نشریه فرآوری و نگهداری مواد غذایی
جلد هشتم، شماره دوم، ۹۵
۱۴۲-۱۲۳
http://ejfpp.gau.ac.ir

بررسی تاثیر هموژنیزاسیون خامه بر ترکیب شیمیایی و ویژگی‌های حسی موزارلای کم چرب تهیه شده با جانشین چربی

طاهره جهانی[1*] و مهین آذر[2]

[1]دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد علوم و صنایع غذایی، دانشکده علوم تغذیه و صنایع غذایی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی

[2]استاد گروه علوم و صنایع غذایی، انستیتو تحقیقات تغذیه ای و صنایع غذایی کشور، دانشکده علوم تغذیه و صنایع غذایی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۰۱/۰۲؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۷/۱۸

چکیده

سابقه و هدف: کاهش چربی در پنیر سبب تغییرات نامناسب در ویژگی‌های حسی و پارامترهای عملکردی آن می‌شود. به‌منظور تقلید عملکردهای متفاوت چربی در محصول کم چرب مواردی از قبیل قوام محصول، تعدیل بخش جامد، تاثیر اندازه ذرات بر احساس دهانی، رنگ و طعم و ویژگی‌های رئولوژیکی باید مورد توجه قرار گیرد. در این رابطه روش‌هایی مثل استفاده از جانشین‌های چربی و تکنیک‌های کمکی همانند هموژنیزاسیون، می‌تواند به بهبود این ویژگی‌ها کمک کند. هدف از این تحقیق، بررسی تاثیر هموژنیزاسیون بر ویژگی‌های پنیر موزارلای کم چرب بود.

مواد و روش‌ها: پنیر موزارلای کم چرب با کمتر از ۶٪ چربی، با جایگزین نمودن چربی با سه نوع کنسانتره پروتئینی آب پنیر با درجات خلوص ۳۵، ۵۳ و ۹۰ درصد، تولید و به منظور سنجش تاثیر هموژنیزاسیون، بخش خامه در فشار ۱۲۰ الی ۱۳۰ بار هموژن و به شیر بدون چربی همراه با جانشین چربی افزوده شد. اختلافات بین نمونه‌ها با گروه شاهد شامل دو تیمار یکی پنیر کم چرب بدون جانشین چربی و کابرد هموژنیزاسیون و دیگری پنیر پرچرب مورد سنجش قرار گرفت و تاثیر فرایند تولید بر ترکیب شیمیایی و ویژگی‌های حسی موزارلا، مطالعه شد. یافته‌ها با کمک روش آنالیز واریانس (ANOVA) و T زوجی در سطح α=۰/۰۵ و با اطمینان ۹۵٪

*نویسنده مسئول: jahani_t@goums.ac.ir

و نرم افزار آماری SPSS مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت. تیمارهای دارای ۰/۰۵ >p به‌عنوان تیمارهای معنی‌دار طبقه‌بندی شدند.

یافته‌ها: پنیر تیمارهای کم چرب، به‌صورت معنی‌داری رطوبت بالاتر (۶۱/۵۹-۵۴) درصد و چربی کمتری (۶/۵-۶) درصد نسبت به تیمارهای پرچرب داشتند (p ≤۰/۰۱). همچنین مشخص شد که هموژنیزاسیون رطوبت را افزایش می‌دهد که البته در دو تیمار B و G معنی‌دار بود (p ≤۰/۰۱). در نمونه‌های تولید شده در گروه شاهد و کم چرب، تا روز هفتم مقدار اسیدیته تقریباً تا حداکثر مقدار خود بالا رفت. این تغییرات تنها در دو تیمار D و G معنی داری بود (p ≤۰/۰۵). نتایج نشان داد که ازت محلول در ۱۲ درصد تری کلرو استیک اسید در نمونه پرچرب کمترین مقدار بود. اما هیچ یک از این اختلافات بین تیمارها از لحاظ آماری معنی دار نبود (سطح احتمال). پس از آنالیز حسی مشخص شد بیشترین میانگین نمره رنگ (رنگ روشن‌تر)، در بین گروه شاهد و تیمارهای کم چرب، مربوط به نمونه I (۱/۱± ۷/۶) و کمترین میانگین نمره رنگ (رنگ تیره‌تر)، مربوط به تیمار E (۱/۱±۳/۶) بود (p ≤۰/۰۱). همچنین ارزیاب‌ها، به تیمارهای هموژن شده، نمره بیشتری داده و رنگ تیمارهای هموژن را روشن‌تر گزارش کردند که این اختلاف در تمام تیمارها معنی‌دار بود. همچنین بیشترین فراوانی گزارش طعم مطلوب مربوط به تیمار B بود. در مورد عامل قابلیت جویدن، نتایج حاکی از آن بود که بالاترین میانگین نمره، مربوط به تیمار B (۰/۴۸±۲/۷) و کمترین نمره میانگین، مربوط به تیمار I (۰/۶۳±۱/۸) بود. همچنین قابلیت جویدن تیمارهای هموژن شده، کمتر از تیمارهای غیر هموژن بود. در بررسی نتایج قابلیت پذیرش توسط مصرف کننده، در ۳۰ نفر ارزیاب عادی، توزیع فراوانی نشان داد که بیشترین تعداد گزارش «طعم دلپذیر»، مربوط به تیمار B بود و هیچ طعم نامطبوعی گزارش نشد.

نتیجه‌گیری: افزودن جانشین چربی سبب بالارفتن رطوبت شده و هموژنیزاسیون خامه در شیر مورد استفاده سبب بالا رفتن اندک چربی، روشن‌تر شدن رنگ، بهبود طعم و قابلیت جویدن موزارلای کم چرب گردید. نتایج این تحقیق به طور خلاصه نشان می‌دهد که گرچه پروتئین‌های آب پنیر در بهبود طعم نقش دارند اما در این میان تاثیر هموژنیزاسیون بسیار مهمتر است.

واژه‌های کلیدی: موزارلا کم چرب، جانشین چربی، هموژنیزاسیون، ویژگی‌های حسی

مقدمه

امروزه از یک سو تولید فراورده‌های لبنی با چربی کاهش یافته با این هدف که بـه مصـرف کننـده اجازه دهد تا جایگزینی برای دریافت انرژی خود بیابند، رونق پیدا کرده اسـت (۳) و از سـوی دیگـر، استفاده از فراورده‌های کم چرب، توسط متخصصان توصیه شده است (۱۴).

مصرف اضافی اسیدهای چرب اشباع با افزایش خطر بیماری‌های قلبی عروقی مرتبط می‌باشـد. در نتیجه محدودیت مصرف اسیدهای چرب اشباع، موضوع اصلی مورد بحث در راهنماهای تغذیه‌ای ملی و بین‌المللی، با هدف کمک به کاهش خطر این بیماری‌ها است (۲۰).

در سال‌های اخیر، افزایش تقاضای مصرف کنندگان برای غذاهای کم چرب، به گسترش تحقیق بر روی پنیر کم چرب کمک نموده است. در خصوص پنیرهای کم چرب بیشتر تحقیقات بر روی بهینـه سازی کیفیت حسی آن متمرکز بوده است که به سه استراتژی هموژنیزاسیون، استفاده از کشت کمکـی و یا جانشین چربی، به‌منظور جبران عملکرد چربی در این فراورده‌ها منتهی شده است (۱۵). هنگـامی که پنیر با محتوای چربی کمتر از ۱۰ درصد، بدون اصلاح روش‌های معمول، تولید می شـود، معمـولاً بافتی سخت، زبر و شفاف و طعمی نامطلوب دارد. به خاطر نقش حیاتی چربی در طعم، بافت و ظاهر غذا، تولید یک محصول کم چرب با همان ویژگی‌های محصول پر چرب، کار مشکلی است. به منظور تقلید عملکردهای متفاوت چربی در محصول کم چرب، مواردی از قبیل قوام محصول، تعدیل بخـش جامد، تاثیر اندازه ذرات بر احساس دهانی، رنگ، طعم و ویژگی‌های رئولوژیکی، بایستی مـورد توجـه قرار گیرد (۱۵). از این رو روش‌های مختلفی برای جایگزین نمودن چربـی در فـراورده‌هـای غـذایی به‌ویژه محصولات لبنی از قبیل هموژنیزاسیون شیر (۹ و ۸)، تغییر روش‌های تولید (۸ و ۱۲)، افـزودن جانشین‌های تقلید کننده چربی (۱۰ و ۱۶) و استفاده از کشت‌های اگزوپلـی سـاکاریدی (۱۲) توسـعه یافته است.

کاربرد جانشین‌های چربی بر پایه کنسـانتره پروتئینـی آب پنیـر، ضـمن بهبـود ارزش تغذیـه ای و افزایش بازده نسبت به پنیرهای کم چرب و بدون جانشین چربی، بهترین تاثیر را در حفظ ویژگی‌های رئولوژیکی (قابلیت ذوب، کشسانی یا خروج چربی حین پخت، سفتی) و حسی (رنگ، طعم) موزارلا دارد. این ترکیبات با افزایش نسبت آب به پروتئین در پنیر، آن را نرمتر می‌سازند. ضمناً آب بـه عنـوان

یک نرم کننده[1] بین ملکول‌های پروتئین عمل می‌کند و محصول نهایی نرمتر و قابل انعطاف‌تر خواهد شد. در این شرایط قابلیت ذوب و کشسانی پنیر بهبود می‌یابد (۱۰).

از دیگر روش‌های پیشنهادی برای اصلاح ویژگی‌های پنیر موزارلای کم چرب، بهره‌گیری از تکنیک هموژنیزاسیون است. این تکنیک سبب کاهش قابل توجه اندازه گلبول‌های چربی شده و تغییراتی را در غشا سبب می‌گردد. در نتیجه پنیر تولید شده از شیر هموژن یا شیر بی چربی که با خامه هموژن استاندارد شده، ویژگی‌های متفاوتی خواهد داشت. در مقیاس تجارتی برای تولید پنیر پرچرب، استفاده از هموژنیزاسیون شیر، علاوه بر صرف زمان و انرژی زیاد، ممکن است بر روی ساختمان ژل رنت تاثیر منفی بگذارد که سبب ویژگی عملکردی ضعیف در پنیر و از هم پاشیدن لخته می‌گردد. هموژنیزاسیون خامه به تنهایی و افزودن آن به شیر بدون چربی، مقدار پروتئینی را که در معرض هموژنیزاسیون است، کاسته و از بعضی تاثیرات منفی کم می‌کند (۱۶). رودان و همکارانش (۱۹۹۸) در یک بررسی تاثیر هموژنیزاسیون و مقایسه دو تکنیک هموژن کردن خامه و افزودن آن به شیر بدون چربی و هموژن کردن خود شیر مورد استفاده برای تولید پنیر را، در تهیه موزرالای کم چرب، مورد آزمون قرار دادند. نتایج نشان داد که شیر هموژن شده دارای مقدار زیادی لخته در طی تولید پنیر بود، اما در پنیر تولید شده از شیری که فقط خامه آن هموژن شده بود، هدر رفتن لخته مشاهده نشد. داده‌های شیمیایی یکسان بود اما رطوبت پنیر تهیه شده در تیمار هموژنیزاسیون بیشتر بود. در طی نگهداری در دمای ۴ درجه سانتیگراد و با گذشت زمان میزان ازت محلول در آب بیشتر شد. مهمترین اختلاف بین تیمارها مربوط به ظاهر نمونه‌ها بود. به گونه‌ای که پنیر گروه هموژن سفیدتر و کدرتر بود. هموژنیزاسیون به صورت اساسی ظاهر پنیر موزارلای کم چرب را بهبود بخشید(۱۶).

به هر حال پنیرهای کم چرب توسط مصرف کننده، نسبت به انواع پرچرب خود، به خاطر عدم وجود طعم و بافت مناسب قابلیت پذیرش کمی دارد. هموژنیزاسیون ممکن است تقاضا برای پنیرهای کم چرب را افزایش دهد. زیرا این تکنیک تا حدی می‌تواند چربی را در غذاهای کم چرب جایگزین نماید. با این وجود هموژنیزاسیون شیر می‌تواند به طرز نامناسبی شبکه پروتئینی شیر را دگرگون نموده و ساختمان عمومی آن را تغییر دهد. این امر سبب شکل گرفتن ایدهٔ هموژنیزاسیون انتخابی می‌گردد که در آن تنها بخش خامهٔ شیر هموژن می‌شود. بر این اساس کارامان و آکالین (۲۰۱۳) در یک بررسی،

1. Plasticizer

تاثیر هموژنیزاسیون خامه را بر روی ویژگی‌های بیوشیمیایی، بافتی، حسی و ساختمان میکروسکوپی پنیر کم چرب ترکی، مورد مطالعه قرار دادند. نتایج تحقیقات آن‌ها نشان داد که هموژنیزاسیون بخش خامه، قبل از فرایند اصلی تولید، ویژگی‌های کیفی پنیرهای کم چرب ترکی را بهبود می‌بخشد. این یافته برای صنعت پنیر جهت دستیابی به تقاضای بیشتر مصرف کننده برای محصولات لبنی کم چرب، اهمیت دارد. علی رغم مطالعاتی که در خصوص بهبود کیفیت پنیرهای کم چرب صورت گرفته، هنوز سؤالات بیشماری در مورد بهبود کارایی فرایند تولید وجود دارد.

هدف از این تحقیق، مطالعه تاثیر همزمان استفاده از جانشین چربی بر پایه کنسانتره پروتئینی آب پنیر و به کار بردن فرایند هموژنیزاسیون بخش خامه، به منظور بهبود ویژگی‌های رئولوژیکی و حسی پنیر موزارلای کم چرب بود (۷).

مواد و روش‌ها

شیر: شیر خام از تانک‌های ذخیره دریافت و چربی آن جداسازی شده و با در نظر گرفتن اینکه میزان پروتئین شیرهای استان گلستان حداکثر ۲/۵ درصد می‌باشد، نسبت کازئین به چربی با در نظر گرفتن میزان پروتئین خالص در کازئین در حدود ۴ به ۲ و یا ۲ به ۱ تنظیم شد (مک ماهان و همکاران، ۱۹۹۶). در تیمارهای غیر هموژن، خامه غیر هموژن افزوده شده و جهت تولید تیمارهای گروه کنترل و به کار بردن تکنیک هموژنیزاسیون، بخش خامه جداسازی شد و در فشار ۱۳۰–۱۲۰ بار، معادل ۰/۱ مگا پاسکال، هموژن و به شیر تیمارهای هموژن اضافه شد. درصد چربی شیر برای تولید پنیر کم چرب، در حد ۰/۶ الی ۰/۸ درصد تنظیم و سپس شیر در سیستم بچ و به روش دمای پایین و زمان بالا[1] (LTLT) مورد پاستوریزاسیون قرار گرفت (۱۶).

جانشین چربی: تولید موزارلای کم چرب با استفاده از ۳ نوع جانشین چربی با ۳ درجه خلوص ۳۵٪ (با نام تجاری Dairy-Lo® ؛ شرکت karbery Group,Bllineen co)، ۵۳٪ (با نام تجاری Simplesse® ؛ شرکت Cpkelco co) و ۹۱٪ (با نام تجاری Lsi907؛ شرکت Protarmor co) انجام گردید.

1. Low temperature long time

تولید پنیر: تولید پنیر با استفاده از روش مک ماهان و همکارانش (۱۹۹۶)در ۹ بچ (۶ بچ کنترل و ۳ بچ شاهد)) انجام شد. شیر تا رسیدن به pH برابر ۵/۷۵، با کمک اسید سیتریک، پیش اسیدی شد (متزگر و همکاران، ۲۰۰۱). **رنت و آغازگر:** پودر آنزیم رنت حیوانی و آغازگر *لاکتوباسیلوس هلوتیکوس*[1] و *استرپتوکوکوس ترموفیلوس*[2] از شرکت کریستین هانسن (Copenhagen, Denmark) تهیه و اضافه گردید. پس از گذشت ۱۰ دقیقه برش لخته انجام شد و آب پنیر تا رسیدن به اسیدیته ۱۷ خارج شد. سپس لخته‌ها 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 ۸۲ درجه سانتیگراد، با افزودن نمک درسطل‌های استیل ۱۰ لیتری انجام گردید. سپس لخته‌ها کمی خنک شده، بسته بندی تحت خلأ انجام و به سردخانه ۴ درجه سانتیگراد منتقل گردید. حاصل تولید ۹ تیمار به شرح زیر بود:

تیمار A: پنیر موزارلای کم‌چرب با جانشین چربی کنسانتره پروتئینی آب پنیر با درجه خلوص ۹۰٪ (Lsi۹۰۷)

تیمار B: پنیر موزارلای کم‌چرب با جانشین چربی 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)- تیمار E: پنیر موزارلای کم‌چرب با جانشین چربی کنسانتره پروتئینی آب پنیر با درجه خلوص۵۳٪ (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.

آنالیز شیمیایی: کلیه آزمون‌های شیمیایی در ۴ مقطع زمانی ۱، ۷، ۱۴ و ۲۸ روز پس از نگهداری در ۴ درجه سانتیگراد و هر آزمون در ۳ تکرار در محل آزمایشگاه کنترل کیفی پگاه گلستان انجام شد. مقدار رطوبت، pH، چربی و پروتئین موزارلا، به ترتیب با استفاده از روش آون خلاء، pH متر دیجیتال و روش‌های ژربر و کلدال، اندازه گیری شد (۱ ؛۲).

آنالیز حسی: برای آزمون‌های حسی، شامل ۴ مشخصه کیفی رنگ، طعم، قابلیت جویدن، احساس دهانی، از ۱۰ نفر ارزیاب تعلیم دیده و برای قابلیت پذیرش، از ۳۰ نفر ارزیاب عادی استفاده شد. برای آزمون پذیرش، نمونه‌ها در ۴ بخش مجزا و بر اساس روش واکلینگ و مکفای در اختیار پانلیست‌ها

1. *Lactobacillus Helvetius*
2. *Streptococcus Thermophilus*

قرار گرفت (۱۹). هر یک از پانلیست‌ها یک نمونه ۲۰ گرمی از پنیر را در یک لیوان پلاستیکی کدگذاری شده در دمای اتاق دریافت نمودند. نمونه‌ها در اتاق‌هایی مجزا بدون وجود نور و صدای اضافی مورد آزمون حسی قرار گرفتند. ۳۰ نفر ارزیاب تعلیم ندیده نیز برای ارزیابی ماهیت اسیدی، طعم و قابلیت کلی پذیرش نمونه‌ها مورد استفاده قرار گرفته و بر اساس مقیاس ۹ امتیازی هدونیک، نمره دهی را از «خیلی دلپذیر» تا «خیلی نامطبوع» انجام دادند. برای اندازه گیری رنگ از مقیاس ترتیبی ۹ امتیازی استفاده گردید و نمره دهی بر اساس تیرگی یا روشنایی انجام شد. همچنین به‌منظور اندازه‌گیری قابلیت جویدن و احساس دهانی نیز از مقیاس ترتیبی، با کدگذاری ۳ امتیازی مطلوب (کد ۳)، قابل قبول (کد ۲) و نامطلوب (کد ۱) استفاده شد.

تعداد جویدن‌هایی که برای بلع یک ماده غذایی لازم است، قابلیت جویدن نامیده می‌شود. اگر قابلیت جویدن مناسب نباشد اصطلاحاً گفته می‌شود پنیر بافت آدامسی دارد . هنگامی که چربی کاهش می‌یابد، این حالت در پنیر تقویت می‌شود. همچنین اگر هنگام پخت یا کشش در آب داغ، دمای آب پایین‌تر از ۸۲ درجه سانتیگراد باشد، ممکن است لخته خوب عمل آوری نشده و بافت آن آدامسی و قابلیت جویدن آن نامناسب شود. همچنین احساس دهانی عبارت است از حدی که بافت ماده غذایی در هم می‌شکند و بین کام و زبان له شده و حالت نیمه مایع پیدا می‌کند. این حالت یکی از ویژگی‌های مناسب پنیر موزارلاست. بدیهی است چربی در این ویژگی نقش مهمی دارد. در این تحقیق این دو ویژگی، با ارزیابی حسی توسط ارزیاب‌های آموزش دیده، اندازه‌گیری شد (۵).

آنالیز آماری: در این تحقیق با کاربرد سه نوع جانشین چربی با سه درجه خلوص متفاوت و همچنین فرایند هموژنیزاسیون، ۲ تیمار شاهد و ۷ تیمار کنترل تهیه شد. یافته‌ها با کمک روش آنالیز واریانس (ANOVA) و T زوجی و تعیین میانگین و انحراف معیار جهت مقایسه تیمارها و شرایط آزمون در سطح α=۰/۰۵ و با اطمینان ۹۵ درصد مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت. تیمارهای دارای $p<$۰/۰۵، به‌عنوان تیمارهای معنی‌دار طبقه‌بندی شدند.

نتایج و بحث

ترکیب شیمیایی پنیر: هدف از این مطالعه به کار بردن ۳ جانشین چربی با ۳ درجه خلوص ۳۵٪ ، ۵۰ و ۹۰ درصد و بررسی تاثیر غلظت جانشین چربی بر روی ویژگی‌های شیمیایی و حسی موزارلای کم چرب بود. میانگین درصد چربی در نمونه شاهد ۱ برابر ۰±۱۸ (۰±۴۰/۶۴ در ماده خشک) و در شاهد

۲ و سایر تیمارهای کم‌چرب ۰±۶ الی ۰± ۶/۵ (۰±۱۴ الـی ۰±۱۵/۹ در مـاده خشـک) بـود کـه ایـن تغییرات صرفاً مربوط به تکنولوژی تولید و ماهیت سیستم غیر مداوم است. زیرا در یـک سیسـتم غیـر مداوم کنترل تمام شرایط تولید کار دشواری است. یافته‌ها حاکی از آن بود که بالاترین میانگین درصـد پروتئین در بین تیمارها و گروه شاهد مربوط به تیمار I و برابر ۰/۰۸±۳۱/۸ و کمترین درصد میـانگین به نمونه شاهد D و معادل ۰/۰۰۵±۲۶/۱۷ مربوط بود (جدول ۱) که این اختلاف بین تیمارهای مذکور از لحاظ آماری، معنی‌دار بود ($p \leq ۰/۰۱$). این نتایج با مشـاهدات مـک ماهـان و همکـارانش در سـال ۱۹۹۶، همچنین وان هکن و همکارانش در سال ۲۰۰۷ همخوانی داشت. همچنین نتـایج ایـن مطالعـه مشخص نمود که هموژنیزاسیون به جز در تیمار H و I به میزان بسیار اندکی سبب افزایش چربی شد.

همچنین نتایج حاکی از آن بود که هموژنیزاسیون تاثیری بر روی مقدار پروتئین نـدارد. از آنجـائی که سعی بر آن بود تا در هنگام تولید، میزان کاربرد هر جانشین چربی در کیلوگرم شیر با در نظر گرفتن درجه خلوص هر یک انجام گیرد، درصد پروتئین بین تیمارهای مربوطه تفـاوت چنـدانی بـا یکـدیگر نداشت. در این تحقیق از شیر ورودی به کارخانه پگاه گرگان استفاده شد که پروتئینی برابـر ۲/۸ الـی ۳۰ درصد داشت. بدین‌ترتیب با افزایش نسبت کازئین به چربی، خواه ناخواه میزان پروتئین بالا خواهد رفت اما در تیمارهای دارای جانشین چربی به‌دلیل غنی سازی با پروتئین‌های آب پنیر، درصد پـروتئین بالاتر بود . این مساله حاکی از اثر دو جانبه کازئین و پروتئین‌های آب پنیر بود. وجود پروتئین با ارزش بیولوژیکی بالا، یعنی پروتئین‌های آب پنیر، سبب بالا رفتن ارزش تغذیه‌ای محصـول شـده و در عـین حال بازده را افزایش می‌دهد که این نتایج با یافته‌های ال شیخ و همکارانش در سال ۲۰۰۱، همچنین با مشاهدات وان هکن و همکارانش در سال ۲۰۰۷ همخوانی داشت (۴ و ۱۸).

در این مطالعه مشخص گردید هموژنیزاسیون تاثیری بر روی درصد پروتئین نداشت زیـرا در ایـن تحقیق از هموژنیزاسیون خامه و سپس افزودن آن به شیر بی چربی به جای هموژنیزاسیون کامل شـیر استفاده شد. زیرا در هموژنیزاسیون کامل شیر، گلبول‌های چربی با ملکول‌های کازئین پوشـیده شـده و کازئین در معرض تجزیه قرار می‌گیرد (۱۶) اما در این تحقیق کازئین تحت تاثیر هموژنیزاسـیون قـرار نگرفت و بنابراین پروتئین تحت تاثیر هموژنیزاسیون نبود بنابراین در تیمارهای هموژن و غیر همـوژن، میزان پروتئین تفاوت معنی داری نداشت. همچنین درصد پروتئین در نمونه‌ها بـا گذشـت زمـان در ۴ مقطع زمانی ۱، ۷، ۱۴و ۲۸ روز پس از نگهداری در ۴ درجه سانتی‌گـراد، تغییـری نداشـت زیـرا پنیـر موزارلای تولیدی در این تحقیق برون ده یا تبادل ازت نداشت، یعنی درون آب نگهـداری نمی‌شـد تـا

خروجی پروتئینی، حتی در مقدار اندک، روی آن تاثیری داشته باشد. این یافته با مشاهدات رودان و همکاران (۲۰۰۱)همخوانی داشت(۱۶).

با توجه به جدول ۱، پنیرهای تیمارهای کم چرب به صورت معنی داری رطوبت بالاتر (۶۱/۵۹-۵۴) درصد و چربی کمتری (۶/۵-۶) درصد نسبت به تیمارهای پرچرب داشتند ($p \leq ۰/۰۱$). رطوبت یکی از عوامل مهم در پنیر کم چرب است و با ویژگی‌های عملکردی موزارلا ارتباط مستقیم دارد. در مطالعه مک ماهان و همکاران (۱۹۹۶) افزودن کنسانتره پروتئینی آب پنیر همانند این تحقیق سبب بالا رفتن رطوبت شد توجیه این افزایش چنین است که افزودن کنسانتره پروتئینی آب پنیر به دلیل به تاخیر انداختن سینرزیس در لخته رطوبت را بالا می‌برد. از طرف دیگر تولید موزارلا بر پایه دو تکنیک لاکتیکی و اسیدی صورت می‌گیرد. در این بررسی پس از تولید آزمایشی پنیر در بچ‌های ۱۰ لیتری با تکنیک لاکتیکی، اسیدی و ترکیب لاکتیکی اسیدی، بهترین نتایج در نوع سوم یعنی لاکتیکی- اسیدی به دست آمد . بنابراین این روش برای تولید نمونه‌ها انتخاب شد. افزودن اسید در مرحله قبل از پیش رسیدن یا افزودن استارتر و رساندن pH به ۵/۸ الی ۶ می‌تواند در حفظ رطوبت در محصول نهایی نقش اساسی ایفا نماید. این نتایج با تحقیقات مک ماهان و همکاران (۱۹۹۹) همخوانی داشت. همچنین در این تحقیق مشخص شد که هموژنیزاسیون رطوبت را افزایش می‌دهد که البته در دو تیمار B و G معنی‌دار بود ($p \leq ۰/۰۱$). علت بالا بودن رطوبت در تیمارهای هموژن می‌تواند به این دلیل باشد که هنگام استفاده از خامه هموژن آبگیری لخته در هنگام برش طولانی تر از زمانی است که هموژنیزاسیون صورت نمی‌گیرد. در این مورد نتایج به دست آمده با نتایج حاصل از تحقیقات رودان و همکاران (۱۹۹۸) در یک راستا بود اما در تحقیق او نتایج معنی‌دار نبود بنابراین، بازمانی رطوبت در لخته بیشتر و رطوبت نهایی پنیر بیشتر خواهد بود.

مطابق استاندارد ملی پنیر موزارلا اسیدیته می‌تواند تا حداکثر ۰/۸ درصد بر حسب اسید لاکتیک و به عبارت دیگر ۸۰ باشد. در نمونه‌های تولید شده در گروه شاهد و کم چرب تا روز هفتم مقدار اسیدیته تقریباً تا حداکثر همین حد بالا رفت. این تغییرات تنها در دو تیمار D و G معنی‌داری بود ($P<۰/۰۵$). همچنین در تیمار شاهد (پنیر کم چرب بدون جانشین چربی و بدون هموژنیزاسیون) از روز ۷ الی ۱۴ مقدار اسیدیته تا ۹۹ بالا رفت (جدول ۱). این امر نشان می‌دهد در پنیر هنوز فعالیت لاکتیکی ادامه داشته است . این فعالیت ناشی از باکتری‌های غیر استارتری موجود در شیر خام بوده که تحمل دمای پاستوریزاسیون را داشته و در طول فرایند باقی مانده‌اند. این نتیجه با نتایج به دست آمده

از تحقیق چاوز و گراسو (۱۹۹۹) مشابه است و آن را تایید می‌کند . نتایج اسیدیته پیشنهاد می‌کند ماکزیمم دوره نگهداری موزارلا در یخچال (دمای ۴ درجه سانتیگراد) دو هفته می‌باشد. در خصوص تاثیر هموژنیزاسیون بر روی اسیدیته تحقیقات زیادی صورت نگرفته است اما نتایج این تحقیق نشان داد که در همه موارد به جز در تیمار A، اسیدیته تیمارهای هموژن بالاتر از تیمارهای غیر هموژن است. در تیمارهای هموژن در زمان آبگیری به دلیل بازمانی رطوبت در لخته مدت فرایند آبگیری تا زمانی که لخته عمل آوری شود بیشتر طول می‌کشد و در واقع در این مدت pH بیشتر افت می‌کند. بنابراین، pH نهایی در محصول پایین تر خواهد بود این امر سبب می‌شود اسیدیته اولیه بالاتر بوده و در طی نگهداری در یخچال نیز بالاتر برود . کم بودن اسیدیته شاهد ۱ (D) نسبت به سایر تیمارها نشان می‌دهد که احتمالاً چربی با اسیدیته در ارتباط است اما علت آن مشخص نیست . اما ممکن است چنین استنباط کرد که مدت زمان آبگیری و افت pH در پنیر پرچرب طولانی تر بود و از طرفی به دلیل اینکه میزان کلسیم افزوده شده نسبت به تیمارهای غیر هموژن و نیز هموژن که خود لخته از دست دهی کلسیم دارد ، کمتر بود لخته با سرعت بیشتری شکل گرفته و مدت زمان آبگیری کوتاهتر و pH نهایی بالاتر خواهد بودکه بالطبع در اسیدیته محصول نقش دارد.

ازت محلول در ۱۲ درصد تری کلرو استیک اسید به عنوان شاخص پروتئولیز در این تحقیق مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که ازت محلول در ۱۲٪ تری کلرو استیک اسید در نمونه پرچرب کمترین مقدار بود(جدول شماره۱) هیچ یک از این اختلافات بین تیمارها از لحاظ آماری معنی دار نبود. این یافته با نتایج حاصل از مطالعات رودان و همکاران (۱۹۹۹) همخوانی نداشت . به این دلیل که باقی مانده آنزیم منعقد کننده (رنین) مسئول هیدرولیز اولیه کازئین در طی نگهداری در یخچال می‌باشد . این آنزیم محلول در آب می‌باشد. هنگامیکه pH در مرحله آبگیری پایینتر باشد میزان آنزیم‌های رنین و پلاسمین باقی مانده در لخته بیشتر شده و این مساله در شکست کازئین و نرمتر شدن بافت دخالت دارد . این نتایج با نتایج تحقیق میستری (۲۰۰۱) همخوانی دارد. همچنین به خاطر هموژنیزاسیون انتخابی بخش خامه، پروتئین‌های شیر دست نخورده‌تر باقی ماندند.

جدول ۱: میزان اسیدیته، رطوبت و ازت محلول در تری کلرو استیک اسید ۱۲٪ به تفکیک مقاطع زمـانی ۱، ۷، ۱۴ و ۲۸ روز پس از نگهداری در ٤ درجه سانتی‌گراد.

Table 1. Acidity, Moisture content and 12% TCA-soluble nitrogen in 1,7,14,28 days of storage at 4°c

تیمار	مقدار اسیدیته Acidity				درصد رطوبت Moisture Content				میانگین درصد ازت محلول در ۱۲٪ تری کلرواستیک طی ۲۸ روز نگهداری 12% TCA-soluble nitrogen (%) during the storage time
	دوره نگهداری (روز) Storage time (Day)				دوره نگهداری (روز) Storage time (Day)				
	۱	۷	۱۴	۲۸	۱	۷	۱۴	۲۸	
A	۶۷/۵^{a}	۸۱^{a}	۹۰^{a}	۹۰^{a}	۵۷/۴±۰/۵^{Ii}	۵۷/۰۳±۰/۲^{Ii}	۵۶/۲۶±۰/۵۵^{Ii}	۵۵/۹۳±۰/۴۷^{Ii}	۰/۰۲۶۳^{I}
B	۴۵^{a}	۵۴^{a}	۸۱^{a}	۸۱^{a}	۵۹/۳۶±۰/۰۵^{Hh}	۵۸/۳۳±۰/۵۱^{Hh}	۵۷/۷۶±۰/۱۵^{Hh}	۵۷/۱۳±۰/۱۵^{Hh}	۰/۰۲۹۰^{h}
C*	۵۴^{a}	۵۴^{a}	۹۹^{a}	۹۹^{a}	۵۷/۳۳±۰/۳۶^{Aa}	۵۷/۰۶±۰/۱۵^{Aa}	۵۶/۳±۰/۱^{Ba}	۵۶±۰/۳۵^{Ba}	۰/۰۳۵۵^{b}
D*	۴۵^{b}	۴۹/۵^{b}	۹۰^{b}	۹۰^{b}	۵۵/۲۱±۰/۲۶^{Bb}	۵۳/۸۲±۰/۲۶^{Cb}	۵۳/۲۶±۰/۲۶^{Cb}	۵۲/۳±۰/۲۶^{Db}	۰/۰۰۴۴^{b}
E	۴۹/۵^{a}	۴۹/۵^{a}	۵۴^{a}	۵۴^{a}	۵۵/۷۲±۰/۱۲^{Cc}	۵۵/۵۶±۰/۱۱^{Cc}	۵۵/۳±۰/۴۳^{Cc}	۵۳/۵۶±۰/۱^{Dc}	۰/۰۳^{c}
F	۵۴^{a}	۶۳^{a}	۸۵/۵^{a}	۸۵/۵^{a}	۵۹/۳۴±۰/۵۲^{Dd}	۵۷/۲۵±۰/۲۸^{Ed}	۵۷/۱۶±۰/۲^{Ed}	۵۶/۰۹±۰/۴۴^{Fd}	۰/۰۳۱^{d}
G	۴۹/۵^{c}	۴۹/۵^{c}	۹۰^{c}	۹۰^{c}	۶۱/۰۹±۰/۳۶^{Ee}	۶۰/۳۳±۰/۱۵^{Fe}	۵۹/۹۳±۰/۱^{Ge}	۵۸/۳۳±۰/۳۵^{He}	۰/۰۳۵^{e}
H	۷۶/۵^{a}	۹۰^{a}	۹۰^{a}	۹۰^{a}	۵۹/۷۶±۰/۱^{Ff}	۵۸/۵۲±۰/۶۳^{Gf}	۵۶/۷۹±۰/۱۹^{Hf}	۵۶/۳±۰/۱۵^{Hf}	۰/۰۱۳۳^{f}
I	۵۸/۵^{a}	۵۹^{a}	۶۳^{a}	۶۳^{a}	۵۵/۸۸±۰/۷^{Gg}	۵۵/۸±۰/۱۷^{Gg}	۵۵/۰۳±۰/۵۱^{Gg}	۵۴/۳۲±۰/۴۹^{Hg}	۰/۰۳۲۱^{g}

A : تیمار کم چرب با 907Lsi – B: تیمار کم چرب با Dairy-lo – C*: تیمار کم چرب بدون جانشین چربی(شاهد ۱)– D*: تیمار پر چرب (شاهد ۲) – E: تیمار کم چرب با Simplesse – F: تیمار A + هموژنیزاسیون –G: تیمار B + هموژنیزاسیون – H: تیمار C + هموژنیزاسیون – I: تیمار E + هموژنیزاسیون

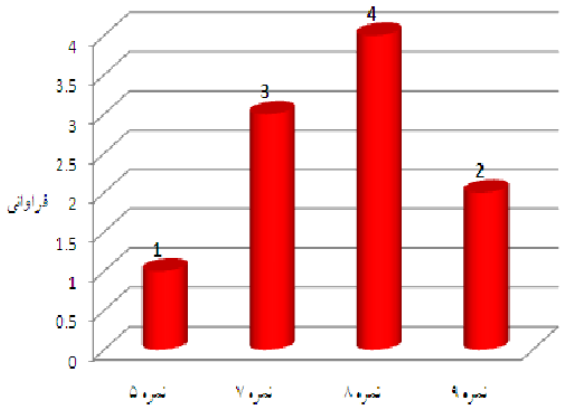
حروف کوچک انگلیسی (a,b,c,d…) رابطه معناداری را در ستون‌ها و حروف بزرگ (A,B,C) رابطه معنـاداری را در ردیف‌هـا نشـان می‌دهد.

A: Low-Fat treatment with Lsi 907, B: Low-Fat treatment with Dairy-lo, C: Low-Fat treatment without fat replacer (control 1), D: Full-Fat treatment (control 2), E: Low-Fat treatment with Simplesse, F: treatment A + Homogenization, G: B treatment + Homogenization, H: C treatment + Homogenization, I: treatment E + Homogenization

Lowercase English show any significancy in column and Uppercase English show it on rows

آنالیز حسی: مقایسه **رنگ** نمونه‌ها توسط ۱۰ نفر ارزیاب تعلیم دیده نشان داد بیشترین میـانگین نمـره رنگ (رنگ روشنتر) در بین گروه شاهد و تیمارهـای کـم چـرب مربـوط بـه نمونـه I (۱/۱± ۷/۶) و کمترین میانگین نمره رنگ (رنگ تیره‌تر) مربوط به تیمار E (۱/۱ ± ۳/۶) بود ($p\leq$۰/۰۱). همچنین در مقایسه تیمارهای هموژن با غیر هموژن مشخص شد که ارزیاب‌ها به تیمارهای هموژن نمـره بیشـتری داده و رنگ تیمارهای هموژن را روشنتر گزارش کردند که این اختلاف در تمام تیمارها معنـی‌دار بـود

(شکل ۱). بر اساس این مطالعه به طور کلی افزودن پروتئنی‌های آب پنیر سبب روشن تر شدن رنگ پنیر کم چرب می‌شوند که این امر در دو تیمار A و B معنی دار و در تیمار E معنی دار نبود. هموژنیزاسیون سبب روشنتر شدن رنگ به سمت سفیدی و کدری می‌شود. در بین تیمارها روشنترین نمونه، نمونه I تعیین شد. رنگ نمونه‌ها مربوط به تفرق نور در اثر کوچک شدن اندازه گلبول‌های چربی می‌باشد . نتایج تحقیقات نشان داده است که هموژن نمودن شیر به جای خامه و افزودن آن به شیر بی چربی تاثیر مطلوبی بر روی رنگ ندارد و سفیدی آن را بهبود نمی بخشد . نتایج تحقیق با نتایج حاصل از تحقیق رودان و همکاران) ۱۹۹۸) همخوانی داشت . در این رابطه او معتقد بود که هموژنیزاسیون شیر پنیر سازی سبب بهبود ظاهر سفید رنگ پنیر ذوب نشده گشته و هموژنیزاسیون بخش خامه سبب بهبود انسجام در پنیر موزارلای کم چرب می‌شود.

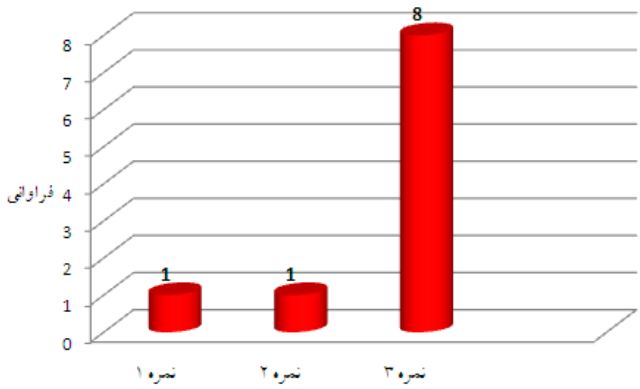


شکل ۱: توزیع فراوانی نمره رنگ در بالاترین عددی که ارزیاب‌های تعلیم دیده دادند

Figure 1. Frequency of trained assessors' numbers in 1-9 scale in color in low fat.

در مشخصه کیفی **طعم**، نتایج نشان داد که بیشترین میانگین نمره طعم مربوط به تیمار B (۲/۷±۰/۶۷) و کمترین میانگین نمره طعم مربوط به تیمار E (۱/۷ ± ۰/۶۷) بود. به عبارت دیگر بیشترین فراوانی گزارش طعم مطلوب مربوط به تیمار B بود (شکل ۲). نتایج این تحقیق نشان داد که پروتئین‌های آب پنیر گرچه در بهبود طعم نقش دارند اما در این میان تاثیر هموژنیزاسیون بسیار مهمتر است. زیرا بالاترین نمره رنگ به نمونه B داده شد که در آن جانشین چربی به کار رفته و

هموژنیزاسیون به کار نرفته بود. همچنین پایین‌ترین نمره طعم به تیمار I داده شد که جانشین چربی در آن به کار رفته اما هموژنیزاسیون هم به کار رفته بود . بنابراین مشخص می‌شود که پروتئین‌های آب پنیر در بهبود طعم نقش مثبت و هموژنیزاسیون نقش مطلوبی ندارد. از سویی دیگر کم نشدن نمره طعم در شاهد ۲ می‌تواند به این دلیل باشد که بخشی از نواقص ناشی از کمبود چربی توسط رطوبت نسبتاً بالای آن باشد (جدول ۱). این نتایج با نتایج تحقیقات حسن و همکاران (۲۰۰۰)و ال-شیخ و همکاران (۲۰۰۱) همخوانی داشت. در هر حال در هیچ یک از نمونه‌ها طعم نامطبوع گزارش نشد و نتایج بین دلپذیر تا کمی دلپذیر و نه دلپذیر نه مطبوع متغیر بود.

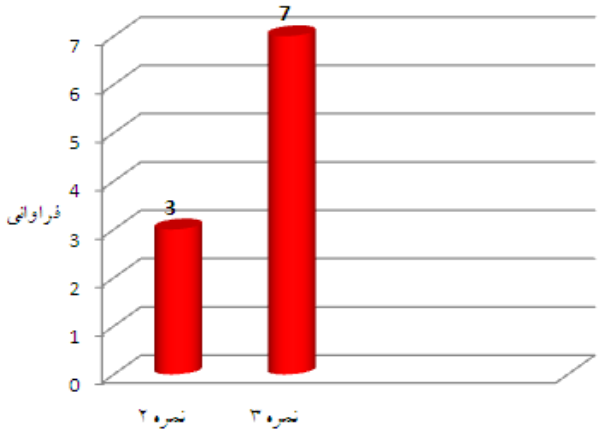


شکل ۲: توزیع فراوانی افراد در گزارش نمره طعم (۱ الی ۳ براساس مقیاس ترتیبی) توسط ارزیاب‌های تعلیم دیده در تیمار B

Figure 2. Frequency of trained assessors' scores in 1-3 scale in Flavors in low fat Mozzarella

در مورد عامل **قابلیت جویدن** ، نتایج حاکی از آن بود که بالاترین میانگین نمره ، مربوط به تیمار B (۰/۴۸ ± ۲/۷) و کمترین نمره میانگین مربوط به تیمار I (۰/۶۳± ۱/۸) بود. به عبارت دیگر بیشترین فراوانی نمره مطلوب برای قابلیت جویدن مربوط به تیمار B و بیشترین فراوانی قابلیت جویدن نامطلوب مربوط به تیمار G و I (۳ مورد) بودبر اساس نتایج این تحقیق نمونه B بهترین قابلیت جویدن را داشت (شکل شماره ۳) که این امر احتمالاً تا حد زیادی ناشی از بالاتر بودن رطوبت در این تیمار می‌باشد. همچنین نتایج نشان داد که قابلیت جویدن تیمارهای هموژن کمتر از تیمارهای غیر هموژن است که تنها در تیمار B و G این اختلاف معنی‌دار بود. این مساله قابل توجه است که علی

رغم ذوب بهتر، نمونه‌های هموژن قابلیت جویدن بدتری داشتند. براساس یافته‌های رودان و همکـاران (۱۹۹۸) به علت بالا رفتن قابلیت اتصال شبکه ذرات پنیر به یکدیگر در اثر هموژن کردن بخش خامـه می‌توان علت ضعف در قابلیت جویدن پنیرهای حاصل از تیمارهای هموژن را توجیه نمود.



شکل ۳: توزیع فراوانی افراد در قابلیت جویدن گزارش شده توسط ارزیاب‌های تعلیم دیده در موزارلای کم چرب (۱ الی ۳ بر اساس مقیاس ترتیبی)

Figure 3. Frequency of trained assessors' scores in 1-3 scale in Chewiness in low fat Mozzarella

در مورد مشخصه کیفی **احساس دهانی**، نتایج نشان داد که بالاترین میانگین نمره احسـاس دهـانی مربوط به تیمار B (۲/۷ ±۰/۴۸) و کمترین میانگین احساس دهانی مربوط بـه تیمـار I (۱/۹ ±۰/۷۳) بود. همچنین توزیع فراوانی نشان داد که بیشترین فراوانی احساس دهانی مطلوب مربوط بـه تیمـار B (۷ مورد) بود و هیچگونه احساس دهانی نامطلوب گـزارش نشـده بـود. همچنـین مقایسـه تیمارهـای هموژن با غیر هموژن نشان داد که میانگین نمره احساس دهانی در تیمارهای هموژن پایینتر و تنهـا در تیمار E و I برابر است. این اختلافات در تیمار A و F و نیـز در تیمـار B و G ($p\leq ۰/۰۵$) معنـی‌دار می‌باشد. مقایسه تیمارها با شاهد ۱ نشان داد که تیمار B (تیمار حـاوی جانشـین چربـی Dairy-Lo) احساس دهانی بهتری دارد که با یافته‌های زالازار و همکاران (۲۰۰۲) کاملاً همخوانی داشت. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که پروتئین‌های آب پنیر در بهبود این ویژگی و جایگزینی چربی در جبـران ایـن ویژگی نقش به سزایی دارند و چه بسا در بعضی موارد چنین که نشان داده شد احساس دهانی بهتـری

از نمونه پرچرب ایجاد می‌کنند. در مقایسه تیمارهای هموژن با غیر هموژن نیز ، نتایج شبیه نتایج به دست آمده از قابلیت جویدن بود.

در بررسی نتایج قابلیت پذیرش توسط مصرف کننده در ۳۰ نفر ارزیاب عادی نتایج به این ترتیب بود؛ بالاترین میانگین نمره طعم مربوط به تیمار B (۰/۱۸ ± ۵/۹) و کمترین میانگین نمره پذیرش توسط مصرف کننده مربوط به تیمار H (۰/۶۲± ۴/۴) بود. همچنین توزیع فراوانی نشان داد که بیشترین تعداد گزارش «طعم دلپذیر » مربوط به تیمار B (۲۹مورد) بود و هیچ طعم نامطبوعی گزارش نشد. همچنین در مقایسه تیمارهای هموژن با غیر هموژن مشخص شد که تیمارهای غیر هموژن پذیرش بهتری داشته‌اند. این اختلافات به جز یک مورد در تیمارهای A و F ($p\leq$۰/۰۰۱)، B و G ($p\leq$۰/۰۰۱) و E و I ($p\leq$۰/۰۵) معنی‌دار بود.

در این تحقیق نتایج حاصل از ارزیابی ۳۰ فرد عادی نشان داد که در این بخش نیز همانند ارزیاب‌های تعلیم دیده بالاترین نمره طعم مربوط به تیمار B بود . اما در این مورد کمترین میانگین نمره طعم به تیمار I داده شدکه در عین حال نشان می‌دهد هموژنیزاسیون تاثیر مطلوبی بر روی طعم نداشته است که این اختلافات به جز در یک مورد در تمام تیمارها از لحاظ آماری معنی‌دار بود. قابل توجه است که تیمار B نمره بالاتری حتی نسبت به شاهد ۱ یعنی نمونه پرچرب کسب نمود اما این اختلاف معنی‌دار نبود . اما به هر حال بیشترین فراوانی گزارش طعم دلپذیر مربوط به تیمار B (۲۹ مورد) بود. در این خصوص در هیچ یک از تیمارها هیچ طعم نامطبوعی گزارش نشد. این مساله نیز نشان می‌دهد که پروتئین‌های آب پنیر نقش مطلوبی در بهبود طعم دارند که این نتایج نیز با نتایج تحقیقات حسن و همکاران (۲۰۰۰)و ال-شیخ و همکاران (۲۰۰۱) مطابقت داشت.

نتیجه گیری

زمانی که پنیر کم چرب تولید می‌شود برای مورد استقبال قرار گرفتن در بازار لازم است که خصوصیات آن مشابه پنیر پرچرب باشد. در مورد موزارلا کاهش در محتوای چربی سبب ایجاد شفافیت خاکستری رنگ به سمت سطح و به‌ویژه در طول کناره‌ها می شود که ناشی از تغییرات چربی می‌باشد. بدین‌منظور برای جبران این نواقص روش‌های زیادی مثل اصلاح تکنولوژی‌های سنتی تولید پنیر به‌منظور بهبود حفظ آب در محصول یا افزایش سطح تماس گلبول‌های چربی با استفاده از

هموژنیزاسیون استفاده از کشت کمکی برای بهبود طعم و استفاده از ترکیبات هیدروفوبیک جانشین شونده چربی پیشنهاد شده است.

در این پژوهش از سه نوع جانشین چربی بر پایه کنسانتره پروتئینی آب پنیر با سه درجه خلوص به همراه بهره‌گیری از روش هموژنیزاسیون بخش خامه و افزودن آن به شیر بدون چربی پنیر موزارلای کم چرب با کمتر از ۶ درصد چربی به‌طور موفقیت آمیزی تولید گردید. نتایج آزمون‌های شیمیایی و حسی انجام شده مشخص نمود که هموژنیزاسیون رطوبت را افزایش می‌دهد. علت بالا بودن رطوبت در تیمارهای هموژن می‌تواند به این دلیل باشد که هنگام استفاده از خامه هموژن آبگیری لخته در هنگام برش طولانی‌تر از زمانی است که هموژنیزاسیون صورت نمی‌گیرد. در این مورد نتایج به دست آمده با نتایج حاصل از تحقیقات رودان و همکاران (۱۹۹۸) در یک راستا بود. نتایج تجزیه و تحلیل حسی با استفاده از پانلیست‌های تعلیم دیده و ارزیاب‌های عادی حاکی از ان بود که به طور کلی افزودن پروتئنی‌های آب پنیر سبب روشن تر شدن رنگ پنیر کم چرب می‌شوند و هموژنیزاسیون سبب روشنتر شدن رنگ به سمت سفیدی و کدری می‌شود. نتایج این تحقیق به طور خلاصه نشان می‌دهد که پروتئین‌های آب پنیر گرچه در بهبود طعم نقش دارند اما در این میان تاثیر هموژنیزاسیون بسیار مهمتر است. همچنین مشخص گردید که قابلیت جویدن تیمارهای هموژن کمتر از تیمارهای غیر هموژن است. در این رابطه بر اساس یافته‌های رودان و همکاران (۱۹۹۸) بالا رفتن قابلیت اتصال شبکه ذرات پنیر به یکدیگر در اثر هموژن کردن بخش خامه را می‌توان علت ضعف در قابلیت جویدن پنیرهای حاصل از تیمارهای هموژن بیان نمود. نتایج این مطالعه همچنین نشان داد به منظور حفظ ویزگی‌های مناسب رئولوژیکی، بهترین مدت نگهداری در یخچال، ۷ روز برای محصول پرچرب و ۱۴ روز برای محصول کم چرب می‌باشد.

سپاسگزاری

نویسندگان مراتب قدردانی خود را از شرکت شیر پاستوریزه پگاه گلستان که امکانات و شرایط این مطالعه را فراهم نمودند ابراز می‌دارند.

منابع

۱. استاندارد ملی ایران، استاندارد شماره ۴۶۵۸، پنیر موزارلا، ویژگی‌ها و آزمون

۲. استاندارد ملی ایران، استاندارد شماره ۲۳۴۴، پنیر تازه، ویژگی‌ها و آزمون.
3. Childs J.L. and Drake 2009. Consumer Perception of Fat Reduction in Cheese. J Senso Stud. 24:902-921.
4. El-Sheikh F. et al. 2001. Low fat Domaiati cheese with particulated whey protein concentrate (PWPC) Egypt J Dairy Sci.29:331-342.
5. Gunasekaran, S. and Mehmet, M.AK. 2003. Measuring cheese Stretchability. Pages 377–397 in Cheese Rheology and Texture. CRC Press, Boca Raton, FL.
6. Hassan, F.A.M. and Abdel-Gavad, M.A.M. 2000. Manufacture of Mozzarella cheese Supplemented with different protein concentrate. J Dairy Sci. 28: 37-48.
7. Karaman, A.D. and Akalin, A.S. 2013. Improving quality characteristics of reduced and low fat Turkish white cheeses using homogenized cream. J Food Sci Technol, 50: 503-510.
8. Metzger, L., Barbano, D.M., Kindstedt, P.S. and Guo, M.R. 2001. Effect of milk preacidification on low fat Mozzarella cheese: II. Chemical and functional properties during storage. . J Dairy Sci, 84: 1348– 1356.
9. Merrill, R.K., Oberg, C. and McMahon, D. 1994. A method for manufacturing reduced fat Mozzarella cheese. J. Dairy Sci. 77: 1783–1789.
10. McMahon. D.J., Alleyene, M.C, Fife, R.L. and Oberg, C.J. 1996. Use of fat replacer in low fat Mozzarella cheese. J. Dairy Sci. 79: 1911-1912.
11. Mistry, V.V. 2001. Low Fat Cheese Technology. Int Dairy J. 11: 413-422.
12. Perry, D.M., McMahon, D. and Oberg, C. 1997. Effect of exopolysaccharide-producing cultures on moisture retention in low fat Mozzarella cheese. J Dairy Sci. 80: 799–805.
13. Poudaval, V.S. and Mistry, V.V. 1999. Manufacture of Reduced Fat Mozzarella Cheese Using Ultrafiltered Sweet Buttermilk and Homogenized Cream. J. Dairy Sci 82:1–9
14. Ritvanen, T., lilliberg, L. Tupasela, T., Suhonen, U., Eorola, S., Putkonen, T., Peltonen, K. 2010. The characterization of the most-liked reduced-fat Havarti-type cheeses. . J Dairy Sci, 93(11): 5039–5047.
15. Romeih, E.A., Michaelidou, A., Biliaderis, C.G. and Zerifidis, G.K. 2002. Low fat white-brined cheese made from bovine milk and two commercial fat mimetics:chemical,physical,and senso attributes . Int Dairy J, 12:525-540.
16. Rudan, M.A., Barbano, 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.
17. Tunik M. 1994. Effect of Homogenization and proteolysis on free oil in Mozzarella cheese. J. Dairy Sci.7: 487-2493.

18. Van Hekken. D.L., Tunick. M.H., Malin. E.L., Holsinger. V.L. 2007. Rheology and melt characterization of low-fat and full fat Mozzarella cheese made from micro fluidized milk. LWT - J Food Sci Technol, 40: 89-98.
19. Wakeling, I.N. MacFie, J.H.M. 1995. Designing Consumer Trials Balanced for first and higher orders of carry-over effect when only a subject of k samples from t may be tested. Food Qual Peref. 6: 299-308.
20. Yasin, N. and Shalaby, S. 2013. Physiochemical and sensory properties of functional low fat cheesecake manufactured using cottage cheese. Annals Agri Sci. 58(1): 61-67.

EJFPP, Vol. 8 (2): 123-142
http://ejfpp.gau.ac.ir

Effects of Fat Replacement and homogenization on the Compositional and Sensory properties of low Fat Mozzarella

T. Jahani[1*] and M. Azar[2]
[1]M.Sc. graduate, Research Institute of Nutrition and Food Technology, Shahid Behehti University of Medical Science, Tehran, Iran
[2] Faculty member, Research Institute of Nutrition and Food Technology, Shahid Behehti University of Medical Science, Tehran, Iran

Received: 2015/03/22; Accepted: 2015/10/10

Abstract

Background and objectives: Fat reduction in cheese causes inappropriate changes in sensory properties and functional parameters. In order to imitate the various functions of fat in a low fat product, attention should be given to issues such as product consistency, modified dry matter, the effect of particle size on mouth feel, color, flavor and rheological properties. In this respect, methods such as use of fat replacers and technical support like homogenization can improve these properties. The aim of this study was to evaluate the effect of homogenization on the properties of Mozzarella cheese.

Materials and methods: low fat Mozzarella (less than 6% fat) was produced by fat replacement with three whey protein concentrates (with 35, 53 and 90 percent of purity). In order to evaluation of homogenization effect, the cream was homogenized at 120-130 bars and added to skim milk with fat replacer. Differences were measured by comparison of treatments to control group involved 2 treatments; low-fat Mozzarella without fat replacer that produced by homogenization and full-fat Mozzarella, while process technology effects on composition and sensory properties of Mozzarella were studied. Data were analyzed using one-way analysis of variance (ANOVA) at 95% confidence interval and paired sample t-test using SPSS.

Results: Moisture (54-61.59) and fat (6-6.5) content of low fat Mozzarella samples produced by fat replacer were significantly higher than those of full fat cheeses. It was cleared that homogenization increased moisture content which was significant in two treatments (B&G), ($p<0.05$). Data indicated that 12% TCA-soluble nitrogen

*Corresponding author; jahani_t@goums.ac.ir

was lowest in full fat cheese but any differences were not significant. Sensory analysis was cleared that the highest score of lightening was belonged to I and the lowest was belonged to E treatment ($p<0.05$). It was indicated that homogenized treatments get better score for color than unhomogenized while all the differences were significant ($p<0.001$). However the highest score of desirable flavor was indicated for B treatment. About chewiness data cleared that the highest score was for B treatment and the lowest score was for I treatment. The chewiness of homogenized treatment was lower than unhomogenized. In customer acceptance by 30-untrained assessors it was indicated that the highest number of reported "pleasant taste" was related to treatment B and there were no unpleasant taste.

Conclusion: Addition of fat replacer caused increasing the moisture content and homogenization cause low increasing in fat, lightening the color, improving flavor and chewiness of low fat Mozzarella. These results are briefly showed that although whey proteins are crucial in improving the taste but the effect of homogenization is more important.

***Keywords*:** Low fat Mozzarella, Fat replacer, Homogenization, Sensory properties.