Archive of SID

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

شیوا رحمانی[۱]، علی معتمدزادگان[۲*]، محمدرضا کسائی[۲]، زینب رفتنی امیری[۲]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
۲- دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
(تاریخ دریافت: ۹۷/۰۲/۰۵ تاریخ پذیرش: ۹۷/۰۸/۲۳)

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 وهزینه 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 ۱ و ۳ درصد در ایجاد کف پنیر مورد بررسی قرار گرفتند. به منظور پایداری کف، صمغ های شاهی و زانتان هر یک به طورجداگانه در سه سطح ۰/۵، ۱ و ۱/۵ درصد مورد آزمایش قرار گرفتند.دانسیته، حجم زهکش،افزایش حجمو حباب‌های کف تیمارهای مختلفاندازه گیری شدند. طبق نتایج به دست آمده، شرایط تولید کف بهینه، غلظت ۱ درصد صمغ زانتان و ۳ درصد پودر سفیده تخم مرغ بودند که کمترین دانسیته و حجم زهکشی و بیشترین افزایش حجم را داشتند.

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

* مسئول مکاتبات: amotgan@yahoo.com

www.SID.ir

Archive of SID

۱- مقدمه

تولید و مصرف پنیر در جهان، با سرعت حدود ۲٪ در سال در حال افزایش است. در نتیجه، مقدار آب‌پنیر 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 می‌گردد. ریکوتا رطوبت بالا و pH اولیه بالاتر از ٦ دارد [۱] و به علت خواص تغذیه‌ای، فیزیکی، شیمیایی و بیوشیمیایی آن، موجب تکثیر میکروارگانیسم‌ها می‌شود [۲]. خشک کردن کف‌پوشی از روش‌های خشک کردن مواد غذایی مایع، کنسانتره و پوره می‌باشد که به طور قابل توجهی مورد توجه محققان قرار گرفته است. در این روش، محصول نهایی نسبتبه سایر روش‌های خشک کردن ویژگی‌های 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 پایین‌تر و مدت زمان کمتر را در خشک کردن کف‌پوشی ایجاد می‌نماید. همچنین، ساختار متخلل نمونه کف خشک شده، سبب جذب سریع تر آب و افزایش سرعت انحلال ماده غذایی خشک شده می‌گردد[۳].

کنسانتره پروتئین آب پنیر[1] دارای ویژگی‌های عملکردی گسترده‌ای شامل حلالیت، امولسیونکنندگی و قابلیت کف کردن می‌باشد [٤]. ما در این پژوهش جهت کف زایی از کنسانتره پروتئین آب پنیر و پودر سفیده تخم‌مرغ[2] استفاده کردیم. خواص و ثبات کف‌ها بستگی زیادی به ویژگی‌های ترکیبات فعال سطحی و واکنش آنها بابا سایر مواد غذایی از جمله ماکرومولکول‌ها و پلی‌ساکاریدها دارد. پروتئین‌های شیر و پلی‌ساکاریدها نقش مهمی در شکل‌گیری و پایداری کف‌ها و امولسیون‌ها دارند [۵]. در این مطالعه تأثیرات صمغ‌ها (زانتان و دانه شاهی) با سطوح مختلف بر روی کف پنیر ریکوتا مورد بررسی قرار گرفت. 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 کف پوشی پنیر ریکوتا انتخاب شد.این مطالعه با بررسی اثر نسبت‌های مختلف شیرخشک و پودر آب‌پنیر بر راندمان و کیفیت پنیر ریکوتا، سبب استفاده بهینه از آب‌پنیر تولیدی کارخانجات شده و طی خشک کردن کف‌پوشی باعث افزایش ماندگاری پنیر ریکوتا می‌گردد. همچنین با بررسی عوامل کف زا و پایدارکننده‌ی کف، موجب بهبود ویژگی‌های پودر پنیر ریکوتا می‌شود.

پنیر ریکوتا یک پنیر نرم است که به طور معمول در ایتالیا وآمریکا مصرف می‌شود [٦]. این پنیر یک محصول لبنی بدون مرحله رسیدن است که عموما از طریق انعقاد ناشی از گرما و رسوب اسیدی پروتئین‌های آب پنیر از شیر گاو، گوسفند یا بز تولید می‌شود [۷]. بیش از نصف ماده خشک شیر، حدود ۲۰ ٪ پروتئین و قسمت اعظم لاکتوز، مواد معدنی و ویتامین‌های محلول در آب،در فرایند پنیرسازی در آب پنیر باقی می‌ماند [۸]. اینگونه از پروتئین‌ها به چندین فرم مختلف تولید و خریداری شده که معمولی‌ترین آن ها ایزوله پروتئین آب پنیری و کنسانتره پروتئین آب پنیری می‌باشند. پروتئین‌های ایزوله در مقایسه با کنسانتره‌ها دارای غلظت پروتئینی بیشتر و ناخالصی کمتری بوده و متعاقبا به دلیل انجام فرایندهای بیشتر بر روی آن‌ها، از لحاظ قیمت گران‌تر می‌باشند [۹].

برای ایجاد پایداری و ویسکوزیته ثابتوجلوگیریازآب اندازی محصولات غذایی طی عملیات‌های حرارتی از هیدروکلوئیدها استفاده می‌شود. هیدروکلوئیدها به مجموعه‌ای از پلی‌ساکاریدها و پروتئین‌ها اطلاق می‌گردد که با حل یا پخش شدن در آب، ویسکوزیته را افزایش می‌دهندو امروزه به طور گسترده در صنایع مختلف با عملکردهای گوناگون به کارمی‌روند[۱۰].

مارتینز- پادیلا و همکاران [۵] به بررسی تأثیرات صمغ زانتان بر خصوصیات کف‌زایی 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 کف‌زایی می‌شود. همچنین پایداری کف با افزایش غلظت کنسانتره پروتئین آب پنیر یا صمغ زانتان افزایش می‌یابد و عملکرد کنسانتره پروتئین آب پنیر با وجود صمغ زانتان بهبود یافته است.

ناجی و رضوی [۱۱] ویژگی‌های عملکردی و بافتی صمغ دانه شاهی و زانتان را مورد بررسی قرار دادند. عملکرد کف‌زایی و امولسیون کنندگی و پایداری صمغ دانه شاهی مطلوب و قابل

1. WPC
2. albumin

www.SID.ir

Archive of SID

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

راجکومار و همکاران در سال ۲۰۰۷ [۱۲] 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 ۷۵ و ۳۵ 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 ۲۰۰۶ [۱۳] 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 ۲ تا ۳ درصد سفیده تخم‌مرغ مشاهده شد.

ایزدی و همکارانشدر سال ۱۳۹۳ [۱٤] 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 کف پوشی پنیر ریکوتا انتخاب شد.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- 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 (شرکتریحان گام پارسیان) خریداری شد. تجهیزات مورد استفاده شامل همزن برقی خانگی (مدلGHM-818،GOSONIC، چین)، گوشت‌کوب برقی (مدلMQ-320، Braun، آلمان)، ترازوی دیجیتال (مدل HS-300S، M.T electronic، آلمان)با دقت ۰/۰۰۱،pH متر (مدل CP-511، ELMETRON، لهستان)، بن‌ماری، دماسنج، لوازم شیشه‌ای (بشر و استوانه مدرج) بود.

۲-۲- آماده‌سازی نمونه‌ها

جهت تولید کف، ۱۰ گرم پنیر ریکوتا به همراه سطوح مختلف زانتان و شاهی (۰/۵، ۱و ۱/۵ درصد)، با سطوح مختلف پودر سفیده تخم‌مرغ و کنسانتره پروتئین آب پنیر (۱ و ۳ درصد) توزین شده و با آب (مقدار لازم برای رسیدن محلول به ۱۰۰ گرم) مخلوط می‌شوند. محلول تهیه شده به وسیله گوشت‌کوب برقی هموژنیزه شده و سپس به مدت ۵ 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.

۲-۳- 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 pHآن با سود تا حدود ۷ تنظیم می‌شود. به مدت ۱۵ دقیقه در دمای ۸٦ درجه حرارت خواهد دید و سپسpH آن به کمک اسید لاکتیک به ۵ کاهش می‌یابد. برای ایجاد لخته از سانتریفیوژ با دور ٤۰۰۰ به مدت ۱۰ دقیقه استفاده کردیم [۱۵].

۲-٤-اندازه گیری دانسیته کف

جهت تعیین دانسیته کف، مقداری از کف بلافاصله پس از تهیه، با دقت (بدون تخریب ساختار) به درون استوانه مدرج با حجم ۵۰ میلی‌لیتر ریخته شده و وزن ۵۰ میلی‌لیتر کف اندازه‌گیری می‌شود. سپس دانسیته کف از رابطه زیر محاسبه می‌گردد [۱٦].

حجم کف /g) وزن کف= دانسیته کف

$$\text{دانسیته کف} = \frac{\text{وزن کف (g)}}{\text{حجم کف (cm3)}} \quad (1)$$

www.SID.ir

Archive of SID

۲-۵-اندازه گیری پایداری کف (حجم زهکشی)

پایداری یک کف عبارت است از طول مدت زمانی که یک واحد حجم از گاز می‌تواند در یک کف باقی بماند و این به مقاومت دیواره کف در برابر فشاری که موجب ترکیدن کف می‌شود بستگی دارد (۱۷). ترکیب عمده اغلب ترکیبات کف‌زای مورد استفاده در فرآوری غذا پروتئین است. نوع پروتئین و اثر متقابل با فاز آبی میتواند نقش عمده‌ای در تعیین پایداری کف داشته باشد. جهت تعیین پایداری کف ۵۰ گرم کف به درون قیف بوخنر با قطر ۸ میلی‌متر و پوشیده شده با صافی ریخته می‌شود. سپس قیف و محتویات آن برروی استوانه مدرج قرار داده شده و مقدار مایع جدا شده پس از یک ساعت از ستون مدرج استوانه خواندهمی‌شود (۱۸).

۲-۶-محاسبه درصد افزایش حجم

پس از مخلوط کردن نسبت‌های مختلف مواد اولیه جهت تولید کف، وزن محلول اولیه را اندازه‌گیری کرده و m1می‌نامیم. پس از هموژنیزه کردن و هم زدن با همزن برقی، کف تولید شده را توزین کرده و عدد به دست آمده را m2 می‌نامیم. با استفاده از فرمول زیر درصد افزایش حجم محاسبه می‌شود.

$$\text{overrun} = \frac{m2-m1}{m1} \times 100 \quad (۲)$$

۲-۷-عکس برداری از ساختار کف

عکس‌های حاصل از فرمولاسیون پایدارترین کف با کمترین حجم زهکشی و دانسیته و بالاترین درصد افزایش حجم (زانتان ۰/۱٪- آلبومین ۳٪) و همچنین ناپایدارترین کف(زانتان ۰/۵- کنسانتره پروتئین آب‌پنیر ۳٪) حاصل از فرمولاسیون پنیر تهیه شده از شیر کامل و آب‌پنیر کامل توسط دوربین ۱۳ مگاپیکسل HTC گرفته شد. نمونه‌ها جهت بزرگنمایی در زیر دستگاه کلنی کانتر (SHIMI FANN, M-159، ایران) قرار گرفتند و سپس عکس‌برداری انجام شد.

۲-۸-تجزیه و تحلیل داده‌ها

برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از مقایسه میانگین (ANOVA)توسط آزمون توکی(Tukey test) در سطح احتمال ۵ درصد($p\leq ۰/۰۵$) و به کمک نرم‌افزار SAS نسخه ۹ استفاده شد.

۳- نتایج و بحث

۳-۱- پنیر ریکوتای آب پنیر کامل

طبق شکل ۱ صمغ زانتان افزایش حجم بهتر و دانسیته کمتری نسبت به صمغ شاهی داشته است. جدول ۱ نیز نشان دهنده حجم زهکشی کمتر صمغ زانتان در مقایسه با صمغ دانه شاهی می‌باشد اما غلظت‌های مختلف زانتان تأثیر معنی‌داری بر روی صفات اندازه گیری شده نداشته است ($p\leq ۰/۰۵$). با کاهش پایداری کف ، مقدار مایع جدا شده افزایش می‌یابد (۱۹). طبیعت آبدوست ترکیبات پلی‌ساکاریدی نظیر صمغ زانتان مانع از جذب آن در سطح مشترک هوا- مایع می‌گردد. 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 (۲۰).

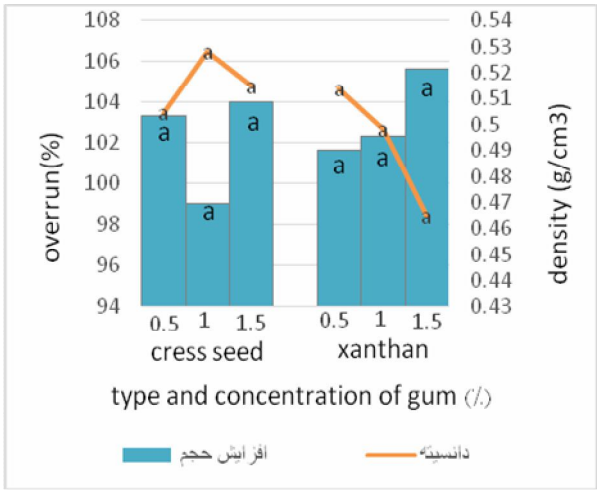


Fig 1 Effect of cress seed and xanthan gum ondensity and overrun of whole whey Ricotta cheese foam

شکل ۲ به ما نشان می‌دهد که آلبومین نسبت به کنسانتره پروتئین آب پنیر افزایش حجم بیشتر و دانسیته کمتری را به همراه داشته است. همچنین مطابق با جدول ۲ به طور معنی‌داری کمترین حجم زهکشی را غلظت ۳ درصد آلبومین نشان داده است($p\leq ۰/۰۵$). مارینوا وهمکاراندرسال ۲۰۰۹ (۲۱) به بررسی پایداری کف دو پروتئین شیر (کنسانتره پروتئین آب پنیر و کازئینات سدیم) پرداختند.

www.SID.ir

Archive of SID

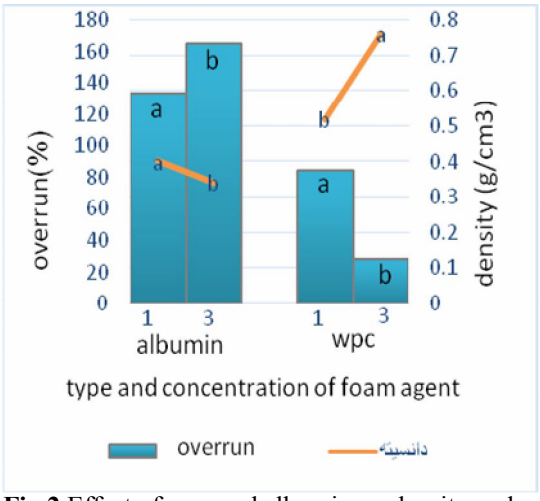


Fig 2 Effect of wpc and albumin on density and overrun of whole whey Ricotta cheese foam

طبق مطالعات انجام شده، حداکثر توانایی کف‌زایی کنسانتره پروتئین آب‌پنیردرpH ایزوالکتریک حدود (٤/٢) میباشد و در pHهای دورتر از نقطه ایزوالکتریک، از آنجا که pH پنیر ریکوتا ٦ می‌باشد، احتمالاًمولکول‌های کروی کنسانتره پروتئین آب‌پنیر نمی‌توانند به خوبی به هم بپیوندند و حتی پس از اضافه کردن الکترولیت‌ها کف پایداری ایجاد نمی‌کنند (شکل ۲). انرژی بالای موجود در سطح مشترک هوا- مایع و اختلاف دانسیته بین دو فاز باعث می‌شود که کف از نظر ترمودینامیکی ناپایدار باشد (۲۲).

همچنین مطابق با شکل ۲ با افزایش غلظت آلبومین، دانسیته کف کاهش یافته و حجم آن افزایش یافته است. نتایج مشابهی توسط پاسبان (۲۰) و فالاده و همکاران (۲۳)گزارش شده است که با افزایش مواد جامد (آلبومین)، پایداری کف افزایش خواهد یافت.

۳-۲- پنیر ریکوتای شیر کامل

در طی آزمایشات انجام شده بر روی پنیر ریکوتای ساخته شده از شیر، صمغ زانتان و صمغ شاهی در غلظت ۱ درصد افزایش حجم خوبی را در کف نهایی داشته‌اند اما به طور معنی‌داری دانسیته صمغ زانتان در غلظت ۱ درصد کمتر از شاهی بوده است (P<۰/۰۵). با افزایش غلظت صمغ‌ها شاهد کاهش حجم کف و افزایش دانسیته بوده‌ایم (شکل ۳).

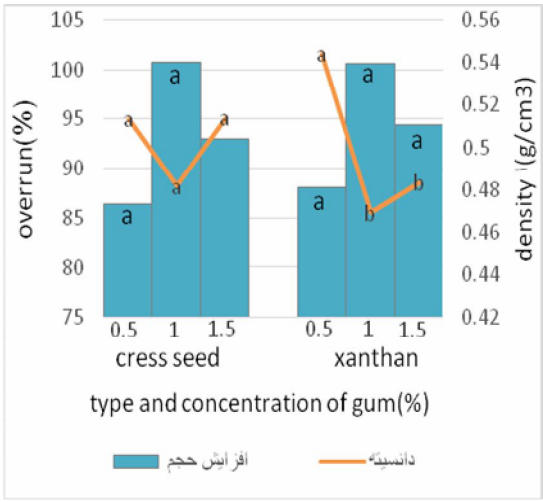


Fig 3 Effect of cress seed gum and xanthan gum on density and overrun of whole milk Ricotta cheese foam

هم چنین صمغ زانتان در مقایسه با صمغ شاهی حجم زهکشی کمتری داشته است (جدول ۱).

مطابق با شکل ۳ با افزایش غلظت صمغ شاهی و زانتان شاهد کاهش حجم و افزایش دانسیته بوده‌ایم. ویسکوزیته بالای فاز مایع مانع حفظ حباب‌های هوا در طی فرایند همزدن خواهد شد (٢٤). افزایش میزان صمغ زانتان در سطح ۱/۵ 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 می‌شود، سبب افزایش ویسکوزیته آن می‌گردد. این افزایش ویسکوزیته‌ی بیش از اندازه، مانع از ورود هوا شده، حداکثر میزان هوای محبوس شده در مخلوط را کاهش می‌دهد. از این رو موجب کاهش انبساط و در نتیجه افزایش دانسیته کف می‌شود (۲۵، ۲٦ و ۲۷).

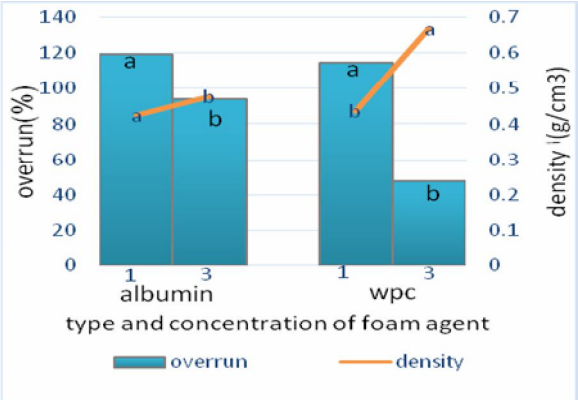


Fig 4 Effect of wpc and albumin on density and overrun of whole milk Ricotta cheese foam

www.SID.ir

Archive of SID

افزایش میزان پودر سفیده تخم‌مرغ از ۱ به ۳ درصد سبب کاهش میزان حجم زهکشی شد (جدول۱). افزایش عامل کف‌زا سبب افزایش ویسکوزیته و تنش تسلیم فاز پیوسته و به عبارت دیگر ضخیم‌تر شدن و افزایش مقاومت فیلم‌های جذب در فصل مشترک هوا- آب می‌شود(۲۹ و ۲۸). طبق نتایج مشاهده شده در شکل ٤ کف آلبومین افزایش حجم بهتر و دانسیته کمتری نسبت به کنسانتره پروتئین آب پنیر داشته است اما آلبومین حجم زهکشی کمتری داشته است (جدول ۲). سفیده تخم‌مرغ به دلیل دارا بودن پروتئین‌هایی با قابلیت کف‌زایی بالا ناشی از دناتوره شدن آنها و افزایش گروه‌های آبدوست در سطح باعث کاهش دانسیته کف می‌شود(۱۳).

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

xanthan			cress seed			
1.5	1	0.5	1.5	1	0.5	Gum concentration / Cheese type
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		
3	1	3	1	Gum concentration / Cheese type
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

۳-۳ ساختار کف

مطابق با شکل ۵ 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 (۱۹).

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 (۲۹). نتایج مشابهی نیز توسط مارینوا و همکاران (۲۱) گزارش گردید.

افزایش غلظت صمغ‌ها تا ۳ 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 می‌شود. مشابه این نتایج توسط سگونی د پروال و همکاران در سال ۲۰۱٤ (۳۱) ارائه شده است.

طبق نتایج مارتینز پادیلا و همکارانش در سال ۲۰۱۵ (۵) خصوصیات فاز آبی زانتان- کنسانتره پروتئین آب‌پنیر به طور منفی، اندازه قطر حباب‌ها را تحت تأثیر قرار می‌دهد به طوری که با کاهش غلظت کنسانتره پروتئین آب‌پنیر، قطر حباب‌ها افزایش می‌یابد. اگرچه کف‌های شامل غلظت کمتر کنسانتره پروتئین آب‌پنیر و زانتان هم پایدار نبودند که مشاهدات ما با این نتایج مطابقت دارد.

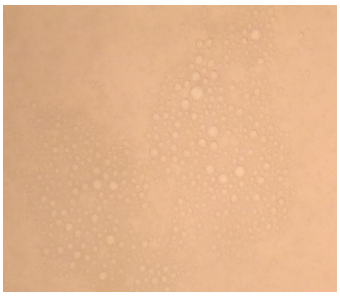
کف حاصل از فرمولاسیون پنیرها با غلظت ۱ درصد زانتان و ۳ درصد آلبومین به عنوان پایدارترین کف به دست آمد که حباب‌های کف بزرگتری مشاهده شد و حباب‌ها نسبت به درهم آمیختگی و خروج آب مقاوم‌تر بودند (شکل۵).

کف حاصل از فرمولاسیون پنیرها با غلظت ۰/۵ درصد زانتان و ۳ درصدکنسانتره پروتئین آب‌پنیر به عنوان ناپایدارترین کف به دست آمد و حاوی حباب‌های کوچکتر و پرتعدادتری بود (شکل۵). با بررسی تصاویر کف‌ها مشخص شد که با افزایش درصد زانتان و کنسانتره پروتئین آب‌پنیر اندازه منافذ کف به دلیل افزایش یافتن دانسیته، کاهش می‌یابد.

www.SID.ir

Archive of SID

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%)

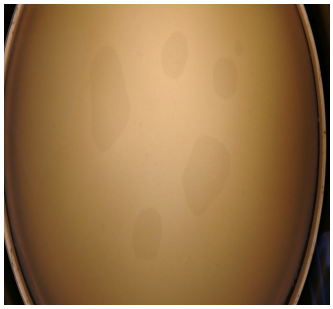

The most stable whole whey Ricotta cheese foam (xanthan 1%- albumin 3%)

Fig 5 pictures of the most and lowest stable cheese foam

٤- 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 سفیده تخم‌مرغ ۳ درصد و غلظت زانتان ۱ 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 تخم‌مرغ به دلیل دارا بودن پروتئین‌هایی با قابلیت کف‌زایی بالا ناشی از دناتوره 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 (۱۷). کف ایجاد شده در روش خشک کردن کف پوشی باید پایدار باشد و در طول فرایند خشک کردن، ساختارب 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، اندزه‌گیری 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

www.SID.ir

Archive of SID

حباب‌های کف و در نهایت ایجاد حباب‌های کوچکتر شوند. افزایش غلظت صمغ‌ها نیز تا ۳ 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 می‌شود.

با توجه به نتایج به دست آمده، تیماری که در هر دو نوع پنیر ریکوتا دارای بیشترین افزایش حجم، کمترین دانسیته و حجم زهکشیباشد صمغ زانتان با غلظت ۱ درصد به همراه آلبومین در سطح ۳ درصد می‌باشد.

۵- 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 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.Towenty- 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 Agriculture Information Service. Available online: www.attra. Ncat.org.

www.SID.ir

Archive of SID

whey protein 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. [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. [29] Vernon-Carter, E.J., Espinosa-Paredes, G., Beristain, C.I. and Romero-Tehuitzil, 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. [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.
18. Thuwapanichayanan, 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. [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. [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. [22] Muthukumaran, A., 2007. Foam-mat freeze drying of egg white and mathematical modeling (Doctoral dissertation, McGill University).
23. [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. [24] Foegeding, E.A., Davis, J.P., Doucet, D. and McGuffey, M.K., 2002. Advances in modifying and understanding

www.SID.ir

Archive of SID

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 ofFood Science and Technology, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran.
2.Associate Professorof 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: Shivarahmani18@gmail.com

www.SID.ir