مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران
سال نهم، شماره 1، بهار 1393، صفحات 82-73

اثر زانتان و پروتئین شیر تغلیظ شده بر سختی، ریزساختار و رهایش استرها از بافت پنیر آب نمکی کم‌چرب

مهرناز امینی فر[1]، زهرا امام جمعه[2]، سبا بلقیسی[3]

1- نویسنده مسئول: استادیار گروه پژوهشی مواد غذایی، پژوهشکده غذایی و کشاورزی، پژوهشگاه استاندارد، کرج، ایران، پست الکترونیکی: aminifar.m@standard.ac.ir
2- استاد گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده مهندسی و فناوری کشاورزی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران
3- مربی گروه پژوهشی مواد غذایی، پژوهشکده غذایی و کشاورزی، پژوهشگاه استاندارد، کرج، ایران

تاریخ دریافت: 92/6/2 تاریخ پذیرش: 92/10/25

چکیده

سابقه و هدف: اثر پروتئین ها و پلی ساکاریدهای مختلف در بهبود ویژگی های پنیر کم چرب توسط محققان متعددی مورد مطالعه قرار گرفته است. استفاده از ترکیبات بهبود دهنده بافت، رهایش ترکیبات مولد عطر و طعم را از بافت پنیر تحت تاثیر قرار می دهد. این مطالعه به بررسی اثر یک پلی ساکارید و یک ترکیب پروتئینی بر سختی، ریزساختار و رهایش استرها از بافت پنیر آب نمکی کم‌چرب می‌پردازد.

مواد و روش‌ها: زانتان و پروتئین شیر تغلیظ شده به میزان 0/01 درصد وزنی/وزنی به شیر کم‌چرب مورد استفاده برای پنیرسازی اضافه شد و سختی پنیرهای آب نمکی تولید شده با آزمون فشردگی دستگاه ارزیابی کننده بافت و ریزساختار با کمک میکروسکوپ الکترونی ارزیابی شد. برای اندازه گیری میزان رهاسازی ترکیبات آروماتیک، 0/1 درصد از استرهای اتیل استات، اتیل بوتیرات و اتیل هگزانوئات به شیر پنیرسازی پاستوریزه و خنک شده، اضافه شده و میزان رهایش این ترکیبات، در پایان 90 روز رسیدن، با روش SPME-GC-MS مورد بررسی قرار گرفت.

یافته‌ها: سختی بافت و فشردگی تجمع کازئینی پنیر کم‌چرب در حضور زانتان کاهش و در حضور پروتئین شیر تغلیظ شده افزایش می‌یابد. رهاسازی استرها از بافت پنیر کم‌چرب تحت تاثیر زانتان و پروتئین شیر تغلیظ شده اضافه شده به آن قرار می‌گیرد که می‌توان آن را به ماهیت اتصال پلی ساکارید و پرتئین‌ها به ترکیبات آروماتیک و نیز تغییرات سختی در بافت که در حضور آنان رخ می‌دهد، نسبت داد.

نتیجه‌گیری: رهایش ترکیبات فرار از بافت پنیر کم‌چرب تحت تاثیر ترکیبات اصلاح کننده بافت اضافه شده به آنها قرار می‌گیرد، لذا این عامل نیز باید در انتخاب ترکیبات جایگزین کننده چربی مورد توجه قرار گیرد.

واژگان کلیدی: پروتئین شیر تغلیظ شده، بافت، پنیر آب نمکی کم‌چرب، زانتان

• مقدمه

امروزه استفاده از پنیرهای کم‌چرب به دلیل افزایش آگاهی مردم نسبت به وجود ارتباط نزدیک میان مصرف زیاد چربی و بیماری‌های مختلف مورد توجه قرار گرفته است. حذف چربی از پنیر سبب نقائص بافتی، کاری و حسی نظیر ایجاد بافت لاستیکی و طعم نامطلوب می‌شود (1). روش‌های متعددی برای بهبود بافت و طعم پنیرهای با چربی پایین پیشنهاد شده است، که از آن جمله می‌توان به استفاده از جایگزین‌های چربی اشاره کرد (2). کاهش‌دهنده‌های چربی با پایه پروتئینی یا کربوهیدراتی، در انواع پنیرها توصیه می‌گردند که ویژگی‌های حسی و خواص کاری پنیرهای با چربی پایین را بهبود می‌بخشند (3). مطالعات بسیاری در خصوص اثر پروتئین‌ها و پلی ساکاریدهای مختلف در بهبود ویژگی‌های انواع مختلف پنیر کم‌چرب صورت گرفته است که از آن جمله می‌توان به استفاده از زانتان و سدیم کازئینات در بهبود ویژگی‌های پنیر چدار کم‌چرب (4) و تراگاکانت در بهبود خصوصیات حسی پنیر سفید ایرانی کم‌چرب (5) اشاره کرد. زانتان یک هتروپلی ساکارید میکروبی است که به دلیل توانایی بالا در نگهداری رطوبت از قابلیت بهبود ویژگی‌های

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-13]

پنیر کم‌چرب برخوردار است (6). توجه بیشتر مطالعات انجام شده در زمینه پنیرهای کم‌چرب به بهبود بافت است، در حالی که تغییرات بافتی ناشی از اضافه کردن پروتئین‌ها و پلی‌ساکاریدها رها شدن ترکیبات مولد طعم از پنیر را تحت تاثیر قرار می‌دهد. مطالعات نشان داده که با افزایش ویسکوزیته ماست، آزاد شدن آرومای آن کاهش می‌یابد (7)، همچنین مقدار آرومای آزاد شده با افزایش سختی ژل‌های شبیه پنیر افزایش می‌یابد (8). بنابراین هنگام استفاده از جایگزین‌های چربی برای بهبود بافت پنیرهای کم‌چرب، به اثرات این ترکیبات در رهاسازی ترکیبات مولد طعم نیز باید توجه شود. در این مطالعه ابتدا تغییرات بافتی پنیر آب نمکی کم‌چرب درحضور زانتان و پروتئین شیر تغلیظ شده در طول رسیدن بررسی شده و سپس اثر این تغییرات بر میزان رها سازی ترکیبات مولد طعم از بافت، مورد مطالعه قرار گرفته است.

• مواد و روش‌ها

مواد: برای تولید پنیر کنترل از شیرگاو با درصد کل ماده جامد: 1/14±12/6، درصد چربی: 0/66±3/6و درصد پروتئین: 0/3±3/2 و برای تولید نمونه کم‌چرب از شیرگاو با درصد کل ماده جامد: 0/5±9/6، درصد چربی: 0/01±0/4و درصد پروتئین: 0/11±3/17 استفاده شد. زانتان (E415, CAS number=11138-66-2) و پروتئین شیر تغلیظ شده با 80% پروتئین به ترتیب از شرکت‌های Gum & Ram Chemical Shree کشور هند و Bio health lab inc کانادا تهیه شدند.

استارترهای DM 230 شامل *لاکتوکوکوس لاکتیس* زیرگونه *لاکتیس* و *لاکتوکوس لاکتیس* زیرگونه *کرموریس* (Dansico Deutschland GmbH, Germany) و Y502 شامل *لاکتوباسیلوس بولگاریکوس*، *استرپتوکوکوس ترموفیلوس* (Dansico Deutschland GmbH, Germany) مورد استفاده قرار گرفتند.

آنزیم رنت (Rennet) به دست آمده از موکورمیه‌ی *(Mucor meihi)* با قدرت IMCU/g (International Milk-Clotting Units) 2200≤ استفاده شد. استرهای اتیل استات، اتیل بوتیرات، اتیل هگزانوئات و اتیل اکتانوئات (Sigma-Aldrich, Germany) مورد استفاده از ترکیبات موجود در طعم پنیر انتخاب شدند و ویژگی‌های آنها در جدول 1 ذکر شده است (9).

جدول 1. ویژگی‌های شیمیایی ترکیبات آروماتیک

نام ترکیب	اتیل استات	اتیل بوتیرات	اتیل هگزانوئات
گروه شیمیایی	استر	استر	استر
فرمول تجربی	$C_4H_8O_2$	$C_6H_{12}O_2$	$C_8H_{16}O_2$
وزن مولکولی	88/1	116/2	144/2
لگاریتم p	0/54	1/8	2/8

اطلاعات برگرفته از (9)

آماده سازی پنیرهای آب نمکی: نمونه‌های پنیر در کارگاه لبنیات گروه علوم و صنایع غذایی دانشگاه تهران تولید شدند. غلظت مناسب از زانتان یا پروتئین شیر تغلیظ شده از میان سه غلظت اولیه (0/01، 0/02 و 0/03وزنی/وزنی) بر اساس بیشترین شباهت پنیر کم‌چرب تولیدی به پنیر پرچرب انتخاب شد. در ابتدا شیرگاو – پر چرب، کم‌چرب، کم‌چرب به همراه 0/01% وزنی/وزنی زانتان یا پروتئین شیر تغلیظ شده- در دمای 65 درجه سانتی‌گراد به مدت 30 دقیقه پاستوریزه و سپس تا دمای 34 درجه سانتی‌گراد خنک شد. استارترهای DM-230 و Y-502 (30 به 70) که در کمی آب حل شده بودند، به شیر سرد افزوده شدند. پس از آن که pH شیر به 6/3 رسید، آنزیم رنت (پودر حل شده در آب) به آن افزوده شد و مدت 45 دقیقه درنگ شد تا لخته‌های پنیر تشکیل شوند. لخته‌ها به ابعاد (4×4cm) بریده شده و طی چند مرحله آبگیری شدند. پنیر حاصل به مکعب هایی با ابعاد 25 سانتی متر بریده شده و در آب نمک 12 درصد به مدت 3 ماه نگه داری شدند. برای بررسی پایداری ترکیبات طعمی در بافت پنیر کم‌چرب، به شیر کم‌چرب – بدون افزودنی، همراه با زانتان یا پروتئین شیر تغلیظ شده- پس از پاستوریزاسیون و خنک کردن 0/1 درصد از ترکیبات اتیل استات، اتیل بوتیرات، اتیل هگزانوئات اضافه شد.

ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی: ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی در 1، 30 و 90 روز بعد از تولید پنیر مورد ارزیابی قرارگرفتند. pH با pH متر (Crison, GLP22) و رطوبت با دستگاه رطوبت سنج مدل Sartorius (Sartorius Ltd., UK) اندازه گیری شدند. چربی مطابق استاندارد ISO 1735 (10) و میزان نیتروژن با روش کلدال (11) اندازه‌گیری شدند.

سختی پنیر: سختی نمونه‌های پنیر در طول رسیدن با استفاده از دستگاه (Testometric ،M355-10CT,U.K) ارزیابی شد. برای ارزیابی بافت از روش فشردگی تک محوره (12) با پاره ای اصلاحات استفاده گردید. مطابق روش (12) آزمون فشردگی با استفاده از پیستونی با قطر 40 میلی متر و

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-13]

با سرعت $30\ \frac{mm}{min}$ بر روی مکعب‌های با ابعاد (20×20×20mm) از پنیر با دمای 5±12 درجه سانتی‌گراد انجام شد. سختی پنیر براساس نیروی لازم برای تغییر شکل نمونه پنیر به اندازه 70% ارتفاع اولیه خود، تعریف می‌شود (13).

ریزساختار نمونه‌های پنیر: نمونه‌های پنیر در پایان رسیدن، پس از آماده سازی با روش (14)، خشک کردن در خشک کن تحت خلاء و طلاافشانی مدت 300 ثانیه در دستگاه (Type SCD 005,BalTec Inc., Balzers, Switzerland) توسط میکروسکوپ الکترونی (XL30, Philips, Netherlands) تحت خلاء، با 15KV بمباران الکترونی شده و با بزرگ‌نمایی 2000 مورد عکسبرداری قرار گرفتند.

رهایش ترکیبات آروماتیک با SPME-GC-MS (Solid Phase Micro extraction -Gas Chromatography-Mass Spectrometry): برای استخراج ترکیبات طعمی از روش (15) با پاره ای از تغییرات جهت بهینه سازی آن استفاده شد. بر این اساس، شش گرم از هر یک از نمونه‌های پنیر به صورت مکعب کوچک (هر ضلع 3 سانتی متر) بریده شده و در داخل ویال 40 میلی‌لیتری قرار گرفت و به مدت 30 دقیقه در دمای 20 درجه سانتی‌گراد قرار داده شد تا با فضای بالای خود به تعادل برسد، سپس فیبر DVB/CAR/PDMS (دی وینیل بنزن/ کربوکسن/ پلی دی متیل سیلوکسان) به مدت 300 دقیقه در دمای 20 درجه سانتی‌گراد در معرض فضای بالای نمونه قرار گرفت (زمان استخراج). استفاده از این زمان استخراج برای حداکثر رهایش و جذب استرها بر فیبر ضروری است. سپس فیبر برای مدت پنج دقیقه وارد محل تزریق دستگاه کروماتوگرافی گازی (Aiglent HP 6890 N, Gas Chromatograph Aiglent Technology,PaloAlto,CA) با دمای 250 سانتی‌گراد شد تا ترکیباتی جذب شده واجذب شوند و وارد ستون DB-wax موئینه (30m×0.250mm×0.5 µm) شوند. گاز حامل هلیوم خالص با سرعت جریانی 1/2 میلی لیتر در دقیقه انتخاب شد. دستگاه مجهز به شناساگر انتخاب جرم مدل 5973N بود که با ولتاژ یونیزاسیون 70 الکترون ولت ترکیبات را از 20 تا 500 $\frac{m}{z}$ شناسایی می‌نمود. اندازه گیری مساحت زیر پیک ترکیبات طعمی با استفاده از نرم افزار Chemstation انجام شد.

دمای اولیه گرمخانه دستگاه 45°C به مدت یک دقیقه بوده و سپس تا 250 °C با سرعت پنج درجه سانتی گراد در دقیقه دمای آن افزایش یافت و درهمین دما مدت پنج دقیقه نگه داری شد.

تجزیه و تحلیل آماری: برای بررسی تغییرات فیزیکوشیمیایی سختی و شکنندگی تیمارهای مختلف پنیر (4 تیمار) در طول زمان (4 حالت) از طرح کاملا تصادفی استفاده شد. نتایج با استفاده از برنامه GLM از نرم افزار (SAS Version 8.2, SAS institute Inc., Cary, NC) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. از آزمون دانکن برای مقایسه میانگین‌های ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی سختی، شکنندگی و سطح زیر پیک ترکیبات آروماتیک استفاده شد. مقادیر در سطح معنی‌دار $p<0/05$ مورد ارزیابی قرار گرفتند. کلیه اندازه گیری‌ها در سه تکرار انجام گرفت. برای ترسیم نمودارها از نرم افزار اکسل 2007 استفاده گردید.

• یافته‌ها

تغییرات ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی در طول رسیدن: تغییرات ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی پنیر پرچرب، کم‌چرب و کم‌چرب دارای زانتان و پروتئین شیر تغلیظ شده در طول رسیدن در جدول 2 نشان داده شده است.

pH همه نمونه‌ها به صورت معنی‌داری در طول رسیدن کاهش می‌یابد. کاهش چربی شیر، اضافه کردن پلی ساکارید و پروتئین به آن، pH پنیر را به صورت معنی‌داری تحت تاثیر قرار نمی دهد. رطوبت همه نمونه‌ها در طول ماه اول رسیدن کاهش معنی‌داری می‌یابد و سپس تا پایان مدت رسیدن تغییر معنی‌داری نشان نمی دهد. درصد رطوبت پنیر کم‌چرب به صورت معنی‌داری بالاتر از پنیر پرچرب است که این یافته با نتایج محققان دیگر همخوانی دارد (14). زانتان و پروتئین شیر تغلیظ شده به ترتیب سبب افزایش و کاهش رطوبت پنیر کم‌چرب می‌شوند. نسبت نیتروژن کل به ماده خشک در طول رسیدن کاهش معنی‌داری نشان می‌دهد. با کاهش درصد چربی شیر، نسبت نیتروژن کل به ماده خشک افزایش معنی‌داری پیدا می‌کند که با نتایج سایر محققان همخوانی دارد (5). زانتان و پروتئین شیر تغلیظ شده، به ترتیب سبب کاهش و افزایش معنی‌دار نسبت نیتروژن کل به ماده خشک پنیر کم‌چرب می‌شوند. درصد چربی همه نمونه‌های پنیر در طول ماه اول رسیدن افزایش معنی‌داری پیدا می‌کند و سپس تا پایان مدت رسیدن تغییر معنی‌داری نشان نمی‌دهد. اضافه کردن زانتان به پنیر کم‌چرب سبب کاهش معنی‌دار درصد چربی آن می‌شود.

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-13]

جدول 2، تغییرات فیزیکوشیمیایی انواع مختلف پنیرهای آب نمکی در طول رسیدن

ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی	نوع پنیر	زمان رسیدن (روز)			
		1	30	60	90
pH	پرچرب	5/42±0/10*a1	5/20±0/08b1**	5/04±0/07c1	4/80±0/03d1
	کم‌چرب	5/38±0/09a1	5/18±0/06b1	5/01±0/09c1	4/84±0/02d1
	زانتان	5/43±0/12a1	5/19±0/01b1	5/04±0/04c1	4/79±0/05d1
	پروتئین شیر تغلیظ شده	5/41±0/11a1	5/21±0/05b1	5/00±0/02c1	4/81±0/06d1
رطوبت (وزنی/وزنی)	پرچرب	73/19±0/21a4	65/13±0/63b4	65/37±0/71b4	65/90±0/21b4
	کم‌چرب	78/84±0/32a2	71/70±0/22b2	72/07±0/34b2	72/84±0/32b2
	زانتان	81/03±0/25a1	78/65±0/30b1	79/32±1/91b1	78/03±0/21b1
	پروتئین شیر تغلیظ شده	75/11±0/18a3	69/90±0/52b3	69/93±0/13b3	69/89±0/18b3
نیتروژن کل به ماده خشک (وزنی/وزنی)	پرچرب	5/34±0/04a4	5/20±0/05 b4	5/11±0/03 c4	5/00±0/05 d4
	کم‌چرب	5/72±0/10a2	5/51±0/06 b2	5/33±0/05 c2	5/21±0/04d2
	زانتان	5/45±0/02a3	5/30±0/04b3	5/20±0/04 c3	5/11±0/02 d3
	پروتئین شیر تغلیظ شده	5/93±0/07a1	5/72±0/06 b1	5/53±0/09 c1	5/35±0/06 d1
چربی (وزنی/وزنی)	پرچرب	20/17±0/21b1	22/11±0/05a1	22/17±0/06a1	22/20±0/14a1
	کم‌چرب	8/11±0/06b2	8/65±0/09a2	8/71±0/10a2	8/70±0/12a2
	زانتان	5/03±0/25b3	6/65±0/20a3	6/72±0/11a3	6/71±0/21a3
	پروتئین شیر تغلیظ شده	8/10±0/08b2	8/60±0/12a2	8/70±0/11a2	8/69±0/13a2

* حروف متفاوت در هر سطر اختلاف معنی‌داری در سطح 95% اختلاف معنی‌داری دارند.

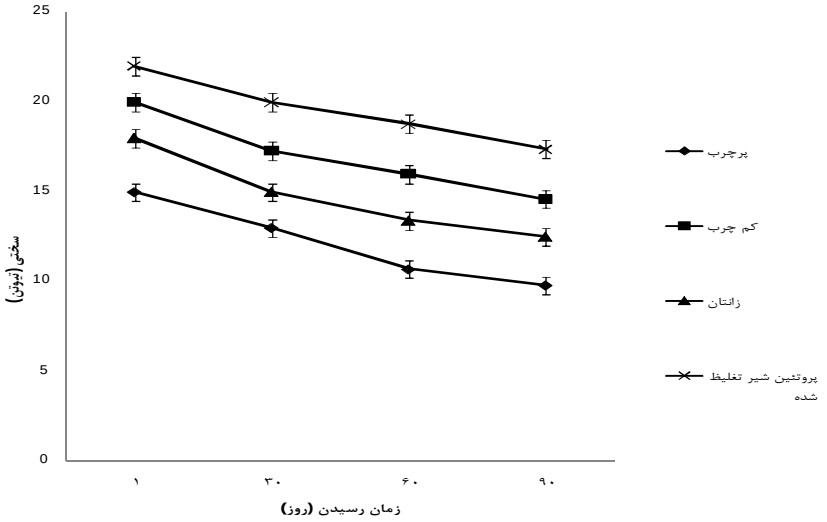
** اعداد در هر ستون اختلاف معنی‌داری در سطح 95% دارند.

ارزیابی تغییرات بافت پنیر در طول رسیدن: شکل 1 تغییرات سختی انواع مختلف پنیر در طول رسیدن را نشان می‌دهد.

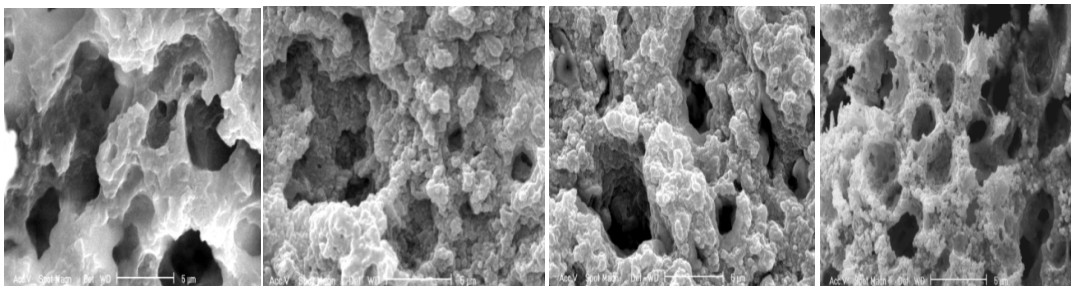
مطابق شکل 1، سختی همه نمونه‌های پنیر در90 روز رسیدن به صورت معنی‌داری کاهش می‌یابد، همچنین میزان چربی پنیر، سختی آن را تحت تاثیر قرار می‌دهد. یافته‌ها حاکی از آن است که کاهش درصد چربی منجر به افزایش سختی پنیر می‌شود. همچنین اضافه کردن زانتان و پروتئین شیر تغلیظ شده به شیر، به ترتیب سبب کاهش و افزایش سختی پنیر کم‌چرب می‌شوند.

ارزیابی ریز ساختار نمونه‌های پنیر: تصاویر میکروسکوپ الکترونی پنیرهای آب نمکی پرچرب، کم‌چرب، کم‌چرب دارای زانتان و کم‌چرب دارای پروتئین شیر تغلیظ شده در پایان 90 روز رسیدن در شکل 2 نشان داده شده است. تمامی تصاویر از نظر وجود حفرات درشت مشترک می‌باشند. زمانی که چربی شیر کاهش می‌یابد (شکل 2-b)، به فشردگی تجمع کازئینی افزوده می‌شود. زمانی که پروتئین شیر تغلیظ شده به شیر کم‌چرب اضافه می‌شود، فشردگی تجمع کازئینی افزایش یافته و بسیاری از خلل و فرج داخل پنیر توسط پروتئین مسدود می‌شود (شکل 2-c). اضافه کردن زانتان به شیر کم‌چرب، سبب باز شدن ساختار پنیر کم‌چرب می‌شود (شکل 2-d) و فضاهای باز داخل ساختار پنیر توسط رطوبت پر می‌شود.

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-13]



شکل 1. بررسی اثر زمان رسیدن و ترکیبات پنیر بر سختی آن در طول رسیدن ($p<0/05$)



(a) (b) (c) (d)

شکل 2. ریزساختار نمونه‌های پنیرهای آب نمکی در پایان 90 روز رسیدن با بزرگ‌نمایی 2000. a: پنیر پرچرب، b: پنیر کم‌چرب، c: پنیر کم‌چرب دارای پروتئین شیر تغلیظ شده و d: پنیر کم‌چرب دارای زانتان

اندازه‌گیری رهایش ترکیبات آروماتیک: بر اساس جدول 1، تمام ترکیبات آروماتیک مورد استفاده استر هستند و از نظر وزن مولکولی و میزان هیدروفوبیسته (لگاریتم p) با یکدیگر تفاوت دارند. جدول 3 مساحت زیر پیک استرهای رهایش شده از بافت پنیر را در پایان 90 روز رسیدن نشان می‌دهد. میزان رهاسازی استرهای مورد مطالعه به صورت اتیل هگزانوئات< اتیل بوتانوئات< اتیل استات است. اضافه کردن زانتان و پروتئین شیر تغلیظ شده به پنیر کم‌چرب، سبب کاهش رهاسازی استرها از بافت آن می‌شود.

جدول 3. مساحت (mm^2) زیر پیک ترکیبات آروماتیک رهایش شده از نمونه‌های پنیر

(حروف متفاوت در هر سطر از لحاظ آماری در سطح 95% تفاوت معنی داری دارند)

ترکیب آروماتیک	پنیر کم‌چرب	پنیر کم‌چرب دارای زانتان	پنیر کم‌چرب دارای MPC
اتیل استات	11/1 ^{a1}	9/8 ^{b1}	8/1 ^{c1}
اتیل بوتیرات	9/5 ^{a2}	7/9 ^{b2}	6/7 ^{c2}
اتیل هگزانوئات	8/2 ^{a3}	6/8 ^{b3}	5/1 ^{c3}

* حروف متفاوت در هر سطر از لحاظ آماری در سطح 95% تفاوت معنی‌داری دارند

** اعداد متفاوت در هرستون از لحاظ آماری در سطح 95% تفاوت معنی‌داری دارند.

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-13]

• بحث

بیشتر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی پنیر تحت تاثیر زمان رسیدن، درصد چربی، پلی ساکارید و پروتئین افزوده شده به آن، قرار می‌گیرند. کاهش pH در طول رسیدن، ناشی از تخمیر لاکتوز توسط باکتری‌های آغازگر و فلور میکروبی پنیر و تولید اسیدلاکتیک است (16)، این روند کاهشی با نتایج مطالعات محققان دیگر نیز همخوانی دارد (5). کاهش رطوبت پنیر در طول 30 روز اول رسیدن ناشی از خروج رطوبت از قالب‌های آن به دلیل فشار اسمزی ناشی از نمک موجود در آب نمک است. عدم تغییرات درصد رطوبت از روز 30 تا پایان رسیدن، به علت تعادل میان خروج آب - ناشی از فشار اسمزی- و جذب آب به وسیله گروه‌های آمین تولید شده توسط پروتئولیز نسبت داده می‌شود (17). بالاتر بودن درصد رطوبت پنیر کم‌چرب در مقایسه با پنیر پرچرب، به درصد بالاتر پروتئین در پنیرهای کم‌چرب و نیز قابلیت اتصال به آب بالای پروتئین‌ها نسبت داده می‌شود (1). بالاتر بودن درصد رطوبت پنیر حاوی زانتان در مقایسه با سایر نمونه ها، به قابلیت اتصال به آب بالای این صمغ نسبت داده می‌شود (6). یافته به دست آمده با نتایج محققان دیگر که افزایش رطوبت پنیر چدار کم‌چرب در حضور زانتان را گزارش کرده بودند، (4)، همخوانی دارد. کاهش میزان رطوبت پنیر به هنگام اضافه کردن پروتئین شیر تغلیظ شده را می‌توان به افزایش ماده خشک در حضور این ماده نسبت داد. کاهش نسبت نیتروژن کل به ماده خشک در طول رسیدن ناشی از پروتئولیز، تولید ترکیبات نیتروژنی محلول در آب و انتشار این ترکیبات به محیط آبی است(18). کاهش و افزایش نسبت نیتروژن کل به ماده خشک در حضور زانتان و پروتئین شیر تغلیظ شده، ناشی از ماهیت این ترکیبات است که اولی دارای ماهیت پلی ساکاریدی و دومی دارای ماهیت پروتئینی (نیتروژنی) است. در مطالعات محققان دیگر نیز، اضافه کردن زانتان – بالاتر از مقدار معین- سبب کاهش درصد پروتئین پنیر چدار کم‌چرب شده است (4). افزایش درصد چربی در 30 روز اول رسیدن، ناشی از کاهش معنی‌دار رطوبت در طول این مدت است، همچنین عدم تغییرات این درصد تا پایان این مدت ناشی از ثابت ماندن رطوبت در طی این زمان است. کاهش چربی پنیر کم‌چرب حاوی زانتان به علت افزایش رطوبت پنیر ناشی از صمغ است. محققان دیگر نیز گزارش داده بودند که اضافه کردن تراگاکانت به پنیر کم‌چرب سبب افزایش رطوبت پنیر سفید ایرانی می‌شود (5).

مطابق یافته ها، سختی پنیر تحت تاثیر عواملی مانند مرحله رسیدن، درصد چربی و ترکیبات اضافه شده به آن قرار می‌گیرد. کاهش سختی در طول رسیدن ناشی از پروتئولیز و تولید ترکیبات نیتروژنی محلول از پروتئین‌ها است(19). به نظر می‌رسد که تجزیه پروتئین‌ها که ترکیباتی با قابلیت تحمل نیروی بالا هستند، سبب کاهش سختی پنیر می‌شود. افزایش سختی پنیر با کاهش درصد چربی آن را می‌توان به نقش روان کنندگی چربی نسبت داد (20). قابلیت جذب آب بالای زانتان سبب کاهش سختی پنیرهای آب نمکی حاوی آن می‌شود، در حالی که پروتئین شیر تغلیظ شده با افزایش درصد ماده خشک و پروتئین در پنیر سبب افزایش سختی آن می‌شود. ریزساختار نمونه‌های پنیر، تحت تأثیر درصد چربی، پلی ساکارید و پروتئین اضافه شده به آن قرار می‌گیرد. حفرات درشتی که در تمامی تصاویر مشخص هستند را می‌توان به تولید گاز توسط میکروارگانیزم‌ها (21) و ردپای گلبول‌های چربی که توسط کلروفرم در مراحل آماده سازی، استخراج شده اند، نسبت داد (22). تجمع گلبول‌های چربی به عنوان عامل شکننده ماتریکس کازئینی عمل می‌کنند و در حضور آن ها، از فشردگی ماتریکس کازئینی کاسته می‌شود(23)، لذا کاهش درصد چربی پنیر سبب افزایش تراکم ساختار کازئینی می‌شود. سایر محققان نیز گزارش داده اند که ریز ساختار پنیر پرچرب نسبت به پنیر کم‌چرب بازتر است (5). اضافه کردن زانتان و پروتئین شیر تغلیظ شده نیز فشردگی ساختار کازئینی را تحت تاثیر قرار می‌دهد. ارتباط مشخصی بین سختی نمونه‌های پنیر و فشردگی ساختار آن وجود دارد و هرچه ساختار کازئینی فشرده تر باشد، سختی پنیر افزایش می‌یابد. رهایش ترکیبات آروماتیک از بافت پنیرهای کم‌چرب تحت تاثیر ویژگی‌های ترکیبات آروماتیک و خصوصیات بافتی پنیر است. وزن مولکولی و هیدروفوبیسیته ترکیبات فرار - لگاریتم p- در میزان رهایش آنها از بافت موثرند.

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-13]

لگاریتم p شاخصی از میزان هیدروفوب بودن یک ترکیب است و هرچه این شاخص بزرگتر باشد، ترکیب آب گریزتر است (24). مطابق یافته‌های به دست آمده، وزن مولکولی استرها از اهمیت بالایی در میزان رها سازی آنها از بافت پنیر برخوردار است و هرچه وزن مولکولی آنها بالاتر باشد، میزان رهاسازی آن از بافت پنیر پایین تر است (25). علاوه بر وزن مولکولی، میزان آب گریزی ترکیبات فرار نیز در میزان حفظ آنها در محیط‌های پروتئینی دارای اهمیت است (26). حفظ استرهای زنجیر بلند در محیط‌های پروتئینی بالاتر از استرهای زنجیر کوتاه است (27) و از آنجا که پنیر یک ماتریکس پروتئینی به شمار می‌آید، حفظ استرهای زنجیر بلند در آن بالاتر از استرهای زنجیر کوتاه است که با نتایج به دست آمده در این مطالعه همخوانی دارد. زمانی که زانتان به پنیر کم‌چرب اضافه می‌شود، رهاسازی همه استرها از بافت کاهش می‌یابد. این کاهش رهاسازی را می‌توان به قابلیت اتصال پلی ساکاریدها به ترکیبات آروماتیک و به دام افتادن ترکیبات در شبکه ژلی تشکیل شده، نسبت داد. مطالعات محققان نشان داده است که ویژگی‌های شیمیایی پلی ساکاریدها و قابلیت تشکیل پیوندهای مختلف میان آنها و ترکیبات آروماتیک بر میزان رها سازی این ترکیبات مؤثر بوده و صمغ‌هایی نظیر زانتان و گوار از قابلیت اتصال به ترکیبات طعمی برخوردارند(29، 28). Lubbers و همکاران (30) نشان دادند که وجود پکتین در ژل‌های لبنی سبب کاهش رهاسازی استرها می‌گردد. اضافه کردن پروتئین شیر تغلیظ شده به پنیر کم‌چرب نیز باعث کاهش رهاسازی استرها شده است. این کاهش رهاسازی را می‌توان به قابلیت بالای اتصال پروتئین‌های شیر اضافه شده به ترکیبات آروماتیک و افزایش سختی ناشی از افزودن پروتئین‌ها نسبت داد. بتا لاکتوگلوبولین، آلفالاکتوآلبومین، سرم آلبومین گاوی و کازئین موجود در پروتئین شیر تغلیظ شده از قابلیت اتصال به ترکیبات آروماتیک برخوردارند(31). بتالاکتوگلوبولین یک پروتئین کروی است که از 15-10% ساختار مارپیچ و 50% ساختار صفحه ای بتا غیر موازی تشکیل شده است. محل‌های اتصال زیاد بر روی سطح بتالاکتوگلوبین توسط محققان گزارش شده است(32). این پروتئین قادر است با تعداد زیادی از لیگاندهای هیدروفوب بر هم کنش داشته باشد. علاوه بر محل‌های اتصال بر روی سطح بتالاکتوگلوبولین، در مرکز آن نیز بخشی جهت اتصال لیگاندهای هیدروفوب شناسایی شده است(33). آلفالاکتوآلبومین از قابلیت پایین تری در مقایسه با بتالاکتوگلوبولین جهت اتصال به ترکیبات طعمی برخوردار است(31). نتایج قبلی برخی محققان نشان داده است که استفاده از 0/1% سدیم کازئینات به محیط آبی سبب کاهش فراریت اتیل هگزانوئات می‌شود(34).

مطالعات پژوهشگران نشان داده است که افزایش سختی غذاها سبب کاهش طعم دریافتی از آنها می‌شود (35)، لذا می‌توان نتیجه گرفت که افزایش سختی پنیر کم‌چرب در حضور پروتئین شیر تغلیظ شده می‌تواند در کاهش میزان رهاسازی استرها مؤثر باشد. بنابراین استفاده از زانتان باعث کاهش سختی بافت پنیرکم‌چرب شده و به علت توانایی این پلی ساکارید در اتصال به استرها سبب کاهش رهاسازی آنها می‌گردد، در حالی که پروتئین شیر تغلیظ شده سبب افزایش سختی پنیر کم‌چرب شده که این افزایش سختی به همراه حضور بتالاکتوگلوبولین در آن که دارای محل‌های اتصال به ترکیبات طعمی است، سبب کاهش رهایش استرها می‌شود.

References

1. Romeih E A, Michaelidou A, Biliaderis CG, Zerfiridis GK. Low-fat white-brined cheese made from bovine milk and two commercial fat mimetics: Chemical, physical and sensory attributes. Int Dairy J 2007; 12:525–540.
2. Mistry V V. Low fat cheese technology. Int Dairy J 2001; 11:413–422.
3. Drake MA, Boylston TD, Swanson BG. Fat mimestics in low-fat cheddar cheese.J Food Sci 1996; 61: 1267-1270.
4. Nateghi L, Roohinejad S, Totosaus A, Hosseini A, Shahaini M, Meimandipour A, et al. Optimization of textural properties and formulation of reduced fat

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-13]

cheddar chese containing fat replacer. J Food Agri Envir 2012;10(2): 46-54.

5. Rahimi J, khosrowshahi A, Madadlou A, Aziznia S. Texture of low fat Iranian white cheese as influenced by gum tragacanth as fat replacer. American Dairy Sci Association 2007;90 (9):4058-70.

6. Mc Mahon DJ, Alleyne MC, Fife RT, Oberg CJ. Use of fat replacers in low fat mozzarella cheese.J Dairy Sci 1996;79:1011-21.

7. Saint-Eve A, Martin N, Guillemin H, S´emon E, Guichard E and Souchon I, Flavored yogurt complex viscosity influences real-time aroma release in the mouth and sensory properties. J Agric Food Chem 2006; 54:7794–7803.

8. Gierczynski I, Labouré H, Sémon E, Guichard E. Impact of hardness of model cheese on aroma release: in vivo and in-vitro study. J Agric Food Chem 2007;55: 3066-73.

9. Deibler KD, Delwiche J. Handbook of Flavor Characterization: Sensory Analysis, Chemistry, and Physiology. USA: Marcel Dekker 2004. P. 384.

10. International standard of organization,Cheese and processed cheese products-Determination of fat content-Gravimetric Method .ISO No 1735;2012.

11. International dairy federation - Milk: Determination of Nitrogen Content, IDF no 20B;1993.

12. Awad S .Texture and flavor development in Ras cheese made from raw and pasteurized milk. Food Chem 2006;97: 394–400.

13. Sczesnick AS. Classification of textural characteristics. J Food Sci 1963;28:385-89.

14. Madadlou A, Khosrowshahi A, Mousavi M E. Rheology,microstructure and functionality of low-fat Iranian White cheese made mwith different concentrations of rennet. J Dairy Sci 2005; 88:3052–62.

15. Condurso C, Verzera A, Romeo V, Ziino M, Conte F. Solidphase microextraction and gas chromatography mass spectrometry analysis of dairy product volatiles for the determination of shelf-life. Int Dairy J 2008;18:819–25.

16. Waagner-Nielsen E, North European varieties of cheese. In: Fox PF, editor. Cheese: chemistry, physics and microbiology, vol 2.Chapman and Hall, London;1993: pp.253.

17. Creamer LK ,Olson NF. Reological evaluation of maturing cheddar cheese. J Food Sci 1982;47:631-36.

18. Khosrowshahi A, Madadlou A, Mousavi ME, Emam-Djome Z. Monitoring the chemical and textural changes during ripening of Iranian White cheese made with different concentrations of starter.J Dairy Sci 2006;89: 3318–25.

19. Guzani N, Kasapis S, AL-Attabi Z, AL-Ruzeiki M. Microbiological, physicochemical and biochemical changes during ripening of camembert cheese made of pasteurized cow's milk. Int J Food Properties 2002; 5: 438–94.

20. Karami M, Ehsani MR, Mousavi SM, Rezaei K, Safari M. Microstructural properties of fat during the accelerated ripening of ultrafiltered-Feta cheese. Food Chem 2009;113(2):424-34.

21. Aminifar M, Hamedi M, Emam-Djome Z, Mehdinia A. Microstractural,compositional and textural properties during ripeninig of lighvan cheese,a traditional raw sheep. J Texture Studies 2010;4(4):579-93.

22. Metzger L E, Mistry VV. A new approach using homogenization of cream in the manufacture of reduced-fat Cheddar cheese. 1. Manufacture, composition, and yield. J Dairy Sci 1995;77:3506–15.

23. Lopez-Calleja IM, González I, Fajardo V, Hernández PE, García T, Martín R. Application of an indirect ELISA and a PCR technique for detection of cows' milk in sheep's and goats' milk cheeses. Int Dairy J 2007;17(1):87-93.

24. Lindenberg B A. Sur la solubility des substances organiques amphipatiques dans les glycerides neutres et hydroxyles. J Chim Phys 1951; 48,350-55.

25. Taylor AJ. Food flavor technology. 1st ed.UK:CRC Press 2002.p.302.

26. Sostmann K, Guichard E. Immobilised beta-lactoglobulin on a HPLC-column:A rapid way to determine protein/flavor interactions.Food Chem 1998;62:509-13.

27. Jouenne E, Crouzet J. Determination of apparent binding constants for aroma compounds with ß-lactoglobulin by dynamic coupled column liquid chromatography. J Agric Food Chem 2000;48: 5396–400.

28. Jouenne E, Crouzet J. Effect of pH on retention of aroma compounds by ßlactoglobulin. J Agric Food Chem 2000; 48:1273–7.

29. Naknean P, Meenune M. factors affecting retention and release of flavor compounds in food carbohydrates.Int Food Res J 2010;17:23-34.

30. Lubbers S, Decourcelle N, Martinez D, Guichard E,Tromelin A. Effect of thickeners on aroma compound behavior in a model dairy gel. J Agric Food Chem 2007;55:4835-41.

31. Kohn J,Considine T, Singh H. Interactions of milk proteins and volatile flavor compounds:

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-13]

implications in the development of protein foods. J Food Sci 2006;71:R72-R82.

32. Narayan R, McClintock J E, Yi I. A new model for black hole soft X-ray transients in Quiescence. Astro J 1996;457: 21.
33. Papiz MZ, Sawyer L, Eliopoulos EE, North ACT, Findlay JBC, Sivaprasadarao R, Jone TA, Newcomer ME, Kraulis PJ. The structure of β-lactoglobulin and its similarity to plasma retinol-binding protein. Nature1986;324:383–85.
34. Voilley A, Beghin V, Charpentier C, Peyron D. Interactions between aroma substances and macromolecules in a model wine. Lebensm-Wiss Technol 1991;24:469–472.
35. Boland AB, Delahunty CM, van Ruth SM. Influence of the texture of gelatin gels and pectin gels onstrawberry flavour release and perception. Food Chem 2006;96:452–60.

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-13]

Effect of xanthan and milk protein concentrate on hardness, microstructure and ester release of low-fat brined cheese

Aminifar M[1], Emam-Djome Z[2], Belgheisi S[3]*

*1- *Corresponding author: Assistant Prof, Dept. of Food science & Technology, Faculty of Food Industry and Agriculture, Standard Research Institute (SRI), Karaj, Iran, E-mail: aminifar.m@standard.ac.ir*

2- prof, Dept. of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture Engineering and Technology, College of Agriculture andNatural Resource, University of Tehran, Karaj, Iran

3- Instructor, Dept. of Food Science & Technology, Faculty of Food Industry and Agriculture, Standard Research Institute (SRI), Karaj , Iran

Received 24 Aug, 2013 **Accepted 15 Jan, 2014**

Background and Objectives: The effect of the different proteins and polysaccharides on the characteristics of low-fat cheese has been a topic of recent study. The release of aromatic compounds from the cheese is affected by the addition of texture improvers. The present study investigated the addition of polysaccharides and proteins on the hardness, microstructure and ester release of low-fat brined cheese.

Materials and Methods: The addition of 0.01% xanthan or milk protein concentrate to low-fat milk was studied by compression testing with a texture analyzer and scanning electron microscopy. To determine the release of aromatic compounds, 0.1% ethyl acetate, ethyl butyrate, and ethyl hexanoate were added to cool pasteurized milk and the amount of aroma released was evaluated using SPME-GC-MS.

Results: The hardness and density of the casein aggregates of low-fat cheese decreased in the presence of xanthan and increased in the presence of milk protein concentrate. The release of esters from low-fat brined cheese was affected by the addition of xanthan and milk protein concentrate; this could be related to the affinity of polysaccharides and proteins to bind to aromatic compounds and to changes in the hardness of the cheese.

Conclusion: The release of aromatic compounds was affected by the texture improver added to low-fat brined cheese. This effect should be considered when selecting a texture improver as a replacement for fat.

Keywords: Milk protein concentrate, Texture, Low-fat brined cheese, Xanthan

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-13]