ارزیابی فرمولاسیون پنیر پروسس گسترش‌پذیر تولیدی از پنیر کُوپه، ایزوله سویا و اینولین

محرم وزیری [۱]، مصطفی مظاهری تهرانی [۲*]، سید علی مرتضوی [۲] محسن اسمعیلی [۳]

۱- دانشجوی دکتری تکنولوژی مواد غذایی، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
۲- استاد، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
۳- دانشیار، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه

(تاریخ دریافت: ۹۴/۰۶/۱۴ تاریخ پذیرش: ۹۴/۱۰/۲۹)

چکیده

به منظور بررسی اثرات پنیر کوپه، ایزوله سویا و اینولین بر ویژگی‌های فیزیکی و حسی پنیر پروسس، آزمایشی بصورت فاکتوریل و در قالب طرح کاملا تصادفی با سه تکرار انجام گرفت. سطوح مورد استفاده از متغیرها به ترتیب شامل (۰-۱۵٪)، (۰-۲۰٪) و (۰-۷٪) بود. نتایج تحقیق، نشان از تاثیر معنی‌دار ($p<۰/۰۱$) اثرات اصلی و متقابل متغیرها بر ویژگی‌های مورد بررسی داشت. بر همین اساس، کاربرد ایزوله سویا نسبت به نمونه شاهد سبب افزایش پارامتر سفتی {(نیوتن×ثانیه)۴۸/۸۲}، پس‌دهی روغن(۱۷۵/۰۷٪) و کاهش پارامترهای پیوستگی(۰/۴۲)، نرمی(۲/۸۲۸)، ذوب پذیری(۱۰۳/۲۷٪)، مالش پذیری(۲/۹۸۶)، طعم(۲/۰۵۶) و رایحه(۲/۶۹۴) گردید. در حالی که کاربرد اینولین، نسبت به نمونه شاهد سبب افزایش پارامترهای مالش‌پذیری(۴/۲۵)، ذوب پذیری(۱۱۶/۰۴٪)، پیوستگی(۰/۸)، پس‌دهی روغن(۱۴۸/۹۵٪) و کاهش سفتی بافت {(نیوتن×ثانیه)۱۳/۷۳۴} شد. همچنین، پنیر کوپه نسبت به نمونه شاهد، سبب افزایش پارامترهای نرمی(۴/۰۲۸)، مالش پذیری(۳/۵۴۲)، ذوب پذیری(۱۰۷/۶۸٪)، پس‌دهی روغن(۲۶۰/۳٪)، طعم(۴/۰۸۳) و رایحه(۴/۵۲۸) و کاهش میزان سفتی {(نیوتن×ثانیه)۲۰/۶۰۱} و پیوستگی(۰/۶۷) نمونه های تهیه شده از آن گردید. ارزیابی رنگ، نشان از تاثیر متغیرها بر میزان فاکتورهای رنگی نمونه ها داشت بصورتی که ایزوله سویا و پنیر کوپه سبب افزایش و اینولین باعث کاهش پارامترL^* ، ایزوله سویا و پنیر کوپه موجب افزایش پارامتر a و پنیر کوپه و اینولین موجب افزایش پارامترb^* شده بود.

کلید واژگان: ایزوله سویا، اینولین، پنیر پروسس، پنیر کوپه، فیزیکوشیمیایی

* مسئول مکاتبات: mmtehrani57@gmail.com

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-11-28]

۱- مقدمه

پنیر پروسس محصولی لبنی است که بر خلاف پنیر طبیعی، مستقیما از شیر تولید نمی‌شود. این پنیر، با خرد و مخلوط کردن یک یا چند پنیر همراه با دیگر اجزاء لبنی و یا غیرلبنی نظیر امولسیفایرها و پایدارکننده ها بدست می‌آید. فرآیندهای ذوب کردن مخلوط، حرارت دهی و برش زدن و قالب گیری از دیگر اعمال صورت گرفته جهت تولید این نوع پنیر می‌باشد [۱]. مهمترین ترکیب در تولید پنیر پروسس، پنیر طبیعی می‌باشد که بر حسب نوع پنیر، بین ۵۱ تا ۸۰ درصد فرمولاسیون پنیر پروسس را تشکیل می‌دهد [۲]. بر طبق قوانین موجود، تولیدکنندگان پنیر پروسس مجاز به استفاده از منابع پروتئینی و چربی غیر لبنی می‌باشند. از دیگر عوامل مهم و موثر بر فرآیند تهیه پنیر پروسس، می‌توان به ترکیبات با منشا لبنی، طعم دهنده ها، عوامل اسیدی کننده، شیرین کننده، رنگ، نگهدارنده، سبزی، میوه، گوشت، آجیل و آب [۳،۱] اشاره نمود که این عوامل به فرآوری آسان و متعادل شدن مزه محصول منجر می‌گردد. شایان ذکر است مهم-ترین معیارها جهت انتخاب پنیر پایه شامل نوع، طعم، رسیدگی، قوام و pH می‌باشد [٤].

در همین راستا، تاثیر خصوصیات پنیر پایه بر خواص عملکردی پنیر پروسس، به مقدار زیادی به میزان کازئین دست نخورده موجود در پنیر پایه وابسته است [۵]. پروتئولیز کازئین در طول دوره رسیدن، تاثیر معنی داری بر پارامترهای بافتی پنیر پروسس دارد [٦]. پنیر کوپه (کوردی) از دسته پنیرهای سنتی در مناطق کردنشین و آذربایجان ایران بوده و غالبا از شیر گاو یا گوسفند تولید می‌گردد. این نوع پنیر دارای بافتی‌کلوخه ای[1] است. پس از تولید پنیر آنزیمی به روش معمولی و نمک پاشی خشک و سپری شدن دوهفته از تولید، بوسیله دست کاملا خرد شده، سپس در داخل پوست بز و یا کوزه های سفالی دهان‌گشاد (کوپه) بصورت کاملا فشرده قرار داده میشود. دوره رسیدن این نوع پنیر بسته به نوع ظرف سفالی یا پوست متفاوت است. درصورت استفاده از کوپه دوره رسیدن در زیر خاک مرطوب و در صورت استفاده از پوست در درون غارهایی با رطوبت مناسب سپری می‌شود. دوره رسیدن معمولا درحدود شش تا هشت ماه می باشد. محبوبیت این نوع پنیر رسیده بدلیل دارا بودن عطر و طعم ویژه و کوپه ای بودن آن است. بدلیل همین ویژگی مهم و بازارپسند می توان از آن در بهبود عطر و طعم پنیرهای فرآوری شده استفاده نمود. در همین راستا استفاده از درصدهای مختلف پنیرهای رسیده در فرمولاسیون پنیرهای پروسس مورد تحقیق و ارزیابی محققین قرار گرفته است [۱۱،۱۰،۹،۸،۷،٦]. استفاده روز افزون از افزودنی های سلامت بخش، روند رو به رشدی را در صنایع غذایی نشان می‌دهد. از این رو، غذاهای عملگرا به غذا یا افزودنی های غذایی اشاره دارد که تامین‌کننده اثرات سودمند فیزیولوژیکی و یا کاهش‌دهنده خطر بیماری‌های مزمن می باشند [۱۲]. پروتئین ایزوله سویا و اینولین از ترکیبات فراسودمند با ویژگیهای تکنولوژیکی منحصر به فرد بوده که جهت تولید مواد غذایی لبنی مورد نظر بکار گرفته شدند.

در میان پروتئین‌های گیاهی، سویا ماده غذایی با ارزش تغذیه ای بالا و دارای تعادل مناسب آمینو اسیدها و اسیدهای چرب مطلوب بوده و هزینه تمام شده پنیر تولیدی از آن، می‌تواند کمتر از پنیر تولیدی از منابع پروتئینی حیوانی در نظر گرفته شود. در مجموع این پروتئین یک منبع پروتئینی مهم و با ارزش در بسیاری از نقاط جهان محسوب می‌گردد [۱۳]. این پروتئین دارای ارزش بیولوژیکی مشابه گوشت، تخم مرغ و ماهی بوده و قابلیت کاهش تری گلیسیریدها و کلسترول خون را دارا می‌باشد [١٤]. به همین علت علاقه مصرف‌کنندگان و پتانسیل بازار برای غذاهای لبنی غنی شده با سویا، افزایش چشم‌گیری را نشان داده است [۱۸،۱۷،۱٦،۱۵]. البته حضور مقادیر معنی‌دار سویا در مخلوط لبنی شیر سویا، چالش قابل توجهی را در پذیرش (از نظر طعم علفی و لوبیایی محصول تولیدی) مصرف‌کننده‌های غربی ایجاد کرده است [۲۰]. علاوه بر چالش طعم محصول، بافت محصول نیز بدلیل نوع متفاوت ژل حاصل از ذرات پروتئینی سویا در مقایسه با میسل‌های کازئین نیز مساله مهم دیگری محسوب می-گردد [۲۱]. به همین دلیل تلاش بسیاری از محققان بر بهبود طعم و ویژگی‌های بافتی مطلوب در فرمولاسیون‌های حاوی ترکیبات پروتئینی سویا متمرکز شده است.

اینولین یک فیبر رژیمی محسوب شده و دارای اثرات پری بیوتیکی می‌باشد، بدین معنی که با تحریک انتخابی، رشد یا فعالیت یک یا تعدادی محدود از سوش های میکروبی را در فلور

1. Hunk tissue

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-11-28]

روده موجب و در نتیجه آن، اثرات سلامت بخشی برای میزبان به دنبال می‌آورد [۲۲]. قابلیت اینولین بعنوان جایگزین چربی نه فقط مربوط به تغییر فاز رئولوژیکی، غلیظ کنندگی یا سختی محصول بلکه به تغییرات دیگری از جمله احساس دهانی(خامه ای بودن و نرمی) نیز مربوط می‌شود [۲۳]. اضافه کردن اینولین به پنیر به عنوان تغییر دهنده بافت، بافت‌ساز و جایگزین‌کننده چربی تاثیر متفاوتی برخاصیت‌های رئولوژیک و بافت پنیر داشته، که به نوبه خود به ساختمان و ترکیب ماتریکس (شبکه) پنیر وابسته می‌باشد. در همین حال، تحقیقات فراوانی در خصوص استفاده از اینولین در محصولات لبنی صورت گرفته است [۲۳،۲٤،۲۵،۲٦،۲۷]. پنیر (در مقایسه با دیگر محصولات لبنی تخمیری) به دلیل پتانسیل هایی از قبیل pH بالا و اسیدیته پایین، ظرفیت بافری، چربی بالا، ماده مغذی قابل دسترس، محتوای اکسیژن کم و بافت ماتریکسی متراکم، تضمین کننده زنده مانی پروبیوتیک‌ها و تحویل آن‌ها به روده انسان می‌باشد [۲۸،۲۹]. در این تحقیق سعی بر شناسایی عوامل موثر بر فرمولاسیون پنیر پروسس با شاخص‌های مطلوب رئولوژیکی و ارگانولپتیکی با تکیه بر ارتقا جنبه عملکردی و سلامت بخشی محصول تولیدی است.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- مواد

پنیر پایه آنزیمی تازه (دو روزه) با مشخصات (٦۰٪رطوبت، ۱۷/۲۹٪ پروتئین ، چربی ۲۷/۵٪ و اندیس رسیدگی ۱/۸۱) تهیه شد. پودر پروتئین ایزوله سویا با درجه90E، پنیر کوپه از روستاهای اطراف شهرستان سقز (کردستان، ایران) با مشخصات (٤۲/۷٪رطوبت، ۲۸/۸۳٪ پروتئین، چربی۲٦٪ و اندیس رسیدگی ۱۲/۸۳) خریداری شد. اینولین با مشخصات Orafti®HPX شرکت BENEO با مشخصات درجه پلیمریزاسیون $DP \geq 23$ و مقاومت دمایی بین ۹۵- ۸۵ درجه سانتیگراد و نمک امولسیفایر 90SS (سدیم پلی فسفات) از شرکت CORINO تایلند تهیه شدند.

۲-۲- تجهیزات پخت

دستگاه پخت پنیر پروسس (شکل۱) با مشخصات محفظه دوجداره با آب گرم، دمای متغیر فرآیند ۵ تا ۱٦۰ درجه سلسیوس، دور متغیر با حداکثر ۳۰۰۰ RPM و حجم ۵ لیتر توسط نگارندگان طراحی گردید.

F 1 Developed cooking machine for processed cheese

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-11-28]

۲-۳- روش تولید پنیر پروسس

پس از محاسبه مقدار مشخص ترکیبات در هر فرمولاسیون (تمامی فرمول‌ها دارای رطوبت ٦١-٥٨٪ و چربی ١٣/٥-١١/٧٥٪) میزان مشخصی از پنیر پایه، توزین و بر اساس میزان ماده خشک و چربی، درصدهای مشخصی از پروتئین ایزوله سویا و پنیر کوپه را افزوده و تا بدست آوردن یک خمیر کاملا نرم و هموژن در دمای محیط، هم‌زده شد. سپس نمک امولسیفایری به همراه تیمارهای مشخصی از اینولین (محلول آبی) افزوده و مجددا بخوبی مخلوط و سپس وارد دستگاه پخت شدند. سپس مخلوط در دستگاه پخت با ایجاد تنش برشی آرام(٥٠ RPM) تا رسیدن دمای مخلوط به نزدیک ٧٥-٧٠ درجه سانتیگراد هم زده شد. سپس فرآیند اختلاط با تنش برشی(سرعت ٣٠٠٠ RPM) دردمای ٨٥ درجه سانتی‌گراد به مدت ٥-٤ دقیقه انجام گرفته و بلافاصله عمل پر کردن و بسته‌بندی در ظرف‌های ١٥٠ گرمی بصورت داغ انجام و در پایان، عمل سرد کردن تا دمای ٥ تا ١٠ درجه سانتی‌گراد در سردخانه در مدت ٣ الی ٤ ساعت انجام گردید [١١،١٠،٦].

۲-٤- آزمون‌ها

۲-٤-١- آزمون بافت سنجی(TPA)

این آزمون بوسیله دستگاه بافت‌سنج Stable Micro Systems ساخت کشور انگلستان صورت گرفت. جهت انجام آزمایشات، از روش پیسکا و همکاران[٦] با اندکی تغییرات استفاده گردید. نمونه های پنیر بعد از ٣ روز تولید از داخل یخچال ٥ درجه سانتی گراد خارج شدند و تا رسیدن به دمای ٢٥ تا ٣٠ درجه سانتی‌گراد در شرایط محیطی قرار گرفتند. سپس نمونه در همان ظرف پلاستکی بسته بندی شده با جدا نمودن پلاستک اطراف و بدون هیچگونه تنش اعمالی عمدی یا ناخواسته توسط پروب استوانه‌ای با قطر ٢٥ mm و با سرعت ٥ mm/s و میزان نفوذ پروب به داخل نمونه ١٠mm مورد آنالیز بافتی واقع گردید. صفات اندازه گیری شده شامل سفتی بافت (N*s) و پیوستگی (بدون واحد) بود. آزمون با سه تکرار برای هر نمونه انجام گردید.

۲-٤-۲- تعیین خصوصیت ذوب و پس‌دهی روغن

برای این آزمایش از روش آزمون شرایبر و با استفاده از روش پردازش تصویر استفاده گردید[٥٠]. برای این منظور، از نمونه های پنیر، ورقه هایی به ضخامت ٧ میلی متر و قطر ٢٨ میلی‌متر تهیه و در مرکز پلیت های دارای کاغذ واتمن در کف منتقل گردید. نمونه‌ها تحت دمای ٩٥ درجه سانتی‌گراد به مدت ٢٠ دقیقه قرار گرفتند. نمونه ها قبل و بعد از آون‌گذاری توسط دوربین عکاسی (Canon –Power Shot A550) در اتاقک نورپردازی مجهز به نور فلورسنت٣٠ وات در چهار گوشه اتاقک، تصویر برداری شدند. تصاویر گرفته شده توسط نرم افزار Image j پردازش و میزان مساحت نمونه های پنیر قبل و بعد از آون گذاری و همچنین مساحت هاله روغن پس داده شده به کاغذ صافی کف پتری دیش محاسبه و از روابط زیر میزان ذوب پذیری و پس دادن روغن نمونه های پنیر محاسبه گردید. آزمون با سه تکرار برای هر نمونه انجام گردید.

خصوصیت ذوبی پنیر با درجه ذوب[٢]تعیین گردید [٣٠]. برای اندازه‌گیری درجه ذوب، سطح ورقه‌های پنیر از تصاویر گرفته شده استخراج گردید و درجه ذوب به صورت نسبت سطح قبل و بعد از پخت محاسبه شد:

$$MD_f = (A_f / A_0) \times 100$$

که MD_f و A_f به ترتیب عبارتند از درجه ذوب (درصد) و سطح (mm^2) پنیر در انتهای آزمون ذوب و A_0 سطح اولیه نمونه (mm^2) می‌باشد.

خصوصیت پس دادن روغن با عبارت (درصد سطح روغنی شده[٣]) بیان می شود. درصد سطح روغنی شده به صورت درصد نسبت کل سطح روغنی شده پس از آزمون حرارت‌دهی به سطح اولیه قطعه پنیر پیش از حرارت‌دهی محاسبه شد:

$$POA = (A_f / A_0) \times 100$$

در این معادله A_0 و A_f به ترتیب مساحت نمونه پنیر (mm^2) پیش از ذوب و مساحت سطح روغنی شده کاغذ صافی (mm^2) در انتهای آزمون ذوب می‌باشد.

2. Melting degree
3. Percentage Oil Area (POA)

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-11-28]

۲-٤-۳- ارزیابی حسی

با استفاده از آزمون چشایی و به روش هدونیک بصورت پنج نقطه‌ای {از خیلی بد (۱) تا خیلی خوب (۵) } انجام گرفت. تعداد ۱۸ نفر از اساتید گروه مهندسی علوم و صنایع غذایی دانشگاه آزاد اسلامی واحد سنندج، دانشجویان کارشناسی ارشد و پرسنل کارخانه لبنی پاک آرا سنندج انتخاب گردیدند.

داوران نمونه های پنیر را از نظر مزه، بو، نرمی بافت و میزان گسترش‌پذیری مورد ارزیابی قرار دادند.

۲-٤-۵- آزمون رنگ سنجی

ارزیابی رنگ با استفاده از تکنیک پردازش تصویر صورت گرفت. بدین صورت که نمونه ها به اتاقک عکسبرداری(با ابعاد۵۰ ×۵۰×۵۰ سانتیمتر) و دارای سیستم روشنایی در چهار قسمت بالایی اتاقک با لامپهای فلورسنس ۳۰ وات منتقل و در فاصله ۲۰ سانتی متری و فضایی کاملا روشن(بدون سایه انداختن نمونه ها) و با بزرگنمایی 2X در حالیکه سطح اتاقک و نمونه کاملا تراز بود توسط یک دوربین عکاسی دیجیتال به مشخصات (Canon Power Shot A550–) از نمونه های پنیر تولیدی عکسبرداری گردید. مقادیر RGB نمونه ها بوسیله نرم افزار پردازش تصویر Imagej استخراج و در سایت http://www.colormine.org تبدیل به پارامترهای L*a*b گردید.

۲-٤-٦- طرح آزمایش و آنالیز آماری

آزمایشات بصورت فاکتوریل سه عاملی بر پایه طرح کاملا تصادفی در سه تکرار اجرا گردید. عملیات آماری شامل تجزیه واریانس داده ها و مقایسه میانگین‌های تیمارها با آزمون توکی و همبستگی بین برخی صفات نیز توسط نرم افزار آماری MINITAB.16.2.4 انجام گردید.

۳- نتایج و بحث

جدول ۱ ترکیبات و ویژگیهای شیمیایی فرمولاسیونهای مختلف پنیر پروسس را نشان می‌دهد.

Table 1 Composition and chemical properties of different types of formulated processed cheese

Responce						Treatment			Code
Ash (%)	pH	Fat (%)	Protein (%)	Moisture (%)	Dry matter (%)	Koupe Cheese (%)	SPI(%)	Inulin (%)	-
3.7	7.03	12.25	16.4	58.5	41.5	15	20	7	**C.KSI**
4.24	6.97	13.5	15.55	59.19	40.81	15	0	0	**C.K**
3.54	7.15	12	18.87	59.07	40.93	0	20	0	**C.S**
3.94	6.93	12.25	18.8	59.66	40.34	15	20	0	**C.KS**
3.54	6.98	12	19.16	58.76	41.24	0	0	7	**C.I**
3.91	7.04	11.75	16.6	59.26	40.74	0	20	7	**C.SI**
3.56	7	13.5	15.5	59.64	40.36	0	0	0	**CONT**
3.95	6.87	13.25	11.83	60.72	39.28	15	0	7	**C.KI**

۳-۱- سفتی

نتایج تجزیه واریانس داده ها در جدول۲ نشان می دهد که اثرات اصلی سویا و اینولین (P<۰/۰۰۱) و اثر متقابل سویا-کوپه- اینولین (P=۰/۰۳) از لحاظ آماری بر ویژگی سفتی بافت معنی‌دار می‌باشد. نتایج میانگین‌های سفتی تحت تاثیر برهم‌کنش سه گانه فاکتورهای سویا- کوپه- اینولین، حاکی از آن است که در شرایط عدم کاربرد سویا، با افزایش سطح اینولین در صورت استفاده یا عدم استفاده پنیر کوپه تاثیر معنی داری بر میزان سفتی بافت مشاهده نشد. از سوی دیگر با افزایش سطح سویا، رفتار سفتی بافت متفاوت بود. بصورتی که در هنگام عدم کاربرد پنیر کوپه و حضور ایزوله سویا، افزایش اینولین سبب کاهش شدید و معنی-دار سفتی بافت گردید. در حالی که با کاربرد همزمان پنیر کوپه و ایزوله سویا، افزایش میزان اینولین تاثیر معنی‌داری را در تغییرات سفتی نشان نداد. تاثیر گذارترین عامل در میان فاکتورها مربوط به ایزوله سویا و در درجه پایین‌تر اینولین بود.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-11-28]

Table 2 Analysis of variance textural properties and color for various types of formulated processed cheese

Mean Square							df	Source
Oiling- off	Melt ability	Cohesiveness	Firmness	L*	a*	b*		
1163.9***	227.754***	0.466619***	30304049***	316.536***	9.0283***	0.348 ns	1	SPI
50809.6***	11.59 ns	0.029225***	142224 ns	138.432***	1.3443***	0.9165***	1	Koupe Cheese
2518.4***	262.568***	0.047051***	90109050***	3.435***	0.0081 ns	4.6728***	1	Inulin
2066.1***	0.689 ns	0.009808*	364693 ns	90.793***	1.7496***	0.4455 ns	1	Koupe Cheese- SPI
2331.6***	18.676*	0.001526 ns	93736 ns	40.873***	0.2393***	3.848***	1	SPI-Inulin
6 ns	55.763**	0.018705**	736926*	0.005 ns	0.3174***	3.9609***	1	Koupe Cheese- Inulin
4117.9***	8.134 ns	0.016769**	734845**	1.622 ns	*0.0150	0.3432 ns	1	Koupe Cheese- Inulin-SPI
99.05	91.86	95.23	96.49	98.96	99.66	89.93	-	R^2
37.7**	3.24	0.001847	94048	0.388	0.0028	0.1018	16	Eror

***: P<0.001; **: P<0.01; *: P<0.05; ns: not significant

همان‌طور که در شکل ۲ مشاهده می‌گردد با افزایش میزان پنیر کوپه در غیاب ایزوله سویا و اینولین، میزان سفتی بافت کاهش می یابد [٦]. این می‌تواند به دلیل کوتاه بودن پپکره و ساختار کازئین‌های موجود در پنیر کوپه در اثر فرآیند رسیدن در نظر گرفته شود [۹]. این مسئله به نظر می‌رسد بدلیل عدم قدرت کافی این نوع از کازئینها جهت ایجاد یک چارچوب ساختاری مستحکم و منسجم با سایر انواع پروتئین‌های دیگر بویژه کازئین-های دست نخورده پنیر پایه تازه باشد [۷]. اما وقتی در محیط دارای پنیر کوپه سطح اینولین اضافه شده افزایش می‌یابد، مشاهده می‌شود کاهش سفتی بافت ادامه دارد. به نظر می‌رسد اینولین، بدلیل دارا بودن عوامل هیدروکسیل بالا در ساختار زنجیره‌ای خود با جذب آب و متعاقبا تورم می‌تواند انعطاف‌پذیری خاصی در ساختار ایجاد کرده و همچنین در بین دیگر اجزا پروتئین کازئین پنیر تازه از ایجاد یک ساختار منسجم در بین رشته های کازئینی پنیر تازه ممانعت کند [۲٦،۲۵]. با افزایش میزان ایزوله سویا در غیاب پنیر کوپه، درجه سفتی بافت افزایش یافت. پروتئین‌های سویا با ایجاد یک تجمع فشرده، متراکم و خالص همراه با پروتئین‌های کازئینی در نتیجه برهمکنش‌های هیدروفوبی سفتی بافت را افزایش می‌دهند.

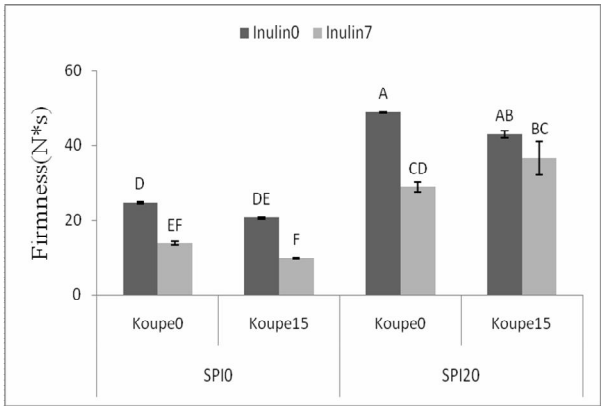

Fig 2 The interactive effects on texture firmness
* Same letters indicate non-significant difference (P<0.05)

این دسته از پروتئین‌ها با وارد شدن در فضای چارچوب ساختار پروتئینی کازئینی همراه با کلسیم [۳۱] موجود در پنیر (که غلظت آن طبیعتا بیشتر از شیر است) می‌تواند اتصالات پایدار و محکمی ایجاد و سبب افزایش غلظت پروتئین در ساختار و سختی بافت گردند. البته شدت این افزایش، با افزایش سطح اینولین تا حدودی کاهش می‌یابد. اینولین بدلیل دارا بودن تعداد عوامل فعال هیدروفیل بالا در ساختار خود [۳۲]، در رقابت برای جذب آب از پروتئین‌های کازئینی و ایزوله سویا پیشی گرفته و در نتیجه به طور غیر مستقیم برهمکنش‌های هیدروفوبی پروتئین‌های کازئینی و ایزوله سویا را بیشتر نموده و سبب تراکم قابل ملاحظه آنها در کنار همدیگر می‌گردد.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-11-28]

پروتئین‌های ایزوله سویا در اثر حرارت و باز شدن ساختار و نمایان شدن گروه‌های فعال و قابلیت بالای آن‌ها در جذب آب نسبت به کازئین پنیر تازه [۳۳] و تا حد کمتری نسبت به پروتئینهای کازئینی هیدرولیز شده این فرصت را برای پروتئینهای سویا در محیط عاری از اینولین و غنی از پنیر کوپه فراهم می‌سازند که با شدت بیشتری اجتماعات پروتئینی با خود و کازئینهای سالم و جوان را ایجاد کند که نتیجه آن افزایش تجمعات هر دو نوع پروتئین می‌باشد. همانطور که ملاحظه می-شود با افزایش سطح پنیر کوپه در فرمولاسیون، کازئینهای کوتاه و هیدرولیز شده تا حدی مانع از ایجاد شبکه سالم و مستحکم شده و در واقع بدلیل نقش تضعیف‌کنندگی و سست‌کنندگی [۷] این دسته از کازئین‌ها (کازئینهای پنیر رسیده) در ایجاد برهم‌کنش بین پروتئینها تا حد قابل ملاحظه ایی میزان سفتی را کاهش می‌دهند.

۳-۲- پیوستگی

نتایج تجزیه واریانس داده های مربوط به پیوستگی درجدول۱ نشان می‌دهد که اثرات خطی هر سه عامل ایزوله سویا، اینولین و پنیر کوپه($P<۰/۰۰۱$) و اثر متقابل سه گانه ($P=۰/۰۰۸$) از لحاظ آماری بر میزان پیوستگی بافت معنی‌دار بود.

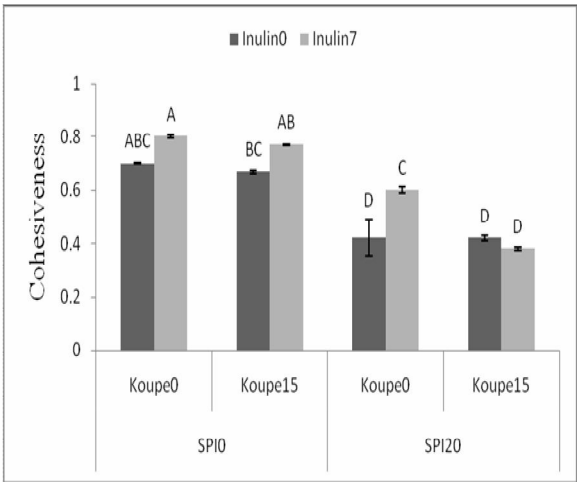

Fig 3 The interactive effects on cohesiveness
Same letters indicate non-significant difference ($P<0.05$)

شکل (۳) نشان می‌دهد که در شرایط عدم کاربرد ایزوله سویا در فرمولاسیون، بیشترین میزان پیوستگی مربوط به عدم کاربرد پنیر کوپه و کاربرد اینولین ($S_0K_0I_7$) و کمترین میزان پیوستگی نیز مربوط به تیمار کاربرد کوپه و عدم کاربرد اینولین ($S_0K_{15}I_0$) می باشد. این در حالیست که در شرایط استفاده از ایزوله سویا در فرمولاسیون، بیشترین پیوستگی مربوط به تیمار ($S_{20}K_0I_7$) بود. بطورکلی، تاثیرگذارترین فاکتور بر روی میزان پیوستگی بافت مربوط به ایزوله سویا و در درجه پایین‌تر اینولین بود.

پروتئین‌های ایزوله سویا در اثر دناتوره شدن جزئی در دما و غلظت‌های مورد آزمون و در اثر برهم‌کنش هیدروفوبی بالایی که با خود و پروتئین‌های پنیر پایه(کازئین پنیر تازه) ایجاد می‌کنند، نوعی از تجمع غیر منسجم [۳٤] اما فشرده و شکننده [۳۵،۳۳] را در ساختار پنیر پروسس تولیدی ایجاد می‌کند که به نظر می‌رسد این نوع برهم‌کنش فشرده و غیر منسجم، پیوستگی محصول را کاهش دهد. پروتئین‌های سویا از تشکیل رشته های بلند ناشی از برهم‌کنش هیدروفوبی کازئین‌های سالم و جوان با همدیگر از طریق وارد شدن در فضای ماتریکس کازئینی [۳٦] جلوگیری و مانع پیوستگی و اتصالات کازئین‌ها شده و با وجود افزایش غلظت پروتئین در پیکره محصول و در نتیجه، ایجاد فضاهای خالی سبب کاهش پیوستگی می‌گردد.

با افزایش غلظت اینولین در فرمولاسیون، غلظت‌های کم ایزوله سویا سبب افزایش میزان پیوستگی محصول گردید [۲۷]. اینولین توانسته با توجه به دارا بودن ویژگی جذب آب و ایجاد برهم-کنشهای هیدروفوبی با کازئینها و ایزوله پروتئین سویا و اتصال رشته‌های بلند ایجاد شده از پروتئینها بهمدیگر [۲۷] (بعنوان ارتباط دهنده بین دو جزء پروتئینی) پیوستگی را افزایش دهد. اینولین در رابطه با رفتار خود در مقابل حضور ایزوله سویا و کازئین های پنیر تازه دو فرضیه را از خود نشان می‌دهد: نخست اینکه اینولین توسط عوامل فعال خود با گروههای هیدروفوب پروتئینهای جزئی دناتوره شده و نمایان شده سویا و کازئین پنیر تازه وارد برهم‌کنش‌های هیدروفوب شده است و دوم اینکه اینولین در همین راستا با محبوس و کپسول نمودن بخش زیادی از آب موجود در سیستم، ضمن بی حرکت نمودن بخش بزرگی از آب [۲۷] سبب نزدیک شدن و برهم‌کنش بیشتر هر دو نوع پروتئین موجود در فرمولاسیون می‌گردد. در پنیر کوپه با توجه به اینکه در اثر فرآیند پروتئولیز، گروههای قطبی مانند آمین و کربوکسیل زیادی از آمینو اسیدها و پپتیدها ایجاد میگردد ظرفیت

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-11-28]

اتصال به آب پروتئینهای هیدرولیز شده افزایش یافته [۳۷] در نتیجه تعداد کمی برهم‌کنش هیدروفوبی با کازئین پنیر تازه برقرار نموده و در نتیجه ضمن تضعیف و سست نمودن اتصالات پروتئینی [۹] با اتصال بیشتر به مولکول‌های آب سبب توسعه و باز شدن ماتریکس پروتئینی محصول گشته و در نتیجه آن کاهش پیوستگی ساختار رخ می‌دهد. در همین راستا، با افزایش میزان ایزوله سویا در فرمولاسیون محتوی پنیر کوپه، آهنگ کاهش پیوستگی با شیب تندتری توسط ایزوله سویا رخ می‌دهد. در اینجا به نظر می‌رسد ممانعت پروتئینهای کوتاه پنیر کوپه در ایجاد رشته های بلند و اتصال یافته سویا و کازئین دخالت داشته باشد.

۳-۳- ذوب پذیری

نتایج حاصل از تجزیه داده های ذوب پذیری نمونه های پنیر پروسس تولیدی نشان دهنده آن است که اثرات خطی ایزوله سویا و اینولین(P<۰/۰۰۱)، اثرات متقابل ایزوله سویا- اینولین (P=۰/۰۰۲۹) و کوپه-اینولین (P=۰/۰۰۱) معنی‌دار هستند. اثر متقابل ایزوله سویا- اینولین نشان می‌دهد که بیشترین مقدار ذوب پذیری مربوط به تیمار (S_0I_7) و کمترین مقدار مربوط به ($S_{20}I_0$) می باشد. بررسی اثر متقابل کوپه- اینولین (شکل ٤) نشان می‌دهد که در حضور یا عدم حضور پنیر کوپه، میزان ذوب پذیری با کاربرد اینولین به حداکثر خود رسیده و عدم کاربرد اینولین سبب کاهش معنی‌دار ذوب پذیری می‌گردد. لازم به ذکر است که پنیر کوپه می‌تواند شدت ذوب پذیری توسط اینولین را کاهش دهد.

همانطور که در شکل ٤ ملاحظه می‌شود، با افزایش میزان ایزوله سویا قابلیت ذوب پذیری با کاهش روبرو می شود [۳۸]. به نظر می‌رسد ایجاد کمپلکسهای فشرده ایزوله سویا- ایزوله سویا و ایزوله سویا- کازئین دست نخورده در این روند موثر باشد. افزایش اینولین در فرمولاسیون، میزان قابلیت ذوب پذیری را افزایش می‌دهد که به نظر می رسد دلیل آن ایجاد یک ساختار بینابینی در میان پروتئینهای کازئین و سویا و در نتیجه جلوگیری از تشکیل یک شبکه خالص پروتئینی [۳۹] و به دنبال آن عدم فشردگی و استحکام ساختار خواهد بود. به عبارت دیگر حضور اینولین سبب تضعیف ساختار از طریق کاهش تعداد پیوندهای پروتئینی خواهد شد [۳۹].

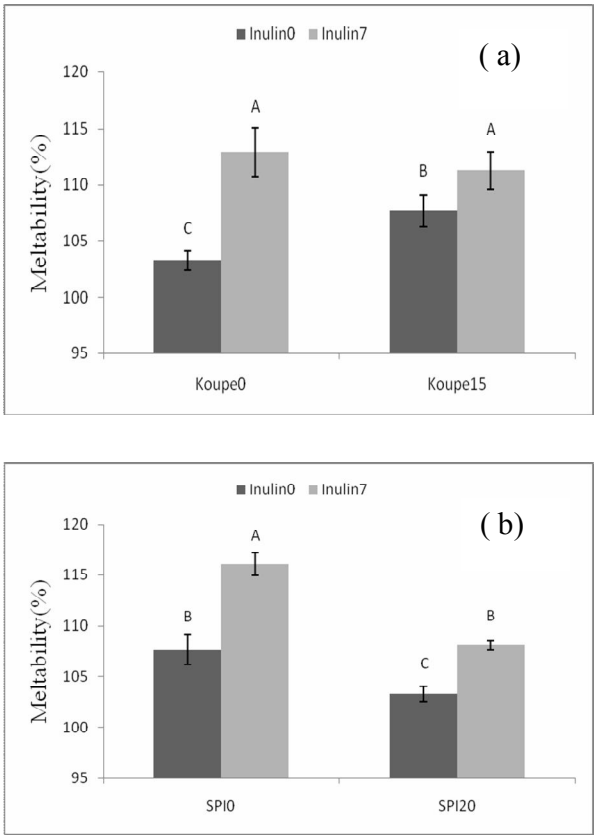

Fig 4 Interactive effects of Inulin × Koupe cheese (a) and Inulin × SPI (b) on meltability
* Same letters indicate non-significant difference (P<0.05)

با افزایش سطح پنیر کوپه (پنیر رسیده) میزان قابلیت ذوب‌پذیری افزایش یافته است [٤،۷]. به عبارت دیگر، با افزایش میزان کازئین هیدرولیز شده(پنیر کوپه) در فرمولاسیون، پیوستگی و استحکام بافت پنیر کاهش یافت. شواهد و مطالعات گذشته نشان می‌دهد که در حضور این نوع از کازئینها تعداد و قدرت پیوندهای تشکیل شده کاهش و در نتیجه برهم‌کنشهای پروتئین- پروتئین کمتر می‌گردد. این پدیده از ایجاد یک شبکه کازئینی رشته بلند جلوگیری و در نتیجه جریان پذیری در اثر حرارت مورد آزمون افزایش می یابد. این در حالی است که اینولین مانند یک عامل چسباننده و ارتباط دهنده عمل نموده و تا حدودی قطعات کوتاه کازئین هیدرولیز شده (پنیر کوپه) را به کازئینهای دست نخورده (پنیر پایه تازه) متصل نموده و از طرف دیگر مانع از فشردگی زیاد تجمعات پروتئینی از طریق وارد شدن در ساختار و جذب

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-11-28]

حداکثر آب گردیده که نتیجه آن افزایش روند قابلیت ذوب توسط ایزوله سویا می‌گردد.

۳-٤- پس‌دهی روغن

تجزیه داده های پارامتر پس‌دهی روغن در جدول ۱ نشان می‌دهد که تمامی اثرات خطی و دوگانه متقابل و سه گانه از لحاظ آماری معنی‌دار بودند (P<۰/۰۰۱). مقایسه میانگین های اثرات متقابل سه گانه فاکتورها بر پس دهی روغن(جدول۱) نشان می‌دهد که بیشترین پس دهی روغن مربوط به تیمار ($S_0K_{15}I_0$) می‌باشد که به تنهایی در یک کلاس آماری قرار دارد. مطابق نمودار در حالت عدم کاربرد سویا، با افزایش سطح اینولین و در عدم حضور پنیر کوپه، میزان پس دهی روغن افزایش معنی‌داری داشت. در حالیکه در حضور پنیر کوپه، اینولین میزان پس دهی روغن را کاهش داد. بطورکلی، ایزوله سویا در مقایسه با نمونه شاهد سبب افزایش پس دهی روغن و در صورت حضور پنیر کوپه و اینولین در فرمولاسیون سبب کاهش پس دهی روغن می گردد. این در حالی است که با افزودن اینولین یا پنیر کوپه، میزان پس‌دهی روغن افزایش می یابد بطوریکه، این افزایش بوسیله کاربرد پنیر کوپه شدت بیشتری به خود گرفت.

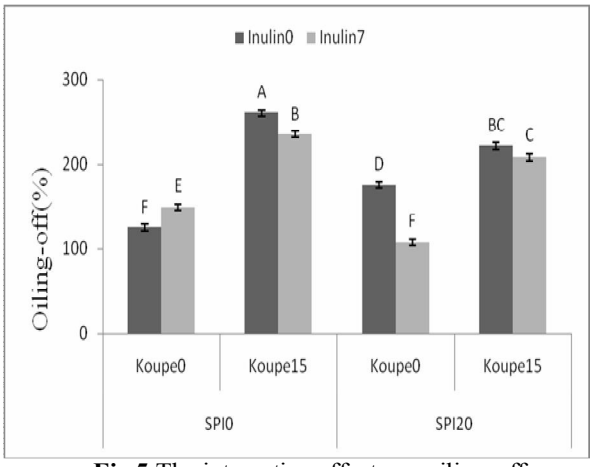

Fig 5 The interactive effects on oiling-off
* Same letters indicate non-significant difference (P<0.05)

مطابق با شکل ۵، پنیر پایه جوان در مقایسه با اینولین و ایزوله سویا قدرت نگهداری و ممانعت از خروج روغن بالاتری را نشان داد. این می‌تواند به ویژگی قدرت امولیسیفیه نمودن کازئینهای پنیر تازه و دست نخورده در پنیر پایه برگردد [٤٠]. از طرف دیگر از ویژگیهای مهم پروتئینهای سویا توانایی آن در امولسیفیه نمودن چربی هاست [٤١]. با افزایش سطح ایزوله سویا در فرمولاسیون میزان پس دهی روغن در مقایسه با پنیر کوپه کاهش می‌یابد. این دسته از پروتئینها دارای فعالیت سطحی ویژه ای هستند که در اثر دناتوراسیون جزئی و نمایان شدن گروههای غیر قطبی و فعال خود با جذب در سطح روغن و تشکیل یک لایه بار الکتریکی [٤١] سبب محافظت از شکسته شدن امولسیون و جلوگیری از بهم پیوستن و خروج ذرات چربی از پیکره محصول تولیدی می-گردد [۱۳]. در حضور اینولین، میزان پس دهی روغن کمتر شده است، به نظر می رسد این تاثیر مهم به توانایی اینولین در ایجاد حوضچه هایی در اطراف گویچه های چربی بوده است. همچنین در مشارکت با ایزوله سویا توانسته میزان پس دهی روغن را بیشتر از حالت بدون حضور ایزوله سویا کاهش دهد [٤٢].

مطابق نتایج بدست آمده، هرچه سطح پنیر کوپه در فرمولاسیون افزایش می‌یابد مقدار پس‌دهی روغن افزایش پیدا می‌کند. به نظر می‌رسد با کاهش کازئین دست نخورده در سیستم، توانایی امولسیفیه شدن چربی افت پیدا می‌کند [٦] و میل به هم پیوستن ذرات چربی و بزرگتر شدن آنها بیشتر می‌گردد. در نتیجه سیستم، قادر به نگهداری و حفظ توده های بزرگ چربی نبوده و براحتی از پیکره پنیر تولیدی خارج می‌گردد. به نظر می‌رسد هر چه غلظت کازئینهای کوتاه شده در اثر هیدرولیز (دوره رسانیدن) در فرمولاسیون افزایش یابد، میزان امولسیفیه شدن ذرات چربی در ماتریکس پنیر پروسس تولیدی کمتر می‌شود [٤،٤٣]. در حالیکه با افزایش در میزان پنیر جوان بدلیل دارا بودن مقادیر بالای کازئین دست نخورده پایداری سیستم امولسیون بیشتر و میزان پس دهی روغن کاهش می‌یابد [٤٠].

۳-۵- رایحه

جدول (۲) تجزیه واریانس اعداد مربوط به پارامتر رایحه را نشان داد که اثرات خطی ایزوله سویا، پنیر کوپه (P<۰/۰۰۱) و اثر متقابل ایزوله سویا- پنیر کوپه (P<۰/۰۰۱) از لحاظ آماری معنی-دار بودند. مقایسه میانگین‌های اثر متقابل نشان می‌دهد که بیشترین شدت رایحه مربوط به تیمار (S_0K_{15}) می‌باشد. تیمارهای ($S_{20}K_0$) و (S_0K_0) بدون تفاوت معنی‌داری با همدیگر کمترین میزان رایحه را به خود اختصاص دادند.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-11-28]

Table 3 Analysis of variance for Sensory evaluation of different types of formulated processed cheese

Mean Square				df	Source
softness	spreadability	taste	aroma		
50.41***	21.0069***	31.7344***	16.2006***	1	**SPI**
0.01 ns	3.0625***	28.8011***	48.6506***	1	**Koupe Cheese**
1.4003***	9***	1***	0.2101 ns	1	**Inulin**
0.6669*	0.1111 ns	0.0011 ns	4.2367***	1	**Koupe Cheese- SPI**
0.01 ns	0.3403*	0.4444*	0.0434 ns	1	**SPI-Inulin**
7.6544***	0.8403***	0.25 ns	0.0017 ns	1	**Koupe Cheese- Inulin**
0.0003 ns	0.25 ns	0.4444*	0.1406 ns	11	**Koupe Cheese- Inulin-SPI**
77.17	76.69	82.89	72.05	-	**R^2**
0.1308	0.0773	0.0951	0.1982	136	**eror**

***: P<0.001; **: P<0.01; *: P<0.05; ns: not significant

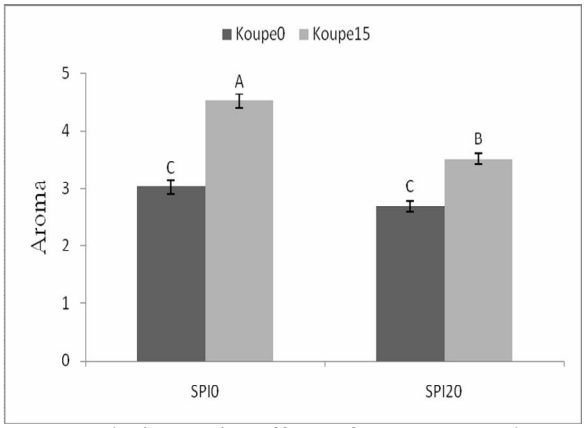

Fig 6 The interactive effects of SPI × Koupe cheese on aroma
* Same letters indicate non-significant difference (P<0.05)

همانطور که در شکل ٦ مشاهده می‌گردد با افزایش میزان پنیر کوپه، میزان رایحه در نمونه های تولیدی افزایش معنی‌داری داشت در حالیکه با افزایش سطوح ایزوله سویا، چنین روندی مشاهده نشد.

در افزایش میزان رایحه در نمونه‌های تولیدی، رسیده بودن پنیر کوپه نقش مهمی داشت. اسیدهای چرب آزاد (اولئیک و پالمتیک اسید) به همراه ترکیبات فرار و محصولات حاصل از متابولیسم کربوهیدرات‌ها [٤٤] و اسیدهای آمینه (گلیسین، پرولین، آلفا آمینو بوتیریک اسید، فنیل آلانین [٤٥] تولید شده در اثر رسیدن در ایجاد رایحه نقش مهمی را بر عهده دارند. اسیدهای چرب آزاد بلند، متوسط و کوتاه زنجیر و موادی نظیر متیل‌کتون‌ها، لاکتون‌ها، اتیل استرها، آلکان‌ها و الکل‌های ثانویه [٤٦] ترکیبات مهمی هستند که در ایجاد رایحه ویژه پنیر کوپه نقش مهمی دارند. از طرفی، ترکیبات رایحه دار موجود در پودر ایزوله سویا که ناشی از پنتانال‌ها و دی متیل دی سولفید [٤٧] می‌باشند بوی ناخوشایندی برای مصرف‌کننده ایجاد می‌کنند. همین رایحه ویژه ایزوله سویا عامل اصلی کاهش رایحه پنیر تولیدی محسوب می‌شود. البته رایحه پنیر کوپه تا حدی توانسته بر این رایحه ناخوشایند غلبه نماید. به نظر می‌رسد شدت و آستانه حسی پایین‌تر رایحه پنیر کوپه عامل مهمی در این توازن به شمار می‌رود. از دیگر نکات، می‌توان به شدت رایحه در نمونه‌های حاوی ایزوله سویا و پنیر کوپه اشاره نمود. به نظر می‌رسد که پروتئین‌های ایزوله سویا در حفظ و نگهداری ترکیبات فرار نقش مهم و کاربردی را ایفا می‌نمایند.

٣-٦- مزه

تجزیه واریانس(جدول٣) نشان داد که اثرات خطی هر سه فاکتور پروتئین ایزوله سویا (P<٠/٠٠١)، پنیر کوپه (P<٠/٠٠١) و اینولین (P<٠/٠٠١) و اثر متقابل سه گانه (P=٠/٠٣٢) معنی‌دار بودند. همانطور که مقایسه میانگین‌های صفت مزه نشان می‌دهد، در حضور یا عدم حضور ایزوله سویا، بطورکلی کاربرد پنیر کوپه موجب افزایش شدت مزه می‌گردد. البته، میزان شدت افزایش در حالت عدم حضور ایزوله سویا مشهودتر بود. با این وجود، در

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-11-28]

صورت کاربرد ایزوله سویا در فرمولاسیون، افزودن پنیر کوپه می‌تواند در بهبود مزه مطبوع تاثیر معنی‌داری داشته باشد. نکته قابل توجه آن است که در صورت عدم حضور پنیر کوپه و کاربرد اینولین در فرمولاسیون حاوی ایزوله سویا، حضور اینولین می‌تواند سبب بهبود معنی‌دار مزه شود.

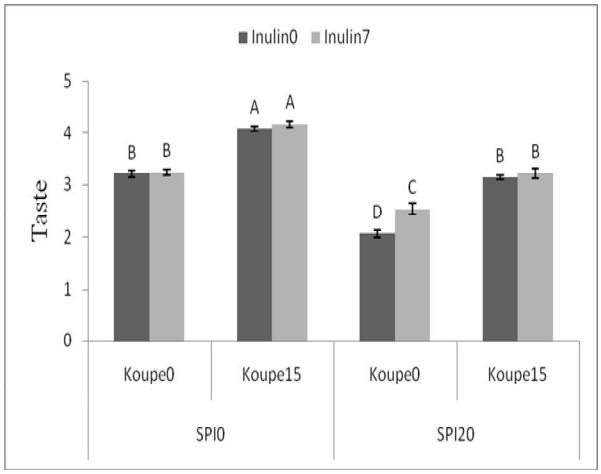

Fig 7 The interactive effects on the taste
Same letters indicate non-significant difference
($P<0.05$)

همانطور که در شکل۷ مشاهده می‌گردد با افزایش میزان ایزوله سویا در فرمولاسیون مزه‌ای که خوشایند ارزیابان حسی باشد کاهش یافت که البته شدت این کاهش با افزودن اینولین کاهش محسوسی داشته است. دلیل آنرا می‌توان در مزه مطلوب اینولین دانست چرا که این ترکیب توانست با تکیه بر این ویژگی خود، میزان بد طعمی ناشی از ایزوله سویا را بپوشاند. در شکل ۷ب، افزایش سطوح پنیر کوپه بر خلاف ایزوله سویا سبب افزایش مزه خوشایند در نمونه های مورد ارزیابی گردید.

۳-۷- مالش‌پذیری

تجزیه واریانس (جدول۳) نشان داد که اثرات خطی سه فاکتور ایزوله سویا، پنیر کوپه و اینولین ($P<$۰/۰۰۱)، اثرات متقابل ایزوله سویا- اینولین ($P=$۰/۰۳۸) و پنیر کوپه- اینولین ($P=$۰/۰۰۱) بر میزان مالش‌پذیری، معنی‌دار می‌باشند. مقایسه میانگین های گسترش‌پذیری تحت تاثیر اثر متقابل ایزوله سویا- اینولین نشان می‌دهد که کمترین میزان گسترش‌پذیری مربوط به تیمار ($S_{20}I_0$) می‌باشد. این مساله نشان می‌دهد که اینولین در افزایش شدت گسترش‌پذیری نقش بسزایی دارد (شکل۸.I) و در نتیجه می‌تواند در فرمولاسیون‌های حاوی ایزوله سویا که عامل مهم کاهش مالش‌پذیری است (شکل۸.S) تا حد قابل قبولی، اثرات منفی ایزوله سویا بر میزان گسترش پذیری (شکل۸.I.S) را جبران نماید.

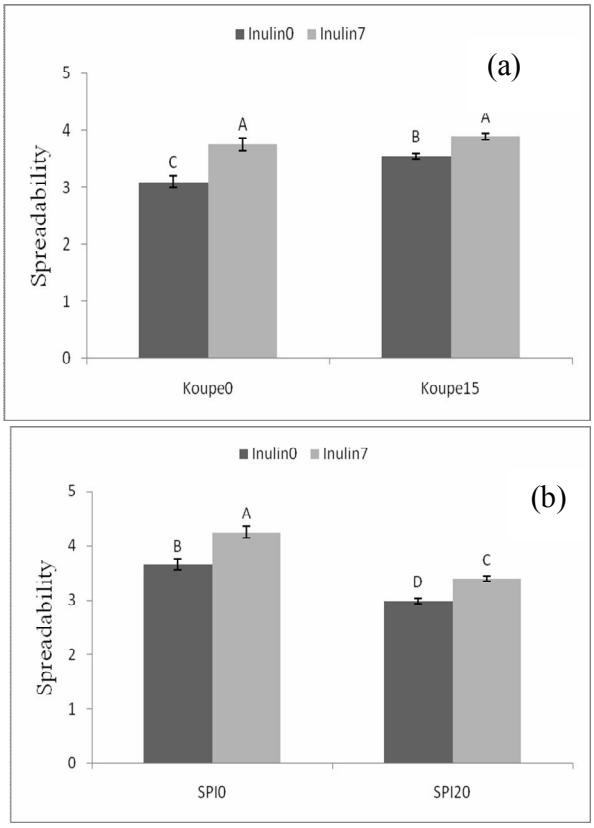

Fig 8 Interactive effects of Inulin × Koupe cheese (a) and Inulin × SPI (b) on spreadability
Same letters indicate non-significant difference
($P<0.05$)

همچنین اثر متقابل اینولین- پنیر کوپه (شکل۸.I.K) نشان می‌دهد که هر دو فاکتور مذکور سبب افزایش مالش‌پذیری می‌شوند. این در حالی است، سطوح بالای اینولین و پنیر کوپه (شکل۸.K) توانست بیشترین تاثیر را بر میزان مالش‌پذیری نشان دهد. بطور کلی، شدت تاثیر اینولین بر میزان مالش‌پذیری نسبت به پنیرکوپه (شکل۸.K) مشهودتر بود. در مجموع می‌توان نتیجه گرفت که در خنثی نمودن اثرات منفی ایزوله سویا بر میزان گسترش‌پذیری اینولین توانایی بیشتری را نشان داد.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-11-28]

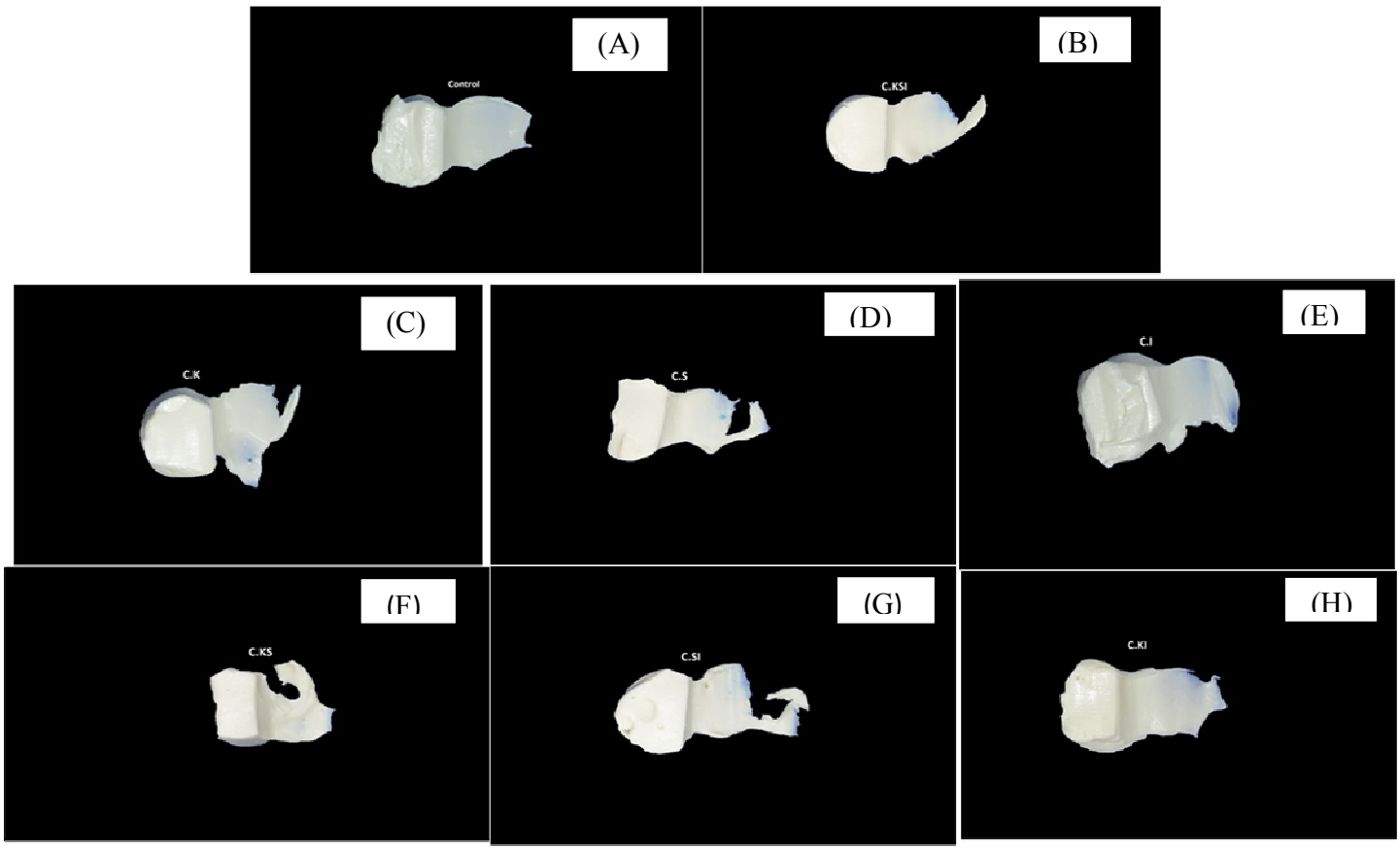

Fig 9 A view of shear stress of different formulations of the processed cheese
A: Control, B: Inulin-Koupe-SPI, C: Koupe, D: SPI, E: Inulin, F: Koupe- SPI, G: SPI -Inulin, H: Koupe-Inulin

با توجه به شکل ۹ الف و با توجه به اینکه پروتئین‌های سویا در غلظت‌های بالا می‌توانند در شبکه کازئینی وارد و در ایجاد یک شبکه متراکم و فشرده سهیم باشند [٤٨]، سیالیت و جریان‌پذیری پنیر پروسس تولیدی حاوی ایزوله سویا در نتیجه برهم‌کنشهای هیدروفوبی با کازئین‌ها و کاهش پیوند کازئین‌ها به یکدیگر و همچنین اتصال زیاد با مولکول‌های آب (نه محبوس نمودن آب)، یک شبکه پروتئینی الاستیک ایجاد نموده که نتیجه آن افت شدید گسترش‌پذیری محصول محتوی ایزوله سویا می باشد که در مقابل هرگونه تنش برشی آرام و نیروی گسترش‌پذیری مقاومت - نماید. البته این کاهش در شاخص گسترش پذیری با افزایش سطح اینولین شیب ملایم‌تری را نشان می‌دهد. به نظر می‌رسد دلیل چنین پدیده‌ای، جذب آب [۳۹] و متورم شدن زنجیره‌های بلند اینولین توسط گروه‌های فعال خود می‌باشد که سبب تسهیل در سیالیت مخلوط محتوی ایزوله سویا می‌گردد. البته در غلظتهای بالای پروتئین‌های سویا موجود در فرمولاسیون، اینولین نمی‌تواند حتی در غلظت‌های بالای خود نیز از شدت ممانعت گسترش پذیری پنیر پروسس تولیدی توسط ایزوله سویا جلوگیری نماید. به نظر می‌رسد که فشردگی بالا در بخش پروتئینی، حرکت روان و جریان‌پذیری محصول را کند می‌کند. اینولین بدلیل دارا بودن گروه‌های هیدروفیل بالا در مقایسه با پروتئین های مورد بررسی، جذب آب بالایی داشته و می‌تواند با ورود به ساختار پروتئینی فشرده، ضمن ایجاد فاصله و فضا در شبکه ماتریکسی پروتئینی [۳۹]، در حضور پروتئین‌های ایزوله سویا، با یک شیب ملایم میزان گسترش‌پذیری محصول را افزایش دهد.

همان‌طور که در شکل ۹ب مشاهده می‌شود، سطوح مختلف پنیر کوپه می‌تواند خود را بعنوان یک عامل مهم در گسترش‌پذیری

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-11-28]

نشان دهد [۷] بصورتی که با افزایش مقدار پنیر رسیده کوپه در فرمولاسیون، گسترش‌پذیری افزایش قابل توجهی را نشان داد [۷]. این مسئله به نظر می‌رسد بدلیل عدم تشکیل یک ساختار فشرده و الاستیک [۱۱] و در نتیجه کاهش پیوندهای هیدروژنی و الکترواستاتیک در برهم‌کنش‌های میان پروتئین‌های هیدرولیز شده پنیر رسیده کوپه با کازئینهای دست نخورده پنیر آنزیمی تازه می باشد. در واقع با افزایش میزان پنیر رسیده در فرمولاسیون، پیوندها میان انواع کازئینها در حد قابل قبولی ایجاد می‌گردد، اما ساختار پیوندها به قدری ضعیف است که کوچکترین تنش برشی می‌تواند بافت حاصله را به جریان درآورد. اینولین در حضور پنیر کوپه قابلیت گسترش‌پذیری محصول تولیدی را بهتر و بیشتر از زمان حضور سویا در فرمولاسیون افزایش می‌دهد. چرا که در رقابت جهت جذب آب، اینولین موفق تر عمل نموده (در حضور و مقایسه با ایزوله سویا) و با اتصالات میانی و عرضی در بین کازئینهای دست نخورده (پنیر تازه) و شکسته و هیدرولیز شده (پنیر رسیده) سبب ایجاد یک جریان مناسب از گسترش‌پذیری می‌گردد.

۳-۸- نرمی

نتایج تجزیه واریانس پارامتر نرمی بافت (جدول۳) حاکی از آن است که اثر خطی ایزوله سویا و اینولین معنی‌دار می‌باشد ($P<۰/۰۰۱$). در حالی که اثرات متقابل ایزوله سویا- پنیر کوپه ($P=۰/۰۲۶$) و پنیر کوپه- اینولین ($P<۰/۰۰۱$) از لحاظ آماری معنی‌دار بود. مقایسه میانگین‌های پارامتر نرمی نشان داد که بطورکلی کاربرد ایزوله سویا موجب کاهش معنی‌دار نرمی بافت می‌گردد. این مساله نشان می‌دهد که در حضور پنیر کوپه شدت کاهش نرمی در اثر ایزوله سویا کاهش می یابد (شکل۱۰ ب).

اثرات متقابل پنیر کوپه- اینولین (شکل۱۰الف) نیز نشان داد که رفتار نرمی بافت در دو حالت کاربرد و عدم کاربرد پنیر کوپه متفاوت است. بطوریکه در حالت عدم کاربرد پنیر کوپه، افزودن اینولین موجب افزایش معنی‌دار نرمی گردید. در حالی که در حضور کاربرد پنیر کوپه، افزودن اینولین میزان نرمی را کاهش داد. همبستگی بین صفت‌های نرمی و سفتی بافت در جدول۲ و۳ نشان از رابطه معکوس و بسیار معنا دار بین دو پارامتر می‌باشد (R=۹۱/٤٪).

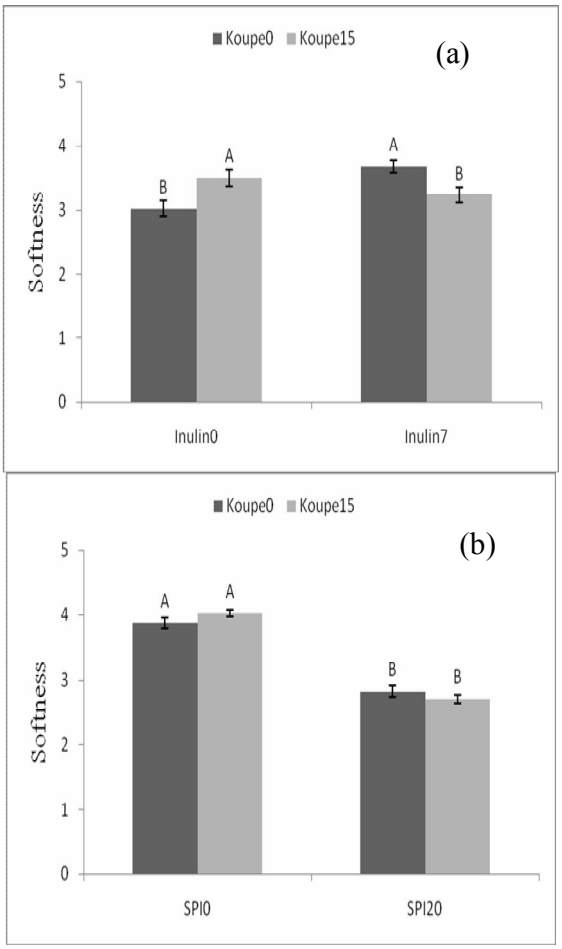

Fig 7 Interactive effects of Inulin × Koupe cheese (a) and SPI × Koupe cheese (b) on softness
* Same letters indicate non-significant difference (P<0.05)

۳-۹- پارامترهای رنگ

تجزیه واریانس (جدول۲) نشان داد که اثرات خطی سه فاکتور ایزوله سویا ($P<۰/۰۰۱$)، پنیر کوپه ($P<۰/۰۰۱$) و اینولین ($P=۰/۰۰۹$)، اثرات متقابل ایزوله سویا- اینولین ($P<۰/۰۰۱$) و پنیر کوپه- ایزوله سویا ($P<۰/۰۰۱$) بر میزان پارامتر*L و اثرات خطی ایزوله سویا ($P<۰/۰۰۱$)، پنیر کوپه ($P<۰/۰۰۱$)، اثرات متقابل ایزوله سویا- اینولین ($P<۰/۰۰۱$) و پنیر کوپه- ایزوله سویا ($P<۰/۰۰۱$)، پنیر کوپه-اینولین ($P<۰/۰۰۱$) و اثرات متقابل سه گانه ایزوله سویا- اینولین-پنیر کوپه ($P=۰/۰۳۳$) بر میزان پارامتر*a و اثرات خطی پنیر کوپه ($P=۰/۰۰۸$)، اینولین ($P<۰/۰۰۱$)، اثرات متقابل ایزوله سویا- اینولین ($P<۰/۰۰۱$) و پنیرکوپه-اینولین ($P<۰/۰۰۱$) بر میزان پارامتر*b معنی‌دار بود.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-11-28]

رنگ معیاری مهمی در ارزیابی کیفی محصولاتی نظیر پنیر بوده و در انتخاب آن توسط مشتری بسیار تاثیرگذار می‌باشد. رنگ پنیر بر اساس نوع فرمولاسیون و سلیقه مصرف کنندگان ممکن است از زرد کمرنگ تا قرمز پرتقالی متغیر باشد [٤٩]. پارامتر Lab از سه مولفه L و a و b تشکیل شده است. پارامتر L* معرف میزان روشنایی بوده و از صفر (سیاه) تا ١٠٠ (سفید) متغیر می‌باشد. پارامتر a که مولفه‌ای نا محدود است از ١٢٠- تا ١٢٠+ متغیر بوده و شامل رنگ های قرمز و سبز می‌باشد. اما در مولفه b مقادیر مثبت آن رنگ زرد و مقادیر منفی آن معادل رنگ آبی می باشد. مقایسه میانگین های پارامتر L* تحت تاثیر اثر متقابل ایزوله سویا-اینولین نشان داد که بیشترین میزان پارامتر L* مربوط به تیمارهای محتوی ایزوله سویا بود. این مساله نشان می‌دهد

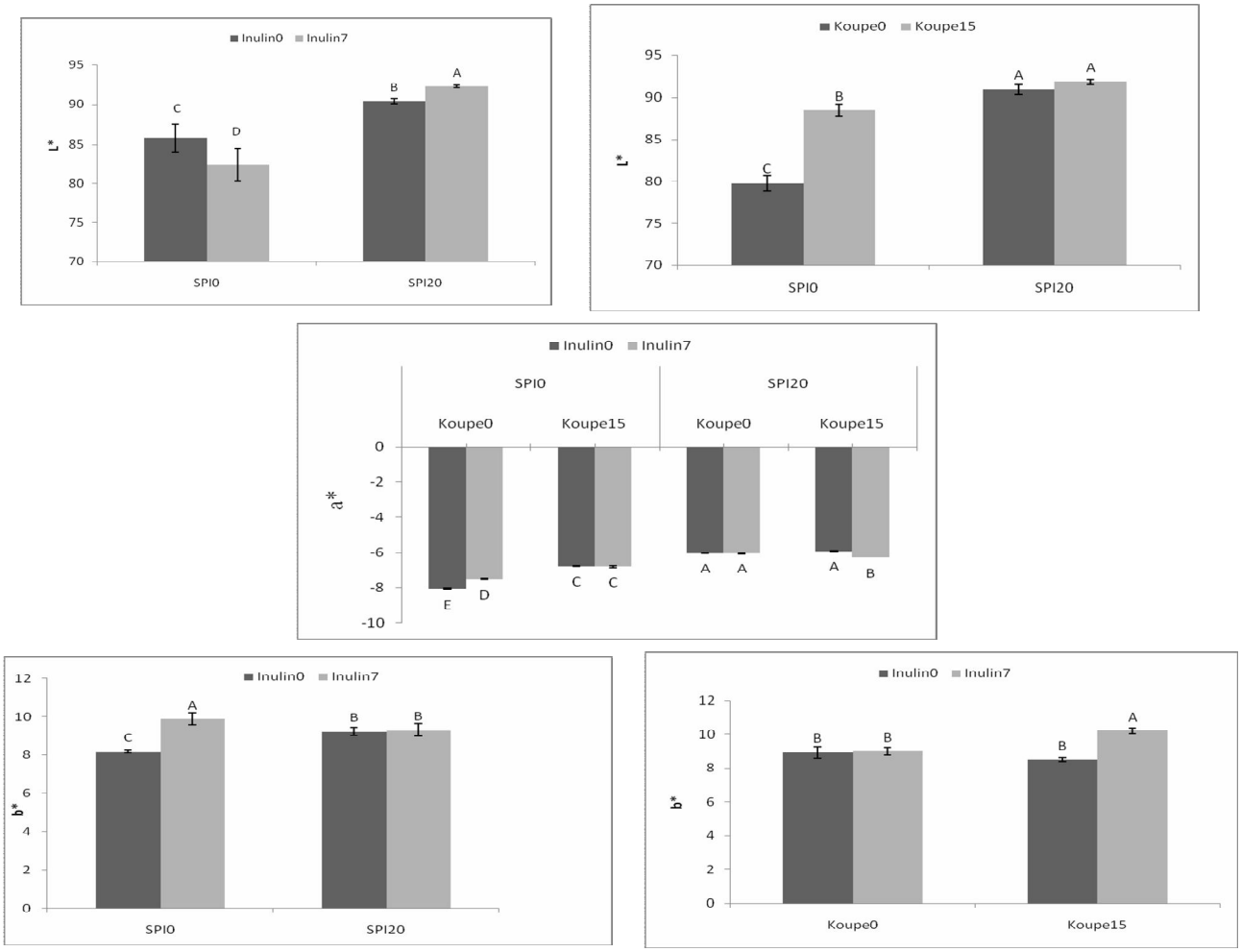

Fig 11 Amount of L*, a* and b* parameters in different formulations
* Same letters indicate non-significant difference (P<0.05)

که ایزوله سویا در افزایش پارامتر L* نقش بسزایی دارد (شکل١١). حال آنکه اینولین سبب کاهش پارامتر L* گردید. در مقابل، پنیر کوپه موجب افزایش پارامتر L* شد.

٣-٩-١- تغییرات پارامتر L*

اثر متقابل سویا و اینولین بر پارامتر L* (شکل١١) نشان داد که در عدم حضور ایزوله سویا، کاربرد اینولین موجب کاهش معنی‌دار L* شد. در حالی که با حضور ایزوله سویا، کاربرد اینولین سبب افزایش معنی‌دار L* گردید. همچنین، اثر متقابل سویا و کوپه بر L* (شکل١١) نشان داد که در عدم حضور سویا با کاربرد کوپه،

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-11-28]

پارامتر L^* به طور معنی‌داری افزایش یافت اما در حضور ایزوله سویا، کاربرد کوپه تاثیری را بر L^* نشان نداد.

۳-۹-۲- تغییرات پارامتر a*

اثر متقابل سه گانه سویا، کوپه و اینولین بر پارامتر a* نشان داد که در عدم حضور سویا و کوپه، کاربرد اینولین بطور معنی‌داری، موجب مثبت‌تر شدن a* گردید اما در حضور سویا و کوپه، کاربرد اینولین بطور معنی داری موجب منفی‌تر شدن پارامتر a* گردید.

۳-۹-۳- تغییرات پارامتر b*

اثر متقابل کوپه و اینولین بر پارامتر b* نشان داد که در عدم حضور کوپه، افزودن اینولین اثری بر b* نداشت در حالی که در حضور کوپه، افزودن اینولین سبب افزایش معنی‌دار b* گردید. همچنین، اثر متقابل سویا و اینولین بر پارامتر b* (شکل۱۱) حاکی از آن است که در عدم حضور سویا، افزودن اینولین سبب افزایش معنی‌دار b* شد. اما در فرمول‌های محتوی سویا، افزودن اینولین اثر معنی‌داری را بر این پارامتر نشان نداد.

٤- نتیجه گیری

نتایج نشان داد که اثرات منفی فیزیکی و حسی پروتئین ایزوله سویا به عنوان یک جایگزین مهم پروتئینی در پنیر پروسس به دلیل ساختار مولکولی ویژه و متفاوت آنرا می‌توان با فرمولاسیون مناسبی از پنیر رسیده کوپه و اینولین کاهش داده و یک محصول غنی پروتئینی همراه با عطر و طعم خوشایند و بافتی مناسب با ویژگی‌های مورد نظر تولید نمود.

٥- منابع

[1] Guinee, T.P., Caric, M., Kalab, M. 2004. Pasteurized processed cheese and substitute/imitationcheese products. In: Fox PF, editor. Cheese: chemistry, physics and microbiology. Volume 2: major cheese groups. 3rd ed. London, U.K.: Elsevier Applied Science. p 349–394..

[2] [FDA] Food and Drug Administration. 2006. 21 CFR, Part 133.169 to 133.180. Food and Drug Administration. Washington, D.C: Dept. of Health and Human Services.

[3] Kapoor, R. and L. E. Metzger (2008). "Process Cheese: Scientific and Technological Aspects—A Review." Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety 7(2): 194-214.

[4] Caric, M. and M. Kalab, Eds. (1993). Processed cheese products. Cheese: chemistry, physic and microbiology. London, Chapman & Hall.

[5] Berger, W., H. Klostmeyer., et al. (1998). Process Cheese Manufacture—A JOHA Guide. Ladenberg, Germany.

[6] Piska, I. and J. Štětina (2004). "Influence of cheese ripening and rate of cooling of the processed cheese mixture on rheological properties of processed cheese." Journal of Food Engineering 61(4): 551-555.

[7] Brickley, C. A., M. A. E. Auty, et al. (2007). "The Effect of Natural Cheddar Cheese Ripening on the Functional and Textural Properties of the Processed Cheese Manufactured Therefrom." Journal of Food Science 72(9): C483-C490.

[8] Kapoor, R., L. E. Metzger, et al. (2007). "Effect of Natural Cheese Characteristics on Process Cheese Properties." Journal of Dairy Science 90(4): 1625-1634.

[9] Wang, F., X. Zhang, et al. (2011). "Effect of Proteolysis and Calcium Equilibrium on Functional Properties of Natural Cheddar Cheese during Ripening and the Resultant Processed Cheese." Journal of Food Science 76(3): E248-E253.

[10] Buňka, F., L. Doudová, et al. (2013). "The effect of ternary emulsifying salt composition and cheese maturity on the textural properties of processed cheese." International Dairy Journal 29(1): 1-7.

[11] Hladká, K., Z. Randulová, et al. (2014). "The effect of cheese maturity on selected properties of processed cheese without traditional emulsifying agents." LWT - Food Science and Technology 55(2): 650-656.

[12] Gomes da Cruz, A., F. C. Alonso Buriti, et al. (2009). "Probiotic cheese: Health benefits, technological and stability aspects." Trends in Food Science & Technology 20(8): 344-354.

[13] Rinaldoni, A. N., D. R. Palatnik, et al. (2014). "Soft cheese-like product development enriched with soy protein concentrates." LWT

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-11-28]

- Food Science and Technology 55(1): 139-147.
[14] De Mattos, Â. P., T. C. M. Ribeiro, et al. (2009). "Comparison of yogurt, soybean, casein, and amino acid–based diets in children with persistent diarrhea." Nutrition Research 29(7): 462-469.
[15] Mandal, A. K., A. K. Bandyopadhyay, et al. (1996). "Chemical and sensory quality of Chhana and Sandesh from soy-milk and blends with cow and buffalo milk." Indian Journal of Dairy and Biosciences 7: 25-29.
[16] Biswas, P. K., R. Chakraborty, et al. (2002). "Effect of blending of soy milk with cow milk on sensory, textural and nutritional qualities of chhana analogue." Journal of Food Science and Technology 39: 702-704.
[17] Abdullah, M., S. Rehman, et al. (2003). "Effect of skim milk in soymilk blend on the quality of ice cream." Pakistan Journal of Nutrition 2: 305-311.
[18] Drake, M. A. and P. D. Gerard (2003). "Consumer attitudes and acceptability of soyfortified yogurts." Journal of Food Science 68: 1118-1122.
[19] Gokce, R. and O. Gursoy (2003). "Effects of soy milk incorporation on some physicochemical and sensory properties, color intensity and the cost of Kashar cheese." Milchwissenschaft 58: 493-498.
[20] Granata, L. A. and C. V. Morr (2009). Improved Acid, Flavor and Volatile Compound Production in a High Protein and Fiber Soymilk Yogurt-like Product." Journal of Food Science 61(2): 331-336.
[21] Malaki Nik, A., M. Alexander, et al. (2011). "Effect of Soy Protein Subunit Composition on the Rheological Properties of Soymilk during Acidification." Food Biophysics 6(1): 26-36.
[22] Roberfroid, M., G. R. Gibson, et al. (2010). "Prebiotic effects: metabolic and health benefits." British Journal of Nutrition 104(SupplementS2): S1-S63.
[23] Meyer, D., S. Bayarri, et al. (2011). "Inulin as texture modifier in dairy products." Food Hydrocolloids 25(8): 1881-1890.
[24] Modzelewska-KapituŁA, M. and L. KŁĘBukowska (2009). "Investigation of the potential for using inulin HPX as a fat replacer in yoghurt production." International Journal of Dairy Technology 62(2): 209-214.
[25] Salvatore, E., M. Pes, et al. (2014). "Replacement of fat with long-chain inulin in a fresh cheese made from caprine milk." International Dairy Journal 34(1): 1-5.
[26] Karimi, R., M. H. Azizi, et al. (2015). "Application of inulin in cheese as prebiotic, fat replacer and texturizer: A review." Carbohydrate Polymers 119(0): 85-100.
[27] Sołowiej, B., P. Glibowski, et al. (2015). "The effect of fat replacement by inulin on the physicochemical properties and microstructure of acid casein processed cheese analogues with added whey protein polymers." Food Hydrocolloids 44: 1-11.
[28] Karimi, R., A. Mortazavian, et al. (2011). "Viability of probiotic microorganisms in cheese during production and storage: a review." Dairy Science & Technology 91(3): 283-308.
[29] Karimi, R., S. Sohrabvandi, et al. (2012). "Review Article: Sensory Characteristics of Probiotic Cheese." Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety 11(5): 437-452.
[30] Wang, H. H. and D. W. Sun (2002). "Correlation between Cheese Meltability Determined with a Computer Vision Method and with Arnott and Schreiber Tests." Journal of Food Science 67(2): 745-749.
[31] Nishinari, K., Y. Fang, et al. (2014). "Soy proteins: A review on composition, aggregation and emulsification." Food Hydrocolloids 39(0): 301-318.
[32] Blecker, C., J. P. Chevalier, et al. (2001). Inulin: Its physicochemical properties and technological functionality.
[33] Beliciu, C. M. and C. I. Moraru (2011). "The effect of protein concentration and heat treatment temperature on micellar casein–soy protein mixtures." Food Hydrocolloids 25(6): 1448-1460.
[34] Tay, S. L., G. Q. Xu, et al. (2005). "Aggregation profile of 11S, 7S and 2S coagulated with GDL." Food Chemistry 91(3): 457-462.
[35] Grygorczyk, A., I. Lesschaeve, et al. (2013). "Impact of Structure Modification on Texture of a Soymilk and Cow's Milk Gel Assessed Using the Napping Procedure." Journal of Texture Studies 44(3): 238-246.
[36] Grygorczyk, A., L. Duizer, et al. (2014). "Gelation of recombined soymilk and cow's

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-11-28]

milk gels: Effect of homogenization order and mode of gelation on microstructure and texture of the final matrix." Food Hydrocolloids 35(0): 69-77.

[37] Brunner, J. R. (1981). "Cow Milk Proteins: Twenty-Five Years of Progress1." Journal of Dairy Science 64(6): 1038-1054.

[38] Balkır, P. and M. Metin (2011). "physicochemical and textural properties of imitation fresh kashar cheese spread from casein,caseinates and soy protein." GIDA 36(1): 17-24.

[39] Paseephol, T., D. M. Small, et al. (2008). " Rheology and texture of set yogurt as affected by inulin addition." Journal of Texture Studies 39(6): 617-634.

[40] Chambre, M. and J. Daurelles, Eds. (2000). Processed cheese. Cheesemaking: from science to quality assurance, Lavoisier Publishing Inc.

[41] Chen, W., X. LI, et al. (2014). "Review: Emulsification properties of soy bean protein." nusantara bioscience 6(2): 196-202.

[42] Jourdain, L., M. E. Leser, et al. (2008). "Stability of emulsions containing sodium caseinate and dextran sulfate: Relationship to complexation in solution." Food Hydrocolloids 22(4): 647-659.

[43] Awad, R. A., L. B. Abdel-Hamid, et al. (2002). "Texture and Microstructure of Block Type Processed Cheese with Formulated Emulsifying Salt Mixtures." LWT - Food Science and Technology 35(1): 54-61.

[44] Fox, P. F., J. A. Lucey, et al. (1990). "Glycolysis and related reactions during cheese manufacture and ripening." Critical Reviews in Food Science and Nutrition 29(4): 237-253.

[45] McSweeney, P. L. H. (2004). "Biochemistry of cheese ripening." International Journal of Dairy Technology 57(2-3): 127-144.

[46] Hayaloglu AA, Cakmakci A, Brechany EY, Deegan, KC, McSweeney PLH. 2007. Microbiology, biochemistry, and volatile composition of Tulum cheese ripened in goat's skin or plastic bags. J Dairy Sci 90:1102–1121.

[47] Solina, M., Baumgartner, P., Johnson, R. and Whitfield, F. (2005), 'Volatile aroma components of soy protein isolate and acid-hydrolysed vegetable protein', *FOOD CHEMISTRY*, vol 90, no 4 , pp 861 - 873

[48] Beliciu, C. M. and C. I. Moraru (2013). "Physico-chemical changes in heat treated micellar casein – Soy protein mixtures." LWT - Food Science and Technology 54(2): 469-476.

[49] El-Nimr, A.A.; Hesham, A. E., M. M.; El-Abd, A. A., Mehriz; Hayam, M. A., and Hala, M. B.2010. Water Activity, Color Characteristics and Sensory Properties of Egyptian Gouda Cheese during Ripening. Journal of American Science.

[50]Wang HH, Sun DW. Melting characteristics of cheese: analysis of effects of cooking conditions using computer vision technology. J Food Engin 2002; 51: 305-10.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-11-28]

Evaluating of processed spreadable cheese formulation made from Kuope cheese, Soy protein isolate (SPI) and inulin

Vaziri, M.[1] , Mazaheri Tehrani, M.[2 *], Mortazavi, S. A.[2] , Esmaiili, M [3]

1. Ph.D Student, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad
2. Department of Food Science and Technology, Ferdowsi University of Mashhad
3. Department of Food Science and Technology, Urmia University of Urmia

(Received: 2015/09/05 Accepted:2016/01/19)

In order to study the effects of Koupe cheese, soy protein isolate (SPI) and inulin on physical and sensory properties of processed cheese an experiment was conducted using a factorial layout in a completely randomized design with three replications. The levels of studied factors included: 0 and 15% Koupe, 0 and 20% SPI, 0 and 7% inulin. Results of this experiment showed that the main and interaction effects of variables on investigated properties were significant ($p < 0.01$). Accordingly, SPI application resulted in the increase of firmness increase(48.82 N*s), oiling-off (175.07%) and decreasing of cohesiveness(0.42), softness(2.828), meltability(103.27%), spreadability(2.986), taste(2.056) and aroma(2.694), whereas inulin application increased spreadability(4.25), meltability(116.04%), cohesiveness(0.8) and decreased oiling-off (148.95%) and firmness(13.734 N*s). In addition Koupe cheese led to increase softness(4.028), spreadability(3.542), meltability(107.68%), oiling-off(260.3), taste(4.083) and aroma(4.528) and decrease firmness(20.601 N*s) and cohesiveness(0.67) of formulations. Color evaluation indicated that variable affected the L*a*b parameters in cheese samples, so that the L* parameter was increased by SPI and Koupe cheese application but was decreased by inulin application. The a* parameter was increased by SPI and Koupe cheese and the b* parameter was increased by Koupe cheese and inulin application.

Key word: Processed cheese, physicochemical properties, Kuope cheese, Soy protein isolate (SPI) and inulin

* Corresponding Author E-Mail Address: mmtehrani57@gmail.com

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-11-28]