اثر صمغ زانتان و ایزوله پروتئین سویا بر ویژگی های فیزیکوشیمیایی پنیر پروسس

نعیمه عابدینی[1]، علی نصیرپور[2]، لیلا ناطقی[3*]

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی ورامین-پیشوا
۲- استادیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان
۳- استادیار، گروه علوم و صنایع غذایی، واحد ورامین پیشوا، ، دانشگاه آزاد اسلامی، ورامین- ایران

(تاریخ دریافت: ۹٤/۰٤/۲۰ تاریخ پذیرش: ۹۵/۰۳/۱٦)

چکیده

پنیر پروسس یکی از پنیرهای اصلی و پیشتاز در دنیا است که به عنوان یک ترکیب در فرمولاسیون‌های غذایی مختلف استفاده می‌شود. در پنیر پروسس نمک‌های امولسیون کننده نقش مهمی در ایجاد بافت یکنواخت با ویژگی‌های فیزیکی مطلوب دارند، با این وجود مصرف این نمک‌ها برای سلامتی بشر مناسب نمی‌باشد لذا امروزه بمنظور کاهش میزان فسفر، افزایش نسبت کلسیم به فسفات و کاهش مصرف سدیم و ترکیبات آن برای تولید پنیرهای پروسس یا آنالوگ بدون استفاده از نمک‌های امولسیون کننده تجاری بر پایه فسفات و پلی‌فسفات‌ها تلاش می‌شود که منجر به تولید محصولات جدید فراسودمند می‌شود. در این تحقیق اثر صمغ زانتان (۰/۱ تا ۰/٤ درصد وزنی) و ایزوله پروتئین سویا (۰/۵ تا ۲ درصد وزنی) به عنوان جایگزین بخشی از نمک‌های امولسیون‌کننده (۰ تا ۲ درصد وزنی) بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی پنیر پروسس مورد ارزیابی قرار گرفت. طبق آزمایشات اولیه از نظر فیزیکی و حسی، نمونه بهینه که شامل ۰/۳۸ ٪ وزنی/وزنی صمغ زانتان، ۲ ٪ وزنی/وزنی ایزوله پروتئین سویا، ۱/۰۹۰ ٪ وزنی/وزنی نمک امولسیون کننده بود انتخاب گردید و ویژگی‌های بافت، رنگ و اسیدیته و pH نمونه مذکور در مقایسه با نمونه شاهد در طی ٦۰ روز نگهداری اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که در طی نگهداری میزان سفتی، صمغی بودن، قابلیت جویدن، قابلیت ارتجاع، pH و شاخص b^* در نمونه‌های بهینه و شاهد کاهش یافت و شاخص a^* تنها در نمونه شاهد کاهش یافت. در مقابل پیوستگی، چسبندگی، قابلیت ذوب، اسیدیته و شاخص L^* در هر دو نمونه افزایش یافت.

کلید واژگان: صمغ زانتان، ایزوله پروتئین سویا، نمک امولسیون کننده، پنیر پروسس

*مسئول مکاتبات: leylanateghi@yahoo.com

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-10-12]

۱- مقدمه

پنیرپروسس یک محصول لبنی است که برخلاف پنیرمعمولی مستقیما" از شیر تهیه نمی‌شود، بلکه درنتیجه خرد کردن و مخلوط کردن یک یا بیش از یک پنیرمعمولی با درجات رسیدگی مختلف به همراه دیگر اجزاء لبنی یا غیرلبنی و سپس تبدیل این مخلوط به یک ماده ذوب شده همگن، صاف و نرم با استفاده از حرارت، اعمال برش (هم زدن) و افزودن نمک‌های امولسیون کننده تولید می شود. نمک‌های امولسیون کننده ترکیبات یونی متشکل از کاتیون‌های یک ظرفیتی و آنیون های دو ظرفیتی (فسفات و سیترات) هستند که به‌صورت جداگانه و یا ترکیبی بمنظور ایجاد ویژگی‌هایی از جمله بافت مناسب، ثبات و استحکام، گسترش پذیری و قابلیت ذوب در محصول نهایی مورد استفاده قرار می‌گیرند [۱ و۲]. عملکرد آنها در پنیر پروسس شلاته کردن کلسیم و تنظیم pH می‌باشد. به این ترتیب که کلسیم دو ظرفیتی از شبکه پارا-کازئین با سدیم یک ظرفیتی نمک امولسیون کننده مبادله می‌شود. به این عمل شلاته کردن کلسیم گفته می‌شود که سبب شکستگی جزئی ماتریکس پارا-کازئین به دلیل شکستگی اتصالات داخلی و خارجی پروتئین می‌گردد. تبدیل شبکه ژلی کلسیم پارا-کازئین به سدیم فسفات پارا-کازئین پراکنده شده، به طور قابل توجهی بر شرایط فرایند و نمک امولسیون کننده‌ای که در فرمولاسیون استفاده می‌شود اثرگذار می‌باشد [۳و۲]. اثر نمک‌های امولسیون کننده در اتصال با کلسیم وابسته به ظرفیت، نوع اجزاء یونی تشکیل دهنده نمک‌امولسیون کننده، pH، مقاومت‌یونی، درجه حرارت و ... است [٤].

به طور معمول در تولید پنیر پروسس نمک‌های سدیم فسفات‌ها و پلی فسفات‌ها بیشترین استفاده را دارند. اگرچه فسفات یک ماده ضروری برای بدن انسان می‌باشد، اما استفاده بیش از اندازه از آن بخصوص زمانیکه با کاهش مصرف کلسیم همراه باشد، می‌تواند سبب پوکی استخوان شود [۵]. نسبت مولاری مطلوب Ca : P در رژیم غذایی ۱ : ۱ یا بالاتر است [٦و۷]. در پنیر پروسس مقدار بالای فسفات، سبب کاهش نسبت Ca : P (۳-۱/۵ : ۱) می‌گردد. از طرف دیگر نمک‌های امولسیون کننده دارای مقدار زیادی سدیم هستند (بالای W/W ۳۰٪) و همانطور که تحقیقات نشان می‌دهد مقادیر بالای سدیم در رژیم غذایی به عنوان یک فاکتور خطر برای بسیاری از بیماری‌ها است [۸]. به همین دلیل مطالعاتی در زمینه تولید پنیر پروسس یا پنیرهای مشابه آن بدون استفاده از نمک‌های امولسیون کننده (فسفات و پلی فسفات‌ها) و در راستای افزایش نسبت Ca : P و کاهش مصرف سدیم انجام شده است.

کاریک و کالاب (۱۹۹۷) امکان تولید پنیر پروسس با استفاده از ۱ درصد نمک امولسیون کننده (کاهش ۵۰ درصدی میزان نمک امولسیون کننده) را بررسی کردند [۹]. همچنین اسچافر و همکاران (۲۰۰۱، ۱۹۹۹) ، مطالعاتی بر روی تولید پنیرهای پروسس با استفاده از هیدروکلوئیدهای گیاهی به عنوان جایگزین فسفات‌ها و اورتوفسفات‌ها انجام دادند [۱۰ و ۱۱] . سرنیکوا و همکاران (۲۰۱۰) از هیدروکلوئیدها به عنوان جایگزین نمک‌های امولسیون کننده سیترات و فسفات برای تولید پنیر پروسس استفاده کردند. لادکا و همکاران (۲۰۱٤) نیز طی مطالعه ای خصوصیات پنیرهای پروسس تهیه شده از نمک‌های امولسیون کننده تجاری و پنیرهای پروسس تولید شده با کاپا کاراگینان به عنوان جایگزین نمک‌های امولسیون کننده را بررسی کردند [۱۲ و ۱۳].

یکی از موادی که به دلیل داشتن خاصیت امولسیفایری می‌تواند به عنوان جایگزین نمک‌های امولسیون کننده مورد استفاده قرار گیرد، ایزوله پروتئین سویا می‌باشد. سویا منبع عالی از پروتئین-های با کیفیت می‌باشد و استفاده‌های زیادی در تغذیه بشر دارد. پروتئین سویا در مقایسه با دیگر پروتئین‌های گیاهی دارای خصوصیات امولسیون‌کنندگی گسترده‌ای می‌باشد. ایزوله پروتئین سویا با جداسازی چربی، قندهای محلول، قندهای نامحلول و فیبر رژیمی از لوبیای سویا بدست می‌آید و به طور معمول به علت ارزش تغذیه‌ای و خصوصیات عملکردی بالا به عنوان یک ترکیب عملگرا در فرمولاسیون‌های غذایی استفاده می‌شود [١٤و١٥].

صمغ زانتان یک پلی‌ساکارید خارج سلولی با وزن مولکولی بالا می‌باشد که توسط باکتری زانتوموناس تولید می‌شود [١٦]. این صمغ دارای شاخه‌های ١،٤ بتا دی گلوکز و شاخه‌های جانبی تری ساکاریدی است که به طور متناوب به شاخه‌های دی گلوکوزیل متصل شده اند. این صمغ در سرعت برش پایین ویسکوزیته بالایی ایجاد می‌نماید، بنابراین سبب تغلیظ و پایداری

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-10-12]

امولسیون‌ها می‌شود [۱۷]. از این رو با توجه به خصوصیات مطلوب ذکر شده، در این تحقیق از ایزوله پروتئین سویا و صمغ زانتان به عنوان جایگزین بخشی از نمک‌های امولسیون کننده استفاده شد.

هدف از این پژوهش استفاده از صمغ زانتان و ایزوله پروتئین سویا به عنوان جایگزین بخشی از نمک‌های امولسیون کننده و بررسی خصوصیات بافتی، شیمیایی و رنگ پنیرهای پروسس تولید شده می‌باشد.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- مواد

پنیر پاستوریزه رسیده در آب نمک از شرکت شیر پاستوریزه و فرآورده‌های لبنی پگاه گلپایگان، پنیر سفید تازه تولید شده به روش فراپالایش[1] از شرکت فراورده‌های لبنی ستاره شرق خراسان رضوی و خامه پاستوریزه با درصد چربی بالا (۷۰ درصد) از کارخانه فراورده‌های لبنی صبحگاه اصفهان تهیه شد. از نمک کرینو[2] (Adita Birla ,Thailand) به عنوان نمک امولسیون کننده فسفاته در فرمول پنیر پروسس استفاده شد. پودر ایزوله پروتئین سویا (درجه خلوص ۹۱ درصد) و پودر صمغ زانتان (مارک Gelimax) نیز به ترتیب از شرکت Yuxin (شاندونگ-چین) و شرکت بهین آزما (شیراز-ایران) تهیه شدند.

۲-۲- دستگاه‌ها و تجهیزات مورد استفاده

دستگاه‌های مورد استفاده در این تحقیق عبارت‌اند از، بن ماری ساخت شرکت ممرت آلمان مدل WB22؛ pH متر ساخت شرکت جنوی آمریکا مدل ۳۳۳۰؛ ترازوی آزمایشگاهی متلر[3] ساخت انگلستان (با دقت mg ۰/۰۱±)؛ هموژنایزر اولتراتوراکس[4] دیجیتال مدل IKA T25 آلمان؛ همزن آزمایشگاهی هیدولف ساخت آلمان؛ دستگاه آنالیز بافت ساخت شرکت بروکفیلد آمریکا مدل LFRA 4500؛ سانتریفوژ سیگما، ساخت آلمان؛ دوربین عکاسی دیجیتالی کنون[5] (مدل PC1742).

1. Ultrafiltration
2. Corino Emulsifying Salt
3. Mettler
4. Ultra-Turrax IKA T25 digital
5. Canon

۲-۳- آماده سازی پنیرهای پروسس حاوی صمغ زانتان و ایزوله پروتئین سویا

بر اساس آزمایشات مقدماتی فرمول مورد نظر تعیین و پنیر پروسس مطابق با روش سرنیکوا و همکاران (۲۰۰۸) به همراه تغییراتی تولید شد. ابتدا مواد اولیه شامل ۸۲ ٪ وزنی/وزنی پنیر سفید تازه و رسیده، ۱۲ ٪ وزنی/وزنی خامه، ۰/۳۸ ٪ وزنی/وزنی صمغ زانتان، ۲ ٪ وزنی/وزنی ایزوله پروتئین سویا، ۱/۰۹۰ ٪ وزنی/وزنی نمک امولسیون کننده وآب برای هر فرمول توزین شدند. سپس پنیر سفید تازه و رسیده داخل ظرف مناسبی ریخته شده و توسط همزن پره‌ای (هیدولف ساخت آلمان) با سرعت ۵۰۰ دور در دقیقه به مدت ۱ دقیقه پیش مخلوط شدند. پس از آن صمغ زانتان که از قبل هیدراته شده بود به مخلوط اضافه و ظرف محتوی مخلوط در حمام آب جوش (۹۸-۹۵ درجه سانتی-گراد) قرار داده شد تا دمای مخلوط به حدود ۵۰ درجه سانتی گراد برسد. در مرحله بعد خامه ای که از قبل با استفاده از هموژنایزر (اولتراتوراکس) با سرعت ٤۰۰۰ دور بر دقیقه به مدت ۲ دقیقه هموژن و با ایزوله پروتئین سویا مخلوط شده بود، همراه با نمک امولسیون کننده به مخلوط اضافه‌گردید. پس از اینکه محتویات ظرف توسط همزن پره‌ای با سرعت ۵۰۰ دور بر دقیقه به مدت ۲ دقیقه و سرعت ۱۰۰۰ دور بر دقیقه به مدت ۱ دقیقه مخلوط شد، مجددا" به مدت ۱۰ دقیقه در حمام آب جوش قرارگرفت تا دمای آن به ۷۵-۷۰ درجه سانتی‌گراد برسد. سپس توسط همزن پره‌ای با سرعت ٤۰۰۰ دور بر دقیقه به مدت ۱ دقیقه مخلوط شده و مجددا" در حمام آب جوش قرارگرفت تا دمای نهایی مخلوط به ۹۰ درجه سانتی‌گراد برسد. در آخر ظرف حاوی مخلوط از حمام آب خارج گردید و جهت ایجاد یک مخلوط صاف و هموژن در مرحله اول با سرعت ۵۰۰ دور بر دقیقه به مدت ۱ دقیقه توسط همزن و در مرحله دوم با سرعت٤۰۰۰ دور بر دقیقه به مدت ٤ دقیقه توسط هموژنایزر هموژن شد. پس از اتمام هموژنیزاسیون، پنیر پروسس تولیدی با دمای حدود ۷۰ درجه سانتی‌گراد بسته بندی شده و نمونه‌ها در یخچال نگهداری شدند و به ترتیب در بازه‌های زمانی روز اول، روز هفتم، روز سی‌ام و روز شصتم پس از تولید مورد آزمایش قرار گرفتند [۱۸].

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-10-12]

نمونه شاهد نیز مشابه با نمونه حاوی صمغ زانتان و ایزوله پروتئین سویا تهیه شد، با این تفاوت که این نمونه حاوی ۲٪ وزنی-وزنی نمک امولسیون کننده بوده و در تهیه آن از صمغ زانتان و ایزوله پروتئین سویا استفاده نشد.

۲-٤- تیمارهای مورد مطالعه در این تحقیق

محدوده‌ی متغیرهای مورد مطالعه در این تحقیق شامل، صمغ زانتان ۰/۱ تا ۰/٤ درصد وزنی، نمک امولسیون کننده ۰ تا ۲ درصد وزنی و ایزوله پروتئین سویا ۰/۵ تا ۲ درصد وزنی بود که طبق آزمایشات اولیه از نظر فیزیکی و حسی و مقایسه با نمونه شاهد مقادیر بهینه که شامل ۰/۳۸ ٪ وزنی/وزنی صمغ زانتان، ۲ ٪ وزنی/وزنی ایزوله پروتئین سویا، ۱/۰۹۰ ٪ وزنی/وزنی نمک امولسیون‌کننده بود مشخص شد و طی ٦۰ روز نگهداری نمونه مذکور با نمونه شاهد مقایسه گردید.

۲-۵- تحلیل آماری

در بررسی اثر دوره نگهداری بر خصوصیات کیفی فرمولاسیون حاوی صمغ زانتان و ایزوله پروتئین سویا و فرمول شاهد تجزیه-ی آماری نتایج به دست آمده با استفاده از طرح اسپلیت پلات در قالب زمان با نرم افزار SAS صورت گرفت و از آزمون LSD نیز برای مقایسه میانگین‌ها استفاده شد.

۲-٦- آزمایشات فیزیکوشیمیایی

۲-٦-۱- آنالیز بافت

اندازه‌گیری خصوصیات بافتی پنیرهای پروسس تولید شده با استفاده از دستگاه آنالیز بافت (ساخت شرکت بروکفیلد آمریکا مدل LFRA 4500) مجهز به سل بارگذار ۵ کیلوگرمی و پروب TA_3 با قطر ۲۵/٤ میلی‌متر انجام گرفت. ظرف نمونه دارای قطر ٦۰ میلی‌متر و ارتفاع ٦۵ میلی‌متر بود. پس از تنظیم دستگاه نمونه‌ها در مکان مورد نظر قرار گرفته و آزمون با ۲ سیکل متمادی با سرعت ۱ میلی‌متر بر ثانیه تا عمق ۱۰ میلی‌متر انجام شد [۱۹]. ویژگی‌های بافتی شامل سختی، پیوستگی، قابلیت ارتجاع، چسبندگی، صمغی بودن و قابلیت جویدن از منحنی نیرو-تغییر شکل بدست آمد.

ویژگی‌های بافتی مورد بررسی که از منحنی نیرو-تغییر شکل حاصل عبارت است از :

سفتی[6]: حداکثر نیروی مورد نیاز جهت فشرده شدن نمونه‌ها (معادل ارتفاع اوج نیرو در مرحله فشردن است)

پیوستگی[7]: قابلیت پهن‌شدگی و افزایش طول نمونه قبل از شکستن بافت (مساحت نیروی مثبت فشردن در سیکل دوم به سیکل اول) در منحنی است.

قابلیت ارتجاع[8] : توانایی نمونه برای بازگشت به شکل اولیه بعد از حذف نیروی تغییر شکل‌دهنده که در منحنی معادل مسافتی است که ماده غذایی طی زمان، ارتفاع اولیه خود را بازیابی می-کند.

چسبندگی[9]: کار مورد نیاز برای غلبه بر نیروی جاذبه بین سطح ماده و سطح سایر موادی که با ماده در تماس هستند.

صمغی بودن[10]: مقدار نیروی مورد نیاز برای از هم پاشیدن نمونه به منظور بلعیدن می‌باشد و از حاصلضرب سفتی در چسبندگی بدست می‌آید.

قابلیت جویدن[11]: کار لازم برای جویدن و خمیر کردن نمونه برای بلع است و از حاصلضرب قابلیت ارتجاع در میزان صمغی بودن بدست می‌آید (۲۰).

۲-٦-۲- قابلیت ذوب

۲-٦-۲-۱- آماده سازی نمونه‌ها و انجام آزمون

در این تحقیق برای اندازه‌گیری قابلیت ذوب از روش اصلاح شده شرایبر با کمک فناوری پردازش تصویر استفاده شد. در ابتدا با استفاده از یک حلقه فلزی نمونه‌هایی، با ضخامت تقریبی ۵ میلی‌متر و قطر ۲۰ میلی‌متر تهیه شدند. سپس نمونه‌های پنیر در مرکز یک پلیت شیشه‌ای دارای کاغذ صافی قرار داده شد و درپوش شیشه ای بر روی آن قرار گرفت. پلیت شیشه ای درپوش‌دار به همراه نمونه وارد آون با گردش هوای اجباری شد و نمونه‌ها به مدت ۱۵ دقیقه در دمای $90\ ^{\circ}C$ حرارت دیدند. پس از خروج از آون، درپوش پلیت شیشه ای برداشته شده و به مدت ۵ دقیقه در دمای محیط خنک شد. عکس‌برداری از نمونه‌ها با کمک سیستم کامپیوتر بینایی و پردازش تصویر قبل و بعد از

6. Hardness
7. Cohesiveness
8. Springiness
9. Adhesiveness
10. Gumminess
11. Chewiness

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-10-12]

حرارت‌دهی در آون انجام شد. این آزمایش برای هر فرمول در ۳ تکرار انجام شد [۲۱].

۲-٦-۲-۲- سیستم کامپیوتر بینایی و پردازش تصویر

این سیستم شامل یک اتاقک نورپردازی به ابعاد ٦٠×٥٠×٥٠ (طول، عرض و ارتفاع) مجهز به یک لامپ کم مصرف (٦٠ وات) جهت تأمین نور لازم برای عکس گرفتن می‌باشد. عکسبرداری توسط یک دوربین دیجیتال که در فاصله ثابتی از نمونه تنظیم شده بود انجام شد. تصاویر گرفته شده جهت آنالیز بعدی به فرمت RGB ذخیره شد. تصویر نمونه پنیر از زمینه عکس با کمک نرم‌افزار Adobe Photoshop CS5 ME نسخه ۹ جدا شد. سپس عملیات آستانه‌یابی[12] و تعیین مساحت نمونه با استفاده از نرم‌افزار Clemex نسخه ٤ صورت گرفت.

۲-٦-۲-۳-تعیین خصوصیت ذوب

خصوصیت ذوب پنیر با اندازه گیری «درجه ذوب»[13] تعیین شد. برای اندازه‌گیری درجه ذوب، سطح ورقه‌های پنیر از تصاویر گرفته شده استخراج گردید و درجه ذوب با استفاده از رابطه زیر محاسبه شد:

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

که در این رابطه MD_f، A_f و A_0 به ترتیب نشان‌دهنده درجه ذوب (درصد)، سطح پنیر در انتهای آزمون ذوب (mm^2) و سطح اولیه نمونه (mm^2) می‌باشند.

۲-٦-۳- رنگ

رنگ و ظاهر ماده غذایی اولین پارامتری است که توسط مصرف کننده مورد بررسی و ارزیابی قرار می گیرد و فاکتور مهمی در پذیرش یا رد محصول حتی قبل از قرار دادن در داخل دهان می‌باشد. خصوصیات ظاهری به شناخت فساد یا نقص در محصول نیز کمک می کنند [۲۲].

جهت اندازه گیری رنگ موادغذایی معمولاً از شاخص‌های Labاستفاده می کنند. در این مطالعه نیز برای بررسی رنگ نمونه‌ها از تصویر برداری دیجیتالی و تعیین شاخص‌های a^*، b^* و L^* توسط نرم افزار فتوشاپ استفاده شد. جهت مقایسه و اندازه‌گیری

شاخص‌های رنگی باید در طی عکسبرداری شرایط ثابت و یکنواختی فراهم شود. به این منظور نمونه‌ها در داخل پتری‌های شیشه‌ای قرار گرفته و سطح آنها صاف و یکنواخت گردید. دلیل صاف نمودن سطح نمونه‌ها بازتابش نور به سمت سقف جعبه و پخش یکنواخت نور می‌باشد تا از تابش مستقیم نور به سطح نمونه، پدیده برق افتادگی بر روی سطح نمونه‌ها (به خصوص نمونه‌هایی که سطح صاف دارند) و تشکیل سایه جلوگیری شود. سپس نمونه‌ها در جعبه ای به ابعاد ٦٠×٥٠×٥٠ (طول، عرض و ارتفاع) قرار داده شدند و عکسبرداری توسط یک دوربین دیجیتال (Canon-Power Shot SX260 HS) در ۳ تکرار انجام شد. بمنظور استاندارد کردن شاخص‌های رنگی از کارت‌های استاندارد رنگ (رال) نیز عکسبرداری شد و سپس عکس‌ها به برنامه فتوشاپ منتقل و میانگین رنگ نقاط مختلف نمونه‌ها تعیین گردید [۲۳].

۲-٦-٤- اندازه گیری pH و اسیدیته

بمنظور اندازه‌گیری pH، الکترود pH متر پس از کالیبره شدن مستقیماً در پنیر فرو برده شد و pH خوانده شد.

اسیدیته قابل تیتر پنیرپروسس نیز بر حسب درصد اسید لاکتیک محاسبه شد [٢٤].

۳- نتایج و بحث

۳-۱- آنالیز بافت

نتایج مربوط به آنالیز بافت طی ٦٠ روز نگهداری در جدول ۱ نشان داده شده است. مطابق با نتایج بدست آمده، سفتی نمونه‌ها در طی ٦٠ روز نگهداری روند کاهشی داشته است. کاهش سفتی بافت پنیرهای پروسس در طی زمان به دلیل فرایند پروتئولیز می‌باشد که منجر به تغییرات بافتی در پنیرها شده است و با شکستن شبکه پروتئینی منجر به آزاد شدن پپتیدهای کوچک و آمینواسیدها شده است. از طرفی با کاهش pH در طی نگهداری، برهم‌کنش‌های میان پروتئین-کلسیم نیز کاهش یافته و سبب کاهش سفتی بافت می‌گردد [۲۵و۲٦]. این نتایج با یافته‌های امینی‌فر و همکاران (۱۳۹۳) در بررسی اثر زانتان و پروتئین شیر تغلیظ شده در پنیر آب‌نمکی کم‌چرب، مطابقت دارد [۲۷]. همانطور که در جدول ۱ نشان داده شده است، نمونه حاوی صمغ زانتان و ایزوله پروتئین سویا در مقایسه با نمونه شاهد بافت

12. Thresholding
13. Melting Degree

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-10-12]

سفت‌تری داشت و این اختلاف در تمام زمان‌ها معنی‌دار بود. دلیل سفتی بیشتر نمونه تولید شده با فرمولاسیون جدید در مقایسه با نمونه شاهد حضور صمغ زانتان و ایزوله پروتئین سویا در کنار هم و برهم‌کنش این دو ترکیب در این نمونه می‌باشد. همینطور صمغ زانتان به علت توانایی بالا در جذب آب و افزایش ویسکوزیته و قوام و ایزوله پروتئین سویا نیز به علت ایجاد پیوستگی و ساختار ژلی محکم می‌تواند دلیل سفتی بیشتر بافت در این نمونه باشد.

مطابق با جدول ۱ میزان پیوستگی بافت پنیرهای پروسس در طی انبارداری افزایش یافته است ولی اختلاف معنی‌داری بین نمونه‌ها در طی زمان مشاهده نشد. تغییرات در صمغی بودن پنیرهای پروسس طی زمان روند کاهشی داشته است که این تغییر، روندی مشابه با میزان سفتی داشته است و بین نمونه شاهد و نمونه حاوی صمغ زانتان و ایزوله پروتئین سویا در طی زمان اختلاف معنی داری وجود دارد. همانطور که انتظار می‌رود قابلیت جویدن نمونه حاوی صمغ زانتان و ایزوله پروتئین سویا و نمونه شاهد در طی زمان روند کاهشی را به دنبال داشته است که این روند نیز با تغییرات سفتی بافت در طی نگهداری مشابه است زیرا پنیرهای سفت‌تر به سختی جویده می‌شوند. این نتایج با یافته‌های آواد و همکاران (۲۰۰۵) مطابقت دارد.

همانطور که در جدول ۱ نشان داده شده است با گذشت زمان میزان چسبندگی بافت پنیرهای پروسس حاوی فرمولاسیون جدید و شاهد افزایش یافته است. لادکا و همکاران (۲۰۱٤) نیز در بررسی تأثیر رسیدگی پنیر برخصوصیات پنیر پروسس بدون نمک‌های امولسیون‌کننده تجاری به این نتیجه رسیدند که در نمونه‌های حاوی کاپاکاراگینان با افزایش دوره نگهداری نسبت چسبندگی افزایش یافته است. آواد و همکاران (۲۰۰۵) افزایش در میزان چسبندگی پنیرهای چدار را به افزایش توانایی پروتئین‌ها برای برهم‌کنش با آب نسبت دادند که ممکن است در طول رسیدن اتفاق بیافتد [۲۸و۱۳].

خصوصیت دیگری که مورد بررسی قرار گرفت قابلیت ارتجاع بود. نتایج نشان داد که در هر دو نمونه با گذشت زمان قابلیت ارتجاع کاهش یافته است که این امر به علت پروتئولیز ایجاد شده در طی دوره رسیدن است که منجر به شکستن شبکه کازئینی می‌شود [٤]. آواد و همکاران (۲۰۰۵) بیان کردند که کاهش قابلیت ارتجاع نمونه‌های پنیر چدار در طی رسیدن به علت هیدرولیز مولکول‌های پاراکاپا کازئین می‌باشد [۲۸].

Table 1 Textural properties of control processed cheese and the sample containing xanthan gum and soy protein isolated stored at 4 °C during 60 days.

Cheese samples	Storage Time (Day)	Hardness (gr)	Cohesiveness	Adhesiveness (gr × s)	Gumminess (gr)	Chewiness (gr × mm)	Springiness (mm)
The sample containing xanthan gum and soy protein isolated	1	306.00± 9.500 ^{Aa}	0.556± 0.005 ^{Aa}	-419.702±20.488 ^{Cb}	170.021±3.609 ^{Aa}	1393.744±9.188 ^{Aa}	8.200± 0.120 ^{Aa}
	7	130.250± 2.250 ^{Ba}	0.569± 0.012 ^{Aa}	-168.055± 5.775 ^{Ba}	74.049±0.238 ^{Ba}	573.559±42.232 ^{Ba}	7.754± 0.595 ^{Aa}
	30	65.500± 1.00 ^{Cb}	0.560± 0.010 ^{Aa}	-66.125± 1.180 ^{ABa}	36.699±0.114 ^{Cb}	238.068±24.410 ^{Cb}	6.485± 0.645 ^{Ba}
	60	45.000± 0.500 ^{Db}	0.686± 0.012 ^{Aa}	-33.270± 1.070 ^{Aa}	27.374± 0.770 ^{Db}	156.153±47.607 ^{Da}	5.660± 1.580 ^{Ba}
Control sample	1	115.250± 5.250^{Ab}	0.574± 0.030 ^{Aa}	-134.197± 3.732 ^{Da}	65.977± 3.131 ^{Ab}	536.147±27.086^{Ab}	8.125± 0.025 ^{Aa}
	7	86.500± 0.500 ^{Bb}	0.579± 0.017 ^{Aa}	-110.507± 3.378 ^{Ba}	50.118± 0.295^{Bb}	351.548± 39.654 ^{Bb}	7.010± 0.750 ^{Ba}
	30	110.75±10.250^{Aa}	0.558± 0.001 ^{Aa}	-134.077±5.068 ^{Ca}	61.763± 5.599 ^{Aa}	415.8888± 53.629^{Ba}	6.710± 0.260 ^{Ba}
	60	54.500± 3.500 ^{Ca}	0.607± 0.014 ^{Aa}	-67.750± 5.685 ^{Aa}	33.043± 1.347 ^{Ca}	211.603± 27.812 ^{Ca}	6.450± 1.110 ^{Ba}

$^{A-D}$ Different capital letters indicate significant differences ($p \leq 0.05$) between different times in each treatment.
$^{a-b}$ Different small letters indicate significant differences ($p \leq 0.05$) between the two treatments at the same time.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-10-12]

۳-۲- قابلیت ذوب

مطابق شکل ۱ قابلیت ذوب دو نمونه شاهد و نمونه حاوی صمغ زانتان و ایزوله پروتئین سویا در طی ٦٠ روز نگهداری در طی زمان افزایش یافته است. این افزایش می‌تواند به علت برهم‌کنش-های پروتئین-پروتئین باشد که بر قابلیت ذوب و جریان پنیر اثرگذار بوده است. شبکه کازئینی در پنیر در طول دوره رسیدن نرم‌تر شده و الاستیک بودن آن کاهش یافته است که به علت شکستن αs_1 کازئین بوده است. عوامل دیگری از جمله توزیع مجدد آب در پنیر در طول انبارداری نیز می‌تواند در نرم شدن پنیر نقش داشته باشد. همچنین انحلال فسفات کلسیم کلوئیدی می-تواند از دلایل اصلی کاهش سفتی پنیر و افزایش قابلیت ذوب آن در طول رسیدگی باشد [٤]. از دیگر دلایل افزایش قابلیت ذوب می‌توان به پروتئولیز ایجاد شده در ساختار پنیر در دوره نگهداری اشاره کرد. در طول نگهداری شبکه پنیر رطوبت را جذب کرده، هیدراسیون را افزایش داده و جریان پذیری افزایش یافته است [۲۹]. نتایج آواد و همکاران (۲۰۰۵) نیز با یافته‌های حاصل از این تحقیق همخوانی داشت. در تحقیق حاضر نمونه دارای صمغ زانتان و ایزوله پروتئین سویا دارای ذوب‌پذیری کمتری بود، که این امر به علت وجود ایزوله پروتئین سویا و صمغ زانتان در ترکیب این فرمول است. درواقع ایزوله پروتئین سویا با افزایش درصد پروتئین و ماده خشک پنیر باعث افزایش استحکام این نمونه نسبت به نمونه شاهد شده است. همچنین صمغ زانتان با جمع کردن آب سبب دهیدراته شدن شبکه پروتئینی و افزایش برهم‌کنش‌های پروتئین-پروتئین شده و نهایتا" منجر به کاهش قابلیت ذوب می‌گردد. لادکا و همکاران (٢٠١٤) نیز بیان کردند که قابلیت ذوب در نمونه‌های حاوی کاراگینان در مقایسه با نمونه حاوی نمک امولسیون کننده کمتر است. همچنین در تحقیق دیگری برومل و لی(۱۹۹۰) در بررسی استفاده از هیدروکلوئیدهای آلژینات، گوار و زانتان بمنظور کاهش چربی پنیر پروسس به نتایج مشابهی دست یافتند [۲۸و۳۰و۱۳].

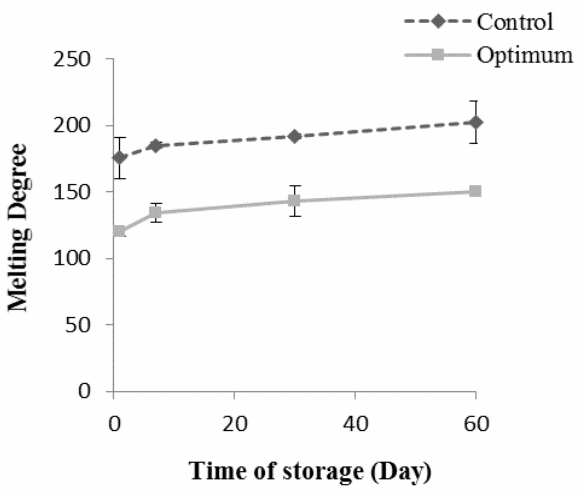

Figure 1- Changes in melting degree of control sample and sample containing xanthan gum and soy protein isolate during 60 days.

۳-۳- رنگ

شکل ۲ تغییرات فاکتورهای a^* ، L^* و b^* را طی٦٠ روز نگهداری نشان می‌دهد. مطابق با نتایج، فاکتور L^* (روشنایی) با گذشت زمان افزایش یافته است. دلیل این امر افزایش برهم‌کنش پروتئین‌ها با یکدیگر در طی نگهداری و افزایش نواحی سطحی پخش کننده نور و انعکاس نور می باشد. نمونه حاوی صمغ زانتان و ایزوله پروتئین سویا نسبت به نمونه شاهد مقدار L^* کمتری داشته است که می‌توان آن را به حضور صمغ زانتان و ایزوله پروتئین سویا در این نمونه نسبت داد که با توجه به رنگ ایزوله پروتئین سویا که زرد روشن می‌باشد از میزان روشنایی کم شده و L^* کمتر است. فاکتور a^* هرچه عدد به سمت منفی پیش برود نشان دهنده این مطلب است که رنگ ماده غذایی به سمت رنگ سبز تمایل پیدا می‌کند و هرچه به سمت مثبت پیشروی کند حاکی از این مطلب است که رنگ ماده غذایی به سمت قرمز متمایل می‌شود [۳۱]. مطابق نمودار شکل ۲ فاکتور a^* برای نمونه شاهد با گذشت زمان کاهش یافته است و در ناحیه سبز قرار گرفته است ولی این فاکتور برای نمونه تولید شده با فرمولاسیون جدید در طی نگهداری بدون تغییر بوده است. همانگونه که در شکل۲نشان داده شده است فاکتور b^* برای هر دو نمونه مثبت و در ناحیه زرد قرار دارد و برای هر دو نمونه شاهد تغییرات معنی-داری در این فاکتور نبوده‌ایم.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-10-12]

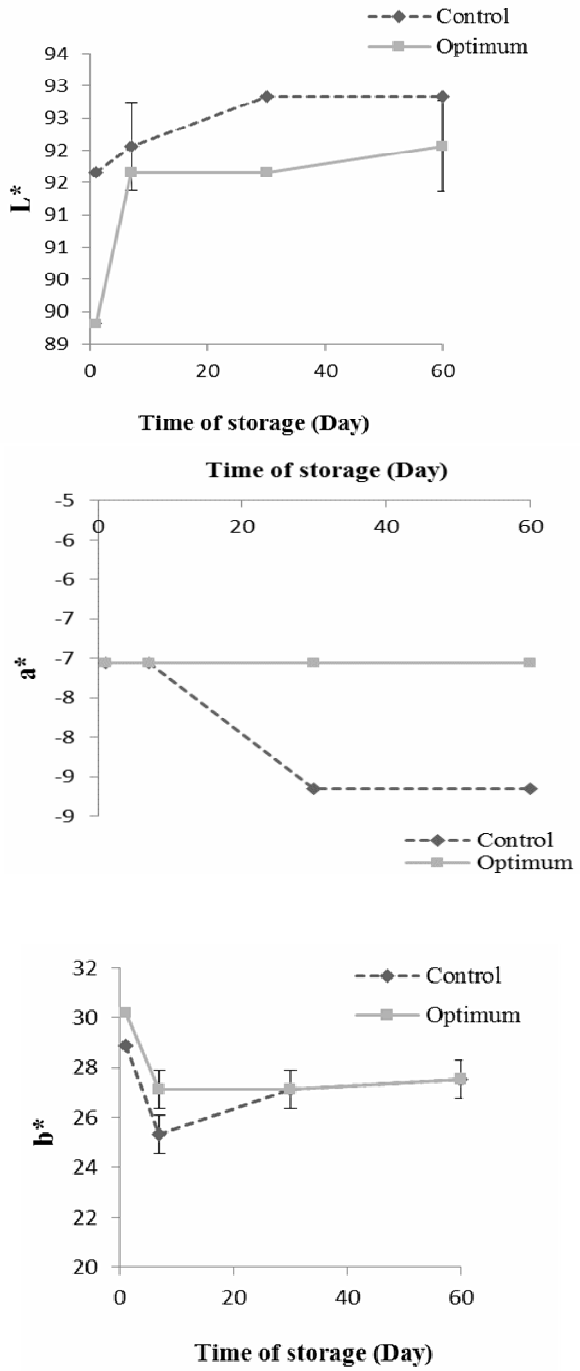

Fig 3 Changes in a^*, L^*, b^* value of control sample and sample containing xanthan gum and soy protein isolate during 60 days ($p \leq 0.05$).

۳-٤- اسیدیته و pH

شکل‌های ٤ و ٥ به ترتیب نشان‌دهنده میزان تغییرات pH و اسیدیته نمونه شاهد و نمونه حاوی صمغ زانتان و ایزوله پروتئین سویا در طی ٦٠ روز نگهداری می باشند. مطابق با نمودار شکل ٤ اسیدیته نمونه‌های پنیر پروسس با گذشت زمان افزایش یافته است. در بررسی pH پنیرهای پروسس، کمترین مقدار مربوط به روز ٦٠ نگهداری و برابر با ٥/٦٢٥ و بیشترین مقدار مربوط به روز ١ نگهداری و برابر با ٥/٨١٣ بوده است. مطابق نمودار شکل ٥، pH پنیرهای پروسس در طی دوره رسیدگی کاهش یافته است. در طی نگهداری در اثر فعالیت میکروارگانیسم‌ها اسید لاکتیک تولید می شود و کاهش pH و افزایش اسیدیته به طور عمده مربوط به تولید این اسید آلی است که در مقایسه با سایر اسیدهای آلی بیشتر تولید شده است.

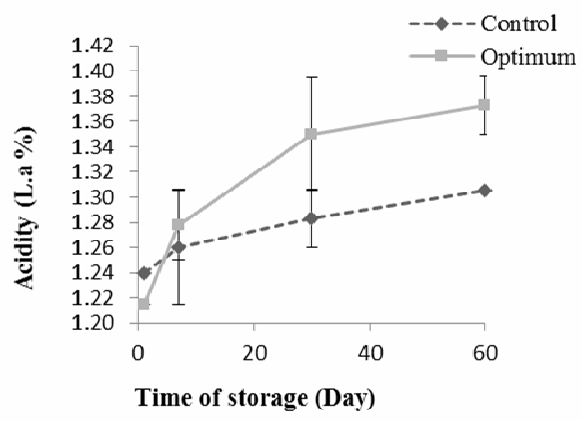

Fig 4 Changes in acidity of control sample and sample containing xanthan gum and soy protein isolate during 60 days.

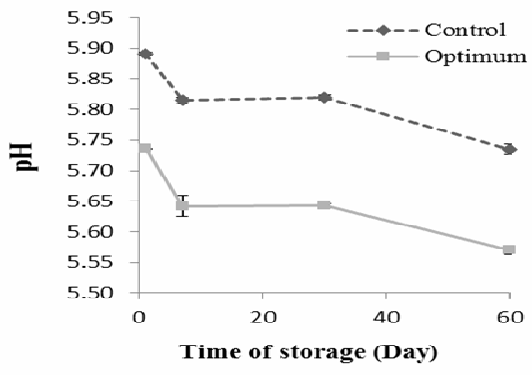

Fig 5 Changes in pH of control sample and sample containing xanthan gum and soy protein isolate during 60 days.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-10-12]

٤- نتیجه گیری

به‌طور کلی استفاده از نمک‌های امولسیون کننده فسفاته در فراوری پنیرهای پروسس به دلیل حضور سدیم و فسفات در ترکیب آنها برای سلامتی نامطلوب می‌باشد. سدیم در تغذیه بشر به عنوان یک فاکتور خطر برای بسیاری از بیماری‌ها مطرح است و رژیم دارای نسبت فسفر به کلسیم بالا، باعث از دسترس خارج شدن کلسیم و کمبود آن می‌گردد. بنابراین استفاده از جایگزین-های نمک‌های امولسیون کننده راه‌حل مناسبی برای جلوگیری از این مشکل می باشد. در بررسی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی پنیر پروسس حاوی صمغ زانتان و ایزوله پروتئین سویا در مقایسه با پنیر پروسس شاهد مشاهده شد که ویژگی‌های سفتی، صمغی بودن، قابلیت ارتجاع و قابلیت جویدن در طی نگهداری به‌صورت معنی‌داری کاهش یافت. همچنین پیوستگی و چسبندگی بافت پنیرهای پروسس در طی زمان روند افزایشی داشت. قابلیت ذوب نمونه‌ها با گذشت زمان افزایش یافت و فاکتورهای شیمیایی از جمله pH و اسیدیته به ترتیب طی زمان روند کاهشی و افزایشی داشتند. در ارزیابی فاکتورهای Lab بمنظور ارزیابی رنگ نمونه-ها، فاکتور L^*، افزایش و فاکتور a^* در نمونه شاهد کاهش معنی-داری داشت و برای فاکتور b^* در هر دو نمونه تغییرات معنی-داری طی زمان مشاهده نشد. فرمولاسیون ارائه شده می تواند در تولید پنیرهای پروسس با خصوصیات فراسودمند مورد استفاده قرار گیرد.

٥- سپاسگزاری

بدین وسیله از کادر محترم گروه علوم و صنایع غذایی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان و شرکت شیمبار جهت همکاری در انجام این تحقیق کمال تشکر و قدردانی می‌گردد.

فهرست واژگان لاتین

اسامی داخل متن به فارسی	اسامی داخل متن به انگلیسی
کاریک و کالاب	and Kala´b Caric´
اسچافر	Schäffer
سرنیکوا	Černícová
لادکا	Hladká
آواد	Awad
برومل و لی	Lee and Brummel
امینی فر	Aminifar

٦- منابع

[1] Chen, L., Liu, H. Effect of emulsifying salts on the physicochemical properties of processed cheese made from Mozzarella. 2012. American Dairy Science Association, 95 :4823–4830.
[2] Kapoor, R., and Metzger, L. E. 2008. Process cheese: Scientific and technological aspects–A review. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, 7(2), 194-214.
[3] Guinee, T., Carić, M., and Kalab, M. 2004. Pasteurized processed cheese and substitute/imitation cheese products. Cheese: chemistry, physics and microbiology, 2, 349-394.
[4] Tamime, A. Y. 2011. Processed cheese and analogues. John Wiley & Sons. P 350.
[5] Cashman, K. D. 2006. Milk minerals (including trace elements) and bone health. International Dairy Journal, 16, 1389–1398.
[6] Buchman, A. L., & Moukarzel, A. 2000. Metabolic bone disease associated with total parenteral nutrition. Clinical Nutrition, 19, 217–231.
[7] Palacios, C. 2006. The role of nutrients in bone health, from A to Z. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 46, 621–628.
[8] Palar, K., & Sturm, R. 2009. Potential societal savings from reduced sodium consumption in the US adult population. American Journal of Health Promotion,24, 49–57.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-10-12]

[9] Caric´ , M., & Kala´ b, M. 1997. Processed cheese products. In P. F. Fox, P. L. H. McSweeney, & T. P. Cogan (Eds.), Cheese: Chemistry, physics and microbiology (2nd ed.). London, UK: ElsevierApplied Science. Vol. 2 . 467–505.

[10] Schäffer, B., Lőrinczy, D., and Belágyi, J. 1999. DSC and electronmicroscopic investigation of dispersion-type processed cheeses made without peptization. Journal of thermal analysis and calorimetry, 56(3), 1211-1216.

[11] Schäffer, B., Szakály, S., and Lőrinczy, D. 2001. Processed Cheeses Made With and Without Peptization. Submicroscopic structure and thermodynamic characteristics. Journal of thermal analysis and calorimetry, 64(2), 671-679.

[12] Černíková, M., Buňka, F., Pospiech, M., Tremlová, B., Hladká, K., Pavlínek, V., and Březina, P. 2010. Replacement of traditional emulsifying salts by selected hydrocolloids in processed cheese production. International dairy journal, 20(5), 336-343.

[13] Hladká, K., Randulová, Z., Tremlová, B., Ponížil, P., Mančík, P., Černíková, M., and Buňka, F. 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.

[14] Lim, T.-J., Easa, A.-M., Karim, A.-A., Bhat, R., and Liong, M.-T. 2011. Development of soy-based cream cheese via the addition of microbial transglutaminase, soy protein isolate and maltodextrin. British Food Journal, 113(9), 1147-1172.

[15] Molina Ortiz, S., Puppo, M., and Wagner, J. 2004. Relationship between structural changes and functional properties of soy protein isolates–carrageenan systems. Food Hydrocolloids, 18(6), 1045-1053.

[16] Hemar, Y., Tamehana, M., Munro, P., and Singh, H. 2001. Viscosity, microstructure and phase behavior of aqueous mixtures of commercial milk protein products and xanthan gum. Food Hydrocolloids, 15(4), 565-574

[17] Katzbauer, B. 1998. Properties and applications of xanthan gum. Polymer Degradation and Stability, 59(1), 81-84.

[18] Černícová. M.C., F. Buňka. V. Pavlínek. P. Březina . J. Hrabě and P. Valášek. 2008. Effect ofcarrageenan type on viscoelastic properties of processed cheese. Food Hydrocolloids. 22 : 1054–1061.

[19] Cunha, C. R., and Viotto, W. H. 2010. Casein peptization, functional properties, and sensory acceptance of processed cheese spreads made with different emulsifying salts. Journal of Food Science, 75(1), C113-C120.

[20] Kealy, T. 2006. Application of liquid and solid rheological technologies to the textural characterisation of semi-solid foods. Food research international, 39(3), 265-276.

[21] Farahmandfar, R., Tehrani, M. M., Razavi, S. M. A., and Najafi, M. H. 2011. Effect of trisodium citrate concentration and soy cheese on meltability of pizza cheese. International Journal of Food Properties, 14(4), 697-707.

[22] Hatcher, D., Symons, S., and Manivannan, U. 2004. Developments in the use of image analysis for the assessment of oriental noodle appearance and colour. Journal of Food Engineering, 61(1), 109-117.

[23] Afshari-Jouybari, H., Farahnaky, A. 2011. Evaluation of Photoshop software potential for food colorimetry. Journal of Food Engineering,106,170–175.

[24] Anon. Milk and milk products – Determination of titrable acidity and pH value – Test method, Institute of Standards and Industrial Research of Iran, ISIRI. Number 2852.

[25] Fox, P., Guinee, T., Cogan, T., and McSweeney, P. 2000. Processed cheese and substitute or imitation cheese products. Fundamentals of Cheese Science. Aspen, Gaithersburg, 429-451.

[26] Noronha, N., Cronin, D. A., O'Riordan, E. D., and O'Sullivan, M. 2008. Flavouring of imitation cheese with enzyme-modified cheeses (EMCs): Sensory impact and measurement of aroma active short chain fatty acids (SCFAs). Food Chemistry, 106(3), 905-913.

[27] Aminifar, M., Emam Jome, Z., Belgheisi, S. 2014. Effect of xanthan and milk protein concentrate on hardness, microstructure and ester release of low-fat brined cheese. Iranian Journal of Nutrition Sciences & Food Technology. 9(1), 73-82.

[28] Awad, S., Hassan, A., and Muthukumarappan, K. 2005. Application of

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-10-12]

exopolysaccharide-producing cultures in reduced-fat Cheddar cheese: Texture and melting properties. Journal of dairy science, 88(12), 4204-4213

[29] Dave, R. I., Sharma, P., and McMahon, D. J. 2003. Melt and rheological properties of Mozzarella cheese as affected by starter culture and coagulating enzymes. Le Lait, 83(1), 61-77.

[30] Brummel, S. E., and Lee, K. 1990. Soluble hydrocolloids enable fat reduction in process cheese spreads. Journal of Food Science, 55(5), 1290-1292.

[31] Sheehan. Je remiah. J, Thorn Huppertz,Maurice G. Hayes, Alan L. Kelly, Thomas P.Beresford, Timothy P. Guinee, 2005, High pressure treatment of reduced-fat Mozzarella cheese: Effects on functional and rheological properties, Innovative Food Science & Emerging Technologies, 6: 73-91.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-10-12]

Effect of xanthan gum and soy protein isolate on physicochemical properties of processed cheese

Abedini, N.[1], Nasirpour, A.[2], Nateghi, L.[3*]

1. MSc, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Islamic Azad University Of Varamin-Pishva
2. Assistant Professor, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Esfahan University of Technology
3. Assistant Professor, Department of Food Science and Technology, Varamin-Pishva Branch, Islamic Azad University-Varamin, Iran

(Received: 2015/07/11 Accepted: 2016/06/05)

Processed cheese is one of the main cheese varieties in the world that is used as an ingredient in various food preparations. In processed cheeses, emulsifying salts play an important role that ensure product homogeneity with desirable physical properties. However, the consumption of this salts are not good for human health. Therefore, nowadays with the aim of reducing the amount of phosphorus, increasing the ratio of calcium to Phosphate and decreasing the consumption of sodium and its compounds, attempts have been made to produce processed cheese or its analogs without the use of traditional phosphate- and polyphosphate-based emulsifying salts that leading to production of functional new products. In this study, the effect of xanthan gum (0.1 to 0.4 wt%) and soy protein isolate (0.5 to 2 wt%) as a partial replacement of emulsifying salts (0 to 2 wt%) on the physicochemical properties of processed cheese was evaluated. The optimum sample in term of sensory and physical properties based on preliminary tests was a sample containing 0.38 wt% xanthan gum, 2 wt% soy protein isolate and 1.090 wt% emulsifying salts were selected and physic-chemical properties of this sample was compared with control sample during 60 days storage. The results showed that hardness, gumminess, chewiness, springiness, pH value, and b* index of optimum and control samples decreased during storage and a* index only in the control sample decreased. In contrast, cohesiveness, adhesiveness, meltability, acidity and L^* index in both samples increased.

Keyword: Xanthan gum, Soy protein isolated, Emulsifying salt, Processed cheese

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

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-10-12]