اثر صمغ زانتان بر ویژگی‌های بافتی و رئولوژیک پنیر سفید ایرانی کم چرب

اسماعیل قنبری شندی[۱*]، اصغر خسروشاهی اصل[۲]، علی مرتضوی[۳]، حمید توکلی پور[۴]

۱- دانشجوی دکترای مهندسی صنایع غذایی دانشگاه حاجت تپه ترکیه
۲- استاد گروه علوم و صنایع غذایی دانشگاه ارومیه
۳- استاد گروه علوم و صنایع غذایی دانشگاه فردوسی مشهد
۴- استادیار علوم و صنایع غذایی دانشگاه آزاد اسلامی واحد سبزوار

(تاریخ دریافت: ۸۸/۴/۲۷ تاریخ پذیرش: ۸۸/۷/۲۴)

چکیده

در این پژوهش تأثیر صمغ زانتان در سه غلظت۰/۰۲ ، ۰/۰۵ و ۰/۰۷ گرم به ازای هر کیلوگرم شیر پس چرخ حاوی۰/۴ درصد چربی در تولید پنیر سفید ایرانی مورد مطالعه قرار گرفت همچنین دو پنیر شاهد نیز تهیه گردید که یکی شاهد پر چرب از شیر دارای ۳/۲ درصد چربی و از شیر کامل تهیه گردید و فاقد صمغ بود و دیگری شاهد کم چرب که از شیر پس چرخ که حاوی ۰/۴ درصد چربی بدون اضافه کردن صمغ تهیه گردید نتایج حاصل از آزمایشات شیمیایی و بافتی و رئولوژیکی حاکی از بهبود بافت پنیر با افزایش غلظت صمغ زانتان بود در این پژوهش شاهد پر چرب کم‌ترین میزان شاخصه‌های بافتی و رئولوژیکی σ ، E ، G' و G^* را به خود اختصاص داد که نشان دهنده‌ی نرمی و مطلوبیت بافت بود پنیر تیمار شده با صمغ زانتان ۰/۰۷ گرم بیشترین نزدیکی را به پنیر شاهد پر چرب نشان داد و با افزایش غلظت زانتان مقدار شاخصه‌های بافتی و رئولوژیکی کاهش یافت. پنیر کم چرب شاهد بیشترین مقدار شاخصه‌های G' ، σ ، E و G^*را به خود اختصاص داد که نشان از سفتی و نامطلوب بودن بافت آن دارد. این پژوهش مطلوبیت صمغ زانتان را به عنوان یک جایگزین چربی در جهت کاهش میزان انرژی‌زایی پنیر و همچنین به عنوان یک عامل بهبود دهنده بافت را نشان می‌دهد.

کلید واژگان: پنیر کم چرب، رئولوژی، صمغ زانتان، پنیر سفید ایرانی

۱- مقدمه

مطالعات علمی و تغذیه‌ای نشان دهنده ارتباط بین مصرف زیاد چربی و بیماری‌های مختلف قلبی و عروقی[۱] می‌باشد. امروزه تلاش برای کاهش چربی در مواد غذایی که به صورت روزمره و در سطح وسیع مصرف می‌شوند، بطور مستمر ادامه دارد.

پنیر سفید ایرانی مصرف قابل توجهی به عنوان جزء اصلی صبحانه این میان تلاش‌های زیادی برای کاهش چربی در این ماده غذایی پر اهمیت صورت گرفته، اما کاهش چربی آثار سوئی چون سفت شدن بافت و نامطلوب شدن آن را بدنبال دارد بی‌شک تولید پنیری کم چرب که دارای ویژگی‌های بافتی مناسبی باشد می‌تواند کمک اثرگذاری در کاهش بیماری‌های قلبی و عروقی داشته باشد. مطالعات نشان می‌دهد که وقتی میزان چربی پنیر کاهش پیدا می‌کند، میزان رطوبت افزایش پیدا کرده و پروتئین نقش بیشتری را در ساختار و بافت پنیر ایفا می‌کند این تغییرات باعث تغییراتی در ویژگی‌های حسی، کارکردی[۲]، میکروبی و شیمیایی پنیر می‌شود در ریز دارد در ساختار پنیر کم چرب که پروتئین بخش غالب را تشکیل می‌دهد عیب‌های بافتی نظیر لاستیکی بودن[۳] عنوان و سختی[۴] بروز می‌کند، زیرا چربی به روانساز اصلی در بافت پنیر عمل کرده و با

* مسئول مکاتبات: babak_ghanbari2002@yahoo.com

1. Coronary heart disease
2. Functional
3. Rubberiness
4. Hardness

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-24]

کاهش آن جزء پروتئینی بیشتری در واحد حجم برای بدریخت شدن در اثر تنشی که هنگام جویدن وارد می شود، وجود دارد [۲و ۱].

برای بهبود بافت و طعم پنیر کم چرب معمولا سه روش مرسوم می‌باشد[۳].

که عبارتند از:

۱- اصلاح تکنولوژی های معمول ساخت پنیر تا باعث حفظ رطوبت شوند و یا استفاده از فن‌آوری جدید؛

۲- استفاده از جانشین های چربی برای جبران کاهش بافت خامه‌ای؛

۳- گزینش مایه کشت های مناسب.

پژوهش‌های متعددی که هدف آن‌ها بهبود بافت پنیر بود، انجام گرفته است. خصوصیتهای کارکردی نشاسته‌ی اصلاح شده‌ی تاپیوکا و لستین در پنیر فتای کم چرب و با چربی کاهش یافته مورد بررسی قرار گرفته است[۴]. نتایج حاکی از آن است که پنیرهای با چربی کاهش یافته که با استفاده از نشاسته‌ی تاپیوکا تهیه شده بودند. بیشترین میزان رطوبت و کمترین میزان پروتئین را دارا بودند و سختی بیشتری نیز داشتند. ترکیبی از نشاسته ولستین طعم، بافت و پذیرش کلی پنیرهای فتای کم چرب و با چربی کاهش یافته را بهبود بخشید. ترکیبی از سلولز میکرو کریستاله شده با کاراگینان و شیر خشک بدون چربی برای تولید پنیر چدار با ۱۱ درصد چربی استفاده شد[۵]. ساختار پنیر از طریق مداخله در برهم کنش کازئین- کازئین به وسیله کاراگینان و ذرات سلولز میکرو کریستاله شده نرم‌تر شده که به طور مشابهی نقش گلبولهای چربی را در داخل ماتریکس ایفا می‌کند.

تحقیقات نشان می‌دهد که استفاده از جفت مایه کشت تولید کننده پلی‌ساکارید برون یاخته‌ای *استرپتوکوکوس ترموفیلوس MR-1C* و لاکتو *باسیلوس دلبروکی زیر گونه‌ی بولگاریکوس MR-1R* بطور قابل توجهی رطوبت و خصوصیت ذوب‌پذیری پنیر موزارلای کم چرب را افزایش داد[۶]. علیرغم همه تلاشها هنوز جایگزین مطمئنی برای چربی که بتواند خواص بافتی و طعمی حاصل از چربی را در پنیر ایجاد نماید پیدا نشده است.

در مطالعه حاضر تأثیر غلظت‌های مختلف صمغ زانتان به عنوان جانشین چربی بر روی برخی خواص بافتی و رئولوژیکی (با اندازه گیری فشرش تک محوری[1] و اندازه‌گیری نوسانی پویا[2]) و بر روی رنگ (که به وسیله سیستم هانتر لب[3] تعیین شده) و خواص شیمیایی پنیر سفید ایرانی بعد از طی ۶۰ روز دوره رسیدگی در آب نمک مورد مطالعه قرار گرفت.

۲- اصطلاحات خلاصه شده

رطوبت در ماده خشک بدون چربی: MNFS، نسبت رطوبت به پروتئین M:P، چربی در ماده خشک:FDM

درصد بازیافت چربی: مقدار کل چربی موجود در پنیر تقسیم بر مقدار کل چربی موجود در شیر.

درصد بازیافت پروتئین: مقدار کل پروتئین موجود در پنیر تقسیم بر مقدار کل پروتئین موجود در شیر.

SN: ازت محلول، NpN: ازت غیرپروتئینی، TN: ازت کل

FFC: پنیر تولیدی از شیر کامل دارای ۳/۲ درصد چربی یا پنیر پرچرب شاهد.

RFC: پنیر تولیدی از شیر پس چرخ حاوی ۰/۴ درصد چربی بدون اضافه کردن ضمغ زانتان یا پنیر کم چرب شاهد.

X_1: پنیر تولیدی از شیر پس چرخ حاوی ۰/۴ درصد چربی با اضافه کردن ۰/۰۲ گرم صمغ زانتان به ازای هر کیلوگرم شیر پس چرخ.

X_2: پنیر تولیدی از شیر پس چرخ حاوی ۰/۴ درصد چربی با اضافه کردن ۰/۰۵ گرم صمغ زانتان به ازای هر کیلوگرم شیر پس چرخ.

X_3: پنیر تولیدی از شیر پس چرخ حاوی ۰/۴ درصد چربی با اضافه کردن ۰/۰۷ گرم صمغ زانتان به ازای هر کیلوگرم شیر پس چرخ.

G': مدول ذخیره G'': مدول اتلاف G^*: مدول کمپلکس

σ: تنش در نقطه گسیختگی E: مدول یانگ یا مدول کشسانی

۳- مواد و روشها

۳-۱- تیمارها، مایه کشت، رنت و زانتان

برای مطالعه تأثیر غلظت‌های مختلف زانتان پنج تیمار تهیه شد که از این پس بصورت کدبندی شده در این مقاله آورده می‌شود همه تیمارها در سه تکرار تهیه گردیدند.

FFC: پنیر تولیدی از شیر کامل دارای ۳/۲ درصد چربی یا پنیر پرچرب شاهد.

RFC: پنیر تولیدی از شیر پس چرخ حاوی ۰/۴ درصد چربی بدون اضافه کردن ضمغ زانتان یا پنیر کم چرب شاهد.

1. uniaxiall compression
2. Dynamic Oscillatory Measurments
3. Hunter Lab System

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-24]

X_1: پنیر تولیدی از شیر پس چرخ حاوی ۰/۴ درصد چربی با اضافه کردن ۰/۰۲ گرم صمغ زانتان به ازای هر کیلوگرم شیر پس چرخ.

X_2: پنیر تولیدی از شیر پس چرخ حاوی ۰/۴ درصد چربی با اضافه کردن ۰/۰۵ گرم صمغ زانتان به ازای هر کیلوگرم شیر پس چرخ.

X_3: پنیر تولیدی از شیر پس چرخ حاوی ۰/۴ درصد چربی با اضافه کردن ۰/۰۷ گرم صمغ زانتان به ازای هر کیلوگرم شیر پس چرخ.

محموله‌های پنیر با استفاده از ۷ کیلوگرم شیر پس چرخ برای هر تیمار تولید گردید. آغازگر مصرفی مایه کشت FRC-65، مایه کشت لبنی هنسن دانمارک بود FRC-65 حاوی گونه‌های *لاکتوکوکوس لاکتیس زیر گونه‌ی کرموریس زیر گونه‌ی لاکتیس، استرپتو کوکوس ترموفیلوس و لاکتو باسیلوس دلبروکی زیر گونه‌ی بولگاریکوس* بود. به عنوان انعقادگر، کیموزین بدست آمده از تخمیر *آسپرژیلوس نایجر واریته آواموری* (رنت استاندارد CHy-Max، شرکت لبنی هنسن، دانمارک) به غلظت۰/۰۲۵ گرم به ازای هر کیلوگرم شیر مورد استفاده قرار گرفت. رنت مصرفی در ۳۰ برابر آب رقیق و به هر محموله‌ی ۷ کیلو گرمی شیر افزوده شد. صمغ زانتان محصول شرکت آلدریچ (Xanthan gum 500g ALDRICH) بود ضمن اینکه برای تولید پنیر پر چرب به عنوان شاهد از صمغ زانتان استفاده نشد و شاهد کم چرب نیز فاقد صمغ و دارای چربی ۰/۴ درصد بود.

۳-۲- روند پنیرسازی

شیر پس چرخ خام حاوی ۰/۴ درصد چربی برای تهیه پنیر بدون چربی استفاده شد. در ابتدا ۶ کیلوگرم شیر از هر تیمار را به روش مداوم در دمای ۷۵ °C به مدت زمان ۱۵ ثانیه در داخل پاستوریزاتور، پاستوریزه کرده و به درون وت تولید (MKII, Armfeild ltd., Ringwood. Hampshire, UK model FT-20) ریخته شد. غلظت‌های مختلف صمغ زانتان در ۲۰۰cc آب که تا دمای ۶۵ °C گرم شده بود به وسیله میکسر حل گردید و سپس ۳ ساعت در بن ماری ۴۰ °c نگهداری شد تا ذرات صمغ به طور کامل در آن حل گردند[۷] سپس به درون وت حاوی شیر ریخته شد.

برای مخلوط شدن کامل و یکنواخت این دو قسمت، اجازه داده شد تا شیر به آرامی و به مدت زمان ۲۰ دقیقه هم زده شود در این فاصله دمای شیر به ۳۴ °C رسانیده شد در این دماکلرید کلسیم (Merck-Germany) به میزان ۰/۱۵ گرم به ازای هر کیلوگرم شیر اضافه گردید و سپس مایه کشت‌های آغازگر (FRC-65 که حاوی گونه‌های لاکتوکوکوس لاکتیس زیر گونه‌ی کرموریس زیر گونه‌ی لاکتیس، استرپتو کوکوس ترموفیلوس و لاکتو باسیلوس دلبروکی زیر گونه‌ی بولگاریکوس بود) به غلظت ۰/۰۴ گرم به ازای هر کیلوگرم شیر تلقیح شد و به مدت ۵۵ دقیقه در این دما نگهداری شد تا فرصت کافی برای فعالیت آغازگرها قبل از اضافه کردن رنت فراهم شود بعد از آن رنت (رنت استاندارد CHy-Max، شرکت لبنی هنسن، دانمارک) به غلظت ذکر شده افزوده شد و به مدت زمان ۴۵ دقیقه برای تشکیل لخته به آن فرصت داده شد. لخته پس از تشکیل به مکعب‌های ۱ سانتی‌متری بریده شده و برای حدود ۱۰ دقیقه به حال خود رها گردید سپس با آهنگی به تدریج فزآینده مکعب‌ها به مدت ۱۰ دقیقه به هم زده شد تا خروج آب پنیر از آنها تسریع یابد پس از تخلیه‌ی آب پنیر، لخته در قالب‌های مخصوص پرس ریخته شده و به مدت ۲/۵ ساعت پرس شد فشار پرس کردن به تدریج در طی ۱/۵ ساعت اول تا حدود ۲/۹ کیلو پاسکال (Kpa) افزایش داده شد و سپس تا پایان زمان پرس این مقدار فشار حفظ گردید در مرحله بعد لخته‌ی پرس شده به قطعه‌هایی با ابعاد ۶ c m× ۶ c m × ۴ c m بریده شده و در دمای ۲۳ الی ۲۵ °C برای مدت ۲ ساعت نگهداری گردید قطعات پنیر پس از این زمان در داخل ظروف پلاستیکی غیر قابل نفوذ به هوا قرار داده شده و سطح آنها با آب نمک ۱۳ درصد پوشانیده شد لازم به ذکر است آب نمک مصرفی پیشتر در دمای ۸۰ °C به مدت زمان ۱۰ دقیقه پاستوریزه شده و پس از خنک کردن سریع با عبور دادن از یک پارچه تمیز صاف شد سپس ظروف در بندی شده و تا زمان انجام آزمایشات مربوطه در دمای ۵-۶ °C نگهداری شد. پنیر پر چرب از شیردارای ۳/۲ درصد چربی و به همان روش تهیه پنیر بدون چربی ولی بدون افزودن صمغ تولید شد. تمامی آزمایشات پس از طی دوره رسیدگی ۶۰ روزه انجام شد.

۳-۳- آزمایشات شیمیایی

pH شیر و نمونه‌های پنیر با استفاده از pH سنج دیجیتالی (Microprocessor pH meter model pH 537,WTW weilheim , Germany)

تعیین گردید رطوبت نمونه‌های پنیر به روش آون (A.O.A.C روش شماره‌ی ۹۲۶/۰۸) تعیین شد. میزان چربی نمونه‌های پنیر به روش ژربر مشخص گردید مقدار پروتئین کل نمونه های پنیر از راه اندازه‌گیری ازت کل به روش کلدال (A.O.A.C روش شماره ۲۰/۱۲۳) و تبدیل رقم بدست آمده به محتوای پروتئینی با ضرب

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-24]

کردن آن در ۶/۳۸ بدست آمد مواد جامد کل شیر از راه خشک کردن ۵ گرم نمونه در $^{\circ}C$ ۱۰۰ در یک آون برای حدود ۴ ساعت بدست آمد. خصوصیات شیر اعم از مقادیر پروتئین، چربی، دانسیته، SNF و غیره به وسیله دستگاه آنالایزر شیر(Eko milk) مشخص شد.

اندازه‌گیری ازت محلول (SN) و ازت محلول در تری کلرواستیک اسید(NPN) به روش کوچورو و فاکس (۱۹۸۲) صورت گرفت. اسیدیته قابل تیتراسیون بر مبنای اسید لاکتیک (W/W) اندازه‌گیری شد ((A.O.A.C(1997) تمام آزمایشات شیمیایی دست کم سه بار تکرار شدند.

۳-۴- آزمایشات رئولوژیکی

۳-۴-۱- فشرش تک محوری[1]

فشرش تک محوری که ساده‌ترین آزمایش بنیادین است، با استفاده آزماشین آزمایش یونیورسال HTE (Hounsfield test,Uk S-Series Bench UTM model H5K-S,redhill, Equipment ltd,) مجهز به لودسل ۵۰۰ نیوتنی انجام گرفت. برای انجام آزمایش پیستونی مسطح با قطر ۴۹ میلی‌متر به پیشانی پیش رونده‌ی دستگاه متصل گردید قطعه‌های پنیر به استوانه‌هایی با ابعاد 25mm قطر و 10mm ارتفاع در دمای $^{\circ}C$ ۶ بریده شده و به منظور جلوگیری از دست دادن رطوبت به سرعت در داخل ظرف غیر قابل نفوذ به هوا قرار داده شده و دربندی گردیدند. نمونه‌های پنیر دست کم از عمق دو میلی متری قطعه‌های پنیر انتخاب شدند. برای اینکه نمونه‌ها با اتاق هم دما شوند، برای دست کم ۴ ساعت پیش از آزمایش در دمای اتاق نگهداری شدند. نمونه‌ها به صورت تک محوری با سرعت پیشانی رونده ۵۰ میلی‌متر بر دقیقه تا ۵۷ درصد از ارتفاع اولیه نمونه در یک گاز فشرده شدند. تنش گسیختگی[2] از تقسیم کردن نیروی ثبت شده در نقطه گسیختگی[3] منحنی تغییر شکل[4] بر سطح اولیه نمونه و مدول کشسانی یانگ[5] بصورت مدول سکانت[6] در نقطه گسیختگی محاسبه گردید.

۳-۴-۲- اندازه‌گیری نوسانی پویا[7]:

نمونه‌ها دست کم از عمق یک سانتی‌متری قطعه‌های پنیر در دمای $^{\circ}C$ ۶ به وسیله یک نمونه‌گیر بریده شدند این نمونه‌ها به سرعت در داخل ظرفهای پلاستیکی کوچک غیرقابل نفوذ به هوا قرار داده شد و دست کم ۴ ساعت در دمای اتاق $(22\pm1/5)$ نگهداری شدند تا به تعادل دمایی با هوای اتاق برسند. اندازه‌گیری‌های نوسانی پویا با استفاده از رئومتر پارفیزیکا UDS 200 paar physica Messtechnik Gmbh, Stuttgart , physica) آلمان) انجام گرفت. سیستم اندازه گیرنده، از دو صفحه موازی هم قطر با ۲۵ میلی‌متر و فاصله‌ی یک میلی‌متر (ضخامت نمونه) تشکیل می‌شد. پنیر مورد آزمایش در بین این دو صفحه موازی قرار گرفته و پس از روی هم قرار گرفتن این دو صفحه پنیر اضافی با دقت با چاقویی تیز بریده و حذف گردید. نمونه‌ها به مدت۲۰ دقیقه بر روی رئومتر به حال خود رها شدند تا اثر تنش‌های وارد شده بر آن‌ها از بین برود. بسامد در ۰/۱ هرتز تنظیم شده و درصد کرنش از ۰/۱ تا ۱۰ درصد تغییر پیدا کرد[۱] چون پنیر یک ماده ویسکو الاستیک است برای توصیف بهتر رفتار رئولوژیکی پنیر، بایستی کرنش تغییر پیدا می‌کرد. نتایج تجربی نیز حاکی از رفتار ویسکو الاستیک غیرخطی بسیاری از مواد غذایی است که بخاطر ساده‌سازی مساله از رفتارهای ویسکوالاستیکی خطی برای توصیف آنها استفاده شده است. پارامترهای محاسبه شده عبارت از G' (مدول ذخیره)، G'' (مدول اتلاف) و G^* (مدول کمپلکس) که ارتباطی بین G' و G'' است، می‌باشد در این مطالعه این سه پارامتر گزارش شده است.

۳-۴-۳- ارزیابی رنگ

رنگ تیمارهای مختلف پنیر در طی رسیدن با استفاده از سیستم رنگ‌سنج هانترلب Hunter associate laboratory (lab.Dp-9000), HNC,Reston.VA Hunter که درآن ارزش L (L-Value) و ارزش b (b-Value) به ترتیب نشان دهنده‌ی سفیدی و زردی می‌باشد[26]، اندازه‌گیری شد اندازه‌گیری رنگ برای هر تیمار با ۳ تکرار در نواحی مختلف پنیر انجام شد.

a^*: اندازه‌گیری شد ولی اطلاعات آنچنان زیادتری از مقادیر ارزش b و L در اختیار ما قرار نداد.

۳-۴-۴- ارزیابی حسی

نمونه‌های پنیر که به طور تصادفی رمزگذاری شده بودند توسط یک گروه حسی پذیرش[8] مورد ارزیابی قرار گرفتند ارزیاب‌های گروه پذیرش شامل ۴۰ نفر با گستره سنی ۲۱ تا ۳۵ بودند که ۲۵ نفر از آنها مرد و ۱۵ نفر از آنها زن بودند ارزیاب‌ها مجموعه‌ای از دانشجویان گروه علوم و صنایع غذایی دانشگاه ارومیه و کارکنان

1. Uniaxiall Compression
2. Rupture Stress
3. Rupture Point
4. Deformation
5. Young Modolus
6. Secant Modolus
7. Dynamic Oscillatory Measurments
8. Acceptance Panel

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-24]

این گروه بودند پیش از ارزیابی از افراد خواسته شد تا پرسش نامه‌ای که حاوی سؤال‌هایی در مورد جنس،سن و دفعه‌های مصرف پنیر (عدم مصرف پنیر، کمتر از یک مرتبه در ماه، ۲-۴ مرتبه در ماه، ۶-۵ مرتبه در ماه و بیش از ۶ مرتبه در ماه) بودند پر کنند. ارزیاب‌هایی که میزان مصرف پنیرشان ۲-۴ مرتبه در ماه یا کمتر بود از تحلیل داده‌ها کنار گذاشته شدند.پنیرها از دیدگاه ظاهر، بافت، طعم، پذیرش کلی براساس مقیاس هدونیک ۵ امتیازی (یک= نامطلوب‌ترین، ۵= مطلوب‌ترین) مورد ارزیابی قرار گرفتند. قطعه‌های پنیر به تکه‌هایی با اندازه‌ی استاندارد برای گاز زدن $(1cm\times1cm\times1/3cm)$ بریده شده و در داخل ظرفهای پلاستیکی غیر قابل نفوذ به هوا قرار داده شد تا پیش از ارزیابی، به مدت ۲ ساعت در دمای اتاق به تعادل برسند. ارزیاب‌ها برای شست وشوی دهان در بین نمونه‌ها از آب استفاده می‌کردند ارزیابی حسی تیمارهانیز پس از طی ۶۰ روز دوره رسیدگی انجام شد.

۳-۴-۵- تحلیل آماری

آزمایش در سه نوبت به شکل کاملا تصادفی و ارزیابی حسی در قالب بلوکهای کامل تصادفی صورت گرفت تحلیل و ارزیابی داده‌ها با استفاده از نرم افزار SPSS در سطح احتمال ۵ درصد برای تعیین اختلاف موجود بین میانگین‌ها انجام گرفت.

۴- نتایج و بحث

۴-۱- ترکیب و خصوصیات شیمیایی

ترکیب و خصوصیات شیمیایی شیر بکار رفته برای تولید تیمارهای مختلف پنیر و همچنین خصوصیات شیمیایی پنیرهای تولید شده در جداول ۱ و ۲ نشان داده شده است.

جدول ۱ خصوصیات شیر مصرفی برای تولید پنیر

متغییرهای اندازه گیری شده	نوع شیر	
	پر چرب	کم چرب
درصد چربی	۳/۲^{a}	۰/۴^{b}
رطوبت	۸۹/۴^{b}	۹۱/۵^{a}
پروتئین	۳/۱۵^{b}	۳/۲^{a}
pH	۶/۵۹^{a}	۶/۵۸^{a}

*میانگین های دارای بالا نویس متفاوت با یکدیگر اختلاف معنی دار(کمتر از ۰/۰۵)دارند.

در تطابق با یافته‌های محققین دیگر با کاهش محتوای چربی، میزان رطوبت و پروتئین شیر به مقدار قابل توجهی افزایش پیدا کرد اما تفاوتی در درجه *PH* شیرها مشاهده نگردید[۷و ۱۵].

پنیرهای باچربی کاهش یافته بطور قابل توجهی پروتئین و رطوبت بیشتری از پنیر پر چرب داشتند همچنین کاهش چربی منجر به کاهش مقدار رطوبت در مواد غیرچرب و به این ترتیب نسبت رطوبت به پروتئین شد که با یافته‌های محققان دیگر مطابقت داشت[۸و ۱].

تفاوت بین میزان رطوبت پنیرهای پر چرب و کم چرب احتمالا بدلیل تفاوت در میزان پروتئین آنها می‌باشد، بطوریکه بالا بودن میزان پروتئین در پنیرهای با چربی کاهش یافته ممکن است همراه با بالا رفتن جذب آب در شبکه‌ی پروتئینی[۹] و در نتیجه بالارفتن میزان رطوبت آنها شود در ماتریکس کازئینی بافت پنیر، چربی و رطوبت بعنوان پرکننده عمل می‌کنند[۱۰] هنگامیکه میزان چربی کاهش پیدا می‌کند، رطوبت در همان مقداری که چربی کاهش پیدا کرده، جایگزین آن نمی‌شود، و بنابراین حجم کلی پرکننده کم گردیده، باعث کاهش مقدار رطوبت در مواد غیر چرب و نسبت رطوبت به پروتئین می‌شود با افزایش غلظت زانتان در پنیرهای بدون چربی، درصد جزء پروتئینی کاهش پیدا می‌کند، که دلیل آن افزایش میزان رطوبت پنیر به دلیل ویژگی آب دوستی زانتان می‌باشد و نشان دهنده کاهش میزان آب اندازی در طول ساخت پنیر می‌باشد.

کاهش جزء پروتئینی حاکی از افزایش پروتئولیز می‌باشد.از این رو نسبت رطوبت به پروتئین که یک فاکتور مهم درتولید پنیر می‌باشد در پنیرهای تولید شده با زانتان افزایش پیدا کرد. با تولید پنیر کم چرب همانطور که بیان شد نسبت رطوبت به پروتئین کاهش می‌یابد و از این رو بافت پنیر سفت و نامطلوب می‌شود[۱]. .بنابراین برای بهبود ویژگی‌های بافتی پنیر با چربی کاهش یافته، هدف افزایش نسبت رطوبت به پروتئین می‌باشد [۱۱] در این تحقیق با افزایش غلظت زانتان و در نتیجه بالا رفتن میزان رطوبت و کاهش جزء پروتئینی به این هدف رسیدیم رطوبت پنیر با افزایش غلظت زانتان افزایش پیدا کرد به دلیل حضور میکرو فلور موجود [۱۲] و میزان کیموزین بالاتر با افزایش جذب رطوبت توسط زانتان به پروتئولیز تشدید می‌شود و از سفتی پنیر کاسته می‌گردد در این مطالعه با افزایش غلظت صمغ زانتان، مقدار رطوبت و نسبت رطوبت به پروتئین افزایش پیدا کرد.

در این تحقیق با افزایش غلظت زانتان میزان ازت محلول *(SN/TN)* و میزان ازت غیر پروتئینی *(NPN/TN)* افزایش پیدا

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-24]

می‌کند که با توجه به آبگیری بسیار بالای زانتان و افـزایش نـسبت رطوبت به پروتئین *(M:P)*، میزان پروتئولیز افزایش می‌یابد و پنیر نرم‌تر و مطلوبتر می‌گـردد و افـزایش میـزان ازت محلـول و ازت غیرپروتئینی حاکی از افزایش میزان پروتئولیز است.

جدول ۲ پارامترهای اندازه گیری شده در مورد تیمارهای مختلف پنیر

نوع پنیر	رطوبت (٪)	چربی (٪)	پروتئین (٪)	درصد بازیافت چربی	درصد بازیافت پروتئین	M:P	FDM (%)	MNFS	راندمان (٪)	PH	اسیدیته برحسب اسیدلاکتیک	SN/TN	NPN/TN
FFC	۶۸/۳۳۳۳ ^{e}	۱۲/۸۵۰۰ ^{a}	۱۲/۲۶۶۷ ^{c}	۳/۸۳۳۳ ^{d}	۳/۸۳۰۰ ^{c}	۵/۵۳۳۳ ^{c}	۴۰/۳۹۶۷ ^{a}	۴۰/۸۷۷۷ ^{e}	۱۷/۲۵۳۳ ^{a}	۵/۸۰۶۷ ^{a}	۰/۴۰۰۰ ^{d}	۳/۱۷۶۷ ^{d}	۲/۹۲۶۷ ^{e}
RFC	۷۰/۶۴۶۶۷ ^{d}	۳/۵۰۶۷ ^{b}	۱۴/۵۶۶۷ ^{a}	۸/۷۶۶۷ ^{a}	۴/۶۲۳۳ ^{a}	۴/۸۴۶۷ ^{e}	۱۱/۹۵۰۰ ^{b}	۶۲/۱۷۶۷ ^{d}	۱۳/۳۰۶۷ ^{a}	۴/۹۸۰۰ ^{e}	۰/۴۵۰۰ ^{c}	۱۳/۶۰۰۰ ^{b}	۸/۵۲۶۷ ^{c}
X_1	۷۲/۵۶۶۶۷ ^{c}	۳/۰۰۰۰ ^{c}	۱۳/۵۰۰۰ ^{b}	۷/۵۰۰۰ ^{b}	۴/۲۸۰۰ ^{b}	۵/۳۳۳۳ ^{d}	۱۰/۹۴۰۰ ^{b}	۶۴/۶۲۰۰ ^{c}	۱۲/۸۱ ^{a}	۵/۳۶۰۰ ^{b}	۰/۴۵۶۷ ^{c}	۹/۶۱۶۷ ^{c}	۴/۲۹۰۰ ^{d}
X_2	۷۵/۳۳۳۳ ^{b}	۱/۷۰۶۷ ^{d}	۱۰/۱۸۳۳ ^{d}	۴/۲۷۰۰ ^{c}	۳/۳۳۱۷ ^{d}	۷/۴۰۳۳ ^{b}	۶/۹۴۰۰ ^{c}	۷۰/۱۹۰۰ ^{b}	۱۶/۳۱۶۷ ^{a}	۵/۲۴۶۷ ^{c}	۰/۵۸۰۰ ^{b}	۱۳/۳۳۳۳ ^{b}	۹/۶۳۳۳ ^{b}
X_3	۷۷/۸۳۳۳ ^{a}	۱/۴۲۰۰ ^{e}	۹/۵۳۳۳ ^{e}	۳/۵۵۰۰ ^{e}	۳/۰۲۶۰ ^{e}	۸/۱۵۳۳ ^{a}	۶/۳۶۳۳ ^{c}	۷۲/۸۷۰۰ ^{a}	۱۶/۸۲۶۷ ^{a}	۵/۰۴۰۰ ^{d}	۰/۶۳۰۰ ^{a}	۱۵/۵۵۰۰ ^{a}	۹/۹۶۳۳ ^{a}

*میانگین های دارای بالا نویس متفاوت با یکدیگر اختلاف معنی دار(کمتر از ۰/۰۵)دارند.

رطوبت در ماده خشک بدون چربی: MNFS، نسبت رطوبت به پروتئین M:P، چربی در ماده خشک:FDM

درصد بازیافت چربی: مقدار کل چربی موجود در پنیر تقسیم بر مقدار کل چربی موجود در شیر.

درصد بازیافت پروتئین: مقدار کل پروتئین موجود در پنیر تقسیم بر مقدار کل پروتئین موجود در شیر.

SN: ازت محلول، NPN: ازت غیرپروتئینی، TN: ازت کل

FFC: پنیر تولیدی از شیر کامل دارای ۳/۲ درصد چربی یا پنیر پرچرب شاهد.

RFC: پنیر تولیدی از شیر پس چرخ حاوی ۰/۴ درصد چربی بدون اضافه کردن ضمغ زانتان یا پنیر کم چرب شاهد.

X_1: پنیر تولیدی از شیر پس چرخ حاوی ۰/۴ درصد چربی با اضافه کردن ۰/۰۲ گرم صمغ زانتان به ازای هر کیلوگرم شیر پس چرخ.

X_2: پنیر تولیدی از شیر پس چرخ حاوی ۰/۴ درصد چربی با اضافه کردن ۰/۰۵ گرم صمغ زانتان به ازای هر کیلوگرم شیر پس چرخ.

X_3: پنیر تولیدی از شیر پس چرخ حاوی ۰/۴ درصد چربی با اضافه کردن ۰/۰۷ گرم صمغ زانتان به ازای هر کیلوگرم شیر پس چرخ.

افزایش میزان رطوبت در بین تیمارهای مختلف بـا چربـی کـاهش یافته، باعث کاهش سهم چربی در ترکیب پنیر شـده کـه در نتیجـه کاهش چربی، درصد چربی در ماده خشک نیز کاهش می‌یابد. ایـن مسئله در مورد پنیرهای تیمار شده بـا زانتـان بـه خـوبی مـشاهده می‌شود.

در مقایسه بین پنیر پر چرب و پنیر با چربی کاهش یافته‌ی شـاهد، میزان رطوبت در ماده جامد غیر چرب(MNFS) پنیـر پـر چـرب بالاتر می‌باشد. در بین پنیرهای با چربی کاهش یافتـه، بـا افـزایش غلظت صمغ زانتان میزان MNFS افزایش پیدا کرد.

یکی از مهمترین روشهای بهبود ویژگی‌های بافتی پنیر کـم چـرب افزایش میزان رطوبت تا حدی مـی‌باشـد کـه نـسبت رطوبـت بـه پروتئین ویا رطوبت در ماده جامد غیر چرب مساوی یـا بیـشتر از پنیر پر چرب شود[۱۳].

بازیابی چربی و پروتئین نیز به طورقابـل تـوجهی از میـزان چربـی تأثیرگرفتند در این مطالعه بـا کـاهش میـزان چربـی بـین دو پنیـر پرچرب و پنیر با چربی کاهش یافته شاهد، بازیابی چربی بطور قابل ملاحظه‌ای افزایش پیدا کرد درصد بازیـابی پـروتئین نیـز افـزایش داشت اما با نسبتی کمتر از درصد بازیابی چربی.در پنیرهای تیمـار شده با صمغ زانتان، با افزایش غلظت صمغ زانتان درصد بازیافـت چربی و پروتئین کاهش پیدا کرد.

کاهش مقدار چربی باعث کاهش pH و افزایش اسـیدیته بـین دو نمونه پنیر پر چرب و پنیر با چربی کاهش یافته شاهد شد. ضـمن اینکه در نمونه‌های با چربی کاهش یافته افزایش غلظت صمغ زانتان منجر به افزایش اسیدیته و کاهش pH گردید. علت ایـن پدیـده را می‌توان اینگونه بیان کرد که با افـزایش رطوبـت بـه دلیـل افـزایش غلظت صمغ زانتان که آبگیری بالایی دارد میزان رطوبت بالا رفته و با افزایش رطوبـت غلظـت کیمـوزین بـالا مـی‌رود [۱۴] افـزایش کیموزین باعث تشدید پروتئولیز و آزاد شدن گروه‌های کربوکـسیل اسیدی، در نتیجه کاهشpH و افزایش اسیدیته مـی‌گـردد ازطـرف دیگر تشدید لیپولیز بـه علـت بـالا رفـتن میـزان رطوبـت و تولیـد اسیدهای چرب و همچنین تبدیل کامل لاکتوز به اسید لاکتیک نیـز در کاهش pH و افزایش اسیدیته موثرند[۱۵].

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-24]

با کاهش میزان چربی در پنیر بازده پنیرسازی بطور قابل توجهی کاهش پیدا کرد در حین پنیرسازی، چربی شیر در زمینه کازئینی به دام می‌افتد[۸].

اگر چه رطوبت جایگزین چربی موجود در پنیر می‌شود [۵] کاهش کلی بازده (کیلوگرم پنیر به ازای کیلوگرم شیر) در تولید پنیر از شیر کم چرب غیر قابل اجتناب است[۹] زیرا مقدار رطوبت اضافه شده برابر با مقدار چربی کم شده نبوده [۱ و ۵]. از این رو مقدارهای کازئین و چربی شیر که ترکیب‌های اساسی تعیین کننده بازده هستند کاهش می‌یابد در بین تیمارهای پنیر با چربی کاهش یافته، افزایش غلظت زانتان باعث بالا رفتن بازده پنیرسازی می شود که دلیل آن ماندگاری بیشتر آب در پنیر به دلیل ویژگی آب دوستی این صمغ می‌باشد. هر چند در کل تفاوت معنی‌داری بین تیمارها وجود نداشت.

۴-۲- تحلیل رئولوژیکی

۴-۲-۱- فشرش تک محوری[1]

پارامترهای فشرش تک محوری تیمارها بعد از طی دوره رسیدگی در جدول شماره (۳) نشان داده شده است.

جدول ۳ سنجه واره های حاصل از دستگاه بافت‌سنج

نوع پنیر	σ (برحسب Kpa)	E (برحسب Kpa)
FFC	۷/۰۵۱۰۶۸^{d}	۱۴/۰۴۰۳۵^{c}
RFC	۵۵/۳۹۳۳۳^{a}	۱۷۵/۰۱۸۱^{a}
X_1	۱۱/۴۴۱۱۹^{b}	۲۲/۷۸۶۶۷^{b}
X_2	۱۰/۸۳۶۵۵^{bc}	۱۷/۸۲۰۰۰^{c}
X_3	۹/۰۴۴۱۲۸^{c}	۱۵/۰۱۱۰۰^{c}

*میانگین های دارای بالا نویس متفاوت با یکدیگر اختلاف معنی دار (کمتر از ۰/۰۵)دارند.

FFC: پنیر تولیدی از شیر کامل دارای ۳/۲ درصد چربی یا پنیر پرچرب شاهد.

RFC: پنیر تولیدی از شیسر پس چرخ حاوی ۰/۴ درصد چربی بدون اضافه کردن ضمغ زانتان یا پنیر کم چرب شاهد.

X_1: پنیر تولیدی از شیر پس چرخ حاوی ۰/۴ درصد چربی با اضافه کردن ۰/۰۲ گرم صمغ زانتان به ازای هر کیلوگرم شیر پس چرخ.

X2: پنیر تولیدی از شیر پس چرخ حاوی ۰/۴ درصد چربی با اضافه کردن ۰/۰۵ گرم صمغ زانتان به ازای هر کیلوگرم شیر پس چرخ.

X3: پنیر تولیدی از شیر پس چرخ حاوی ۰/۴ درصد چربی با اضافه کردن ۰/۰۷ گرم صمغ زانتان به ازای هر کیلوگرم شیر پس چرخ.

σ: تنش در نقطه گسیختگی E: مدول کشسانی یا مدل یانگ

برای پی بردن به ویژگی‌های بافتی تیمارها دو پارامتر تنش در نقطه گسیختگی و مدول کشسانی یانگ پنیرها مورد بررسی قرار گرفت. تنش در نقطه گسیختگی با سفتی پنیر ارتباط مستقیم دارد. [۱۶و۱۷] یعنی هر چه تنش در نقطه گسیختگی بیشتر باشد، سفتی بیشتر بوده و بر عکس با کم شدن آن پنیر نرم‌تر می‌شود. مدول کشسانی یا الاستسیته برای نشان دادن رابطه بین تنش و کرنش مواد غذایی می‌باشد[۱۸]. و همانند تنش در نقطه گسیختگی هرچه مدول کشسانی بالاتر باشد نشان دهنده سفت بودن بافت پنیر می‌باشد در این پژوهش FFC کمترین میزان تنش در نقطه گسیختگی (σ) و کمترین مقدار مدول کشسانی (E) را داشت که نشان دهنده بافت نرم و مطلوب آن می‌باشد در حالیکه RFC بیشترین میزان تنش در نقطه گسیختگی و بیشترین میزان مدول کشسانی یا یانگ را داشت که نشان دهنده بافت سفت و نامطلوب می‌باشد. با افزایش غلظت صمغ زانتان مدول کشسانی یانگ (E) و تنش در نقطه گسیختگی کاهش پیدا کرد و به پنیر پر چرب نزدیک شد و X_3 بیشترین میزان نزدیکی به پنیر پر چرب را داشت.

کاهش در میزان پروتئین طی رسیدن می‌تواند دلیلی برای کاهش سفتی پنیر باشد در مدل Horne [۱۹] فسفات کلسیم میسلی تنها نقش پل ارتباطی بین خوشه‌های ریز کازئینی را ندارد بلکه به دلیل داشتن بارهای مثبت به عنوان یک خنثی کننده عمل می‌کند. این بارهای مثبت، باعث خنثی شدن بارهای منفی فسفوسرین در نقطه برهم کنش بین نواحی هیدروفوبیک کازئینی شده و از این رو اتصال آنها را به همدیگر ممکن می‌سازد[۱۹ و۲۰]. در طی رسیدن پنیر و همچنین با افزایش غلظت صمغ زانتان با کاهش pH فسفات کلسیم بصورت محلول در می‌آید و با کاهش میزان کلسیم متصل به میسل‌های کازئینی نیروهای دافعه بین کازئین ها بالا می‌رود[۲۱] و منجر به ضعیف شدن پیوندهای ساختاری پنیر می‌شود این پدیده می‌تواند دلیلی برای کاهش تنش در نقطه گسیختگی پنیر و در نتیجه نرم شدن آن با افزایش غلظت صمغ زانتان باشد.

۴-۲-۲- اندازه گیری رئولوژیک دینامیک

پائین تر بودن مدول ذخیره (G') نیز همانند تنش با سفتی پنیر سفید ایرانی در ارتباط می‌باشد[۱] هر چه مقادیر G' و G^* بیشتر

1. Uniaxiall Compression

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-24]

باشد نشان دهنده سفتی و نامطلوب بودن بافت می‌باشد کاهش مقدار چربی در پنیرهای مورد مطالعه میزان G' و G^* را بطور قابل توجهی افزایش داد که به احتمال قوی ناشی از سهم جزء رطوبتی می‌باشد. کاهش مقدار رطوبت در مواد غیرچرب و نسبت رطوبت به پروتئین در پنیر با چربی کاهش یافته‌ی شاهد باعث شد که فرآورده شبه جامدتر شود اما در اثر افزایش غلظت صمغ زانتان مقدار G' و G^* کاهش یافته و به پنیر پرچرب نزدیک شد، که به دلیل بالا رفتن میزان رطوبت و در نتیجه نرم شدگی پنیر بود البته X_3 بیشترین نزدیکی را به پنیر پر چرب نشان داد. لازم بذکر است از آنجائیکه نسبت رنت باقی مانده به کازئین در پنیرهای با رطوبت بالا نسبت به پنیرهای با رطوبت پائین بیشتر بوده [۱۴] در نتیجه میزان نرم شدگی نیز در آن‌ها بیشتر می‌باشد. این مسئله با توجه به اینکه در رطوبت‌های بالاتر فعالیت آنزیمی و میکروبی شدیدتر است کاملاً طبیعی است که پروتئولیز بیشتر باشد و از سفتی پنیر بکاهد.

جدول ۴ سنجه واره های حاصل از دستگاه رئومتر(برحسب کیلوپاسکال)

نوع پنیر	G'	G''	G^*
FFC	۲۷/۲۵۵۵^{b}	۹/۵۵۷۶^{d}	۲۸/۸۸۷۳^{b}
RFC	۲۸۴/۷۰۱۸^{a}	۱۱۱/۳۸۰۵^{a}	۳۰۵/۷۸۰۳^{a}
X_1	۹۵/۱۶۰۱^{b}	۳۰/۷۰۵۸^{b}	۹۹/۹۹۱۹^{b}
X_2	۷۷/۷۵۳۰^{b}	۲۱/۸۴۵۰^{bc}	۸۰/۷۶۴۸^{b}
X_3	۴۶/۲۶۹۱^{b}	۱۲/۷۹۵۷^{cd}	۴۸/۰۰۵۹^{b}

*میانگین های دارای بالا نویس متفاوت با یکدیگر اختلاف معنی دار (کمتر از ۰/۰۵)دارند

FFC: پنیر تولیدی از شیر کامل دارای ۳/۲ درصد چربی یا پنیر پرچرب شاهد.

RFC: پنیر تولیدی از شیر پس چرخ حاوی ۰/۴ درصد چربی بدون اضافه کردن ضمغ زانتان یا پنیر کم چرب شاهد.

X_1: پنیر تولیدی از شیر پس چرخ حاوی ۰/۴ درصد چربی با اضافه کردن ۰/۰۲ گرم صمغ زانتان به ازای هر کیلوگرم شیر پس چرخ.

X_2: پنیر تولیدی از شیر پس چرخ حاوی ۰/۴ درصد چربی با اضافه کردن ۰/۰۵ گرم صمغ زانتان به ازای هر کیلوگرم شیر پس چرخ.

X_3: پنیر تولیدی از شیر پس چرخ حاوی ۰/۴ درصد چربی با اضافه کردن ۰/۰۷ گرم صمغ زانتان به ازای هر کیلوگرم شیر پس چرخ.

G': مدول ذخیره G'': مدول اتلاف G^*: مدول کمپلکس

۴-۳- ارزیابی رنگ

در جدول(۵) نتایج مربوط به آنالیز رنگ پنیرهای مختلف طی رسیدن آمده است.

جدول ۵ مقادیر ارزش b، ارزش L و ارزش a در تیمارهای مختلف پنیر

نوع پنیر	b^*	L^*	a^*
FFC	۱/۹۵۰۰^{a}	۲۱/۷۳۳۳^{e}	-۰/۲۹^{c}
RFC	۱/۴۶۶۷^{d}	۲۲/۳۷۰۰^{a}	-۰/۳۳^{a}
X_1	۱/۹۰۰۰^{b}	۲۱/۹۵۳۳^{d}	-۰/۱۴^{e}
X_2	۱/۸۶۳۳^{b}	۲۲/۱۲۳۳^{c}	-۰/۱۵^{d}
X_3	۱/۸۱۶۷^{c}	۲۲/۱۷۳۳^{bc}	-۰/۳۲^{b}

*میانگین های دارای بالا نویس متفاوت با یکدیگر اختلاف معنی دار(کمتر از ۰/۰۵)دارند.

FFC: پنیر تولیدی از شیر کامل دارای ۳/۲ درصد چربی یا پنیر پرچرب شاهد.

RFC: پنیر تولیدی از شیر پس چرخ حاوی ۰/۴ درصد چربی بدون اضافه کردن ضمغ زانتان یا پنیر کم چرب شاهد.

X_1: پنیر تولیدی از شیر پس چرخ حاوی ۰/۴ درصد چربی با اضافه کردن ۰/۰۲ گرم صمغ زانتان به ازای هر کیلوگرم شیر پس چرخ.

X_2: پنیر تولیدی از شیر پس چرخ حاوی ۰/۴ درصد چربی با اضافه کردن ۰/۰۵ گرم صمغ زانتان به ازای هر کیلوگرم شیر پس چرخ.

X_3: پنیر تولیدی از شیر پس چرخ حاوی ۰/۴ درصد چربی با اضافه کردن ۰/۰۷ گرم صمغ زانتان به ازای هر کیلوگرم شیر پس چرخ.

خش نور در هر سیستمی به یکنواختی مولکول‌های آن سیستم [۲۲] و سطوح ریز ساختار [۲۳]بستگی دارد در مواد جامد نظیر پنیر، نور از لایه‌های سطحی عبور کرده و بخش اعظم آن توسط گلبولهای چرب شیر [۲۴] و همچنین حفره‌های آب پنیری[۲۵]پخش می‌شود.

ارزش L و ارزش b دو معیار ارزیابی رنگ بوده که به ترتیب بیانگر میزان سفیدی و زردی پنیر[۲۶] می‌باشند. در مقایسه‌ای که بین پنیر پر چرب و پنیر با چربی کاهش یافته ی شاهد صورت گرفت. پنیر پر چرب دارای زردی بیشتری بود و سفیدی کمتری داشت. ضمن اینکه با افزایش غلظت صمغ زانتان ارزش L بالا رفته و ارزش b کاهش پیدا می‌کند.یعنی سفیدی پنیر افزایش پیدا می کند.

در مورد ارزش a (a-value) هرچه عدد ما به سمت منفی پیش برود نشان دهنده‌ی این مطلب است که رنگ ماده غذایی به سمت رنگ سبز تمایل پیدا می‌کند و هرچه به سمت مثبت پیشروی کند

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-24]

حاکی از این مطلب است که رنگ ماده غذایی به سمت رنگ قرمز متمایل می‌شود در نتیجه این شاخص نیز نشان دهنده‌ی افزایش میزان رنگ سبز پنیر با افزایش غلظت صمغ زانتان در پنیر تولیدی می‌باشد[۲۶].

علت افزایش سفیدی در پنیر تیمار شده با زانتان را می‌توان در افزایش حفره‌های آب پنیری دانست یعنی با افزایش غلظت زانتان تعداد حفره‌های آب پنیری افزایش می‌یابد. زیرا با افزایش حفره‌های آب پنیری، نواحی سطحی پخش کننده نور افزایش می‌یابد. پنیر پرچرب سفیدی کمتر و زردی بیشتری داشت. احتمالاً افزایش هیدراسیون پروتئین‌ها و در نتیجه کاهش تعداد قطرات آب آزاد می‌تواند در کاهش پخش نور و سفیدی پنیر تأثیر بگذارد بطور کلی هنگامیکه میزان سرم غیرقابل خروج بیشتر بوده و غلظت کازئین محلول در فاز سرمی بالا رود ارزش L پائین‌تر می‌آید میزان سرم غیرقابل خروج در این مطالعه اندازه‌گیری نشد در بین تیمارهای مختلف با افزایش میزان سفیدی میزان زردی کاهش یافت.

۴-۴- ارزیابی حسی

جدول شماره (۶) نتایج ارزیابی حسی را نشان می‌دهد آنچه که انتظارش می‌رفت، مشاهده شد. پنیر پر چرب از هر لحاظ بالاترین امتیاز را به خود اختصاص داد. کاهش محتوای چربی بطور قابل توجهی بافت، طعم و پذیرش کلی پنیر سفید ایرانی را تحت تأثیر قرار داد. RFC کمترین امتیاز را از هر لحاظ به خود اختصاص داد. در بین پنیرهای تیمار شده با زانتان از لحاظ بافتی و طعم X_3 بیشترین امتیاز را به خود اختصاص داد و X_1 نیز از لحاظ ظاهری و پذیرش کلی بالاترین امتیاز را در بین پنیر های تیمار شده با زانتان داشت شاید وجود حالت بافتی مناسب نه زیاد سفت و نه زیاد نرم و ظاهر آن که بیشترین امتیاز را کسب کرده بود علت این پدیده باشد.

۵- نتیجه گیری

نتایج این پژوهش حاکی از آنست که بکارگیری صمغ زانتان همچون دیگر جایگزین های چربی می تواند راهی برای بدست آوردن پنیر با کیفیت مطلوب و البته با کاهش انرژی دریافتی باشد اما نمی توان این نکته را از نظر دور داشت که هنوز جایگزین مناسبی که بتواند نقش چربی را به عنوان یک بافت دهنده وطعم دهنده ی عالی پرکند ،وجود ندارد.

جدول ۶ خصوصیات حسی تأثیر صمغ زانتان بر روی تیمارهای مختلف پنیر

نوع پنیر	ظاهر	بافت	طعم	پذیرش کلی
FFC	۳/۷۲۵۰^{a}	۴/۶۰۰۰^{a}	۴/۵۱۲۸^{a}	۴/۸۵۰۰^{a}
RFC	۲/۱۰۰۰^{b}	۱/۸۵۰۰^{d}	۱/۱۵۳۸^{e}	۱/۳۲۵۰^{d}
X_1	۳/۷۲۵۰^{a}	۳/۲۵۰۰^{c} ^{b}	۲/۸۹۷۴^{c}	۴/۱۲۵۰^{b}
X_2	۳/۶۰۰۰^{a}	۲/۹۰۰۰^{c}	۲/۱۷۹۵^{d}	۳/۲۵۰۰^{c}
X_3	۳/۵۵۰۰^{a}	۳/۶۷۵۰^{b}	۳/۳۸۴۶^{b}	۳/۰۰۰۰^{c}

*میانگین های دارای بالا نویس متفاوت با یکدیگر اختلاف معنی دار(کمتر از ۰/۰۵)دارند.

FFC: پنیر تولیدی از شیر کامل دارای ۳/۲ درصد چربی یا پنیر پرچرب شاهد.

RFC: پنیر تولیدی از شیر پس چرخ حاوی ۰/۴ درصد چربی بدون اضافه کردن ضمغ زانتان یا پنیر کم چرب شاهد.

X_1: پنیر تولیدی از شیر پس چرخ حاوی ۰/۴ درصد چربی با اضافه کردن ۰/۰۲ گرم صمغ زانتان به ازای هر کیلوگرم شیر پس چرخ.

X_2: پنیر تولیدی از شیر پس چرخ حاوی ۰/۴ درصد چربی با اضافه کردن ۰/۰۵ گرم صمغ زانتان به ازای هر کیلوگرم شیر پس چرخ.

X_3: پنیر تولیدی از شیر پس چرخ حاوی ۰/۴ درصد چربی با اضافه کردن ۰/۰۷ گرم صمغ زانتان به ازای هر کیلوگرم شیر پس چرخ.

۶- منابع

[1] Madadlou. A, A. Khosroshahi, S. M. Mousavi, and Z. E. Djome, 2006, Microstructure and Rheological Properties of Iranian White Cheese Coagulated at Various Tempratures, Journal of Dairy Science, 89: 2359-2364.

[2] Metzger. L. E, D. M. Barbano, P. S. Kindstedt, M. R. Guo, 2001, Effect of Milk Preacidification on Low Fat Mozzarella Cheese: Chemical and Functional Properties During Storage, Journal of Dairy Science, 84: 1148-1356.

[3] Kondyli. E, M.C. Katsiari, T. Masouras, L. P. Voutsians, 2002, Free faty acids and volatile compounds of low-fat Fata-type cheese made with a commercial adjunct culture, Food Chemistry, 79: 199-205.

[4] Sipahioglu O., V. B. Alvarez, and C. Solano-Lopez, 1999, Structure, physico-chemical and sensory properties of Feta cheese made with tapioca starch and lecithin as fat mimetics, International Dairy Journal, 9:783-789.

[5] Mistry. V. V, L. E. Metzger, J. L. Maubios, 1996, Use of Ultrafiltered Sweet buttermilk in the Manufacture of Reduced Fat Cheddar

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-24]

Cheese , Journal of Dairy Science, 79: 1137-1145.

[6] Perry D. B., D. J. McMahon, and C. J. Oberg,1998, Manufacture of low fat Mozzarella cheese using exopolysaccharide-producing starter cultures, Journal of Dairy Science, 81: 563-566.

[7] Lashgari, Hannan. 2007. Surveying production of low fat Iranian white cheese by the use of two types of hydrocolloids. M. A thesis. Urmia University.

[8]. Rudan M. A., D. M. Barbano, M. R. Guo, and P. S. Kindstedt, 1998, Effect of the modification of fat particle size by homogenization on composition, proteolysis, functionality, and appearance of reduced- fat Mozzarella cheese, Journal of Dairy Science, 81:2065-2076.

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

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

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

[12] Kaya. S, 2002, Effect of salt on hardness and whiteness ofGaziantep cheese during short-term brining, Journal of Food Engineering, 52: 155-159.

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

[14] Zalazar. C. A, C. S. zalazar, S. Bernial, N. Bertola, A. Bevilacqua, N. Zaritzky, 2002, Effect of moisture level and fat replacer on physicochemical, rheological and sensory properties or low fat soft cheeses, Internation Dairy Journal, 12, 45-50.

[15] Azarnia. S, M. R. Ehsani, and S. A. Mirhanli, 1997, Evaluation of the physico-chemical Characteristics of the curd during the Ripening of Iranian Brine Cheese, International Dairy Journal, 7: 473-478.

[16] Madsen. Jesper. Spinner, Ylva. ArdO , 2001, Exploratory study of proteolysis, rheology and sensory properties of Danbo cheese with different fat contents, Internation Dairy Journal, 11: 423-431.

[17] Wium.H, P. S. Pederson, K. B, Qvist, 2003, Effect of Coagulation conditions on microstructure and the large deformation properties of fat-free Feta cheese made from ultrafiltered milk, Food Hydrocolloids, 17: 287-296.

[18] Mohsenin. N. N, 1986, Physical properties of plant and animal materials, 2nd rev, Gordon and Breach, Science publisher,. Inc, us.

[19] Horne. D. S, 1998, Casein interaction: casting light on the black boxes, the structure in dairy products, International Dairy Journal, 8:171-177.

[20] Khosrowshahi. A, A. Madadlou, M. Ebrahim Zadeh Mousavi, and Z. Emam-Djomeh, 2006, Monitoring the Chemical and Textural Cheese During Ripening of Iranian White Cheese Made with Different Concentration of Starter, Journal of Dairy Science, 89: 3318-3325.

[21] Lucey. J. A, M. E. Johnson, and D. S. Horne, 2003, Prespectivesion on the basis of the rheology and texture properties of cheese, Journal of Dairy Science, 86 : 2725-2743.

[22] Madadlou A, A. Khosroshahi, M. E. Mousavi, 2005, Rheology, Microstructure, functionality of Low-Fat Irannian White Cheese Made with, Different Concentration of Rennet, Journal of Dairy Science, 88: 3052-3062.

[23] Rudan M. A., D. M. Barbano, and P. S. Kindstedt, 1998, Effect of fat replacer (Salatrim®) on chemical composition, proteolysis, functionality, appearance, and yield of reduced-fat Mozzarella cheese, Journal of Dairy Science, 81: 2077-2088.

[24]. Lemay. A, P. Paquin, and C. Lacroix, 1994, Influence of microfluidization of milk on cheddar cheese composition, color, texture, and yield, Journal of Dairy Science, 77 : 2870-2879.

[25] Paulson B. M., D. J. McMahon, and C. J. Oberg, 1998, Influence of sodium chloride on appearance, functionality, and protein arrangement in nonfat Mozzarella cheese, Journal of Dairy Science, 81: 2053-2064.

[26] Sheehan. Je remiah. J, Thorn Huppertz, Maurice G. Hayes, Alan L. Kelly, Thomas P. Beresford, Timothy P. Guinee, 2005, High pressure treatment of reduced-fat Mozzarella cheese: Effects on functional and rheological properties, Innovative Food Science & Emerging Technologies, 6: 73-91.

[27] Fox P.F, 1997, Association of Official Analytical Chemists, Official Methods of Analysis, 16th ed. 3rd rev. AOAC, Arlington, VA.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-24]

Effect of xanthan gum on textural and rheological properties of Iranian low – fat white cheese

Ghanbari shendi, E.[1 *], khosroshahi Asl, A.[2], Mortazavi, A.[3], Tavakulipor, H.[4]

1. Ph.D student of HACETTEPE university ,TURKEY, Department of Food Engineering
2. professor of Urmia university, Department of food science.
3. professor of ferdowsi university, Department of food science.
4. Assistant professor of Islamic Azad university of sabzevar, Department of food science.

(Received:88/4/27 Accepted: 88/7/24)

In this research, the effect of xanthan gum in three concentrations of 0.02, 0.05 and 0.07 g/kg of skim milk, containing 0.4% fat in production of Iranian white cheese was investigated. Two control cheeses was prepared, that one of them was full-fat control cheese without gum which was made of milk containing 3.2% fat and full milk.

The other one was reduced fat control cheese that made of skim milk containing of 0.4% fat without adding any gum. The results of chemical, textural and rheological experiments showed the improvement of cheese's texture by increasing of xanthan gum. In this research, the full fat control one had the least quantity of rheological, textural features, σ, E, G' and G^* that showing the softness and desirability of texture. The treated cheese with xanthan gum of 0.07g showed the maximum similarity to full fat control cheese which by increasing of xanthan concentration, the textural and rheological features reduced. The reduced fat control cheese had the highest quantity of σ, E, G' and G^* which showing the hardness and undesirability of texture. This study shows the desirability of xanthan gum as fat replacer in order to lowering the energy- producing extent of cheese as well as an improving factor of texture.

Key words: Low fat cheese, Rheology, Xanthan gum, Iranian white cheese

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-24]

* Corresponding Author E-Mail address: babak_ghanbari2002@yahoo.com