مجله علوم و صنایع غذایی ایران

سایت مجله: www.fsct.modares.ac.ir

مقاله علمی_پژوهشی

تأثیر هیدروکلوئید نشاسته برنج بر میزان چربی و ویژگیهای رئولوژیک پنیر موزارلای کم چرب

رزا رفیعی[۱]، لیلا روزبه نصیرایی[۲]، زهرا امام جمعه[۳*]، سارا جعفریان[٤]

۱-دانشجوی دکترا، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد نور، نور، ایران.

۳- استاد گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه تهران، تهران، ایران.

۲ و ٤- استادیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد نور، نور، ایران.

اطلاعات مقاله

تاریخ های مقاله :

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰ /۰۲/۲٦

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۹/۰۹

کلمات کلیدی:

پنیر موزارلای کم چرب،

هیدروکلوئید،

نشاسته برنج،

جایگزین چربی.

DOI: 10.52547/fsct.19.122.365

DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.122.11.4

* مسئول مکاتبات:

emamj@ut.ac.ir

چکیده

شواهد علمی نشانگر ارتباط بین دریافت زیاد چربی با چاقی مفرط،سخت شدگی دیواره رگ ها، بیماری های قلبی و عروقی، افزایش فشار خون، صدمه های بافتی و انواع مشخصی از سرطان هستند رشد تولید و مصرف پنیر پیتزا در تهیه بسیاری از غذاها از یک طرف و از طرف دیگر رشد فزاینده بیماری های قلبی و عروقی و نیز چاقی مفرط در بسیاری از کشورهای پیشرفته غربی موجب شده در حال حاضر پنیر موزارلای کم چرب یکی از موضوعات مورد مطالعه و تحقیق در سراسر جهان باشد. در این مطالعه اثرات استفاده از نشاسته برنج به عنوان هیدروکلوئید جانشین چربی بر روی خواص رئولوژیک پنیر موزارلای کم چرب مورد بررسی قرار گرفت. بدین ترتیب که در دو غلظت ۰/۰۵٪ و ۰/۰۲۵٪ هیدروکلوئید فوق مورد بررسی قرار گرفت و پنیر موزارلای کم چرب بدون جایگزین چربی به عنوان نمونه شاهد در نظر گرفته شد. کلیه آزمایشات در سه مقطع زمانی بدو تولید، ۳ ماه پس از تولید و ٦ ماه پس از تولید که تاریخ مصرف پنیر می باشد مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج نشان داد که استفاده از این هیدروکلوئید منجر به ایجاد تفاوتهای مشهودی در خصوصیات رئولوژیکی پنیر موزارلای کم چرب شد. به طوری که سبب افزایش محتوای رطوبتی پنیر کم چرب گردید و درنتیجه ذوب پذیری این پنیر افزایش یافت و باعث کاهش قابل توجه درصد سطح روغنی شده و به جهت افزایش محتوای رطوبت و درصد پروتئین قابلیت کشسانی پنیر نیز افزایش چشمگیری داشت و بافت پنیر نیز از نظر میزان سختی بهبود یافت و سختی آن کمتر شد و در نتیجه احساس دهانی پنیر مطلوبتر گردید.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-12-21]

[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.122.11.4]

[DOI: 10.52547/fsct.19.122.365]

۱- مقدمه

پنیر موزارلا یک پنیر نرم کشدار از خانواده پاستافیلا است که در جنور کشور ایتالیا از شیر گاومیشتهیه شدهکه امروز در سراسر دنیا تولید و مصرف می شود و بین ٢٤٪ - ١٨٪ چربی دارد که با توجه به گسترش بیماری های قلبی، عروقی و شیوع چاقی مفرط در بسیاری از کشورها محققان و تولیدکنندگان در تلاش هستند چربی و کالری مواد غذایی از جمله پنیر موزارلا را به شکلی بهینه کاهش دهند تا ضمن حفظ خصوصیات حسی و عملکردی پنیر آسیب های ناشی از مصرف بالای چربی ها نیز تا حد ممکن تقلیل یابد.لذا امروزه پنیر موزارلای کم چرب یکی از موضوعات مورد تحقیق در سراسر دنیا می باشد [۱، ۲].

بر طبق استاندارد کدکس پنیر کم چرب پنیری است که ماده خشک آن ۲۵٪-۱۰٪ چربی داشته باشد و در امریکا پنیر کم چرب به پنیری اطلاق می شود که حداکثر چربی در هر واحد مصرفآن(Serving) که معادل هر ۵۰ گرم از فرآورده است برابر ۳۰ گرم با بیش از ۲ قاشق مربا خوری باشد.چربی پنیر موزارلای پرچرب باید حداقل ۳۰٪ ماده خشک باشد و پنیر موزارلای کم چرب باید حداکثر ۳۰٪ ماده خشکچربی داشته باشد[۳].

شواهد علمی نشانگر ارتباط بین دریافت زیاد چربی با چاقی مفرط، سخت شدگی دیواره رگ ها، بیماری های قلبی و عروقی، افزایش فشار خون، صدمه های بافتی و انواع مشخصی از سرطان هستند [٤، ٥]. از این رو کاهش دریافت چربی در رژیم غذایی می تواند راهکاری کارا برای کم کردن خطر بیماری های قلبی و عروقی [٦]و دیگر بیماری های نام برده شده باشد. فرآورده های لبنی با چربی کاهش یافته متداول ترین مواد غذایی با چربی کاهش یافته هستند [٧]. از طرفی حذف چربی در پنیر تأثیر معکوس بر ویژگیهای رئولوژیکی آن از جمله قابلیت ذوب، قابلیت کش، سفتی و درصد روغن آزاد آن می گذارد[۸].

دای و همکاران (۲۰۱۹) به مطالعه اثر گلوکومانان کنجاک[1] (KGM)به عنوان جایگزین چربی در پنیر موزارلاپرداختند. خواص عملکردی (بافت، روغن آزاد، ذوب پذیری و عملکرد کششی) پنیر را با نمونه های شاهد پرچرب و کم چرب مورد مقایسه قرار دادند. درنهایت گزارش کردند که نمونه های حاوی کنجاک از استحکام کمتری برخوردار بودند اما ذوب پذیری بالاتری را نسبت به نمونه های شاهد نشان دادند. همچنین دارای پروتئین متراکم بیشتری بوده، چسبندگی و محتوای روغن آزاد کمتری داشتند. نتایج نشان داد که KGM می تواند به عنوان یک چربی مفید جایگزین در تولید پنیرهای موزارلا با چربی کاهش یافته برای بهبود عملکرد و ویژگی های پخت پیتزا بکار رود[۹].

ژانگ و همکاران (۲۰۲۱) نیزبه بررسی تأثیرگلوکومانان کنجاک و آب‌پنیر میکروکپسوله شده به عنوان جایگزین چربی در پنیر موزارلای کم‌چرب پرداختند. آنها گزارش کردند که پنیر موزارلا با مکمل کنجاک یا آب پنیر با افزایش خواص بافتی، قابلیت ذوب شدن و عملکرد پخت را بهبود می‌بخشند. نقاط برجسته مقادیر رنگ ارتباط نزدیکی با رطوبت و مقدار چربی پنیر داشت.خواص بافتی و قابلیت ذوب با اضافه کردن جایگزین چربی بهبود یافت.پخته شدن تأثیر مثبتی بر سبکی پنیر داشت. تغییرات مثبت پنیر موزارلا کم‌چرب نشان می‌دهدآب‌پنیر میکروکپسوله شده می‌تواند عملکرد پنیر را بهبود بخشد و می‌تواند برای کاهش چربی در محصولات لبنی مورد استفاده قرار گیرد[۱۰].

قنبری در سال ۱۳۹۰ تأثیر صمغ زانتان را در سه غلظت متفاوت در تولید پنیر سفید ایرانی کم چرب بررسی کرد و همچنین دو پنیر شاهد نیز تهیه گردید که یکی پرچرب فاقد صمغ و دیگری شاهد کم چرب بدون صمغ بود. نتایج حاصل از آزمایشات حاکی از بهبود بافت پنیر با افزایش غلظت صمغ زانتان اعلام کرد که موجب نرمی و مطلوبیت بافت بود[۱۱].

مظاهری نسب (۱۳۹۰) کاربرد دو نوع جایگزین چربی را بر خصوصیات پنیر موزارلای کم چرب مورد بررسی قرار داد، وی نتیجه گرفت افزایش در میزان کاراگینان و WPCسبب افزایش محتوای رطوبتی و درصد پروتئین می گردد و WPC منجر به کاهش pH می شود. وی اعلام کرد افزایش میزان کاراگینان و WPC ذوب پذیری را افزایش داده و با افزایش کاراگینان درصد سطح روغنی افزایش می یابد در حالیکه افزایش WPC تغییر معنیداری را ایجاد نمی کند. درنهایت تحقیقات مظاهری نسب نشان داد پذیرش کلی تیمارهایی که دارای بیشترین درصد کاراگینان و مقادیر بینابینی WPC بودند بالاترین امتیاز را به دست آوردند[۱۲].

1. konjac glucomannan

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-12-21]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.122.11.4]
[DOI: 10.52547/fsct.19.122.365]

نشاسته ترکیب الی دانه برنج و مهم ترین ساختار تشکیل دهنده بسیاری از محصولات برنج است. از گذشته گرایش نسبت به نشاسته برنج درمقایسه با نشاسته سایر غلات و همچنین نشاسته های غیرغله ای به دلیل برخی ویژگی ها مانند عدم حساسیت زایی، قابلیت هضم آسان، رایحه ترکیبی، گرانول های کوچک بین ۱۰-۳ میکرومتر، مقاومت بیشتر در برابر اسید و همچنین مقاومت بالاتر در برابر آب اندازی بیشتر بود [۱۳]. نشاسته برنج که بسیار نرم است و طعمی خنثی دارد می‌تواند در طیف وسیعی از مواد غذایی به‌عنوان جانشین چربی یا قوام‌دهنده در سس‌ها و سوپ‌ها استفاده شود. با توجه به اینکه ۹۰ درصد وزن برنج سفید را نشاسته تشکیل می‌دهد باید به این منبع غنی توجه کافی شود. به لطف خواص منحصر به فرد آن، نشاسته برنج میتواند جایگزین بسیار مناسبی نسبت به ژلاتین در تولید و فرآوری محصولات لبنی شود. ساختمان کریستالی خاص گرانول‌های نشاسته در ایفای نقش ژلاتینه شدن بسیار مؤثر می‌باشد[۱۳، ۱٤].

هدف از این تحقیق استفاده از جانشین چربی (هیدروکلوئید) نشاسته برنج جهت جبران نقایص رئولوژیکی و حسی ناشی از کاهش چربی در پنیر موزارلای کم چرب می باشد که ضمناً باعث بهبود ارزش تغذیه ای و افزایش درصد پروتئین و بازده نسبت به محصول کم چرب بدون جایگزین چربی می باشد.

۲- مواد و روش ها

مواد: شیر پس چرخ و شیر کامل از یک دامداری معتبر واقع در شهریار و هیدروکلوئید نشاسته برنج از نمایندگی شرکت REMYاز گروهBENEOبه نام بازرگانی حلمی در تهران تهیه شد که به شکل پودر سفید رنگ با نام تجاری Remy DR7-111با ۳۰٪ کازئین است.آغازگرها از نوع باکتری های ترموفیل بصورت خشک شده انجمادی و از شرکت Sacco آلمان و رنت (آنزیم رنین) از شرکتCHR HANSEN دانمارک تهیه شد.

۲-۱- تولید پنیر

برای استاندارد کردن شیر مورد نیاز جهت تولیدپنیر کم چرب، ابتدا شیرپس چرخ بدون چربی با شیرکامل با چربی ۳ درصد به نسبت ۳ به ۱ مخلوط شد تا چربی شیر حاصله نهایتاً ۰/۷٪ تنظیم شد تا چربی پنیر نهایی بین ۹-۸٪ تنظیم شود.سپس شیر در دمای ۷۲ درجه سانتیگراد به مدت ۱٦ ثانیه پاستوریزه گردیده و سپس تادمای ٤٤ درجه سانتیگراد خنک شد و سپس استارتر حاوی دو گونه استرپتوکوکوس ترموفیلوس و لاکتوباسیلوس بولگاریکوس داخل شیر تلقیح شد تا اسیدیته به کمتر از ۸۰ برسد و pH شیر تا ۵/۸ تعدیل شد و این مرحله مخلوط آماده شده هیدروکلوئید (نشاسته برنج) در درصدهای مورد نظر (۰/۰۲۵ و ۰/۰۵٪) برای هر تیمار جداگانه افزوده شد؛ به جز تیمار شاهد که نمونه کم چرب بدون هیدروکلوئید می باشد. کلرید کلسیم و مخلوط حل شده رنت افزوده شد و پس از ۱۰ دقیقه دلمه حاصل توسط تیغه برش مخصوص برش زده شد تا به صورت حبه های قند (cm۱-cm۲) خرد شده و آب پنیر خارج شود سپس گرمخانه گذاری جهت رسیدن پنیر به pH لازم صورت گرفت که حدود ۲ ساعت به طول انجامید تا pH به ۵/۱ برسد و پنیر آماده مرحله پخت گردد که شامل ورز دادن پنیر در دستگاه مخصوص حاوی بازوهای گردان در مجاورت آب داغ ۸۵ درجه سانتیگراد است تا فرآیند کشدار شدن و تشکیل بافت یکنواخت حاصل شود. بلافاصله پنیر تخلیه شد و درون قالب مخصوص منتقل و به سردخانه منتقل شد و پس از شکل گیری مناسب جهت جلوگیری از خروج رطوبت در بسته بندی مخصوص که کیسه های پلی اتیلن می باشد پرس شد. جهت آزمایشات بدو تولید تعدادی در دمای ٤ درجه سانتیگراد نگهداری شد بقیه جهت آزمایشات ۳ ماه و ٦ ماه پس از تولید به سردخانه ۱۸-درجه سانتیگراد منتقل گردید[۱، ۲، ۱۵].

تیمارها به شرح ذیل بود:

تیمار A: پنیر موزارلای کم چرب با هیدروکلوئید نشاسته برنج به نسبت ۰/۰۵ درصد

تیمار B: پنیر موزارلای کم چرب با هیدروکلوئید نشاسته برنج به نسبت ۰/۰۲۵ درصد

تیمار C: پنیر موزارلای کم چرب بدون هیدروکلوئید (شاهدا)

تیمار D: پنیر موزارلای پر چرب (شاهد۲)

۲-۲- انجام آزمون های لازم بر روی تیمارها

۲-۲-۱- اندازه گیری خواص شیمیایی

اندازه گیری پروتئین، اندازه گیری چربی، اندازه گیری pHو اندازه گیری رطوبت مطابق با استاندارد ملی ایرانبه شماره ٤٦٥٨انجام شد[١٦-١٨].

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-12-21]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.122.11.4]
[DOI: 10.52547/fsct.19.122.365]

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-12-21]

[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.122.11.4]
[DOI: 10.52547/fsct.19.122.365]

۲-۲-۲-اندازه گیری قابلیت ذوب شدن

برای اندازه گیری قابلیت ذوب از روش Schreiber test اصلاح شده استفاده شد [۹، ۱۹]. ورقه هایی از عمق پنیرها به ضخامت ۳ میلی متر تهیه شد. از تمام فرمول ها و توسط حلقه ای به قطر ۲۲ میلی متر قطعاتی از میان ورقه ها جدا شد و در مرکز پلیت شیشه ای که حاوی کاغذ صافی بود قرار داده شد. سپس پلیت شیشه ای دربسته همراه نمونه داخل آون ۹۰ درجه سانتی گراد به مدت ۱۵ دقیقه قرار گرفت و پس از خروج از آون و برداشتن درب پلیت به مدت ۵ دقیقه خنک شد. تمام نمونه ها که کدگذاری شده بودند و در سه مرحله زمانی بدو تولید، ۳ ماه بعد و ٦ ماه بعد برای هر تولید ۳ مرتبه آزمایش انجام شده و نمونه ها عکس برداری شده و ثبت شدند. تمام تنظیمات انجام شده (دما، زمان و فاصله دوربین) در طول دوره آزمایش ثابت ماند.

مساحت ذوب اختلاف بین مساحت پنیر بعد و قبل از حرارت دهی می باشد و بر حسب (mm)محاسبه می گردد و بر این اساس درجه ذوب بر حسب درصد بیان می شود که حاصل نسبت مساحت پنیر در قبل و بعد از حرارت دهی می باشد.

$$MD_f = (A_f / A_0) \times 100$$ رابطه (۱)

که MD_f درجه ذوب (درصد) و A_f سطح پنیر در انتهای آزمون ذوبmm^2 , A_0 سطح اولیه نمونه پنیرmm^2 می باشد.

۲-۲-۳- اندازه گیری خصوصیت پس دادن روغن

این ویژگی به صورت «درصد سطح روغنی شده»[۲] بیان می گردد که به صورت درصد نسبت کل سطح روغنی شده پس از حرارت دهی به سطح اولیه قطعه پنیر بیش از حرارت دهی محاسبه است [۹، ۲۰].

$$POA = (A_f / A_0) \times 100$$ رابطه ۲

که در این فرمول A_0 مساحت نمونه پنیر mm^2 پیش از ذوب شدن و A_f مساحت سطح روغنی شده کاغذ صافی mm^2 در انتهای آزمون ذوب می باشد.

۲-۲-٤-اندازه گیری قابلیت کشش

برای اندازه گیری این ویژگی از روش چنگالی[۳] و اندازه گیری میزان کش آمدن نمونه پنیر بر حسب cm استفاده شد و داده های مربوط به طول کش بر اساس معدل گیری از مشاهدات جمع آوری گردید [۹].

۲-۲-۵-اندازه گیری میزان سفتی

برای اندازه گیری مقدار سفتی پنیر از روش تست پنترشن[٤] استفاده شد که در این روش میزان سفتی بر اساس مقدار نیروی وارد شده بر واحد سطح تعریف شده که همان مقدار نیروی لازم برای اولین خرد شدن پنیر توسط دندان آسیا می باشد که برحسب نیوتن بیان می شود در این تحقیق ازدستگاهInstron TPA Analyzer Germany استفاده شد[۹، ۱۷].

۲-۳- تجزیه و تحلیل داده ها

برای تجزیه و تحلیل داده ها از نرم افزار SPSS 22و برای رسم نمودارها از نرم افزار Excel 2013 استفاده گردید. تمامی نمونه ها در سه تکرار مورد آزمون قرار گرفت.

۳- بحث و نتایج

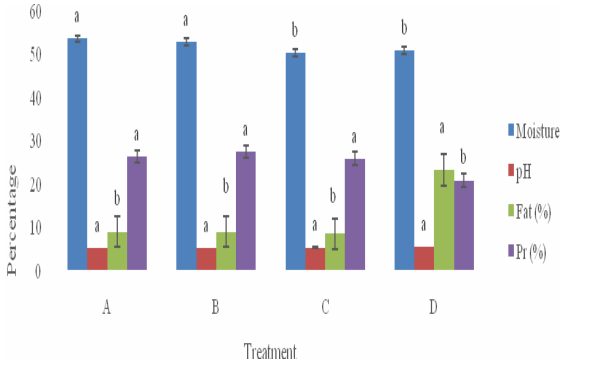
۳-۱- نتایج خواص شیمیایی

نتایج خصوصیات شیمیایی تیمارها از جمله درصد چربی، درصد پروتئین، درصد رطوبتو pH در شکل ۱ آورده شده است.

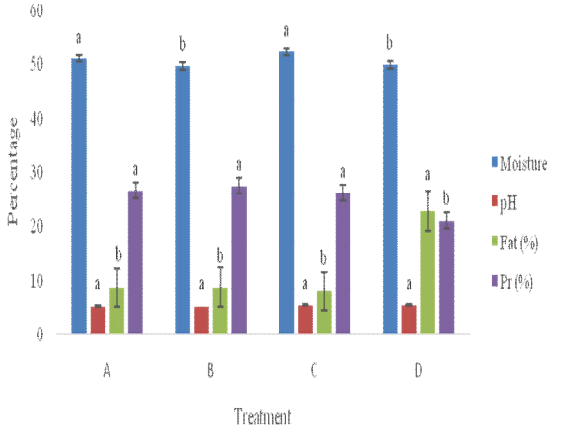
میزان چربی تمام تیمارها تقریباً در محدوده بین ۹-۸ قرار دارند و بیشترین درصد چربی مربوط به تیمار Dیعنی پنیر موزارلای پر چرب و کمترین میزان چربی مربوط به تیمار Cیعنی پنیر موزارلای کم چرب می باشد. پس از گذشت ۳ ماه تغییرات میزان چربی معنادار نبود(شکل ب) و پس از گذشت ٦ ماه نیز شرایط به همین ترتیب بود و میزان چربی تغییر معناداری نداشت (شکل ج)و اختلاف چربی بین تیمارها از نظر آماری تفاوت معنی‌داری با هم نداشتند.جز در مورد تیمار D (موزارلای پرچرب) که اختلاف معنی‌دار بود.

2. Percentage oil Area(POA)

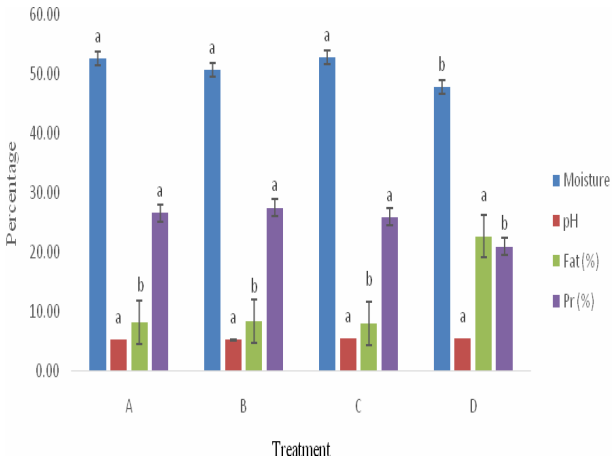
3. Fork Methode
4. Penetration



(a)



(b)



(c)

Fig 1 Percentage of fat, protein, moisture and pH of the treatments a) at the beginning of production b) 3 months after production c) 6 months after production

* Different small letters represents a significant difference in the level of 5%

*A: Low fat mozzarella cheese with rice starch hydrocolloid in a ratio of 0.05% , B: Low fat mozzarella cheese with rice starch hydrocolloid in the ratio of 0.025% , C: Hydrocolloid low fat mozzarella cheese (control A), D: High-fat mozzarella cheese (control 2)

بررسی شکل ۱ نشان می‌دهد درصد پروتئین نمونه های پنیر به جز نمونه شاهد ۲ اختلاف معنی داری باهم ندارند. کمترین درصد پروتئین مربوط به تیمار D(پنیر موزارلای پر چرب) است. تیمار D دارای بیشترین میزان چربی است بنابراین کمترین میزان پروتئین کاملاً طبیعی به نظر می رسد.پس از گذشت ٦ ماه تیمارها از نظر آماری اختلاف معنی داری با هم نداشتند.اختلاف درصد چربی بین دو تیمار Dو B که به ترتیب بیشترین و کمترین درصد چربی را دارا هستند ۱٤/۲ می باشد. در حالیکه همین اختلاف در مورد درصد پروتئین این دو تیمار ۷/۲۱۵ می باشد. از این مطلب می توان نتیجه گرفت درصورت کاهش چربی پنیر تقریباً معادل نصف آنرا افزایش درصد پروتئین جبران خواهد کرد. این نتایج با نتایج دای و همکاران مطابقت داشت که نشان دادند نمونه های دارای هیدروکلوئید که چربی کمتری داشتند دارای پروتئین بالاتری بودند [۹].پس از گذشت ۳ ماه و ٦ ماه درصد پروتئین تیمارها تغییرات معناداریرا نشان ندادند (شکل b و c) این تغییرات جزئی با نوسانات اندک درصد چربی تیمارها هماهنگ بود.

کمترین محتوای رطوبتی مربوط به تیمارهای پنیر موزارلای کم چرب بدون هیدروکلوئید Cمی باشد و پس از آن تیمار D که موزارلای پر چرب می باشد و فاقد هیدروکلوئید است کمترین رطوبت را داراست.شکل ۱نشان می دهد که پس از گذشت ۳ ماه در کلیه تیمارها به جز نمونه شاهد بدون هیدروکلوئید Cرطوبت کاهش یافت. در این میان بیشترین کاهش رطوبت مربوط به تیمار Aو B (پنیرهای موزارلای کم چرب حاوی نشاسته برنج) میباشند.که این اختلاف بین تیمارهااز لحاظ آماری معنی دار بود($P < 0.05$). مطابق شکل ج پس از گذشت ٦ ماه در کلیه نمونه های پنیر موزارلای کم چرب به جز نمونه شاهد ۲ (پنیر موزارلای پرچرب بدون هیدروکلوئید) نسبت به سه ماه گذشته رطوبت افزایش پیدا کرد.

pH در تیمارهای حاوی هیدروکلوئید در محدوده ۵/۱۰ می باشند و در تیمار کم چرب بدون هیدروکلوئید ۵/۱۸ بوده و این نشان می دهد که هیدروکلوئید ها سبب کاهش pH می شوند. به جز در مورد نمونه های شاهدسایر تیمارها تفاوت آماری معنی داری نداشتند که علت تفاوت در نمونه های شاهد مربوط به عدم وجود هیدروکلوئید ها بود.این نتایج اعلام شده در مورد pH نهایی می باشد که معمولاً تحت تأثیر فعالیت

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-12-21]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.122.11.4]
[DOI: 10.52547/fsct.19.122.365]

رنت باقیمانده وآنزیم های حاصل از فعالیت میکروبی استارتر تغییر می کند [۲].

پس از گذشت ۳ و ٦ ماه pH در کلیه تیمارها افزایش یافت فقط در تیمارهایی که حاوی نشاسته برنج بودند افزایش pH جزئی بود (شکل b و c).

۳-۲- نتایج حاصل از قابلیت ذوب شدن

با توجه به نتایج به دست آمده در جدول ۱ مشخص شد که کمترین درجه ذوب (به‌صورت درصد) مربوط به نمونه C یا همان پنیر شاهد ۱ می‌باشد که نمونه کم چرب بدون هیدروکلوئید است و بیشترین درجه ذوب مربوط به پنیر موزارلای پر چرب بود که همان نمونه شاهد ۲است. هر دو نمونه شاهد فاقد هیدروکلوئید بودند بنابراین اختلاف درجه ذوب مربوط به تفاوت در میزان چربی آن ها است که در نمونه شاهد ۲ یا موزارلای کم چرب عموماً ذوب پذیری بالایی دارد [۱۵]. در اثر کاهش میزان چربی بیشترین خصوصیاتی که تأثیر می پذیرد درجه ذوب و قهوه ای شدن (خال زدگی)پنیر موزارلا است[۲۱].

هرچه درصد چربی بالاتر باشد ذوب پذیری بیشتر می شود ولی قابلیت رنده شدن ضعیف خواهد شد [۹، ۲۲]. زیرا که تعداد گلبولهای چربی کم شده و ساختار متراکمتری ایجاد می کند و بافت پنیر سفت تر می شود. اگر چه به کار بردن هیدروکلوئید در پنیر کم چرب نمی تواند بطور کامل خصوصیات آنرا از نظر درجه ذوب مانند نمونه پر چرب کند اما با افزایش میزان رطوبت پنیر کم چرب از حدود ٤٧ درصد به بیش از ۵۲ درصد سبب نرم شدن پنیر و افزایش قابل توجه درجه ذوب آن می شود[۵، ۱۷].

درجه ذوب تیمارهای مورد بررسی در سه نوبت زمانی در جدول ارائه شده است. مطابق جدول بیشترین درجه ذوب بین نمونه های حاوی هیدروکلوئید در نمونه حاوی نشاسته برنج با درصد بالاتر (۰/۰۵درصد) می باشد بنابراین درصد بیشتر هیدروکلوئید به جهت افزایش جذب رطوبت و بالا بردن درصد رطوبت سبب افزایش قابلیت ذوب پذیری می شود. همانطور که مشاهده میشود به طور محسوسی با گذشت زمان قابلیت ذوب افزایش پیدا می کند به طوری که پس از ۳ ماه ماندگاری درجه ذوب کلیه نمونه ها به مقدار قابل توجهی افزایش داشته است و بیشترین درصد افزایش قابلیت ذوب مربوط به موزارلای پر چرب بوده و در بین نمونه های کم چرب نمونه حاوی نشاسته برنج ۰/۰۵٪افزایش ذوب بیشتری داشته اگر چه اختلاف محسوسی بین ایندو مشاهده شد ولی هر دو نسبت به موزارلای کم چرب بدون هیدروکلوئید قابلیت ذوب بالاتری را نشان دادند.

Table 1 Comparison of melting capability(%) of low fat mozzarella cheese with rice starch with 2% different and two control samples in three time periods at production, 3 months and 6 months after production

6 months after production	3 months after production	At the beginning of production	Treatment
0.14 ± 0.79^{c}	27.72 ± 159.00^{c}	2.46 ± 87.17^{c}	A
0.16 ± 0.81^{b}	29.04 ± 160.67^{b}	1.87 ± 90.50^{b}	B
0.04 ± 0.68^{d}	12.33 ± 104.00^{d}	6.52 ± 72.08^{d}	C
0.05 ± 1.56^{a}	2.94 ± 222.00^{a}	5.35 ± 161.00^{a}	D

* Different small letters in each columnrepresents a significant difference in the level of 5%

*A: Low fat mozzarella cheese with rice starch hydrocolloid in a ratio of 0.05%, B: Low fat mozzarella cheese with rice starch hydrocolloid in the ratio of 0.025%, C: Hydrocolloid low fat mozzarella cheese (control A), D: High-fat mozzarella cheese (control 2)

با توجه به افزایش میزان رطوبت در بافت می‌توان نتیجه گرفت که رطوبت علت اصلی در افزایش قابلیت ذوب است و این نتیجه با مطالعات ژانگ و همکاران (۲۰۲۱) ومکماهان و همکاران(۱۹۹٦) همخوانی داشت که ممکن است دلیل آن گرمای ویژه آب باشد چرا که نشاسته برنج با به دام انداختن رطوبت در شبکه پروتئینی باعث بهبود خواص رئولوژیکی پنیر می شود ضمن اینکه با گذشت زمان قابلیت ذوب در تمام نمونه ها افزایش یافت که نتایج با تحقیقاتاوبرگو همکاران(۲۰۱۵) و ژانگ و همکاران(۲۰۲۱) ورودان و همکاران ۱۹۹۸ همخوانی داشت [۱، ۱۰، ۲۱، ۲۳].

افزایش قابلیت ذوببا گذشت زمان در مورد پنیر شاهد ۲ که موزارلای پرچرب بود خیلی زیاد بود به طوریکه پس از سه ماه روانی بیش از حد مطلوب روی پیتزا داشت و به جهت بیرون ریختن از بافت پیتزا ظاهر آنرا نامطلوب ساخت.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-12-21]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.122.11.4]
[DOI: 10.52547/fsct.19.122.365]

۳-۳- نتایج خصوصیت پس دادن روغن

نتایج حاصل از درصد میزان پس دادن روغن تیمارها در جدول ۲ آورده شده است.

Table 2 Comparison of oily surface percentage in low-fat mozzarella cheese with rice starch hydrocolloid and control samples in three time intervals at production, 3 months and 6 months after production

6 months after production	3 months after production	At the beginning of production	Treatment
13.83 ± 1.35 [c]	12.63 ±1.87 [c]	28.53 ± 1.86 [b]	A
11.50± 0.71[d]	11.46± 1.09 [d]	24.47± 0.84 [c]	B
28.12± 1.97 [b]	49.28±1.24 [b]	13.28± 0.89 [d]	C
129.33 ±0.94[a]	152.00 ± 5.72[a]	113.33 ± 6.24[a]	D

* Different small letters in each columnrepresents a significant difference in the level of 5%
*A: Low fat mozzarella cheese with rice starch hydrocolloid in a ratio of 0.05%, B: Low fat mozzarella cheese with rice starch hydrocolloid in the ratio of 0.025%, C: Hydrocolloid low fat mozzarella cheese (control A), D: High-fat mozzarella cheese (control 2)

با توجه به اینکه تشکیل روغن آزاد در پنیر موزارلا پس از ذوب شدن یک عیب محسوب می شود ضمن این تحقیق با توجه به مشاهدات و بررسی جدول ۲مشاهده می شود که مصرف نشاسته برنج توانسته میزان سطح روغنی شده را به حداقل برساند. اگر چه بکارگیری هیدروکلوئید سبب افزایش رطوبت در پنیر می شود و این عامل می تواند سطح روغنی شده را افزایش دهد، لیکن نشاسته برنج با قابلیت جذب رطوبت بالا توانسته این ویژگی منفی را پوشش دهد. البته تشکیل روغن آزاد شدیداً به درصد چربی پنیر به خصوص چربی در ماده خشک وابسته است و هر چه این میزان بیشتر شود درصد سطح روغنی شده نیز افزایش خواهد یافت. کمترین درصد سطح روغنی شده مربوط به تیمار C بود که نشاسته برنج (هیدروکلوئید) در آن بکار نرفته بود و بیشترین سطح روغنی شده در پنیر موزارلای پرچرب مشاهده شد و بین نمونه های کم چرب نیز نمونه کم چرب حاوی ۰/۰۵ درصد نشاسته برنج روغن آزاد بیشتری را نشان داد و با گذشت زمان در تمام تیمارهای حاوی نشاسته برنج بر خلاف انتظار به شکل جالب توجهی درصد سطح روغنی شده کاهش پیدا کرد؛ به طوریکه پس از گذشت سه ماه تقریباً میزان روغن آزاد در پنیرهای کم چرب حاوی نشاسته برنج کمتر از پنیر کم چرب بدون هیدروکلوئید شد.

اندازه گلبولهای چربی با تشکیل روغن آزاد رابطه مستقیم دارد. این نتیجه با نتایج تحقیق رووني و همکاران (۲۰۰۳) مطابقت داشت به همین دلیل هموژنیزاسیون که گلبولهای چربی را کوچکتر می کند سبب کاهش تشکیل روغن آزاد می شود[۵، ۲٤].در نمونه های شاهد نیز در هر دو مورد پس از گذشت زمان میزان تشکیل روغن آزاد یا به عبارتی درصد سطح روغنی شده افزایش یافت که با نتیجه تحقیق سایر محققان یکسان بود[۱۰].

۳-٤- نتایج قابلیت کشش

نتایج حاصل از میزان قابلیت کشسانی تیمارها در جدول ۳ آورده شده است.زمانی که کشسانی پنیر در اندازه گیری با چنگال ۷/٦cm یا ۳ اینچ باشد، یعنی در حد مطلوب است و در این پژوهش برای تمامی تیمارها کشسانی پنیر خیلی بیش از این حد و در واقع کاملاً بیش از حد انتظار بود.

یکی از عوامل اصلی مؤثر در میزان کشسانی پنیر موزارلا درصد رطوبت پنیر است که رابطه مستقیم با قابلیت کشسانی آن دارد[۹]. عامل دیگر پروتئولیز است که بر این اساس با گذشت زمان و پروتئولیز بیشتر پنیر قابلیت کشسانی آن افزایش می یابد. اما اگر رطوبت پنیر در اثر گذشت زمان کاهش یابد کشسانی پنیر نیز کاهش می یابد و اگر طی فرآیند تولید پنیر زیاد و به مدت طولانی یا با درجه حرارت بالا پخته شود رطوبت خود را از دست می دهد و میزان کشسانی آن کم می شود[۱].

نتایج شکل۱نشان می دهد که با کاهش درصد چربی، پروتئین پنیر افزایش می یابد. چنانچه کمترین درصد پروتئین مربوط به نمونه شاهد پرچرب بوده است (۲۲٪)و در بین نمونه های کم چرب بیشترین درصد پروتئین مربوط به نمونه حاوی نشاسته برنج با درصد بیشتر است که البته تفاوت خیلی زیادی بین دو تیمار مختلف وجود نداشت چرا که درصد چربی آنها تقریباً برابر است.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-12-21]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.122.11.4]
[DOI: 10.52547/fsct.19.122.365]

Table 3 Comparison of elasticity (cm) of low-fat mozzarella cheese containing rice starch and control samples at three times of production, 3 months and 6 months after production

6 months after production	3 months after production	At the beginning of production	Treatment
105.00 ± 8.16 [a]	136.67 ± 12.47[a]	110.00 ± 8.16 [a]	A
87.33[b]± 2.05	135.00± 5.00 [b]	98.33± 2.36 [b]	B
80.00± 4.08 [c]	27.50± [d]2.50	46.00± 9.42 [d]	C
34.00 ±2.94 [d]	60.67 ±3.30 [c]	75.00 ± 4.08 [c]	D

* Different small letters in each columnrepresents a significant difference in the level of 5%
*A: Low fat mozzarella cheese with rice starch hydrocolloid in a ratio of 0.05%, B: Low fat mozzarella cheese with rice starch hydrocolloid in the ratio of 0.025%, C: Hydrocolloid low fat mozzarella cheese (control A), D: High-fat mozzarella cheese (control 2)

لذا می توان نتیجه گرفتکه هرچه درصد چربی کاهش پیدا کند، تقریباً معادل نصف آن را افزایش درصد پروتئین جبران می کندو با توجه به اینکه کاهش چربی در پنیر کم چرب باعث افزایش میزان پروتئین می گردد؛ بنابراین میزان کشسانی پنیر افزایش می یابد.

نتایج جدول ۳ نشان می دهد که بیشترین میزان کشسانی مربوط به تیمار Bیعنی موزارلای کم چرب با درصد نشاسته برنج بالاتر است که درصد پروتئین آن نیز از بقیه تیمارها بالاتر است و چون چربی تمام تیمارها تقریباً یکسان و تنظیم شده می باشد می توان دریافت که نقش اصلی را در افزایش قابلیت کشسانی پروتئین و رطوبت به عهده دارند. به نظر می رسد طول کش در درجه اول به مقدار کلسیمی که جهت ایجاد پیوندهای عرضی میان رشته های کازئین موجود است وابسته باشد. اگر میزان کلسیم پیوندی با کازئین بیش از حد باشد لخته تشکیل شده سخت خواهد بود و تعداد چشمک های آن افزایش می یابد و در آزمایش طول کش شکستگی ایجاد می کند و در عین حال اگر مقدار کلسیم کمتر از حد لازم باشد سبب عدم تشکیل ساختار و کشش پذیری کم می شود[۱۰، ۱۷، ۲۵].

۳-۵- نتایج میزان سفتی

نتایج حاصل از میزان قابلیت سفتی پنیرها (نیوتون) در جدول ٤ آورده شده است.

Table 4 Comparison of hardness of low fat (Newton) mozzarella cheese with rice starch hydrocolloid and control samples in three time periods at production, 3 months and 6 months after production

6 months after production	3 months after production	At the beginning of production	Treatment
1.60 ± 0.08 [b]	1.01 ± 0.05 [b]	2.12 ± 0.05 [b]	A
1.60± 0.21 [b]	1.16± 0.07 [b]	2.45± 0.05[b]	B
2.39± 0.21 [a]	1.52± 0.27[a]	4.34± 0.05[a]	C
1.02 ± 0.05 [c]	0.46 ±0.04[c]	1.66 ± 0.03 [c]	D

* Different small letters in each columnrepresents a significant difference in the level of 5%
*A: Low fat mozzarella cheese with rice starch hydrocolloid in a ratio of 0.05%, B: Low fat mozzarella cheese with rice starch hydrocolloid in the ratio of 0.025%, C: Hydrocolloid low fat mozzarella cheese (control A), D: High-fat mozzarella cheese (control 2)

همانطور که در جدول ٤مشاهده می شود بالاترین میانگین سفتی مربوط به نمونه Cشاهد ۱است که ٤/۳۵ نیوتن بوده و پایینترین میانگین سفتی نیز متعلق به نمونه شاهد ۲ یا تیمار Dمی باشد. نتایج نشان می دهد که سفتی به طور قطع با درصد چربی پنیر ارتباط مستقیم دارد به طوریکه پنیر کم چرب بدون هیدروکلوئید سفتی محسوس بیشتری نسبت به نمونه های دیگری داشت. ولی قابل توجه است که در کل نمونه ها با گذشت زمان سفتی کاهش می یابد؛ به طوریکه پس از گذشت ۳ ماه حتی از نصف هم کمتر می شود بین نمونه های حاوی نشاسته برنج تیمار A که درصد کمتری هیدروکلوئید داشت سفتی بیشتری را از خود نشان داد که به دلیل رطوبت کمتر آن است. چرا که نشاسته برنج خاصیت جذب آب بالایی دارد و در تیمار A که درصد آن کمتر است نگهداری رطوبت ضعیف تر شده و سفتی افزایش می یابد و در پنیر موزارلای پرچرب که درصد چربی بالاتر است سفتی به حداقل خود می رسد.بنابراین سفتی به دو عامل رطوبت و درصد چربی وابسته است که نسبت عکس دارند و افزودن نشاسته برنج با جذب رطوبت و بالا بردن آن میزان سفتی را کاهش می دهد و با گذشت زمان سبب کاهش سفتی و نرمتر شدن بافت پنیر

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-12-21]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.122.11.4]
[DOI: 10.52547/fsct.19.122.365]

می شود که بدلیل پروتئولیز و شکست زنجیره کازئین می باشد [۱۰، ۱۷].

٤- نتیجه گیری

نتایج به دست آمده در این پژوهش نشان داد افزودن نشاسته برنج به عنوان هیدروکلوئید جایگزین چربی سبب بهبود محسوس خواص رئولوژیکی پنیر موزارلای کم چرب می شود. همچنین مشخص شد ویژگیهای رئولوژیکی پنیر کم چرب تحت تأثیر درصد چربی، رطوبت و مدت زمان ماندگاری می باشد. با استفاده از هیدروکلوئید نشاسته برنج به عنوان جایگزین چربی می توان پنیری با ویژگیهای کیفی و بافتی مطلوب، ضمن داشتن درصد چربی پایینتر تولید کردکه در جلوگیری از بیماریهای قلبی و عروقی مؤثر است و نیازمصرف کنندگان را تأمین می کند. این پژوهش نشان داد که درصد چربی با پروتئین نسبت عکس دارند. ۱٪کاهش چربی می تواند تقریباً منجر به افزایش ۰/۵ درصد پروتئین گردد. افزایش در میزان نشاسته برنج توانست ذوب پذیری را افزایش دهد. در میزان کشسانی تأثیر مثبت و افزاینده داشته وسفتی پنیر را کاهش داد و همچنین درصد سطح روغنی شده را کاهش داده و روغن آزاد را که یک عیب در پنیر موزارلا محسوب می شود، کاهش داد. بنابراین مصرف نشاسته برنج در مقدار مشخص و مناسب می تواند خواص حسی مطلوب را برای تولید پنیر موزارلای کم چرب فراهم آورد تا بتواند از نظر کیفیتی با پنیر پرچرب رقابت کند.

٥- منابع

[1] Oberg, E.N., Oberg, 1C.J., Motawee, M.M., Martini, S., McMahon, D.J., 2015. Increasing stringiness of low-fat mozzarella string cheese using polysaccharides. J. Dairy Sci. 98:4243–4254. http://dx.doi.org/10.3168/jds.2014-8733

[2] Fox, P.F.; McSweenay, P.L.H.; Cogan, T.M. & Guinee,T.P. 2004. Cheese: Chemistry, physics and Microbiology . Third Edition .Academic press.78:1904-1920

[3] Iranian Institute of Standards and Industrial Research, 2011. Mozzarella cheese (pizza cheese) - Features of test methods, Iranian National Standard, No. 4658.

[4] Guinee, J.P. & law, B.A. 2002. Role of milk fat in hard and semi hard cheeses .Pages 275-331 in fast in food technology, 1st Ed. K. K. Rajah, Ed. Sheffield Academic Press Publ. Ltd.UK.

[5] Tunik, M. 1994. Effect of homogenization and proteolysis on free oil in Mozzarella cheese. J Dairy Sic, 1994. 7:487-2493.

[6] Johnson, M.E.; Chen, C.M. & Jaeggi, J.J. 2001. Effect of rennet coagulation time on composition, yield and quality of reduced – fat cheddar cheese. J. Dairy Sic .84:1027-1033.

[7] Dimatteo, M.; Chiovitti, G. & Addeo, F.1982. changes in mozzarella cheese composition during storage, Sci. Tec. Latt.-casearia, 33,197-213.

[8]Oberg, C.j. 1991. factor affecting stretch, melt, and cook color in mozzarella cheese. Marschall Italian & specialty cheese seminars.

[9] Dai, S., Jiangc, F., Shahb, N., Corked, H. 2019. Functional and pizza bake properties of Mozzarella cheese made with konjac glucomannan as a fat replacer. Food Hydrocolloids. 92 , 125–134

[10] Zhang, D., Kristian Lillevang, S., Shah, N., 2021, Influence of pre-acidification, and addition of KGM and whey protein-based fat replacers CH-4560, and YO-8075 on texture characteristics and pizza bake properties of low-fat Mozzarella cheese. LWT - Food Science and Technology. 137, 110384

[11] Ghanbari, A., Khosroshahi, A., Mortazavi, A., Tavakolipour, H. 2011. The effect of xanthan gum on the textural and rheological properties of Iranian white cheese, Quarterly Journal of Food Science and Technology, 33 (11): 56-47.

[12] Mazaheri Nasab, M., 2009. Investigation of the combined effect of two types of fat substitutes on physical, chemical and sensory properties of low-fat mozzarella cheese, M.Sc. Thesis. Mashhad Ferdowsi University

[13] Ashogban A. O., Akintayo E. T. 2012. Morphological, functional and pasting properties of starchesseparated from rice cultivars grown in Nigeria. International Food Research, 19, 665-671.

[14] Kindstedt, P.S., and Rippe, J.K., 1989. Rapid quantitived test for free oil(oiling off) in melted cheese. J Dairy Sci .73:867-873.

[15] Fife, R.L.; McMahon, D.J. & Oberg, C.J. 1996. Functionality of low fat Mozzarella cheese, Journal of Dairy Schience, 79:1903-1910.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-12-21]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.122.11.4]
[DOI: 10.52547/fsct.19.122.365]

[16] Ghasemi, E.,Loghmanifar, S.,Salar, S., 2020. The effect of adding date kernel powder on the qualitative and sensory properties of spongy cake. *Journal of Novel Applied Sciences*.9 (3); 47-53

[17] Wadhwani, R., McManus , W.R., McMahon, D.J., 2011. Improvement in melting and baking properties of low-fat Mozzarella cheese. J. Dairy Sci. 94 :1713–1723. doi: 10.3168/jds.2010-3952

[18] Schreiber, R.; Neuhauser, S.; Schindler, S. & Kessler, H.G. 1998. Incorporation of whey protein aggregates in semi-hard cheese .part 1: optimizing processing parameters .Deutsche milchwirtschaft, 49:958-962.

[19] Wang, H.H. & Sun, D.W. 2002. Melting characteristics of cheese: Analysis of effects of cooking conditions using computer vision technology. Journal of food Engineering, 51:305-310.

[20] 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.82:66-672.

[21] Masi, P. & Addeo, f. 1986. An examination of some mechanical properties of a group of Italian cheeses and their relationship to structure and conditions of manufacture . Journal of food Engineering 5:217.

[22] McMahon, D.J.; Alleyene, M.C.; Fife, R.L. & Oberg, C.J. 1996.use of fat replacer in low fat mozzarella cheese. J. Dairy Sci.79:1911-1912.

[23] Rudan, M.A.; Barbano, D.M. & kindstedt, P.S. 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] Rowney, M.K.; Roupas, p.; Hickey, M.W. & Everett, D.W. 2003. the effect of composition strethching and cooking tempreture on free oil formation in mozzarella curd. J Dairy Sci.2003.86:449-456.

[25] Koca, N. & Metin, M. 2004. Textural, melting and sensory properties of low –fat fresh kashar cheese produced by using fat replacers. International Dairy J.14:365-37.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-12-21]

[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.122.11.4]

[DOI: 10.52547/fsct.19.122.365]

Iranian Journal of Food Science and Technology

Homepage:www.fsct.modares.ir

Scientific Research

Effect of rice starch hydrocolloid on fat content and rheological properties of low-fat mozzarella cheese

Rafiei, R. [1], Roozbeh Nasiraei, L. [2], Emam-Djomeh, Z. [3]*, Jafarian, S. [4]

1. PhD student, Department of Food Science and Technology, Islamic Azad University, Nour Branch, Nour, Iran.
2. Assistant Professor, Department of Food Science and Technology, Islamic Azad University, Nour Branch, Nour, Iran.
3. Professor, Department of Food Science and Technology, University of Tehran, Tehran, Iran
4. Assistant Professor, Department of Food Science and Technology, Islamic Azad University, Nour Branch, Nour, Iran.

ABSTRACT

Scientific evidence suggests an association between high fat intake and obesity, hardening of the arteries, cardiovascular disease, high blood pressure, tissue damage and certain types of cancer. The growth of pizza cheese production and consumption in the preparation of many foods from one On the other hand, the increasing growth of cardiovascular diseases as well as obesity in many developed western countries has made low-fat mozzarella cheese one of the topics studied and researched all over the world. In this study, the effects of using rice starch as a fat substitute hydrocolloid on the rheological properties of low-fat mozzarella cheese were investigated. Thus, in two concentrations of 0.05% and 0.025%, the above hydrocolloids were examined and low-fat mozzarella cheese without fat substitute was considered as a control sample. All experiments were performed in three time periods: production, 3 months after production and 6 months after production, which is the date of consumption of cheese. The results showed that the use of this hydrocolloid led to obvious differences in the rheological properties of low-fat mozzarella cheese. So that it increased the moisture content of low-fat cheese and as a result the melting of this cheese increased and caused a significant decrease in the percentage of oil level and due to the increase in moisture content and protein percentage the elasticity of the cheese increased significantly and the cheese texture. The hardness improved and the hardness decreased, resulting in a more desirable cheese-like mouthfeel.

ARTICIE INFO

Article History:

Received 2021/ 05/ 16
Accepted 2021/ 11/ 30

Keywords:

Low fat mozzarella cheese,
Hydrocolloid,
Rice starch,
Fat substitute.

DOI: 10.52547/fsct.19.122.365

DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.122.11.4

*Corresponding Author E-Mail:
emamj@ut.ac.ir

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-12-21]

[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.122.11.4]

[DOI: 10.52547/fsct.19.122.365]