Archive of SID

Iranian Food Science and Technology Research Journal
Vol. 7, No. 3, 2011, p. 218-226

نشریه پژوهشهای علوم و صنایع غذایی ایران
جلد ۷، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۰، ص. ۲۲۶-۲۱۸

تاثیر کاهش درصد چربی و مقدار کلرید کلسیم بر ویژگی های حسی و بافتی پنیر فتای فراپالایش حاصل از پودر ناتراوه اولترافیلتراسیون شیر

حسن رشیدی[۱*]- مصطفی مظاهری تهرانی[۲]- سید محمد علی رضوی[۳]- محسن قدس روحانی[۴]

تاریخ دریافت: ۸۹/۷/۲۶
تاریخ پذیرش: ۹۰/۴/۱۴

چکیده

مدارک علمی فراوانی مبنی بر تاثیر مصرف چربی های اشباع در افزایش ریسک ابتلاء به بیماریهای قلبی و سرطان وجود دارد. بر همین اساس، کاهش چربی پنیر فتای فراپالایش (دارای حدود ۴۵ درصد چربی در ماده خشک) نیز مطلوب است، اما تاثیری منفی بر ویژگی های کیفی پنیر دارد. در این پژوهش، اثر مقادیر مختلف چربی (صفر، ۲، ۶، ۱۰، ۱۴ و ۱۸ درصد) ناتراوه و مقدار کلرید کلسیم (صفر و ۰/۰۲ درصد) بر ویژگی های حسی (بافت، طعم، بو و پذیرش کلی) و مکانیکی بافت (پارامترهای آزمون پروفیل بافت و آزمون نفوذ) پنیر فتای فراپالایش تولید شده از پودر ناتراوه بررسی شد. طرح کاملا تصادفی با دو فاکتور برای تولید تیمارها و تجزیه و تحلیل داده ها مورد استفاده قرار گرفت. نتایج حاصل از آزمون حسی نشان داد که پنیر حاصل از ناتراوه با ۱۰ درصد چربی و دارای ۰/۰۲ درصد کلرید کلسیم بیشترین امتیاز بافت را دریافت کرد و اختلاف آن با سایر تیمارها معنی دار بود. همچنین از نظر بو و طعم، تیمارهای دارای ۱۸ درصد چربی بیشترین امتیاز را کسب کردند. بیشترین امتیاز پذیرش کلی مربوط به تیمار حاصل از ناتراوه با ۱۴ درصد چربی بود. در آزمون آنالیز پروفیل بافت، کاهش مقدار چربی باعث کاهش معنی دار مقدار حالت صمغی، حالت آدامسی، چسبندگی، الاستیسیته و کار تراکمی شد، اما مقدار پیوستگی در تیمارهای مختلف فاقد اختلاف آماری معنی دار بود. در آزمون نفوذ نیز کاهش چربی باعث کاهش معنی دار مقادیر سفتی، مدول ظاهری الاستیسیته، نیروی چسبندگی، چسبندگی و انرژی نفوذ شد. همچنین افزودن ۰/۰۲ درصد کلرید کلسیم به ناتراوه باعث افزایش اکثر پارامترهای آزمون آنالیز پروفیل بافت و نفوذ شد.

واژه‌های کلیدی: بافت، پنیر، کاهش چربی، کلرور کلسیم، فتا

مقدمه

پنیر فتای فراپالایش پنیری است با بافت نرم و مالش پذیر که در نتیجه فراپالایش[۲] شیر تا ماده خشک ۳۵ درصد و سپس انعقاد آنزیمی ناتراوه حاصل به دست می آید (قدس روحانی، ۱۳۸۸). این پنیر فاقد دوره رسیدن است و ماندگاری آن نیز حداکثر ۲ ماه می باشد (قدس روحانی، ۱۳۸۸). pH نهایی این فراورده که ۷۲ ساعت پس از تولید حاصل می گردد، ۴/۸ است. این پنیر از شیر کامل با چربی حداقل ۳/۸ درصد تولید می گردد و پنیر تولید شده دارای ۴۰-۴۵ درصد چربی در ماده خشک است. پس با مصرف آن چربی زیادی وارد رژیم غذایی مصرف کننده می گردد (قدس روحانی، ۱۳۸۸).

کاهش چربی پنیر و تولید پنیرهای با چربی کاهش یافته یا بدون چربی در صنعت تولید پنیر ایران جنبه عملی چندانی پیدا نکرده است. در عین حال، این گونه محصولات مورد درخواست جامعه و با توجه به رواج زندگی شهری در جهت تامین سلامت عمومی می باشد. تولید این گونه محصولات نیازمند برطرف ساختن مشکلات تکنولوژیکی و فنی است و باید پارامترهای اقتصادی و فرهنگی را نیز در نظر گرفت. تمامی این موارد، لزوم انجام کارهای پژوهشی منسجم و هدفمند را تایید می نماید.

تولید پنیر کم چرب در جهان، از سال ۱۹۸۰ افزایش قابل

۱- دانشجوی دکتری دانشگاه فردوسی مشهد و عضو هیات علمی موسسه آموزش عالی علمی کاربردی جهاد کشاورزی.
(*- نویسنده مسئول: Email: Ha_rashidi@yahoo.com)
۲و۳- دانشیاران گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه فردوسی مشهد.
۴- استادیار، موسسه آموزش عالی علمی کاربردی جهاد کشاورزی.

2- Ultra-filtration

www.SID.ir

Archive of SID

ملاحظه ای داشته است (Molina et al., 2000). تولید محصولات کم چرب عمدتا به دلیل ملاحظات بهداشتی و سلامت مصرف کننده بوده است (Tamime ؛ Muir et al., 1999 ؛ Rodriguez, 1998 Molina et al., 2000 ؛ et al., 1999). در جوامع پیشرفته غربی، مصرف بیش از حد چربی خطر ابتلا به بیماری های قلب و عروق را افزایش داده و منجر به افزایش فشار خون افراد شده است (Katsiari et al., 2002). به همین دلیل توجه ویژه ای به تولید محصولات کم چرب وجود دارد.

چربی در بافت، طعم، بو و ظاهر پنیر نقش مهمی دارد (Mistry, 2001). کاهش چربی در بیشتر موارد نواقصی در کیفیت پنیر ایجاد می کند و تولید پنیر کم چرب با ویژگی های نزدیک به انواع اصلی پر چرب، کار دشواری است. پنیرهای کم چرب اغلب به عنوان پنیرهایی سفت، لاستیکی و بدرنگ شناخته می شوند. تلخی و بد طعمی از دیگر عوارضی است که ممکن است مشاهده گردد (Mistry, 2001). در سالهای اخیر، مطالعات بسیاری در خصوص تولید پنیرهای کم چرب که ویژگی های مشابه انواع پرچرب را نشان دهند، صورت گرفته است. تولید پنیرهای چرب نرم نسبت به انواع سخت از توفیق بیشتری برخوردار بوده است (Katsiari et al., 2002).

Sipahioglu و همکاران (۱۹۹۹) اثر کاهش چربی و استفاده از نشاسته تاپیوکا را بر ساختمان و ویژگی های حسی پنیر فتا مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که با کاهش چربی پنیر از ۱۹/۸ درصد به ۱۲/۵ درصد، سفتی آن از ۴۷/۶ به ۷۳/۹ نیوتن افزایش می یابد. علت این پدیده وجود ساختار پیوسته و بدون شکست در پنیرهای کم چرب ذکر گردیده است. مهمترین عوامل تعیین کننده سفتی پنیر شامل مقادیر نسبی رطوبت، پروتیین و چربی است. در خصوص ویژگی های حسی، نمونه با چربی بیشتر، امتیاز طعم، بافت و پذیرش کل بیشتری کسب کرد (Sipahioglu et al., 1999). Koca و Metin (۲۰۰۴) نیز تاثیر کاهش چربی (از ۲۴/۵۰ درصد در نمونه پرچرب به ۷/۳۳ درصد در نمونه کم چرب) بر بافت و ویژگی های پنیر کشار[1] را مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که کاهش چربی باعث افزایش سفتی، الاستیسیته، حالت صمغی و آدامسی شد، در حالی که مقدار چسبندگی کاهش یافت و پیوستگی دو نمونه اختلاف آماری معنی داری نداشت. همچنین نمونه کم چرب امتیاز طعم، بافت، ظاهر و پذیرش کلی کمتری کسب کرد (Koca & Metin, 2004). در تحقیق دیگری Saint-Eve و همکاران (۲۰۰۹) اثر کاهش چربی و مقدار نمک طعام بر بافت پنیر حاصل از پودر ناتراوه فراپالایش را مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که کاهش چربی باعث افزایش سفتی، حالت صمغی و پیوستگی شد، در حالی که چسبندگی و الاستیسیته کاهش یافت. همچنین در مقدار چربی و نمک ثابت، کاهش مقدار ماده جامد از ۴۴۰ گرم بر کیلوگرم به ۳۷۰ گرم بر کیلوگرم باعث کاهش سفتی، پیوستگی و حالت صمغی و افزایش چسبندگی و الاستیسیته شد. Romeih و همکاران (۲۰۰۲) نیز بافت و ویژگی های حسی دو نمونه پنیر کم چرب و پرچرب را مورد مقایسه قرار دادند. کاهش چربی باعث افزایش سفتی، پیوستگی، الاستیسیته، حالت صمغی، حالت آدامسی و کاهش پذیرش کل شد.

استفاده از پودر ناتراوه به جای ناتراوه تازه (سنت ایو و همکاران، ۲۰۰۹) مزایای متعددی را به همراه می آورد. در این حالت، امکان اعمال فرمولاسیون های متنوع و افزودن و اختلاط مواد گوناگون به سادگی صورت می گیرد. فراورده پودری دارای ماندگاری بالایی است در حالی که ناتراوه تازه به سرعت مراحل فساد را طی می کند.

کاهش چربی تاثیری قطعی بر ویژگی های کیفی پنیر دارد، اما چگونگی و شدت این تاثیر بستگی به مقدار کاهش چربی و نوع پنیر دارد (Romeih et al., 2002). بر همین اساس، بررسی تاثیر سطوح مختلف چربی بر ویژگی های کیفی یک نوع پنیر خاص، می تواند اطلاعات پایه را برای معرفی فرمول بهینه پنیر کم چرب ارایه دهد. با این کار، سطوحی از چربی که منجر به ایجاد نقص می گردد، شناسایی می شود و در مراحل بعد می توان برای رفع این کمبودها اقدام نمود. لذا در این پژوهش، با هدف فراهم آوردن اطلاعات پایه در زمینه تولید پنیر فتای فراپالایش کم چرب، اثرات کاهش چربی و مقدار کلرید کلسیم بر ویژگی های حسی و مکانیکی بافت پنیر فتای فراپالایش بررسی گردیده است.

مواد و روش ها

مواد اولیه

پودر ریتنتیت (دارای حدود ۸۰ درصد پروتئین، ۹ درصد لاکتوز، ۷ درصد خاکستر و ۱ درصد چربی) از شرکت MILEI آلمان، خامه (دارای حدود ۳۰ درصد چربی و ۳۵ درصد ماده جامد) از شرکت فراورده های لبنی گاش مشهد، آب مقطر از شرکت پادینا، کلرید کلسیم از شرکت کمیرا (سوئد)، لیوان ۱۰۰ گرمی پنیر و کاغذ مخصوص از شرکت فراورده های لبنی پگاه مشهد و نمک طعام تصفیه شده بدون ید از شرکت سپید دانه خریداری گردید. رنت نوع Fromase 2200 TL Granulate و استارتر Delvo MT54Y DSL (دارای باکتری های *استرپتوکوکوس ترموفیلوس* و *لاکتوکوکوس لاکتیس* زیر گونه های *کرموریس* و *لاکتیس*) از شرکت DSM استرالیا تهیه شد.

تولید پنیر

در هر نوبت تولید، ۲ کیلوگرم ریتنتیت بازسازی شده با آب مقطر و خامه تهیه شد. ابتدا به مقدار محاسبه شده (جدول ۱) پودر ریتنتیت

1- Keshar (نوعی پنیر که در کشور ترکیه تولید می شود)

www.SID.ir

Archive of SID

و آب مقطر با دمای ۶۰ درجه سانتی گراد به مدت ۵ دقیقه در مخلوط کن آزمایشگاهی مخلوط گردید (Martin et al., 2009). سپس برای تنظیم مقدار چربی در محدوده های تعیین شده (۰، ۲، ۶، ۱۰، ۱۴ و ۱۸ درصد)، خامه با مقدار چربی ۳۰ درصد اضافه (جدول ۱) و نمونه در دمای ۴۰ درجه سانتی گراد به مدت ۵ دقیقه مخلوط شد. ریتنتیت بازسازی شده، در دمای ۶۳ درجه سانتی گراد به مدت ۳۰ دقیقه سالم سازی و سپس دما تا ۳۵ درجه سانتی گراد کاهش داده شد. در این مرحله برای بررسی اثر افزودن کلرید کلسیم، دو سطح ۰/۰۲ یا صفر درصد کلرید کلسیم در نظر گرفته شد (جدول۱). استارتر (۰/۰۱ گرم بر کیلوگرم ناتراوه) و رنت (۰/۰۳ گرم بر کیلوگرم ناتراوه) در آب استریل با دمای ۳۰ درجه سانتی گراد حل و به ناتراوه اضافه شد و مخلوط در ظروف ۱۰۰ گرمی مخصوص پنیر فتای فراپالایشی ریخته شد. ظروف پر شده تا انعقاد کامل (حداقل ۲۰ دقیقه)، در گرم خانه با دمای ۳۳ درجه سانتی گراد قرار داده شد. پس از انعقاد، نمونه ها از گرم خانه خارج و روی سطح قالب، کاغذ مخصوص و ۲ گرم نمک اضافه شد و سپس روی ظروف یک لایه سلوفان کشیده شد. این نمونه ها ۲۴ ساعت در گرم خانه با دمای ۲۷ درجه سانتی گراد و ۴۸ ساعت در یخچال با دمای ۵ درجه سانتی گراد گذارده شد. سپس آزمون های مکانیکی بافت و حسی بر روی آنها انجام شد (قدس روحانی و همکاران، ۱۳۸۸)

جدول۱- مواد اولیه مصرفی برای تولید ۱ کیلوگرم ریتنتیت با چربی مشخص

تیمار	چربی ناتراوه(٪)	کلرید کلسیم(٪)	آب مقطر (گرم)	خامه (گرم)	پودر ریتنتیت (گرم)
۱	۰	۰	۸۱۹	۰	۱۸۱
۲	۰	۰/۰۲	۸۱۹	۰	۱۸۱
۳	۲	۰	۷۵۹	۶۱	۱۸۰
۴	۲	۰/۰۲	۷۵۹	۶۱	۱۸۰
۵	۶	۰	۶۳۱	۱۹۵	۱۷۴
۶	۶	۰/۰۲	۶۳۱	۱۹۵	۱۷۴
۷	۱۰	۰	۵۰۴	۳۳۰	۱۶۶
۸	۱۰	۰/۰۲	۵۰۴	۳۳۰	۱۶۶
۹	۱۴	۰	۳۸۰	۴۶۲	۱۵۸
۱۰	۱۴	۰/۰۲	۳۸۰	۴۶۲	۱۵۸
۱۱	۱۸	۰	۲۵۲	۵۹۵	۱۵۳
۱۲	۱۸	۰/۰۲	۲۵۲	۵۹۵	۱۵۳

آزمایشات

برای آزمون پروفیل بافت (TPA) از دستگاه سنجش بافت[1] (QTS25, CNS FARNEL, UK) وپروب استوانه‌ای با قطر ۳۶ میلی متر استفاده شد (قدس روحانی، ۱۳۸۸). نمونه های پنیر بلافاصله قبل از آزمایش از یخچال خارج و پس از برش به ابعاد ۲۰×۲۰×۲۰ میلی متر، تا ۵۰ درصد ارتفاع اولیه (عمق ۱۰ میلی متر) توسط دستگاه فشرده شدند. سرعت نفوذ۶۰ میلی متر در دقیقه بود. هر تست حداقل در سه تکرار انجام گردید. صفات مورد اندازه‌گیری بر اساس این آزمون عبارت بودند از پیوستگی (بدون واحد)[2]، حالت صمغی (گرم)[3]، حالت آدامسی (گرم در میلیمتر)[4]، چسبندگی (گرم در ثانیه)[5]، الاستیسیته (میلی متر)[6] و کار تراکمی (سطح زیر منحنی نیرو – تغییر شکل در سیکل اول تا عمق ۱۰ میلی متر فشردگی، گرم در ثانیه)[7] (Fox et al., 2000؛ Gunasekaran & Mehmet, 2003). برای آزمون نفوذ نیزاز دستگاه مذکور و پروب استوانه‌ای با قطر ۳ میلی‌متر (میلهٔ فلزی) استفاده شد. نمونه‌های پنیردارای ارتفاع ۲۰ میلی‌متر بود و نیروی لازم برای نفوذ میلهٔ فلزی تا عمق ۱۰ میلی‌متر اندازه‌گیری گردید. سرعت نفوذ ۳۰ میلی متر در دقیقه بود. هر تست در سه تکرار انجام گردید. صفات مورد اندازه گیری بر اساس این آزمون عبارت بودند از سفتی (گرم)[8]، مدول ظاهری الاستیسیته (گرم بر ثانیه)[9]، نیروی چسبندگی (گرم)[10]، چسبندگی (گرم در ثانیه) و انرژی نفوذ (سطح زیر منحنی نیرو- تغییر شکل تا نقطه نفوذ ۳۰ میلی متر، گرم در ثانیه)[11] (Fox et al., 2000؛ Gunasekaran & Mehmet, 2003). ارزیابی حسی با آزمون چشایی[12] توسط ۱۰ نفر از دانشجویان صنایع غذایی دانشکده کشاورزی مشهد و مرکز آموزش جهاد کشاورزی خراسان رضوی صورت گرفت. ارزیابان بر اساس دقت

1- Texture analyzer
2- Cohesiveness
3- Gumminess
4- Chewiness
5- Adhesiveness
6- Springiness
7- Area cycle 1
8- Hardness
9- Apparent modulus
10- Adhesive force
11- Area cycle
12- Taste panel

www.SID.ir

Archive of SID

و علاقه انتخاب شدند و درباره آزمون امتیاز دهی به بافت، طعم و بوی 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 (Koca & Metin, 2004).

طرح آزمایش و آنالیز آماری

تیمارها بر اساس طرح کاملا تصادفی دو فاکتوره (۶ سطح چربی و ۲ سطح کلرید کلسیم) با ۳ تکرار تولید و نتایج توسط نرم افزار MSTATC (Version:1.42) تجزیه و تحلیل گردید. مقایسه میانگین داده ها با آزمون دانکن و در سطح آماری ۵ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

ویژگی های بافتی

آزمون آنالیز پروفیل بافت

نتایج آزمون آنالیز پروفیل بافت نمونه های پنیر فتا به عنوان تابعی از درصد جایگزینی چربی و مقدار کلرید کلسیم در جدول ۲ آورده شده است.

الف- 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 (Fox et al., 2000؛ Gunasekaran & Mehmet, 2003). دو متغیر چربی و کلرید کلسیم، اثر معنی داری بر پیوستگی نمونه های پنیر نداشت و تیمارها فاقد اختلاف معنی دار بودند. در عین حال بیشترین مقدار پیوستگی در تیمار ۱۲ مشاهده گردیده است که دارای بیشترین مقدار چربی و در نتیجه کمترین مقدار آب بود. Zisu و همکاران (۲۰۰۵) علت این پدیده را ضعف پیوندهای داخلی در ساختار پنیرهای با رطوبت بیشتر و دارای بافت نرم تر می دانند که در نتیجه پنیر در برابر فشار وارده توسط دستگاه سنجش بافت به آسانی و به صورت غیر قابل برگشت تغییر شکل می دهد. مطابق با نتایج این تحقیق، Koca و همکاران (۲۰۰۴) نیز پیوستگی دو نمونه پنیر پرچرب (۲۴/۵۰ درصد چربی) و کم چرب (۷/۳۳ درصد چربی) را فاقد اختلاف آماری معنی دار گزارش کردند.

ب- 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 (Fox et al., 2000؛ Gunasekaran & Mehmet, 2003). همان گونه که در جدول ۲ مشاهده می گردد، در تیمارهایی که کاهش چربی شدید بوده است، مقادیر حالت صمغی هم کاهش شدیدی دارد. با افزایش چربی حالت صمغی افزایش می یابد و در تیمار ۱۰ به حداکثر مقدار خود می رسد. این نتیجه به دلیل سفتی بیشینه این تیمار حاصل گردیده است. به دلیل مقدار سفتی کمتر، حالت صمغی تیمار ۱۲ از ۱۰ کمتر بود، اما تفاوت آن با تیمار ۱۰ معنی دار نبود. بر خلاف این یافته، کوکا و همکاران تاکید دارند که در بین دو نمونه مورد بررسی، نمونه با چربی کمتر حالت صمغی بیشتری دارد. علت این اختلاف در روش تولید پنیر فتای فراپالایش نهفته است. در تولید این نوع پنیر، آب پنیر چندانی تولید نمی شود و روند تغییرات مقدار آب پنیر و رطوبت پنیر هنگام کاهش چربی، مشابه پنیرهای دیگر نیست. حضور تقریبا تمام پروتیین های سرمی در ریتنتیت فراپالایش و حضور آنها در ساختمان دلمه نیز تفاوت مهم دیگر بین این پنیر با انواع دیگر است که باعث تغییر ظرفیت نگهداری آب می شود. در نتیجه حذف کامل چربی پنیر فتای فراپالایشی بازساخته با حدود ۱۹ درصد چربی، راندمان تولید پنیر تنها حدود ۷ درصد کاهش می یابد و حجم زیادی از چربی حذف شده با آب جایگزین می شود (مقاله در دست چاپ، رشیدی و همکاران)، در حالی که در انواع دیگر پنیر این جایگزینی خیلی کمتر است (Saint-Eve et al., 2009). علاوه بر چربی، مقدار رطوبت، مواد جامد و نسبت بین پروتئین و رطوبت نیز دیگر عوامل تعیین کننده مقدار پارامترهای مکانیکی بافت هستند (Koca & Metin, 2004؛ Saint-Eve et al., 2009). متغیر کلرید کلسیم بر مقدار حالت صمغی اثر افزاینده معنی داری داشته است که به دلیل افزایش سفتی بافت در نتیجه افزودن کلرید کلسیم بوده است (Fox et al., 2000).

ج- حالت آدامسی

حالت آدامسی عبارت از انرژی لازم برای جویدن یک مادۀ غذایی جامد تا هنگامی که آمادۀ بلع شود و یا تعداد جویدن‌های لازم برای بلعیدن مقدار مشخصی از مادۀ غذایی است (Fox et al., 2000؛ Gunasekaran & Mehmet, 2003). مقدار عددی آن از حاصل ضرب مقدار حالت فنری در حالت صمغی به دست می‌آید. در این تحقیق، کاهش مقدار چربی باعث کاهش حالت آدامسی شد. تیمار ۱۲ دارای بیشترین مقدار حالت آدامسی بود و اختلاف معنی داری با سایر تیمارها داشت که به دلیل بالاتر بودن مقدار حالت فنری و صمغی آن بوده است. اثر متغیر کلرید کلسیم بر مقدار حالت آدامسی معنی دار بود

1- Semisolid food

www.SID.ir

Archive of SID

و نمونه های دارای کلرید کلسیم حالت آدامسی بیشتری داشتند. کلرید کلسیم عامل مهمی در تشکیل و استحکام پیوندهای درونی ساختار پروتئینی پنیر است (Fox et al., 2000). در پژوهش Koca و همکاران (۲۰۰۴) با کاهش مقدار چربی، حالت آدامسی کاهش یافت. مشابه موارد ذکر شده در مورد حالت صمغی، مقدار رطوبت زیاد و مواد جامد کم نمونه های کم چرب پنیر فتای فراپالایش منجر به ضعف پیکره و پیوندهای سازنده ساختار آنها شد و این نمونه ها با صرف نیروی کمتری خرد شدند (Zisu & Shah, 2005).

د- 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 وسطح سایر موادی که غذا باآن ها در تماس است می باشد (Fox et al., 2000؛ Gunasekaran & Mehmet, 2003). کاهش مقدار چربی و افزودن کلرید کلسیم هر دو باعث کاهش چسبندگی شد. Koca و همکاران (۲۰۰۴) و نیز Saint-Eve و همکاران (۲۰۰۹) تاکید دارند که مقدار چسبندگی در نمونه پرچرب بیشتر است. تیمار ۱۱ بیشترین چسبندگی را داشت و اختلاف آن با سایر تیمارها معنی دار بود ($P < ۰/۰۵$). افزودن کلرید کلسیم باعث تراکم بیشتر بافت پروتئینی می شود (Fox et al., 2000). Dimitreli & Thomareis (۲۰۰۶) تاکید دارند که با افزایش مقدار چربی در پنیر، ساختار ماتریکس پروتئینی بازتر و سست تر می شود که موجب افزایش چسبندگی می شود در حالی که با کاهش چربی، ماتریکس پروتئینی متراکم تر می شود و چسبندگی آن کاهش می یابد.

جدول۲- نتایج حاصل از آزمون پروفیل بافت (میانگین۱ ± انحراف استاندارد) در مورد تیمارهای مختلف پنیر فتا

تیمار	پیوستگی	حالت صمغی (g)	حالت آدامسی(g.mm)	چسبندگی (g.s)	الاستیسیته(mm)	کار تراکم (g.s)
۱	۰/۲۰±۰/۰۱^{a}	۷۸/۱۴±۱۹/۱۰^{e}	۲۲۶/۷۱±۶۷/۳۶^{g}	۲۳/۱۳±۲/۲۲^{de}	۲/۸۷±۰/۱۵^{f}	۲۴۷۸/۴۹±۶۲۹/۱۱^{e}
۲	۰/۲۲±۰/۰۲^{a}	۱۰۶/۴۶±۱۵/۰۲^{de}	۳۷۴/۶۹±۴۹/۲۷^{fg}	۲۳/۱۸±۸/۱۱^{de}	۲/۵۶±۰/۱۴^{ef}	۲۶۷۳/۴۹±۴۹۳/۹۲^{e}
۳	۰/۲۰±۰/۰۱^{a}	۱۳۵/۵۹±۱۶/۵۱^{cde}	۵۳۳/۴۸±۱۰۲/۸۱^{defg}	۲۳/۵۳±۲/۷۹^{de}	۳/۶۴±۰/۵۹^{ef}	۳۶۰۱/۷۰±۳۵۵/۱۰^{de}
۴	۰/۲۰±۰/۰۱^{a}	۱۳۰/۶۳±۱۵/۸۳^{de}	۵۰۴/۱۹±۷۷/۱۴^{efg}	۱۸/۸۱±۳/۸۴^{e}	۳/۸۵±۰/۱۳^{de}	۳۵۶۱/۹۴±۴۱۳/۲۶^{de}
۵	۰/۱۷±۰/۰۱^{a}	۲۰۷/۳۱±۴۱/۱۷^{b}	۸۵۱/۷۰±۱۳۷/۳۸^{cde}	۳۱/۶۳±۳/۱۴^{de}	۴/۱۷±۰/۸۲^{bcde}	۶۸۹۰/۴۸±۱۹۶۳/۳^{b}
۶	۰/۱۹±۰/۰۲^{a}	۲۱۸/۲۷±۳۲/۳۰^{b}	۸۵۶/۴۳±۱۸۲/۹۱^{cde}	۳۳/۳۱±۴/۹۸^{de}	۳/۹±۰/۳۲^{cde}	۶۶۱۸/۸۲±۳۴۹/۱۲^{b}
۷	۰/۱۷±۰/۰۳^{a}	۱۵۷/۱۸±۲۸/۵۲^{bcd}	۷۰۱/۶۸±۱۳۶/۷۷^{cdef}	۴۱/۵±۱۰/۳۵^{cd}	۴/۴۶±۰/۳۱^{bcde}	۴۸۷۵/۵۹±۳۵۵/۴۳^{cd}
۸	۰/۲۱±۰/۰۳^{a}	۳۰۸/۳۶±۵۵/۷۰^{a}	۱۴۸۶/۸۲±۳۶۵/۶۹^{b}	۳۲/۱۶±۷/۷۱^{de}	۴/۷۹±۰/۳۵^{bc}	۸۴۸۷/۳۶±۲۳۵/۲۹^{a}
۹	۰/۲۰±۰/۰۵^{a}	۱۹۶/۶۳±۴۴/۳۱^{bc}	۸۸۰/۶۲±۱۰۵/۱۸^{cd}	۷۳/۷۸±۲۳/۱۳^{b}	۴/۵۸±۰/۸^{bcd}	۵۷۶۱/۲۱±۱۱۵۱/۸^{bc}
۱۰	۰/۲۱±۰/۰۴^{a}	۳۴۵/۱۲±۴۵/۹۱^{a}	۱۷۵۳/۳۰±۳۳۳/۷۱^{ab}	۳۲/۰±۱۴/۹۹^{de}	۵/۰۵±۰/۳۷^{b}	۹۴۱۹/۵۲±۶۵۸/۴۲^{a}
۱۱	۰/۲۱±۰/۰۲^{a}	۲۱۵/۲۲±۳۱/۰۳^{b}	۱۰۱۱/۹۸±۲۴۵/۷۴^{c}	۱۰۱/۳۳±۴/۲۲^{a}	۴/۶۷±۰/۵۹^{bcd}	۶۹۸۵/۹۸±۳۱۷/۱۱^{b}
۱۲	۰/۲۵±۰/۰۵^{a}	۲۹۳/۰۲±۴۰/۳۳^{a}	۱۹۲۲/۹۸±۱۳۶/۰۳^{a}	۵۳/۲۲±۱۵/۷۹^{c}	۶/۶۰±۰/۴۵^{a}	۶۹۹۶/۳۳±۴۰۰/۴۶^{b}

۱- میانگین های دارای حروف متفاوت به گونه معنی داری متفاوت هستند ($P < ۰/۰۵$).

ه-الاستیسیته

الاستیسیته از دیدگاه حسی عبارت است از درجه یا شدتی که نمونه بعد از فشار جزئی بین زبان و سقف دهان به شکل و اندازهٔ اولیه خود برمی گردد و از دیدگاه مکانیکی مقدار تغییر شکلی است که یک نمونهٔ تغییر شکل یافته بعد از برداشتن نیرو به حالت اولیه‌اش برمی-گردد (Fox et al., 2000؛ Gunasekaran & Mehmet, 2003). تیمار ۱۲ بیشترین مقدار الاستیسیته را به خود اختصاص داد و اختلاف معنی داری با سایر تیمارها داشت ($P < ۰/۰۵$). با کاهش چربی، الاستیسیته کاهش یافت. متغیر کلرید کلسیم اثر معنی داری بر الاستیسیته داشت و افزودن کلرید کلسیم باعث افزایش مقدار الاستیسیته شد. سنت ایو و همکاران نیز الاستیسیته نمونه پنیر کم چرب را کمتر از نوع پرچرب گزارش کرده اند (Koca & Metin, 2004). Zisu و همکاران (۲۰۰۵) دلیل این امر را مشابه موارد ذکر شده برای صفت پیوستگی و در نتیجه تاثیر افزایش رطوبت و کاهش سفتی پنیر بر ساختار ماتریکس پروتئینی و ضعف آن و در نتیجه کاهش توانایی آن برای برگشت به شکل اولیه پس از برداشتن فشار می دانند.

و- کار تراکمی

کار تراکمی معیاری از انرژی مورد نیاز برای تغییر شکل نمونه ها تحت تاثیر نیروی فشار اعمالی است، بنابراین تیمار ۱۰ بیشترین انرژی را برای تغییر شکل تا ۵۰ درصد طول اولیه نیاز داشت و

www.SID.ir

Archive of SID

اختلاف آن نیز با سایر تیمارها معنی داری بود. کاهش و یا افزایش چربی بیشتر از این مقدار، باعث کاهش سفتی ویا به عبارتی مقدار کار لازم برای فشردن نمونه ها گردید. عامل مقدار کلرید کلسیم اثر معنی داری بر کار تراکمی داشت و افزودن کلرید کلسیم باعث افزایش آن گردید که به دلیل نقش این نمک در سفتی دلمه پنیر بود (Fox et al., 2000).

آزمون نفوذ

نتایج آزمون نفوذ نمونه های پنیر فتا به عنوان تابعی از درصد جایگزینی چربی و مقدار کلرید کلسیم در جدول ۳ آورده شده است.

الف- سفتی

سفتی از دیدگاه حسی نیروی لازم برای فشردن یک نمونه بین دندان‌های آسیاب و از دیدگاه مکانیکی نیروی لازم برای رسیدن به یک تغییر شکل مشخص می باشد (Fox et al., 2000؛ Gunasekaran & Mehmet, 2003). نتایج نشانگر آن است که با افزایش چربی ناتراوه تا ۱۴ درصد، سفتی پنیر افزایش و از آن پس کاهش یافته است. بیشترین مقدار سفتی در تیمار ۱۰ مشاهده گردید که اختلاف معنی داری با سایر تیمارها داشت. افزایش مقدار چربی باعث کاهش سفتی پنیر و از دیگر سو کاهش مقدار رطوبت و افزایش مواد جامد کل باعث افزایش سفتی پنیر می شود (Gunasekaran & Mehmet, 2003). در تیمارهای مورد بررسی، چربی حذف شده تا حد زیادی با آب جایگزین می شود و مواد جامد کل کاهش می یابد. همچنانکه در مورد حالت صمغی بحث شد، تغییرات مقدار چربی و مواد جامد کل، عوامل اصلی تغییرات سفتی در تیمارهای مورد بررسی است. افزودن کلرید کلسیم باعث افزایش معنی دار مقدار سفتی گردید. کلرید کلسیم نقش موثری در سفت شدن دلمه آنزیمی دارد (Fox et al., 2000).

ب- مدول ظاهری الاستیسیته

بیشترین مقدار مدول ظاهری الاستیسیته در تیمار ۱۰ مشاهده گردید. تیمار ۱۲ در حالی که دارای چربی بیشتری است، اما مدول ظاهری الاستیسیته آن کمتر است. متغیر کلرید کلسیم اثر معنی داری بر مقدار مدول ظاهری الاستیسیته داشته است و این کمیت در نتیجه افزودن کلرید کلسیم افزایش یافته است. نتایج آزمون پروفیل بافت در مورد الاستیسیته نیز نتایج مشابهی را ایجاد کرد.

ج- نیروی چسبندگی

نیروی چسبندگی عبارت است از حد اکثر نیروی لازم برای جدا شدن پروب در مرحله برگشت (Fox et al., 2000؛ Gunasekaran & Mehmet, 2003). بیشترین مقدار نیروی چسبندگی در تیمار ۱۲ مشاهده گردید و اختلاف این تیمار با سایر تیمارها معنی دار بود. در کل با کاهش چربی مقدار چسبندگی کاهش یافت. بین تیمار ۱۰ و ۱۲ اختلاف معنی داری وجود نداشت. عامل کلرید کلسیم اثر معنی داری بر نیروی چسبندگی داشت و تیمارهای دارای کلرید کلسیم نیروی چسبندگی بیشتری داشتند. رابطه بین چسبندگی و مقدار چربی و کلرید کلسیم قبلا مورد بحث قرار گرفت.

د- چسبندگی

با کاهش چربی مقدار چسبندگی یا کار لازم برای جدا کردن پروب از نمونه کاهش یافت. بیشترین مقدار چسبندگی در تیمارهای ۸ تا ۱۲ مشاهده گردید که اختلاف معنی داری با سایر تیمارها دارند. افزودن کلرید کلسیم اثر معنی داری بر مقدار چسبندگی داشت و منجر به افزایش آن شد. این یافته با نتیجه حاصل از آزمون پروفیل بافت مطابقت دارد.

ه- انرژی نفوذ

انرژی نفوذ عبارت است از سطح زیر منحنی نیرو-تغییر شکل تا نقطه نفوذ به عمق ۱۰ میلی متری که بیانگر مقدار انرژی مورد نیاز برای نفوذ پروب تا عمق مورد نظر می باشد. بیشترین انرژی نفوذ در تیمارهای ۸، ۱۰ و ۱۲ مشاهده گردید و پس از آن با کاهش چربی انرژی نفوذ کاهش یافت. فاکتور کلرید کلسیم اثر معنی داری بر مقدار انرژی نفوذ داشت و باعث افزایش آن شد. به این ترتیب مشخص می گردد که نمونه های با چربی بیشتر و دارای کلرید کلسیم از استحکام بافت بیشتری برخوردار بوده اند. این یافته نیز مطابق نتایج حاصل از آزمون تجزیه پروفیل بافت بود که به دلیل تاثیر چربی و کلرید کلسیم بر تراکم و استحکام پیوندهای داخلی زمینه پروتئینی پنیر حاصل گردیده است (Zisu & Shah, 2005).

ویژگی های حسی

نتایج ویژگی های حسی نمونه های پنیر فتا به عناون تابعی از درصد جایگزینی چربی و مقدار کلرید کلسیم در جدول ۴ آورده شده است.

بافت

کاهش چربی اثر معنی داری بر امتیاز بافت پنیر داشت. تیمارهای با کمترین و بیشترین مقدار چربی امتیاز کمتری را کسب نمودند در حالی که تیمار با ۱۰ درصد چربی بیشترین امتیاز بافت را به خود اختصاص داد و اختلاف آن با سایر تیمارها معنی دار بود. داوران اظهار داشتند که این نمونه دارای سفتی مطلوبی است در حالی که برخی از

www.SID.ir

Archive of SID

نمونه ها را بسیار نرم و یـا دارای سـفتی نـامطلوب تشـخیص دادنـد. مقایسه این نتیجه با نتایج حاصل از آزمون پروفیل بافت (جدول ۲) تـا حدود زیادی این نتیجه را تایید می کند. اثر فاکتور کلریـد کلسـیم بـر امتیاز بافت معنی دار نبوده است، هر چند کـه بیشـترین امتیـاز بافـت مربوط به نمونه دارای کلرید کلسیم اسـت. نتـایج حاصـل از پـژوهش هـــای Sipahioglu و همکـــاران (۱۹۹۹) و نیـــز Koca و Metin (۲۰۰۴) نیز دلالت بر کاهش امتیاز بافت با کاهش چربی دارد (Laloy et al., 1996 ؛ Koca & Metin, 2004).

جدول۳- اثر متغیر چربی و کلرید کلسیم بر صفات آزمون نفوذ (میانگین۱ ± انحراف استاندارد)

تیمار	سفتی(g)	مدول ظاهری الاستیسیته(g/s)	نیروی چسبندگی(g)	چسبندگی(g.s)	انرژی نفوذ(g.s)
۱	۳۸/۰±۴/۵۸^{ef}	۴/۶۹±۲/۲۴^{d}	۷/۰±۰/۰^{f}	۷۴/۴۲±۱۱/۷۱^{d}	۳۷۲/۲۶±۴۵/۵۶^{h}
۲	۳۳/۰±۳/۶۱^{f}	۴/۳۹±۲/۰۱^{d}	۷/۰±۰/۰^{f}	۶۹/۶۸±۵/۸^{d}	۳۵۲/۰۸±۳۰/۹۰^{h}
۳	۳۵/۰±۳/۰^{ef}	۵/۲۸±۰/۴۳^{d}	۱۰/۰±۱/۰^{f}	۹۹/۴۲±۹/۵۲^{d}	۵۱۷/۵۲±۵۱/۵۱^{g}
۴	۳۵/۰±۳/۶۱^{ef}	۵/۲۵±۰/۶۲^{d}	۱۰/۰±۱/۰^{f}	۱۰۷/۹±۱۳/۴۴^{d}	۴۸۸/۴۹±۸۰/۹۷^{gh}
۵	۴۲/۰±۷/۹۴^{de}	۵/۷۱±۱/۹۳^{d}	۱۱/۳۳±۲/۳۱^{f}	۱۰۴/۳۲±۸/۰۴^{d}	۶۰۱/۹۰±۱۴۶/۵۳^{fg}
۶	۶۱/۳۳±۳/۰۶^{c}	۹/۱۵±۱/۴۱^{c}	۱۷/۳۳±۳/۵۱^{de}	۱۶۲/۲۱±۲۶/۹۱^{c}	۹۳۹/۰۵±۳۳/۷۸^{bc}
۷	۴۷/۰±۷/۰^{d}	۹/۷۵±۲/۱۶^{c}	۱۶/۶۶±۲/۸۹^{e}	۱۷۲/۱۶±۴۱/۸۸^{bc}	۶۹۳/۱۲±۱۴۸/۷۸^{ef}
۸	۶۹/۶۶±۵/۵۱^{ab}	۹/۳۳±۰/۴۴^{c}	۲۰/۳۳±۳/۲۱^{cde}	۲۲۶/۰۹±۳۸/۴۷^{a}	۱۱۲۶/۴۳±۹۵/۷۶^{a}
۹	۴۸/۰±۲/۶۵^{d}	۱۱/۳۸±۰/۷۹^{bc}	۲۲/۰±۲/۶۵^{bc}	۲۱۰/۲۱±۱۷/۴۵^{ab}	۷۸۳/۱۶±۵۷/۲۷^{de}
۱۰	۷۱/۰±۵/۲۹^{a}	۱۴/۰۵±۱/۹۵^{a}	۲۶/۰±۳/۰^{ab}	۲۳۶/۳۲±۱۸/۷۸^{a}	۱۱۰۹/۰۲±۱۰۲/۰۲^{a}
۱۱	۴۹/۰±۱/۰^{d}	۱۳/۲۱±۰/۳۷^{ab}	۲۱/۳۳±۳/۵۱^{cd}	۲۳۰/۷۳±۲۶/۸۷^{a}	۸۵۴/۶±۱۷/۲۳^{cd}
۱۲	۶۲/۰±۲/۳۱^{bc}	۱۳/۹۳±۰/۷۶^{ab}	۲۷/۳۳±۳/۲۱^{a}	۲۵۲/۷±۴۲/۱^{a}	۱۰۴۵/۸۹±۲۷/۰۶^{ab}

۱- میانگین های دارای حروف متفاوت به گونه معنی داری متفاوت هستند ($P < ۰/۰۵$).

طعم

از نظر طعم، تیمارهای با چربی بیشتر امتیاز بیشتری کسب کردند. بیشترین امتیاز مربوط به تیمارهای ۱۱ و ۱۲ بود کـه اخـتلاف معنـی داری با سایر نمونه ها داشتند. بررسی نتایج نشان داد که نمونـه هـای کم چرب از طعم ضعیفی برخوردارند و در نتیجه برای تولید پنیر فتـای فراپالایش کم چرب با طعم مناسب باید راهکارهایی برای رفـع ایـن نقصان جستجو و ارایه گردد. چربی شیر تاثیر عمده ای بـر طعـم پنیـر دارد و پنیرهای با چربی کمتر دارای طعـم ضـعیف تـری هسـتند کـه عمدتا به دلیل رطوبت بیشتر این پنیرها و کمتر شدن سـهم چربـی در طعم کلی پنیر است (Sipahioglu et al., 1999)، به همین جهت در این تیمارها مقدار کلرید کلسیم دارای نقـش بیشـتری در طعـم بـوده است و تفاوت هایی را در سطوح چربی کمتر از ۱۰ درصد ایجاد کـرد. پژوهش Sipahioglu و همکـاران (۱۹۹۹) و نیـز Koca و همکـاران (۲۰۰۴) نیز دلالت بر کسب امتیاز طعم بیشـتر توسـط نمونـه پرچـرب دارد.

بو

همان گونه که در جدول ۴ مشاهده می گردد، کـاهش چربـی تـا محدوده ای خاص اثر معنی داری بر امتیاز بـو نداشـته اسـت و داوران قادر به تشخیص تفاوت بین نمونه ها نبوده اند. تیمارهای ۱۲، ۱۱، ۱۰ و ۹ فاقد اختلاف آمـاری معنـی دار بودنـد. چربـی یکـی از مهمتـرین عوامل ایجاد آروما در پنیر است و کاهش شدید چربی منجر به کاهش معنی دار امتیاز بو گردیده است (تیمارهای ۱ تـا ۶). اثـر متغیـر کلریـد کلسیم بر امتیاز بو معنی دار نبوده اسـت. Laloy و همکـاران (۱۹۹۶) تاکید دارند که با کاهش چربی، جمعیت استارترها کاهش می یابد کـه می تواند در کاهش تولید ترکیبات مولـد بـوی مطلـوب پنیـری مـوثر باشد. این پژوهشگران تاکید دارند که بین گلبولهای چربی و سلولهای استارتری روابط متقابلی وجـود دارد و تمرکـز سـلولهای اسـتارتری در مجاورت گلبولهای چربی بیشتر است. از سوی دیگر Fox و همکـاران (۲۰۰۰) ترکیبات معطری که توسط استارترها و آنزیم های تولید شـده توسط آنها یا آنزیم های ذاتی شیر از چربی هـا حاصـل مـی گـردد را عامل اساسی در ایجاد آروما پنیر دانسته اند. کمتر بودن مقـدار ایـن ترکیبات معطر در پنیرهای کم چـرب مـی توانـد دلیـل مهمـی بـرای آروما ضعیف آنها باشد.

پذیرش کلی

بیشترین امتیاز پذیرش کلی در تیمارهای ۹ و ۱۰ مشاهده گردید. این تیمار دارای بیشترین مقدار چربی نیست. پس اندکی کاهش چربی بدون اعمال فرایند اضافی خاص، مورد پسند داوران بـوده اسـت. ایـن تیمارها دارای بافت، طعـم و رنـگ مناسـبی بودنـد. تیمارهـای ۱ و ۲ کمترین امتیاز پذیرش کلی را کسب کردند و اخـتلاف معنـی داری بـا سایر تیمارها داشـتند، چـرا کـه دارای بافـت و طعـم ضـعیف و رنـگ نامناسبی بودند. متغیر کلرید کلسیم اثر معنی داری بر امتیـاز پـذیرش کلی نداشت. نتایج مشابهی در خصوص اثر چربی بر پذیرش کلی انواع پنیـر وجـود دارد (Sipahioglu et al., 1999؛ Koca & Metin, 2004).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول٤- اثر مقدار چربی و کلرید کلسیم بر ویژگی های حسی نمونه های پنیر فتا

تیمار	بافت	مزه	بو	پذیرش کلی
۱	۲/۱۹±۰/۰۹^{f}	۲/۱۰±۰/۲۱^{f}	۲/۱۱±۰/۲۶^{g}	۱/۷۸±۰/۱۴^{f}
۲	۲/۰۹±۰/۰۴^{f}	۱/۹۲±۰/۱۶^{g}	۲/۲۶±۰/۱۳^{g}	۱/۷۱±۰/۱۴^{f}
۳	۲/۷۶±۰/۰۴^{e}	۲/۱۹±۰/۰۸^{f}	۲/۹۰±۰/۲۱^{e}	۲/۲۲±۰/۲۳^{e}
۴	۲/۶۲±۰/۱۲^{e}	۲/۴۰±۰/۱۱^{e}	۲/۶۶±۰/۱۴^{f}	۲/۲۰±۰/۱۶^{e}
۵	۳/۳۵±۰/۰۶^{d}	۳/۰۸±۰/۰۷^{d}	۳/۷۲±۰/۱۲^{cd}	۳/۵۸±۰/۱۳^{c}
۶	۳/۴۲±۰/۱۵^{d}	۳/۳۰±۰/۰۸^{c}	۳/۶۲±۰/۱۷^{d}	۳/۲۰±۰/۰۵^{d}
۷	۴/۴۶±۰/۰۷^{ab}	۳/۳۶±۰/۰۲^{c}	۴/۰۱±۰/۰۷^{ab}	۳/۸۵±۰/۱۰^{b}
۸	۴/۵۴±۰/۱۵^{a}	۳/۲۷±۰/۱۱^{c}	۳/۹۰±۰/۰۸^{bc}	۳/۸۶±۰/۰۷^{b}
۹	۴/۳۰±۰/۱۵^{bc}	۳/۸۰±۰/۰۲^{b}	۴/۱۱±۰/۰۳^{ab}	۴/۰۹±۰/۰۶^{a}
۱۰	۴/۱۱±۰/۱۰^{c}	۳/۸۱±۰/۰۲^{b}	۴/۰۵±۰/۰۴^{ab}	۴/۱۲±۰/۱۰^{a}
۱۱	۴/۲۷±۰/۱۴^{bc}	۴/۲۷±۰/۰۴^{a}	۴/۱۲±۰/۱۲^{ab}	۳/۹۶±۰/۰۴^{ab}
۱۲	۴/۱۶±۰/۱۲^{c}	۴/۱۸±۰/۰۸^{a}	۴/۱۹۰±۰/۱۰^{a}	۳/۸۶±۰/۰۸^{b}

۱- میانگین های دارای حروف متفاوت به گونه معنی داری متفاوت هستند ($P < ۰/۰۵$).

نتیجه گیری

اثرات کاهش چربی بر ویژگی های بافتی انواع پنیر کاملا یکسان نیست و این تفاوت به ویژه در مورد پنیر فتای فراپالایش که روش تولید متفاوتی دارد مشهودتر است. اولین گام برای تولید فراورده کم چرب، تعیین اثرات کاهش چربی بر ویژگی های آن و سپس در مراحل بعدی اقدام در جهت رفع نواقص ایجاد شده است. کاهش شدید چربی در پنیر فتای فراپالایش بر خلاف بسیاری دیگر از انواع پنیر، منجر به کاهش ویژگی های بافتی مانند سفتی می گردد و لازم است با اتخاذ راهکارهایی ثبات و استحکام بافت افزایش داده شود. نتایج این پژوهش نشان داد که کاهش چربی ناتراوه از ۱۸ به ۱۴ درصد، بر ویژگی های حسی و بافتی پنیر فتای فراپالایش اثر زیان بار عمده ای ندارد و حتی در مورد برخی پارامترها (مانند امتیاز حسی بافت) افزایش کیفیت را نیز به همراه دارد. این در حالی است که کاهش چربی به مقدار بیشتر باعث افت فزاینده ویژگی های حسی و بافتی (متناسب با مقدار چربی کاهش یافته) می شود که لزوم انجام پژوهش های بیشتر برای رفع نقایص ایجاد شده را اثبات می نماید. بنابراین توصیه می گردد که با هدف تامین سلامت عمومی و به عنوان راهکار اولیه، چربی ناتراوه از ۱۸ به ۱۴ درصد کاهش یابد و در گام بعدی برای تولید محصولات فاقد چربی یا کم چرب، پژوهش های تکمیلی برای رفع نقایص کیفی حاصل از کاهش چربی انجام شود. همچنین استفاده از ۰/۰۲ درصد کلرید کلسیم در جهت بهبود بافت پنیر فتای فراپالایشی با چربی کاهش یافته توصیه می گردد.

منابع

قدس روحانی، م.، مرتضوی، ع.، مظاهری تهرانی، م. و رضوی، م. ع.، ۱۳۸۸، بررسی اثر شرایط فرآیند بر ویژگی‌های شیمیایی و حسی پنیر فتای فراپالایش شده تولیدی از مخلوط شیر گاو و شیر سویا، مجله علوم و صنایع غذایی ایران، دوره ۶، شمارهٔ ۱، ۸۷-۹۸.

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.

Dimitreli, G. & Thomareis, A. S., 2007, Texture evaluation of block-type processed cheese as a function of chemical composition and in relation to its apparent viscosity, Journal of Food Engineering, 79, 1364-1373.

Erdem, Y. K., 2005, Effect of ultra-filtration, fat reduction and salting on textural properties of white brined of white brined cheese, Journal of Food Engineering, 71, 366-372.

Fenelon, M. A., Guinee, T. P., Delahunty, C., Murray, J. & Crowe F., 2000, Composition and sensory attributes of retail Cheddar cheese with different fat contents, Journal of Food Composition and Analysis, 13, 13-26.

Fox, P. F., Guinee, T. P., Cogan, M. T. and McSweeney, P. L. H., 2000, Fundamentals of cheese science, Aspen publication.

Gunasekaran, S., & Mehmet, A. k. M., 2003, Cheese rheology and texture, CRC Press.

Katsiari, M. C., Voutsinas, L. P., & Kondyli, E., 2002, Improvement of sensory quality of low-fat Kefalograviera-type cheese with commercial adjunct cultures, International Dairy Journal, 12, 757-764.

Koca, N. & 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.

www.SID.ir

Archive of SID

Laloy, E., Vuillemard, J. C., El Soda, M., & Simard R. E., 1996, Influence of fat content of Cheddar cheese on retention and localization of starters, International Dairy Journal, 6, 729-740.

Lteif, L., Olabi, A., Kebbe Baghdadi, O. & 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.

Martin, G. J. O., Williams R. P. W. & Dunstan, D. E., 2009, Effect of manufacture and reconstitution of milk protein concentrate powder on the size and rennet gelation behavior of casein micelles. International dairy journal. doi: 10.1016/j.idairyj.2009.08.007.

Mistry, V., 2001, Low-fat cheese technology, International Dairy Journal, 11, 413-422.

Molina, E., Alvarez, M. D., Ramos, M., Olano, A., & Lopez-Fandino, R., 2000, Use of High-pressure-treated milk for the production of reduced-fat cheese, International Dairy Journal, 10, 467-475.

Muir, D. D., Tamime, A. Y., Shenana, M. E., & Dawood, A. H, 1999, Processed cheese analogues incorporation fat substitutes storage at 5 °C, Lebensmittel-wissenschaft Undd-Technologie-Food Scince and Technology, 32, 41-49.

Olson, N. F. & Johnson, M. E., 1990a, Low-fat cheese technology, Food Engineering International, 22, 31-37.

Rodriguez, J., 1998, Recent advances in the development of low-fat cheeses, Trends in Food Science and Technology, 9, 249-254.

Romeih, E. A., Michaelidou, A., Biliaderis, C. G., & Zerfiridis, G. K., 2002, Low-fat white brined cheese made from bovine milk and tow commercial fat mimetics: chemical, physical and sensory attributes, International Dairy Journal, 12, 525-540.

Rudan, M. A., Barbano, D. M., Yun J. J. & Kindstedt, P. S., 1999, Effect of fat reduction on chemical composition, proteolysis, functionality and yield of Mozzarella cheese, Journal of Dairy Science, 82, 661-672.

Saint-Eve, A., Lauverjat, C., Magnan, C., Deleris I., & Souchon, I., 2009, Reducing salt and fat content: impact of composition, texture and cognitive interaction on the perception of flavored model cheeses, Food Chemistry, 116, 167-175.

Sipahioglu, O., Alvarez, V. B., & 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.

Tamime, A. Y., Muir, D. D., Shenana, M. E., Kalab, M., & Dawood, A. H., 1999, Processed cheese analogues incorporation fat substitutes 2, rheology, sensory perception of texture and microstructure, Lebensmittel-wissenschaft undd-Technologie-Food Scince and Technology, 32, 50-59.

Zisu, B. & Shah, N. P., 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

The Effect of Fat-Reduction and $Cacl_2$ Levels on Sensory and Textural Characteristics of UF-Feta Cheese Made from Retentate Powder of Milk Ultra-Filtration

H. Rashidi [1*]- M. Mazaheri Tehrani [2]- S.M.A. Razavi [3]- M. Ghods Rohany [4]

Received: 18-10-2010
Accepted: 05-07-2011

Abstract

There is overwhelming scientific evidence that saturation fat consumption increases the risk of both coronary and cancer disease. As a result, fat reduction in UF-Feta cheese (≈ 45% fat in dry matter content) is favorable but unfortunately has some negative effects on the quality of cheese. In this research, the effect of different levels of retentate fat (0, 2, 6, 10, 14 and 18%) and $CaCl_2$ (0 and 0.02%) on sensory (texture, taste, odor, total acceptance) and mechanical texture (texture profile analysis and penetration parameters) characteristics of UF-Feta cheese made from retentate powder was studied. The completely randomized design with two factors was used for production and data analyzing. The results of sensory test showed that cheese sample containing 10% fat retentate and 0.02% $CaCl_2$ had highest texture score with significant difference. Therefore, the panelists were preferred taste and odor of full-fat samples and the maximum total acceptance was belonged to cheese sample made from 14% fat retentate. In texture profile analysis, fat reduction was resulted in significant decrease in gumminess, chewiness, adhesiveness, springiness and compression work but cohesiveness of samples didn't have any significant differences. In penetration test, hardness, apparent modulus of elasticity, adhesiveness force, adhesiveness and penetration force were decreased with fat reduction. As a result, addition of 0.02% $CaCl_2$ to retentate was increased generally the texture profile analysis and penetration parameters.

Keywords: $CaCl_2$, Cheese, Fat reduction, Feta, Texture

1- PhD student, Ferdowsi University of Mashhad and Member of Scientific Board of Institute of Scientific Applied Higher Education Jihade-e-Agriculture, Iran.
(*- Corresponding author Email: Ha_rashidi@yahoo.com)
2,3- Associate Prof., Dept. of Food Science and Technology, Ferdowsi University of Mashhad.
4- Assistant Prof., Food Science and Technology Group. Institute of Scientific Applied Higher Education Jihade-e-Agriculture, Iran.

www.SID.ir