

ویژگی‌های شیمیایی، حسی و فیزیکی پنیر سفید کم چرب، تولید شده از شیر استاندارد شده با پودر پروتئین شیر

حسن رشیدی^{۱*}

تاریخ پذیرش: ۹۴/۲/۲

تاریخ دریافت: ۹۳/۳/۱۵

^۱ استادیار گروه صنایع غذایی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج

کشاورزی، مشهد، ایران

*مسئول مکاتبه: Email: ha_rashidi@yahoo.com

چکیده

پنیر فتای ایرانی محصولی پرچرب است (۴۵ درصد چربی در ماده خشک) و نوع کم چرب آن به دلیل ملاحظات سلامتی مورد تقاضای مصرف کنندگان می باشد. برای تولید پنیر فتای کم چرب، استاندارد کردن (۲۵ و ۵۰ درصد افزایش ماده جامد شیر) با استفاده از پودر پروتئین شیر به کار گرفته شد. سپس اثر استاندارد کردن شیر با پودر پروتئین شیر (۰، ۲۵ و ۵۰ درصد افزایش ماده جامد شیر) بر بازده تولید، ویژگی های شیمیایی (مقدار چربی، ماده جامد، پروتئین، اسیدیته، pH و نمک)، حسی (طعم، بافت و رنگ) و بافتی (سفتی، حالت صمغی، حالت آدامسی، حالت فنی، چسبندگی و پیوستگی) پنیر تعیین شد. افزایش ماده جامد شیر منجر به تولید پنیر کم چرب شد به طوری که با افزایش ۵۰ درصدی ماده جامد شیر پنیرسازی، مقدار چربی نمونه پنیر حدود ۵۰ درصد کاهش یافت. افزایش ماده جامد شیر، منجر به افزایش معنی دار ($P \leq 0/05$) راندمان، مقدار ماده جامد، پروتئین و نمک پنیر گردید. از سوی دیگر افزودن پودر پروتئین شیر تغییر معنی داری در امتیاز طعم پنیر ایجاد نکرد، اما امتیاز بافت و رنگ آنها به ترتیب افزایش و کاهش معنی داری ($P \leq 0/05$) داشت. نتایج حاصل از آزمون بافت دستگاهی نشان داد که افزودن پودر پروتئین اثر معنی داری بر چسبندگی نمونه های پنیر نداشت، در حالی که باعث افزایش معنی دار ($P \leq 0/05$) مقدار سفتی، پیوستگی، حالت صمغی، حالت آدامسی و الاستیسیته شد.

واژگان کلیدی: استاندارد کردن شیر، پنیر سفید، پودر پروتئین شیر، کم چرب

مقدمه

pH آن حداکثر ۵/۲ است. راندمان تولید این نوع پنیر نسبتاً چرب، حدود ۱۲ درصد است و بیشتر شیر مصرفی تبدیل به آب پنیر می گردد که به عنوان پساب لبنی مستلزم تصفیه یا فراوری مجدد است (استاندارد ملی ایران شماره ۶۶۲۹ ۱۳۸۹، رشیدی و همکاران ۱۳۹۰ و قدس و همکاران ۱۳۸۸).

پنیر سفید ایرانی پنیری است آب نمکی که به گونه سنتی و صنعتی در نقاط مختلف ایران تولید می شود. این پنیر دارای ۲۰-۲۵ درصد چربی، حداقل ۶ درصد پروتئین، حداکثر ۶۵ درصد رطوبت و ۴ درصد نمک است. اسیدیته پنیر سفید ایرانی حداقل ۰/۵ و حداکثر ۲/۵ و

چرب حاصل بیشتر است. شکل الرحمن و همکاران (۲۰۰۳) نیز پودر پروتئین شیر را در تولید پنیر پیتزا بکار بردند. نتایج نشان داد که استفاده از پودر پروتئین شیر راندمان تولید را افزایش داد و بر ویژگی‌های قهوه ای شدن و ذوب شدن موثر بود. رشیدی و همکاران (۱۳۹۰، ۱۳۹۱) با استفاده از پودر پروتئین شیر پنیر فتای فرایلاپیشی کم چرب را تولید نمودند. نتایج نشان داد که کاهش چربی تا حد مشخصی بدون افت کیفیت شیمیایی، حسی و بافتی ممکن است اما کاهش بیشتر چربی همراه با افت فزاینده کیفیت پنیر است.

هدف این پژوهش، استفاده از پودر پروتئین شیر در تولید پنیر فتای ایرانی کم چرب و بررسی تاثیر آن بر راندمان، ترکیب و ویژگی‌های فیزیکی و حسی آن بوده است. این کار نسبت به روش معمول گرفتن چربی شیر دارای مزایای متعددی (از جمله افزایش راندمان و کاهش نواقص محصول کم چرب) است که توسط شکل الرحمن و همکاران (۲۰۰۳) به طور کامل تشریح شده است.

مواد و روش‌ها

مواد اولیه

شیر (جدول ۱) از دامداری مرکز آموزش جهاد کشاورزی خراسان رضوی، پودر پروتئین شیر از شرکت پگاه خراسان، نمک طعام از شرکت تابان و کلرید کلسیم از شرکت کمیرا (سوئد) تهیه شد. رنت از شرکت رنی لسه (دانمارک) و استارتر FRC65 (دارای *لاکتوباسیلوس* *استرپتوکوکوس* *ترموفیلوس*، *لاکتوباسیلوس* *بولگاریکوس*، *لاکتوکوکوس* *لاکتیس* زیر گونه *کرموریس* و *لاکتیس*) از شرکت کریستین هانسن دانمارک خریداری شد.

با توجه به نقش غیرقابل انکار چربی در چاقی و شیوع بیماری‌های قلبی و عروقی، مصرف فراورده‌های کم چرب توسعه روزافزونی داشته است (کاتسیاری و همکاران ۲۰۰۲). پنیر به عنوان یکی از محصولاتی که بخش قابل توجهی از آن را چربی تشکیل می‌دهد نیز از این توسعه بی‌نصیب نمانده است. البته کاهش چربی پنیر باعث بروز نواقصی در ویژگی‌های کیفی آن می‌گردد (سفتی بیش از حد، طعم و رنگ نامطلوب و ویژگی‌های عملکردی ضعیف) که رفع این نواقص مورد توجه فراوان بوده است (سپاهیوگلو و همکاران ۱۹۹۹، میستری و همکاران ۲۰۰۱، رومیه و همکاران ۲۰۰۲، وولیکاکیس و همکاران ۲۰۰۴، کاواس و همکاران ۲۰۰۴، کونوکلاز و همکاران ۲۰۰۴، کوکا و همکاران ۲۰۰۴، لطیف و همکاران ۲۰۰۹، کارو و همکاران ۲۰۱۱ و آملیا و همکاران ۲۰۱۳).

تولید پنیرهای کم چرب با استفاده از شیر کم چرب ممکن است اما این کار باعث کاهش چشمگیر بازده تولید می‌شود (شکیل الرحمن و همکاران ۲۰۰۳). این در حالی است که افزودن کازئین به شکل پودر پروتئین شیر^۱ روش نوینی است که باعث افزایش راندمان و رقابت پذیری پنیر می‌شود (شکیل الرحمن و همکاران ۲۰۰۳ و جوئینی و همکاران ۲۰۰۶). پودر پروتئین شیر، ناتراوه اولترافیلتراسیون خشک شده به روش پاششی شیر پس چرخ است که دارای ۴۰ تا ۸۵ درصد پروتئین می‌باشد (کارو و همکاران ۱۹۹۹). نسبت بین پروتئین‌های آب‌پنیری و کازئین (کامسواران و همکاران ۱۹۹۹) و ویژگی‌های انعقادی (کارو و همکاران ۲۰۱۱) در این محصول، مشابه شیر است.

کارو و همکاران (۲۰۱۱) اثر کاربرد پودر پروتئین شیر بر ترکیب، راندمان و عملکرد پنیر کم چرب اکساکا را مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که مقدار چربی پنیر کاهش و راندمان تولید افزایش یافت. همچنین مشخص گردید که سفتی و الاستیسیته پنیر کم

^۱ - Milk Protein Concentrate (MPC)

جدول ۱ ترکیب شیر خام و پودر پروتئین شیر مصرفی

نوع	چربی (%)	اسیدیته (°D)	ماده جامد (%)	pH	پروتئین (%)
شیر	۳/۷۵	۱۳/۸۵	۱۲/۷۸	۶/۶۱	۲/۱۸
پودر پروتئین شیر	۴/۵	۱۴/۸۵	۹۶/۸	۶/۶۷	۶۷/۷۸

تولید پنیر

در هر نوبت تولید، ۲۰۰ کیلوگرم شیر خام برای تولید تیمارها در پایلوت شیر مرکز آموزش جهاد کشاورزی خراسان رضوی مورد استفاده قرار گرفت. مطابق جدول ۲، با افزودن پودر پروتئین شیر، مقدار ماده جامد شیر خام به مقدار ۲۵ (تیمار MPC25) یا ۵۰ درصد (تیمار MPC50) افزایش داده شد و بخشی از شیر خام نیز دست نخورده باقی ماند (تیمار C). اختلاط پودر پروتئین با شیر خام در دمای ۴۰ درجه سانتی گراد انجام و سپس توسط پاستوریزاتور صفحه ای در دمای ۷۲ °C سالم سازی و با دمای ۴۵ درجه سانتی گراد به وت استیل پمپ شد. درون وت ابتدا تلقیح استارتر انجام و پس از ۰/۲ واحد کاهش pH، کلرید کلسیم و رنت زنی انجام شد. دلمه حاصل برش، آبگیری و درون قالب های پلاستیکی ریخته شد و در طی ۵ ساعت، برگرداندن قالب ها صورت گرفت تا آبگیری کامل شود. قالب های پنیر حاصل درون آب نمک با غلظت ۱۶ درصد و در سردخانه با دمای ۵ °C قرار داده شد و پس از ۷۲ ساعت آزمون های لازم بر روی آنها صورت گرفت (رشیدی ۱۳۸۵).

جدول ۲ مواد مصرفی (کیلوگرم) برای تولید ۱۰۰ کیلوگرم شیر پنیرسازی در تیمارهای مختلف

تیمار	مواد جامد (%)	شیر	پودر پروتئین شیر
C	۱۲/۷۸	۱۰۰	۰
MPC25	۱۶	۹۶/۲	۲/۸
MPC50	۱۹	۹۲/۶	۷/۴

آزمایش‌ها

بازده تولید با توزین و محاسبه پنیر حاصل از ۱۰۰ کیلوگرم شیر اولیه (قدس و همکاران ۱۳۸۸) اندازه گیری شد. مقدار ماده جامد توسط خشک کردن نمونه پنیر تا رسیدن به وزن ثابت (سپاهیوگلو و همکاران ۱۹۹۹)، مقدار pH توسط pH متر دیجیتالی (pH (spear, Oakton, Malaysia)، اسیدیته توسط تیتراسیون و بر اساس درصد اسید لاکتیک (استاندارد ملی شماره ۶۶۲۹ ۱۳۸۹)، مقدار چربی بر اساس روش ژربر (AOAC ۲۰۰۵)، مقدار پروتئین به روش کلدال (AOAC 2005) و مقدار نمک به روش ولهارد (استاندارد ملی شماره ۶۶۲۹) اندازه گیری شد. برای آزمون پروفیل بافت (TPA) از دستگاه سنجش بافت (QTS25, CNS FARNEL, UK) و پروب استوانه‌ای با قطر ۳۶ میلی متر استفاده شد (قدس روحانی و همکاران ۱۳۸۸). نمونه های پنیر بلافاصله پس از خارج نمودن از سردخانه و برش در ابعاد ۲۰×۲۰×۲۰ میلی متر، تا ۵۰ درصد ارتفاع اولیه (عمق ۱۰ میلی متر) توسط دستگاه فشرده شدند. سرعت نفوذ ۶۰ میلی متر در دقیقه بود. هر تست حداقل در سه تکرار انجام گردید. صفات مورد اندازه‌گیری بر اساس این آزمون عبارت بودند از سفتی (نیوتن)، پیوستگی (بدون واحد)؛ حالت صمغی (نیوتن)؛ حالت آدامسی (نیوتن.میلیمتر)؛ چسبندگی (نیوتن.ثانیه)° و الاستیسیته (میلیمتر)؛ گناسکاران و مهمت ۲۰۰۳). ارزیابی حسی با آزمون

2 - Cohesiveness

3 - Gumminess

4 - Chewiness

5 - Adhesiveness

6 - Springiness

چربی ناچیزی می باشد، افزودن آن به شیر پنیرسازی به منزله کاهش نسبی سهم چربی در دلمه نهایی می باشد.

مواد جامد کل

با افزودن پودر پروتئین شیر، مواد جامد کل پنیر افزایش یافت (جدول ۳). این یافته مطابق با گزارش برومه و همکاران (۱۹۹۸) و جوئینی و همکاران (۲۰۰۶) بود. با افزودن MPC، مقدار پروتئین شیر افزایش می یابد و در نتیجه نسبت بین کازئین و نمک های محلول شیر تغییر می کند. این باعث تجمع سریعتر میسل های پاراکازئین و تشکیل شبکه ژلی با دانه های درشت تر می شود که در نتیجه دارای خلل و فرج بیشتر است و پس از برش آگیری و سینریزس با شدت بیشتر رخ می دهد (جوئینی و همکاران ۲۰۰۶).

پروتئین

با افزودن پودر پروتئین شیر مقدار پروتئین پنیر افزایش یافت (جدول ۳). کارو و همکاران (۲۰۱۱) نیز گزارش کرده اند که افزودن پودر پروتئین شیر به شیر پنیر سازی منجر به افزایش مقدار پروتئین در پنیر اکساکا شده است. بیشترین ترکیب موجود در پودر پروتئین شیر، پروتئین است و افزودن آن به شیر باعث افزایش سهم نسبی پروتئین در پنیر تولیدی می شود.

اسیدیته و pH

افزودن پودر پروتئین شیر، اثر معنی داری بر مقدار اسیدیته و pH نمونه های پنیر نداشت (جدول ۳). کارو و همکاران (۲۰۱۱) و نیز شکیل الرحمن و همکاران (۲۰۰۳) نتایج مشابهی را گزارش کرده اند.

نمک

نتایج نشان داد که نمونه های پنیر دارای پودر پروتئین شیر نمک بیشتری را جذب کردند (جدول ۳). بیشترین مقدار نمک در نمونه MPC50 مشاهده شد که اختلاف معنی داری با نمونه C داشت. مقدار بیشتر نمک در این نمونه ممکن است به دلیل کمتر بودن مقدار چربی در آن باشد. با کاهش مقدار چربی در پنیر، مقدار و سرعت

چشایی^۷ توسط ۱۰ نفر از دانشجویان صنایع غذایی مرکز آموزش جهاد کشاورزی خراسان رضوی صورت گرفت. ارزیابان بر اساس دقت و علاقه انتخاب شدند و درباره آزمون امتیاز دهی به بافت، مزه و رنگ پنیر در قالب مقیاس ۵ نقطه ای (از ۱ تا ۵) آموزش داده شدند. حداکثر رضایتمندی با امتیاز ۵ مشخص می گردد. نمونه های مکعبی ۲۰ گرمی در اختیار ارزیابان قرار گرفت و از آنان خواسته شد قبل از انجام هر آزمون دهان خود را با آب بشویند (کوکا و همکاران ۲۰۰۴).

طرح آزمایش و آنالیز آماری

تیمارها بر اساس طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار، تولید و نتایج آزمون ها در همین قالب آماری و توسط نرم افزار MSTATC نسخه 1.42 تجزیه و تحلیل گردید. مقایسه میانگین داده ها با آزمون چند دامنه ای دانکن و در سطح ۵ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

ویژگی های شیمیایی و راندمان تولید

اثر افزودن پودر پروتئین شیر بر ویژگی های شیمیایی و راندمان تولید پنیر در جدول ۳ آمده است. همان گونه که مشاهده می شود با افزودن پودر پروتئین شیر، پنیر با چربی کمتر تولید گردیده است که در تیمار MPC25 و MPC50 به ترتیب منجر به کاهش حدود ۳۰ و ۵۰ درصد مقدار چربی نسبت به نمونه حاصل از شیر طبیعی (تیمار C) شده است. طبق تعریف موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، نمونه ۳ در دسته پنیرهای کم چرب و نمونه ۲ در دسته انواع با چربی کاهش یافته قرار می گیرد. این نتیجه مطابق با یافته های پژوهش های مشابه انجام شده در مورد سایر انواع پنیر بود (کارو و همکاران ۲۰۱۱، جوئینی و همکاران ۲۰۰۶ و شکیل الرحمن و همکاران ۲۰۰۳). با توجه به آنکه پودر پروتئین شیر از شیر پس چرخ تولید می گردد و دارای

⁷ - Taste panel

محققین وجود دارد (شکیل الرحمن ۲۰۰۳، جوئینی ۲۰۰۶ و کارو ۲۰۱۱). در واقع افزودن پودر پروتئین شیر باعث افزایش کازئین محلول در شیر می شود که در نتیجه باعث افزایش وزن دلمه حاصل و کاهش نسبی مقدار آب پنیر و در نهایت افزایش بازده تولید می شود. با توجه به این که در روشهای رایج تولید پنیر کم چرب کاهش بازده تولید اجتناب ناپذیر است، افزایش بازده تولید در این روش مزیت بزرگی محسوب می شود.

جذب نمک در پنیر افزایش می یابد (میستری ۲۰۰۱ و فاکس و همکاران ۲۰۰۵). طبق گزارش شکیل الرحمن (۲۰۰۳) در مورد پنیر پیتزای کم چرب، نمونه دارای پودر پروتئین شیر و چربی کمتر، مقدار نمک بیشتری جذب نموده است.

بازده تولید

افزودن پودر پروتئین شیر باعث افزایش چشمگیر بازده تولید شد (جدول ۳). نتایج مشابهی در مطالعات سایر

جدول ۳ - ویژگی های شیمیایی و راندمان تولید پنیر در تیمارهای مختلف*

تیمار	چربی (%)	مواد جامد (%)	پروتئین (%)	اسیدیته	pH	نمک (%)	راندمان (%)
C	۲۱/۰±۳۳/۷۶ ^a	۳۹/۰±۲۳/۹۱ ^c	۱۴/۰±۲۷/۴۳ ^c	۰/۰±۷۵/۰۸ ^a	۵/۰±۱۳/۱۱ ^a	۴/۰±۳۳/۱۵ ^b	۱۳/۰±۹۷/۴۳ ^c
MPC25	۱۵/۰±۳۳/۲۹ ^b	۴۲/۰±۳۰/۲۹ ^b	۱۸/۰±۳۲/۴۱ ^b	۰/۰±۷۷/۱۷ ^a	۵/۰±۰۸/۱۷ ^a	۵/۰±۰۲/۱۸ ^{ab}	۲۲/۱±۵۳/۰۰ ^b
MPC50	۱۰/۰±۵۰/۵۰ ^c	۴۴/۱±۵۳/۱۵ ^a	۲۲/۰±۸۹/۳۶ ^a	۰/۰±۸۴/۱۰ ^a	۵/۰±۱۴/۱۴ ^a	۵/۰±۶۰/۶۶ ^a	۳۱/۰±۸۰/۹۵ ^a
مقادیر F	۲۱/۱۸ ^{***}	۲۷/۵۱ ^{**}	۳۵/۱۶ ^{***}	۰/۴۶۳ ^{ns}	۰/۱۶۴ ^{ns}	۷/۴۷ [*]	۳۴۳/۰۹ ^{***}

*حروف غیر مشابه در هر ستون نشانگر وجود اختلاف آماری معنی دار (P≤۰/۰۵) است

ویژگی های حسی

ویژگی های حسی نمونه های پنیر در جدول ۴ آورده شده است. همان گونه که مشاهده می شود بین تیمارهای مختلف از نظر طعم تفاوت معنی داری وجود ندارد. این به دلیل طعم شیری طبیعی پودر پروتئین شیر بود که در محصول نهایی طعم نامعمولی را ایجاد نکرد. از سوی دیگر نمونه دارای بیشترین مقدار پودر پروتئین شیر، بیشترین امتیاز بافت را کسب نمود. ارزیابی کنندگان علت این انتخاب را سفتی مناسب آن اعلام نمودند. همچنین افزودن پودر پروتئین شیر باعث کاهش امتیاز رنگ پنیر شد. با توجه به وجود ته مایه زرد در پودر پروتئین شیر، نمونه های دارای این ماده از سفیدی کمتری برخوردار بودند که باعث کاهش امتیاز رنگ آنها شد. کمترین امتیاز رنگ در تیمار MPC50 مشاهده گردید. نتایج تحقیق شکیل الرحمن و همکاران در مورد پنیر چدار کم چرب حاصل از افزودن پودر پروتئین شیر حاکی از آن است که اثر افزودن پودر پروتئین شیر بر روی اجزای طعمی پنیر حاصل در

بسیاری از موارد بی تاثیر و حتی در مواردی دارای اثر مثبت بوده است.

جدول ۴ - ویژگی های حسی پنیر در تیمارهای مختلف*

تیمار	طعم	بافت	رنگ
C	۴/۰±۵۰/۲۰ ^a	۳/۰±۹۰/۱۰ ^b	۴/۰±۷۳/۲۵ ^a
MPC25	۴/۰±۳۰/۴۰ ^a	۳/۰±۸۰/۲۰ ^b	۴/۰±۲۷/۲۵ ^b
MPC50	۳/۰±۹۷/۲۱ ^a	۴/۰±۴۳/۴۰ ^a	۳/۰±۶۷/۱۵ ^c
مقادیر F	۲/۶۸ ^{ns}	۴/۸۹ [*]	۱۷/۱۶ ^{**}

*حروف غیر مشابه در هر ستون نشانگر وجود اختلاف آماری معنی دار (P≤۰/۰۵) است

ویژگی های بافت دستگامی

سفتی

افزودن پودر پروتئین شیر باعث افزایش سفتی پنیر گردید و تفاوت معنی داری بین نمونه های دارای پودر پروتئین شیر یا بدون آن وجود داشت (جدول ۵). کارو و همکاران و نیز شکیل الرحمن و همکاران نیز به گونه مشابه گزارش کرده اند که افزودن پودر پروتئین شیر

حالت فبری

الاستیسیته از دیدگاه حسی عبارت است از درجه یا شدتی که نمونه بعد از فشار جزئی بین زبان و سقف دهان به شکل و اندازه اولیه خود برمی‌گردد و از دیدگاه مکانیکی مقدار تغییر شکلی است که یک نمونه تغییر شکل یافته بعد از برداشتن نیرو به حالت اولیه‌اش برمی‌گردد (گناسکاران و مهمت ۲۰۰۳). افزودن پودر پروتئین شیر باعث افزایش حالت فبری شد. با افزودن پودر پروتئین به شیر پنی‌سازی مقدار حالت فبری پنی‌اکساکا افزایش یافت (کارو و همکاران ۲۰۱۱). در نتیجه افزایش مقدار پروتئین شیر، ساختار پروتئینی دلمه قوی تر شده و توانایی آن برای برگشت به حالت اولیه پس از برداشتن فشار بیشتر می‌شود (زیسو و همکاران ۲۰۰۵).

حالت آدامسی

حالت آدامسی عبارت از انرژی لازم برای جویدن یک ماده غذایی جامد^۱ تا هنگامی که آماده بلع شود و یا تعداد جویدن‌های لازم برای بلعیدن مقدار مشخصی از ماده غذایی است (گناسکاران و مهمت ۲۰۰۳). مقدار عددی آن از حاصل ضرب مقدار حالت فبری در حالت صمغی به دست می‌آید. نمونه MPC50 دارای بیشترین مقدار حالت فبری و صمغی بود که در نتیجه مقدار حالت آدامسی آن نیز در حداکثر مقدار قرار گرفت.

چسبندگی

چسبندگی از دیدگاه حسی عبارت از نیروی لازم برای جداکردن غذا از سقف دهان در حین خوردن و از دیدگاه مکانیکی کار لازم برای غلبه بر نیروهای چسبندگی بین سطح غذا و سطح سایر موادی که غذا با آن‌ها در تماس است می‌باشد (گناسکاران و مهمت ۲۰۰۳). افزودن پودر پروتئین شیر تاثیری بر چسبندگی نمونه‌های پنی‌نداشت و تیمارهای مختلف از نظر چسبندگی فاقد اختلاف آماری معنی‌دار بودند. به گونه مشابه کارو و همکاران گزارش نموده‌اند که چسبندگی

باعث افزایش سفتی پنی‌ شده است. همان گونه که در جدول شماره ۳ مشاهده می‌گردد با افزایش مقدار پودر پروتئین شیر، مقدار رطوبت و چربی پنی‌ کاهش می‌یابد. کاهش چربی و رطوبت به عنوان عوامل موثر در افزایش سفتی بافت اعلام گردیده است (رودان و همکاران ۱۹۹۹ و اومن و همکاران ۲۰۰۰).

پیوستگی

پیوستگی بیانگر مقدار تغییر شکلی است که در یک نمونه هنگام فشرده شدن توسط دندان‌های آسیاب، قبل از پارگی روی می‌دهد و وابسته به شدت پیوندهای داخلی سازنده بدنه محصول است (گناسکاران و مهمت ۲۰۰۳). بیشترین مقدار پیوستگی در تیمار MPC50 مشاهده گردید که اختلاف آماری معنی‌داری با تیمار C داشت. افزایش مقدار پروتئین و کاهش مقدار چربی منجر به افزایش استحکام پیوندهای داخلی ذرات دلمه می‌شود و نمونه در برابر فشارهای وارده به آسانی تغییر شکل نمی‌دهد (زیسو و همکاران ۲۰۰۵).

حالت صمغی

حالت صمغی عبارت است از انرژی لازم برای خرد کردن یک ماده غذایی نیمه جامد^۱ تا هنگامی که آماده بلع شود. مقدار آن از حاصل ضرب مقادیر سفتی در پیوستگی به دست آمده و با واحد گرم و یا نیوتن نشان داده می‌شود (گناسکاران و مهمت ۲۰۰۳). بیشترین مقدار حالت صمغی در نمونه MPC50 مشاهده گردید و تفاوت معنی‌داری با نمونه C داشت. با افزایش مقدار پروتئین و کاهش مقدار چربی شبکه پروتئینی تشکیل دهنده دلمه متراکمتر شده و حرکت نسبی دو فاز پروتئین و چربی نسبت به عمدیگر کمتر و سخت تر می‌شود. به این ترتیب نیروی بیشتری برای خرد کردن پنی‌ در دهان لازم است (رودان و همکاران ۱۹۹۹ و اومن و همکاران ۲۰۰۰). کوکا و متین مقدار حالت صمغی در نمونه با چربی کمتر را بیشتر گزارش نموده‌اند.

نمونه‌های پنیر حاصل از شیر استاندارد شده با پروتئین شیر و شیر بدون افزودن پودر پروتئین شیر اختلاف آماری معنی داری نداشته‌اند.

نتیجه‌گیری

استاندارد کردن شیر با پودر پروتئین شیر منجر به تولید پنیر کم چرب و افزایش قابل توجه بازده تولید پنیر شد. این در حالی است که سایر روشهای تولید پنیر کم چرب همراه با کاهش قابل توجه بازده تولید بوده است. نمونه‌های پنیر کم چرب تولید شده از نظر طعم کیفیت مشابه با انواع پرچرب داشتند اما پارامترهای بافت مکانیکی تفاوت‌های معنی‌داری را

شاهد بود. تغییرات بافت منجر به افزایش امتیاز بافت داده شده توسط ارزیابی کنندگان گردید. در عین حال رنگ پنیر تا حدودی تحت تاثیر رنگ پودر قرار گرفته و باعث کاهش مطلوبیت شد. پارامترهای شیمیایی پنیرهای کم چرب تولیدی همگی در دامنه تعریف شده توسط موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران قرار داشت. به نظر می‌رسد که استاندارد کردن شیر با پودر پروتئین شیر روش مناسبی برای تولید پنیر کم چرب سفید ایرانی با ویژگی‌های مطلوب و راندمان بالا است و تحقیقات بیشتر در این زمینه توصیه می‌گردد.

جدول ۵- ویژگی‌های بافت دستگاهی پنیر در تیمارهای مختلف*

تیمار	سفتی (نیوتن)	حالت صمغی (نیوتن)	حالت آدامسی (نیوتن. میلی‌متر)	حالت فنری (میلی‌متر)	چسبندگی (نیوتن. ثانیه)	پیوستگی
C	۱/۰±۴۳/۲۳ ^b	۰/۰±۸۶/۱۴ ^b	۶/۰±۷۰/۷۴ ^b	۷/۰±۸۵/۵۳ ^b	۰/۰±۱۳/۰۳ ^a	۰/۰±۶۰/۰۱ ^b
MPC25	۳/۰±۱۰/۱۵ ^a	۲/۰±۶۸/۱۷ ^a	۲۵/۱±۷۴/۳۶ ^a	۹/۰±۶۰/۱۷ ^a	۰/۰±۱۸/۰۵ ^a	۰/۰±۸۷/۰۸ ^a
MPC50	۳/۰±۲۳/۵۷ ^a	۳/۰±۱۷/۴۸ ^a	۲۹/۵±۳۵/۳۶ ^a	۹/۰±۲۴/۴۵ ^a	۰/۰±۱۳/۰۴ ^a	۰/۰±۹۸/۰۹ ^a
مقادیر F	۲۲/۷۳ ^{**}	۴۷/۸۶ ^{***}	۴۲/۸۵ ^{***}	۱۵/۰۶ ^{**}	۱/۴۱ ^{ns}	۲۳/۰۴ ^{**}

*حروف غیر مشابه در هر ستون نشانگر وجود اختلاف آماری معنی دار ($P \leq 0.05$) است

منابع مورد استفاده

رشیدی ح، ۱۳۸۵، اصول تولید پنیر و فراورده‌های آب‌پنیری، نشر پژوهش توس، ۲۰۸ صفحه.

رشیدی ح، مظاهری‌تهرانی م، رضوی م ع و قدس روحانی م، ۱۳۹۰، تعیین ویژگی‌های انعقادی و شیمیایی پنیر فتای فراپالایشی حاصل از پودر ریونتیت در سطوح مختلف چربی و کلرید کلسیم، فصلنامه علوم و صنایع غذایی، شماره ۳۵، دوره ۹، صفحه ۲۴-۲۵.

رشیدی ح، مظاهری‌تهرانی م، رضوی م ع و قدس روحانی م، ۱۳۹۱، 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 جلد ۷، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۰، ص. ۲۲۷-۲۱۹.

سازمان ملی استاندارد، ۱۳۸۹، شیر و فراورده‌های آن-پنیر تازه- ویژگی‌ها و روشهای آزمون، شماره ۶۶۲۹، چاپ اول.

قدس روحانی، م، ۱۳۸۸، بررسی اثر شرایط مختلف فرآیند بر ویژگی‌های شیمیایی، فیزیکی و حسی پنیر فتای فراپالایش شده تولیدی از مخلوط شیر گاو و شیر سویا، پایان نامه جهت اخذ مدرک دکترا، دانشگاه فردوسی مشهد.

Amelia L, Drake M, Nelson B and Barbano DM, 2013. A new method for the production of low fat Cheddar cheese. Journal of Dairy Science 96(8), 4870-84.

AOAC, 2005. Official methods of analysis of the AOAC international. Association of Official Analytical Chemists.

- Broome MC, Tan SE, Alexander MA, and Manser B, 1998. Low-concentration-ratio ultrafiltration for Cheddar cheese manufacture. *Australian Journal of Dairy Technology* 53:5-10.
- Caro L, Soto S, Franco MJ, Meza-Nieto M, Alfaro-Rodriguez RH, and Mateo J, 2011. Composition, yield and functionality of reduced-fat Oaxaca cheese: effect of using skim milk or a dry milk protein concentrate. *Journal of Dairy Science* 94:580-588.
- Fox PF, Guinee TP, Cogan, TM and Mcsweeney PLH, 2000. *Fundamental of cheese science*. Aspen. USA. 638 p.
- Gunasekaran S and Mehmet AKM, 2003. *Cheese rheology and texture*. CRC Press.
- Kameswaran S and DE Smith, 1999. Rennet clotting times of skim milk based rennet gels supplemented with an ultrafiltered milk protein concentrate. *Milchwissenschaft*, 54:546-550.
- Katsiari MC, Voutsinas LP and Kondyli E, 2002. Improvement of sensory quality of low-fat Kefalograviera-type cheese with commercial adjunct cultures. *International dairy journal* 12, 757-764.
- Kavas G, Oysun G, Kinik O, and Uysal H, 2004. Effect of some fat replacers on chemical, physical and sensory attributes of low-fat white pickled cheese. *Food Chemistry* 88, 381-388.
- 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.
- Konuklar G, Inglett GE, Warner K and Carriere CJ, 2004. Use of β -glucan hydrocolloidal suspension in the manufacture of low-fat Cheddar cheeses: textural properties by instrumental methods and sensory panels. *Food Hydrocolloids* 18, 535-545.
- Lteif L, Olabi A, Baghdadi OK and Toufeili I, 2009. The characterization of the physicochemical and sensory properties of full-fat, reduced-fat and low-fat ovine and bovine Halloumi. *Journal of dairy science* 92, 4135-4145.
- Mistry, V. (2001). Low-fat cheese technology. *International dairy journal* 11, 413-422.
- Oommen BS, Mistry VV and Nair MG, 2000. Effect of homogenization of cream on composition, yield and functionality of Cheddar cheese made from milk supplemented with ultrafiltered milk. *Lait* 80:77-91.
- Romieh E, Michaelidou A, Biliaderis CG and Zerfiridis GK, 2002. Low-fat white-brined cheese made from bovine milk and two commercial fat mimetic: chemical, physical and sensory attributes. *International dairy journal* 12, 525-540.
- 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, Considine T, Schaffner A and Drake MA, 2003. Effect of standardization of whole milk with dry milk protein concentrate on the yield and ripening of reduced-fat Cheddar cheese. *Journal of Dairy Science* 86:1608-1615.
- Shakeel-Ur-Rehman, Farkye NY and Yim B, 2003. Use of dry milk protein concentrate in Pizza cheese manufactured by culture or direct acidification. *Journal of Dairy Science* 86:3841-3848.
- 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.
- Volikakis P, Biliaderis CG, Vamvakas C and Zerfiridis GK, 2004. Effects of a commercial oat- β -glucan concentrate on the chemical, physicochemical and sensory attributes of a low-fat white brined cheese product. *Food research international* 37, 83-94.
- Zisu B and Shah NP, 2005. Textural and functional changes in low-fat Mozzarella cheese 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.

Chemical, sensory and physical characteristics of low-fat White cheese, produced by standardized milk with milk protein concentrate

H Rashidi^{1*}

Received: June 05, 2014

Accepted: April 22, 2015

¹Food Industries Department, Khorasan Razavi Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Mashhad, Iran

*Corresponding author: Email: ha_rashidi@yahoo.com

Abstract

Iranian Feta cheese is a high fat product (45% FDM) and its low-fat type has been demanded by consumers regarding of health considerations. For low-fat Feta cheese production, the cheese milk standardization (0, 25 and 50% increasing of milk solids) with milk protein concentrate (MPC) powder was carried out. Then the effects of MPC on yield, chemical (fat, total solid, protein, acidity, pH and salt), sensory (taste, texture and color) and instrumental texture profile analysis (hardness, chewiness, gumminess, springiness, adhesiveness, and cohesiveness) of cheeses were investigated. Low-fat cheese samples were obtained due to milk standardization with MPC and 50% enhancement of milk solids caused about 50% decreasing of fat content in the cheese. The results showed that the addition of MPC to cheese milk caused a significant increase ($P \leq 0.05$) in the yield, solid content, protein and salt of cheese samples. The sensory evaluation of cheese samples showed that the MPC hadn't induce significant changes in the cheese flavor but the texture and color scores significantly ($P \leq 0.05$) increased and reduced respectively. The texture profile analysis showed that MPC hadn't change adhesiveness of cheese samples but hardness, cohesiveness, chewiness, gumminess and springiness significantly ($P \leq 0.05$) increased.

Key words: Low-fat, Milk standardization, MPC, White cheese