نشریه فرآوری و نگهداری مواد غذایی
جلد هفتم، شماره اول، ۹٤
۹۰-۷۷
http://ejfpp.gau.ac.ir

خصوصیات فیزیکوشیمیایی، ویژگی‌های حسی و شاخص پروتئولیز پنیر تولیدی با استفاده از جایگزینی چربی شیر با روغن فندق

بهرام فتحی آچاچلوئی[1*]، جواد حصاری[2] و صدیف آزاد مرد دمیرچی[2]

[1] استادیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

[2] دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران

تاریخ دریافت: ۹۳/۱۰/۰٦ ؛ تاریخ پذیرش: ۹٤/۳/۰۵

چکیده

سابقه و هدف: فندق به‌خاطر داشتن مقدار بالای روغن، اسیدهای چرب ضروری، استرول‌ها، آنتی‌اکسیدان‌ها و مواد معدنی دارای ارزش تغذیه ای قابل توجهی است. محصولات لبنی پرچرب به‌دلیل داشتن اسیدهای چرب اشباع و کلسترول بالابرای سلامتی افراد به‌ویژه بیماران قلبی عروقی مضر است.

مواد و روش‌ها: در این مطالعه، چربی شیر با روغن فندق به نسبت‌های ۵۰ درصد و ۱۰۰ درصد برای تولید پنیر فرآسودمند جایگزین شد و یک نمونه کنترل نیز برای مقایسه پنیرهای جایگزین شده با این روغن تولید شد. خصوصیات فیزیکوشیمیایی، شاخص پروتئولیز و ویژگی‌های حسی نمونه‌های پنیر تولید شده در طول نگهداری و رسیدن پنیر تا ۸۰ روز تعیین شد.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که پنیرهای تلفیق شده با روغن فندق رطوبت و مقادیر pH بیش‌تری ($P<۰/۰۵$) نسبت به پنیر کنترل به‌ویژه در روز آخر رسیدن پنیر داشتند. هم‌چنین شاخص پروتئولیز پنیرهای محتوی روغن فندق و پنیر کنترل به‌طور معنی‌داری ($P<۰/۰۵$) در طول رسیدن پنیر افزایش نشان دادند.

استنتاج: در کل، نمونه‌های پنیر محتوی روغن فندق (جایگزین شده با ۱۰۰درصد روغن) دارای بیش‌ترین میزان pH و درصد نسبت ازت محلول به ازت کل در آخر دوره رسیدن پنیر بود. درصد نسبت ازت غیرپروتئینی به ازت کل در بین نمونه‌های پنیر فقط در روز آخر رسیدن پنیر (روز ۸۰) اختلاف معنی‌داری ($P<۰/۰۵$) داشت. هم‌چنین نتایج ارزیابی ویژگی‌های حسی نشان داد که پنیر تولید شده با روغن فندق با ۱۰۰ درصد جایگزینی دارای نمره مقبولیت کلی بیش‌تری نسبت به دیگر نمونه‌ها در روز آخر رسیدن پنیر داشت.

واژه‌های کلیدی: پنیر، خصوصیات فیزیکوشیمیایی، شاخص پروتئولیز، ویژگی‌های حسی، روغن فندق

[*] نویسنده مسئول: bahram1356@yahoo.com

مقدمه

پنیر یکی از محصولات لبنی پرارزش است که مصرف زیادی در جهان و در کشور ما دارد. علی‌رغم ارزش تغذیه‌ای بالای پنیر، ولی مصرف محصولات لبنی پرچرب با مشکلات مهم تغذیه‌ای همراه بوده که از مهم‌ترین آن می‌توان به دارا بودن کلسترول بالا و چربی اشباع زیاد اشاره کرد. به‌دلیل گسترش بیماری‌های مرتبط، از جمله قلبی عروقی و چاقی، امروزه تقاضای روز افزونی برای فرآورده‌های لبنی با ترکیب چربی اصلاح شده وجود دارد تا ضمن تامین نیازهای غذایی از خطرات ناشی از کلسترول و چربی مصون بمانند. چربی شیر محتوی بیش از ۷۰ درصد اسیدهای چرب اشباع می‌باشد (۹، ١٤ و ١٦). علی‌رغم تلاش زیاد محققان در کاهش مقدار چربی پنیر را به خاطر اثرات منفی چربی اشباع (۲ و ٤)، ولی کاهش چربی در محصولات لبنی مثل پنیر به‌دلیل نقش اصلی این ترکیب در خصوصیات حسی و بافتی می‌تواند منجر به کاهش مقبولیت محصول و ارزش بازاریابی گردد (۱۹). لذا جایگزینی چربی شیر با روغن‌های گیاهی می‌تواند به تعادل نسبت چربی اشباع به غیر اشباع در پنیر کمک کند (٤، ۱۰). ضمن آن‌که از دیگر ویژگی‌های مناسب این جایگزین چربی‌های شیر می‌توان به‌عدم وجود کلسترول در روغن‌های گیاهی و تغییرات فصلی کم‌تر در مقایسه با به چربی شیر و به‌طور معمول قیمت پایین‌تر آن اشاره کرد. با وجود این پنیرهای دارای روغن گیاهی گزارش شده است که طعم نامطلوب روغنی، بافت نرم و شکننده و دارای اسیدهای چرب فرار کم‌تری برخوردار هستند (٤ و ۱۱). هرچند که برخی از این مشکلات تا حدی با ایجاد اصلاحاتی برطرف شده اند برای مثال تلفیق اسیدهای چرب زنجیر کوتاه در روغن آفتابگردان با اسید اولئیک بالا برای جبران کمبود اسیدهای چرب فرار در پنیر انجام گرفته است (۱۰). غنی‌سازی پنیر چدار کم‌چرب با اسیدهای چرب امگا ۳ با استفاده از دوکوزاهگزانوئیک اسید و ایکوزاپنتانوئیک اسید بدون تولید طعم نامطلوب انجام گرفته است (۱۳). کارینا و همکاران (۲۰۰۷)، برای افزایش اسید لینولئیک کونژوگه در پنیر گاومیش روغن آفتابگردان همراه با یک سری از باکتری‌ها را به‌عنوان استارتر الحاقی اضافه کردند. میزان روغن آفتابگردان اضافه شده به شیر به گونه‌ای بود که غلظت نهایی اسید لینولئیک ۲۰۰ میلی‌گرم در میلی‌لیتر در شیر تنظیم گردید. نتایج این محققان نشان داد که لینولئیک مزدوج در پنیر گاومیش قابل افزایش می‌باشد (۳).

از روغن کانولا و کنسانتره پروتئینی آب پنیر به‌عنوان جایگزین چربی شیر در تولید پنیر سفید تازه (۱۱)، روغن زیتون و کانولا به‌عنوان جایگزین چربی شیر در تولید پنیر سفید ایرانی فراسودمند استفاده

شده است (٤). از دیگر منابع مهم روغن گیاهی می‌توان به روغن فندق اشاره کرد. روغن فندق حاوی مقدار زیادی اسیدهای چرب تک غیراشباعی و چند غیراشباعی، ویتامین E و استرول‌های گیاهی (فیتواسترول‌ها) می‌باشد که در کاهش مقدار کلسترول لیپوپروتئینی با دانسیته پایین[1]، سرم خون و بیماری‌های قلبی- عروقی در انسان نقش به سزایی ایفاء می‌کنند (۱۵).

هدف از این تحقیق جایگزینی چربی شیر (با اسیدهای چرب اشباع بالا و مقدار کلسترول بالا) با روغن‌های گیاهی فندق غنی از اسیدهای چرب غیر اشباع بود. لذا در این مطالعه، روغن فندق با استفاده از مخلوطی از چند امولسیفایر مناسب، جایگزین تمام یا بخشی از چربی شیر پنیر سازی در تولید پنیر سفید ایرانی شد. تأثیر تیمارهای به کار رفته روی خصوصیات فیزیکوشیمیایی، شاخص پروتئولیز و خصوصیات حسی در مقایسه با نمونه کنترل پنیر در این مطالعه مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

مواد مورد نیاز این پژوهش شیرخام (دامپروری دانشگاه تبریز)، امولسیفایرها (تولیدی شرکت مرک آلمان) که شامل پلی‌اکسیاتیلن سوربیتان منواستئارات (P)، سوربیتان منواستئارات (S) و گلیسرول منواستئارات (G)، استارتر پنیر DVS (ساخت کشور هلند) و مایه پنیر (Mito، ساخت ژاپن) بودند.

استخراج روغن: نمونه‌های روغن از فندق‌های برداشت شده از جنگل‌های فندقلوی اردبیل مطابق روش آزادمرد دمیرچی و همکاران (۲۰۰٦) به شرح زیر استخراج شدند (۱):

به لوله‌های استیلی حاوی ۱۰ گرم از مغزهای خرد شده فندق، ۳۰ میلی‌لیتر محلول هگزان/ ایزوپروپانول (۳:۲ ، حجمی: حجمی) اضافه شد. چهار عدد ساچمه فولادی نیز برای تسریع عمل هموژنیزاسیون به داخل هر لوله انداخته شد. لوله‌های استیلی در دمای اتاق برای یک ساعت تحت تکان شدید توسط دستگاه تکان دهنده قرار گرفتند. سپس محتوی لوله‌ها با استفاده از قیف بوخنر و کاغذ صافی واتمن شماره ٤ صاف شدند. تفاله‌های باقیمانده دو بار، هربار با ۲۰ میلی‌لیتر از همان محلول شسته شدند، سپس ۳۵ میلی‌لیتر محلول سولفات سدیم ٦/۷ درصد به محلول صاف شده اضافه شد تا آب احتمالی جدا شود. با استفاده از قیف جدا کننده لایه حاوی حلال و روغن جدا شده و در دستگاه تبخیر در خلاء در ٤۰ درجه سانتی‌گراد تبخیر شد. روغن‌های استخراج شده برای استفاده در مراحل بعدی آنالیز در ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند.

1. Low density lipoprotein

مراحل آماده سازی و تولید پنیر: برای تولید پنیر ابتدا چربی شیر به وسیله سپراتور آزمایشگاهی (ASYA Zenit, GA140) حذف شد و بعد از آن مقادیر مختلفی از روغن‌های فندق (در دو سطح ۱۸۰ گرم و ۳۵۰ گرم روغن در ۱۰ کیلوگرم شیر) به شیر پس چرخ همراه با مخلوطی از امولسیفایرهای پلی اکسی اتیلن سوربیتان منواستئارات (P)، سوربیتان منواستئارات (S) و گلیسرول منواستئارات (G) (مقدار ۲۰ گرم امولسیفایر برای جایگزینی ۵۰ درصد روغن و ٤٠ گرم برای جایگزینی ۱۰۰درصد روغن) استفاده شد. در محدوده دمایی ٤٠ تا ٤٥ درجه سانتی‌گراد با استفاده از همگن ساز اولترا توراکس (مدل IKA ساخت آلمان) با سرعت حدود ۲۲۰۰ دور در دقیقه برای مدت ۱۰ دقیقه با مقداری از شیر خام هم زده شد و سپس به بقیه شیر خام اضافه شد و تحت دمای ٦٥ درجه سانتی‌گراد برای مدت ۳۰ دقیقه پاستوریزه شد و بعد از سرد شدن در دمای ۳۵ تا ۳۸ درجه سانتی‌گراد مایه پنیر در مقدار ۰/۰۷ گرم در ۵ کیلوگرم شیر و استارتر در مقدار ۱ درصد وزنی- وزنی بعد از حل کردن در آب مقطر استریل به شیر اضافه شد و به‌مدت ٦٠ دقیقه در آن دما نگهداری شد تا دلمه پنیر تشکیل گردد. سپس دلمه تشکیل شده در اندازه‌های کوچک بریده شد تا آب پنیر خارج گردد. سپس دلمه تحت پرس برای خروج آب پنیر قرار گرفت و بعد از آن در اندازه‌های مشخصی بریده شد و در آب نمک ٢٤ درصد برای یک روز نگهداری شد و سپس به شیشه‌های حاوی آب نمک ۸ درصد منتقل شد تا مدت ۸۰ روز برای رسیدن نگهداری گردد و هر ۲۰ روز یک بار برای آزمایشات مربوطه نمونه برداری شد.

به‌منظور بررسی اثر افزودن روغن فندق در سطوح مختلف، به عنوان منبع غنی از اسیدهای چرب غیر اشباع و ترکیبات آنتی اکسیدانی، به جای چربی شیر در تهیه پنیر سفید ایرانی و اثر آن بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و حسی پنیرهای تولید شده و مقایسه آن با نمونه پنیر تهیه شده از شیر کامل (نمونه کنترل) و همچنین پیدا کردن راهکاری مناسب جهت اصلاح و جایگزینی پروفیل اسید چرب طبیعی پنیر با روغن فندق و کاهش مقادیر کلسترول و اسیدهای چرب اشباع در پنیر تولید شده و نیز امکان تولید محصول لبنی فراسودمند جدید، جهت معرفی به صنایع غذایی کشور و بازار مصرف به روش مرسوم فوق الذکر به شرح ذیل انجام گرفت:

جایگزینی روغن فندق در دو سطح (۵۰ و یا ۱۰۰ درصد چربی شیر) انجام گرفت، به‌طوری که این مقادیر روغن فندق برای تولید پنیر فرآسودمند (۱۸۰ گرم و ۳۵۰ گرم روغن در ۱۰ کیلوگرم شیر)

به شیر پس چرخ همراه با مخلوطی از امولسیفایرهای P، S و G (به‌ترتیب به نسبت ۰/۵، ۰/۲ و ۰/۳) اضافه شد.

اندازه گیری ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی نمونه‌های پنیر: در طی مدت رسیدن پنیر (۸۰ روز)، هر ۲۰ روز یک‌بار میزان چربی، رطوبت، نمک، ماده جامد و pH نمونه‌های پنیر مطابق روش مارشال (۲۰۰۵) اندازه‌گیری شدند (۱۲).

ارزیابی پروتئولیز: ازت کل و ازت محلول در pH=٤/٦ و ازت محلول در اسید تری کلرو استیک ۱۲ درصد یا همان ازت غیر پروتئینی (NPN) به‌عنوان شاخص‌های پروتئولیز با استفاده از روش میکروکلدال اندازه‌گیری شد (۸). برای اندازه‌گیری ازت محلول، نمونه‌های ۳۰ گرمی در آب مقطر همگن شد و pH نمونه‌ها با استفاده از محلول اسیدکلریدریک (مرک، آلمان) و هیدروکسید سدیم (مرک، آلمان) ۲ نرمال، در pH=٤/٦ تنظیم شد. پس از تنظیم مجدد pH، نمونه‌ها در گرم‌خانه ٤۰ درجه سانتی گراد به مدت ۳۰ دقیقه قرار داده شدند و سپس سانتریفوژ (۳۵۰۰g) گردیدند. نمونه‌ها با استفاده از کاغذ صافی واتمن ٤۲ صاف شدند و ازت محلول به روش کجلدال اندازه گیری شد. به ۲۰ میلی‌لیتر از محلول صاف شده، ۵ میلی‌لیتر محلول تری‌کلرواستیک اسید ٦۰ درصد اضافه شده و پس از ۱۰ دقیقه سانتریفوژ (۵۰۰۰g) محلول رویی صاف و مقدار ازت غیرپروتئینی به روش کجلدال اندازه گیری شد. برای اندازه‌گیری ازت کل نیز از روش کجلدال استفاده شد.

ارزیابی ویژگی‌های حسی پنیرهای تولید شده: آزمون حسی پنیر بعد از ٦۰ و ۸۰ روز سپری شدن از زمان رسیدن پنیرهای آماده شده، بوسیله ۱۲ نفر ارزیاب حسی انتخاب شده از بین دانشجویان ارشد گروه علوم و صنایع غذایی دانشگاه تبریز و به روش آزمایش هدونیک پنج نقطه‌ای انجام گرفت. نمونه‌های پنیر برای ارزیاب‌های حسی به صورت تصادفی انتخاب شدند تا برای شاخص‌های طعم روغن، طعم رنسید، مزه تلخ، شوری و مقبولیت کلی از نظر طعم، مزه و بافت، از نمره ۱ برای نمونه‌های خیلی بد و نمره ۵ برای نمونه‌های خیلی خوب، امتیاز داده شود.

تجزیه و تحلیل آماری

تمامی‌آزمایش‌ها و اندازه گیری‌ها در سه تکرار انجام گرفت و با استفاده از نرم‌افزار SAS، میانگین داده‌ها و خطای آزمایش محاسبه شد. آنالیز واریانس با استفاده از روش GLM انجام گرفت و اثرات تیمارها و تکرارها تخمین زده شد و سطح معنی‌داری، در سطح احتمال کمتر از ۵ درصد تعیین شد.

نتایج و بحث

خصوصیات فیزیکوشیمیایی: نتایج نشان داد که کاهش مقدار چربی شیر، مقدار رطوبت پنیر را افزایش داد (جدول۱). سایر محققان نیز گزارش کرده‌اند که مقدار رطوبت پنیر با مقدار چربی شیر مورد استفاده برای تولید پنیر رابطه معکوس دارد (۱۷ و ۱۸). نتایج نشان داد که کاهش مقدار چربی شیر میزان رطوبت پنیر را افزایش می‌دهد (جدول ۱). اختلاف در مقدار رطوبت نمونه‌های پنیر کم چرب و پر چرب ممکن است به مقدار پروتئین آن‌ها مربوط باشد؛ یعنی مقدار پروتئین بالای پنیرهای کم چرب ممکن است باعث افزایش ظرفیت اتصال آب به ماتریکس پنیر گردد (۱۷). مقدار نمک پنیر نیز در طول رسیدن به مقدار کمی‌افزایش یافته بود اما این افزایش در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار نبود (جدول ۱). کمترین و بیشترین مقدار چربی در نمونه‌های پنیر به‌ترتیب ۱۵ و ۱۸ درصد بودند (جدول ۱). بیشترین مقدار نمک و چربی در طول دوره رسیدن پنیر، به‌ترتیب به نمونه‌های پنیر تلفیق شده با روغن فندق (با ۵۰ درصد جایگزینی) و نمونه کنترل مربوط می‌شد. علت پایین بودن چربی در نمونه‌های پنیرتولید شده با جایگزینی روغن‌های گیاهی، به احتمال زیاد ناشی از اتلاف و افت روغن‌های گیاهی تلفیق شده با مخلوطی از امولسیفایرها در این نمونه‌های پنیر می‌باشد. همچنین مقدار چربی نمونه‌های پنیر تیمار شده در طول دوره رسیدن پنیر به خاطر افزایش مقدار رطوبت و لیپولیز چربی کاهش یافت. اختلاف در مقدار رطوبت نمونه‌های پنیر کم‌چرب و پرچرب ممکن است به مقدار پروتئین آن‌ها مربوط باشد؛ یعنی مقدار پروتئین بیشتر پنیرهای کم‌چرب ممکن است باعث افزایش ظرفیت مقدار اتصال آب پنیر شود (۱۷). نمک در کنترل رشد و فعالیت میکروبی، کنترل فعالیت آنزیم‌های مختلف، کاهش مقدار رطوبت و تغییرات فیزیکی در پروتئین‌های پنیر شرکت می‌کند (۷).

اسیدیته قابل تیتر از روز اول تا روز ٤٠ رسیدن پنیر کاهش یافت ولی بعد از آن تا روز ۸۰ افزایش پیدا کرد (جدول۱). طبق تحقیقات گینه و فاکس (۱۹۹۳)، کاهش در اسیدیته ممکن است به عنوان نتیجه رشد کپک و تشکیل ترکیبات قلیایی ازت دار باشد (٦). زمان رسیدن پنیر و مقدار چربی بطور معنی‌داری ($P<۰/۰۵$) مرتبط با pH می‌باشد (۵). افزایش pH در طول رسیدن پنیر به دلیل کاهش چربی ممکن است به کاهش مقدار رطوبت در مواد جامد بدون چربی و نسبت لاکتات به پروتئین منجر شود (۵).

جدول ۱. اثرات تیمارهای مختلف جایگزینی روغن فندق بر خصوصیات فیزیکو شیمیایی پنیرهای تولید شده

Table 1. The effects of different treatments of hazelnut oil replacement on the physicochemical properties of produced cheeses

چربی(٪) Fat (%)	نمک(٪) Salt (%)	رطوبت(٪) Moisture (%)	اسیدیته(٪) Acidity (%)	pH	تیمارهای مختلف پنیر Different treatments of cheese	زمان رسیدن پنیر Cheese ripening
18±0.11a	2.20±0.09a	56.89 ±0.42c	0.189±0.01a	5.93±0.01b	پنیر کنترل (control cheese)	روز ۱ (One Day)
16.2±0.13b	1.99 ±0.09a	58.68 ±0.42b	0.187±0.01a	6.00±0.01a	پنیر محتوی۵۰٪ روغن فندق (cheese containing 50% hazelnut oil)	
15.3±0.11c	2.06 ±0.09a	61.87±0.42a	0.186±0.01a	5.80±0.01c	پنیر محتوی ۱۰۰٪ روغن فندق (cheese containing 100% hazelnut oil)	
18±0.11a	2.22±0.13a	57.67±0.44c	0.180 ±0.01a	6.07 ±0.01a	پنیر کنترل (control cheese)	روز۲۰ (Day 20)
16.2±0.11b	2.05±0.13a	59.38±0.44b	0.182 ±0.01a	6.05 ±0.01a	پنیر محتوی ۵۰٪ روغن فندق (cheese containing 50% hazelnut oil)	
15.3±0.11c	2.08±0.13a	64.78 ±0.44a	0.181 ±0.01a	5.94 ±0.01b	پنیر محتوی ۱۰۰٪ روغن فندق (cheese containing 50% hazelnut oil)	
18±0.11a	2.25±0.12a	58.11±0.53c	0.09 ±0.01a	6.24 ±0.01a	پنیر کنترل (control cheese)	روز٤۰ (Day 40)
16.2±0.11b	2.21±0.12a	60.65±0.53b	0.094 ±0.01a	6.29 ±0.01a	پنیر محتوی ۵۰٪ روغن فندق (cheese containing 50% hazelnut oil)	
15.3±0.11c	2.10±0.12a	65.46±0.53a	0. 096±0.01a	6.23 ±0.01c	پنیر محتوی ۱۰۰٪ روغن فندق (cheese containing 100% hazelnut oil)	
17.8±0.11a	2.22±0.13a	59.56±0.51 b	0. 098±0.01a	5.64±0.01c	پنیر کنترل (control cheese)	روز٦۰ (Day 60)
16.2±0.11b	2.31±0.13a	60.94± 0.51 b	0. 104±0.01a	5.77±0.01a	پنیر محتوی ۵۰٪ روغن فندق (cheese containing 50% hazelnut oil)	
15.3±0.11c	2.13±0.13a	65.58±0.51 a	0. 111±0.01a	6.69 ±0.01b	پنیر محتوی ۱۰۰٪ روغن فندق (cheese containing 100% hazelnut oil)	

ادامه جدول ۱-

روز۸۰ (Day 80)	پنیر کنترل	6.08 ±0.01b	0. 127±0.01a	59.34±0.53 b	2.22±0.12a	17.7±0.11a
	پنیر محتوی ۵۰٪ روغن فندق (cheese containing 50% hazelnut oil)	6.22 ±0.01a	0. 125±0.01a	60.51±0.53 b	2.34±0.12a	16±0.11b
	پنیر محتوی ۱۰۰٪ روغن فندق (cheese containing 100% hazelnut oil)	6.21 ±0.01a	0. 131±0.01a	65.21±0.53 a	2.18±0.12a	15±0.11c

تیمار ۱- پنیر جایگزین شده با ۵۰ ٪ روغن فندق، تیمار۲- پنیر جایگزین شده با ۱۰۰ ٪ روغن فندق، هر عدد میانگین سه تکرار می باشد (%CV<۳) .

Treatment 1- cheese replaced with 50% hazelnut oil, Treatment 2- cheese replaced with 100% hazelnut oil, Each number is mean of three replications (%CV< 3)

شاخص پروتئولیز پنیر (فاکتور رسیدن پنیر): مطابق نتایج وافوپولو و همکاران (۱۹۸۹)، محصولات حاصل و از لیپولیز و پروتئولیز در طعم مشخص پنیر فتا دخالت دارند (۲۱). نتایج ارزیابی شاخص پروتئولیز پنیرهای محتوی روغن‌های فندق و نمونه پنیر شاهد بطور معنی‌داری ($P<۰/۰۵$) طی ۸۰ روز رسیدن در تمام تیمارهای پنیر آزمایشی افزایش یافت (جدول ۲). فراکسیون‌های ازت، پارامترهای خیلی مهمی برای تعیین میزان پروتئولیز هستند. به‌ویژه، فراکسیون pH4.6-SN شامل مولکول‌های کوچک پروتئینی غیرکازئینی، پپتیدها و اسیدهای آمینه آزاد می‌باشد که عموما به‌عنوان شاخص رسیدن پنیر استفاده می‌شود (٦) و فراکسیون NPN شاخص اصلی مقادیر اسیدهای آمینه آزاد که پیش ساز ترکیبات طعم دار هستند، می‌باشد (۲۲). همان‌طور که در جدول ۲ مشاهده می‌شود، نمونه‌های پنیر محتوی روغن فندق (جایگزین شده با ۱۰۰درصد روغن) دارای بیشترین میزان pH4.6-SN/TN(%) در آخر دوره رسیدن پنیر بود. مقادیر NPN/TN (%) در بین نمونه‌های پنیر، اختلاف معنی داری فقط در روز آخر رسیدن پنیر (روز۸۰) داشت ($P<۰/۰۵$)، به‌طوری‌که از نظر این شاخص پروتئولیز در بقیه روزهای رسیدن پنیر تفاوت معنی‌داری در بین نمونه‌های پنیر نبود ($P>۰/۰۵$) (جدول۲). مقادیر NPN در طول دوره رسیدن تیمارهای مختلف پنیر افزایش پیدا کردند ولی این افزایش در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار نبود. چندین محقق گزارش داده‌اند که پیشرفت زمان رسیدن پنیر منجر به افزایش در تجزیه پروتئین در پنیر می‌گردد (۷، ۲۰). در کل شاخص‌های pH4.6-SN/TN(%) و NPN/TN (%)

پنیرهای محتوی روغن فندق و نمونه پنیر شاهد، در طول رسیدن پنیر در زمان‌هـای مختلـف، تفـاوت معنی‌داری داشتند (P<۰/۰۵) (جدول۲).

جدول ۲. شاخص پروتئولیز در پنیرهای تولید شده در طول مدت زمان رسیدن پنیر

Table 2 Proteolysis index in the produced cheeses during cheese ripening

شاخص index	نمونه‌ها samples	مدت زمان نگهداری (storage times)				
		روز ۱(Day 1)	روز ۲۰ (Day 20)	روز ٤۰ (Day 40)	روز ٦۰(Day 60)	روز ۸۰ (Day 80)
TN (%)	پنیر کنترل (control cheese)	2.36 ±0.07aA	2.36 ±0.05aA	2.35 ±0.03aA	2.36 ±0.02aA	2.35 ±0.02aA
	پنیر محتوی ۵۰٪ روغن فندق (cheese containing 50% hazelnut oil)	2.34± 0.07aA	2.34 ±0.05aA	2.34 ±0.03aA	2.34 ±0.02aA	2.33 ±0.02aA
	پنیر محتوی۱۰۰٪ روغن‌فندق (cheese containing 100% hazelnut oil)	0.07aA±2.36	2.35 ±0.05aA	2.35 ±0.03aA	2.35 ±0.02aA	2.34 ±0.02aA
pH4.6-SN/TN (%)	پنیر کنترل	36.55±1.33 aC	36.95 ±0.87aBC	38.49 ±0.92aBC	41.88 ±0.61cB	47.49 ±0.74bA
	پنیر محتوی ۵۰٪ روغن فندق (cheese containing 50% hazelnut oil)	28.32 ± 1.33 cD	29.56 ±0.87bD	32.63 ±0.92cC	39.25 ±0.761cB	44.73 ±0.74cA
	پنیر محتوی۱۰۰٪ روغن‌فندق (cheese containing100% hazelnut oil)	32.33± 1.33bc	34.93 ±0.87aC	٤۱/٦٤ ±۰/۹۲aB	46.58 ±0.61aA	48.93 ±0.74aA
NPN/TN (%)	پنیر کنترل (control cheese)	8.21 ±1.00aB	8.69 ±0.74aB	9.65 ±0.78aAB	11.72 ±0.72aA	13.83 ±0.71cA
	پنیر محتوی ۵۰٪ روغن فندق (cheese containing 50% hazelnut oil)	8.37 ±1.00aC	8.92 ±0.74aC	9.82 ±0.78aBC	12.57 ±0.72aAB	15.37 ±0.71bA
	پنیر محتوی۱۰۰٪ روغن‌فندق (cheese containing 100% hazelnut oil)	9.11 ±1.00aC	0.74aC±9.22	10.63 ±0.78aBC	13.44 ±0.72aAB	15.77 ±0.71abA

a–c: کلمات غیرمشابه در هر ستون و A–D: کلمات غیرمشابه در هر ردیف به ترتیب بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال P <۰/۰۵ بین تیمارهای پنیر در روزهای یکسان و روزهای مختلف رسیدن پنیر می‌باشد.

a-c: Different letters in each column and A-D: different letters in each row are significantly different at P<0.05 between cheese treatments in the same days and different days of cheese ripening, respectively.

ویژگی‌های حسی: نتایج مربوط به خصوصیات حسی مربوط به نمونه‌های پنیر در زمان‌های رسیدن ٦٠ و ٨٠ روز، در جدول ٣ آورده شده است. مقبولیت کلی، ظاهر و رنگ پنیرها در طول آزمون حسی، خوب ارزیابی شدند. بین تیمارهای متفاوت، اختلافات معنی‌داری ($P<$٠/٠٥) وجود داشت. همچنین نمرات ارزیابی مقبولیت کلی نشان داد که پنیرهای محتوی روغن‌های فندق (با ١٠٠ درصد جایگزینی روغن) بیشترین نمرات را نسبت به پنیرهای دیگر برای مقبولیت کلی دریافت کردند (جدول٣). با این وجود، همه نمونه‌های پنیر توسط ارزیاب‌ها، قابل قبول ارزیابی شدند. هم‌چنین با توجه به نتایج ارزیابی حسی می‌توان بیان نمود که هیچ طعم نامطلوب یا تلخی برای کل نمونه‌های پنیر در طول نگهداری و رسیدن پنیر گزارش نشد. در کل پانلیست‌ها نمونه‌های پنیر محتوی روغن فندق را به‌خاطر طعم و ظاهر بهتر ترجیح دادند.

جدول ٣. ویژگی‌های حسی پنیرهای تولید شده در طول مدت زمان نگهداری ٦٠ و ٨٠ روز

Table 3. Sensory properties of produced cheeses during the storage period **of** 60 and 80 days

زمان رسیدن پنیر (cheese ripening)	تیمارهای پنیر (cheese treatments)	ویژگی‌های حسی (Sensory properties)				
		طعم روغن (oil flavor)	شوری (salty)	تندی (rancid)	تلخی (bitterness)	مقبولیت کلی (overall acceptability)
روز ٦٠ (Day60)	پنیر کنترل (control cheese)	1.00 ±0.32b	2.33±0.36a	1.00±0.2b	1.00 ±0.2b	3.66 ±0.3b
	پنیر محتوی ٥٠٪ روغن فندق (cheese containing 50% hazelnut oil)	1.66 ±0.32a	2.33±0.36a	1.00±0.2b	1.00 ±0.2b	3.66 ±0.3b
	پنیر محتوی ١٠٠٪ روغن فندق (cheese containing 100% hazelnut oil)	1.66 ±0.32a	2.66±0.36a	1.33±0.20a	1.33±0.20a	4.66 ±0.3b
روز ٨٠ (Day80)	پنیر کنترل (control cheese)	1.00 ±0.28b	3.66±0.27a	1.00±0.3b	1.00±0.25b	3.66 ±0.2a
	پنیر محتوی ٥٠٪ روغن فندق (cheese containing 50% hazelnut oil)	2.33 ±0.28a	3.33±0.27a	2.33±0.3a	1.00±0.25b	4.00 ±0.2b
	پنیر محتوی ١٠٠٪ روغن فندق (cheese containing 100% hazelnut oil)	2.33 ±0.28a	3.33±0.27a	2.33±0.3a	1.33±0.25a	5.00 ±0.2a

a-e نشانگر اختلاف معنی‌داری میانگین‌ها در سطح احتمال ٥ درصد می‌باشند

a-e: Shows significant different of means at probability level of 5% .

نتیجه‌گیری

در این مطالعه، چربی پنیر سفید ایرانی، به‌منظور تولید پنیر فرآسودمند، با روغن فندق به نسبت‌های ٥٠ و ١٠٠ درصد جایگزین شد و یک نمونه کنترل نیز برای مقایسه پنیرهای جایگزین شده با این روغن‌ها تولید شد.

پنیرهای تلفیق شده با روغن فندق، رطوبت و مقادیر pH بیشتری (P<۰/۰۵) نسبت به پنیر کنترل در روز آخر رسیدن پنیر داشتند. نمونه‌های پنیر محتوی روغن فندق (جایگزین شده با ۱۰۰درصد روغن) دارای بیشترین میزان pH4.6-SN/TN(%) در آخر دوره رسیدن پنیر بود. برای مقادیر NPN/TN (%) بین نمونه‌های پنیر اختلاف معنی دار فقط در روز آخر رسیدن پنیر (روز ۸۰) وجود داشت (*P*<۰/۰۵). هم‌چنین نتایج ارزیابی ویژگی‌های حسی نشان دادند که پنیرهای تولید شده با روغن فندق، با ۱۰۰درصد جایگزینی، نمره مقبولیت کلی بیشتری نسبت به دیگر نمونه‌ها در روز آخر رسیدن پنیر داشت.

منابع

1. Azadmard-Damirchi, S., and Dutta, P.C. 2006. Novel solid-phase extraction method to separate 4-desmethyl-, 4-monomethyl-, and 4, 4'-dimethylsterols in vegetable oils. Journal of Chrom (A). 1108: 183- 187.
2. Baer, R.J.1991. Alteration of the fatty acid content of milk fat. J Food Prot. 54: 383-6.
3. Carina, P.,Van Nieuwenhove., Rubén Oliszewski., Silvia N, Gonzalez. and Adriana B. Pérez Chaia. 2007. Influence of bacteria used as adjunct culture and sunflower oil addition on conjugated linoleic acid content in buffalo cheese. Food Research International. 40: 559–564.
4. Fathi Achachlouei, B., Hesari, J., Azadmard-Damirchi, S., Peighambardoust, S.H., Esmaiili, M., and Alijani, S. 2013. Production and characterization of a functional Iranian white brined cheese by replacement of dairy fat with vegetable oils. Food Science and Technology International, 19:5.389-398.
5. Fenelon, M.A., and Guinee, T.P. 2000. Primary proteolysis and textural changes during ripening in cheddar cheeses manufactured to different fat contents. International Dairy Journal. 10: 151-58.
6. Guinee, T.P. and Fox, P.F. 1993. In PF. Fox (Ed.), Cheese: chemistry, physics and microbiology, general aspects, (Vol. 1, pp. 257–302). London: Chapman and Hall.
7. Hayaloglu, A.A., Guven, M., Fox, P.F., and Mcsweeney, P.L.H. 2005. Influence of starters on chemical, biochemical, and sensory changes in Turkish white-brined cheese during ripening. Journal of Dairy Science. 88: 3460-3474.
8. Kuchroo, C.N., and Fox, P.F.1982. Soluble nitrogen in cheddar cheese: Comparison of extraction procedures. Mich wissen chaft . 937:331–335.
9. Liangping, Yu., and Hammond, E.G. 2000a.The modification and analysis of vegetable oil for cheese making. Journal of American Oil Chemistry. 77: 9. 911-15.

10. Liangping, Yu., and Hammond, E.G.2000b. Production and characterization of a Swiss cheese-like producted from modified vegetable oils. Journal of American Oil Chemistry Soc. 77: 9. 917–924.
11. Lobato-Calleros, C., Reyes-Hernández, J., Beristain, C., Hornelas-Uribe, Y., Sánchez-García, J., and Vernon-Carter, E. 2007. Microstructure and texture of white fresh cheese made with canola oil and whey protein concentrate in partial or total replacement of milk fat. Food Research International. 40(4): 529-537.
12. Marshall, R. 2005. Standard methods for the examination of dairy products Washington, DC: American Public Health Association. pp. 450.
13. Martini, S., Thurgood, J., Brothersen, C., Ward, R., and McMahon, D.J. 2009. Fortification of reduced-fat Cheddar cheese with n-3 fatty acids: Effect on off-flavor generation. Journal of Dairy Science. 92:5. 1876-1884.
14. Ney, D.M. 1991. Potential for enhancing the nutritional properties of milk fat. Journal of Dairy Science. 74: 4002-12.
15. Parcerisa, J., Richardson, G., Daryl, M., Rafecas, R., Codony, and Boatella, J. 1998. Fatty acid, tocopherol and sterol content of some hazelnut varieties (*Corylus avellana* L.) harvested in Oregon (USA). Journal of Chrom. (A). 805: 259-268.
16. Rodrigues, J.N., Torres, R.P., Mancini-Filho, J., and Gioielli, L.A. 2007. Physical and chemical properties of milk fat and phytosterol esters blends. Food Research International. 40: 748–755.
17. Romeih, E.A., Michaelidou, A., Biliaderis, C.G., and Zerfiridis, G.K. 2002. Low-fat white-brined cheese made from bovine milk and two commercial fat mimetics: chemical, physical and sensory attributes. International Dairy Journal. 12: 525-40.
18. Sabbagh, N., Gheisari, H.R., and Aminlari, M. 2010. Monitoring the chemical and microbiological changes during ripening of Iranian probiotic low- fat white cheese. American Journal of Animal and Veterinary Sciences 5(4): 249–257.
19. Strugnell, C. 1993. Vegetable oil cheese: a necessary development Nut and Food Science. 4: 21–25.
20. Tarakci, Z. 2004. The influence of Helis (*Prangos sp*.) on ripening characteristics of vacuum-packed Van Herby cheese during ripening. Milch wissens chaft 11(12): 619–623.
21. Vafopoulou, A., Alichanidis, E., and Zerfiridis, G. 1989. Accelerated ripening of feta cheese, with heat-shocked culture microbial proteinases. J. Dairy Research, 56: 285-96.
22. Wolf, I.V., Perotti, M.C., Bernal, S.M., and Zalazar, C.A. 2010. Study of the chemical composition, proteolysis, lipolysis and volatile compound profile of commercial Reggianito Argentino cheese: Characterization of Reggianito Argentino cheese. Food Research International, 43: 1204–1211.

EJFPP, Vol. 7(1): 77-90
http://ejfpp.gau.ac.ir

Physicochemical, sensory properties and proteolysis index of produced cheese by replacement of milk fat with hazelnut oils

B. Fathi-Achachlouei[1*], J. Hesari[2] and S. Azadmard-Damirchi[2]
[1] Assistant Prof., Dept. of Food Science and Technology, Faculty of Agricultural Sciences, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran,[2] Associate Prof., Dept. of Food Sciences and Technology, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran.

Received: 2014/12/27 ; Accepted: 2015/05/26

Abstract
Background and objectives: Hazelnut nutritionally is considered due to containing much oil content, essential fatty acids, phytosterols, antioxidants and minerals. Full-fat dairy products have negative health effects because of its high proportion of cholesterol and saturated fatty acids.
Materials and methods: In this study, milk fat was substituted with hazelnut oil at levels of 50% and 100% w/w to produce functional cheese; full-fat cheese (FFC) was also made as a control sample to comparison with the cheese samples. Physicochemical properties, proteolysis index and sensorial properties were determined during 80 days of cheese ripening.
Results: Results showed that white brined cheeses containing hazelnut oil had significantly ($P<0.05$) higher amounts of moisture and pH compared to FFC control especially at the end of ripening time. Moreover, proteolysis index increased significantly ($P<0.05$) in all samples during cheese ripening.
Conclusion: In general, cheeses substituted with hazelnut oil at levels of 100% had significantly ($P<0.05$) higher amounts of pH4.6SN/TN % at the end of ripening period (80th day). NPN/TN% was also significantly ($P<0.05$) different between FFC and experimental cheeses at the 80th day of cheese ripening time. Furthermore, the results of sensory properties showed that cheese substituted with hazelnut oil at levels of 100% had more overall acceptability score than the other samples at the end of cheese ripening time.

Keywords: Cheese, Physicochemical properties, Proteolysis index, Sensory properties, Hazelnut oil

[*]Corresponding author; bahram1356@yahoo.com