فصلنامه علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران
سال اول، شماره ۲، پاییز ۱۳۸۵ ، صفحات ۵۵ تا ۶۱

تأثیر کاهش چربی و استفاده از جانشین چربی بر پایه کنسانتره پروتئینی آب پنیر روی ویژگیهای رئولوژیکی پنیر موزارلای کم چرب

طاهره جهانی [۱] ، مهین آذر [۲]

۱- نویسنده مسئول: کارشناس ارشد علوم و صنایع غذایی، پست الکترونیکی: shifteh_j@yahoo.com

۲- دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده علوم تغذیه و صنایع غذایی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی

تاریخ دریافت: ۸۵/۴/۳۱ تاریخ پذیرش: ۸۵/۶/۲۹

چکیده

سابقه و هدف: موزارلا، یک پنیر نرم از خانواده پاستافیلاتا (Pasta filata) است که ۱۸تا ۲۴ درصد چربی دارد. با توجه به افزایش شیوع بیماریهای مزمن از قبیل چاقی، بیماریهای قلبی عروقی و سرطان، کاهش چربی و انرژی مواد غذایی، یکی از راهکارهای مهم است. هدف این تحقیق کاهش چربی پنیر موزارلا تا حد ۶ ٪ با افزودن کنسانتره پروتئینی آب پنیر و تاثیر آن روی خواص رئولوژیکی پنیر کم‌چرب بود.

مواد و روشها: پنیر موزارلای کم‌چرب با استفاده از جانشین چربی در ۳ درجه خلوص پروتئینی ۳۵ ٪ ، ۵۳ ٪ و ۹۰ ٪ در دو سری تیمار هموژن و غیر هموژن با ۶ ٪ چربی و نیز موزارلای پُرچرب با ۱۸ ٪ چربی تولید شد. جانشینهای چربی مورد استفاده عبارت بودند از: Dairy-Lo با ۳۵ ٪ پروتئین ، Simplesse با۵۳ ٪ پروتئین و 907Lsi با ۹۰ ٪ پروتئین . پنیر کم چرب با استفاده از روش McMahon ابتدا در مقیاس آزمایشگاهی و سپس در حجم ۱۰۰ کیلو شیر تولید شد. آزمونهای رئولوژیکی انجام شده عبارت بودند از: قابلیت کشسانی، قابلیت ذوب، سفتی و قابلیت خروج روغن آزاد. تمام آزمونها در ۴ مقطع زمانی ۱ ، ۷ ، ۱۴ و ۲۸ روز پس از نگهداری در دمای $4^{\circ}C$ انجام شد.

یافته ها: نتایج نشان داد که تمام جانشینهای چربی بر پایه کنسانتره پروتئینی آب پنیر، سبب بهبود ویژگیهای رئولوژیکی موزارلای کم‌چرب شدند. همچنین با گذشت زمان تا روز بیست و هشتم قابلیت ذوب و خروج روغن آزاد، افزایش یافت. قابلیت کشسانی تا روز چهاردهم افزایش و پس از آن، کاهش نشان داد . میانگین سفتی تا روز بیست و هشتم کاهش یافته و پنیر نرمتر شد. همچنین در نمونه های هموژن قابلیت ذوب بیشتر و خروج روغن آزاد، سفتی و قابلیت کشسانی کمتر از تیمارهای هموژن بود. با اینکه چربی با خواص رئولوژیکی مرتبط است، اما با جانشین کردن چربی با کنسانتره پروتئینی آب پنیر رطوبت بالا می رود که این مسئله می تواند تا حد زیادی سبب بهبود خواص رئولوژیکی و در بعضی موارد، حتی بهتر از نمونه پُرچرب شود.

پیشنهادات: پیشنهاد می‌شود پنیر فرایند شده تولید داخل کشور با موزارلای تولیدی مقایسه شده و آزمونهای میکروسکپی بافت هم به منظور قضاوت بهتر انجام شود.

واژگان کلیدی: پنیر موزارلا ، چربی، کنسانتره پروتئینی آب پنیر ، خواص رئولوژیکی

• مقدمه

پنیر موزارلا مهمترین پنیر از خانواده پاستافیلاتا (Pasta filata)محسوب می‌شود. پاستافیلاتا به زبان ایتالیایی به پنیرهای نرم و کشدار اطلاق می‌شود که تکنولوژی ساخت و مصرف این نوع پنیرهای کشدار از ویژگیهایی خاصی برخوردار است. این محصولات مدتها پیش در جنوب ایتالیا- جایی که شیر به طور خود به خود به خاطر فقدان زنجیره سرما و حرارت بالای محیط ترش می‌شد، به وجود آمد. تولیدکنندگان پنیر تلاش کردند تا از شیر تخمیر یافته در تولید پنیر استفاده کنند و به این ترتیب موزارلا به وجود آمد. انواع مهم این دسته از پنیرها عبارتند از: پنیرهای موزارلا، پرووولون، کاسیوکاوالو (که اصطلاحاً کاشی کاوالو گفته می‌شود) رومانو و گرانا .

پنیر موزرالا را می توان بر حسب موارد زیر طبقه‌بندی کرد:

۱) نوع شیر مورد استفاده (گاو یا بوفالو)

۲) مقدار رطوبت یا چربی

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-22]

۳) تکنولوژی تولید (بیولوژیکی ، شیمیایی یا ترکیبی از هر دو)
۴) نوع مصرف (به همان شکلی که هست، به عنوان جزئی از غذا یا در تهیه پیتزا)
۵) نوع بسته بندی و محتوای تشکیل دهنده (۲) .

پنیر موزارلای کم‌چرب: بر اساس استاندارد کدکس، پنیر کم‌چربی، پنیری است که ماده خشک آن ۲۵ – ۱۰ ٪ چربی داشته باشد. از طرف دیگر، قوانین آمریکا پنیر کم‌چرب را چنین تعریف می‌کند: پنیر کم‌چرب، پنیری است که در آن حداکثر چربی در هر واحد مصرف (serving) یعنی هر ۵۰ گرم فراورده برابر ۳۰ گرم یا بیش از ۲ قاشق مرباخوری است (۷). مطابق استاندارد ارائه شده از سوی مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، میزان چربی در پنیر موزارلای پرُچرب باید حداقل ۳۵٪ ماده خشک باشد (۱).

حذف چربی در پنیر، تاثیر معکوسی بر ویژگیهای کیفی آن می‌گذارد. بنابراین، استفاده از یک جانشین چربی می‌تواند اثرات نامطلوب ناشی از حذف چربی را تا حد زیادی جبران کند. در این تحقیق از جانشین چربی بر پایه پروتئین استفاده شده است. این ترکیبات ضمن بهبود ارزش تغذیه‌ای، افزایش پروتئین و بازده نسبت به محصول کم‌چرب و بدون جانشین چربی ، بهترین تاثیر را در حفظ ویژگیهای رئولوژیکی و حسی پنیر دارند (۶).

• مواد و روشها

آغازگر، رنت و شیر: شیر بدون چربی با خامه ۳۰ تا ۳۵ درصد مخلوط شد. به طوری که نسبت کازئین به چربی در حدود ۴/۵ تعدیل شود. در تیمارهای هموژن، خامه تا ۱۳۰ بار هموژن شد. رنت یا آنزیم رنین از کشور ژاپن و آغازگر ترموفیل شامل لاکتوباسیلوس هلوتیکوس و استرپتوکوکوس ترموفیلوس از شرکت ساکو آلمان تهیه شد.

جانشین چربی: جانشینهای چربی مورد استفاده ۳ نوع کنسانتره پروتئینی آب پنیر با نامهای تجارتی و شرکتهای Dairy-Lo® (karbery Group,Bllineen co) با درجه خلوص ۳۵ ٪ و Simplesse® (Cpkelco co) با درجه خلوص ۵۳ ٪ و همچنین Lsi907 (Protarmor co) با درجه خلوص ۹۰ ٪ تهیه و در پنیر، مورد استفاده قرار گرفتند. Dairy-Lo با نسبت ۲/۵ گرم در کیلوگرم شیر® Simplesse به نسبت ۰/۴تا ۰/۵ گرم در کیلوگرم شیر و Lsi907 به نسبت ۰/۲۵در دمای $4^{o}C$ افزوده شد و کاملا مخلوط شد.

تولید پنیر: تولید پنیر ابتدا در مقیاس آزمایشگاهی در بهرهای ۱۰ لیتریِ شاهد و کنترل انجام شد. پس از تعدیل فرمولاسیون در مقیاس ۱۰۰ لیتر شیر، موزارلای کم‌چرب با استفاده از جانشین چربی تولید شد. آغازگر مورد استفاده از نوع ترموفیل شامل دو گونه لاکتوباسیلوس هلوتیکوس و استرپتوکوکوس ترموفیلوس با ایجاد شرایط پیش رسیدن تا رسیدن به اسیدیته کمتر از ۸۰ تهیه و مورد استفاده قرار گرفت. تولید پنیر با استفاده از روشMcMahon و همکاران در سال ۱۹۹۶ در ۴ بهر (۲ بهر کنترل و ۲ بهر شاهد) انجام شد (۶). PH شیر تا رسیدن به ۵/۸ با کمک اسید سیتریک (پیش اسیدی کردن) تعدیل شد. سپس آغازگر ، کلرید کلسیم و رنت افزوده شد . پس از گذشت ۱۰ دقیقه برش لخته انجام شد و آب پنیر تا رسیدن به اسیدیته ۱۷ خارج شد. سپس لخته ها به قالب منتقل شده و تا رسیدن به PH برابر ۵ تا ۵/۱ درون قالب نگهداری شد. پخت و کشش پنیر در آب داغ $82^{o}C$ با افزودن نمک درسطلهای استیل ۱۰ لیتری انجام گردید. سپس لخته ها کمی خنک شده، بسته بندی تحت خلأ انجام و به سردخانه $4^{o}C$ منتقل شد.

حاصل تولید ۹ تیمار به شرح زیر بود:

- تیمار A: پنیر موزارلای کم‌چرب با جانشین چربی بر پایه کنسانتره پروتئینی آب پنیر با درجه خلوص ۹۰ ٪ (907Lsi)
- تیمار B: پنیر موزارلای کم‌چرب با جانشین چربی بر پایه کنسانتره پروتئینی آب پنیر با درجه خلوص ۳۵ ٪ (Dairy-Lo)
- تیمار C: پنیر موزارلای کم‌چرب و بدون جانشین چربی (شاهد ۲)
- تیمار D : پنیر موزارلای پرچرب (شاهد ۱)

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-22]

- تیمار E: پنیر موزارلای کم‌چرب با جانشین چربی کنسانتره پروتئینی آب پنیر با درجه خلوص ۵۳ ٪ (Simplesse)
- تیمار F: تیمار A + تکنیک هموژنیزاسیون
- تیمار G: تیمار B + تکنیک هموژنیزاسیون
- تیمار H: تیمار C + تکنیک هموژنیزاسیون (شاهد ۳)
- تیمار I: تیمار E + تکنیک هموژنیزاسیون

روش‌های آزمون: کلیه آزمونهای شیمیایی در روزهای۱، ۷، ۱۴ و ۲۸ و آزمونهای حسی در روز هفتم پس از نگهداری در دمای $4^{o}C$ انجام شد. مقدار رطوبت، PH ، چربی و پروتئین موزارلا به ترتیب با استفاده از روش آون خلاء ، pH متر دیجیتال و روش ژربر و کلدال اندازه‌گیری شد (۱). برای انجام آزمونهای رئولوژیکی مانند قابلیت ذوب از روش Shreiber (۱۲)، (شکل۱)، قابلیت کشسانی، از روش Fork (شکل۲) (۱۲)، سفتی، از روش Penetration ، (شکل۳) و خروج چربی، از روش سانتریفوژ(۵) استفاده شد.



شکل ۱ – روش اندازه‌گیری قابلیت ذوب (Shreiber Test)



شکل۲ – روش اندازه‌گیری قابلیت کشسانی (Fork Method)



شکل ۳ – اندازه‌گیری سفتی (penetration Test)

روش آماری مورد استفاده: این تحقیق از نوع تجربی بود. زیرا دارای خصوصیات مداخله، انتخاب تصادفی و گروه شاهد بود. در این تحقیق از روش آنالیز واریانس (ANOVA) و T زوجی (Paired sample test) و تعیین میانگین و انحراف معیار جهت مقایسه تیمارها و شرایط آزمون در سطح ۰/۰۵ = α و با اطمینان ۹۵ ٪ استفاده شد.

• یافته ها

نتایج نشان داد که میانگین درصد چربی در نمونه شاهد۱ برابر۰±۱۸ (۰±۴۰/۶۴ در ماده خشک) و در شاهد۲ و سایر تیمارهای کم‌چرب ۰±۶ الی۰± ۶/۵ (۰±۱۴ الی ۰±۱۵/۹ در ماده خشک) بود که این تغییرات صرفاً مربوط به تکنولوژی تولید و ماهیت سیستم غیرمداوم یا Batch است. یافته ها حاکی از آن بود که بالاترین میانگین درصد پروتئین در بین تیمارها و گروه شاهد مربوط به تیمار I و برابر ۰±۳۱/۸ و کمترین درصد میانگین به نمونه شاهدD و معادل ۰±۲۶/۱۷ مربوط بود که این اختلاف بین تیمارها از لحاظ آماری، معنی‌دار بود($p \leq 0.0001$).

دربارهٔ رطوبت مشخص شد که کمترین میانگین مربوط به نمونه شاهد۱ (D) و معادل ۲۶ /۰ ±۵۵/۲۱ و بیشترین میانگین مربوط به تیمار G (۰/۱۷ ± ۶۱/۰۹) بود ($p \leq 0.0001$). همچنین در همه تیمارها با گذشت زمان از روز ۱ الی ۲۸ رطوبت، کاهش یافت که در این میان، بیشترین تغییر، به تیمارهای F و G و کمترین

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-22]

تغییر بـه نمونـه شـاهد ۱ (D) مربـوط بـود. در هنگـام مقایـسه رطوبـت روز اول پـس از تولیـد در تیمارهـای هموژن با غیر هموژن مشخص شد که میـانگین رطوبـت در تیمارهای هموژن، اندکی بالاتر است که ایـن اخـتلاف تنها در دو سری تیمار هموژن و غیر همـوژن یعنـی B و G، ($p \leq 0.013$) و E و I معنی‌دار بود ($p \leq 0.0001$).

مقایسه قابلیت کشسانی بین تیمارها نشان داد که در تمام روزها اختلاف بین نمونه‌ها قابل توجه بود. در روز اول، بالاترین مقدار به نمونه‌های B و E مربوط بود (معادل ۰± ۷۴ سانتی‌متر). با گذشت زمان نگهداری نیز همچنان بالاترین مقدار را به خود اختصاص داده بود. مقدار کشسانی با گذشت زمان از روز ۱ تا ۱۴ افزایش و پس از آن در تمام تیمارها تا روز ۲۸ کاهش یافت. در روز اول در مقایسه شاهد۱ (D) با سایر تیمارها قابلیت کشسانی تیمارهای B و E بالاتر (۰± ۷۴ در مقایسه با ۰± ۷۰) و تیمار A اندکی کمتر (۰± ۶۵ در مقایسه با ۰± ۷۰) بود.

قابلیت کشسانی در نمونه‌های غیرهموژن، بیشتر از نمونه‌های هموژن بود. به دلیل اینکه میانگین تکرارها در هر مقطع زمانی ثابت بود، تمام نتایج در ذات خود قابل تعمیم به کل جامعه آماری بودند.

جدول۱– مقایسه قابلیت کشسانی موزارلای کم‌چرب دارای جانشین چربی و گروه شاهد در ۴ مقطع زمانی ۱، ۷، ۱۴ و ۲۸ روز پس از نگهداری در ۴°C

تیمار	قابلیت کشسانی (cm)			
	روز اول	روز ۷	روز ۱۴	روز ۲۸
A	۶۵	۱۲۰	۱۲۰	۶۰
B	۷۴	۱۳۰	۱۳۰	۹۰
C	۶۸/۵	۱۰۰	۱۰۰	۴۰
D	۷۰	۱۳۰	۱۳۰	۴۵
E	۷۴	۸۰	۸۰	۵۰
F	۵۵	۸۰	۸۰	۳۷
G	۶۸	۱۳۰	۱۳۰	۳۳
H	۲۵	۴۰	۴۰	۳۵
I	۴۶	۸۰	۸۰	۷۲

مقایسه قابلیت ذوب در بین نمونه‌ها نشان داد که بیشترین قابلیت ذوب در بین نمونه‌ها در روز اول مربوط به تیمار G (معادل۰± ۷ میلی‌متر) و کمترین میانگین قابلیت ذوب مربوط به تیمارهای F ، A و C (معادل ۰± ۴ میلی‌متر) بود . همچنین مقایسه تیمارها و گروه شاهد در طول زمان نشان داد که با گذشت زمان نگهداری در ۴°C ، قابلیت ذوب، افزایش می‌یابد. به هر حال در پایان روز بیست و هشتم، شاهد۱ (D) بالاترین قابلیت ذوب و شاهد ۳ (H) پایین‌ترین قابلیت ذوب را داشتند. همچنین در مقایسه تیمارهای هموژن با غیرهموژن مشخص شد که قابلیت ذوب در نمونه‌های هموژن بیشتر از نمونه‌هایی است که در تولید آنها هموژنیزاسیون به کار نرفته است. به دلیل ثابت بودن میانگین قابلیت ذوب در تکرارها، تمام نتایج قابل تعمیم به کل جامعه آماری بود.

جدول ۲– مقایسه قابلیت ذوب موزارلای کم‌چرب دارای جانشین چربی و گروه شاهد در ۴ مقطع زمانی ۱، ۷، ۱۴ و ۲۸ روز پس از نگهداری در ۴°C

تیمار	قابلیت ذوب (cm)			
	روز اول	روز ۷	روز ۱۴	روز ۲۸
A	۴	۶	۷	۱۰
B	۶	۶	۷	۹
C	۴	۶	۶	۹
D	۵	۱۰	۱۰	۱۱
E	۵	۶	۷	۸
F	۴	۷	۹	۱۰
G	۷	۸	۸	۹
H	۵	۵	۵	۶
I	۶	۷	۷	۸

بالاترین میانگین درصد روغن آزاد (FO) در تمام روزهای ۱ الی ۲۸ پس از نگهداری در ۴°C مربوط به شاهد ۱ (D) و معادل ۰ ± ۳/۲۵ و کمترین میانگین درصد روغن آزاد مربوط به تیمارهای E ، H ، F ، G و I و برابر صفر بود.

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-22]

همچنین با گذشت زمان، میانگین درصد روغن آزاد در تمام تیمارها و گروه شاهد بجز تیمار B و F که ثابت ماند، افزایش یافت. این افزایش در نمونه شاهد ۱ (D)، بیشترین مقدار را به خود اختصاص داد (۳/۵ واحد از ۰ ± ۳/۲۵ به۰ ± ۶/۷۵). ولی در سایر تیمارها و گروه شاهد، افزایش قابل توجهی نداشت. میانگین درصد روغن آزاد در نمونه‌های غیرهموژن بالاتر از نمونه‌های هموژن بود.

جدول ۳ – مقایسه تشکیل روغن آزاد موزارلای کم‌چرب دارای جانشین چربی و گروه شاهد در ۴ مقطع زمانی ۱، ۷، ۱۴ و ۲۸ روز پس از نگهداری در ۴°C

تیمار	تشکیل روغن آزاد (٪)			
	روز اول	روز ۷	روز ۱۴	روز ۲۸
A	۰/۵	۰/۵	۰/۷۵	۰/۷۵
B	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵
C	۰/۵	۰/۵	۰/۷۵	۰/۷۵
D	۳/۲۵	۳/۲۵	۴/۵	۶/۷۵
E	۰	۰	۰	۰/۵
F	۰	۰	۰/۲۵	۰/۲۵
G	۰	۰	۰	۰
H	۰	۰	۰	۰/۵
I	۰	۰	۰/۲۵	۰/۵

بالاترین میانگین سفتی مربوط به نمونه شاهد ۲ (C) و برابر و ۴/۵ ±۰/۶۴ و پایین‌ترین میانگین سفتی مربوط به تیمار G و معادل۰/۱۱ ± ۱/۴ بود (جدول ۴). در تمام نمونه‌ها بالاترین سفتی به روز اول مربوط بود و با گذشت زمان، سفتی کاهش یافت ($p \leq 0.0001$). در مجموع، نتایج حاکی از آن بود که بعد از شاهد۱ (D) کمترین میانگین سفتی به تیمار G مربوط بود و پس از آن به ترتیب در تیمارهای H ، A ، I ، E و C سفتی بالاتر بود ($p \leq 0.0001$). میانگین سفتی در تیمارهای هموژن کمتر بود. این اختلاف در روز بیست و هشتم تنها در تیمارهای B و G ($p \leq 0.64$) ، در روز چهاردهم در شاهد۲ و تیمار H ($p \leq 0.0001$) و همچنین در تیمارهای E و I ($p \leq 0.73$) معنی‌دار و در روز هفتم در تیمارهای A و F ($p \leq 0.39$) و در روز اول در تیمارهای A و F ($p \leq 0.45$) معنی‌دار نبود . در سایر موارد، اختلافات معنی‌دار و قابل تعمیم به کل جامعه آماری بود.

جدول ۴– مقایسه سفتی موزارلای کم‌چرب دارای جانشین چربی و گروه شاهد در ۴ مقطع زمانی ۱، ۷، ۱۴ و ۲۸ روز پس از نگهداری در ۴°C

تیمار	سفتی (نیوتن)			
	روز اول	روز ۷	روز ۱۴	روز ۲۸
A	۲/۳۷±۰/۲	۱/۶۷±۰/۹۱	۱±۰/۰۱۸	۱/۱۸±۰/۲۷
B	۴±۰/۴۶	۱/۵۳±۰/۱۹	۰/۹۱±۰/۰۵۱	۰/۸±۰/۴۳
C	۴/۵±۰/۶۴	۲/۶۴±۰/۴۱	۱/۷۵±۰/۱۳	۱/۵۸±۰/۳۲
D	۱/۶۸±۰/۱۶	۱/۲۵±۰/۰۵۲	۰/۶۳±۰/۰۳۵	۰/۴۹±/۰۳۵
E	۳/۷۴±۰/۴	۳/۴۸±۰/۲۱	۲/۱±۰/۴۳	۲±۰/۰۱
F	۲/۱۶±۰/۱۸	۱/۹۷±۰/۳۱	۱/۲۵±۰/۲۶	۱±۰/۲
G	۱/۴±۰/۱۱	۰/۷۱±۰/۱	۰/۷۵±۰/۱۶	۰/۸۹±۰/۰۵۲
H	۲/۲±۰/۰۷	۱/۵۴±۰/۲۸	۱±۰/۰۷	۱/۲۶±۰/۲۷
I	۲/۵۷±۰/۳	۲/۶۲±۰/۵۴	۲/۴۳±۰/۳۱	۱/۶±۰/۵۷

میزان سفتی بر اساس مقدار نیروی وارده بر واحد سطح تعریف شده است که همان مقدار نیروی لازم برای اولین خرد شدن پنیر توسط دندان آسیا می‌باشد.

• بحث

قابلیت کشسانی: وقتی کشسانی پنیر در اندازه‌گیری با چنگال برابر ۳ اینچ یا ۷/۶ سانتی‌متر باشد، گفته می‌شود که پنیر، کشسانی مطلوبی دارد(۱۴). در این تحقیق، همه تیمارها کشسانی استانداردی داشتند و در همه موارد، کشسانی خیلی مطلوبتر از حد انتظار یعنی بسیار بیشتر از ۳ اینچ بود. اما هدف از مقایسه، بررسی تاثیر تغییرات فرایند و عوامل مؤثر بود.

از جمله عواملی که در قابلیت کشسانی تاثیر دارند رطوبت، میزان پروتئولیز و به طور کلی تکنولوژی تولید است. نتایج نشان داد که قابلیت کشسانی، ارتباط مستقیمی با چربی ندارد. زیرا در روز اول پس از نگهداری در ۴°C بیشترین قابلیت کشسانی مربوط به نمونه‌های B و E بود که هر دو شامل نمونه‌های کم‌چرب بودند. در حالی که پنیر شاهد ۱ یعنی نمونه پرُچرب قابلیت کشسانی کمتری داشت. در نمونه‌های ذکر شده میانگین

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-22]

درصد رطوبت در تیمار B بالا (۳۶ ± ۵۹) ولی در تیمار E تقریباً نزدیک به شاهد ۱ ولی بالاتر از آن بود (۵۵/۲۱±۰/۲۶ در مقایسه با ۵۵/۷۲±۰/۱۲). بنابراین، مشاهده می‌شود که بین رطوبت و قابلیت کشسانی، ارتباطی وجود دارد.

با گذشت زمان که قابلیت کشسانی تا روز ۱۴ افزایش و پس از آن در تمام تیمارها کاهش یافت. از روز ۱۴ به بعد قابلیت کشسانی پنیر کاهش یافت و تقریباً به روز اول نزدیک شد. علت این امر شناخته شده نیست. اما ممکن است یکی از دلایل، کاهش رطوبت با گذشت زمان باشد. از طرفی نتایج نشان داد که در تیمارهای غیرهموژن، قابلیت کشسانی بالاتر از تیمارهای هموژن بود. در این زمینه، تحقیقات زیادی صورت نگرفته است، اما ممکن است دلیل این امر، پروتئولیز بیشتر در تیمارهای هموژن باشد .

قابلیت ذوب: نتایج این تحقیق نشان داد که قابلیت ذوب در روز اول پس از نگهداری در $4^{\circ}C$ تیمارهای دارای جانشین چربی در مقایسه با شاهد پرچرب در یک حد بوده و حتی در تیمار B بالاتر بود. در مقایسه تیمارهای مختلف با شاهد ۲ که جانشین چربی نداشت، قابلیت ذوب تفاوت چندانی نمی‌کرد. این مساله نشان می‌دهد که گرچه پروتئین‌های آب پنیر در بهبود خواص رئولوژیکی محصول، نقش تعیین کننده‌ای داشتند، اما به نظر می‌رسد که رطوبت علت مهمتری در قابلیت ذوب باشد این نتیجه با نتایج مطالعات McMahon و همکاران (۱۹۹۶) همخوانی داشت. در این رابطه ممکن است علت، گرمای ویژه آب باشد. پروتئین‌های آب پنیر به دلیل به دام انداختن رطوبت در شبکه پروتئینی باعث بهبود خواص رئولوژیکی می شوند. در این زمینه بین تیمارهای هموژن و غیرهموژن، تفاوت چندانی وجود نداشت، اما سرعت ذوب شدن در تیمارهای هموژن، بالاتر از تیمارهای غیرهموژن بود. همچنین با گذشت زمان نگهداری قابلیت ذوب در تمام نمونه‌ها افزایش یافت. این نتایج با نتایج تحقیقات Hassan و همکاران (۲۰۰۰)، Zalazar و همکاران (۱۹۹۸) و Mcmahon و همکاران (۱۹۹۶) و Rudan و همکاران(۱۹۹۸) همخوانی داشت. اما در شاهد۱ در پایان روز بیست و هشتم این قابلیت ذوب به حدی بود که روانی بیش از حد داشت و به دلیل جاری شدن روی پیتزا ظاهر آن را نامطلوب می‌ساخت.

روغن آزاد (Fo): تشکیل روغن آزاد در موزارلا یک نقص کیفی است. نتایج این تحقیق نشان داد که قابلیت تشکیل روغن آزاد در شاهد پرچرب نسبت به تیمارهای کم چرب در تمام مقاطع زمانی ۱ ، ۷ ، ۱۴ و ۲۸ روز بعد از نگهداری در $4^{\circ}C$ بالاتر بود. این مسئله نشان می‌دهد که چربی با تشکیل روغن آزاد، نسبتِ مستقیم دارد. این نتایج با نتایج تحقیق Rowney و همکاران (۲۰۰۳) همخوانی داشت. اندازه گلبولهای چربی مستقیماً با تشکیل روغن آزاد، مرتبط است. به همین دلیل، هموژنیزاسیون که گلبولهای چربی را کوچک می‌کند، سبب کاهش تشکیل روغن آزاد می‌شود. در تحقیق حاضر هم میزان تشکیل روغن آزاد در تیمارهای هموژن، کمتر و در اغلب موارد در روزهای اول صفر بود. این نتیجه با نتیجه تحقیق Tunik و همکاران (۱۹۹۴) در یک راستا بود. همچنین با گذشت زمان میزان روغن آزاد افزایش یافت که در این مورد هم نتایج مشابه تحقیقات سایر محققان بود. (Tunik,1994 and Rowney,2003) .

سفتی: در این تحقیق با کمک دستگاه اندازه‌گیری سفتی (Instron,TPA Analyzer, Germany) میزان سفتی (Hardness) با تکنیک Penetration اندازه‌گیری شد. نتایج تحقیق به طور واضح نشان داد که میزان سفتی شاهد ۱ کمتر از تیمارهای کم‌چرب و سفتی شاهد ۲ از تمام تیمارها بیشتر بود. این مساله ثابت می‌کند که اولاً چربی در نرمی بافت، نقش مستقیم دارد . همچنین افزودن پروتئین‌های آب پنیر، سفتی را کاهش می‌دهد. همچنین گذشت زمان که سبب کاهش سفتی و نرمی بیشتر نمونه‌ها شد می‌تواند مربوط به پروتئولیز و شکست زنجیره کازئین باشد . همچنین مشخص شد که هموژنیزاسیون سبب نرمی بافت می‌شود که دلیل آن احتمالاً مربوط به رطوبت بالاتر و پروتئولیز بیشتر نسبت به تیمارهای غیرهموژن بود.

نتیجه‌گیری و پیشنهادات: نتایج این تحقیق نشان داد که افزودن جانشینهای چربی سبب بهبود خواص

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-22]

رئولوژیکی پنیر موزارلای کم‌چرب می‌شود. همچنین هموژنیزاسیون بجز در مورد کشسانی در بقیه موارد روی ویژگیهای رئولوژیکی، تاثیر مطلوب داشت. همچنین با توجه به اصلاحاتی که در فرایند تولید، به عمل آمد و با وجود تحقیقاتی که تاکنون انجام شده و رطوبت را تنها عامل بهبود ویژگیها معرفی کرده است، در این تحقیق با بالا بودن رطوبت نمونهٔ کم‌چرب و بدون جانشین چربی و مغایر بودن خواص رئولوژیکی و حسی آن با تیمارهای کم‌چرب و دارای جانشین چربی مشخص شد که عوامل دیگری از قبیل ماهیت خود پروتئین‌های آب پنیر نیز در بهبود ویژگیهای رئولوژیکی نمونه‌ها تاثیر دارند . همچنین در خصوص هموژنیزاسیون می‌توان گفت که سبب بهبود خواص رئولوژیکی بجز قابلیت کشسانی می‌شود. نتایج پیشنهاد می‌کند بهترین زمان ماندگاری برای آنکه خواص رئولوژیکی دچار دگرگونی نشود ۷ روز در نمونه پرچرب و حداکثر ۱۴ روز در نمونه‌های کم‌چرب است. همچنین با توجه به نتایج مقدار پروتئین در نمونه‌های دارای جانشین بیشتر بود که این مسئله از دیدگاه خواص تغذیه‌ای دارای اهمیت است ضمن آنکه جانشینهای چربی بر پایه کنسانتره پروتئینی آب پنیر به دلیل ماهیت خاصشان سبب جذب آب و بالا رفتن رطوبت در نمونه شده و به طور کلی سبب بهبود خواص رئولوژیکی می‌شوند.

با توجه به اینکه در کشور ما عمده پنیری که برای مصرف در روی پیتزا تولید می‌شود، پنیر فرایند شده است که از پنیرهای قدیمی به اضافه لخته بی‌چربی و امولسیفایر تهیه می‌شود پیشنهاد می‌شود که پنیر موزارلای کم‌چرب با همین ویژگیها با پنیر فرایند شده پرچرب مقایسه شود. همچنین پیشنهاد می‌شود به دلیل اهمیت پروتئین‌های آب‌پنیر به خاطر ویژگی بسیار ریز بودنشان در ساختمان میکروسکپی پنیر ، جهت بررسی نقش این پروتئین‌ها از میکروسکپ الکترونی برای آنالیز میکروسکپی استفاده شود.

• منابع

۱.استاندارد پنیر موزارلا به شماره ۴۶۵۸- استاندارد ویژگیهای پنیر به شماره ۲۳۴۴ .

2. Adedo, F. Mozzarella cheese, its traditional and development. (1997) Istituto sperimentale lattiero-caseario, lodi (italy).Hassan, F. A. M. and Abdel-Gavad, M. A. M.(2000). Manufacture of Mozzarella cheese
3. 3. Supplemented with different protein concentrate. J Dairy Sci. 28: 37-48.
4. Hinrichs, J. Incorporation of whey protein in cheese. (2001). Int Dairy J., 11:495-503.
5 . Kindstedt, P. S. and Rippe, J. K.(1989). Rapid quantitive test for free oil (oiling off) in Melted Cheese. J Dairy Sci. 73:867-873.
6. McMahon. D. J., Alleyene, M.C, Fife, RL. and Oberg, C. J. (1996). Use of fat replacer in low fat Mozzarella cheese. J. Dairy Sci. 79: 1911-1912.
7. Mistry, V. V. (2001). Low fat cheese technology. International Dairy J. 11: 413-422
8. Rudan. M. A., Barbbano. D. M., Yun.J. J. and kindstedt. P. S. (1998). Effect the modification of fat Particle size by homogenization on composition, proteolysis, functionality and appearance of reduced fat Mozzarella cheese. J Dairy Sci. 81: 2065-2076.
9. Rowney, M.K., Roupas, p., Hickey, M. W. and 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.
10 . Sheehan, J. J. and Guinee,T. P. (2004). Effect of pH and calcium level on the biochemical, texture and Functional properties of reduced-fat Mozzarella cheese. Int Dairy J. 14: 161-172.
11. Snook, R. Manufacture of cheese made with simplesse .(1991-9). www.google.com Marshall Italian & specially cheese Seminar.
12 .Sundaram Gunasekaran & M. Mehmet Ak.(2002). Cheese rheology and texture. pages: 322- 323.
13. Tunik, M.Effect of Homogenization and proteolysis on free oil in Mozzarella cheese. (1994) J Dairy Sci.1994.7: 487-2493.
14. United States Department of agriculture USDA. (1980). USDA Specification for Mozzarella Cheese. 7: 4.
15. Zalazar, C.A., Zalazar, C.S., Bertola, N., Bevilacqa, A. and Zartzky. N. Effect of size by homogenization on composition, proteolysis, functionality and appearance of reduced fat Mozzarella cheese. J Dairy Sci. 1998. 82: 61-672.

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-22]