تعیین ویژگی های انعقادی و شیمیایی پنیر فتای فراپالایشی حاصل از پودر ریتنتیت در سطوح مختلف چربی و کلریدکلسیم

حسن رشیدی[1*]، مصطفی مظاهری تهرانی[2]، سید محمد علی رضوی[2]، محسن قدس روحانی[3]

۱- دانشجوی دکتری دانشگاه فردوسی مشهد و عضو هیات علمی موسسه آموزش عالی علمی کاربردی جهاد کشاورزی
۲- عضو هیات علمی (دانشیار) گروه علوم و صنایع غذایی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد
۳- عضو هیات علمی (استادیار) موسسه آموزش عالی علمی کاربردی جهاد کشاورزی

(تاریخ دریافت: ۸۹/۸/۱۴ تاریخ پذیرش: ۸۹/۱۲/۱۸)

چکیده

در این پژوهش اثر مقادیر مختلف چربی (۰، ۲، ۶، ۱۰، ۱۴ و ۱۸ درصد) موجود در ریتنتیت (ناتراوه) و مقدار کلرید کلسیم (۰ و ۰/۰۲ درصد) اضافه شده به آن، بر ویژگی های انعقادی (زمان انعقاد، مقدار آب پنیر و بازده تولید پنیر) و شیمیایی (درصد چربی، درصد کل مواد جامد، درصد اسیدیته و مقدار pH) پنیر فتای فراپالایشی تولید شده از پودر ریتنتیت بررسی شد. همچنین اثر نحوه افزودن نمک (گذاردن بر روی کاغذ مخصوص پس از انعقاد یا افزودن مستقیم به ناتراوه)، بر ویژگی های انعقادی و شیمیایی نمونه پرچرب مورد بررسی قرار گرفت. بررسی آماری نتایج نشان داد که با کاهش مقدار چربی، زمان انعقاد و مقدار آب پنیر درون بسته افزایش و بازده تولید، کاهش معنی داری یافت ($P < ۰/۰۵$). متغیر کلرید کلسیم، اثر کاهنده معنی داری ($P < ۰/۰۰۱$) بر زمان انعقاد دلمه داشت و این اثر در مورد تیمارهای با چربی کمتر از ۱۰ درصد، مشهودتر بود. مقدار کلرید کلسیم اثر معنی داری بر مقدار آب پنیر، بازده تولید و ویژگی های شیمیایی اندازه گیری شده نداشت. از سوی دیگر کاهش چربی اثر معنی داری بر تمامی ویژگی های شیمیایی داشت. بیشترین مقدار چربی، مواد جامد کل و اسیدیته و کمترین مقدار pH، در نمونه حاصل از تراوه با ۱۸ درصد چربی مشاهده گردید که اختلاف معنی داری با سایر تیمارها داشت ($P < ۰/۰۵$). افزودن نمک به ریتنتیت (بدون استفاده از کاغذ مخصوص) باعث کاهش مقدار ماده جامد و آب پنیر و افزایش بازده تولید گردید، اما اسیدیته و pH دو نمونه پنیر فاقد اختلاف آماری معنی دار بودند.

کلید واژگان: پنیر، کاهش چربی، کلرور کلسیم، فتا، ریتنتیت.

* مسوول مکاتبات: Ha_rashidi@yahoo.com

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-19]

۱- مقدمه

پنیر فتای فراپالایشی پنیری است با بافت نرم و مالش پذیر که در نتیجه فراپالایش[1] شیر تا ماده خشک ۳۵ درصد و سپس انعقاد آنزیمی ریتنتیت[2] (ناتراوه) به دست می آید. pH نهایی این فراورده ۴/۸ و دارای ۱-۳ درصد نمک است. شیر مصرفی حداقل دارای ۳/۸ درصد چربی و پنیر حاصل حاوی ۱۸-۲۰ درصد (۴۰-۴۵ درصد در ماده خشک) چربی است. پس با مصرف این پنیر چربی زیادی وارد رژیم غذایی مصرف کننده می گردد [۱ و ۲].

تولید پنیر کم چرب در جهان، از سال ۱۹۸۰ افزایش معنی داری داشته است [۳] که به دلیل تامین سلامت مصرف کننده بوده است[۶-۳]. در جوامع پیشرفته غربی، مصرف بیش از حد چربی خطر ابتلا به بیماری های قلب و عروق را افزایش داده است و منجر به افزایش فشار خون افراد شده است [۷]. به همین دلیل توجه ویژه ای به تولید محصولات کم چرب وجود دارد. در عین حال تولید پنیرهای با چربی کاهش یافته یا بدون چربی در صنعت لبنی ایران جنبه عملی چندانی پیدا نکرده است.

چربی در بازده تولید، بافت، طعم، بو، ظاهر و ویژگی های شیمیایی پنیر نقش مهمی دارد[۸ و ۹]. اغلب کاهش چربی نواقصی در کیفیت پنیر ایجاد می کند که تولید پنیر کم چرب با ویژگی های نزدیک به انواع اصلی پر چرب را دشوار می نماید. به همین دلیل، پژوهش های متعددی با هدف بررسی و رفع این نواقص در پنیرهای مختلف صورت گرفته است [۱۰-۱۲]. فنلن و همکاران، ویژگی های پنیرهای چدار تولید شده با مقادیر چربی متفاوت را مورد بررسی قرار دادند. با کاهش چربی مقدار رطوبت افزایش یافت، در حالی که بین مقدار رطوبت در ماده جامد بدون چربی نمونه ها اختلاف معنی داری وجود نداشت. همچنین مقدار نمک در رطوبت در نمونه پرچرب بیشتر بود. با کاهش مقدار چربی، مقدار پروتئین افزایش یافت [۱۳]. کاواس و همکاران نیز تاکید دارند که با کاهش چربی شیر، راندمان و مواد جامد کل کاهش می یابد، اما رطوبت و ارزش نیتروژنی کل افزایش می یابد [۱۴]. لطیف و همکاران، ویژگی های شیمیایی پنیر هالومی گاوی و گوسفندی پرچرب، با چربی کاهش یافته و کم چرب را تعیین کردند. کاهش چربی شیر تاثیر معنی داری بر مقدار رطوبت، چربی، پروتئین و خاکستر داشت [۱۵].

استفاده از پودر ریتنتیت به جای ریتنتیت، مزایای متعددی را به همراه می آورد. در این حالت اعمال فرمولاسیون های متنوع و افزودن و اختلاط مواد گوناگون به سادگی ممکن است. فراورده پودری دارای ماندگاری بالایی است، در حالی که ریتنتیت تازه به سرعت مراحل فساد را طی می کند [۱۶و۱۷].

در این پژوهش، اثرات کاهش چربی و مقدار کلرید کلسیم بر ویژگی های انعقادی و شیمیایی پنیر فتای فراپالایشی حاصل از پودر ریتنتیت بررسی شده است.

۲- مواد و روش ها

۲-۱- مواد اولیه

پودر ریتنتیت (دارای حدود ۸۰ درصد پروتئین، ۹درصد لاکتوز، ۷ درصد خاکستر و ۱ درصد چربی) از شرکت MILEI آلمان، خامه (دارای حدود ۳۰ درصد چربی و ۳۵ درصد ماده جامد) از شرکت فراورده های لبنی گاش مشهد، آب مقطر از شرکت پادینا، کلرید کلسیم از شرکت کمیرا (سوئد)، لیوان ۱۰۰ گرمی پنیر و کاغذ مخصوص از شرکت فراورده های لبنی پگاه مشهد و نمک طعام تصفیه شده بدون ید از شرکت سپید دانه خریداری گردید. رنت نوع Fromase 2200 TL Granulate و استارتر Delvo MT54Y DSL (دارای باکتری های *استرپتوکوکوس ترموفیلوس* و *لاکتوکوکوس لاکتیس* زیر گونه های *کرموریس* و *لاکتیس*) از شرکت DSM استرالیا تهیه شد.

۲-۲- تولید پنیر

۲-۲-۱- اثر کاهش چربی و مقدار کلرور کلسیم

در هر نوبت تولید، ۲ کیلوگرم ریتنتیت بازسازی شده با آب مقطر و خامه تهیه شد. ابتدا به مقدار محاسبه شده (مطابق جدول ۱) پودر ریتنتیت و آب مقطر با دمای ۶۰ درجه سانتی گراد به مدت ۵ دقیقه در مخلوط کن آزمایشگاهی مخلوط گردید [۱۷]. سپس برای تنظیم مقدار چربی در محدوده های تعیین شده (۰، ۲، ۶، ۱۰، ۱۴ و ۱۸ درصد)، خامه با مقدار چربی ۳۰ درصد اضافه (جدول ۱) و نمونه در دمای ۴۰ درجه سانتی گراد به مدت ۵

1. Ultra-Filtration
2. Retentate

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-19]

دقیقه مخلوط شد. ریتنتیت بازسازی شده، در دمای ۶۳ درجه سانتی گراد به مدت ۳۰ دقیقه سالم سازی شد. سپس دما به ۳۵ درجه سانتی گراد کاهش داده شد. در این مرحله برای بررسی اثر افزودن کلرید کلسیم، دو سطح ۰/۰۲ یا صفر درصد کلرید کلسیم در نظر گرفته شد (جدول ۲). استارتر (۰/۰۱ گرم بر کیلوگرم ناتراوه) و رنت (۰/۰۳ گرم بر کیلوگرم ناتراوه) در آب استریل با دمای ۳۰ درجه سانتی گراد حل و به ناتراوه اضافه شد و مخلوط در ظروف ۱۰۰ گرمی مخصوص پنیر فتای فراپالایشی ریخته شد. ظروف پر شده تا انعقاد کامل (حداقل ۲۰ دقیقه)، در گرم خانه با دمای ۳۳ درجه سانتی گراد قرار داده شد. پس از انعقاد، نمونه ها از گرم خانه خارج و روی سطح قالب، کاغذ مخصوص و ۲ گرم نمک اضافه شد و سپس روی ظروف یک لایه سلوفان کشیده شد. این نمونه ها ۲۴ ساعت در گرم خانه با دمای ۲۷ درجه سانتی گراد قرار گرفت و سپس ۴۸ ساعت در یخچال با دمای ۵ درجه سانتی گراد گذارده شد. سپس آزمون های شیمیایی بر روی آنها انجام شد [۱۸].

جدول ۱ مواد اولیه مصرفی برای تولید ۱ کیلوگرم ریتنتیت با چربی مشخص

چربی ریتنتیت (٪)	آب مقطر (گرم بر کیلوگرم)	خامه (گرم بر کیلوگرم)	پودر ریتنتیت (گرم بر کیلوگرم)
۰	۸۱۹	۰	۱۸۱
۲	۷۵۹	۶۱	۱۸۰
۶	۶۳۱	۱۹۵	۱۷۴
۱۰	۵۰۴	۳۳۰	۱۶۶
۱۴	۳۸۰	۴۶۲	۱۵۸
۱۸	۲۵۲	۵۹۵	۱۵۳

۲-۲-۲- اثر روش افزودن نمک

در حال حاضر در برخی از واحدهای تولید پنیر فتای فراپالایشی، برخلاف روش شرح داده شده در بالا، از کاغذ مخصوص استفاده نمی شود و نمک مستقیما به ریتنتیت اضافه می گردد. هدف اصلی این تولید کنندگان کاهش هزینه تولید است (حذف مرحله کاغذ گذاری و ماشین آلات مربوط به آن و عدم استفاده از کاغذ)، اما وجود نمک طعام قبل از رنت زنی باعث افت کیفی پنیر می شود [۱۹]. برای بررسی اثر نحوه نمک زنی، تیمار شاهد پرچرب یک بار به روش اصلی (افزودن نمک بر روی کاغذ، پس از انعقاد کامل) و دیگر بار با افزودن همان مقدار نمک به ریتنتیت (قبل از رنت زنی) و بدون افزودن کلرید کلسیم تولید گردید و ۷۲ ساعت پس از تولید، مقدار آب پنیر، بازده تولید، اسیدیته، pH و مواد جامد کل اندازه گیری شد.

۲-۳- آزمایشات

زمان انعقاد بر حسب دقیقه و با پایش مداوم لخته در حال تشکیل تا سفت شدن کامل، مقدار آب پنیر بر حسب گرم و با توزین بخش مایع موجود در هر بسته[۲] و بازده تولید با توزین پنیر حاصل از ۱۰۰ گرم ریتنتیت اولیه اندازه گیری گردید [۲۰]. مقدار رطوبت توسط خشک کردن نمونه پنیر در دمای ۱۰۵ درجه سانتی گراد تا رسیدن به وزن ثابت [۹] و مقدار pH پنیر توسط pH متر دیجیتالی (pH spear, Oakton, Malaysia) اندازه گیری شد. اسیدیته توسط تیتراسیون و بر اساس درصد اسید لاکتیک [۱] و مقدار چربی پنیر به روش ژربر تعیین گردید [۲۱].

۲-۴- طرح آزمایش و آنالیز آماری

۲-۴-۱- اثر متغیر چربی و کلرید کلسیم

تیمارها بر اساس طرح کاملا تصادفی دو فاکتوره[1] (۶ سطح چربی و ۲ سطح کلرید کلسیم) با سه تکرار، تولید و نتایج آزمون ها در همین قالب آماری و توسط نرم افزار MSTATC, version:1.42 تجزیه و تحلیل گردید. مقایسه میانگین داده ها با آزمون چند دامنه ای دانکن و در سطح ۵ درصد انجام شد.

۲-۴-۲- اثر نحوه افزودن نمک

تیمارها در قالب طرح کاملا تصادفی با دو تیمار (۲ روش متفاوت نمک زنی) و سه تکرار تولید و نتایج آزمون ها در همین قالب آماری و توسط نرم افزار MSTATC, version:1.42 تجزیه

1. Two factor completely randomized design

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-19]

و تحلیل گردید. مقایسه میانگین داده ها با آزمون چند دامنه ای دانکن و در سطح ۵ درصد انجام شد.

۳- نتایج و بحث

۳-۱- اثر متغیر چربی و کلرید کلسیم

۳-۱-۱- ویژگی های انعقادی

ویژگی های انعقادی نمونه های پنیر به صورت تابعی از مقدار چربی و کلرید کلسیم در جدول ۲ آمده است.

۳-۱-۱-۱- زمان انعقاد

با کاهش مقدار چربی، زمان انعقاد افزایش یافت و رابطه معکوسی بین مقدار چربی و زمان انعقاد وجود داشت. ضریب همبستگی این رابطه معکوس ۰/۸۷ بود. طولانی ترین زمان انعقاد مربوط به تیمار ۱ بود و اختلاف آماری معنی داری ($P < ۰/۰۵$) بین آن و سایر تیمارها وجود داشت. چربی یکی از اجزای شیر است که عمدتا در ساختار دلمه شرکت می کند و مقدار کمی از آن به آب پنیر راه می یابد. از سوی دیگر با کاهش مقدار چربی شیر پنیرسازی، مقدار مواد جامد کل نیز کاهش می یابد. به گونه مشابه، فاکس و همکاران نیز تاکید کردند که مقدار چربی و مواد جامد شیر یکی از عوامل مهم تعیین کننده زمان انعقاد آن است و با کاهش آنها زمان انعقاد افزایش می یابد، تا جایی که ممکن است منجر به عدم تشکیل دلمه شود [۲۲]. اردم و همکاران نیز در مقایسه ریتنتیت حاصل از شیر پس چرخ و شیر کامل، نتایج مشابهی را اعلام کرده اند [۱۹].

متغیر مقدار کلرید کلسیم، تاثیر آماری معنی داری ($P < ۰/۰۰۱$) بر زمان انعقاد داشت (جدول ۲) و در تمامی تیمارها افزودن کلرید کلسیم منجر به کاهش زمان انعقاد گردید. این اثر با کاهش مقدار چربی شدت یافت، به گونه ای که اختلاف بین تیمار ۱ و ۲ کاملا معنی دار بود ولی اختلاف بین تیمار ۱۱ و ۱۲ معنی دار نبود. کلسیم در سه شکل یونی، محلول و کلوئیدی در شیر وجود دارد و وجود مقدار مناسبی از آن برای انجام فرایند انعقاد و سفتی مناسب دلمه الزامی است [۲۲].

جدول۲ اثر مقدار چربی و کلرید کلسیم بر ویژگی های انعقادی (میانگین[۱] ± انحراف استاندارد)

		چربی ناتراوه(٪)	کلرید کلسیم(٪)	زمان انعقاد (دقیقه)	آب پنیر (گرم در صد گرم ریتنتیت)	بازده تولید (گرم پنیر از ۱۰۰گرم ریتنتیت)
تیمار	۱	۰	۰	۴۱/۰۰±۱/۷۳^{a}	۹/۸۷±۰/۵۹^{a}	۸۸/۲۲±۰/۵۹^{e}
	۲	۰	۰/۰۲	۳۰/۶۶±۲/۰۸^{c}	۱۰/۱۹±۰/۶۲^{a}	۸۷/۹۹±۰/۵۷^{e}
	۳	۲	۰	۳۶/۳۳±۱/۱۵^{b}	۷/۴۷±۰/۷۴^{b}	۹۰/۷۵±۰/۷۷^{d}
	۴	۲	۰/۰۲	۲۷/۳۳±۱/۱۵^{d}	۷/۲۴±۰/۸۶^{bc}	۹۱/۰۵±۰/۸۵^{d}
	۵	۶	۰	۲۳/۳۳±۱/۱۵^{e}	۶/۳۵±۰/۵۲^{bc}	۹۱/۴۲±۰/۳۴^{d}
	۶	۶	۰/۰۲	۲۰/۰۰±۱/۷۳^{f}	۶/۵۰±۰/۶۷^{c}	۹۱/۶۴±۰/۶۳^{d}
	۷	۱۰	۰	۱۹/۳۳±۱/۱۵^{fg}	۴/۸۶±۰/۴۵^{c}	۹۳/۴۸±۰/۴۴^{bc}
	۸	۱۰	۰/۰۲	۱۷/۶۶±۱/۱۵^{g}	۴/۹۹±۰/۴۶^{de}	۹۳/۲۸±۰/۶۰^{c}
	۹	۱۴	۰	۱۶/۰۰±۱^{g}	۳/۹۴±۰/۱۱^{d}	۹۴/۲۲±۰/۱۸^{ab}
	۱۰	۱۴	۰/۰۲	۱۵/۳۳±۱/۱۵^{h}	۴/۰۲±۰/۱۲^{f}	۹۴/۵۳±۰/۶۶^{a}
	۱۱	۱۸	۰	۱۰/۳۳±۱/۵۳^{h}	۳/۴۴±۰/۱۱^{ef}	۹۴/۷۲±۰/۱۳^{a}
	۱۲	۱۸	۰/۰۲	۹/۶۶±۰/۵۸^{h}	۳/۳۷±۰/۴۶^{f}	۹۴/۸۳±۰/۵۵^{a}
مقدار $F^{۲}$	تیمار چربی (DF=۵)			۳۱۶/۹***	۱۲۸/۱***	۱۲۲/۲***
	تیمار کلرید کلسیم (DF=۱)			۸۹/۸***	۰/۱۲^{ns}	۰/۲۱^{ns}

۱. میانگین های دارای حروف متفاوت به گونه معنی داری متفاوت هستند ($P < ۰/۰۵$).

۲. ***: معنی دار بودن در سطح ۰/۱ درصد و ns : معنی دار نشدن

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-19]

با توجه به نتایج به دست آمده مشخص می گردد که در تولید پنیر کم چرب، همراه با کاهش چربی باید مقداری کلرید کلسیم اضافه گردد که این کار باعث کاهش زمان تولید می گردد. مارتین و همکاران نیز در پژوهشی که بر روی انعقاد آنزیمی پودر ریتنتیت داشتند، تاکید کردند که افزودن کلرید کلسیم در انعقاد آنزیمی و تشکیل دلمه کاملا موثر است. چنانچه محتوای کلسیمی خیلی کم باشد، دلمه تشکیل نخواهد شد [۱۷].

۳-۱-۲-۱- مقدار آب پنیر و بازده تولید

با کاهش مقدار چربی ریتنتیت، مقدار آب پنیر افزایش یافت. ضریب همبستگی این رابطه معکوس ۰/۹ بود. بیشترین مقدار آب پنیر در تیمارهای ۱ و ۲ مشاهده گردید و اختلاف آماری معنی داری ($P < ۰/۰۵$) بین آنها با سایر تیمارها وجود داشت. متغیر کلرید کلسیم تاثیری بر مقدار آب پنیر نداشت (جدول ۲)، به گونه ای که اختلاف آماری معنی داری بین تیمارهای با مقدار چربی یکسان دیده نشد. با کاهش مقدار چربی، بازده تولید کاهش یافت و ضریب همبستگی بالایی (۰/۸۹) بین این دو متغیر مشاهده شد. بیشترین مقدار بازده تولید در تیمار ۱۲ مشاهده گردید و اختلاف آماری معنی داری ($P < ۰/۰۵$) بین تیمارهای مختلف وجود داشت. بین تیمارهای ۹، ۱۰، ۱۱ و ۱۲ اختلاف آماری معنی داری مشاهده نگردید. متغیر کلرید کلسیم تاثیر معنی داری بر بازده تولید نداشت. همسو با یافته های این پژوهش، رودان و همکاران [۲۳]. نیز تاکید کردند که بازده پنیر موزارلا با ۵ درصد چربی، ۳۰ درصد کمتر از موزارلا با ۲۵ درصد چربی است. همچنین سپاهیوگلو و همکاران نیز گزارش کرده اند که با کاهش چربی شیر، راندمان تولید پنیر فتا به گونه معنی داری کاهش یافته است [۹]. رومیه و همکاران نیز به نتایج مشابهی دست یافتند[۱۲]. افزایش مقدار آب پنیر و کاهش بازده تولید، معایبی هستند که در تولید پنیر کم چرب باید در نظر گرفته شوند. هر چه آب پنیر بیشتری حاصل شود در واقع ضایعات بیشتر است و منافع کمتری عاید می گردد.

۳-۱-۲- ویژگی های شیمیایی

ویژگی های شیمیایی تیمارهای مختلف به صورت تابعی از مقدار چربی و کلرید کلسیم در جدول ۳ آمده است. همان گونه که انتظار می رفت، با کاهش مقدار چربی ریتنتیت، مقدار چربی پنیر نیز کاهش یافت و اختلاف آماری معنی داری بین تیمارها وجود داشت. چربی از جمله ترکیباتی است که در انعقاد آنزیمی عمدتا وارد دلمه می شود و تنها مقدار کمی از آن وارد آب پنیر می شود [۲۲]. سپاهیوگلو و همکاران نیز مشاهده کردند که با کاهش چربی شیر، چربی پنیر فتا کاهش یافت [۹]. لطیف و همکاران نیز اثر مقدار چربی شیر بر مقدار چربی پنیر را در سطح ۰/۱ درصد معنی دار اعلام کرده اند [۱۵]. اثر کاهش چربی پنیر بر سایر ویژگی های شیمیایی آن به ترتیب زیر بود.

۳-۱-۲-۱- pH

pH ریتنتیت بازسازی شده ۶/۷ بود. در تمامی نمونه ها، افزودن استارتر و گرم خانه گذاری منجر به کاهش pH در حد مطلوب گردید. همانگونه که در جدول ۳ مشاهده می گردد، با افزایش چربی مقدار pH پنیر کاهش یافته است و رابطه معکوسی (با ضریب همبستگی معادل ۰/۹۲) میان این دو وجود دارد. کمترین مقدار pH در تیمار ۱۲ مشاهده گردید و اختلاف آن با سایر تیمارها معنی دار بود. متغیر مقدار کلرید کلسیم تاثیر معنی داری بر pH پنیر نداشت. لالوی و همکاران گزارش کرده اند که مقدار چربی بر روی فعالیت استارترها موثر بوده است. این محققین مشاهده کردند که استارترها در محیط با چربی بیشتر، رشد و تکثیر بیشتری داشتند [۲۴]. به گونه مشابه، کاواس و همکاران نیز گزارش کرده اند که pH در پنیر پرچرب کمتر از کم چرب بوده است [۱۴]. وولیکاکیس و همکاران نیز نتایج مشابهی را اعلام نموده اند [۲۵].

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-19]

جدول ۳ اثر متغیر چربی و کلرید کلسیم بر ویژگی های شیمیایی پنیر (میانگین[۱] ± انحراف استاندارد)

		چربی ناتراوه(٪)	کلرید کلسیم(٪)	چربی پنیر (٪)	مواد جامد کل (٪)	pH	اسیدیته(درصد اسید لاکتیک)
تیمار	۱	۰	۰	۰^{f}	۲۰/۳۳±۰/۱۵^{f}	۴/۹۱±۰/۰۴^{a}	۰/۸۸±۰/۰۲^{c}
	۲	۰	۰/۰۲	۰^{f}	۲۰/۴۶±۰/۲۳^{f}	۴/۹۱±۰/۰۲^{a}	۰/۸۷±۰/۰۲^{c}
	۳	۲	۰	۲/۴۰^{e}±۰/۱۷	۲۳/۳۳±۰/۱۲^{e}	۴/۸۷±۰/۰۷^{a}	۰/۸۸±۰/۰۵^{c}
	۴	۲	۰/۰۲	۲/۳۶^{e}±۰/۲۳	۲۳/۰۳±۰/۰۶^{e}	۴/۸۶±۰/۰۵^{a}	۰/۹۲±۰/۱۱^{bc}
	۵	۶	۰	۶/۹۶^{d}±۰/۱۵	۲۷/۳۳±۰/۳۱^{d}	۴/۶۹±۰/۰۵^{b}	۰/۹۸±۰/۰۳^{bc}
	۶	۶	۰/۰۲	۷/۱۶^{d}±۰/۲۹	۲۷/۶۶±۰/۲۳^{d}	۴/۶۷±۰/۰۵^{bc}	۰/۹۵±۰/۰۶^{d}
	۷	۱۰	۰	۱۰/۳۳^{c}±۰/۲۹	۳۱/۳۳±۰/۴۲^{c}	۴/۶۵±۰/۰۵^{bc}	۰/۹۶±۰/۰۴^{bc}
	۸	۱۰	۰/۰۲	۱۰/۴۶^{c}±۰/۴۶	۳۱/۴۶±۰/۲۵^{c}	۴/۶۶±۰/۰۵^{bc}	۰/۹۷±۰/۰۵^{bc}
	۹	۱۴	۰	۱۴/۹۰^{b}±۰/۱۷	۳۵/۴۳±۰/۲۵^{b}	۴/۶۰±۰/۰۲^{cd}	۱/۰۴±۰/۰۷^{bc}
	۱۰	۱۴	۰/۰۲	۱۵/۰۳^{b}±۰/۰۶	۳۵/۳۰±۰/۴۴^{b}	۴/۶۰±۰/۰۳^{cd}	۱/۰۳±۰/۱۰^{ab}
	۱۱	۱۸	۰	۱۹/۰۰^{a}±۰/۰۰	۴۰/۴۶±۰/۳۶^{a}	۴/۵۶±۰/۰۱^{d}	۱/۱۴±۰/۰۵^{ab}
	۱۲	۱۸	۰/۰۲	۱۸/۸۰^{a}±۰/۳۶	۴۰/۶۳±۰/۳۲^{a}	۴/۵۵±۰/۰۳^{d}	۱/۱۳±۰/۰۵^{a}
مقدار $F^{۲}$	تیمار چربی (DF=۵)			۵۸۵۰***	۴۲۷۸/۲***	۷۵/۳***	۱۵/۲***
	تیمار کلرید کلسیم (DF=۱)			۰/۲۵^{ns}	۰/۳۶^{ns}	۰/۲^{ns}	۰/۰۰۷^{ns}

۱. میانگین های دارای حروف متفاوت به گونه معنی داری متفاوت هستند ($P < ۰/۰۵$).

۲. ***: معنی دار بودن در سطح ۰/۱ درصد و ns : معنی دار نشدن

۳-۱-۲-۲- اسیدیته

با کاهش چربی، مقدار اسیدیته پنیر کاهش یافت و این رابطه مستقیم دارای ضریب همبستگی ۰/۹۲ بود. بیشترین مقدار اسیدیته در تیمارهای ۱۱ و ۱۲ مشاهده گردید و اختلاف آماری معنی داری ($P < ۰/۰۵$) با سایر تیمارها داشتند. متغیر مقدار کلرید کلسیم بر اسیدیته تاثیری نداشت (جدول ۳) و تیمارهای با مقدار چربی یکسان فاقد اختلاف آماری معنی دار بودند. رودریگز بیان کرده است که رطوبت بالای پنیرهای کم چرب بر فعالیت استارترها موثر است [۵]. مشابه با نتایج این تحقیق، کاواس و همکاران بیان داشته اند که اسیدیته پنیر پرچرب، به گونه معنی داری بیش از نوع کم چرب بوده است [۱۴].

۳-۱-۲-۳- مواد جامد کل

با کاهش مقدار چربی ریتنتیت، مقدار مواد جامد کل پنیر کاهش یافت. تیمارهای با مقدار چربی متفاوت دارای اختلاف آماری معنی داری ($P < ۰/۰۵$) بودند. مقدار کلرید کلسیم تاثیر معنی داری بر مواد جامد کل پنیر نداشت. هنگام انعقاد آنزیمی، گلبولهای درشت چربی لابلای ماتریکس کازیینی محبوس و در ساختمان دلمه شرکت می کنند. بخش کوچکی از چربی وارد آب پنیر می شود [۲۲]. پس افزایش مقدار چربی باعث افزایش چربی پنیر و در نتیجه ماده جامد کل آن می شود. از سوی دیگر کاهش چربی شیر پنیر سازی، موجب افزایش نسبی مقدار پروتئین در ترکیب پنیر می شود. در این حالت، ظرفیت جذب آب ماتریکس پروتئینی افزایش می یابد و مقدار رطوبت پنیر نیز بیشتر می شود [۲۶]. این یافته منطبق با مشاهدات قبلی در مورد سایر انواع پنیر کم چرب است [۲۵و ۱۴و۸ و ۷].

۳-۲- اثر روش افزودن نمک

۳-۲-۱- ویژگی های شیمیایی

ویژگی های شیمیایی ۲ نمونه پنیر پرچرب که به دو روش متفاوت نمک زنی شده است در جدول ۴ آمده است.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-19]

۳-۲-۱-۱- اسیدیته و pH

روش نمک زنی تاثیر معنی داری بر مقدار اسیدیته و pH نداشت و دو میانگین فاقد اختلاف معنی دار بودند. مشخص می گردد که افزودن ۲ درصد نمک به ریتنتیت قبل از انعقاد، اثر بازدارندگی معنی داری بر فعالیت استارتر نداشته است. پس چنانچه نمک مستقیما به ریتنتیت افزوده شود، باز هم به pH نهایی مطلوب خواهیم رسید. مطالعات فاکس هم دلالت بر این نکته دارد که به طور معمول، استارترهای پنیر تا ۳ درصد نمک طعام را به خوبی تحمل کرده و از فعالیت باز نمی مانند [۲۲]. اردم و همکاران نیز گزارش کرده اند که افزودن مستقیم ۳۰ گرم بر کیلوگرم نمک طعام به ریتنتیت، مانع فعالیت طبیعی استارترها نمی شود [۱۹].

جدول ۴ اثر نحوه افزودن نمک بر ویژگی های شیمیایی (میانگین[۱] ± انحراف استاندارد)

تیمار	کلرید کلسیم (٪)	چربی ناتراوه (٪)	مواد جامد کل (٪)	اسیدیته (درصد اسید لاکتیک)	pH
۱۳	۰	۱۸	۳۹/۷۰±۰/۷۲^{a}	۱/۰۹±۰/۰۷^{a}	۴/۵۴±۰/۰۵^{a}
۱۴	۰	۱۸	۳۷/۱۱±۰/۲۰^{b}	۱/۰۷±۰/۰۷^{a}	۴/۵۲±۰/۰۵^{a}

۱. میانگین های دارای حروف متفاوت به گونه معنی داری متفاوت هستند ($P < ۰/۰۵$).

۳-۲-۱-۲- مواد جامد کل

افزودن مستقیم نمک به ریتنتیت باعث کاهش مواد جامد کل شد و اختلاف بین دو تیمار معنی دار بود ($P < ۰/۰۵$). کاهش مواد جامد کل در نتیجه افزودن نمک به ریتنتیت، به دلیل افزایش جذب آب و مقدار رطوبت پنیر بوده است. اردم و همکاران نیز در مقایسه بین روش های مختلف نمک زنی تاکید دارند که افزودن نمک به ریتنتیت نسبت به سایر روش های نمک زنی، باعث افزایش رطوبت و کاهش مواد جامد کل می شود [۱۹].

۳-۲-۲- بازده تولید و مقدار آب پنیر

مقدار آب پنیر و بازده تولید دو تیمار اختلاف معنی داری نشان داد ($P < ۰/۰۵$). تیماری که در آن نمک زنی روی کاغذ مخصوص صورت گرفته بود، آب پنیر بیشتری داشت و بازده تولید آن کمتر بود. به این ترتیب مشخص می گردد که افزودن مستقیم نمک دارای یک مزیت نسبی است که شامل کاهش ضایعات و افزایش بازده تولید است. این افزایش بازده عمدتا به دلیل افزایش جذب آب و آب اندازی کمتر است. به گونه مشابه اردم و همکاران نیز تاکید دارند که افزودن مستقیم نمک به ریتنتیت باعث کاهش مواد جامد کل و افزایش رطوبت می شود، که به این ترتیب بازده تولید افزایش می یابد [۱۹].

جدول ۵ بازده تولید و مقدار آب پنیر (میانگین[۱] ± انحراف استاندارد) دو نمونه پنیر با روش نمک زنی متفاوت

تیمار	کلرید کلسیم (٪)	چربی ناتراوه (٪)	آب پنیر (گرم در ۱۰۰ گرم ریتنتیت)	بازده تولید(گرم پنیر از ۱۰۰گرم ریتنتیت)
۱۳	۰	۱۸	۳/۹۳±۰/۲۵^{a}	۹۳/۶۰±۱/۰۵^{b}
۱۴	۰	۱۸	۲/۷۸±۰/۳۰^{b}	۹۵/۶۳±۰/۶۱^{a}

۱. میانگین های دارای حروف متفاوت به گونه معنی داری متفاوت هستند ($P < ۰/۰۵$).

۴- نتیجه گیری

نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که کاهش چربی باعث تغییر ویژگی های انعقادی و شیمیایی پنیر فتای فراپالایشی گردید. با کاهش چربی، زمان انعقاد پنیر فتای فراپالایشی افزایش یافت. برای کاهش زمان انعقاد در تیمارهای با چربی کاهش یافته، استفاده از کلرید کلسیم کاملا موثر بود. در عین حال کلرید کلسیم بر ویژگی های شیمیایی مانند pH و اسیدیته تاثیر معنی داری نداشت. کاهش بازده تولید و افزایش آب پنیر در پنیرهای با چربی

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-19]

کاهش یافته از دیگر نتایج این تحقیق بود. از سوی دیگر تیمارهایی که چربی بیشتری داشتند، اسیدیته بیشتر و pH کمتری نشان دادند. در عین حال کاهش pH در تمامی تیمارها در محدوده قابل قبولی قرار داشت. همچنین مشخص گردید که در صورت افزودن مستقیم نمک به ریتنتیت، امکان دستیابی به محدوده قابل قبولی از pH پنیر وجود دارد، ضمن آن که محصول نهایی دارای رطوبت بیشتر و آب پنیر کمتری بود.

۵- منابع

[1]Institute of Standards and Industrial Research of Iran (ISIRI). (2002). Fresh cheese, specification and test methods. No. 6629. The Institute of Standards and Industrial Research of Iran. Tehran.

[2]Ghods Rohani, M., Mortazavi, S.A., Mazaheri Tehrani, M. & Razavi, S. M. A. (2009). Effect of processing conditions on physical, chemical and sensory properties of ultrafiltrated Feta cheese made from cow's milk and soymilk blend. Ph.D thesis, Ferdowsi university of mashad, Iran.

[3]Molina, E., Alvarez, M. D., Ramos, M., Olano, A., & Lopez-Fandino, R. (2000). Use of high-pressure-treated milk for the production of reduced-fat cheese. *International Dairy Journal*, 10, 467-475.

[4]Muir, D. D., Tamime, A. Y., Shenana, M. E., & Dawood, A. H. (1999). Processed cheese analogues incorporation fat substitutes storage at 5 °C. *Lebensmittel-wissenschaft Undd-Technologie-Food Scince and Technology*, 32, 41-49.

[5]Rodriguez, J. (1998). Recent advances in the development of low-fat cheeses. *Trends in food science and technology*, 9, 249-254.

[6]Tamime, A. Y., Muir, D. D., Shenana, M. E., Kalab, M., & Dawood, A. H. (1999). Processed cheese analogues incorporation fat substitutes, 2.Rheology, sensory perception of texture and microstructure. *Lebensmittel-wissenschaft undd-Technologie-Food Scince and Technology*, 32, 50-59.

[7]Katsiari, M. C., Voutsinas, L. P., & Kondyli, E. (2002). Improvement of sensory quality of low-fat Kefalograviera-type cheese with commercial adjunct cultures. *International dairy journal*, 12, 757-764.

[8]Mistry, V. (2001). Low-fat cheese technology. *International dairy journal*, 11, 413-422.

[9]Sipahioglu, O., Alvarez, V. B., & Solano Lopez C. (1999). Structure, physicochemical and sensory properties of Feta cheese made with Tapioca starch and lecithin as fat mimetic. *International dairy journal*, 9, 783-789.

[10]El-Neshawy, A. A., Abdel Baky, A. A., Rabie, A. M. & Ashour M. M. (1986). An attempt to produce low fat Cephalotyre (Ras) cheese of acceptable quality. *Food chemistry,* 22, 123-137.

[11]Konuklar, G., Inglett, G. E., Warner, K. & Carriere, C. J. (2004). Use of ß-glucan hydrocolloidal suspension in the manufacture of low-fat Cheddar cheeses: textural properties by instrumental methods and sensory panels. *Food hydrocolloids*, 18, 535-545.

[12]Romieh, E., A., Michaelidou, A., Biliaderis, C. G. & Zerfiridis, G. K. (2002). Low-fat white-brined cheese made from bovine milk and two commercial fat mimetic: chemical, physical and sensory attributes. *International dairy journal*, 12, 525-540.

[13]Fenelon, M. A., Guinee, T. P., Delahunty, C., Murray, J. & Crowe, F. (2000). Composition and sensory attributes of retail Cheddar cheese with different fat contents. *Food composition and analysis*, 13, 13-26.

[14]Kavas, G., Oysun, G., Kinik, O., & Uysal, H. (2004). Effect of some fat replacers on chemical, physical and sensory attributes of low-fat white pickled cheese. *Food chemistry*, 88, 381-388.

[15]Lteif, L., Olabi, A., Baghdadi, O. K. & Toufeili, I. (2009). The characterization of the physicochemical and sensory properties of full-fat, reduced-fat and low-fat ovine and bovine Halloumi. *Journal of dairy science*, 92, 4135-4145.

[16]Saint-Eve, A., Lauverjat, C., Magnan, C., Deleris, I. & Souchon, I. (2009). Reducing salt and fat content: impact of composition, texture and cognitive interaction on the perception of flavored model cheeses. *Food chemistry*, 116, 167-175.

[17]Martin, G. J. O., Williams R. P. W. & Dunstan, D. E. (2009). Effect of manufacture

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-19]

and reconstitution of milk protein concentrate powder on the size and rennet gelation behavior of casein micelles. *International dairy journal*. doi: 10.1016/j.idairyj.2009.08.007.

[18]Ghods Rohani, M., Mortazavi, S.A., Mazaheri Tehrani, M. & Razavi, S. M. A. (2008). Effect of processing conditions on chemical and sensory properties of ultrafiltrated Feta cheese made from cow's milk and soymilk blend. *Journal of Food Science and Technology*. Vol 6. No. 1, 85-96.

[19]Erdem, Y. K. (2005). Effect of ultrafiltration, fat reduction and salting on textural properties of white brined cheese. *Journal of food engineering*, 71, 366-372.

[20]Fenelon, M. A., & Guinee, T. P. (1999). The effect of milk fat on Cheddar cheese yield and its prediction, using modifications of the Van Slyke cheese yield formula. *Journal of dairy science*, 82, 11, 2287-99.

[21]AOAC. (1995). Official Method of Analysis of the Association of Official Agricultural Chemists. Washington DC. Method Numbers:920.123 ,933.05 ,948.12.

[22]Fox, P. F., Guinee, T. P., Cogan, T. M. & Mcsweeny, P. L. H. (2000). Fundamental of cheese science. Aspen. USA. 638 p.

[23]Rudan, M. A., Barbano, D. M., Yun J. J. & Kindstedt, P. S. (1999). Effect of fat reduction on chemical composition, proteolysis, functionality and yield of Mozzarella cheese. *Journal of dairy science*, 82, 661-672.

[24]Laloy, E., Vuillemard, J. C., El Soda, M. & Simard, R. E. (1996). Influance of fat content of cheddar cheese on retention and localization of starters. *International dairy journal*. 6, 729-740.

[25]Volikakis P., Biliaderis C. G., Vamvakas C. & Zerfiridis G. K. (2004). Effects of a commercial oat-ß-glucan concentrate on the chemical, physicochemical and sensory attributes of a low-fat white brined cheese product. *Food research international*, 37, 83-94.

[26]Koca, N. & Metin, M. (2004). Textural, melting and sensory properties of low-fat fresh Kashar cheese produced by using fat replacers. *International dairy journal*, 14, 365-373.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-19]

Determination of coagulation and chemical characteristics of UF-Feta cheese made from retentate powder in different levels of fat and $CaCl_2$

Rashidi, H.[1*], Mazaheri-Tehrani, M.[2], Razavi, S.M.A.[2], Ghods-Rohany, M.[3]

1- PhD Student of Ferdowsi University of Mashad and Member of Scientific Board of Institute of Technical and Vocational Higher Education Center
2- Associate Professor, Department of Food Science and Technology. College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashad.
3- Assistant Professor, Food Science and Technology Group. Institute of Technical and Vocational Higher Education Center

(Received:89/8/14 Accepted:89/12/18)

In this research, the effects of different levels of retentate fat (0, 2, 6, 10, 14 and 18%) and $CaCl_2$ (0 and 0.02%), on the coagulation (coagulation time, whey amount and yield) and chemical characteristics (fat, total solids, acidity and pH) of UF-Feta cheese made from retentate powder were studied. Furthermore, the effects of salting manner (addition on special paper after coagulation or direct addition to retentate), on the coagulation and chemical characteristics of full-fat sample were investigated. The statistical analysis showed that, the coagulation time and whey amount were increased with fat reduction, whereas the yield was decreased significantly ($p < 0.05$). Adding $CaCl_2$ had significant ($p < 0.001$) reducing effect on coagulation time and this effect was more observable in cheese samples with fat levels lower than 10%. The effects of $CaCl_2$ on whey amount, yield and chemical properties were insignificant. On the other hand, fat reduction had significant effect on all the chemical properties. Maximum fat content, total solids and acidity; and minimum pH were observed in cheese sample that made of 18% fat retentate so that, differences with other treatments were significant ($p < 0.05$). The addition of salt directly to retentate (without using of special paper) decreased the total solids and whey amount and increased yield, but pH and acidity didn't show significant differences.

Key words: $CaCl_2$, Cheese, Fat reduction, Feta, Retentate.

* Corresponding Author E-Mail address: Ha_rashidi@yahoo.com

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-19]