Archive of SID

مقاله علمی پژوهشی/ نشریه پژوهش‌های صنایع غذایی/ جلد ۲۹ شماره ۱/ سال ۱۳۹۸/ صفحات ۱۵۵ تا ۱۶۷

تولید پنیر سفید کم چرب تهیه شده به روش فراپالایش با استفاده از صمغ گزانتان

اسرا خانی[۱] و لیلا روفه گری نژاد[۲*]

تاریخ دریافت: ۹۶/۶/۱۵ تاریخ پذیرش: ۹۶/۷/۱۸

[۱] دانش آموخته کارشناسی ارشد گروه مهندسی صنایع غذایی واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران
[۲] استادیار گروه مهندسی علوم و صنایع غذایی واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران
[*] مسئول مکاتبات: Email: l.roufegari@iaut.ac.ir

چکیده

زمینه مطالعاتی: مصرف بیش از حد چربی‌ها و روغن‌ها در رژیم غذایی، منجر به افزایش خطرات سلامتی در بین گروه‌های مختلف مصرف کننده می‌شود، به‌طوری‌که ارتباط بین مصرف چربی و بیماری‌های قلبی و عروقی پذیرفته شده است. **هدف:** هدف این پژوهش تولید پنیر سفید فراپالایش کم چرب (دارای ۸ درصد چربی) بود که به این منظور صمغ گزانتان به عنوان جایگزین چربی در سه سطح ۰/۱، ۰/۳و ۰/۵ درصد مورد استفاده قرار گرفت. **روش کار:** نمونه‌های پنیر کم چرب تهیه شده با درصدهای مختلف صمغ گزانتان به همراه نمونه کنترل (کم‌چرب فاقد صمغ گزانتان) در طی مدت نگهداری (روز صفر، ۱۵، ۳۰ و ٤٥) از نظر ویژگی‌های شیمیایی (pH، اسیدیته، محتوای نمک، درصد چربی، میزان ماده خشک بدون چربی، وقوع لیپولیز و پروتئولیز)، ویژگی‌های بافتی (سختی، پیوستگی، صمغیت و آدامسی و فنریت) و پذیرش کلی در قالب طرح فاکتوریل مورد ارزیابی قرار گرفت. **نتایج:** بررسی‌ها نشان داد که مقدار اضافه کردن صمغ تاثیری معنی‌داری بر روی میزان چربی ایجاد نکرد در صورتی که pH و میزان ماده خشک بدون چربی با اضافه کردن مقدار صمغ کاهش معنی‌داری داشت. با افزایش مقدار صمغ و مدت نگهداری روند افزایش در لیپولیز و پروتئولیز نیز مشاهده گردید. از نظر ویژگی‌های بافتی، نمونه‌های پنیر تهیه شده با مقدار صمغ ۰/۵درصد سختی پایین‌تر داشته در صورتی که پیوستگی، صمغیت، آدامسی و فنریت آن‌ها بالاتر بود. از نظر پذیرش کلی نیز پنیرهای سفید فراپالایش تهیه شده با ۰/۵ درصد صمغ بیشترین پذیرش را داشتند. **نتیجه‌گیری نهایی:** امکان تولید پنیر با چربی کاهش یافته با افزودن ۰/۵ درصد صمغ گزانتان و کیفیت مطلوب وجود دارد.

واژه‌های کلیدی: پنیرسفید، جایگزین چربی، فراپالایش، صمغ گزانتان

مقدمه

پنیر فرآورده تازه یا رسیده از شیر است که بعد از انعقاد و خروج سرم شیر از شیر کامل، شیر چربی گرفته شده یا مخلوطی از این دو به‌دست می‌آید و متشکل از چربی و پروتئین به همراه کلسیم و فسفر که به صورت مختلف با پروتئین شیر ترکیب شده‌اند، می‌باشد (قدس روحانی و همکاران ۱۳۸۹). پنیر فتا یک نوع پنیر نرم، سفید، رسیده و آب نمکی دارای مزه نسبتا نمکی، کمی اسیدی و عطری و طعم خوشایند با مقبولیت جهانی است (هلاسن و همکاران ۲۰۰۲). بیش از یک دهه است که در ایران، علاوه بر تولید پنیر فتا به روش سنتی،

www.SID.ir

Archive of SID

از روش فراپالایش[1]نیز برای تولید این نوع پنیر استفاده می‌شود. در روش فراپالایش، شیر به نسبت تقریبی ۵ به ۱ تغلیظ شده که علاوه بر افزایش بهره تولید، باعث حفظ پروتئین‌های محلول در آب با ارزش تغذیه‌ای بالا نیز می‌شود. پنیر فتای فراپالایش دارای حداکثر ٦٠٪ رطوبت، ٤٠٪ چربی بر پایه ماده خشک، ٥٪ نمک است (علیزاده ۲۰۰٦؛ والسترا و همکاران ۲۰۰٦).

مصرف بیش از حد چربی‌ها و روغن‌ها در رژیم غذایی، منجر به افزایش خطرات سلامتی در بین گروه‌های مختلف مصرف کننده می‌شود؛ به‌طوری‌که ارتباط بین مصرف چربی و بیماری‌های قلبی و عروقی پذیرفته شده و کاهش چربی حیوانی و تولید مواد غذایی کم کالری به منظور دستیابی به رژیم غذایی سالم توسط متخصصین تغذیه توصیه گردیده است (نیشیناری و همکاران ۲۰۰۰). چربی شیر عمدتاً از تری آسیل گلیسرول (٪۹۷-۹۸)، کلسترول و فسفولیپید تشکیل شده است و به عنوان حلال برای برخی ترکیبات نظیر ویتامین‌های محلول در چربی عمل می‌کند. اما مقدار کلسترول چربی شیر بالابوده و می‌تواند موجب افزایش سطح کلسترول خون افراد مصرف کننده شود (والسترا و همکاران ۲۰۰٦). در زمینه کاهش چربی در فرآورده‌های لبنی تحقیقات گسترده‌ای انجام گرفته که افت ویژگی‌های حسی و بافتی فرآورده عمده‌ترین مشکل تولید این قبیل محصولات ذکر شده است. کاهش چربی در پنیر، آثار سوئی چون سفت شدن بافت و نامطلوب شدن آن را به دنبال دارد. همچنین با کاهش میزان چربی پنیر، رطوبت افزایش یافته و نقش پروتئین در ساختار و بافت محصول بیشتر می‌شود که باعث تغییراتی در ویژگی‌های حسی، عملکردی، میکروبی و شیمیایی پنیر نیز می‌شود (اولیورا و همکاران ۲۰۱۱). گزانتان هیدروکلوئیدی مناسب جهت جایگزینی چربی در محصولات لبنی کم چربی به شمار می‌رود. این ترکیب، هتروپلی ساکاریدی ($C_{35}H_{49}O_{29}$) است که در نتیجه‌ی تخمیر قند ذرت، سویا یا گندم توسط باکتری *گزانتوموناس کمپستریس* تولید می‌شود. این ماده به صورت پودری تقریباً زرد رنگ محلول در آب و فعال در طیف وسیعی از pH می‌باشد. گزانتان خصوصیات رئولوژیکی ویژه‌ای داشته، هضم غذا را تسهیل و باعث بهبود خواص فیزیکی و حسی در محصولات لبنی کم چرب می‌شود. به نظر می‌رسد که به‌کارگیری آن مانند دیگر جایگزین‌های چربی می‌تواند در تولید پنیری با کیفیت مطلوب و کم کالری مناسب باشد (رودان و همکاران ۱۹۹۹؛ گارسیا و همکاران ۲۰۰۰).

در زمینه تولید محصولات لبنی کم چرب با جایگزین‌های چربی مطالعات متعددی صورت گرفته است. قنبری شندی و همکاران (۱۳۹۰) مطالعه‌ای در مورد تولید پنیر سفید آب نمکی ایرانی کم چرب با استفاده از صمغ گزانتان انجام داده و برای تولید پنیری با ویژگی‌های رئولوژیکی مشابه با نمونه پرچرب، استفاده از ۰/۷ گرم صمغ گزانتان در هر کیلوگرم شیررا توصیه کردند. کاربرد موفقیت‌آمیز صمغ گزانتان در تولید پنیر موزارلای کم چرب توسط اوبرگ و همکاران (۲۰۱۵)، صمغ گوار در تولید پنیر کم‌چرب فتا و ادم به ترتیب توسط اولیورا و همکاران (۲۰۱۱) و کوندیلی و همکاران (۲۰۰۲) گزارش شده است. لشکری و همکاران (۱۳۸۷) نیز از مخلوط صمغ عربی و گوار برای تولید پنیر سفید ایرانی کم‌چرب استفاده کرده و صمغ گوار را در مقایسه با صمغ عربی، جایگزین چربی مناسبی معرفی کردند. رشیدی و همکاران (۱۳۹۰) جهت بهبود ویژگی‌های بافتی پنیر فتای فراپالایش از کنسانتره پروتئین آب پنیر، لستین و مخلوطی از صمغ گوار و گزانتان استفاده کردند و مشاهده کردند که حالت آدامسی و صمغی پنیر کم‌چرب با اضافه کردن لستین، گزانتان و گوار بهبود یافت، اما اضافه کردن کنستانتره آب پنیر روی این ویژگی‌ها اثر منفی داشت.

با توجه به اینکه پنیر سفید تهیه شده به روش فراپالایش عمده‌ترین پنیر صنعتی کشور از نظر میزان تولید بوده و

[1] Ultrafiltration (UF)

www.SID.ir

Archive of SID

طرفداران زیادی در بین مصرف‌کنندگان محصولات لبنی دارد، با در نظر گرفتن محتوای بالای چربی این پنیر، هدف اصلی از این پژوهش امکان سنجی تولید پنیر فراپالایش کم چرب با استفاده از صمغ گزانتان بود.

مواد و روش‌ها

مواد مورد استفاده

شیر خام مورد استفاده از دامداری صنعتی پارس واقع در پارس آباد مغان تحویل داده شده به شرکت شیر پاستوریزه پگاه آذربایجان شرقی تهیه شد. مشخصات شیر و رتنتیت به‌کار رفته در جدول ۱ آمده است. مایه پنیر (رنت) از نوع قارچی مربوط به موکور *میهی* تحت نام تجاری فروماز متعلق به شرکت DSM استرالیا و آغازگرهای مربوط به پنیر با نسبت ترموفیل به مزوفیل ۷ به ۱ و حاوی باکتری‌های مزوفیل *لاکتوکوکوس کرموریس*، *لاکتوکوکوس لاکتیس* و باکتری‌های ترموفیل *استرپتوکوکوس ترموفیلوس* و *لاکتوباسیلوس دلبروکی* زیر گونه بولگاریکوس از نوع DVS از شرکت هانسن خریداری گردید. کلیه مواد شیمیایی نیز از نوع آزمایشگاهی و مرک آلمان مورد استفاده قرار گرفت.

جدول۱ – ویژگی‌های شیر خام و رتنتیت مورد استفاده برای تهیه تیمارها

Table 1- Characteristics of raw milk and retentate used to prepare treatments

Sample	pH	Solid Non Fat (%)	Fat (%)	Protein (%)
Raw milk	6.7	11.5	3.2	3.1
Retentate	6.6	34	16	11.7

روش تولید نمونه‌های پنیر فراپالایشی کم چرب

شیر خام با کیفیت مطلوب میکروبی و شیمیایی ابتدا از فیلتر فلزی در مسیر دریافت عبور کرده و بعد از خنک شدن در مبدل حرارتی تا ۶°C، وارد مخازن نگهداری شیر خام گردید. در موقع تولید، شیر پس از استاندارد شدن چربی (۳/۵ درصد) با روش HTST[1] پاستوریزه و سپس تحت دمای ۵۰°C در سیستم فراپالایش تا رسیدن به ماده خشک ۳٤ درصد تغلیظ شد. چربی رتنتیت با اضافه کردن شیرپس چرخ از ۱٦ درصد تا ۸ درصد کاهش و صمغ گزانتان در مقادیر صفر (شاهد)، ۰/۱، ۰/۳ و ۰/۵ درصد (بر حسب رتنتیت) اضافه شد. پس از هموژنیزاسیون (فشار ۵ مگا پاسکال) و پاستوریزاسیون (۷۸°C – ٦۰ ثانیه)، تلقیح استارتر در دمای ۳۲-۳۵ °C انجام شد. رتنتیت‌ها ضمن اختلاط با مایه پنیر (۱۲ میلی‌لیتر به ازای ٤۰۰ گرم) داخل لیوان‌ها ریخته شده، بعد از عبور از تونل انعقاد با دمای ۳۰°C به مدت ۲۰ دقیقه و اضافه کردن نمک به میزان ۳ درصد ، دربندی شده و تحت دمای ۲۸°C تا رسیدن به pH ٤/۷ گرمخانه‌گذاری شدند. پنیرهای تهیه شده به سردخانه منتقل و تا زمان آزمایش در سردخانه ٦ °C نگهداری شدند.

آزمون‌های فیزیکی، شیمیایی و حسی

ماده خشک پنیر از طریق خشک کردن در آون بر اساس استاندارد ملی ایران به شماره ۱۷۵۳ (۱۳۸۱)، میزان چربی پنیر با استفاده از روش ژربر (سانتریفوژ ژربر؛ Funk Gerber، آلمان) بر اساس استاندارد ملی ایران به شماره ۱۷٦۰۲(۱۳۹۳)، pH توسط دستگاه pH متر (Knick، آلمان) و اسیدیته بر حسب اسید دورنیک بر اساس استاندارد ملی ایران به شماره ۲۸۵۲ (۱۳۸۵)، اندازه‌گیری نمک نمونه‌های پنیر بر مبنای عیارسنجی با املاح نقره در حضور محلول اسید نیتریک بر اساس استاندارد ملی ایران به شماره ۱۸۰۹ (۱۳۵٦) انجام شد. میزان ازت کل و ازت محلول در pH=٤/٦ نمونه‌های پنیر با استفاده از روش میکروکلدال (Gerhardet، آلمان) اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری ازت محلول، نمونه‌های ۳۰ گرمی از پنیرهای مورد بررسی با آب مقطر همگن و

[1] High Temperature Short Time (HTST)

www.SID.ir

Archive of SID

pH نمونه‌ها با استفاده از اسید کلریدریک و هیدروکسید سدیم ۲ نرمال، در pH=٤/٦ تنظیم شد. پس از گرم‌خانه گذاری در دمای^{o}C۴۰ به مدت ۳۰ دقیقه، با سانتریفوژ کردن قسمت رویی جدا شد و میزان ازت با روش کلدال تعیین شد (فتحی آچاچلویی و همکاران۱۳۹٤). برای اندازه‌گیری شدت لیپولیز نمونه‌های پنیر (۱۰ گرم) با ٦ گرم سولفات سدیم بدون آب کاملاً خرد و با ٦۰ میلی‌لیتر دی‌اتیل‌اتر با همزن مغناطیسی کاملاً مخلوط شدند و سپس با کاغذ واتمن شماره ٤۲ صاف شدند. رسوب باقی مانده روی کاغذ صافی دوباره با ۲۰ میلی‌لیتر دی‌اتیل‌اتر شسته شد. محلول زیر صافی با محلول KOH اتانولی ۰/۱ نرمال در حضور معرف فنل‌فتالئین تیتر گردید. بعد از تیتراسیون حلال در زیر هود تبخیر شد. چربی باقی‌مانده توزین و مقدار کل اسیدهای چربی در پنیر با واحد میلی‌اکی والان در هر ۱۰۰ گرم چربی گزارش شد (نونز و همکاران ۱۹۸٦).

ارزیابی حسی بر اساس مقبولیت در طعم و بو، رنگ و بافت پنیرهای کم‌چرب با استفاده از ۳۰ نفر ارزیاب غیر ماهر طبق مقیاس هدونیک پنج نقطه‌ای (۱= غیر قابل قبول، ۲= نسبتا رضایت بخش، ۳= متوسط، ٤= خوب، ٥=عالی) انجام و نتیجه نهایی به صورت پذیرش کلی گزارش شد (استاندارد ملی ایران به شماره ۱-۲۳٤٤).

ارزیابی ویژگی‌های مکانیکی بافتی با استفاده از دستگاه تحلیل‌گر بافت (TA-XT، انگلستان) و با آزمون پروفایل بافت، انجام شد. نمونه‌های پنیر یک ساعت قبل از آزمایش از یخچال خارج شد و در قطعات ۱٥×۱٥×۱٥ میلی‌متری برش داده شدند و در دمای محیط قرار گرفتند. اولین و دومین فشار مربوط به اولین و دومین مرحله گاز زدن می‌باشد. نمونه دو بار توسط پروب فشارنده فشرده شد و شاخص‌های مختلفی مانند سختی، پیوستگی، الاستیسیته، صمغیت و آدامسی از روی منحنی به‌دست آمده از دستگاه تعیین شد.

تجزیه و تحلیل آماری

ویژگی‌های شیمیایی شامل pH، اسیدیته، ماده خشک کل، چربی، نمک، لیپولیز و درصد ازت محلول به ازت کل و ویژگی‌های حسی در مدت زمان نگهداری در روز تولید، ۱٥، ۳۰ و ٤٥ام و ویژگی‌های بافتی (سختی، پیوستگی، صمغیت، آدامسی و فنریت) در روز ۳۰ام اندازه‌گیری شد. به منظور تجزیه و تحلیل داده‌های به‌دست آمده، از نرم افزار Minitab 16 استفاده شد. تمامی آزمون‌ها در قالب طرح فاکتوریل با استفاده از آنالیز واریانس داده‌ها و مقایسه معنی‌داری تفاوت میانگین‌ها با آزمون توکی در سطح احتمال ٥ درصد صورت پذیرفت. همه آزمون‌ها در ۳ تکرار انجام گرفت و نمودارها توسط نرم افزار EXCEL 2010 رسم گردید.

نتایج و بحث

بررسی ویژگی‌های شیمیایی

مقایسه میانگین‌ها تاثیر تیمارها و زمان نگهداری بر خصوصیات شیمیایی در جدول ۲ آورده شده است. به رغم معنی‌دار نبودن تاثیر زمان نگهداری بر روی مقدار ماده خشک نمونه‌ها، اما تاثیر درصد صمغ گزانتان و اثر متقابل غلظت صمغ و مدت نگهداری بر این پارامتر معنی‌دار بود (P<۰/۰٥). بیشترین میزان ماده جامد کل در نمونه‌های شاهد و کمترین آن مربوط به پنیر حاوی نیم درصد صمغ گزانتان بود. تغییرات ماده خشک و رطوبت در اثر کاهش چربی به علت تغییر در میزان پروتئین پنیرها است. کاهش چربی پنیر منجر به افزایش نسبت پروتئین و در نتیجه تشدید ظرفیت نگهداری آب در ماتریکس کازئین می‌شود (ولی کالیس و همکاران ۲۰۰٤). در مورد صمغ گزانتان به نظر می‌رسد به علت آب دوست بودن آن، میزان رطوبت افزایش و ماده خشک کاهش می‌یابد. استفاده از صمغ گوار و سایر جایگزین‌های چربی پنیر نیز نتایج مشابهی داشت به‌طوری‌که در نتیجه بیان شده توسط لشکری و همکاران (۱۳۸۷) مقدار ماده جامد با اضافه کردن صمغ

www.SID.ir

Archive of SID

گوار و صمغ عربی در تولید پنیر کم‌چرب، کاهش نشان داد.

به رغم کاهش چربی در نمونه‌های پنیر سفید کم چرب حاوی صمغ عربی که لشکری و همکاران (۱۳۸۷) گزارش کرده بودند، اثر درصدهای مختلف صمغ گزانتان، مدت زمان نگهداری و همچنین اثر متقابل این فاکتورها بر میزان چربی نمونه‌های بررسی شده در این تحقیق تاثیر معنی‌نداری نداشت ($p>0/05$). در پنیر سفید آب نمکی، مدت رسیدگی طولانی بوده و احتمال خروج چربی به آب پنیر در این مدت وجود دارد که با اضافه شدن صمغ، به‌دلیل متراکم شدن بافت، احتمال خروج کاهش می‌یابد اما در پنیر تهیه شده به روش فراپالایش، دوره رسیدگی وجود ندارد و نتیجه به‌دست آمده از این تحقیق قابل توجیه می‌باشد.

جدول ۲- تاثیر میزان صمغ گزانتان و زمان نگهداری بر خصوصیات شیمیایی پنیر

Table 2- Effect of xanthan gum content and storage time on chemical properties (mean±SD) of cheese

Time / Gum		Day 0	Day 15	Day 30	D45
Blank	Solid Non Fat (SNF)	36.1 ± 0.1 ^{Aa}	36.49 ± 0.13 ^{ABa}	36.35 ± 0.06 ^{Ba}	36.71 ± 0.04 ^{Aa}
T1 (0.1 %)		36.33 ± 0.21 ^{Aa}	36.05 ± 0.57 ^{Aab}	36.46 ± 0.05 ^{Aa}	35.90 ± 0.37 ^{Aab}
T2 (0.3%)		34.68 ± 1.53 ^{Aab}	35.28 ± 1.08 ^{Aab}	34.43 ± 1.75 ^{Aa}	35.29 ± 0.94 ^{Ab}
T3 (0.5%)		32.76 ± 1.53 ^{Ab}	34.29 ± 1.03 ^{Ab}	35.18 ± 0.95 ^{Aa}	35.15 ± 0.12 ^{Ab}
Blank	pH	4.61 ± 0.01 ^{Ab}	4.53 ± 0.03 ^{Bb}	4.65 ± 0.03 ^{Aa}	4.65 ± 0.03 ^{Aa}
T1 (0.1 %)		4.76 ± 0.01 ^{Aa}	4.73 ± 0.03 ^{Aa}	4.66 ± 0.04 ^{Ba}	4.61 ± 0.01 ^{Bab}
T2 (0.3%)		4.72 ± 0.01 ^{Aa}	4.73 ± 0.01 ^{Aa}	4.62 ± 0.02 ^{Ba}	4.58 ± 0.02 ^{Cb}
T3 (0.5%)		4.64 ± 0.04 ^{Bb}	4.72 ± 1.01 ^{Aa}	4.65 ± 0.02 ^{Ba}	4.61 ± 0.01 ^{Bab}
Blank	Acidity (Lactic Acid %)	0.8 ± 0.02 ^{Cb}	0.94 ± 0.01 ^{Cb}	1.11 ± 0.09 ^{Ba}	1.26 ± 0.06 ^{Aa}
T1 (0.1 %)		0.96 ± 0.01 ^{Ca}	0.96 ± 0.01 ^{Cab}	1.02 ± 0.02 ^{Ba}	1.11 ± 0.02 ^{Ab}
T2 (0.3%)		0.97 ± 0.02 ^{Ba}	0.98 ± 0.01 ^{Bab}	1.08 ± 0.07 ^{Aa}	1.13 ± 0.01 ^{Ab}
T3 (0.5%)		0.93 ± 0.01 ^{Ba}	0.95± 0.02 ^{Ba}	1.06 ± 0.04 ^{Aa}	1.12 ± 0.02 ^{Ab}
Blank	Salt (%)	2.44 ± 0.06 ^{Cb}	2.71 ± 0.02 ^{Bc}	2.91 ± 0.05 ^{Aa}	2.96 ± 0.06 ^{Aa}
T1 (0.1 %)		2.66 ± 0.05 ^{Aa}	2.61 ± 0.02 ^{Ad}	2.59 ± 0.02 ^{Ac}	2.59 ± 0.01 ^{Ac}
T2 (0.3%)		2.64 ± 0.05 ^{Ba}	2.82 ± 0.03 ^{Aa}	2.73 ± 0.04 ^{ABb}	2.68 ± 0.02 ^{Bc}
T3 (0.5%)		2.73 ± 0.02 ^{ABa}	2.76 ± 0.02 ^{Ab}	2.62 ± 0.03 ^{Bc}	2.81± 0.08 ^{Ab}

Different letters in the same column and row indicate significant differences ($P<0.05$). Capital letters indicate storage time effect and small letters indicate xanthan gum content effect.

pH و اسیدیته از عواملی است که تاثیر زیادی روی پایداری پنیر و شرایط رشد میکروارگانیسم‌ها، فعالیت آنزیمی و سرعت واکنش‌های بیوشیمیایی در طی رسیدن دارد. کاهشpH و افزایش اسیدیته طی دوره رسیدن ناشی از تخمیر لاکتوز و تولید اسیدهای امینه و اسیدهای چرب در اثر پروتئولیز و لیپولیز می‌باشد، ولی مهم‌ترین عامل در کاهش pH مربوط تولید اسید لاکتیک می‌باشد (فاکس و همکاران ۲۰۰۰). نتایج ارزیابی لیپولیز و پروتئولیز (در ادامه بحث خواهد شد)، تایید کننده این است که در نمونه‌های نگهداری شده به‌دلیل آزاد شدن اسیدهای چرب و اسیدهای آمینه، احتمال تغییرات pH و اسیدیته وجود دارد. نتایج نشان داد که زمان رسیدن و درصدهای مختلف صمغ گزانتان همچنین اثر متقابل این دو فاکتور بر اسیدیته و pHمعنی‌دار بود ($p<0/001$). افزایش pH با افزودن صمغ گزانتان (قنبری شندی و همکاران۱۳۹۰) و صمغ گوار (لشکری و همکاران ۱۳۸۷) به پنیر سفید کم چرب آب نمکی در طول رسیدن گزارش شده و همچنین به تحت تاثیر قرارنگرفتن pH در حضور صمغ عربی نیز اشاره شده است. با توجه به مقایسه میانگین اسیدیته نمونه‌ها (جدول ۲) بیشترین اسیدیته

www.SID.ir

Archive of SID

مربوط به نمونه کنترل در پایان دوره نگهداری ٤٥ روزه بود. افزایش کیموزین باعث تشدید پروتئولیز و آزاد شدن گروه‌های کربوکسیل اسیدی، در نتیجه کاهش pH و افزایش اسیدیته می‌گردد و از طرف دیگر تشکیل لیپولیز به علت بالا رفتن میزان رطوبت و تولید اسیدهای چرب و همچنین تبدیل کامل لاکتوز به اسید لاکتیک نیز در کاهش pH و افزایش اسیدیته موثر بوده‌اند (آذرنیا و همکاران ۱۹۹۷).

با توجه به نتایج، غلظت مختلف صمغ گزانتان، مدت زمان نگهداری و تاثیر متقابل این دو پارامتر بر میزان نمک پنیرها معنی‌دار بود (p<۰/۰۰۱). نمونه کنترل در روز تولید و روز٤٥ ام به ترتیب کمترین و بیشترین میزان نمک را در بین تیمارها داشت (جدول ۲). محققان بیان کرده‌اند که بین مقدار چربی و نمک ارتباط معکوسی وجود دارد زیرا با کاهش مقدار چربی در پنیر، مقدار و سرعت جذب نمک افزایش پیدا می‌کند. طبق گزارش شکیل الرحمن (۲۰۰۳) در مورد پنیر پیتزای کم چرب، نمونه حاوی پودر پروتئین شیر کم‌چرب، مقدار نمک بیشتری جذب نموده بود. میزان بالای جذب نمک در طی روزهای تولید تا ٤٥ رسیدن از طرفی به دلیل وجود اختلاف غلظت و فشار اسمزی بین سطح و بافت پنیر و از سوی دیگر به دلیل خروج آب از دلمه می‌باشد (تاراکسی و کاکاکونر ۲۰۰٦). سرعت جذب نمک در طی ماه اول نگهداری به خاطر جابجایی مولکول‌های کلرید سدیم (NaCl) در نتیجه فشار اسمزی و مقدار رطوبت مختلف پنیرها بسیار بالاست (گوئینی و فاکس ۱۹۸۷). نمک در کنترل رشد و فعالیت میکروبی، کنترل فعالیت آنزیم‌های مختلف، کاهش مقدار رطوبت و تغییرات فیزیکی در پروتئین‌ها موثر است، که همه این عوامل می‌توانند در گسترش طعم و بافت در نمونه‌های پنیر تاثیرگذار باشند (کاراگول-یوسیر و همکاران ۲۰۰۷).

بررسی میزان وقوع لیپولیز و پروتئولیز

آنالیز واریانس داده‌ها نشان داد اثر متقابل صمغ گزانتان و مدت زمان نگهداری بر روی میزان لیپولیز معنی‌دار می‌باشد (P<۰/۰۰۱). همان‌گونه که در جدول ۳ مشخص است، تیمار کنترل در روز تولید کم‌ترین و نمونه حاوی ۰/٥ درصد گزانتان در روز ٤٥ام بیشترین میزان لیپولیز را داشت. لیپولیز یک واکنش بیوشیمیایی مهم است که در طی رسیدگی پنیر انجام می‌گیرد. این واکنش سبب تولید ترکیبات فعالی می‌شود که در تشکیل آرومای پنیر مهم می‌باشد. لیپولیز در شیر به دلیل آنزیم‌های لیپولیتیک طبیعی موجود در شیر یا توسط آنزیم لیپولیتیک تولید شده توسط فلور میکروبی انجام می‌شود. این فرایند سبب هیدرولیز باندهای استری بین اسید چرب و گلیسرول شده و تولید اسید چرب آزاد و مونوگلیسیرید می‌کند (دیاس و همکاران۲۰۰۰). اسیدهای چرب آزاد شده با زنجیره کوتاه و متوسط در تشکیل آرومای پنیر نقش به‌سزایی دارند (فاکس و همکاران ۲۰۰۰). تاثیر معنی‌دار زمان بر روی لیپولیز توسط محققان دیگر نیز بیان شده است (علیزاده و همکاران ۲۰۰٦). در خصوص تاثیر میزان چربی بر روی لیپولیز، مشاهده شده که با افزایش چربی شیر، میزان اسیدهای چرب آزاد در پنیر کاهش می‌یابد زیرا با افزایش میزان چربی میزان رطوبت ماتریکس کم شده و به دنبال آن لیپولیز هم کاهش می‌یابد (کواک و همکاران ۲۰۰٤). محققان ارتباط مستقیمی بین صمغ گوار و گزانتان با فرایند لیپولیز چربی، را بیان نموده‌اند و دلیل احتمالی تشدید فرایند لیپولیز و گسترش اسیدهای چرب آزاد با افزایش میزان صمغ گوار و گزانتان را به افزایش رطوبت مربوط دانسته‌اند که شرایط را برای فعالیت آنزیمی و رشد میکروبی مناسب می‌کند. اثر صمغ عربی بالعکس بوده و به دلیل افزایش ماده خشک و کاهش رطوبت، باعث کاهش سطح اسیدهای چرب آزاد و کاهش فرایند لیپولیز می‌شود (قنبری شندی و همکاران ۱۳۹۰؛ لشکری و همکاران ۱۳۸۷). در نتایج لشکری و همکاران (۱۳۸۷)، میزان لیپولیز در پنیرهای کم چرب تهیه شده با صمغ گوار بالاتر از نمونه پرچرب بود.

www.SID.ir

Archive of SID

پروتئولیز تبدیل فراکسیون‌های کازئین به فرآورده‌هایی با وزن مولکولی پایین‌تر بوده و برای ارزیابی آن درصد ازت محلول در آب و درصد ازت محلول در pH=٤/٦ ملاک قرار می‌گیرد. تاثیر متقابل مقدار صمغ گزانتان و مدت نگهداری بر روی تغییرات درصد ازت محلول به ازت کل (فاکتور رسیدگی) در نمونه‌های پنیر معنی‌دار بود (P<۰/۰۰۱). کم‌ترین نسبت ازت محلول به ازت کل مربوط به نمونه شاهد در روز تولید و بیشترین آن مربوط به نمونه حاوی ۰/۵ درصد صمغ گزانتان در روز ٤٥ام بود (جدول ۳). فصل تولید، دمای رسیدن و طول مدت نگهداری و نوع پنیر فاکتورهایی هستند که شدت پروتئولیز را در پنیر تحت تاثیر خود قرار می‌دهند. زیسو و شاه (۲۰۰۵) بیان کردند که محتوای رطوبتی بالاتر، دسترسی به آنزیم‌های پروتئولیتیک را افزایش داده و نتیجه آن افزایش پروتئولیز است. افزایش تدریجی ازت محلول، توام با گذشت زمان موجب افزایش فاکتور رسیدن و در نتیجه رسیدگی محصول می‌شود که به دلیل تجزیه قسمت عمده مواد پروتئینی از شکل غیرمحلول، به شکل محلول (واحدهای کوچک‌تر) می‌باشد.

جدول ۳- تاثیر میزان صمغ گزانتان و زمان نگهداری بر لیپولیز و پروتئولیز پنیر

Table 3- Effect of xanthan gum content and storage time on lipolysis and proteolysis (mean±SD) of cheese

Time / Gum		Day 0	Day 15	Day 30	D45
Blank	Degree of Lipolysis	20.43 ± 0.59 ^{Dc}	22.17 ± 0.40 ^{Cb}	28.13 ± 0.15 ^{Bd}	38.17 ± 0.43 ^{Ab}
T1 (0.1 %)		24.02 ± 0.25 ^{Cb}	38.65 ± 0.66 ^{Ba}	36.10 ± 0.54 ^{Ab}	35.69 ± 1.09 ^{Ac}
T2 (0.3%)		25.17 ± 0.55 ^{Db}	28.96 ± 0.46 ^{Ca}	33.75 ± 0.94 ^{Bc}	37.70 ± 0.72 ^{Abc}
T3 (0.5%)		28.61 ± 0.65 ^{Ca}	29.84 ± 0.67 ^{Ca}	38.37 ± 0.96 ^{Ba}	43.69 ± 0.77 ^{Aa}
Blank	Soluble to Total Nitrogen (%)	14.12 ± 0.12 ^{Cb}	17.67 ± 0.36 ^{Bb}	25.13 ± 0.22 ^{Aa}	25.59 ± 0.41 ^{Aa}
T1 (0.1 %)		17.94 ± 0.87 ^{Ba}	19.74 ± 1.01 ^{Ba}	24.13 ± 1.03 ^{Aa}	25.13 ± 1.03 ^{Aa}
T2 (0.3%)		18.59 ± 0.48 ^{Ca}	21.38 ± 0.60 ^{Ba}	25.39 ± 0.69 ^{Aa}	25.05 ± 1.66 ^{Aa}
T3 (0.5%)		18.95 ± 0.33 ^{Ba}	20.45 ± 0.83 ^{Ba}	25.70 ± 0.85 ^{Aa}	26.42 ± 0.62 ^{Aa}

Different letters in the same column and row indicate significant differences (P<0.05). Capital letters indicate storage time effect and small letters indicate xanthan gum content effect.

بررسی ویژگی‌های بافتی

در این مطالعه ویژگی‌های بافتی در روز ۳۰ ام تولید بررسی گردید و نتایج آنالیز واریانس نشان داد اضافه کردن صمغ گزانتان باعث ایجاد اختلاف معنی‌دار در سختی، پیوستگی، صمغیت، آدامسی، فنریت و تیمارها شد (p<۰/۰٥). همان‌گونه که در جدول ٤ مشخص است با افزایش میزان صمغ گزانتان، سختی کاهش و پیوستگی افزایش یافته است. نمونه‌های تهیه شده با ۰/۱ درصد صمغ گزانتان بیشترین حالت فنریت، آدامسی و صمغیت را نشان دادند. میزان سختی تحت تاثیر مقدار رطوبت می‌باشد (رودان و همکاران ۱۹۹۹). بنابراین می‌توان با توجه به نتایج مربوط به میزان ماده خشک نمونه‌ها عنوان کرد اضافه کردن صمغ گزانتان باعث افزایش رطوبت و در نتیجه کاهش سختی می‌گردد. فاکتور مهم تاثیرگذار بر میزان سختی، پروتئولیز پروتئین‌ها می‌باشد (فاکس و همکاران ۲۰۰۰). با توجه به این که اندازه‌گیری ویژگی‌های بافتی در روز ۳۰ ام انجام شده است و نتایج قبلی نشان دهنده‌ی بالا بودن پروتئولیز پنیرهای حاوی صمغ گزانتان می‌باشد، بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که با بیشتر شدن میزان پروتئولیز، ساختار شبکه پروتئینی گسیخته و سختی کاهش می‌یابد.

افزایش مقدار پروتئین و کاهش مقدار چربی منجر به افزایش استحکام پیوندهای داخلی ذرات دلمه شده و

www.SID.ir

Archive of SID

نمونه در برابر فشارهای وارده به آسانی تغییر شکل نمی‌دهد (زیسو و شاه ۲۰۰۵). با در نظر گرفتن عدم تغیر میزان چربی نمونه‌ها، علت بالارفتن پیوستگی را می‌توان به رطوبت ارتباط داد. به‌طوری‌که ضعف پیوندهای داخلی در ساختار پنیرهایی با رطوبت بیشتر و دارای بافت نرم تر، باعث می‌شود پنیر در برابر فشار وارده توسط دستگاه سنجش بافت انسجام خود را حفظ نماید. علت بالا بودن حالت صمغیت به پایین بودن میزان چربی ارتباط دارد (کوکا و متین ۲۰۰٤). همان‌گونه که پیشتر ذکر شد اضافه کردن صمغ گزانتان تا ۰/۱ درصد باعث افزایش این شاخص شده و در مقادیر بالاتر به دلیل بالا بودن جذب آب، مقدار آن کاهش یافته است. علاوه برچربی، مقدار رطوبت، مواد جامد و نسبت بین پروتئین و رطوبت از عوامل مهم تعیین کننده مقدار پارامترهای مکانیکی بافت می‌باشند (کوکا و متین ۲۰۰٤). سیپاهی اغلو و همکاران (۱۹۹۹) اثر کاهش چربی پنیر و استفاده از نشاسته تاپیوکا را بر ساختمان و ویژگی‌های بافتی پنیر فتا بررسی کرده‌اند و نتایج نشان داد با کاهش چربی از ۱۹/۸ به ۱۲/۵ درصد، سفتی آن از ٤۷/٦ به ۷۳/۹ نیوتون افزایش می‌یابد. علت این پدیده وجود ساختار پیوسته و بدون شکست در پنیرهای کم‌چرب ذکر گردیده است. کوکا و متین (۲۰۰٤) تاثیر کاهش چربی از ۲٤/۵ به ۷/۳۳ درصد را بر بافت پنیر چدار بررسی کرده‌اند و نتایج نشان داد که کاهش چربی باعث افزایش سفتی، الاستیسته، حالت صمغی و آدامسی شد درحالی که مقدار چسبندگی کاهش یافت.

جدول ۴- تاثیر میزان صمغ گزانتان ویژگی های بافتی پنیر (روز ۳۰ ام)

Table 4- Effect of xanthan gum content on textural properties (mean±SD) of cheese (30 th day)

Gum content	Hardness (N)	Cohesiveness	Gumminess(N)	Chewiness (N/mm)	Springiness (N)
Blank	354.90 ± 8.83 ^{a}	0.19 ± 0.02 ^{c}	68.84 ± 5.23 ^{b}	152.47 ± 15.03 ^{b}	2.36 ± 0.18 ^{b}
T1 (0.1 %)	357.33 ± 25.04 ^{a}	0.27 ± 0.02 ^{b}	96.51 ± 13.15^{a}	322.65 ± 36.25 ^{a}	3.36 ± 0.31 ^{a}
T2 (0.3%)	203.50 ± 6.56 ^{b}	0.36 ± 0.03 ^{a}	73.20 ± 7.29 ^{b}	226.38 ± 12.09 ^{b}	3.11 ± 0.30 ^{ab}
T3 (0.5%)	202.25 ± 9.75 ^{b}	0.37 ± 0.04 ^{a}	74.26 ± 4.11 ^{b}	193.55 ± 39.20 ^{b}	2.42 ± 0.48 ^{b}

Different letters in the same column indicate significant differences (P<0.05).

بررسی ویژگی‌های حسی

مقبولیت نهایی یک محصول وابستگی مستقیم به ویژگی‌های حسی آن محصول دارد. بررسی پذیرش کلی پنیرهای تولید شده نشان داد افزودن صمغ گزانتان به پنیر سفید فراپالایشی تاثیر معنی‌داری بر پذیرش کلی در سطح احتمال ۰/۰۵ درصد داشت در صورتی که اثر زمان نگهداری معنی‌دار نبود (p>۰/۰۵). همان‌گونه که از شکل ۱ مشخص است پنیر تهیه شده با ۰/۵ درصد صمغ گزانتان بیشترین پذیرش را داشتند. ارزیابان حسی به طعم و مزه پنیر تهیه شده با ۰/۵ درصد صمغ گزانتان امتیاز بیشتری دادند. پنیرهای حاوی ۰/۱ درصد صمغ گزانتان بافت ضعیفی داشته و به دلیل رطوبت بیشتر، امتیاز کمی را در خصوص طعم کسب کردند. پپتیدهای بزرگ و متوسط تولید شده از هیدرولیز کازئین، ممکن است بعدا توسط آنزیم‌های پروتئولیتیک حاصل از میکروفلور باکتری‌های استارتر، باکتری‌های غیر اسیدلاکتیک بر پپتیدهای کوچک و اسید آمینه آزاد تجزیه گردد، که مهم‌ترین عامل ایجاد طعم پنیر هستند (زمردی و همکاران ۱۳۹۱). در خصوص بافت نیز بیشترین ترجیح، معطوف به پنیرهای تهیه شده با ۰/۵ درصد صمغ گزانتان بود. علت مطلوبیت بافت می‌تواند در نتیجه‌ی پایین بودن رطوبت و بالا بودن ماده خشک در این پنیرها باشد که نتایج مشابهی نیز توسط شیبانی و همکاران (۲۰۱۷) گزارش شده است. استفاده از صمغ گزانتان باعث کاهش سفیدی رنگ پنیرها شد و با افزایش

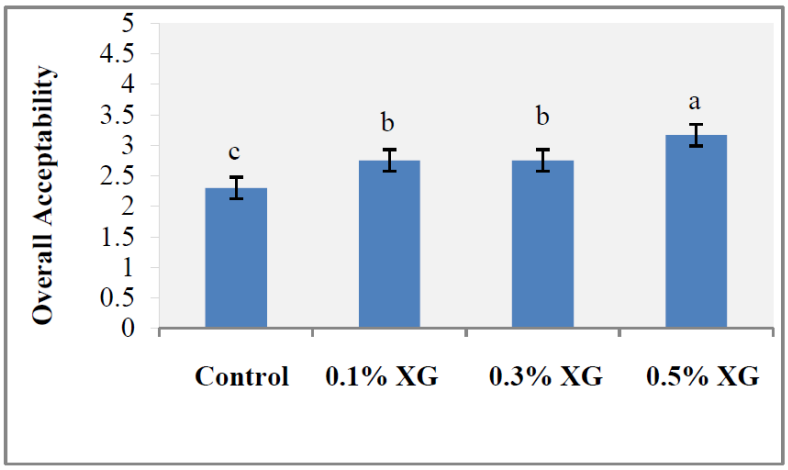
www.SID.ir

Archive of SID

غلظت این صمغ، امتیاز کم‌تری از جهت رنگ به پنیرها تعلق گرفت.

شکل ۱- پذیرش کلی نمونه‌های پنیر کم‌چرب

Figure 1- Overall acceptability of low fat cheese samples (XG: Xanthan Gum)



Different letters in the bar chart indicate significant differences (P<0.05).

نتیجه‌گیری

در این مطالعه پنیر سفید فراپالایش کم‌چرب با استفاده از صمغ گزانتان به عنوان جایگزین چربی در غلظت‌های ۰/۱، ۰/۳ و ۰/۵ درصد و نمونه کم چرب فاقد گزانتان تحت عنوان نمونه کنترل برای مقایسه تهیه شد و در فواصل ۱۵ روزه تا روز ٤٥ ام مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که با افزودن پودر صمغ گزانتان به پنیر سفید فراپالایش کم چرب طی مدت نگهداری ٤٥ روزه میزان چربی پنیرهای تهیه شده تغییر معنی‌داری نکرد، ولی مقادیرpH، ماده خشک، چربی و لیپولیز به‌طور معنی‌داری تحت تاثیر مقدار صمغ گزانتان بودند. در طول زمان نگهداری درصد ماده خشک، نمک و لیپولیز افزایش یافت، درحالی‌که مقدار pH کمتر شد. تغییرات درصد ازت محلول به ازت کل در نمونه‌های پنیر با صمغ گزانتان نسبت به نمونه شاهد بالاتر بود. درصد ازت محلول به ازت کل در همه تیمارها در طی زمان گرم‌خانه‌گذاری نسبت به نمونه شاهد افزایش یافت. بیشترین مقدار درصد ازت محلول به ازت کل در تمامی روزها مربوط به تیمار حاوی ۰/۵ درصد صمغ گزانتان و کم‌ترین میزان آن مربوط به تیمار حاوی ۰/۳ درصد پودر صمغ گزانتان بود. در طی دوره رسیدن در همه نمونه‌های پنیر کم چرب کاهش سفتی بافت مشاهده گردید. به دلیل بالا بودن پروتئولیز پنیرهای حاوی صمغ گزانتان، ساختار شبکه پروتئین گسیخته و سفتی نمونه‌ها کاهش یافت. نمونه کنترل دارای نرم‌ترین بافت و تیمار حاوی ۰/۱ درصد صمغ گزانتان دارای سفت‌ترین بافت بود. با در نظر گرفتن همه نتایج و با توجه به ویژگی‌های حسی، نمونه تهیه شده با ۰/۵ درصد صمغ گزانتان به دلیل ویژگی‌های یکسان بیشتری با نمونه شاهد به عنوان بهترین نمونه معرفی شد.

تقدیر و تشکر

نویسندگان بر خود لازم می‌دانند از تمامی کسانی که در انجام این طرح همکاری نموده‌اند به ویژه مد یریت و پرسنل محترم شرکت شیر پاستوریزه پگاه آذربایجان‌شرقی صمیمانه تشکر و قدردانی نمایند.

www.SID.ir

Archive of SID

منابع مورد استفاده

بی‌نام،۱۳۹۵، استاندارد ملی ایران شماره۱-۲۳٤٤، پنیر رسیده-ویژگی‌ها و روشهای آزمون، موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی.

بی‌نام،۱۳۹۳، استاندارد ملی ایران شماره۱۷٦۰۲، محصولات پنبر و پنیر فراوری شده -اندازه گیری میزان چربی ، موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی. بی‌نام،۱۳۸۵، استاندارد ملی ایران شماره۲۸۵۲، شیر و فراورده‌های آن-تعیین اسیدیته وpH، موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی.

بی‌نام،۱۳٥٦، استاندارد ملی ایران شماره۱۸۰۹، تعیین مقدار کلرور پنیر ، موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی.

بی‌نام،۱۳۸۱، استاندارد ملی ایران شماره۱۷٥۳، پنیر و پنیرهای فرآیند شده – تعیین مقدار ماده خشک کل ، موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی.

رشیدی ح، مظاهری تهرانی م، رضوی س ع و قدس روحانی م، ۱۳۹۰. تاثیر کاهش درصد چربی و مقدار کلرید کلسیم بر ویژگی‌های حسی و بافتی پنیر فتای فراپالایش حاصل از پودر ناتراوه اولترافیلتراسیون شیر، نشریه پژوهش‌های علوم و صنایع غذایی ایران، ۷، ۲۲٦-۲۱۸.

زمردی ش، خسروشاهی اصل ا و موسوی ملکی ن، ۱۳۹۱. تاثیر لاکتوباسیلوس پلانتاروم و بیفیدوباکتریوم بیفیدوم بر الگوی پروتئولیز پنیر سفید ایرانی فراپالایش، نشریه پژوهش‌های صنایع غذایی، ۲ ، ۳٤٦-۳۳۷.

فتحی اچاپلویی ب، حصاری ج و آزادمرد دمیرچی ص، ۱۳۹٤. خصوصیات فیزیکو شیمیایی، حسی و شاخص پروتئولیز پنیر تولیدی با استفاده از جایگزینی چربی شیر با روغن فندق، نشریه فراوری و نگهداری مواد غذایی، ۷، ۹۰-۷۷.

قدس روحانی م، مرتضوی س ع و مظاهری تهرانی م، ۱۳۸۹. بررسی اثر دوره نگهداری بر ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و حسی پنیر فتای فراپالایش شده تولیدی از مخلوط شیر گاو و شیر سویا، نشریه پژوهش‌های علوم و صنایع غذایی ایران، ٦، ۱٥۷-۱٤۹.

قنبری شندی ا، خسروشاهی اصل ا، مرتضوی ع و توکلی پور ح، ۱۳۹۰. اثر صمغ گزانتان بر ویژگی‌های بافتی و رئولوژیک پنیر سفید ایرانی کم چرب، فصلنامه علوم و صنایع غذایی، ۳۳، ٤٥-۳٥.

لشکری ح، خسروشاهی اصل ا، گلکاری ح، اشرفی یورقانلو ر و ظهری م، ۱۳۸۷. بررسی امکان تولید پنیر سفید ایرانی کم چربی و بهینه سازی ویژگی‌های آن با استفاده از صمغ گوار و عربسی، مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران، ۳، ۱۰-۱.

Alizadeh C, Hamedi M and Khosroshahi A, 2006. Modeling f proteolysis and lipolysis in Irnian white. Food Chemistry 97: 294-301.

Azarnia S, Ehsani MR and Mirhadi SA 1997. Evaluation of the physico-chemical characteristics of the curd during the ripening of Iranian brine cheese. International Dairy Journal 7: 473-478.

Dias HMAM, Berbicz F, Pedrochi F, Baesso ML and Matioli G, 2000. Butter cholesterol removal using different complexation methods with beta-cyclo dextrin and the contribution of photoacousti secroscopy to valuation of complex. Food Research International 43:1104-1110.

Fax PF, Guinee TP, Cogan TM and McSweeney PLH, 2000. Fundamentals of Cheese. Science Aspen Publishers, Gaithersburg, MD.

Garcia-Ochoa F, Santos VE, Casas JA and Gomez E, 2000. Xanthan gum: production, recovery and properties. Biotechnology Advances 18(7): 549-579.

Guinee TP and Fox PF, 1987. Salt in cheese, physicsl, chemical and biological aspects. In P. F. Fox (ed.). Cheese: chemistry, physics and microbiology, Vol. 1. London, UK: Chapman and Hall, 257-302.

Hlassan AN, Frank JF and Corroding M, 2002. Microstructure of feta cheese made using different culture and determined by confocal scanning laser microscopy. Journal of Food Science 67(7): 2750-2756.

Karagul-Yuceer Y, Isleten M and Uysal-Pala C, 2007. Sensory characteristics of Ezine cheese. Journal of Sensory Studies 22:49-65.

www.SID.ir

Archive of SID

Koca N and Metin M, 2004. Textural, melting and sensory properties of low-fat fresh Kashar cheese produced by using fat replacers. International Dairy Journal 14: 365-373.

Kondyli EM, Katsiari C, Masouras T and Voutsians LP, 2002. Free fatty acids and volatile compounds of low-fat Fata – type cheese made with a commercial adjunct culture. Food Chemistry 79: 199-205.

Kwak HS, Kim SH, Kim JH, Choi HJ and Kang J, 2004. Immobilized β-cyclodextrin as a simple and recyclable method for cholesterol removal in Milk. Archives of Pharmacia Research 27 (8): 873-877.

Nishinari K, Yamatoya K and Shirakawa MX, 2000. In: Handbook of Hydrocolloids., CRC Press. 267-247.

Nunez M, Garcia-Aser C, Rodriguez-Martin A, Medina M and Gaya P, 1986. The effect of ripening and cooking temperatures on proteolysis and lipolysis in manchego cheese. Food Chemistry 21:115-123.

Oberg EN, Oberg CJ, Motawee MM, Martini S and McMahon DJ, 2015. Increasing stringiness of low fat mozzarella string cheese using polysaccharides. Journal of Dairy Science 98:4243-4254.

Olivera N, Dourado F, Peres A, Silva M, Maia J and Teixeira J, 2011. Effect of guar gum on the physicochemical, thermal, rheological and textural properties of green Edam cheese. Food and Bioprocess Technology 4(8): 1414-1421.

Rudan MA, Barbano DM, Yun JJ and Kindstedt PS, 1999. Effect of Fat Reduction on Chemical Composition. Proteolysis. Functionality and Yield of Mozzarella Cheese. Journal of Dairy Science 82: 661-672.

Shakeel-Ur-Rehman, Farkye NY and Yim B, 2003. Use of dry milk protein conceetrate in Pizza cheese manufactured by culture or dirtet acidification. Journal of Dairy Science 86: 3841-3848.

Sheibani A, Ayyash MM, Vasiljevic T and Mishra VK, 2017. Texture and microstructure of reduced –salt cheddar cheese as affected by process modification. International Food Research Journal 24(2): 643-650.

Sipahioglu O, Alvarez VB and Solano Lopez C, 1999. Structure, physicochemical and sensory properties of Feta cheese made with Tapioca starch and lecithin as fat mimetic. International Dairy Journal 9: 783-789.

Taraksi Z and Kucukoner E, 2006. Changes on physicochemical, lipolysis and proteolysis of vacuum – packed Turkish Kashar cheese during ripening. Journal of Central European Agriculture 7(3): 459-464.

Volikalis P, Billiaderis CG, Vamvakas C and Zerfiridis C, 2004. Effects of a commercial oat-β-glucan concentrate on the chemical, physico-chemical and sensory attributes of low-fatwhite-brined cheese product. Food Research International 37: 83–94.

Walstra P, Wouters JTM and Geurts TJ, 2006. Dairy Science and Technology. Second Edition.

Zisu B and Shah NP, 2005. Textural and functional changes in low-fat Mozzarella cheeses in relation to proteolysis and microstructure as influenced by the use of fat replacers, pre-acidification and EPS starter. International Dairy Journal 15: 957-972.

www.SID.ir

Archive of SID

Low fat UF-feta cheese production containing xanthan gum

A Khani[1] and L Roufegari-Nejad[2]*

Received: September 6, 2017 Accepted: October 10, 2017

[1]Graduated MSc Student, Department of Food Science and Technology, Islamic Azad University, Tabriz Branch, Tabriz, Iran
[2]Assistant Professor, Department of Food Science and Technology, Islamic Azad University, Tabriz Branch, Tabriz, Iran
*Corresponding Author: l.roufegari@iaut.ac.ir

Introduction: Consumption of high fat diet is associated with various chronic diseases. This association has created increased consumer awareness and an increase in the demand for low-fat foods, including cheese (Nishinari et al., 2000). However, the consumption of low/reduced-fat cheese is still low demand between consumers. Low-fat cheese faces great challenges associated with its texture being hard and rubbery and lack of flavor (Olivera et al., 2011). In an effort of improving the quality of low-fat, different hydrocolloids could be used. Ultrafiltered processed feta cheese is the major industrial produced cheese in Iran and is very popular between consumers. Because of having high fat content, in this research feasibility of lowering fat in ultrafilterd feta cheese through substitution with xhantan gum have been surveyed.

Material and methods: To prepare low fat feta cheese, raw milk was passed from ultrafiltration system to reach 34% solid non- fat then fat content of retentate was decreased from 16% to 8% by skim milk addition. The xhantan gum at the levels 0 (control), 0.1, 0.3 and 0.5% based on retentate content was added. After inoculation with lactic acid bacteria and chymosin, coagulation was performed at 30^{o}C for 20 min. The 3% salt was poured to all of the samples equally and maturation conducted at 27^{o}C until pH 4.6. The prepared samples were evaluated for chemical properties (pH, acidity, salt, fat and solid non-fat, lipolysis and proteolysis), texture properties (softness, chewiness, gumminess, and springiness) and overall acceptability during storage period 0, 15, 30 and 45 days of storage. Preparation of treatments were carried out in triplicate and the data obtained from the above mentioned evaluation parameters were analyzed based on Factorial design and Duncan's multiple range comparison test.

Results and discussion: The results showed that the amount of gum addition had no significant effect on fat content, whereas pH and solid non-fat content decreased significantly by adding gum ($p<0.05$). Control and samples containing 0.5% xhantan gum had the least and the most moisture content, respectively. The intensity of water holding capacity as a result of fat to protein balance lowering along with fat reduction has been mentioned by Volikalis et al., 2004. Ratio of lipolysis as milk fat degradation and proteolysis as decomposition of proteins indicator were increased in parallel with xhantan gum addition. Lipolysis is a water content dependent reaction so this phenomenon was occurred in a lower rate in full fat cheese (control) as a result of lower moisture content of them (Kwak et al., 2004). Presence of hydrocolloids probably due to water entrapment in cheese matrix could be lead to free fatty acid release. These indices also increased during the storage period until the 45th day ($p<0.001$). Gradually increment of soluble nitrogen during storage period is a common phenomenon and described as maturation and flavor development in cheese but its increase along with xhantan gum addition could be interpret by Zhisu and Shah (2005) expression which they have mentioned a parallel relationship between moisture content and proteolytic enzyme activities. The texture profile analysis resulted that cheese samples prepared with 0.5% xanthan gum, had low softness, whereas springiness, gumminess and chewiness of them increased. Also, based on panelist judgement, xhantan gum addition lead to lightness and whiteness lowering and was an undesirable but from the overall acceptability viewpoint, UF white cheese prepared from 0.5% gum got the best score.

www.SID.ir

Archive of SID

Conclusion: It was concluded that to achieve a low fat Uf-feta cheese, use of xhantan gum could be an appropriate choice. It did not cause any adverse effect on taste and other sensorial parameters which is the main reason of cheese selection by consumers. The addition of xhantan gum improved the texture of low-fat UF-cheese by reducing the hardness, gumminess, and chewiness which has been challenging and a universal complaint about low-fat cheeses.

Key words: Fat replacer, Ultrafiltration, White cheese, Xanthan gum

www.SID.ir