

بررسی اثرات عوامل مختلف کف زا و پایدار کننده بر ویژگی های کف پنیر ریکوتا

شیوا رحمانی¹، علی معتمدزادگان^{2*}، محمدرضا کسائی²، زینب رفتنی امیری²

1- دانشجوی کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

2- دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

(تاریخ دریافت: 97/02/05 تاریخ پذیرش: 97/08/23)

چکیده

پنیر ریکوتا به دلیل ویژگی های تغذیه ای، دارای ماندگاری محدودی است و خشک کردن کف پوشی می تواند علاوه بر افزایش ماندگاری، نسبت به سایر روش های خشک کردن ویژگی های کیفی بهتر و هزینه کمتری را داشته باشد. در این پژوهش دو نوع پنیر ریکوتا از شیر کامل و آب پنیر کامل تهیه شدند و اثرات پودر سفیده تخم مرغ و کنسانتره پروتئین آب پنیر در دو سطح 1 و 3 درصد در ایجاد کف پنیر مورد بررسی قرار گرفتند. به منظور پایداری کف، صمغ های شاهی و زانتان هر یک به طور جداگانه در سه سطح 0/5، 1 و 1/5 درصد مورد آزمایش قرار گرفتند. دانسیته، حجم زهکش، افزایش حجمو حباب های کف تیمارهای مختلف اندازه گیری شدند. طبق نتایج به دست آمده، شرایط تولید کف بهینه، غلظت 1 درصد صمغ زانتان و 3 درصد پودر سفیده تخم مرغ بودند که کمترین دانسیته و حجم زهکشی و بیشترین افزایش حجم را داشتند.

کلید واژگان: پنیر ریکوتا، خشک کردن کف پوشی، آلبومین، صمغ زانتان، صمغ دانه شاهی

* مسئول مکاتبات: amotgan@yahoo.com

1- مقدمه

تولید و مصرف پنیر در جهان، با سرعت حدود 2% در سال در حال افزایش است. در نتیجه، مقدار آب پنیر نیز رو به افزایش است. پنیر ریکوتا از ترکیبات قابل انعقاد (اساسا آلبومین) آب-پنیر به دست آمده که در فرآیند تولید آن از حرارت و اسید به طور توأم جهت انعقاد پروتئین های محلول/کازئین استفاده می گردد. ریکوتا رطوبت بالا و pH اولیه بالاتر از 6 دارد [1] و به علت خواص تغذیه ای، فیزیکی، شیمیایی و بیوشیمیایی آن، موجب تکثیر میکروارگانیسم ها می شود [2]. خشک کردن کف پوشی از روش های خشک کردن مواد غذایی مایع، کنسانتره و پوره می باشد که به طور قابل توجهی مورد توجه محققان قرار گرفته است. در این روش، محصول نهایی نسبت به سایر روش های خشک کردن ویژگی های کیفی مطلوب تر و هزینه کمتر دارد. زیرا افزایش سطح تماس و سرعت بالای انتقال رطوبت از نمونه کف، امکان خشک کردن ماده غذایی در دمای پایین تر و مدت زمان کمتر را در خشک کردن کف پوشی ایجاد می نماید. همچنین، ساختار متخلخل نمونه کف خشک شده، سبب جذب سریع تر آب و افزایش سرعت انحلال ماده غذایی خشک شده می گردد [3].

کنسانتره پروتئین آب پنیر 1 دارای ویژگی های عملکردی گسترده ای شامل حلالیت، امولسیون کنندگی و قابلیت کف کردن می باشد [4]. ما در این پژوهش جهت کف زایی از کنسانتره پروتئین آب پنیر و پودر سفیده تخم مرغ 2 استفاده کردیم. خواص و ثبات کف ها بستگی زیادی به ویژگی های ترکیبات فعال سطحی و واکنش آنها با سایر مواد غذایی از جمله ماکرومولکول ها و پلی ساکاریدها دارد. پروتئین های شیر و پلی ساکاریدها نقش مهمی در شکل گیری و پایداری کف ها و امولسیون ها دارند [5]. در این مطالعه تأثیرات صمغ ها (زانتان و دانه شاهی) با سطوح مختلف بر روی کف پنیر ریکوتا مورد بررسی قرار گرفت. هدف از این پژوهش، بررسی عملکرد سطوح مختلف صمغ های زانتان و دانه شاهی و کف زاهای کنسانتره پروتئین آب پنیر و پودر سفیده تخم مرغ در ایجاد و پایداری کف پنیر ریکوتا می باشد. با اندازه گیری حجم زهکشی، دانسیته و افزایش حجم کف، تیمار بهینه برای خشک کردن کف پوشی پنیر ریکوتا انتخاب شد. این مطالعه با بررسی اثر

نسبت های مختلف شیر خشک و پودر آب پنیر بر راندمان و کیفیت پنیر ریکوتا، سبب استفاده بهینه از آب پنیر تولیدی کارخانجات شده و طی خشک کردن کف پوشی باعث افزایش ماندگاری پنیر ریکوتا می گردد. همچنین با بررسی عوامل کف زا و پایدارکننده کف، موجب بهبود ویژگی های پودر پنیر ریکوتا می شود.

پنیر ریکوتا یک پنیر نرم است که به طور معمول در ایتالیا و آمریکا مصرف می شود [6]. این پنیر یک محصول لبنی بدون مرحله رسیدن است که عموماً از طریق انعقاد ناشی از گرما و رسوب اسیدی پروتئین های آب پنیر از شیر گاو، گوسفند یا بز تولید می شود [7]. بیش از نصف ماده خشک شیر، حدود 20 % پروتئین و قسمت اعظم لاکتوز، مواد معدنی و ویتامین های محلول در آب، در فرایند پنیرسازی در آب پنیر باقی می ماند [8]. اینگونه از پروتئین ها به چندین فرم مختلف تولید و خریداری شده که معمولی ترین آن ها ایزوله پروتئین آب پنیری و کنسانتره پروتئین آب پنیری می باشند. پروتئین های ایزوله در مقایسه با کنسانتره ها دارای غلظت پروتئینی بیشتر و ناخالصی کمتری بوده و متعاقباً به دلیل انجام فرایندهای بیشتر بر روی آن ها، از لحاظ قیمت گران تر می باشند [9].

برای ایجاد پایداری و ویسکوزیته ثابت و جلوگیری از آب اندازی محصولات غذایی طی عملیات های حرارتی از هیدروکلوئیدها استفاده می شود. هیدروکلوئیدها به مجموعه ای از پلی ساکاریدها و پروتئین ها اطلاق می گردد که با حل یا پخش شدن در آب، ویسکوزیته را افزایش می دهند و امروزه به طور گسترده در صنایع مختلف با عملکردهای گوناگون به کار می روند [10].

مارتینز - پادیلو و همکاران [5] به بررسی تأثیرات صمغ زانتان بر خصوصیات کف زایی کنسانتره پروتئین آب پنیر پرداختند. پایداری کف کنسانتره پروتئین آب پنیر و صمغ زانتان مورد بررسی قرار گرفت. به طور کلی، افزایش غلظت زانتان یا کنسانتره پروتئین آب پنیر در مخلوط باعث افزایش ویسکوزیته برشی و توانایی کف زایی می شود. همچنین پایداری کف با افزایش غلظت کنسانتره پروتئین آب پنیر یا صمغ زانتان افزایش می یابد و عملکرد کنسانتره پروتئین آب پنیر با وجود صمغ زانتان بهبود یافته است.

ناجی و رضوی [11] ویژگی های عملکردی و بافتی صمغ دانه شاهی و زانتان را مورد بررسی قرار دادند. عملکرد کف زایی و امولسیون کنندگی و پایداری صمغ دانه شاهی مطلوب و قابل

1. WPC
2. albumin

رقابت با صمغ زانتان است. طبق نتایج صمغ زانتان توانایی بالاتری در خواص کف‌زایی و امولسیفایری دارد.

راجکومار و همکاران در سال 2007 [12] برای خشک کردن کف‌پوشی پالپ انبه از خشک کن کابینتی، استفاده کردند. طبق مشاهدات استفاده از آلبومین تخم‌مرغ به عنوان عامل کف‌زا و متیل سلولز به عنوان عامل پایدار کننده، بهترین کیفیت کف‌زا داشت. آزمایشات نشان داد که زمان لازم برای خشک کردن پالپ تازه (بدون کف‌پوشی) و پالپ کف‌پوشی شده به ترتیب 75 و 35 دقیقه بود. همچنین کیفیت پودر انبه خشک شده به صورت کف‌پوشی بالاتر از پودر انبه خشک شده بدون استفاده از کف‌پوشی بود.

راهاریتسیفا و همکارانش در سال 2006 [13] تأثیر غلظت‌های مختلف سفیده تخم‌مرغ و متیل سلولز در زمان‌های همزدن مختلف را بر پایداری و خصوصیات رئولوژیکی کف آب سیب مورد بررسی قرار دادند. طبق نتایج افزایش غلظت متیل سلولز و سفیده تخم‌مرغ پایداری کف را افزایش داد. غلظت بهینه سفیده تخم‌مرغ جهت تهیه کف با ساختار محکم و قابلیت کف‌زایی مطلوب در غلظت 2 تا 3 درصد سفیده تخم‌مرغ مشاهده شد.

ایزدی و همکارانش در سال 1393 [14] به مطالعه بهینه‌سازی تولید کف پنیر جهت تولید پودر پنیر به روش خشک کردن کف‌پوشی پرداختند. خشک کردن کف‌پوشی روش مناسبی جهت تولید پودر پنیر، بدون افت ارزش تغذیه‌ای می‌باشد. در این روش به منظور دستیابی به محصولی با کیفیت مطلوب، انتخاب ترکیب کف‌زای مناسب جهت تولید کفی با دانسیته پایین و پایداری بالا ضروری می‌باشد.

هدف از این پژوهش، بررسی عملکرد سطوح مختلف صمغ‌های زانتان و دانه شاهی و کف‌زاهای کنسانتره پروتئین آب پنیر و پودر سفیده تخم‌مرغ در ایجاد و پایداری کف پنیر ریکوتا می‌باشد. با اندازه‌گیری حجم زهکشی، دانسیته و افزایش حجم کف، تیمار بهینه برای خشک کردن کف‌پوشی پنیر ریکوتا انتخاب شد.

2- مواد و روش‌ها

2-1- مواد مورد استفاده

برای این پژوهش پودر آب پنیر، شیر خشکو کنسانتره پروتئین

آب پنیر (پگاه، شرکت سهامی صنایع شیر ایران - شرکت شیر پاستوریزه پگاه اصفهان)، پودر سفیده تخم‌مرغ (شرکت برگ سبز)، صمغ زانتان (سیگما، شرکت ریحان گام پارسیان) و صمغ شاهی (شرکت ریحان گام پارسیان) خریداری شد. تجهیزات مورد استفاده شامل همزن برقی خانگی (مدل GOSONIC.GHM-818، چین)، گوشت‌کوب برقی (مدل Braun.MQ-320، آلمان)، ترازوی دیجیتال (مدل M.T electronic HS-300S، آلمان) با دقت pH.0/001 متر (مدل ELMETRON.CP-511، لهستان)، بن‌ماری، دماسنج، لوازم شیشه‌ای (بشر و استوانه مدرج) بود.

2-2- آماده‌سازی نمونه‌ها

جهت تولید کف، 10 گرم پنیر ریکوتا به همراه سطوح مختلف زانتان و شاهی (0/5، 1 و 1/5 درصد)، با سطوح مختلف پودر سفیده تخم‌مرغ و کنسانتره پروتئین آب پنیر (1 و 3 درصد) توزین شده و با آب (مقدار لازم برای رسیدن محلول به 100 گرم) مخلوط می‌شوند. محلول تهیه شده به وسیله گوشت‌کوب برقی هموژنیزه شده و سپس به مدت 5 دقیقه توسط همزن برقی هم زده می‌شود تا کف مناسبی به دست آید. دانسیته، حجم زهکشی و درصد افزایش حجم نمونه‌های کف اندازه‌گیری و نمونه کف بهینه انتخاب می‌گردد.

2-3- تولید پنیر ریکوتا

دو نوع پنیر ریکوتا از آب پنیر کامل و شیر خشک کامل را تهیه کردیم. جهت تولید پنیر ریکوتا مقدار مشخصی از پودر آب پنیر و یا شیر خشک را در آب حل کرده و pH آن با سود تا حدود 7 تنظیم می‌شود. به مدت 15 دقیقه در دمای 86 درجه حرارت خواهد دید و سپس pH آن به کمک اسید لاکتیک به 5 کاهش می‌یابد. برای ایجاد لخته از سانتریفیوژ با دور 4000 به مدت 10 دقیقه استفاده کردیم [15].

2-4- اندازه‌گیری دانسیته کف

جهت تعیین دانسیته کف، مقداری از کف بلافاصله پس از تهیه، با دقت (بدون تخریب ساختار) به درون استوانه مدرج با حجم 50 میلی‌لیتر ریخته شده و وزن 50 میلی‌لیتر کف اندازه‌گیری می‌شود. سپس دانسیته کف از رابطه زیر محاسبه می‌گردد [16].

$$\text{حجم کف (cm}^3\text{)} / \text{وزن کف} = \text{دانسیته کف (g)}$$

2-5- اندازه گیری پایداری کف (حجم

زهکشی)

پایداری یک کف عبارت است از طول مدت زمانی که یک واحد حجم از گاز می تواند در یک کف باقی بماند و این به مقاومت دیواره کف در برابر فشاری که موجب ترکیدن کف می شود بستگی دارد [17]. ترکیب عمده اغلب ترکیبات کف زای مورد استفاده در فرآوری غذا پروتئین است. نوع پروتئین و اثر متقابل با فاز آبی می تواند نقش عمده ای در تعیین پایداری کف داشته باشد. جهت تعیین پایداری کف 50 گرم کف به درون قیف بوختر با قطر 8 میلی متر و پوشیده شده با صافی ریخته می شود. سپس قیف و محتویات آن بر روی استوانه مدرج قرار داده شده و مقدار مایع جدا شده پس از یک ساعت از ستون مدرج استوانه خوانده می شود [18].

2-6- محاسبه درصد افزایش حجم

پس از مخلوط کردن نسبت های مختلف مواد اولیه جهت تولید کف، وزن محلول اولیه را اندازه گیری کرده و m_1 می نامیم. پس از هموژنیزه کردن و هم زدن با همزن برقی، کف تولید شده را توزین کرده و عدد به دست آمده را m_2 می نامیم. با استفاده از فرمول زیر درصد افزایش حجم محاسبه می شود.

$$\text{overrun} = \frac{m_2 - m_1}{m_1} \times 100 \quad (2)$$

2-7- عکس برداری از ساختار کف

عکس های حاصل از فرمولاسیون پایداری کف با کمترین حجم زهکشی و دانسیته و بالاترین درصد افزایش حجم (زانتان 1%- آلومین 3%) و همچنین ناپایداری کف (زانتان 0/5- کنسانتره پروتئین آب پنیر 3%) حاصل از فرمولاسیون پنیر تهیه شده از شیر کامل و آب پنیر کامل توسط دوربین 13 مگاپیکسل HTC گرفته شد. نمونه ها جهت بزرگنمایی در زیر دستگاه کلنی کانتر (SHIMI FANN, M-159، ایران) قرار گرفتند و سپس عکس برداری انجام شد.

2-8- تجزیه و تحلیل داده ها

برای تجزیه و تحلیل داده ها از مقایسه میانگین (ANOVA) توسط آزمون توکی (Tukey test) در سطح احتمال 5 درصد ($P < 0/05$) و به کمک نرم افزار SAS نسخه 9 استفاده شد.

3- نتایج و بحث

3-1- پنیر ریکوتای آب پنیر کامل

طبق شکل 1 صمغ زانتان افزایش حجم بهتر و دانسیته کمتری نسبت به صمغ شاهی داشته است. جدول 1 نیز نشان دهنده حجم زهکشی کمتر صمغ زانتان در مقایسه با صمغ دانه شاهی می باشد اما غلظت های مختلف زانتان تأثیر معنی داری بر روی صفات اندازه گیری شده نداشته است ($P < 0/05$). با کاهش پایداری کف، مقدار مایع جدا شده افزایش می یابد [19]. طبیعت آبدوست ترکیبات پلی ساکاریدی نظیر صمغ زانتان مانع از جذب آن در سطح مشترک هوا- مایع می گردد. صمغ زانتان از طریق افزایش ویسکوزیته فاز پیوسته و کاهش تحرک و بهم پیوستن حباب ها و نیز افزایش خاصیت ویسکوالاستیک و ارتجاعی لاملا، مقاومت دیواره حباب و به دنبال آن پایداری کف را افزایش می دهد [20].

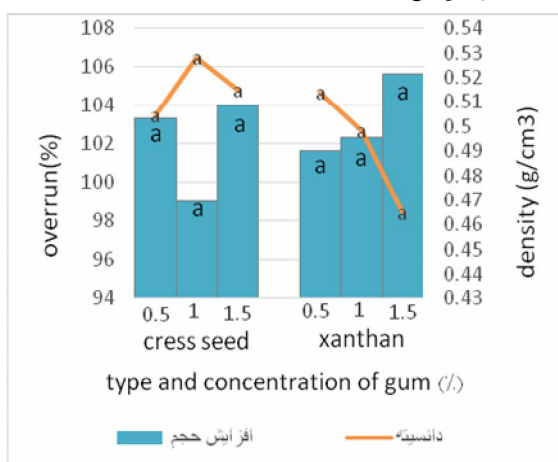


Fig 1 Effect of cress seed and xanthan gum on density and overrun of whole whey Ricotta cheese foam

شکل 2 به ما نشان می دهد که آلومین نسبت به کنسانتره پروتئین آب پنیر افزایش حجم بیشتر و دانسیته کمتری را به همراه داشته است. همچنین مطابق با جدول 2 به طور معنی داری کمترین حجم زهکشی را غلظت 3 درصد آلومین نشان داده است ($P < 0/05$). مارینوا و همکاران در سال 2009 [21] به بررسی پایداری کف دو پروتئین شیر (کنسانتره پروتئین آب پنیر و کازئینات سدیم) پرداختند.

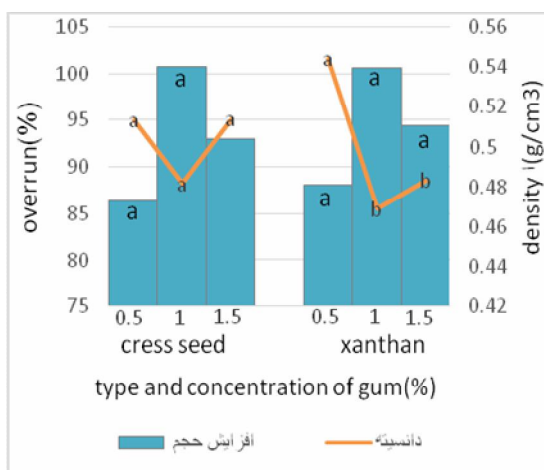


Fig 3 Effect of cress seed gum and xanthan gum on density and overrun of whole milk Ricotta cheese foam

هم چنین صمغ زانتان در مقایسه با صمغ شاهی حجم زهکشی کمتری داشته است (جدول 1).

مطابق با شکل 3 با افزایش غلظت صمغ شاهی و زانتان شاهد کاهش حجم و افزایش دانسیته بوده ایم. ویسکوزیته بالای فاز مایع مانع حفظ حباب های هوا در طی فرایند همزدن خواهد شد [24]. افزایش میزان صمغ زانتان در سطح 1/5 درصد اثر نامطلوبی روی انبساط کف پنیر ریکوتای شیر کامل داشت و سبب افزایش دانسیته کف شد. هنگامی که صمغ زانتان به یک مایع اضافه می شود، سبب افزایش ویسکوزیته آن می گردد. این افزایش ویسکوزیته ی بیش از اندازه، مانع از ورود هوا شده، حداکثر میزان هوای محبوس شده در مخلوط را کاهش می دهد. از این رو موجب کاهش انبساط و در نتیجه افزایش دانسیته کف می شود [25-27].

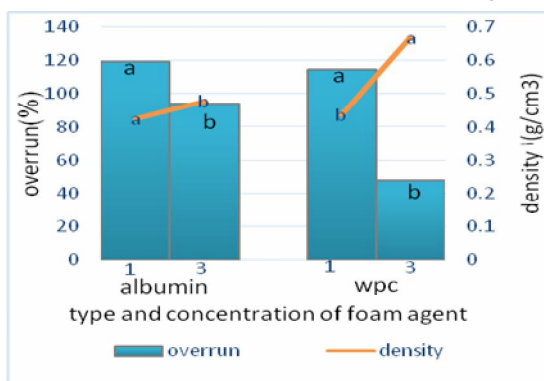


Fig 4 Effect of wpc and albumin on density and overrun of whole milk Ricotta cheese foam

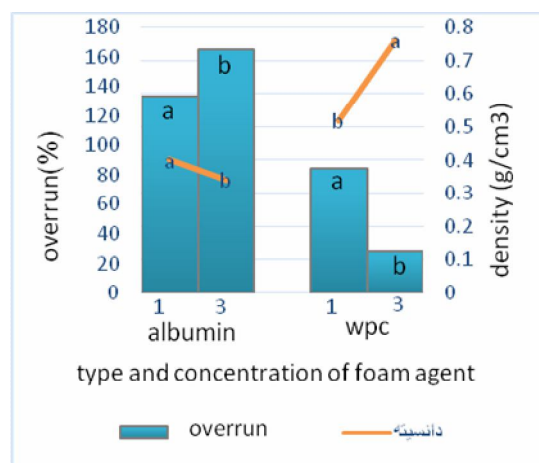


Fig 2 Effect of wpc and albumin on density and overrun of whole whey Ricotta cheese foam

طبق مطالعات انجام شده، حداکثر توانایی کف زایی کنسانتره پروتئین آب پنیر در pH ایزوالکتریک حدود (4/2) می باشد و در pH های دورتر از نقطه ایزوالکتریک، از آنجا که pH پنیر ریکوتا 6 می باشد، احتمالاً مولکول های کروی کنسانتره پروتئین آب پنیر نمی توانند به خوبی به هم پیوندند و حتی پس از اضافه کردن الکترولیت ها کف پایداری ایجاد نمی کنند (شکل 2). انرژی بالای موجود در سطح مشترک هوا- مایع و اختلاف دانسیته بین دو فاز باعث می شود که کف از نظر ترمودینامیکی ناپایدار باشد [22].

همچنین مطابق با شکل 2 با افزایش غلظت آلبومین، دانسیته کف کاهش یافته و حجم آن افزایش یافته است. نتایج مشابهی توسط پاسبان [20] و فالاده و همکاران [23] گزارش شده است که با افزایش مواد جامد (آلبومین)، پایداری کف افزایش خواهد یافت.

2-3- پنیر ریکوتای شیر کامل

در طی آزمایشات انجام شده بر روی پنیر ریکوتای ساخته شده از شیر، صمغ زانتان و صمغ شاهی در غلظت 1 درصد افزایش حجم خوبی را در کف نهایی داشته اند اما به طور معنی داری دانسیته صمغ زانتان در غلظت 1 درصد کمتر از شاهی بوده است ($P < 0/05$). با افزایش غلظت صمغ ها شاهد کاهش حجم کف و افزایش دانسیته بوده ایم (شکل 3).

کمتری نسبت به کنسانتره پروتئین آب پنیر داشته است اما آلومین حجم زهکشی کمتری داشته است (جدول 2). سفیده تخم مرغ به دلیل دارا بودن پروتئین هایی با قابلیت کف زایی بالا ناشی از دناتوره شدن آنها و افزایش گروه های آبدوست در سطح باعث کاهش دانسیته کف می شود [13].

افزایش میزان پودر سفیده تخم مرغ از 1 به 3 درصد سبب کاهش میزان حجم زهکشی شد (جدول 1). افزایش عامل کفزا سبب افزایش ویسکوزیته و تنش تسلیم فاز پیوسته و به عبارت دیگر ضخیم تر شدن و افزایش مقاومت فیلم های جذب در فصل مشترک هوا- آب می شود [28 و 29]. طبق نتایج مشاهده شده در شکل 4 کف آلومین افزایش حجم بهتر و دانسیته

Table 1 Effect of cress seed and xanthan gum on the drainage of foam

xanthan			cress seed			Gum concentration	Cheese type
1.5	1	0.5	1.5	1	0.5		
26.83 ^a	27.83 ^a	28.03 ^a	32.17 ^a	31.33 ^a	34.17 ^a	whole whey Ricotta cheese	
30.91 ^c	37.75 ^b	41 ^a	42 ^c	39.75 ^b	37.5 ^a	whole milk Ricotta cheese	

Table 2 Effect of wpc and albumin on the drainage of foam

WPC		albumin		Gum concentration	Cheese type
3	1	3	1		
36.22 ^a	38.88 ^a	8.94 ^b	36.22 ^a	whole whey Ricotta cheese	
42.61 ^a	35.5 ^a	39.66 ^a	34.83 ^a	whole milk Ricotta cheese	

که با کاهش غلظت کنسانتره پروتئین آب پنیر، قطر حباب ها افزایش می یابد. اگرچه کف های شامل غلظت کمتر کنسانتره پروتئین آب پنیر و زانتان هم پایدار نبودند که مشاهدات ما با این نتایج مطابقت دارد.

کف حاصل از فرمولاسیون پنیرها با غلظت 1 درصد زانتان و 3 درصد آلومین به عنوان پایدارترین کف به دست آمد که حباب های کف بزرگتری مشاهده شد و حباب ها نسبت به درهم آمیختگی و خروج آب مقاوم تر بودند (شکل 5).

کف حاصل از فرمولاسیون پنیرها با غلظت 0/5 درصد زانتان و 3 درصد کنسانتره پروتئین آب پنیر به عنوان ناپایدارترین کف به دست آمد و حاوی حباب های کوچکتر و پرتعدادتری بود (شکل 5). با بررسی تصاویر کف ها مشخص شد که با افزایش درصد زانتان و کنسانتره پروتئین آب پنیر اندازه منافذ کف به دلیل افزایش یافتن دانسیته، کاهش می یابد.

3-3 ساختار کف

مطابق با شکل 5 افزایش غلظت صمغ زانتان و شاهی و همچنین افزایش درصد کنسانتره پروتئین آب پنیر اثر معنی داری بر اندازه حباب ها داشتند، به طوری که با افزایش هر یک از این مقادیر میزان قطر حباب ها کاهش پیدا می کند [19].

پروتئین ها به دلیل خاصیت دوگانه دوستی می توانند در سطوح بینابینی قرار گرفته، ضمن کاهش کشش سطحی سبب تجزیه راحت تر حباب های کف و در نهایت ایجاد حباب های کوچکتر شوند [29]. نتایج مشابهی نیز توسط مارینو و همکاران [21] گزارش گردید.

افزایش غلظت صمغ ها تا 3 درصد سبب کاهش اندازه حباب ها شد. با افزایش ویسکوزیته فاز مایع اتصال حباب ها به یکدیگر کمتر شده، موجب افزایش پایداری حباب ها و در نتیجه اندازه کوچکتر آنها می شود. مشابه این نتایج توسط سگونی د پروال و همکاران در سال 2014 [31] ارائه شده است.

طبق نتایج مارتینز پادریلا و همکارانش در سال 2015 [5] خصوصیات فاز آبی زانتان - کنسانتره پروتئین آب پنیر به طور منفی، اندازه قطر حباب ها را تحت تأثیر قرار می دهد به طوری

سفیده تخم مرغ 3 درصد و غلظت زانتان 1 درصد تعیین گردید. در این شرایط مقدار دانسیته، حجم زهکشی و افزایش حجم برای هر دو نوع فرمولاسیون پنیر ریکوتا در حالت بهینه قرار داشت. نتایج حاصل از آنالیزهای آماری نشان می‌دهد که آلبومین نسبت به کنسانتره پروتئین آب پنیر افزایش حجم بیشتر و دانسیته کمتری را به همراه داشته است زیرا سفیده تخم مرغ به دلیل دارا بودن پروتئین‌هایی با قابلیت کف‌زایی بالا ناشی از دنا توره شدن آنها و افزایش گروه‌های آب‌دوست در سطح باعث کاهش دانسیته کف می‌شود. دانسیته کف، فرایند خشک کردن را تحت تأثیر قرار می‌دهد. هرچه دانسیته کمتر باشد زمان خشک کردن کمتر خواهد بود. در زمان همزدن، حباب‌های هوا درون فاز مایع محصور شده و موجب کاهش دانسیته مایع می‌شوند. همچنین سهولت خراشیده شدن از سطح به تولید کف با دانسیته پایین نیاز دارد [17]. کف ایجاد شده در روش خشک کردن کف پوشی باید پایدار باشد و در طول فرایند خشک کردن، ساختار از خود را حفظ نماید. اگر کف شکسته شود، زمان خشک کردن افزایش خواهد یافت و در نتیجه کیفیت محصول خشک شده کاهش می‌یابد. از جمله روش‌های تعیین پایداری کف، اندازه‌گیری میزان مایع جدا شده از کف طی مدت زمان معین می‌باشد، به طوری که با کاهش پایداری، مقدار مایع جدا شده افزایش می‌یابد. طبیعت آبدوست ترکیبات پلی‌ساکاریدی نظیر صمغ زانتان از طریق افزایش ویسکوزیته فاز پیوسته و کاهش تحرک و بهم پیوستن حباب‌ها و نیز افزایش خاصیت ویسکوالاستیک و ارتجاعی لاملا، مقاومت دیواره حباب و به دنبال آن پایداری کف را افزایش می‌دهد. اندازه حباب‌ها پارامتر بسیار مهمی برای درک تأثیر پارامترهای فرآیند روی ساختار کف است. اندازه حباب‌های کف به وسیله خواص مایع و فصل مشترک هوا- مایع، نظیر pH محلول، غلظت پروتئین، ویسکوزیته سطح و کشش سطحی تحت تأثیر قرار می‌گیرد. مطابق با نتایج حاصل از پردازش تصویر، افزایش غلظت صمغ زانتان و شاهی و همچنین افزایش درصد کنسانتره پروتئین آب‌پنیر اثر معنی‌داری بر اندازه حباب‌ها داشتند، به طوری که با افزایش هر یک از این مقادیر میزان قطر حباب‌ها کاهش پیدا می‌کند. پروتئین‌ها به دلیل خاصیت دوگانه دوستی می‌توانند در سطوح بینابینی قرار گرفته، ضمن کاهش کشش سطحی سبب تجزیه راحت‌تر حباب‌های کف و در نهایت ایجاد حباب‌های کوچک‌تر شوند.



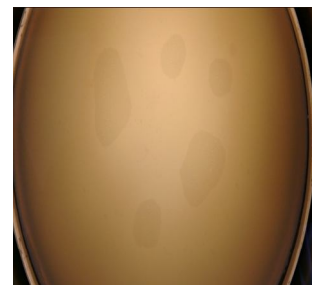
The lowest stable whole milk Ricotta cheese foam (xanthan 0.5%- wpc 3%)



The most stable whole milk Ricotta cheese foam (xanthan 1%- albumin 3%)



The lowest stable whole whey Ricotta cheese foam (xanthan 0.5%- wpc 3%)



The most stable whole whey Ricotta cheese foam (xanthan 1%- albumin 3%)

Fig 5 pictures of the most and lowest stable cheese foam

4- نتیجه‌گیری

هدف از بهینه‌سازی، تولید کف با حداقل میزان دانسیته و حجم زهکشی و بیشترین درصد افزایش حجم کف بود. بر این اساس شرایط بهینه جهت تولید کف پنیر ریکوتا در مقدار پودر

- with *Streptococcus thermophilus*. Food chemistry, 104(4), pp.1605-1610.
- [8] El-Sheikh, M., Farrag, A. and Zaghloul, A., 2010. Ricotta cheese from whey protein concentrate. Journal of American Science, 6(8), pp.321-325.
- [9] Lizarraga, M.S., Pan, L.G., Anon, M.C. and Santiago, L.G., 2008. Stability of concentrated emulsions measured by optical and rheological methods. Effect of processing conditions—I. Whey protein concentrate. Food Hydrocolloids, 22(5), pp.868-878.
- [10] Williams, P.A. and Phillips, G.O., 2000. Handbook of hydrocolloid, Introduction to food hydrocolloids. Woodhead Publishing Limited and CRC Press, 200(2), pp.21-49.
- [11] Naji, S. and Razavi, S.M., 2014. Functional and textural characteristics of cress seed (*Lepidium sativum*) gum and xanthan gum: Effect of refrigeration condition. Food Bioscience, 5, pp.1-8.
- [12] Rajkumar, P., Kailappan, R., Viswanathan, R. and Raghavan, G.S.V., 2007. Drying characteristics of foamed alphonso mango pulp in a continuous type foam mat dryer. Journal of Food Engineering, 79(4), pp.1452-1459.
- [13] Raharitsifa, N., Genovese, D.B. and Ratti, C., 2006. Characterization of apple juice foams for foam - mat drying prepared with egg white protein and methylcellulose. Journal of Food Science, 71(3), pp.E142-E151.
- [14] Izadi, Z., Shahidi, F., Mohebbi, M., Varidi, M., 1393. Optimizing of foam cheese production for the production of cheese powder by foam mat drying. Twenty-second National Congress of Food and Science of Iran.
- [15] Najafi, H. and Moatamedzadegan, A., 2010. Process Optimization of Ricotta Cheese According to Iranian Preferences. Journal of Agricultural Science and Technology, 3, pp.237-240.
- [16] Wang, T., Tan, S.Y., Mutilangi, W., Plans, M. and Rodriguez-Saona, L., 2016. Application of infrared portable sensor technology for predicting perceived astringency of acidic whey protein beverages. Journal of dairy science, 99(12), pp.9461-9470.
- [17] Adam, K.L., 2004. Food Dehydration Options. US: National Sustainable
- افزایش غلظت صمغها نیز تا 3 درصد سبب کاهش اندازه حبابها شد. با افزایش ویسکوزیته فاز مایع اتصال حبابها به یکدیگر کمتر شده، موجب افزایش پایداری حبابها و در نتیجه اندازه کوچکتر آنها می شود.
- با توجه به نتایج به دست آمده، تیماری که در هر دو نوع پنیر ریکوتا دارای بیشترین افزایش حجم، کمترین دانسیته و حجم زهکش باشد صمغ زانتان با غلظت 1 درصد به همراه آلبومین در سطح 3 درصد می باشد.

5- منابع

- [1] Kosikowski, F.V. and Mistry, V.V., 1978. Cheese and fermented milk foods (Vol. 572, p. 188).
- [2] Da Silva Fernandes, M., Fujimoto, G., Schneid, I., Kabuki, D.Y. and Kuaye, A.Y., 2014. Enterotoxigenic profile, antimicrobial susceptibility, and biofilm formation of *Bacillus cereus* isolated from ricotta processing. International Dairy Journal, 38(1), pp.16-23.
- [3] Walther, B., Schmid, A., Sieber, R. and Wehrmüller, K., 2008. Cheese in nutrition and health. Dairy Science and Technology, 88(4-5), pp.389-405.
- [4] Dalvi, M. and Hamdami, N., 2010. Characterization of Thermophysical Properties of Iranian Ultrafiltrated White Cheese: Measurement and Modeling. Journal of Agricultural Science and Technology, 13, pp.67-78.
- [5] Martínez-Padilla, L.P., García-Rivera, J.L., Romero-Arreola, V. and Casas-Alencáster, N.B., 2015. Effects of xanthan gum rheology on the foaming properties of whey protein concentrate. Journal of Food Engineering, 156, pp.22-30.
- [6] Borba, K.K.S., Silva, F.A., Madruga, M.S., de Cássia Ramos do Egypto Queiroga, R., de Souza, E.L. and Magnani, M., 2014. The effect of storage on nutritional, textural and sensory characteristics of creamy ricotta made from whey as well as cow's milk and goat's milk. International journal of food science & technology, 49(5), pp.1279-1286.
- [7] Buriti, F.C., Cardarelli, H.R., Filisetti, T.M. and Saad, S.M., 2007. Synbiotic potential of fresh cream cheese supplemented with inulin and *Lactobacillus paracasei* in co-culture

- functionality. *Trends in Food Science & Technology*, 13(5), pp.151-159.
- [25] Bikerman, J.J., 1973. Formation and structure. In *Foams* (pp. 33-64). Springer, Berlin, Heidelberg.
- [26] Azizpour, M. (1391). Optimization of foam production conditions and kinetic evaluation of shrimp mass transfer by the foam mat drying method. (MSc dissertation, Ferdowsi University of Mashhad Faculty of Agriculture University).
- [27] Bag, S.K., Srivastav, P.P. and Mishra, H.N., 2011. Optimization of process parameters for foaming of bael (*Aegle marmelos* L.) fruit pulp. *Food and Bioprocess Technology*, 4(8), pp.1450-1458.
- [28] Karim, A.A. and Wai, C.C., 1999. Characteristics of foam prepared from starfruit (*Averrhoa carambola* L.) puree by using methyl cellulose. *Food Hydrocolloids*, 13(3), pp.203-210.
- [29] Vernon-Carter, E.J., Espinosa-Paredes, G., Beristain, C.I. and Romero-Tehuizil, H., 2001. Effect of foaming agents on the stability, rheological properties, drying kinetics and flavour retention of tamarind foam-mats. *Food Research International*, 34(7), pp.587-598.
- [30] Singh, H., 2011. Aspects of milk-protein-stabilised emulsions. *Food Hydrocolloids*, 25(8), pp.1938-1944.
- [31] De Preval, E.S., Fabrice, D., Gilles, M., Gérard, C. and Samir, M., 2014. Influence of surface properties and bulk viscosity on bubble size prediction during foaming operation. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, 442, pp.88-97.
- Agriculture Information Service. Available online: www.attra.Ncat.org.
- [18] Thu wapanichayanan, R., Prachayawarakorn, S. and Soponronnarit, S., 2012. Effects of foaming agents and foam density on drying characteristics and textural property of banana foams. *LWT-Food Science and Technology*, 47(2), pp.348-357.
- [19] Pasban, A., 1391. Optimization of Process Parameters for foam mat drying of mushroom puree. (MSc dissertation, Ferdowsi University of Mashhad Faculty of Agriculture University).
- [20] Papalamprou, E.M., Makri, E.A., Kiosseoglou, V.D. and Doxastakis, G.I., 2005. Effect of medium molecular weight xanthan gum in rheology and stability of oil - in - water emulsion stabilized with legume proteins. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 85(12), pp.1967-1973.
- [21] Marinova, K.G., Basheva, E.S., Nenova, B., Temelska, M., Mirarefi, A.Y., Campbell, B. and Ivanov, I.B., 2009. Physico-chemical factors controlling the foamability and foam stability of milk proteins: Sodium caseinate and whey protein concentrates. *Food Hydrocolloids*, 23(7), pp.1864-1876.
- [22] Muthukumaran, A., 2007. Foam-mat freeze drying of egg white and mathematical modeling (Doctoral dissertation, McGill University).
- [23] Falade, K.O., Adeyanju, K.I. and Uzo-Peters, P.I., 2003. Foam-mat drying of cowpea (*Vigna unguiculata*) using glyceryl monostearate and egg albumin as foaming agents. *European Food Research and Technology*, 217(6), pp.486-491.
- [24] Foegeding, E.A., Davis, J.P., Doucet, D. and McGuffey, M.K., 2002. Advances in modifying and understanding whey protein

Evaluation the effect of different foaming agents and stabilizer on ricotta cheese foam characteristics

Rahmani, Sh. ¹, Motamedzadegan, A. ^{2*}, Kasaai, M. R. ², Raftani Amiri, Z. ²

1. MSc student of Food Science and Technology, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran.

2. Associate Professor of Food Science and Technology, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran.

(Received: 2018/04/25 Accepted: 2018/11/14)

Ricotta cheese has a limited shelf life due to its nutritional properties, and foam drying can, in addition to increasing the shelf-life, have better properties and less cost than other drying methods. In this research, two types of ricotta cheese were prepared from whole milk and whole whey. The effect of egg white powder and whey protein concentrate in two levels of 1 and 3% in the foaming ability of cheese was investigated. In order to stabilize the foam, cress seed and xanthan gum were tested in three levels of 0.5, 1 and 1.5%. Density, drainage volume and overrun of different treatments were measured. According to the results, the best foam production conditions is 1% concentration of xanthan gum and 3% egg white powder that it had the lowest density and drainage volume and the highest overrun.

Keywords: Ricotta cheese, Foam mat drying, Albumin, Xanthan gum, Cress seed gum

*Corresponding Author E-Mail Address: amotgan@yahoo.com