Archive of SID

نشریه پژوهش‌های صنایع غذایی/ جلد ۲۶ شماره ۳/ سال ۱۳۹۵

کاربرد پودر پروتئین شیر و لاکتوباسیلوس پاراکازئی در تولید پنیر لاکتیکی کم چرب و تعیین ویژگی‌های شیمیایی، حسی و فیزیکی آن

حسن رشیدی*[۱]

تاریخ دریافت: ۹٤/٦/۲۹ تاریخ پذیرش: ۹٤/۱۱/۱۰

[۱] استادیارگروه 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

در سالهای اخیر استفاده از انعقاد اسیدی در صنعت تولید پنیر ایران رواج یافته و همچنین به دلیل ملاحظات سلامتی، مصرف محصولات کم چرب مورد تقاضای بخشی از مصرف کنندگان است. برای تولید پنیر لاکتیکی کم چرب، شیر گاو با کنسانتره پروتئینی شیر تغلیظ گردید. سپس اثر تغلیظ (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 فنری و پیوستگی) پنیر بررسی شد. نتایج نشان داد که با افزایش ماده جامد شیر، راندمان تولید افزایش معنی‌داری ($P\leq ۰/۰۵$) یافت. افزایش ماده جامد شیر منجر به کاهش مقدار چربی پنیر تولیدی شد به گونه ای که با ۵۰ درصد افزایش ماده جامد شیر، مقدار چربی پنیر به زیر ۱۰ درصد کاهش یافت. افزایش ماده جامد شیر، منجر به افزایش معنی‌دار ($P\leq ۰/۰۵$) مقدار ماده جامد، پروتئین و نمک پنیر گردید. از سوی دیگر افزودن پودر پروتئین شیر تغییر معنی‌داری در امتیاز طعم پنیر ایجاد نکرد، اما امتیاز بافت و رنگ آنها کاهش معنی‌داری ($P\leq ۰/۰۵$) داشت. همچنین نتایج حاصل از آزمون بافت نشان داد که افزودن پودر پروتئین باعث افزایش مقدار سفتی، پیوستگی، حالت صمغی و حالت آدامسی گردید. در نهایت پنیر به مدت ۳۰ روز توسط لاکتوباسیلوس پاراکازئی عمل آوری شد تا ویژگی‌های بافتی آن بهبود یابد. رسانیدن پنیر باعث کاهش مقادیر سفتی، حالت صمغی و حالت آدامسی شد و امتیاز بافت پنیر افزایش یافت.

واژگان کلیدی: پنیر لاکتیکی، پودر پروتئین شیر، کم چرب، لاکتوباسیلوس پاراکازئی

مقدمه

پنیر لاکتیکی به روش انعقاد اسیدی-گرمایی تولید می-شود. در این روش برای افزایش اسیدیته شیر (تا رسیدن به pH حدود ٤/٦) و انعقاد پروتئین‌های آن، مخلوط ماست و سرکه به شیر داغ افزوده می‌گردد. پنیر لاکتیکی از دسته پنیرهای تازه یا نرسیده و دارای بافت نیمه سخت می‌باشد. ویژگی های شاخص این پنیر ٦٥ درصد رطوبت، ٤٠ درصد چربی، ۱۲ درصد پروتئین، ٤

www.SID.ir

Archive of SID

درصد نمک ، pH بین ۵/۲ تا ٦ و اسیدیته ۰/۱۵ تا ۱ درصد اسید لاکتیک می‌باشد (استاندارد شماره ۱۳۸٦۳ – ۱۳۹۰). بررسی مشخصات یاد شده نشان می‌دهد که این نوع پنیر دارای چربی بالایی است و همچنین روش تولید به گونه‌ای است که استارترهای لاکتیکی و فرایند رسانیدن پنیر نقشی در طعم آن ندارد (رشیدی، ۱۳۸۵).

امروزه بیماری های قلب و عروق و چاقی یکی از مهمترین عوامل تهدید کننده سلامت انسان است و مصرف چربی کمتر مورد توصیه متخصصین علم تغذیه و پزشکان می باشد. در همین راستا تولید محصولات غذایی با چربی کاهش یافته، کم چرب و بدون چربی مورد توجه پژوهشگران و تولید کنندگان قرار گرفته است (کومینني و همکاران، ۲۰۱۲). از دیگر سو تقاضا برای محصولات کم چرب در جهان سیر صعودی داشته است که به دلیل افزایش آگاهی مصرف کنندگان در خصوص نقش کاهش چربی مصرفی در سلامت ایشان بوده است. محصولات لبنی و از جمله انواع پنیر هم از این قافله عقب نمانده است و در سالهای اخیر پژوهشهای فراوانی در خصوص تولید انواع پنیر کم چرب و رفع نواقص آنها صورت گرفته است (سپاهیوگلو و همکاران ۱۹۹۹، میستری و همکاران ۲۰۰۱، رومیه و همکاران ۲۰۰۲، وولیکاکیس و همکاران ۲۰۰٤، کاواس و همکاران ۲۰۰٤، کونوکلار و همکاران ۲۰۰٤، کوکا و همکاران ۲۰۰٤، لطیف و همکاران ۲۰۰۹، کارو و همکاران ۲۰۱۱ و آملیا و همکاران ۲۰۱۳).

پودر پروتئین شیر، فراورده ای است غنی از پروتئین های شیر که برای تولید آن، شیر پس چرخ ابتدا از غشای فراپالایش عبور داده می شود تا لاکتوز و املاح آن جدا گردد و سپس مایع غلیظ حاصل، تبخیر و خشک می شود. مقدار پروتئین این فراورده از ٤۲ تا ۸۵ درصد متغیر است (استاندارد ۱٦۰۳۳ – ۱۳۹۱). تولید پنیرهای کم چرب با استفاده از شیر کم چرب ممکن است اما این کار باعث کاهش چشمگیر بازده تولید می شود (شکیل الرحمن و همکاران ۲۰۰۳). این در حالی است که افزودن کازئین به شکل پودر پروتئین شیر[1] روش نوینی است که باعث افزایش راندمان و رقابت پذیری پنیر می شود (شکیل الرحمن و همکاران ۲۰۰۳ و جوئینی و همکاران ۲۰۰٦). کارو وهمکاران (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 چرب حاصل بیشتر است. شکیل الرحمن و همکاران (۲۰۰۳) 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 ویژگی های قهوه ای شدن و ذوب شدن موثر بود. رشیدی و همکاران (۱۳۹۰، ۱۳۹۱) با استفاده از پودر پروتئین شیر پنیر فتای فراپالایشی 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.

کاهش یا حذف چربی پنیر منجر به تراکم بیشتر شبکه پروتئینی و در نتیجه سفت تر شدن بافت می شود. این تغییر بافت می تواند نقص محسوب شده و باعث کاهش مطلوبیت و مشتری پسندی پنیر شود. رسیدن پنیر منجر به ایجاد تغییرات شیمیایی و ساختاری در پنیر می شود که عمدتا مربوط به تجزیه پروتئین ها می شود. در نتیجه این تغییرات، شبکه پروتئینی سست تر شده و در نهایت سفتی بافت کم می شود. پس رسانیدن در مواردی راهکار مناسبی برای کاهش سفتی پنیر کم چرب است (بانکز، ۲۰۰۷). اثر فرایند رسانیدن توسط ترکیبی از چندین گونه استارتر بر بافت پنیر چدار کم چرب توسط روجر و همکاران (۲۰۰۹) مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد در نتیجه انجام پروتئولیز هنگام دوره رسانیدن سفتی پنیر به صورت مداوم در

[1] - Milk Protein Concentrate (MPC)

www.SID.ir

Archive of SID

طی زمان کاهش یافت. همچنین رشیدی و همکاران (۱۳۹۰) اثر افزودن لاکتوباسیلوس پاراکازئی و نگهداری پنیر فتا به مدت ۲ ماه را بر بافت پنیر مطالعه نمودند. نتایج نشان داد که بافت نمونه پس از ۲ ماه کاملا نرم گردید. لاکتوباسیلوس پاراکازئی دارای آنزیم‌های پروتئولیتیک متنوعی می‌باشد که قادر به تجزیه پروتئین‌های موجود در پنیر هستند (بینتسیس و همکاران، ۲۰۰۳).

هدف این پژوهش، استفاده از پودر پروتئین شیر در تولید پنیر لاکتیکی کم چرب و بررسی تاثیر آن بر راندمان، ترکیب و ویژگی های فیزیکی و حسی آن بوده است. همچنین تعیین اثرات استفاده از استارتر و رسانیدن توسط آن بر ویژگی های بافتی پنیر مورد انتظار بوده است.

مواد و روش ها

مواد اولیه

شیر (جدول ۱) از دامداری مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی خراسان رضوی، پودر پروتئین شیر از شرکت پگاه خراسان، نمک طعام از شرکت تابان، سرکه از شرکت تاکسا و ماست از پایلوت شیر مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی خراسان رضوی تهیه شد. استارتر لاکتوباسیلوس پاراکازئی از شرکت کریستین هانسن دانمارک خریداری شد.

تولید پنیر

در هر نوبت تولید در پایلوت شیر مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی خراسان رضوی ، ۲۰۰ کیلوگرم شیر گاو پاستوریزه مورد استفاده قرار گرفت. مطابق جدول ۲، با افزودن پودر پروتئین شیر، مقدار ماده جامد شیر خام به مقدار ۲۵ (تیمار T_{25}) یا ۵۰ درصد (تیمار T_{50}) افزایش داده شد و بخشی از شیر خام نیز دست نخورده باقی ماند (تیمار T_0). اختلاط پودر پروتئین با شیر خام در دمای ٤٠ درجه سانتی گراد انجام و سپس توسط پاستوریزاتور صفحه ای با دمای ۸۵ درجه سانتی گراد به وت استیل پمپ شد. درون وت مخلوط ماست و سرکه به شیر داغ در حال همزدن اضافه شد تا زمانی که شیر کاملا منعقد گردید. 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 ١٦ درصد و در سردخانه با دمای ۵ °C قرار داده شد و پس از ۷۲ ساعت، آزمون های لازم بر روی آنها صورت گرفت. همچنین با هدف بررسی اثر استارتر در مدت زمان رسانیدن، روش تولید یاد شده به این ترتیب اصلاح شد که دلمه اسیدی حاصل، قبل از قالب گیری و در حالت سرد با محلول استارتر و ۳ درصد نمک طعام کاملا مخلوط و سپس قالب گیری و آبگیری انجام شد. قالب های پنیر به مدت ۳۰ روز در دمای ۵ درجه سانتی گراد نگهداری شد و سپس ویژگی های بافتی و حسی مورد ارزیابی قرار گرفت (فاکس و همکاران ۲۰۰۰، استاندارد شماره١٣٨٦٣ –١٣٩٠، عاقلی و همکاران، ۱۳۹۳).

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 ٦٦٢٩ ١٣٨٩)، مقدار چربی بر اساس روش ژربر (AOAC ۲۰۰۵)، مقدار پروتئین به روش کلدال (AOAC 2005) و مقدار نمک به روش ولهارد (استاندارد ملی شماره ٦٦٢٩) اندازه گیری شد. برای آزمون پروفیل بافت (TPA) از دستگاه سنجش بافت (QTS25, CNS FARNEL, UK) وپروب استوانه‌ای با قطر ٣٦ میلی متر استفاده شد (قدس روحانی و همکاران ۱۳۸۸). نمونه های پنیر بلافاصله پس از خارج شدن از سردخانه و

www.SID.ir

Archive of SID

برش در ابعاد ۲۰×۲۰×۲۰ میلی متر، تا ۵۰ درصد ارتفاع اولیه (عمق ۱۰ میلی متر) توسط دستگاه فشرده شدند. سرعت نفوذ ٦۰ 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) و الاستیسیته (میلیمتر) (گناسکاران و مهمت ۲۰۰۳). ارزیابی حسی با آزمون چشایی و به روش هدونیک پنج نقطه ای توسط ۳۰ 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 ۲۰۰٤).

طرح آزمایش و آنالیز آماری

تیمارها بر اساس طرح کاملا 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.

جدول ۱- ترکیب شیر گاو و پودر پروتئین شیر مورد استفاده

نوع	چربی(٪)	اسیدیته(°D)	ماده جامد(٪)	pH	پروتئین(٪)
شیر	۳/۸۱	۱۳/۳٦	۱۲/۹۲	٦/۵۸	۳/۱٤
پودر پروتئین شیر	٤/۵	۱٤/۸۵	۹٦/۸	٦/٦۷	٦۷/۷۸

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

تیمار	مواد جامد(٪)	شیر	پودر پروتئین شیر
T_0	۱۲/۷۸	۱۰۰	۰
T_{25}	۱٦	۹٦/۲	۳/۸
T_{50}	۱۹	۹۲/٦	۷/٤

نتایج و بحث

ویژگی‌های شیمیایی

اثر افزودن پودر پروتئین شیر بر ویژگی‌های شیمیایی 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 T_{25} و T_{50} به ترتیب منجر به کاهش حدود ۲۷ و ٦٤ درصد مقدار چربی نسبت به نمونه حاصل از شیر طبیعی (تیمارT_0) شده است. طبق تعریف موسسه ملی استاندارد ایران، T_{50} در دسته پنیرهای کم چرب و T_{25} 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 ۲۰۰٦ و شکیل الرحمن و همکاران ۲۰۰۳). با توجه به آنکه پودر پروتئین شیر از شیر پس چرخ تولید می گردد و دارای چربی ناچیزی می باشد، افزودن آن به شیر پنیرسازی به منزله کاهش نسبی سهم چربی در دلمه نهایی می‌باشد.

www.SID.ir

Archive of SID

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، آبگیری و سینرزیس 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 کرده‌اند.

نمک

نتایج نشان داد که نمونه های پنیر دارای پودر پروتئین شیر نمک بیشتری را جذب کردند (جدول ۳). بیشترین مقدار نمک در نمونه T_{50} مشاهده شد که اختلاف معنی داری با نمونه T_0 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 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 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 می‌شود.

جدول ۳ ویژگی های شیمیایی و راندمان تولید پنیر در تیمارهای مختلف[۱]

تیمار	چربی(٪)	مواد جامد(٪)	پروتئین(٪)	اسیدیته	pH	نمک(٪)	راندمان(٪)
T_0	۲۵/۱±۶/۸۷^{a}	۴۲/۱±۷۷/۲۲^{b}	۱۰/۰±۵۹/۶۸^{c}	۰/۰±۶۴/۰۳^{a}	۵/۰±۵/۱۲^{a}	۶/۰±۱/۱۵^{b}	۱۲/۰±۰۷/۷۷^{c}
T_{25}	۱۷/۱±۵/۱۸^{b}	۴۳/۰±۸۶/۸۷^{b}	۱۸/۰±۵۳/۸۱^{b}	۰/۰±۶۹/۱۰^{a}	۵/۰±۴/۲۰^{a}	۶/۰±۶/۱۸^{ab}	۱۸/۱±۸۳/۲۷^{b}
T_{50}	۹/۰±۲/۹۵^{c}	۴۷/۱±۰۷/۱۷^{a}	۲۶/۱±۱۳/۱۲^{a}	۰/۰±۶۲/۰۶^{a}	۵/۰±۴/۱۵^{a}	۷/۰±۵/۶۶^{a}	۲۷/۱±۰۱/۱۱^{a}
مقادیر F[۲]	۱۰۳/۵۲***	۱۲/۴۰**	۲۲۷/۷۹***	۰/۸۳^{ns}	۰/۸۲^{ns}	۵/۹۲*	۱۴۵/۹۹***

[۱] حروف غیر مشابه در هر ستون نشانگر وجود اختلاف آماری معنی دار($P\leq ۰/۰۵$) است

[۲] ***: معنی دار در سطح ۰/۱ درصد، **: معنی دار در سطح ۱ درصد، *: معنی دار در سطح ۵ درصد، ns: عدم وجود اختلاف معنی دار

www.SID.ir

Archive of SID

ویژگی‌های حسی

ویژگی‌های حسی نمونه‌های پنیر در جدول ٤ 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، کمترین امتیاز بافت را کسب نمود. ارزیابان علت این انتخاب را سفتی بیش از حد 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 T_{50} 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.

ویژگی‌های بافت دستگاهی

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 ٥). کارو و همکاران و نیز شکیل الرحمن و همکاران نیز به گونه مشابه گزارش کرده اند که افزودن پودر پروتئین شیر باعث افزایش سفتی پنیر شده است. همان گونه که در جدول شماره ۳ مشاهده می گردد با افزایش مقدار پودر پروتئین شیر، مقدار رطوبت و چربی پنیر کاهش می یابد. کاهش چربی و رطوبت به عنوان عوامل موثر در افزایش سفتی بافت اعلام گردیده است (رودان و همکاران ۱۹۹۹ و اومن و همکاران ۲۰۰۰).

حالت صمغی

حالت صمغی عبارت است از انرژی لازم برای خرد کردن یک مادۀ غذایی نیمه جامد[1] تا هنگامی که آمادۀ 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 T_{50} مشاهده گردید و تفاوت معنی داری با نمونه T_0 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 همدیگر کمتر و سخت تر می شود. به این ترتیب نیروی بیشتری برای خرد کردن پنیر 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 نموده اند.

حالت آدامسی

حالت آدامسی عبارت از انرژی لازم برای جویدن یک مادۀ غذایی جامد[2] تا هنگامی که آمادۀ بلع شود و یا تعداد جویدن‌های لازم برای بلعیدن مقدار مشخصی از مادۀ غذایی است (گناسکاران و مهمت ۲۰۰۳). مقدار عددی آن از حاصل ضرب مقدار حالت فنری در حالت صمغی به دست می‌آید. نمونه T_{50} دارای بیشترین مقدار حالت فنری و صمغی بود که در نتیجه مقدار حالت آدامسی آن نیز در حداکثر مقدار قرار گرفت.

حالت فنری

الاستیسیته از دیدگاه حسی عبارت است از درجه یا شدتی که نمونه بعد از فشار جزئی بین زبان و سقف دهان به شکل و اندازۀ اولیه خود برمی گردد و از دیدگاه مکانیکی مقدار تغییر شکلی است که یک نمونۀ تغییر شکل یافته بعد از برداشتن نیرو به حالت اولیه‌اش برمی‌گردد (گناسکاران و مهمت ۲۰۰۳). افزودن پودر

1- Semisolid food
1. Solid food

www.SID.ir

Archive of SID

پروتئین شیر باعث افزایش حالت فنری شد اما این افزایش از لحاظ آماری معنی دار نبود. با افزودن پودر پروتئین به شیر پنیرسازی مقدار حالت فنری پنیر اکساکا 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 می شود (زیسو و همکاران ۲۰۰۵).

پیوستگی

پیوستگی بیانگر مقدار تغییر شکلی است که در یک نمونه هنگام فشرده شدن توسط دندان های آسیاب، قبل از پارگی روی می دهد و وابسته به شدت پیوندهای داخلی سازنده بدنه محصول است (گناسکاران و مهمت ۲۰۰۳). بیشترین مقدار پیوستگی در تیمار T_{50} مشاهده گردید که اختلاف آماری معنی داری با تیمار T_0 داشت. افزایش مقدار پروتئین و کاهش مقدار چربی منجر به افزایش استحکام پیوندهای داخلی ذرات دلمه می شود و نمونه در برابر فشارهای وارده به آسانی تغییر شکل نمی دهد (زیسو و همکاران ۲۰۰۵).

کاربرد استارتر و رسانیدن

اثرات کاربرد استارتر و نگهداری پنیر به مدت ۳۰ روز بر برخی ویژگی های شیمیایی، حسی و بافتی پنیر در جدول ٦ آمده است. همان گونه که مشاهده می شود تفاوت آماری معنی داری بین pH و اسیدیته نمونه پنیر کم چرب و نمونه پنیر کم چرب دارای لاکتوباسیلوس پاراکازئی و رسیده وجود ندارد. افزودن استارتر و رسانیدن بر روی طعم نمونه هم اثر معنی داری نداشته است. از سوی دیگر مقدار سفتی، حالت صمغی و حالت آدامسی نمونه کم چرب دارای استارتر و رسیده به طور معنی داری کاهش یافت.

ارزیابان حسی به نمونه رسیده دارای استارتر نسبت به نمونه کم چرب امتیاز بیشتری دادند که به دلیل کاهش سفتی و افزایش قابلیت جویده شدن نمونه پنیر بود.

جدول ۴- ویژگی های حسی پنیر در تیمارهای مختلف[۱]

تیمار	طعم	بافت	رنگ
T_0	٤/٠±٥/٣٠^{a}	٤/٠±٤٣/٢١^{a}	٤/٠±٥٦/٣٥^{a}
T_{25}	٤/٠±٣/٢١^{a}	٤/٠±٧٣/٢١^{a}	٤/٠±٤٦/٣١^{a}
T_{50}	٤/٠±١/٢٠^{a}	٣/٠±٥٨/٥٠^{b}	٣/٠±٧٦/٣٠^{b}
مقادیر F[۲]	٢/٠٩٦^{ns}	٩/٤٣*	٥/٥٢*

[۱] حروف غیر مشابه در هر ستون نشانگر وجود اختلاف آماری معنی دار($P\leq$٠/٠٥) است

[۲] *: معنی دار در سطح ٥ درصد، ns: عدم وجود اختلاف معنی دار

جدول ۵- ویژگی های بافت دستگاهی پنیر در تیمارهای مختلف*

تیمار	سفتی (نیوتن)	حالت صمغی(نیوتن)	حالت آدامسی(نیوتن.میلیمتر)	حالت فنری(میلیمتر)	پیوستگی
T_0	١٠/١±٢٠/٣٠^{c}	٧/٠±٢٥/٥٩^{c}	٨٥/٠±٦٣/٧٤^{c}	٧/١±٦٣/٢١^{a}	٠/٠±٨٨/٠٣^{b}
T_{25}	١٦/١±١٦/٢٧^{b}	١٢/٠±١٦/١٧^{b}	١٣٠/١±٦٢/٣٦^{b}	٨/٠±٦٧/٨٥^{a}	٠/٠±٩١/٠٤^{b}
T^{50}	٢٦/١±١٩/٨٨^{a}	٢٦/٠±٩٩/٤٨^{a}	٢٢٠/٥±٩٦/٣٦^{a}	٨/٠±٥٠/٢٠^{a}	٠/٠±٩٨/٠٣^{a}
مقادیر F[۲]	٨٥/٩٨***	١٢٣/٠٩***	١٥٨/١٦١***	١/٢٥	٧/٠١*

[۱] حروف غیر مشابه در هر ستون نشانگر وجود اختلاف آماری معنی دار($P\leq$٠/٠٥) است

[۲] ***: معنی دار در سطح ٠/١ درصد، *: معنی دار در سطح ٥ درصد، ns: عدم وجود اختلاف معنی دار

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۶ - اثر استارتر الحاقی بر برخی ویژگی های پنیر کم چرب

تیمار	شیمیایی		حسی		بافت مکانیکی	
	pH	اسیدیته	طعم	بافت	سفتی	حالت صمغی	حالت آدامسی
T_{50}	۵/٤	۰/۵۸	٤/۲	۳/۳	۲۹/۰۳	۲۸/۸۳	۲۲۸/٦۰
T_{50s}	۵/۳	۰/٦۳	۳/٦۳	٤/۲	۱۸/۷۳	۱٤/۷۳	۱۵۱/۲۳
مقادیر t[۱]	۰/٤ ns	−۰/۹۵ ns	۰/۱۱ ns	−۳/۱۳*	۲/۷۷*	۳/۷۹*	٤/۰۷*

۱- *: معنی دار در سطح ۵ درصد، ns: عدم وجود اختلاف معنی دار آماری

نتیجه گیری

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. نمونه های پنیر کم چرب تولید شده از نظر طعم کیفیت مشابه با انواع پرچرب داشتند اما پارامترهای بافت مکانیکی تفاوت های معنی‌داری را شاهد بود. تغییرات بافت منجر به کاهش امتیاز بافت داده شده توسط ارزیابی کنندگان گردید. همچنین رنگ پنیر تا حدودی تحت تاثیر رنگ پودر قرار گرفته و باعث کاهش مطلوبیت شد. از سوی دیگر رسانیدن توسط لاکتوباسیلوس پاراکازئی منجر به بهبود ویژگی‌های بافتی پنیر کم چرب شد. به نظر می رسد که استاندارد کردن شیر با پودر پروتئین شیر روش مناسبی برای تولید پنیر کم چرب لاکتیکی با ویژگی‌های مطلوب و راندمان بالا است اما لازم است تحقیقات بیشتری در خصوص کاربرد روش‌های ممکن برای بهبود ویژگی‌های پنیرتولیدی و افزایش مشتری پسندی آن صورت گیرد.

منابع مورد استفاده

رشیدی ح، ۱۳۸۵، اصول تولید پنیر و فراورده های آب پنیری، نشر پژوهش توس، ۲۰۸ صفحه.

رشیدی ح، مظاهری تهرانی م، رضوی م ع، قدس روحانی م، ۱۳۹۰، تعیین ویژگی های انعقادی و شیمیایی پنیر فتای فراپالایشی حاصل از پودر ریتنتیت در سطوح مختلف چربی و کلرید کلسیم، فصلنامه علوم و صنایع غذایی، شماره ۳۵، دوره ۹، صفحه ۳٤-۲۵.

رشیدی ح، مظاهری تهرانی م، رضوی م ع، قدس روحانی م، ۱۳۹۱، تاثیر کاهش درصد چربی و مقدار کلرید کلسیم بر ویژگی های 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 فراورده های آن-پنیر تازه- ویژگی ها و روشهای آزمون، شماره ٦٦۲۹، چاپ اول.

سازمان ملی استاندارد، ۱۳۹۱، پنیر لاکتیکی- ویژگی ها و روشهای آزمون، شماره ۲۵٤٦، چاپ اول.

سازمان ملی استاندارد، ۱۳۹۲، پودر پروتئین تغلیظ شده شیر- ویژگی ها و روشهای آزمون، شماره ٦٦۲۹، 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.

عاقلی آ، محمدی ثانی ع، ۱۳۹۳، اثر بازدارندگی نایسین و دمای نگهداری بر روی رشد و فعالیت باکتری کلستریدیوم پرفرینجس در پنیر لاکتیکی. سومین همایش ملی علوم و صنایع غذایی. دانشگاه آزاد اسلامی واحد قوچان.

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.

www.SID.ir

Archive of SID

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

Bintsis T, Vafopoulou-Mastrojiannaki A, Litopoulou-Tzanetaki E and Robinson RK, 2003. Protease peptidase and esterase activities by lactobacilli and yeast isolates from Feta cheese brine. Journal of applied microbiology 95:68-77.

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 Mcsweeny 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 Smith DE, 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.

Kommineni A, Amamcharla J and Metzger LE. 2012. Effect of xylitol on the functional properties of low-fat process cheese. Journal of dairy science 95: 6252-6259.

Konuklar G, Inglett GE, Warner K and Carriere CJ, 2004. Use of ß-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.

Rogers NR, Drake MA, Daubert CR, McMahon DJ, Bletsch TK and Foegeding EA, 2009. The effect of aging on low-fat, reduced fat and full-fat Cheddar cheese texture. Journal of Dairy Science 92:4756-4772

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-ß-glucan concentrate on the chemical, physicochemical and sensory attributes of a low-fat white brined cheese product. Food research international 37, 83-94.

www.SID.ir

Archive of SID

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.

www.SID.ir

Archive of SID

Application of MPC and *Lactobacillus paracasei* in the manufacturing of low-fat Lactic cheese and determination of chemical, sensory and physical characteristics

H Rashidi[1*]

Received: September 20, 2015 Accepted: January 30, 2016
[1]Assistant Professor, Food Industries Department, Khorasan Razavi Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Mashhad, Iran
[*]Corresponding author: Email: ha_rashidi@yahoo.com

Abstract
In recent years, acid coagulation method of cheese production has spread in the Iran cheese industry; furthermore, low-fat products are the demand of a part of consumers due to health concerns. The cow milk was concentrated with milk protein concentrate (MPC) to produce of low-fat lactic cheese. Then, the effect of concentration (0, 25 and 50% increasing of solids) on the yield, chemical (fat, solids, protein, acidity, pH and salt), sensory (taste, color and texture) and textural (hardness, gumminess, chewiness, springiness and cohesiveness) characteristics of cheese was investigated. The results showed yield was increased significantly ($p\leq0.05$) as a result of concentration with MPC. Increasing of the total solids of cheese milk resulted in fat reduction in cheese samples so 50% increasing of cheese milk solids leaded to decreasing of cheese fat content to below 10%. Increasing of cheese milk solids resulted in significant ($p\leq0.05$) increase in solids, protein and salt of cheeses. On the other hand, instrumental texture analysis showed that MPC increasing resulted in increasing of hardness, cohesiveness, gumminess and chewiness of cheese samples. Finally, ripening with *Lactobacillus paracasei* in 30 days was applied to improve texture properties of the low-fat cheese. The results showed that hardness, gumminess and chewiness decreased due to ripening, as a result texture score of cheese increased.

Key words: Lactic Cheese, *Lactobacillus paracasei*, Low-fat, MPC

www.SID.ir