استفاده از کازئین میسلار تغلیظ شده در بهبود راندمان و خواص فیزیکوشیمیایی پنیر سفید ایرانی آب نمکی

سمیه آقایی[۱]، علیرضا شهاب لواسانی[۲]*، پیمان رجایی[۳]

۱. علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، واحد ورامین، پیشوا، دانشگاه آزاد اسلامی، ورامین، ایران.
۲. مرکز تحقیقات فناوری های نوین تولید غذای سالم، واحد ورامین، پیشوا، دانشگاه آزاد اسلامی، ورامین، ایران.
۳. گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، واحد ورامین، پیشوا، دانشگاه آزاد اسلامی، ورامین، ایران.

***نویسنده مسئول:** *shahabam20@yahoo.com*

تاریخ دریافت:۱۳۹۷/۱۱/۱۵ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۲/۱۵

چکیده

پنیر سفید آب نمکی یکی از محبوب‌ترین پنیر سنتی است که در ایران تولید می‌شود. این فرآورده معمولاً از شیر گاو، میش و یا مخلوطی از هر دو تولید می‌شود. در طی سال‌های قبل یکی از مهم‌ترین چالش‌ها راندمان پنیرسازی با توجه به کیفیت بهبودیافته محصول ازجمله ترکیب شیمیایی و خصوصیات حسی بود. بنابراین هدف از این پژوهش تعیین ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و حسی پنیر سفید آب نمکی غنی‌شده با کنسانتره کازئینی میسلی می‌باشد. چهار تیمار با افزودن درصدهای (یک، دو، سه و چهار درصد) از کنسانتره کازئینی میسلی به شیر پنیرسازی تهیه شد و خصوصیات فیزیکوشیمیایی و حسی (امتیازات طعم، رنگ، بافت و پذیرش کلی) در طی دوره ۳۰ روزه از زمان رسیدن پنیر اندازه‌گیری شد. جهت مقایسه داده‌ها از آنالیز آماری طرح کاملاً تصادفی استفاده شد. نتایج نشان داد به‌موازات افزایش ماده خشک، رطوبت در طی دوره ۳۰ روزه از زمان رسیدن پنیر کاهش یافت و نیز به‌موازات کاهش pH، اسیدیته برحسب دورنیک تمامی تیمارها تا انتهای دوره رسیدن افزایش نشان داد همچنین خاکستر تمامی تیمارها در طی دوره رسیدن ۳۰ روزه افزایش یافت. بیشترین راندمان پنیرسازی، پروتئین و چربی به تیمار T_4 حاوی چهار درصد کنسانتره کازئینی میسلی نسبت داده شد. بیشترین امتیازهای طعم، رنگ، بافت و پذیرش کلی به تیمار T_1 حاوی یک درصد کنسانتره کازئینی میسلی نسبت داده شد. بر مبنای نتایج ذکرشده تیمار T_1 به‌عنوان بهترین تیمار در مقایسه با سایر تیمارها با توجه به ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و حسی انتخاب شد و شباهت زیادی به تیمار شاهد داشت.

کلید واژه ها: کنسانتره کازئینی میسلی، پنیر سفید آب نمکی، خصوصیات فیزیکوشیمیایی، خصوصیات حسی، راندمان پنیرسازی.

مقدمه

یکی از فرآورده‌های مهم شیر پنیر می‌باشد که در روزگاران قدیم دلیل اصلی تولید آن، دستیابی به محصولی باقابلیت نگهداری بهتر نسبت به شیر بوده است. پنیر نام عمومی بخشی از فرآورده شیری است که با تغییر در اجزای کازیین شیر تولید و ساخته می‌شود. همراه کازیین بخشی از پروتئین‌های آب‌پنیر، چربی‌ها و دیگر مواد مغذی شیر در لخته پنیر باقی می‌ماند. هدف اصلی در تولید پنیر نگهداری مواد غذایی در شیر و شرایط فاسد نشدنی با حفظ مزه مطلوب و بدون کاهش ارزش غذایی موجود در آن است (Fox et al., 2004). بر اساس تعریف استاندار ملی ایران به شماره ۶۶۲۹ پنیر عبارت است از فرآورده‌ای تازه یا رسیده که به‌صورت نرم، نیمه سخت، سخت و خیلی سخت بوده که ممکن است پوشش داده‌شده باشد و نسبت پروتئین آب‌پنیر به کازئین در پنیر نباید بیشتر از شیر باشد (سازمان ملی استاندارد ایران، ۱۳۹۳). پنیرهای سفید از دسته آب نمکی هستند که اساساً نرم بوده و در آب نمک، دوره رسیدن را طی کرده و نگهداری می‌شوند. نمک مورداستفاده در تولید پنیرهای آب نمکی با جذب آب اضافی و تکمیل آبگیری دلمه باعث افزایش قوام و استحکام دلمه می‌شود. از طرف دیگر، نمک با کاهش آب آزاد پنیر و درنتیجه، کاهش فعالیت آبی باعث

افزایش زمان ماندگاری پنیر می‌شود. کنسانتره کازئین میسلی[1] که به‌صورت مخفف MCC حاوی مقدار زیادی کازئین و پروتئین آب‌پنیر غیردناتوره می‌باشد. کازئین موجود در این پودر به همان شکل میسلی موجود در شیر است و نسبت کازئین به پروتئین آب‌پنیر در این ترکیب همان نسبت موجود در شیر است. کنسانتره کازئینی از اولترافیلتراسیون و سپس تبخیر و خشک‌کردن شیر پس چرخ حاصل‌شده و درنهایت به‌صورت پودر خشک کرم‌رنگی عرضه می‌گردد. طی اولترافیلتراسیون، آب، لاکتوز، نمک‌های معدنی از شیر جداشده و پروتئین تغلیظ می‌گردد به‌وسیله اولترافیلتراسیون می‌توان میزان پروتئین را تا ۶۵ درصد در ماده حاصل تغلیظ کرد درصورتی‌که هدف به دست آوردن پودری با مقدار پروتئین بیشتر می‌باشد لازم است از دیافیلتراسیون پس از اولترافیلتراسیون نیز استفاده کرد (Karlsson et al., 2005).

در زمینه محصولات لبنی ازجمله پنیر تحقیقات زیادی صورت گرفته است و به‌عنوان نمونه درستی و همکاران (۱۳۹۰) تأثیر غلظت نمک روی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی پنیر سفید نیم چرب آب نمکی ایرانی را در سه غلظت ۸، ۱۰ و ۱۳ درصد آب نمک در دمای شش درجه سانتی‌گراد بررسی کردند. نتایج نشان داد بیشترین غلظت نمک دارای بالاترین میزان pH، ماده خشک و نمک و همچنین کمترین مقدار اسیدیته بود. همچنین با کاهش غلظت آب نمک میزان پروتئولیز افزایش یافت. در تحقیق دیگری حسامی‌راد و همکاران (۱۳۹۲) اثر غلظت آب نمک در مقدار نمک جذب‌شده در پنیر نیم چرب آب نمکی استان آذربایجان را با غلظت‌های ۱۵، ۱۸، ۲۱ و ۲۴ درصد در روزهای یک، چهار و هشت روز بررسی کردند. نتایج نشان داد زیاد بودن نمک باعث از دست رفتن سریع رطوبت در سطح قالب‌های پنیر می‌شود و از طرفی باعث چروکیدگی ساختار خارجی پنیر گردید. صیادی و همکاران، (۱۳۹۱) تأثیر آنزیم ترانس گلوتامیناز بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی، بافتی و ریزساختار پنیر سفید آب نمکی کم‌چرب را بررسی کردند. نتایج نشان داد افزودن آنزیم باعث افزایش رطوبت، راندمان پنیرسازی، بازیافت پروتئین و ایجاد شبکه‌ای با ریزساختار متخلخل و فشردگی کمتر می‌شود. Marshall (1986) نشان داد پاستوریزاسیون سبب دناتوراسیون ضعیف پروتئین‌های آب‌پنیر و واکنش متقابلشان با کازئین ها می‌شود که منجر به باقی ماندن پروتئین‌های سرمی منعقدشده و رطوبت بیشتر در محصول نهایی شده و بازدهی افزایش می‌یابد. Shahab Lavasani (2018) ویژگی‌های لیپولیز و حسی پنیر لیقوان پروبیوتیک را طی ۶۰ روز نگهداری بررسی نمود. نتایج نشان داد میزان زندمانی سویه بیفیدوباکتریوم لاکتیس طی دوره نگهداری بیش از 6.84log10 CFU/g بود و لیپولیز تا پایان دوره نگهداری به طور مداوم افزایش یافت. هدف از انجام این تحقیق تولید پنیر سفید آب نمکی غنی‌شده با کنسانتره میسلی کازئین و بررسی خصوصیات فیزیکوشیمیایی و حسی آن طی دوره نگهداری می‌باشد.

روش کار

جهت آماده‌سازی پنیر سفید نمکی شیر خام از لبنیات پاستوریزه پاک و مایه پنیر قارچی از شرکت میتو، ژاپن تهیه شد. پس از تهیه شیر خام آن را صاف‌کرده و تا ۳۶ درجه سانتی‌گراد گرم شد. pH شیر را اندازه‌گیری و پس از کاهش pH تا ۶/۳، کنسانتره کازئینی میسلی با درصدهای یک، دو، سه، چهار و نمونه شاهد (بدون کنسانتره کازئینی میسلی) اضافه شد و بعد از آن ۲/۵ گرم به ازای هر ۱۰۰ لیتر شیر رنت قارچی اضافه شد. پس از ۴۵ دقیقه شیر منعقدشده و لخته حاصل به ابعاد ۱×۱×۱ سانتی‌متر مکعب بریده شد. سپس لخته‌های حاصل جهت آبگیری در پارچه‌های کتان ریخته و گره

۱. Micellar casein concentrate

زده شد و بر روی آن‌ها وزنه‌ای قرار داده تا عملیات آبگیری کامل شود و بعد از آبگیری، لخته‌ها به ابعاد ۷×۱۰×۱۰ سانتی‌متر مکعب تقسیم شد. در مرحله بعد لخته‌ها را داخل آب نمک اشباع با غلظت ۲۲ درصد به مدت هفت ساعت قرار داده شد سپس لخته‌ها به مدت ۳۰ روز در آب نمک ۱۲ درصد نگهداری شدند.

آزمون‌ها

جهت اندازه‌گیری راندمان استخراج پنیرسازی از روش Guinee et al., (2007) با نسبت وزن پنیر تولیدی در وزن شیر مصرفی استفاده شد. جهت اندازه‌گیری pH از دستگاه pH متر و جهت اندازه‌گیری اسیدیته از تیتراسیون با سود ۰/۱ نرمال مطابق با روش ذکرشده در استاندارد ملی ایران به شماره (۲۸۵۲) استفاده شد (سازمان ملی استاندارد ایران، ۱۳۸۵). جهت اندازه‌گیری نمک از روش ولهارد و استاندارد ملی ایران به شماره ۱۸۰۹ استفاده شد (سازمان ملی استاندارد ایران، ۱۳۵۵). جهت اندازه‌گیری خاکستر از سوزاندن نمونه‌ها در کوره و مطابق با استاندارد ملی ایران به شماره ۱۸۱۱ (سازمان ملی استاندارد ایران، ۱۳۴۹) و جهت اندازه‌گیری پروتئین از روش استاندارد ملی ایران به شماره ۱۸۱۱ و روش کلدال استفاده شد (سازمان ملی استاندارد ایران، ۱۳۵۶c). جهت اندازه‌گیری ماده خشک از خشک‌کردن نمونه‌ها در آون و مطابق با استاندارد ملی ایران به شماره ۱۷۵۳ (سازمان ملی استاندارد ایران، ۱۳۵۶b) و برای اندازه‌گیری رطوبت مطابق با روش استاندارد ملی ایران به شماره ۱۷۵۳ (سازمان ملی استاندارد ایران، ۱۳۵۶a)، برای اندازه‌گیری چربی مطابق با روش ذکرشده در استاندارد ملی ایران به شماره ۷۶۰ (سازمان ملی استاندارد ایران، ۱۳۵۷) استفاده شد.

در نهایت جهت ارزیابی حسی از روش ذکرشده در استاندارد شماره ۴۹۳۸ در روزهای یک، ۱۵ و ۳۰ نگهداری از ۱۰ ارزیاب آموزش‌دیده در کارخانه لبنیات چوپان استفاده شد و شاخص‌های طعم، رنگ، بافت و پذیرش کلی به روش هدونیک پنج نقطه‌ای (عدد یک بیانگر کمترین امتیاز و عدد پنج بیانگر بیشترین امتیاز) مورد ارزیابی قرار گرفت (سازمان ملی استاندارد ایران، ۱۳۸۷).

آنالیز آماری

آزمایش بر مبنای یک طرح کاملاً تصادفی انجام شد. در این تحقیق چهار تیمار با سه تکرار بررسی گردید. به‌منظور ارزیابی داده‌ها از نرم‌افزار SAS و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد استفاده گردید. برای رسم نمودارها از نرم‌افزار Excel استفاده شد.

نتایج

نتایج ویژگی های فیزیکوشیمیایی تیمارهای مختلف در جدول ۳-۱ ارائه شده است.

درصد ماده خشک

تأثیر تیمار و زمان نگهداری بر مقدار ماده خشک نمونه‌ها کاملاً معنی‌دار بود ($p\leq$۰/۰۱). همچنین مطابق جدول ۳-۱، بیشترین مقدار ماده خشک مربوط به تیمار T_4 حاوی چهار درصد کنسانتره پروتئین کازئین و کمترین میزان درصد ماده خشک مربوط به نمونه شاهد بود. مقدار درصد ماده خشک در طی دوره نگهداری ۳۰ روزه به طور ناچیزی افزایش یافت.

درصد رطوبت

تأثیر تیمار و زمان نگهداری بر میزان رطوبت نمونه‌ها کاملاً معنی‌دار بود ($p\leq$۰/۰۱). مطابق جدول ۳-۱، بیشترین درصد رطوبت مربوط به نمونه شاهد و کمترین میزان درصد رطوبت مربوط به تیمار (T_4) حاوی چهار درصد کنسانتره پروتئینی کازئین بود. درصد رطوبت کلیه تیمارها در طی دوره ماندگاری ۳۰ روزه اندکی کاهش نشان داد.

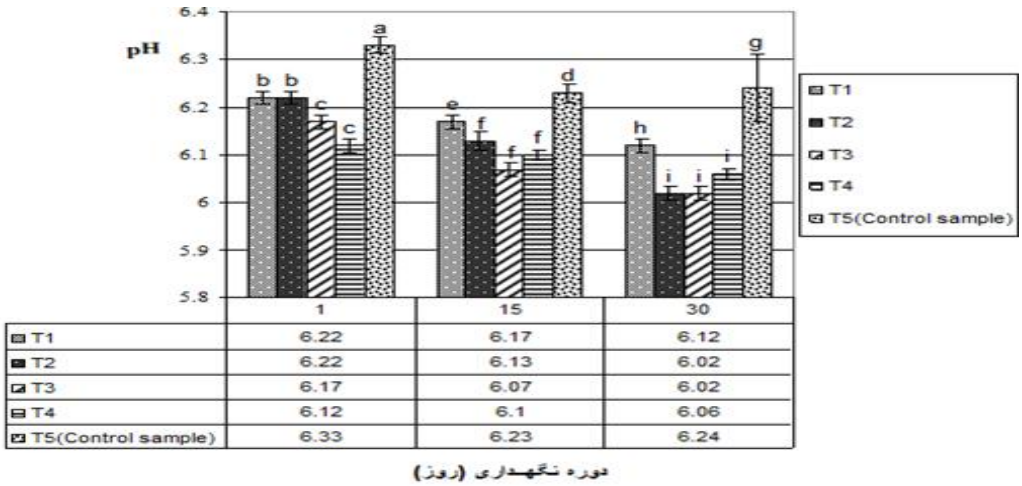
pH

تأثیر تیمار و زمان نگهداری بر میزان pH نمونه‌ها کاملاً معنی‌دار بود (p<۰/۰۱). مطابق شکل ۳-۱، بیشترین میزان pH مربوط به نمونه شاهد و کمترین میزان pH مربوط به تیمار (T_4) حاوی چهار درصد کنسانتره پروتئینی کازئین بود. مقدار pH در طی دوره نگهداری ۳۰ روزه کاهش نشان داد.

جدول ۳-۱- نتایج ویژگی های فیزیکوشیمیایی تیمارهای مختلف*

روزهای آزمون	تیمارها	ماده خشک٪	رطوبت٪	خاکستر٪	وزن لخته (مقدار گرم لخته به ازای ۴ لیتر شیر)	راندمان تشکیل لخته به ازای ۴ لیتر شیر٪	پروتئین٪	چربی٪
۱	شاهد	۴۰/۰۴ j	۵۹/۹۶ a	۰/۲۴ o	۵۵۲/۶۶ e	۱۳/۸۱ e	۱۷/۷۵ a	۱۵/۶۰ a
	T1	۴۲/۰۴ i	۵۷/۹۶ b	۰/۲۹ n	۵۷۴/۰۰ d	۱۴/۳۵ d	۱۷/۷۵ a	۱۵/۷۰ a
	T2	۴۴/۱۳ h	۵۵/۸۷ c	۰/۳۷ m	۶۶۸/۰۰ c	۱۶/۶۹ c	۱۷/۷۰ a	۱۵/۸۰ a
	T3	۴۶/۲۶ g	۵۳/۷۴ d	۰/۴۱ l	۷۷۲/۰۰ b	۱۹/۳۰ b	۱۷/۶۸ a	۱۵/۹۰ a
	T4	۴۸/۱۶ f	۵۱/۸۴ e	۰/۴۶ k	۸۳۱/۳۳ a	۲۰/۷۸ a	۱۷/۹۰ a	۱۶/۰۰ a
۱۵	شاهد	۴۰/۱۳ j	۵۹/۸۷ a	۰/۲۷ j	۵۵۲/۶۶ e	۱۳/۸۱ e	۱۷/۶۹ a	۱۵/۴۸ a
	T1	۴۲/۵۳ i	۵۷/۴۷ b	۰/۳۱ i	۵۷۴/۰۰ d	۱۴/۳۵ d	۱۷/۶۸ a	۱۵/۵۹ a
	T2	۴۳/۵۷ h	۵۶/۴۳ c	۰/۳۸ h	۶۶۹/۳۳ c	۱۶/۷۳ c	۱۷/۶۴ a	۱۵/۷۲ a
	T3	۴۶/۲۸ g	۵۳/۷۲ d	۰/۴۲ g	۷۷۲/۳۳ b	۱۹/۳۰ b	۱۷/۶۳ a	۱۵/۰۰ a
	T4	۴۸/۲۴ f	۵۱/۷۶ e	۰/۴۷ f	۸۳۲/۰۰ a	۲۰/۸۰ a	۱۷/۸۲ a	۱۵/۹۱ a
۳۰	شاهد	۴۰/۲۴ e	۵۹/۷۶ f	۰/۳ e	۵۵۳/۰۰ e	۱۳/۸۲ e	۱۷/۳۷ a	۱۵/۳۶ a
	T1	۴۳/۰۴ d	۵۶/۹۶ g	۰/۳۳ d	۵۷۳/۶۶ d	۱۴/۳۴ d	۱۷/۳۲ a	۱۵/۴۵ a
	T2	۴۴/۳۴ c	۵۵/۶۶ h	۰/۴۱ c	۶۶۹/۳۳ c	۱۶/۷۳ c	۱۷/۳۰ a	۱۵/۵۹ a
	T3	۴۶/۳۱ b	۵۳/۶۹ i	۰/۴۳ b	۷۷۲/۶۶ b	۱۹/۳۱ b	۱۷/۳۵ a	۱۴/۸۸ a
	T4	۴۸/۳۳ a	۵۱/۶۷ j	۰/۴۷ a	۸۳۲/۳۳ a	۲۰/۸۰ a	۱۷/۵۰ a	۱۵/۸۰ a

- داده ها با حروف متفاوت در هر ستون دارای اختلاف معنی دار P<0.05 می باشند



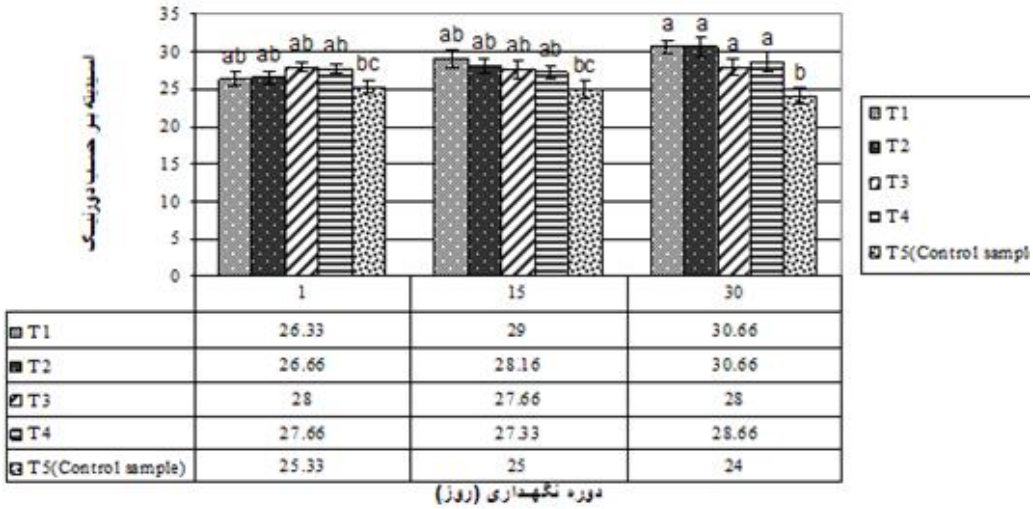
شکل۳-۱-تغییرات pH در طی دوره نگهداری پنیر سفید آب نمکی غنی شده با کنستانتره پروتئینی کازئین

درصد خاکستر

تأثیر تیمار و زمان نگهداری بر میزان خاکستر نمونه‌ها کاملاً معنی‌دار بود ($p\leq$۰/۰۱). با توجه به جدول ۳-۱، بیشترین درصد خاکستر مربوط به تیمار T_4 حاوی چهار درصد کنسانتره پروتئینی کازئین و کمترین درصد خاکستر مربوط به تیمار شاهد بود و نزدیک‌ترین تیمار به تیمار شاهد، تیمار T_1 حاوی یک درصد کنسانتره پروتئینی کازئین بود. درصد خاکستر کلیه تیمارها در طی دوره ماندگاری افزایش نشان داد.

اسیدیته

تأثیر تیمار بر اسیدیته نمونه‌ها کاملاً معنی‌دار بود ($p\leq$۰/۰۱). اما تأثیر زمان نگهداری معنی‌دار نبود ($p>$۰/۰۵). با توجه به شکل ۳-۲، بیشترین و کمترین میزان اسیدیته برحسب دورنیک مربوط به تیمارهای به ترتیب T_4 با چهار درصد کنسانتره پروتئینی کازئین و نمونه شاهد بود. اسیدیته کلیه تیمارها در طی دوره نگهداری ۳۰ روزه افزایش یافت.



	1	15	30
T1	26.33	29	30.66
T2	26.66	28.16	30.66
T3	28	27.66	28
T4	27.66	27.33	28.66
T5(Control sample)	25.33	25	24

۲-۳- تغییرات اسیدیته بر حسب دورنیک در طی دوره نگهداری پنیر سفید آب نمکی غنی شده با کنستانتره پروتئینی کازئین

وزن لخته برحسب چهار لیتر شیر

تأثیر تیمار و زمان نگهداری بر وزن لخته برحسب چهار لیتر شیر نمونه‌ها معنی‌دار بود ($p>$۰/۰۵).با توجه به جدول ۳-۱، بیشترین وزن لخته برحسب چهار لیتر شیر مربوط به تیمار T_4 حاوی چهار درصد کنسانتره پروتئینی کازئین و کمترین لخته مربوط به نمونه شاهد بود. وزن لخته تمامی تیمارها طی دوره نگهداری ۳۰ روزه اندکی افزایش داشت.

راندمان تشکیل لخته برحسب چهار لیتر شیر

تأثیر تیمار بر راندمان تشکیل لخته برحسب چهار لیتر شیر کاملاً معنی‌دار بود ($p\leq$۰/۰۱) اما اثر زمان نگهداری معنی‌دار نبود ($p>$۰/۰۵).با توجه به جدول ۳-۱، بیشترین میزان راندمان تشکیل لخته مربوط به تیمار T_4 حاوی چهار درصد کنسانتره پروتئینی کازئین و کمترین میزان راندمان مربوط به نمونه شاهد بود. راندمان تشکیل لخته تمامی تیمارها در طی دوره نگهداری ۳۰ روزه اندکی افزایش نشان داد.

تغییرات درصد پروتئین

تأثیر تیمار و زمان نگهداری بر راندمان تشکیل لخته برحسب چهار لیتر شیر معنی‌دار نبود ($p>$۰/۰۵). با توجه به جدول ۳-۱، بیشترین میزان درصد پروتئین تیمارهای حاوی درصدهای متفاوت کنسانتره پروتئینی کازئین مربوط به تیمار T_4 حاوی چهار درصد کنسانتره پروتئینی کازئین و کمترین میزان درصد پروتئین مربوط به نمونه شاهد بود. مقدار درصد پروتئین تمام تیمارها در طی دوره نگهداری ۳۰ روزه روند کاهشی نشان داد.

تغییرات درصد چربی

تأثیر تیمار و زمان نگهداری بر میزان پروتئین نمونه‌ها معنی‌دار نبود ($p>۰/۰۵$). با توجه به جدول۳-۱، بیشترین میزان درصد چربی مربوط به تیمار T_4 حاوی چهار درصد کنسانتره پروتئینی کازئین و کمترین میزان درصد چربی مربوط به نمونه شاهد و تیمار T_1 با یک درصد کنسانتره پروتئینی کازئین می‌باشد. درصد چربی تمامی تیمارها در طی دوره رسیدگی ۳۰ روزه روند کاهشی نشان داد.

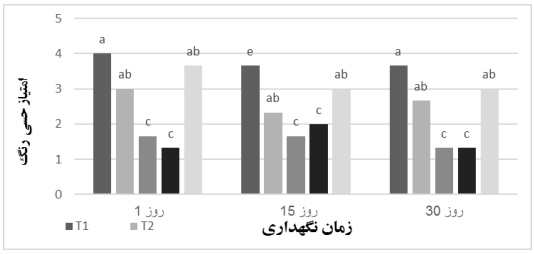
طعم

تأثیر تیمار و زمان نگهداری بر امتیاز طعم نمونه‌ها کاملاً معنی‌دار بود ($p\leq۰/۰۱$). با توجه به شکل ۳-۳، بیشترین امتیاز حسی طعم مربوط به تیمار T_1 حاوی یک درصد کنسانتره پروتئینی کازئین و کمترین امتیاز حسی طعم مربوط به تیمار T_4 حاوی چهار درصد کنسانتره پروتئینی کازئین بود. امتیاز حسی طعم کلیه تیمارها باگذشت زمان کاهش نشان داد.

شکل ۳-۳- میانگین امتیاز حسی طعم نمونه‌های پنیر سفید ایرانی آب نمکی طی دوره نگهداری

رنگ

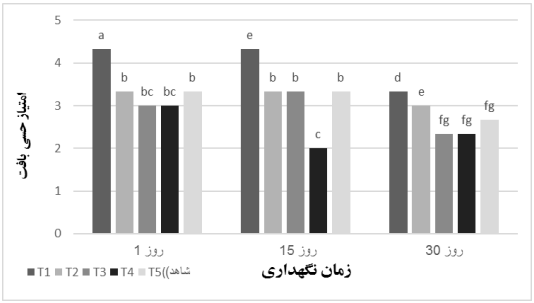
تأثیر تیمار بر امتیاز رنگ نمونه‌ها کاملاً معنی‌دار بود ($p\leq۰/۰۱$). اما اثر زمان معنی‌دار نبود ($p>۰/۰۵$). با توجه به شکل ۳-۴، بیشترین امتیاز حسی رنگ مربوط به تیمار T_1 حاوی یک درصد کنسانتره پروتئینی کازئین و پایین‌ترین امتیاز حسی رنگ مربوط به تیمار T_4 حاوی چهار درصد کنسانتره پروتئینی کازئین بود. نزدیک‌ترین تیمار به تیمار شاهد از نظر امتیاز حسی رنگ تیمار T_1 حاوی یک درصد کنسانتره پروتئینی کازئین بود. امتیاز حسی رنگ کلیه تیمارها باگذشت زمان کاهش نشان داد.



شکل۳-۴-میانگین امتیاز حسی رنگ نمونه‌های پنیر سفید ایرانی آب نمکی طی دوره نگهداری

بافت

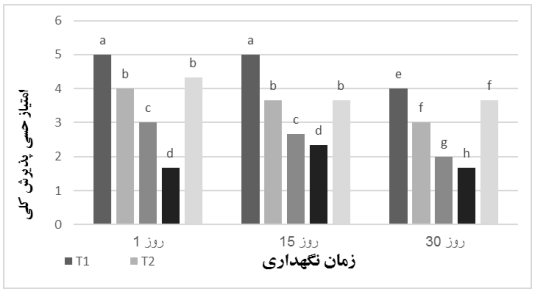
تأثیر تیمار بر امتیاز بافت نمونه‌ها کاملاً معنی‌دار ($p\leq۰/۰۱$) و اثر زمان معنی‌دار بود ($p>۰/۰۵$). با توجه به شکل۳-۵، بیشترین امتیاز حسی بافت مربوط به تیمار T_1 حاوی یک درصد کنسانتره پروتئینی کازئین و کمترین امتیاز حسی بافت مربوط به تیمار T_4 حاوی چهار درصد کنسانتره پروتئینی کازئین بود و نزدیک‌ترین تیمار به تیمار شاهد، تیمار T_2 حاوی دو درصد کنسانتره پروتئینی کازئین بود. امتیاز حسی بافت کلیه تیمارها باگذشت زمان کاهش نشان داد.



شکل۳-۵-میانگین امتیاز حسی بافت نمونه‌های پنیر سفید ایرانی آب نمکی طی دوره نگهداری

پذیرش کلی

تأثیر تیمار و زمان نگهداری بر امتیاز پذیرش کلی نمونه‌ها کاملاً معنی‌دار بود ($p\leq۰/۰۱$). با توجه به شکل۳-۶، بیشترین امتیاز حسی پذیرش کلی مربوط به تیمار T_1 حاوی یک درصد کنسانتره پروتئینی کازئین و کمترین امتیاز حسی پذیرش کلی مربوط به تیمار T_4 حاوی چهار درصد کنسانتره پروتئینی کازئین بود. نزدیک‌ترین تیمار به تیمار شاهد تیمار T_1 بود. امتیاز حسی پذیرش کلی تمامی تیمارها باگذشت زمان کاهش داشت.



شکل۳-۶- میانگین امتیاز پذیرش کلی نمونه‌های پنیر سفید ایرانی آب نمکی طی دوره نگهداری

بحث

درصد ماده خشک

درصد ماده خشک کلیه تیمارها باگذشت زمان به طور جزئی افزایش یافت، افزایش درصد ماده خشک به دلیل اختلاف فشار اسمزی آب نمک و پنیر و پدیده انتشار بود در واقع با انتقال فاز مایع از درون لخته همزمان با مهاجرت نمک از آب نمک به داخل بافت پنیر افزایش جزیی در مقدار ماده خشک مشاهده شد. بر مبنای استاندارد ملی ایران درصد ماده خشک پنیر سفید رسیده در آب نمک بایستی حداقل ۴۰ درصد باشد (سازمان ملی استاندارد ایران، ۱۳۸۰).

Radulovic و همکاران (۲۰۱۱)، افزایش درصد ماده خشک از ۴۵/۶۲ درصد به ۴۶/۴۴ درصد را در پنیر سفید آب نمکی در طی دوره رسیدن گزارش نمودند. منافی و همکاران (۱۳۸۸)، در پنیر سفید گوسفندی لیقوان افزایش درصد ماده خشک از ۵۲/۳۳ درصد به۵۷/۸۳ درصد در طی دوره رسیدن را گزارش نمودند. عمده‌ترین ترکیبات ماده خشک شامل درصدهای پروتئین، چربی، لاکتوز و نمک می‌باشد که تغییرات نسبی آن در جهت جذب نمک و یا افزایش فعالیت‌های آنزیمی و شیمیایی و واکنش‌های پروتئولیز و لیپولیز در طی دوره رسیدن می‌باشد در تیمارهای مورداستفاده در این تحقیق متغیر درصد کنسانتره پروتئینی کازئین سبب تغییراتی در درصد ماده خشک بین نمونه‌های مختلف شد ولی در ادامه دوره رسیدن عامل اختلاف فشار اسمزی آب نمک و لخته و پدیده انتشار منجر به تغییراتی ناچیز در مقدار ماده خشک تیمارها شد.

درصد رطوبت

درصد رطوبت کلیه تیمارها باگذشت زمان به طور ناچیزی کاهش یافت. کاهش درصد رطوبت طی دوره رسانیدن نیز متأثر از اختلاف فشار اسمزی آب نمک و پنیر و پدیده انتشار بود درواقع با انتقال رطوبت از داخل لخته به فاز آب نمک و همزمان جذب مولکول‌های نمک به‌وسیله لخته کاهش رطوبت قابل‌انتظار است ولی در بین تیمارها به دلیل تفاوت در مقدار درصد ماده خشک ناشی از درصدهای متفاوت کنسانتره پروتئینی کازئین؛ درصد رطوبت تیمارهای مختلف متفاوت بود. میرزایی و علیقلی نژاد (۱۳۹۰)، درصد رطوبت پنیر کروتین[۱] را (۶۰/۵ درصد)، پنیر سفیدصنعتی ایرانی (۵۹/۸۵ درصد)، پنیرهای سنتی عرضه‌شده در بازار تبریز (۵۸/۳۴ درصد)، پنیر کاموس[۲] (۵۷ درصد)، پنیر کاشار (۳۴ درصد) و پنیر باتزوس[۳] (۳۴/۱۶ درصد) و پنی اورگو (۵۲/۲۵ درصد) بیان داشتند.

کاهش درصد رطوبت پنیر سفید آب نمکی غنی‌شده با کنسانتره پروتئینی کازئین در راستای تحقیقات انجام‌شده بر روی پنیر سفید آب نمکی و پنیر لیقوان به ترتیب توسط Radulovic و همکاران (۲۰۱۱) و منافی دیزج یکان و همکاران (۱۳۸۸) می‌باشد این محققان علت اصلی کاهش درصد رطوبت را اختلاف فشار اسمزی آب نمک و پنیربیان نمودند.

تغییرات اسیدیته (درصد) و pH

در طی دوره نگهداری پنیر سفید آب نمکی غنی‌شده با کنسانتره پروتئینی کازئین تغییرات اسیدیته در طی دوره یک ماهه از زمان رسیدن افزایش و به‌موازات آن pH کاهش یافت. از آنجایی که هر واریته پنیر pH خاص خودش را دارد کاهش pH یا افزایش اسیدیته پنیر در طی دوره رسیدن ناشی از تکمیل نسبی تخمیر لاکتوز، تولید اسیدهای آمینه و اسیدهای چرب می‌باشد و این شاخص نشانه گستردگی تولید اسید در طول پروسه ساخت پنیر است که این امر در هنگام رسیدن طبیعی پنیر، باعث فعالیت پروتئولیز در مسیر صحیح و مانع از فساد آن می‌شود. میزان اسیدیته و pH محیط

۱ Crottin
۲ Cameros
۳ Batzos

لخته روی میزان خروج آب در مرحله تولید، فعالیت فلور میکروبی و آنزیم‌های مختلف در طی تولید و دوره رسیدن، قوام و طعم پنیر تأثیر دارد. کاهش در pH پس از آب نمک گذاری به میزان لاکتوز باقیمانده و ظرفیت بافری لخته بستگی دارد اما نقش غالب در کاهش pH یا افزایش اسیدیته به تولید اسیدلاکتیک مربوط است. ظرفیت بافری به مقدار زیاد به‌وسیله غلظت پروتئین و حضور فسفات تعیین می‌شود و کمتر تحت تأثیر یون‌هایی از قبیل کلسیم است. ظرفیت بافری همچنین به‌وسیله فاکتورهای فصلی، منطقه‌ای و شیردهی تحت تأثیر قرار می‌گیرد (Watkinson *et al.*, 2001). در راستای این تحقیق برخی از محققان نشان دادند که اسیدیته پنیر لیقوان پروبیوتیک باگذشت زمان افزایش نشان داد (Shahab Lavasani, 2018).

Psoni و همکاران (۲۰۰۳) نشان دادند که pH پنیر سنتی باتزوس تهیه‌شده از شیر خام بز در زمان تولید ۵/۰±۶۴/۱۵ و در طی دوره رسیدن به ۵/۲۳±۰/۱۵ کاهش یافت که این کاهش ناشی از تخمیر لاکتوز و تشکیل آمینواسیدها و اسیدهای چرب آزاد در طی دوره رسیدن می باشد. بر اساس استاندارد ملی ایران ۱-۲۳۴۴ مقدار pH پنیر سفید رسیده شده در داخل آب نمک حداکثر برابر ۴/۸ و مقدار اسیدیته (برحسب درصد اسیدلاکتیک) حداقل ۰/۸ می‌باشد (سازمان ملی استاندارد ایران، ۱۳۸۰).

تغییرات درصد خاکستر

با افزایش درصد کنسانتره پروتئینی کازئین مقدار خاکستر برحسب درصد افزایش یافت همچنین به دلیل اختلاف فشار اسمزی بین آب نمک و لخته و خروج رطوبت از لخته و جذب نمک به‌وسیله لخته از آب نمک درصد خاکستر در طی دوره نگهداری افزایش نشان داد. خاکستر پنیر متشکل از نمک و مواد معدنی حاصل از کلرایدها، سیترات‌ها و فسفات‌های سدیم، پتاسیم، کلسیم و منیزیم موجود در شیر و مواد معدنی متصل به پروتئین نظیر فسفات کلسیم کلوئیدی است (Sanjuan et al., 2002).

علاوه بر موارد فوق افزایش درصد خاکستر در طی دوره رسیدن احتمالاً به دلیل تجزیه شدن بیشتر پروتئین و آزاد شدن املاح معدنی باند شده به پروتئین و حلالیت آن در رطوبت می‌باشد نتیجه فوق با نتایج به‌دست‌آمده توسط Radulovic و همکاران در سال ۲۰۱۱ بر روی پنیر سفید آب نمکی مطابقت داشت.

راندمان تولید پنیر

در این تحقیق وزن لخته‌ها پس از آبگیری محاسبه شد و راندمان پنیر مطابق با روش ارائه‌شده توسط Najafi و همکاران (۲۰۰۸) از طریق وزن لخته قبل از آب نمک گذاری به وزن شیر مورداستفاده محاسبه شد. مهم‌ترین ترکیباتی که نقش عمده در راندمان پنیرسازی دارند درصدهای ماده خشک، چربی، پروتئین و نمک می‌باشند. Rasmussen و Barbano (۱۹۹۲) بیان داشتند چربی و پروتئین به‌عنوان پرکننده در ماتریکس کازئینی بافت پنیر عمل می‌کنند و بازیابی چربی و پروتئین در راندمان پنیر مهم می‌باشند افزایش درصد غلظت کنسانتره‌های پروتئینی کازئین سبب افزایش برهمکنش پروتئین-پروتئین نسبت به پروتئین-آب شده و این امر به بالا رفتن راندمان پنیر سازی کمک شایانی می‌کند نتایج مشابه با این تحقیق در پنیر سفید ایرانی کم‌چرب توسط Madadalou و همکاران (۲۰۰۵) و پنیر هالومی Guven و همکاران (۲۰۰۸) ارائه‌شده است.

تغییرات درصد پروتئین

آنزیم‌های منعقد کننده شیر درشدت پروتئولیز پنیرهای سفید آب نمکی حائز اهمیت می‌باشند که این امر به علت بالا بودن میزان باقیمانده آنزیم‌های منعقد کننده شیر در لخته پنیر حاوی رطوبت بالا می‌باشد که در طی مرحله تولید و رسیدن پنیر تحت تأثیر آنزیم‌های منعقد کننده و سایر آنزیم‌های پروتئیناز ناشی از فلور طبیعی شیر راه‌یافته به داخل لخته و آنزیم مایه پنیر ابتدا به پپتیدهای با زنجیر بلند و سپس به پپتیدهایی با زنجیر کوتاه ودرنهایت تحت تأثیر گروه آنزیم‌های پپتیداز به اسیدهای آمینه تجزیه شده و در ایجاد عطروطعم پنیر شرکت می‌کنند اغلب زنجیره‌های کوتاه پپتیدی و یا اسیدهای آمینه تولیدشده در حین فعالیت‌های آنزیمی فرایند پروتئولیز در نقطه‌ایزوالکتریک کازئین ها به‌صورت محلول هستند به همین دلیل محتوای پروتئین پنیر سفید آب نمکی در طی دوره رسیدن به علت انتشار اجزاء نیتروژنی محلول به داخل آب نمک کاهش می‌یابد (Abd El Salam *et*

(*al.*, 1993). در پنیر دومیاتی غلظت آنزیم به‌کاررفته برای انعقاد شیر بسیار بیشتر از انواع پنیرهای دیگر است. در پنیر دومیاتی α_{s-1} کازئین به‌سرعت هیدرولیز می‌شود. پارا کاپا کازئین پنیر سفید آب نمکی سوری حاصل از شیر گاو در برابر هیدرولیز در طی دوره رسیدن مقاومت می‌کند. Radulovic و همکاران (۲۰۱۱) کاهش میزان پروتئین را در پنیر سفید آب نمکی در طی دوره رسیدن از ۱۵/۳۱ درصد به ۱۴/۸۶ درصد گزارش دادند نتیجه این تحقیق با تحقیق انجام‌شده توسط Radulovic و همکاران در سال ۲۰۱۱ ازنظر روند کاهشی تغییرات پروتئین در طی دوره رسیدن مطابقت داشت.

تغییرات درصد چربی

در دوره نگهداری، درصد چربی کاهش یافت دلیل کاهش چربی در طی دوره رسیدن احتمالاً به علت این است که پنیر تازه حاوی توده‌های کازئینی کروی شکل به‌صورت تجمع یافته است که این توده‌ها توسط پرکننده‌های چربی پایدار هستند و هنگام نگهداری در داخل آب نمک توده‌های بزرگ کازئین به اجزای کوچک‌تر کروی شکل شکسته شده درنتیجه تغییراتی در میزان چربی ایجاد می‌کند. در برخی از انواع پنیر ازجمله پنیر فتا تجزیه چربی کاملاً شفاف می‌باشد که نقش مهمی در رسیدن پنیر دارد. در انواع دیگر مانند پنیر تهیه‌شده با آنزیم رنت و دارای بافت سخت، تجزیه چربی منجر به تولید گلیسرول و اسیدهای چرب آزاد می‌شود و انتقال اسیدهای چرب از پنیر به آب نمک سبب کاهش چربی لخته می‌گردد این فرایند لیپولیز نامیده می‌شود که باعث تجزیه چربی به واحدهای سازنده نظیر اسیدهای چرب و گلیسرول و انتقال آن از لخته به داخل آب نمک می‌شود و یا تبدیل اجزاء سازنده چربی به ترکیباتی مؤثر در عطر و طعم پنیر که سبب رسیدن لخته می‌گردد آنزیم‌های لیپاز فلور طبیعی شیر و میکروفلورای ثانویه در این امر بسیار بااهمیت می‌باشند. اسیدهای چرب زنجیر کوتاه دارای مزه و بوی نسبتاً قوی می‌باشند بنابراین حتی مقدار کمی از این اسیدها تأثیر زیادی بر ویژگی‌های ارگانولپتیکی پنیر خواهد داشت در ادامه فرایند لیپولیز اسیدهای چرب آزاد به ترکیباتی مانند متیل کتون، لاکتون و آلدئید تبدیل می‌گردند که اغلب این ترکیبات دارای طعم و مزه خاصی می‌باشند (فرهنودی، ۱۳۸۲). بنابراین درنتیجه فرایند لیپولیز درصد چربی تیمارها در طی دوره رسیدن کاهش نشان داد.

عطر و طعم

بر طبق نتایج حاصل‌شده طعم تیمار حاوی یک درصد کنسانتره پروتئینی کازئین نسبت به سایر تیمارها مطلوب‌تر می‌باشد و هرچقدر درصد کنسانتره پروتئینی کازئین افزایش می‌یابد از امتیاز حسی طعم کاسته می‌شود. بدیهی است با پیشرفت پروتئولیز، ترکیباتی با وزن مولکولی کم شامل پپتیدها و اسیدهای آمینه آزاد ایجاد می‌شوند که این ترکیبات نقش مهمی در عطر و طعم پنیر ایفا می‌کنند. عطر و طعم پنیر تحت تأثیر نوع شیر، واکنش‌های بیوشیمیایی پیچیده در طی دوره رسیدن که این واکنش‌ها متأثر از آنزیم‌های طبیعی موجود در شیر، مایه پنیر، فعالیت‌های آنزیم میکروفلورای ثانویه می‌باشد همچنین این آنزیم‌ها فرایند مهم رسیدن شامل گلیکولیز، لیپولیز و پروتئولیز را شدت می‌بخشند (Attaie, 2005). بسیاری از پژوهشگران بر این باورند که واکنش‌های پروتئولیز و درنهایت تجزیه پروتئین‌ها به‌وسیله آنزیم‌های پروتئولیتیک عامل مهم در ایجاد عطر و طعم می‌باشند تحت تأثیر فرایند پروتئولیز پپتیدها و اسیدهای آمینه ترکیبات عطر و طعم داری مانند آمین‌ها، اسیدها، تیول‌ها و تیواسترها را تولید می‌کنند. علاوه بر این واکنش‌هایی نظیر ترانس آمیناسیون، دآمیناسیون، دکربوکسیلاسیون، دسولفوراسیون، کاتابولیسم اسید-های آروماتیک و واکنش آنزیم پلاسمین طبیعی شیر با پروتئین‌های پنیر و تبدیل این پروتئین‌ها به پپتیدهای با اندازه بزرگ و متوسط در طی تولید و رسیدن پنیر نقش مهمی در ایجاد عطر و طعم پنیر ایفا می‌کند. با توجه به زمان کوتاه رسیدن در این تحقیق شدت پروتئولیز زیاد نمی‌باشد بنابراین طعم پنیرهای حاصله خیلی تحت تأثیر فرایند پروتئولیز واقع نشد بااین‌حال هرچقدر غلظت کنسانتره پروتئینی در تیمارها افزایش یافت از آنجائی که فرایند پروتئولیز توسعه پیدا نکرد ویژگی‌های عطر و طعم نیز در این نوع پنیرها تکامل نیافت ولی تیمار حاوی یک درصد کنسانتره پروتئینی

کازئین دارای ویژگی عطر و طعمی شبیه تیمار شاهد بود و ازنظر گروه ارزیابان حسی به‌عنوان تیمار برتر انتخاب شد.

رنگ

نمونه‌های حاوی یک درصد کنسانتره پروتئینی کازئین دارای امتیاز حسی مشابهی با تیمار شاهد بودند درواقع افزایش غلظت کنسانتره پروتئینی کازئین سبب کاهش رنگ سفیدی پنیرهای تولیدی شد و از آنجائی که رنگ سفید شیری به‌عنوان شاخص مطلوبیت رنگ معرفی‌شده بود تیمار شاهد و تیمار حاوی یک درصد کنسانتره پروتئینی کازئین نسبت به سایر تیمارها دارای مطلوبیت شاخص رنگی بیشتری بودند رنگ متأثر از انعکاس نور به‌وسیله میسلهای کازئین و گلبولهای چربی می‌باشد هرچقدر انعکاس نور بیشتر باشد رنگ سفیدتر به نظر می‌رسد و هرچقدر جذب نور بیشتر باشد رنگ تیره‌تر به نظر می‌رسد در مواد جامد نظیر پنیر نور از لایه‌های سطحی عبور کرده و بخش اعظم آن توسط گلبولهای چرب شیر و نیز حفره‌های آب‌پنیری جذب می‌شود (Pauls and Oberg, 1998). لذا می‌توان گفت در روز سی‌ام از دوره رسیدن که بافت پنیر مستحکم‌تر و منسجم‌تر شده حفره‌های آب‌پنیری کاهش می‌یابد و نور کمتری در داخل پنیر جذب می‌شود و هدر می‌رود اختلاف بین تیمارهای حاوی یک درصد کنسانتره پروتئینی کازئین با تیمار شاهد کمتر می‌شود.

بافت

بافت پنیر یکی از مهم‌ترین خواص ارگانولپتیکی به شمار می‌آید که به‌وسیله حواس بینایی، لامسه و شنوایی درک می‌شود. تغییرات فیزیکوشیمیایی متعددی در ساختمان پنیر در طی دوره رسیدن اتفاق میافتد که ناشی از فعالیت آنزیم رنت باقیمانده در داخل لخته، آنزیم‌های حاصل از میکروفلورای طبیعی شیر و تغییرات ناشی از تعادل مواد معدنی میان سرم و پاراکازئین می‌باشد. پروتئولیز باعث نرم شدن بافت پنیر در طی دوره رسیدن به دلیل هیدرولیز ماتریکس کازئینی لخته و کاهش فعالیت آبی لخته می‌شود. کاهش در فعالیت آب درنتیجه تغییرات ایجادشده در اتصال با آب گروه‌های کربوکسیلیک و گروه‌های آمینی به وجود آمده در طی هیدرولیز می‌باشد. در طی دوره رسیدن بافت لاستیکی و سفت پنیر تازه به بافت نرم در پنیر رسیده تبدیل می‌گردد و مولکول‌های α_{s}^{-1} کازئین به‌وسیله آنزیم مایه پنیر باقی‌مانده در داخل لخته تجزیه می‌شود. سفتی بافت با مقدار ماده خشک لخته ارتباط مستقیم دارد تیمارهای حاوی غلظت‌های بالاتر کنسانتره کازئینی از یک‌سو دارای درصد ماده خشک بیشتر و از سوی دیگر به علت بالا بودن درصد کازئین دارای الاستیسیته و سفتی بیشتر می‌باشد بنابراین تیمارها هرچقدر حاوی درصد کنسانتره کازئینی بیشتری باشند سفت‌تر و الاستیک تر بوده و ازنظر گروه ارزیابان حسی از کیفیت بافت ضعیف‌تری برخوردار می‌باشند ولی در مقابل تیمارهای با درصد کنسانتره کمتر الاستیسیته و سفتی کمتری داشته و دارای کیفیت بافت بالاتری نیز هستند نتایج مشابه با این تحقیق توسط Guven و همکاران در سال ۲۰۰۸ به‌دست‌آمده است (Guven *et al*., 2008).

پذیرش کلی

درمجموع تیمارهایی که ازنظر ویژگی‌های موردنظر متشکل از عطر و طعم، رنگ و بافت حائز بیشترین امتیاز باشند به‌عنوان تیمار برتر انتخاب می‌شوند در این تحقیق پنیرهای غنی‌شده با یک درصد کنسانتره پروتئینی کازئین ازنظر ارزیاب‌های حسی حائز بیشترین و بالاترین امتیاز شدند و در تمامی سطوح طعم، بافت و رنگ نسبت به سایر تیمارها اولا به تیمار شاهد مشابهت بیشتری داشته و دارای مقبولیت عامه بودند ثانیاً دارای بالاترین امتیاز حسی بوده درنتیجه حائز بیشترین امتیاز حسی پذیرش کلی می‌باشند.

نتیجه‌گیری کلی

با توجه به نتایج حاصل‌شده از این تحقیق بر مبنای آزمون‌های فیزیکوشیمیایی و حسی‌امکان غنی‌سازی پنیرهای سفید آب نمکی تا سطح یک درصد از کنسانتره پروتئینی کازئین وجود دارد زیرا اولا ازنظر بهره پنیرسازی و ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی پنیرهای حاوی یک درصد کنسانتره پروتئینی کازئین به تیمار شاهد نزدیک‌تر بوده و تمام پارامترها در محدوده قابل‌قبول استاندارد می‌باشد ثانیاً ازنظر ارزیاب‌های حسی هم بهترین تیمار، تیمار حاوی یک درصد کنسانتره پروتئینی کازئین معرفی شد که با تیمار شاهد

در یک سطح قرار گرفتند. سایر تیمارها علی‌رغم داشتن درصد بالاتری از کنسانتره های پروتئینی کازئین در محدوده زمانی تعریف‌شده سی‌روزه نسبت به تیمار شاهد هم ازنظر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و هم ازنظر ویژگی‌های حسی در سطح پایین‌تری قرار داشتند.

منابع

۱. سازمان ملی استاندارد ایران. (۱۳۴۹). روش تعیین مقدار خاکستر پنیرهای ذوب‌شده. استاندارد شماره ۱۷۵۵.

۲. سازمان ملی استاندارد ایران. (۱۳۵۵). روش تعیین نمک در پنیر. استاندارد شماره ۱۸۰۹.

۳. سازمان ملی استاندارد ایران. (۱۳۵۶a). روش تعیین رطوبت پنیر و پنیرهای ذوب‌شده. استاندارد شماره ۱۷۵۳.

۴. سازمان ملی استاندارد ایران. (۱۳۵۶b). روش تعیین ماده خشک پنیر و پنیرهای ذوب‌شده. استاندارد شماره ۱۷۵۳.

۵. سازمان ملی استاندارد ایران. (۱۳۵۶c). روش تعیین پروتئین. استاندارد شماره ۱۸۱۱.

۶. سازمان ملی استاندارد ایران. (۱۳۵۷). روش تعیین مقدار چربی و پنیرهای ذوب‌شده. استاندارد شماره ۷۶۰.

۷. سازمان ملی استاندارد ایران. (۱۳۸۰). پنیر رسیده در آب نمک ویژگی‌ها و روش آزمون. استاندارد شماره ۲۳۴۴.

۸. سازمان ملی استاندارد ایران. (۱۳۸۵). روش تعیین اسیدیته کل و pH با تراکم H در شیر و فراورده‌های آن. استاندارد شماره ۲۸۵۲.

۹. فرهنودی، ف. (۱۳۷۷). صنعت شیر. انتشارات جهاد تحقیقات و آموزش تهران. صفحه ۳۲۵.

۱۰. منافی دیزج یکان، م.، حصاری، ج.، و خسروشاهی، ا. (۱۳۸۸). تأثیر مایه کشت میکروبی و پاستوریزاسیون روی بازدهی، ویژگی‌های حسی و فیزیکی-شیمیایی پنیر گوسفندی لیقوان. مجله پژوهش‌های صنایع غذایی، جلد ۱۹، شماره ۱، صفحات ۵۶-۴۳.

۱۱. میرزایی، ح.، علیقلی نژاد، ع. (۱۳۹۰). مطالعه تغییرات ویژگی‌های شیمیایی پنیر لیقوان در طول مراحل تولید و دوره رسیدن. مجله دامپزشکی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز. دوره ۵، شماره ۲، صفحه ۱۱۶۹-۱۱۶۱.

12. Abd El-Salam, M.H., Alichanidis, E., Zerfiridis, G.K. 1993: Domiati and feta-type cheeses. In: Fox P.F. (ed.): Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology. London, Chapman and Hall: 301–335.

13. Attaie, R. 2005. Effect of aging on rheological and proteolytic properties goat milk Jack cheese produced according to cow milk procedures. Small ruminant research, 57:19-29.

14. Barbano, D.M., Rasmussen, R.R. 1992. Cheese yield performance of fermentation produced chymosin and other milk coagulants. J of Dairy Sci, 75:1-12.

15. Fox, P.F., McSweeney, P. 2004. Cheese: an overview. Cheese: chemistry, physics and microbiology 1:1-18.

16. Guinee, T., Mulholland, E., Kelly, J., Callaghan, D. 2007. Effect of protein-to-fat ratio of milk on the composition, manufacturing efficiency, and yield of Cheddar cheese. J of dairy sci, 90(1):110-123.

17. Guven, M., Cadun, C., Karaca, O.B., Hayaloglu, A.A. 2008. Influence of rennet concentration of ripening characteristics of Halloumi cheese. J of food biotech, 32(5):615-627.

18. Karlsson, A.O., Ipsen, R., Schrader, K., Ardö, Y. 2005. Relationship between physical properties of casein micelles and rheology of skim milk concentrate. J of dairy sci, 88(11):3784-3797.

19. Madadalou, A., Khosroshahi, A., Mousavi, M. 2005. Rheology, microstructure and functionality of low-fat

Iranian white cheese made with different of rennet. J of Dairy Sci, 88:3052-3062.
20. Marshall, R.J. 1986. Increasing cheese yield by high heat treatment of milk. J of Dairy Res, 53:313-332.
21. Najafi, M., Koocheki, A., Mahdizadeh, M. 2008. Studies on the effect of starter culture concentration and renneting pH on the Iranian brine cheese yield. J of Agri and Env Sci, 3(3):235-332.
22. Paulson, B.M., Mc Mahon, D.J., Oberg, C.J. 1998. Influence of sodium chloride on appearance functionality and protein arrangement Mozzarella cheese. J of Dairy Field, 165:48-78.
23. Psoni, L., Tzanetakis, N., Litopoulou-Tzanetaki, E. 2003. Microbiological, Physicochemical characteristics of cameros cheese. J of food microbio, 16:615-621.
24. Radulovic, Z., Miocinovic, J., Pudja, P., Barac, M., Miloradovic, Z. and Paunovic, D. 2011. The application of autochthonous lactic and bacteria in white brined cheese production. Mijekarstvo, 61(1):15-25.
25. Sanjuan, E., Millan, R., Saavedra, P., Carmona, M.A., Gomez, R., Salguero, J.F. 2002. Influence of animal and vegetable rennet on the physicochemical characteristics of Los pedroches cheese during ripening. J of food che, 78:281-289.
26. Shahab Lavasani, A.R. 2018. Biochemical changes of Iranian probiotic Lighvan cheese. Czech J of Food Sci, 36:1-7.
27. Watkinson, P., Coker, C., Crawford, R., Dodds, C., Johnston, K., Mckenna, A., White, N. 2001. Effect of cheese pH and ripening time on model cheese textural properties and proteolysis. Int Dairy J, 11:455-464.

Using micellar casein concentrate (MCC) on efficiency and physicochemical properties of Iranian white brine cheese

Aghaei S[1], Shahablavasani AR[2*], Rajaei P[3]

1. Department of Food Science and Technology, Varamin-Pishva Branch, Islamic Azad University, Varamin, Iran.
2. Innovative Technologies in Functional Food Production Research Center, Varamin-Pishva Branch, Islamic Azad University, Varamin, Iran
3. Department of Food Science and Technology, Varamin-Pishva Branch, Islamic Azad University, Varamin, Iran.

***Corresponding author:** *shahabam20@yahoo.com*

Received: 4 February 2019 Accepted: 5 May 2019

Abstract

White brined cheese is a very popular traditional cheese which is produced in some parts of Iran, this product is usually made from sheep's, cow's milk or mixture of them. Back to past decades, one of the most important challenge was increased yield of cheesemaking according to improved quality including chemical composition and sensory properties. So, the aims of this study were to determine physicochemical and sensory properties of white brined cheese supplemented by Micellar Casein Concentrate (MCC). Four treatments were prepared by adding 1, 2, 3 and 4% of MCC to milk used for cheesemaking and physicochemical properties (pH, acidity(dornic), dry matter%, moisture%, ash%, protein%, fat% and yield of cheesemaking) also sensory properties(flavor, color, texture and acceptability scores) were measured over 30 days of ripening period. Statistical analysis for comparison of data was Completely Randomized Design(CRD). Results showed that in parallel to dry matter%, moisture content of all treatments were decreased during 30 days of ripening period and parallel to pH, acidity of all treatments increased until end of ripening period also ash% of all treatments increased during 30 days of ripening period and the highest yield of cheesemaking , protein% and fat% were attributed to T_4(containig 4% of MCC). The highest scores for flavor, color, texture and acceptability were attributed to T_4 (containig 4% of MCC). According to above mentioned, T_1 was the best treatment among others and had high similarity to control sample with due attention to physicochemical and sensory properties.

Keywords: Micellar Casein Concentrate, White brine cheese, physicochemical properties, sensory properties, yield of cheese making.