درصد پروتئین سویا را تشکیل می دهد [۱۵]. در آخر هدف از این تحقیق، ارزیابی تأثیر زمان ماندگاری بر روی ویژگی های گسترش پذیری و پیوستگی پنیر پروسس تولیدی از سفیده تخم مرغ، روغن ذرت و پروتئین سویا به منظور دستیابی به ترکیب مناسب جهت تولید محصولی سالم، با کیفیت و ماندگاری بالا است.

۲- مواد و روش ها

۲-۱- مواد

به منظور انجام آزمایشات مورد نیاز این پژوهش، پنیر فنا با مشخصات (pH: ۴/۹۹، اسیدیته: ۱/۳٪، رطوبت: ۶۲/۲٪، چربی: ۱۵٪، پروتئین: ۱۳/۱۸، نمک: ۲/۸۵٪)، روغن ذرت و سفیده تخم مرغ از مراکز فروش در سطح شهر سمنان تهیه شدند. پروتئین ایزوله سویا با درصد ۸۵، نمک آمولسیفایر، هیدروکسید ۰/۱ نرمال، فنل فتالین، اسید سیتریک، اسید سولفوریک، الکل آمیلیک، سولفات پتاسیم، سولفات مس، سود ۵۰ درصد، اسید بوریک، فنل رد، اسید کلریدریک ۰/۱ نرمال، سیترات سدیم، محیط های کشت (پلیت کانت آگار - سابرو دکستروز آگار و MRS - Agar) و نمک آمولسیفایر همگی از شرکت Merck آلمان تهیه شدند.

۲-۲- تهیه پنیر پروسس

ذرت به عنوان یکی از انواع غلات با بیشترین مقدار روغن موجود در جوانه بزرگ آن شناخته می شود. در اصل خود ذرت به عنوان دانه روغنی شناخته نمی شود، زیرا که حاوی ۳-۵٪ لیپید در دانه است. جوانه حدود ۹-۱۱٪ از وزن دانه را تشکیل داده و حاوی ۸۰٪ لیپید در کل دانه است. بیشترین روغن ذرت تجاری از جوانه استخراج شده و تحت عنوان روغن جوانه ذرت شناخته می شود [۱۰]. یکی از ارزش های غذایی ویژه روغن ذرت وجود مقادیر قابل توجهی توکوفرول ها و توکوتری انول ها است که به عنوان آنتی اکسیدان عمل کرده و سبب افزایش پایداری اکسیداتیو روغن می شوند. به علاوه روغن ذرت حاوی سطوح بالایی از اسیدهای چرب غیراشباع به خصوص لینولئیک اسید و اولئیک اسید است [۱۱]. به علت پایداری ذاتی روغن ذرت، این روغن دارای ماندگاری بالا و مقاوم به تغییر شرایط فرایند معکوس است. روغن ذرت تصفیه شده در سرخ کردن، سالاد و به عنوان ماده خام در فرایند اصلاح چربی ها مورد استفاده قرار می گیرد. همچنین این روغن در بین سایر روغن های گیاهی به دلیل خواص حسی و تغذیه ای عالی و عملکرد خوب در فرآوری های غذایی دارای امتیاز بیشتری است. روغن ذرت کمی مایل به زرد، با بو و طعم ملایم و مشخص است [۱۰].

پروتئین سویا یکی از مهم ترین پروتئین های تجاری غذایی، در دسترس، با ارزش تغذیه ای بالا، خواص عملکردی مناسب، اثرات سلامتی بخشی نظیر بهبود عملکرد کبد، کاهش خطر ابتلا به سرطان، تقویت حافظه و هوش، کاهش فشار خون، کاهش کلسترول نامطلوب خون می توان اشاره کرد [۱۲]. علاوه بر پروتئین و روغن، اثرات فیزیولوژیکی مفید ترکیباتی همچون دایزئین و ایزوفلاون موجود در سویا نیز توجه زیادی را به خود جلب کرده است [۱۳]. از دیگر مزایای پروتئین سویا دارای قابلیت فرآوری عالی مانند قابلیت ژل شدن، امولسیون کنندگی و ظرفیت نگهداری آب و روغن است. دانه سویا حاوی تقریباً ۴۰ درصد پروتئین و

۲-۴- اثر زمان و متغیرهای فرمولاسیون بر ویژگی

پیوستگی^۲ نمونه های پنیر پروسس بهینه

به منظور بررسی اثر زمان بر میزان پیوستگی نمونه های پنیر پروسس تولیدی از دستگاه رئومتر Anton Paar Physica (مدل MCR 300، ساخت کشور اتریش) متشکل از دو صفحه موازی با قطر ۲۵ میلی متر و فاصله صفحات مطابق با ضخامت نمونه ها استفاده گردید. در مرحله اول، با انجام آزمون رویش کرنش با فرکانس ثابت ۱۰ هرتز در محدوده کرنش بین ۱۰۰ - ۰/۱ درصد محدوده ویسکوالاستیک خطی تعیین شد و در مرحله دوم، آزمون تغییر رویش فرکانس در کرنش ۰/۱٪ و فرکانس ۱۰۰ - ۰/۱ انجام گرفت. نمونه ها از عمق ۱ cm از هر پنیر بریده و به مدت ۴ ساعت در دمای اتاق نگهداری شدند. در نهایت پارامترهایی نظیر ویسکوزیته کمپکس، مدول ذخیره، مدول ویسکوز و میزان تغییرات $\tan(\delta)$ گزارش گردید [۱۷].

۲-۵- تجزیه و تحلیل آماری

در این تحقیق ابتدا به منظور بهینه سازی فرمولاسیون پنیر پروسس از طرح آماری مرکب مرکزی در سه سطح برای سه متغیر مستقل شامل پروتئین ایزوله سویا (۰، ۷/۵، ۱۵٪)، روغن ذرت (۰، ۸، ۱۶٪) و سفیده تخم مرغ (۰، ۳، ۶٪) استفاده شد. از طرفی فرمولاسیون بهینه پنیر پروسس تولیدی با هدف حداکثر امتیازات دو ویژگی گسترش پذیری و پیوستگی بافت، با روش تابع مطلوبیت بدست آمد. در نهایت اثر انبارداری در سه بازه زمانی سه ماهه (۰، ۱ و ۲ ماه) بر دو ویژگی گسترش پذیری و پیوستگی بافت نمونه بهینه شده و تغییرات فیزیکی با استفاده از نرم افزار SPSS Statistics 27.0.1 مورد بررسی قرار گرفت.

ابتدا جهت تولید پنیر پروسس، میزان درصد ماده خشک و چربی پنیر پایه (پنیر فتا) محاسبه شد. سپس میزان مشخصی از پنیر پایه وزن و براساس میزان ماده خشک بدون چربی آن، درصدهای مشخصی از سفیده تخم مرغ (۰، ۳ و ۶٪) و روغن ذرت (۰، ۸ و ۱۶٪) به آن افزوده و در دمای نزدیک به دمای محیط به مدت ۲-۱ ساعت مخلوط تا خمیر کاملاً نرم و هموژن به دست آمد. سپس نمک امولسیفایری به همراه درصدهای معینی از پروتئین ایزوله سویا (۰، ۷/۵ و ۱۵٪) با سایر مواد مجدداً به خوبی مخلوط و وارد دستگاه پخت شدند [۱۶]. مخلوط حاصله در دستگاه پخت بدون ایجاد تنش برشی تا رسیدن دمای مخلوط به ۷۵-۷۰ درجه سانتیگراد همزده و در ادامه فرایند اختلاط با تنش برشی (سرعت ۳۰۰۰ RPM) در دمای ۸۵ درجه سانتیگراد به مدت ۵ دقیقه انجام گرفت؛ پس از گذشت مدت زمان عنوان شده عمل تخلیه و بسته بندی در ظرف های ۱۵۰ گرمی به صورت داغ انجام و عمل سرد کردن بلافاصله در سردخانه به مدت ۳ الی ۴ ساعت تا دمای ۱۰-۵ درجه سانتیگراد انجام شد [۱۷].

۲-۳- اثر زمان و متغیرهای فرمولاسیون بر ویژگی

گسترش پذیری^۱ نمونه های پنیر پروسس بهینه

به منظور ارزیابی اثر زمان بر میزان گسترش پذیری نمونه های پنیر، پارامترهای سفتی، چسبندگی، کار لازم برای غلبه بر چسبندگی (گسترش پذیری) و کار لازم برای برش با استفاده از دستگاه بافت سنج TA.XTplus ساخت انگلستان مورد آنالیز قرار گرفت؛ که بدین منظور پنیر پروسس تولیدی در قیف دستگاه قرار گرفت و پروب مخروطی شکل با سرعت ۳ میلی متر بر ثانیه وارد قیف گردید و پس از طی مسافت ۲۳ میلیمتری، منحنی نیرو - زمان توسط نرم افزار رسم شد [۱۸].

۳- نتایج و بحث

۳-۱- اثر زمان و متغیرهای فرمولاسیون بر خاصیت

گسترش پذیری نمونه‌های پنیر پروسس

براساس نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل آنالیز واریانس (Table 1) و نمودارهای ارائه شده در (Fig 1)، اثر زمان بر ویژگی گسترش پذیری نشان داد که با گذشت زمان گسترش پذیری بافت نمونه‌های پنیر پروسس تولیدی در جهت منفی به طور معناداری افزایش یافت ($P < 0.05$) (Fig 1-a). اثر متقابل سفیده تخم مرغ/ پروتئین ایزوله سویا در صورت کاربرد پروتئین ایزوله سویا در جهت منفی کاهش یافت (Fig 1-b)؛ همچنین در نمونه‌های حاوی سفیده تخم مرغ گسترش پذیری نمونه‌های پنیر نسبت به نمونه‌های فاقد سفیده تخم مرغ افزایش در جهت منفی را نشان داد. به عبارتی مطابق تمامی نتایج نمونه‌های حاوی سفیده و فاقد ایزوله پروتئین سویا دارای بالاترین مقدار گسترش پذیری در جهت منفی بود. از طرفی در بررسی اثر متقابل سفیده تخم مرغ/ روغن ذرت در صورت کاربرد روغن ذرت در جهت منفی افزایش یافت (Fig 1-c)؛ و در نمونه‌های حاوی سفیده تخم مرغ نسبت به نمونه‌های فاقد آن افزایش معناداری در جهت منفی نشان داده شد؛ در مجموع نمونه حاوی روغن ذرت و سفیده تخم مرغ بالاترین گسترش

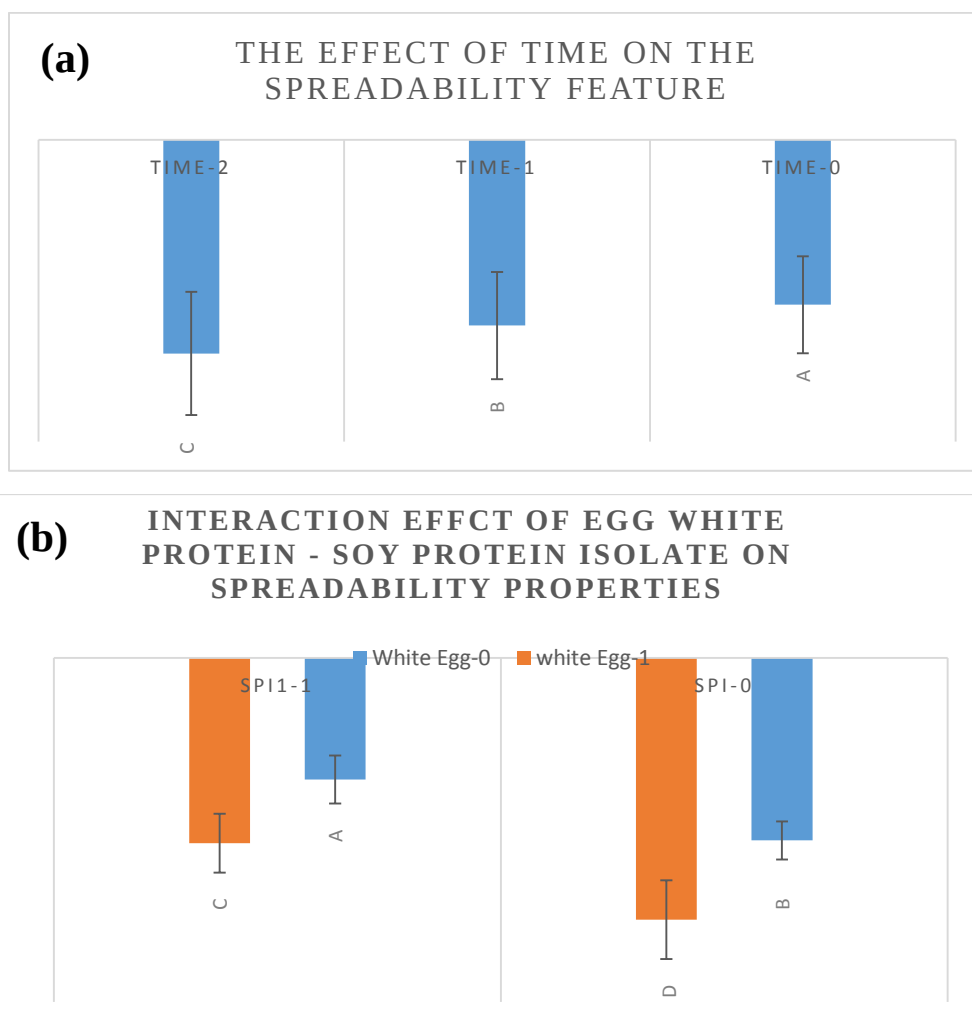
پذیری در جهت منفی در بین نمونه‌های مورد بررسی را نشان داد. بنابراین مطابق نتایج حاصله می‌توان بیان کرد که پروتئین سفیده تخم مرغ با ایجاد شبکه و ساختار پروتئینی قوی و به دلیل دارا بودن خواص عملکردی هم چون امولسیفایری و ایجاد ژل و چسبندگی منجر به افزایش گسترش پذیری می‌شود [۸، ۱۹]، همچنین مطابق نتایج حاصل اثر متقابل سفیده تخم مرغ/ زمان و روغن ذرت/ زمان (Fig 1- d/e)؛ بر ویژگی گسترش پذیری نشان داد که با گذشت مدت زمان تعیین شده (در حضور و عدم حضور سفیده تخم مرغ و روغن ذرت) ویژگی گسترش پذیری نمونه‌های تولیدی در جهت منفی به طور معناداری افزایش یافت ($P < 0.05$) و این افزایش در نمونه‌های حاوی سفیده تخم مرغ و روغن ذرت بیشتر بود؛ به طوری که بیشترین میزان ویژگی گسترش پذیری در حضور سفیده تخم مرغ و روغن ذرت در ماه دوم مشاهده گردید. همچنین اثر متقابل پروتئین ایزوله سویا/ زمان (Fig 1-f)؛ نیز نشان داد که با گذشت مدت زمان انبارداری خاصیت گسترش پذیری بافت نمونه‌های تولیدی افزایش یافت ($P < 0.05$) و این افزایش در نمونه‌های فاقد ایزوله پروتئین ایزوله سویا بیشتر بود، در نتایج مطابق نمودارهای حاصله بیشترین خاصیت گسترش پذیری در نمونه فاقد پروتئین ایزوله سویا در ماه دوم نگهداری نشان داده شد.

Table 1: The results of analysis of the variance of the spreadability of processed cheese

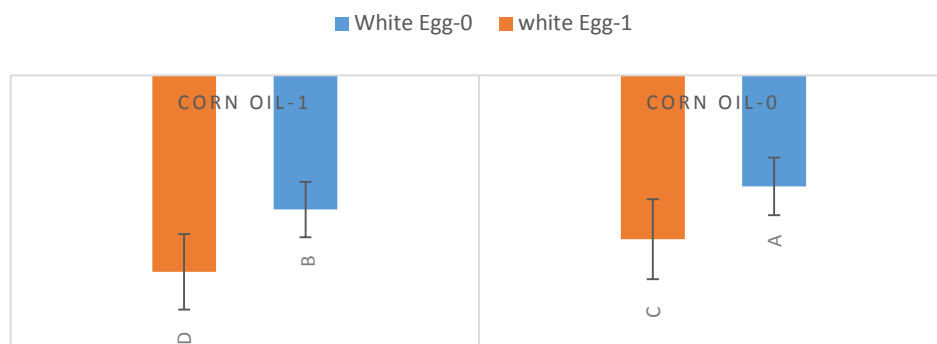
average of squares	Degrees of freedom	Sources Change
1243.92**	1	egg white
1152.72**	1	Soy protein isolate
292.3**	1	corn oil
385.8**	2	Time
15.01**	1	Egg white / soy protein isolate
8.49**	1	Egg white/corn oil
31.68**	2	Egg white / time
0.22 ^{ns}	1	Soy Protein Isolate / Corn Oil
4.49**	2	Soy protein isolate / Time
1.35**	2	Corn oil/time

0.17 ^{ns}	1	Egg white / soy protein isolate / corn oil
23.67 ^{**}	2	Egg white / soy protein isolate / time
9.36 ^{**}	2	Egg whites/corn oil/time
6.62 ^{**}	2	Soy protein isolate/corn oil/time
4.46 ^{**}	2	Egg white/soy protein isolate/corn oil/time
99/89	-	R ²
3.66	48	Error

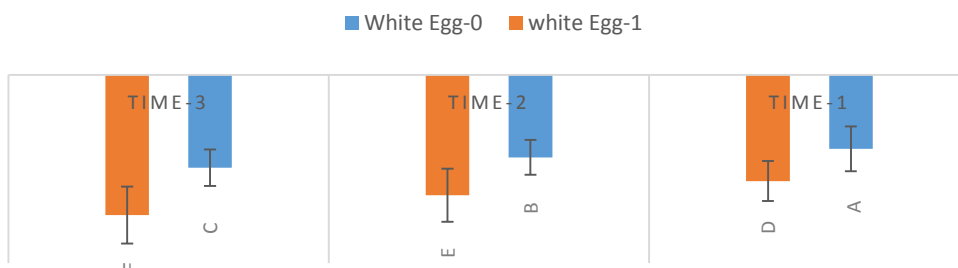
p≥0.05 :ns(non-significant) ,p<0.01:** ,p≤0.05:*



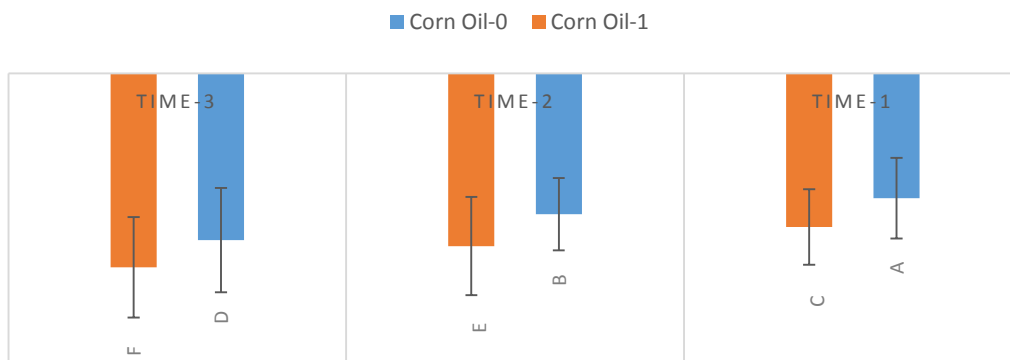
(c) THE EFFECT OF EGG WHITE PROTEIN - CORN OIL INTERACTION ON SPREADABILITY PROPERTIES



(d) EFFECT OF EGG WHITE PROTEIN - TIME INTERACTION ON SPREADABILITY PROPERTIES



(e) CORN OIL - TIME INTERACTION EFFECT ON SPREADABILITY PROPERTY



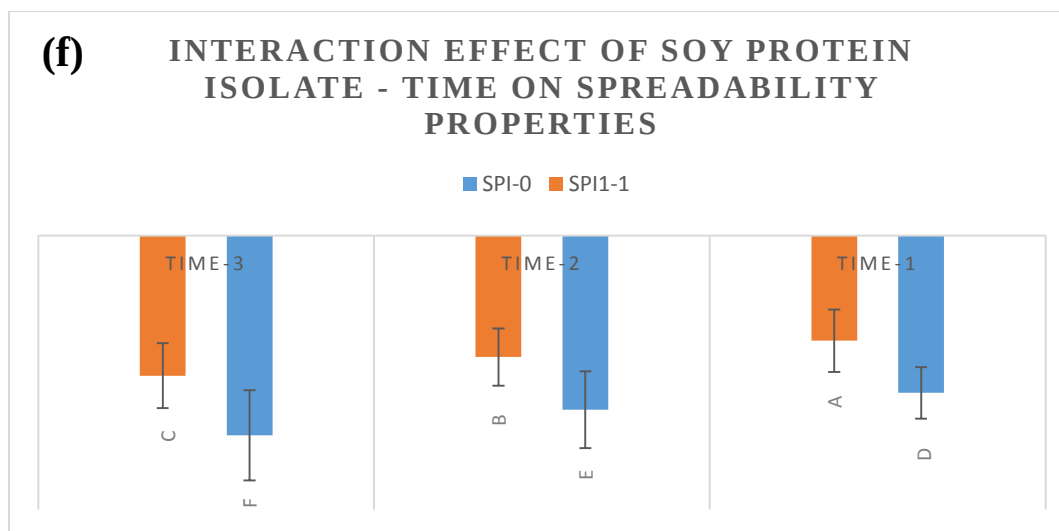


Fig 1: (a, b, c, d, e, f) Diagrams of the effect of time and formulation variables on the spreadability characteristics of processed cheese

۳-۲- اثر زمان و متغیرهای فرمولاسیون بر خاصیت پیوستگی نمونه‌های پنیر پروسس

جلوگیری کرده و با ایجاد فضاهای خالی منجر به کاهش پیوستگی می شود [۲۰]؛ درحالیکه سفیده تخم مرغ توانسته به دلیل دارا بودن ویژگی هایی همچون مقاومت حرارتی بالا، جذب آب، ایجاد برهمکنش های هیدروفوبی با پروتئین پنیر پایه و ایزوله پروتئین سویا و ایجاد یک شبکه ژلی متراکم و الاستیک باعث افزایش پیوستگی می شود [۲۱]. در بررسی اثر متقابل ایزوله پروتئین سویا/روغن ذرت، در نمونه های فاقد پروتئین ایزوله سویا با افزودن روغن ذرت پیوستگی نمونه های پنیر تولیدی به طور معناداری کاهش یافت؛ اما در نمونه های حاوی پروتئین ایزوله سویا تفاوت معناداری در پیوستگی نمونه ها مشاهده نشد. همچنین در بررسی نمونه های فاقد پروتئین ایزوله سویا/حاوی پروتئین ایزوله سویا / فاقد روغن ذرت، در نمونه های حاوی پروتئین ایزوله سویا پیوستگی کمتر بود و از طرفی در بررسی نمونه های فاقد پروتئین ایزوله سویا/ حاوی پروتئین ایزوله سویا / حاوی روغن ذرت، در نمونه حاوی پروتئین ایزوله سویا پیوستگی نمونه های پنیر پروسس تولیدی نیز کمتر بود (Fig 2-c) [۲۲]. همچنین مطابق نتایج حاصله اثر متقابل پروتئین ایزوله سویا/ زمان و روغن ذرت/ زمان (Fig 2-e/f)؛ بر ویژگی پیوستگی نشان داد که با گذشت مدت

براساس نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل آنالیز واریانس (Table 2) و نمودارهای حاصل در شکل (Fig 2)، اثر زمان بر ویژگی پیوستگی نشان داد که با گذشت زمان پیوستگی نمونه های پنیر پروسس تولیدی به طور معناداری کاهش یافت (Fig 2-a) ($P < 0.05$). در نمونه های فاقد سفیده تخم مرغ با افزودن ایزوله پروتئین سویا پیوستگی نمونه های پنیر تولیدی به طور معناداری کاهش یافت؛ اما در نمونه های حاوی سفیده تخم مرغ با افزودن پروتئین ایزوله سویا پیوستگی نمونه ها افزایش یافت. همچنین در بررسی نمونه های فاقد تخم مرغ/ حاوی تخم مرغ/ فاقد پروتئین ایزوله سویا، در نمونه های حاوی تخم مرغ پیوستگی کمتر بود و از طرفی در بررسی نمونه های فاقد تخم مرغ/ حاوی تخم مرغ/ حاوی پروتئین ایزوله سویا، در نمونه حاوی تخم مرغ پیوستگی نمونه های پنیر پروسس تولیدی بالاتر بود (Fig 2-b). بنابراین مطابق نتایج حاصله می توان بیان کرد که پروتئین ایزوله سویا از تشکیل رشته های بلند ناشی از برهمکنش هیدروفوبی پروتئین های پنیر پایه با خود

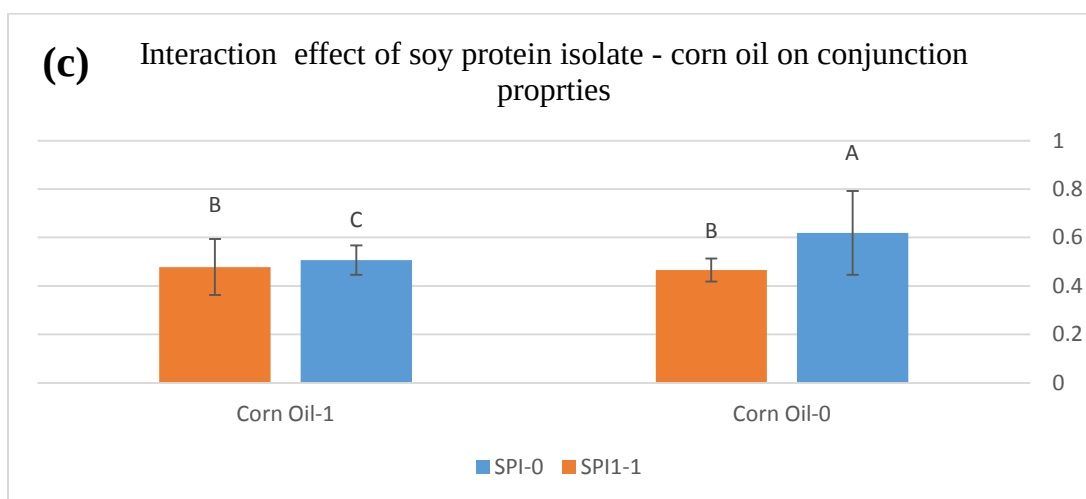
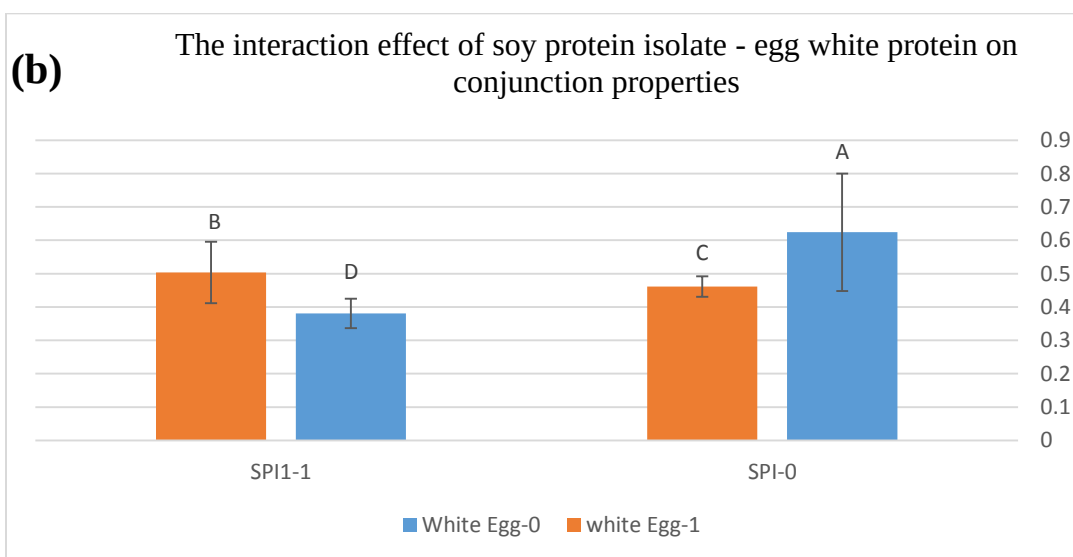
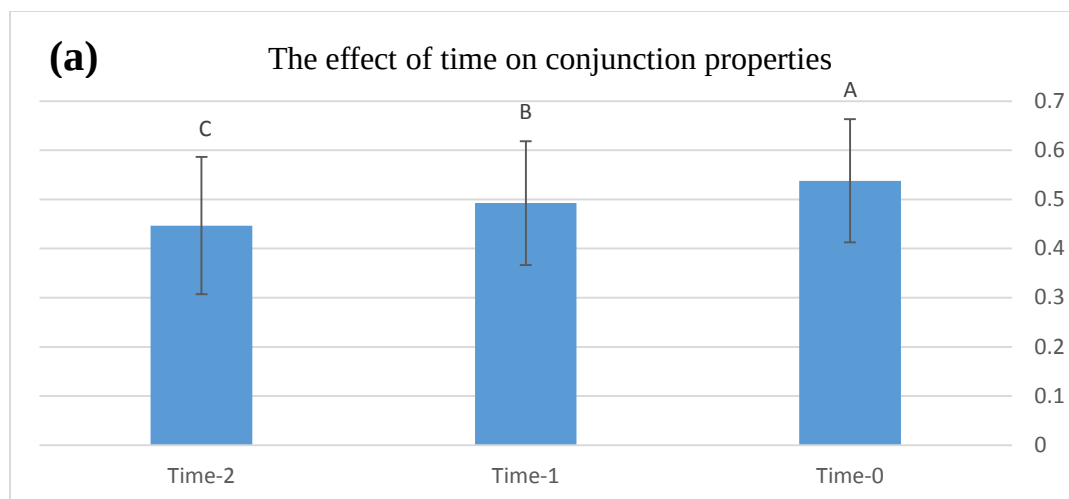
مشاهده گردید. همچنین اثر متقابل سفیده تخم مرغ/ زمان (Fig 2-d)؛ نیز نشان داد که با گذشت مدت زمان انبارداری ویژگی پیوستگی نمونه های پنیر تولیدی کاهش یافت ($P<0.05$)؛ از طرفی نمونه های مورد بررسی (حاوی/ فاقد سفیده تخم مرغ) در ماه دوم نگهداری تفاوت معناداری نشان ندادند.

زمان تعیین شده (در حضور و عدم حضور پروتئین ایزوله سویا و روغن ذرت) ویژگی پیوستگی نمونه های تولیدی به طور معناداری کاهش یافت ($P<0.05$) و این کاهش در نمونه های حاوی پروتئین ایزوله سویا و روغن ذرت بیشتر بود؛ بطوریکه کمترین میزان ویژگی پیوستگی در اثر متقابل پروتئین ایزوله سویا/زمان و روغن ذرت/ زمان در ماه دوم و در نمونه های حاوی پروتئین ایزوله سویا و روغن ذرت

Table 2: The results of the analysis of the variance of the conjunction characteristic of processed cheese

average of squares	Degrees of freedom	Sources Change
0.007**	1	egg white
0.182**	1	Soy protein isolate
0.029**	1	corn oil
0.099**	2	Time
0.366**	1	Egg white / soy protein isolate
0.286**	1	Egg white/corn oil
0.003**	2	Egg white / time
0.277**	1	Soy Protein Isolate / Corn Oil
0.001 ^{ns}	2	Soy protein isolate / Time
0.004**	2	Corn oil/time
0.034**	1	Egg white / soy protein isolate / corn oil
0.001 ^{ns}	2	Egg white / soy protein isolate / time
0.003**	1	Egg whites/corn oil/time
0.008**	2	Soy protein isolate/corn oil/time
0.002*	1	Egg white/soy protein isolate/corn oil/time
98.78	–	R ²
0.015	48	Error

$p \geq 0.05$:ns(non-significant) $p < 0.01$:*** $p \leq 0.05$:*



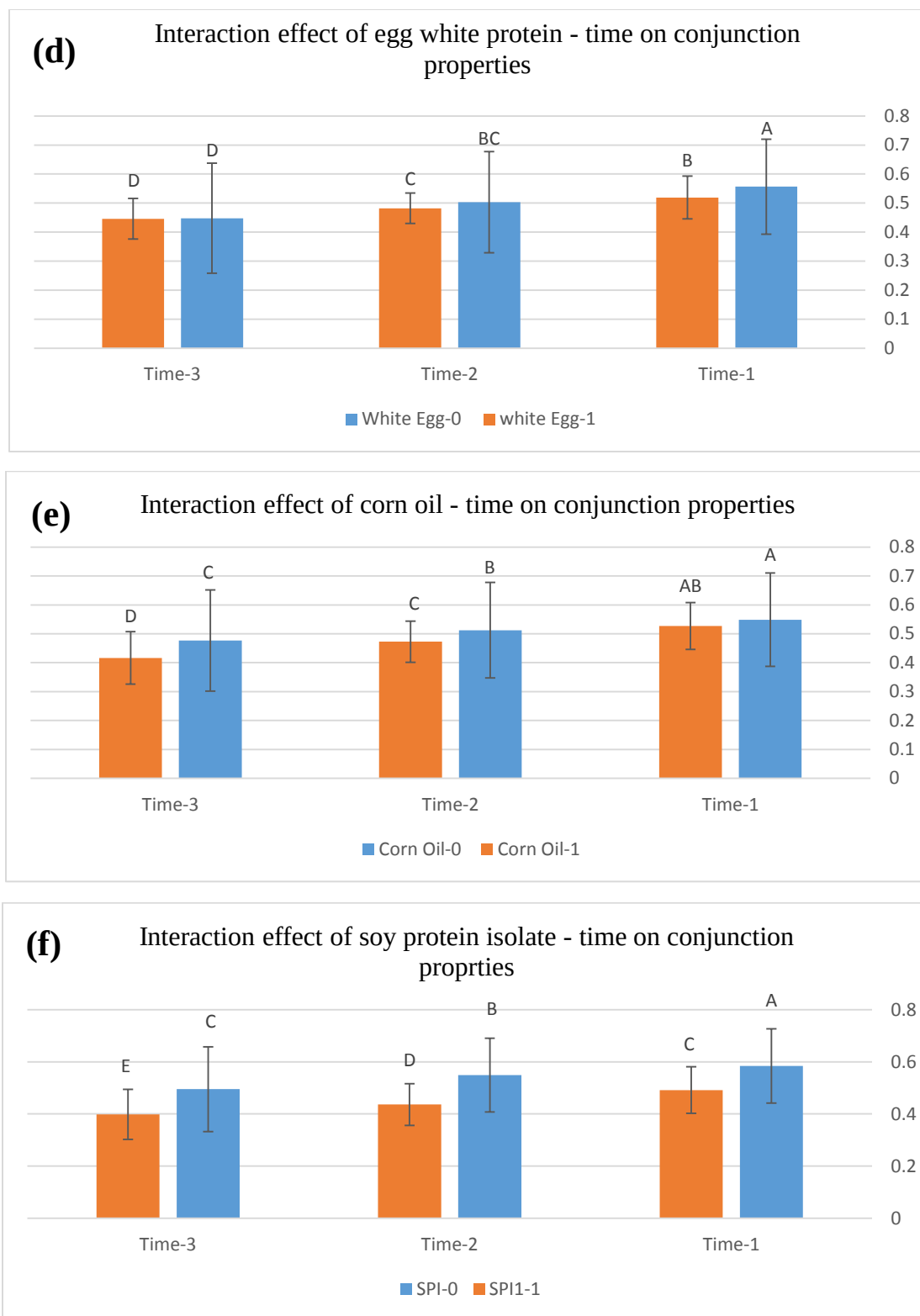


Fig 2: (a, b, c, d, e, f) Diagrams of the effect of time and formulation variables on the conjunction properties of processed cheese

۴- نتیجه گیری

پنیر تولیدی کاهش یافت؛ از طرفی نمونه های مورد بررسی (حاوی/ فاقد سفیده تخم مرغ) در ماه دوم نگهداری تفاوت معناداری نشان ندادند. نتایج این مطالعه برای توسعه تولید پنیر پروسس و محصولات لبنی فراسودمند حاوی سفیده تخم مرغ، روغن ذرت و پروتئین سویا مطلوب است.

۵- منابع

- [1] Natghi, L., (2019). The effect of using basil seed gum and xanthan gum on the physicochemical and textural properties of Iranian low-fat white cheese. *New Journal of Food Science and Technology (Food Science and Technology)*, number 1, volume 12, page 27-45.
- [2] Abedini, N., Nasirpour, A. and Natghi, L. (2016). The effect of xanthan gum and soy protein isolate on the physicochemical properties of processed cheese. *Iranian Journal of Food Science and Technology*, number 66, volume 4, page 247-258.
- [3] Talbot-Walsh, G., Kannar, D., & Selomulya, C. (2018). A review on technological parameters and recent advances in the fortification of processed cheese. *Trends in Food Science & Technology*, 81, 193-202.
- [4] Mulsow, B. B., Jaros, D., & Rohm, H. (2007). Processed cheese and cheese analogues. *Structure of dairy products*, 1, 210-235.
- [5] Kapoor, R., & Metzger, L. E. (2008). Process cheese: Scientific and technological aspects—A review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 7(2), 194-214.
- [6] Bansal, V., Kanawjia, S. K., Khetra, Y., Debnath, A., & Deshmukh, G. (2022). Steady and dynamic rheological properties of cheese dip: Effect of milk proteins, fat and cheddar cheese. *Measurement: Food*, 8, 100066.
- [7] Kuang, H., Yang, F., Zhang, Y., Wang, T., & Chen, G. (2018). The impact of egg nutrient composition and its consumption on cholesterol homeostasis. *Cholesterol*, 2018.
- [8] Liu, L., Meng, Y., Dai, X., Chen, K., & Zhu, Y. (2019). 3D printing complex egg white protein objects: properties and optimization. *Food and Bioprocess Technology*, 12, 267-279.
- [9] Surai, P. F., & Sparks, N. H. C. (2001). Designer eggs: from improvement of egg composition to functional food. *Trends in food science & Technology*, 12(1), 7-16.
- [10] Barrera-Arellano, D., Badan-Ribeiro, A. P., & Serna-Saldivar, S. O. (2019). Corn oil:

با توجه به نتایج به دست آمده، اثر زمان بر ویژگی گسترش پذیری نشان داد که با گذشت زمان گسترش پذیری بافت نمونه های پنیر پروسس تولیدی در جهت منفی به طور معناداری افزایش یافت. مطابق نتایج حاصل اثر متقابل سفیده تخم مرغ/ زمان و روغن ذرت/ زمان؛ بر ویژگی گسترش پذیری نشان داد که با گذشت مدت زمان تعیین شده (در حضور و عدم حضور سفیده تخم مرغ و روغن ذرت) ویژگی گسترش پذیری نمونه های تولیدی در جهت منفی به طور معناداری افزایش یافت. و این افزایش در نمونه های حاوی سفیده تخم مرغ و روغن ذرت بیشتر بود؛ به طوری که بیشترین میزان ویژگی گسترش پذیری در حضور سفیده تخم مرغ و روغن ذرت در ماه دوم مشاهده گردید. همچنین اثر متقابل پروتئین ایزوله سویا/ زمان؛ نیز نشان داد که با گذشت مدت زمان انبارداری خاصیت گسترش پذیری بافت نمونه های تولیدی افزایش یافت و این افزایش در نمونه های فاقد ایزوله پروتئین ایزوله سویا بیشتر بود. اثر زمان بر ویژگی پیوستگی نشان داد که با گذشت زمان پیوستگی نمونه های پنیر پروسس تولیدی به طور معناداری کاهش یافت. همچنین مطابق نتایج حاصله اثر متقابل پروتئین ایزوله سویا/ زمان و روغن ذرت/ زمان بر ویژگی پیوستگی نشان داد که با گذشت مدت زمان تعیین شده (در حضور و عدم حضور پروتئین ایزوله سویا و روغن ذرت) ویژگی پیوستگی نمونه های تولیدی به طور معناداری کاهش یافت و این کاهش در نمونه های حاوی پروتئین ایزوله سویا و روغن ذرت بیشتر بود؛ بطوریکه کمترین میزان ویژگی پیوستگی در اثر متقابل پروتئین ایزوله سویا/ زمان و روغن ذرت/ زمان در ماه دوم و در نمونه های حاوی پروتئین ایزوله سویا و روغن ذرت مشاهده گردید. همچنین اثر متقابل سفیده تخم مرغ/ زمان؛ نیز نشان داد که با گذشت مدت زمان انبارداری ویژگی پیوستگی نمونه های

- [17] Szafrńska, J. O., & Sołowiej, B. G. (2020). Effect of different fibres on texture, rheological and sensory properties of acid casein processed cheese sauces. *International Journal of Food Science & Technology*, 55(5), 1971-1979.
- [18] Guiné, R. P., Fontes, L., & Lima, M. J. (2019). Evaluation of texture in Serra da Estrela cheese manufactured in different dairies. *Open Agriculture*, 4(1), 475-486.
- [19] Jackson, P. P. J., Wijeyesekera, A., & Rastall, R. A. (2023). Inulin-type fructans and short-chain fructooligosaccharides—their role within the food industry as fat and sugar replacers and texture modifiers—what needs to be considered. *Food Science & Nutrition*, 11(1), 17-38.
- [20] Vaziri, M., Mazaheri Tehrani, M., Mortazavi, S.A. and Esmaili, M. (2017). Evaluation of the formulation of expandable process cheese produced from coupe cheese, soy isolates and inulin. *Iran Journal of Food Sciences and Industries*, No. 80, Volume 15, Pages 171-188.
- [21] Stovar, S., Waziri, M. and Tamjidi, F. (1401). Sensory characteristics of processed cheese enriched with inulin and egg white powder. *Iranian Journal of Food Sciences and Industries*, No. 126, Volume 19, Page 163-173.
- [22] Dai, S., Lian, Z., Qi, W., Chen, Y., Tong, X., Tian, T., ... & Jiang, L. (2022). Non-covalent interaction of soy protein isolates and catechin: Mechanism and effects on protein conformation. *Food Chemistry*, 384, 132507.
- composition, processing, and utilization. In *Corn* (pp. 593-613). AACC International Press.
- [11] ElHadad, S. S., & Tikhomirova, N. A. (2018). Physicochemical properties and oxidative stability of butter oil supplemented with corn oil and dihydroquercetin. *Journal of Food Processing and Preservation*, 42(10), e13765.
- [12] Tang, C. H. (2017). Emulsifying properties of soy proteins: A critical review with emphasis on the role of conformational flexibility. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 57(12), 2636-2679.
- [13] Kim, M. H., Kim, S. Y., Ko, J. M., Jeong, D. Y., & Kim, Y. S. (2012). Biological activities of cheonggukjang prepared with several soybean cultivars. *Food Science and Biotechnology*, 21, 475-483.
- [14] Tian, H., Guo, G., Fu, X., Yao, Y., Yuan, L., & Xiang, A. (2018). Fabrication, properties and applications of soy-protein-based materials: A review. *International journal of biological macromolecules*, 120, 475-490.
- [15] Cabanos, C., Matsuoka, Y., & Maruyama, N. (2021). Soybean proteins/peptides: A review on their importance, biosynthesis, vacuolar sorting, and accumulation in seeds. *Peptides*, 143, 170598.
- [16] Song, B., Zhu, P., Zhang, Y., Ju, N., Si, X., Pang, X., ... & Zhang, S. (2023). Preparation and quality assessment of processed cream cheese by high hydrostatic pressure combined thermal processing and spore-induced germination. *Journal of Food Engineering*, 341, 111319.



Scientific Research

Investigating the effect of storage time on the rheological characteristics of processed cheese produced from egg white, corn oil and soy protein**Sohrabi, P.¹, Vaziri, M.^{*2}, Tamjidi, F.³**

1. PhD Student, Department of Food Science & Technology, College of Agriculture, Islamic Azad University Sanandaj Branch, Sanandaj, Iran.

2. Assistant Professor, Department of Food Science & Technology, College of Agriculture, Islamic Azad University Sanandaj Branch, Sanandaj, Iran.

3. Assistant Professor, Department of Food Science & Engineering, Faculty of Agriculture, University of Kurdistan, Sanandaj, Iran

ABSTRACT**ARTICLE INFO**

In this research, the effect of storage time on the characteristics of extensibility and consistency of processed cheese samples produced from egg white, corn oil and soy protein was investigated. First, in order to optimize the formulation of processed cheese from the central composite statistical design at three levels for three independent variables including soy isolate protein (0, 7.5, 15% W/V), corn oil (0, 8, 16% by V/V).) and egg white (0, 3, 6% V/V) were used. On the other hand, the optimal formulation of processed cheese was obtained with the objective of maximum scores of the two characteristics of extensibility and texture continuity, using the utility function method. Finally, the effect of storage in three time periods (0, 1, and 2 months) on the two characteristics of extensibility and consistency of the optimized sample texture was investigated by relying on physical changes. According to the obtained results, the effect of time on the extensibility characteristic showed that with the passage of time, the extensibility of processed cheese samples increased significantly in the negative direction. According to the results, the interaction effect of egg white/time and corn oil/time; It showed that with the passage of time (in the presence and absence of egg white and corn oil), the expandability of the produced samples increased significantly in the negative direction. Also, the effect of time on consistency characteristics showed that with the passage of time, the consistency of processed cheese samples decreased significantly. The results of this study are favorable for the development of processed cheese and dairy products containing egg white, corn oil and soy protein.

Article History:

Received: 2023/4/17

Accepted: 2023/5/28

Keywords:

processed cheese,
egg white,
corn oil,
soy protein isolate

DOI: 10.22034/FSCT.20.138.119**DOR:** 20.1001.1.20088787.1402.20.138.12.4

*Corresponding Author E-Mail:
moharam.vaziri@gmail.com