فصلنامه علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران
سال اول، شماره ۱، تابستان ۱۳۸۵ صفحات ۴۵ تا ۴۹

بررسی اثر نوع و مقدار پایدارکننده ها بر پایداری خامه UHT

نیلوفر رفیعی طاری[۱] ، دکتر محمد رضا احسانی[۲]، محمدتقی مظلومی[۳]، دکتر محمدعلی ابراهیم‌زاده موسوی[۲]
۱- نویسنده مسئول: کارشناس ارشد علوم و صنایع غذایی ، دانشکده تغذیه و صنایع غذایی ، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی
پست الکترونیکی: niloufar_rafiee@yahoo.com
۲- دانشیار گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی ، دانشکده کشاورزی ، دانشگاه تهران
۳- کارشناس ارشد علوم و صنایع غذایی

تاریخ دریافت مقاله: ۸۴/۱۱/۱۹ تاریخ پذیرش مقاله: ۸۵/۳/۲۳

چکیده

هدف: در این تحقیق، تاثیر نوع و مقدار پایدارکننده ها بر پایداری خامه UHT (Ultra HighTemperature) ۳۰٪ چربی در مقابل آب انداختگی، مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روشها: خامه ۳۰٪ چربی ، با و بدون افزودن کاراگینان(۰/۰۱ و ۰/۰۳ درصد وزنی)، تری سدیم سیترات(۰/۱ و ۰/۲ درصد وزنی) و یک نوع پایدارکننده تجارتی (۰/۲ درصد وزنی) تحت فشار هموژنیزاسیون دو مرحله ای ۱۵۰/۲۰ bar و فرایند فرادما (۱۴۰ $^{\circ}C$/۴s)، استریل و بسته بندی شد. پایداری خامه ، در مدت ۸ هفته نگهداری در دمای محیط(۲۵-۲۰ $^{\circ}C$) ، با سانتریفوژ کردن نمونه ها درسرعت ۱۸۰× g (۱۰۵۸ rpm) به مدت ۵ دقیقه و اندازه گیری حجم فاز آبی جدا شده از خامه، به صورت هفتگی مورد بررسی قرار گرفت.

یافته ها و نتیجه گیری: میزان آب انداختگی خامه های دارای پایدارکننده، در مدت نگهداری، در مقایسه با خامه بدون پایدارکننده، کاهش معنی‌داری داشت ($p <$ ۰/۰۵). به علاوه، بین مقدار پایدارکننده و پایداری خامه، رابطه مستقیمی مشاهده شد.

واژگان کلیدی: خامه، فرادما، پایدارکننده، پایداری

• مقدمه

فراورده‌های استریلیزه شیر که به روش فرادما (UHT[1]) تهیه می‌شوند، بویژه شیر و خامه فرادما در سالهای اخیر، جای خود را در رژیم غذایی مردم ایران باز کرده‌اند و ویژگیهای خاصی مانند عمر نگهداری طولانی، عدم نیاز به شرایط خاص نگهداری، قبل از باز کردن ظرف حاوی محصول، امکان توزیع در اقصی نقاط کشور و حتی صدور به سایر کشورها، اهمیت ویژه‌ای به این گروه از فراورده‌ها بخشیده است.

تولید خامه UHT در ابتدا به روش مستقیم تزریق بخار به داخل فراورده، در تعداد معدودی از کارخانجات کشور انجام می‌شد. این روش با توجه به محدودیتهایی مانند آلودگی با بخار تزریقی و مشکلات کنترل فرایند، از حدود چهار سال پیش، همانند اغلب کشورهای جهان، جای خود را به روش غیر مستقیم استریلیزاسیون به وسیله صفحات تبادل حرارتی لوله‌ای[2] داده است. در روش اخیر، علاوه بر ایجاد جریان متلاطم[3] و تبادل حرارتی بالای ۹۰ درصد و در نتیجه، مصرف بهینه انرژی، امکان آلودگی خامه با آب مصرفی در سیستم، وجود ندارد و اصولا" این روش برای استریل نمودن مایعات با ویسکوزیته بالا مناسب تر از سایر روشها مانند روش غیر مستقیم صفحه ای است(۱، ۲).

استریلیزاسیون خامه صبحانه به روش غیر مستقیم لوله‌ای، سبب ایجاد تغییراتی در خواص رئولوژیکی این فراورده از جمله کاهش ویسکوزیته و تسریع و افزایش آب انداختگی آن در مدت ماندگاری و در نتیجه کاهش مقبولیت نزد مصرف کنندگان شده است. از آنجا که خامه صبحانه در کشور ما، مطابق با استاندارد ملی ایران با حداقل ۳۰ درصد چربی تولید می شود(۳)، کنترل وحفظ ویژگیهای این

[1]- Ultra High Temperature

[2]- Tubular Heat Exchanger

[3]- Turbulent

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2025-07-20]

فراورده که تا حدود زیادی به مقدار چربی آن وابسته است، مانند پایداری در مقابل دو فاز شدن، اهمیت قابل ملاحظه ای دارد. علت اصلی ناپایداری امولسیون و دو فاز شدن خامه، فرایند الحاق[1] است که در آن، ذرات فاز چربی به یکدیگر می پیوندند و یک ذره بزرگتر را تشکیل می‌دهند. در این حالت، یکپارچگی لایه های اطرافِ گویچه های چربی از بین می‌رود و قطرات به هم می‌پیوندند و در نهایت، امولسیون به دو فاز تقسیم می‌شود(۴).

خامه، یک امولسیون روغن در آب است و افزودن پایدارکننده‌ها، تاثیر قابل توجهی بر پایداری امولسیون و کاهش آب انداختگی آن در مدت ماندگاری دارد. مطابق با استاندارد ملی ایران و استاندارد کدکس، حد مجاز ترکیبات پایدارکننده شامل نمکهای سدیم، پتاسیم و کلسیم اسید سیتریک، فسفریک، کربنیک و هیدروکلریک، ۰/۲ درصد به تنهایی یا ۰/۳ درصد به صورت مخلوط و حد مجاز کاراگینان، آلژینات ها و صمغ های مجاز، ۰/۵ درصد به تنهایی یا به صورت مخلوط تعیین شده است(۳ ، ۵).

نتایج سایر پژوهشها در مورد تاثیر پایدارکننده ها بر پایداری امولسیونِ خامه قنادی با ۳۶٪ چربی نشان داده است که افزودن مخلوط پایدارکننده ها ازجمله کاراگینان، صمغ دانه خرنوب(LBG)[2] و سیترات سدیم به میزان ۰/۲۵درصد، آب انداختگی خامه را در مدت نگهداری، کاهش می‌دهد(۶).

به طور کلی، کاراگینان به علت واکنشهای الکترواستاتیک بین بارهای منفی آن با یون های مثبت پروتئین ها، نقش پایدارکنندگی در سیستم های پروتئینی ازجمله امولسیون‌های لبنی دارد(۴).

تحقیق دیگری در این زمینه، نقش مخلوط دو پایدارکننده صمغ دانه خرنوب (LBG) و λ کاراگینان در مقادیر صفر تا ۰/۱۵درصد را بر کاهش آب انداختگی خامه قنادی با ۳۸درصد چربی نشان داده است(۷). تاثیر کاراگینان در افزایش پایداری خامه و جلوگیری یا کاهش آب انداختگی آن، در پژوهشهای دیگر نیز گزارش شده است (۱۰-۸).

در تحقیقات دیگر هم افزودن تری سدیم سیترات به خامه UHT دارای ۱۸ و ۳۵٪ چربی با وجود کاهش ویسکوزیته، سبب افزایش پایداری خامه در مقابل دو فاز شدن وکاهش آب انداختگی آن شده است. تری سدیم سیترات با توجه به فعالیت سطحی کم و کاهش کشش سطحی بین فازهای آب و چربی، پایداری امولسیون در خامه را افزایش می‌دهد (۲).

• مواد و روشها

مواد و تجهیزات: خامه ۳۰٪ چربی، کاراگینان(مخلوط کاپا و لاندا کاراگینان ،ROBERTET ، فرانسه)، تری سدیم سیترات (Sinochem-Fhaghai ، چین)، پایدارکننده تجارتی دارای آلژینات سدیم و منو و دی‌گلیسیریدها (DANISCO، BK397 ، دانمارک)، بطری شیشه ای دردار قابل استریل کردن (ISO LAB ، آلمان)، دستگاه UHT با سیستم لوله ای در مقیاس آزمایشگاهی(APV ، دانمارک)، دستگاه سانتریفوژ (SIGMA مدل 2-16K، آلمان).

آماده سازی نمونه‌ها و آزمون پایداری امولسیون: خامهٔ اولیه با درصد چربی بالای ۳۵٪ و با اسیدیته حداکثر ۰/۱۴ درصد(بر حسب اسید لاکتیک) دریافت شد. برای تهیه تیمارها، کاراگینان در مقادیر ۰/۰۱ و ۰/۰۳ درصد وزنی، تری سدیم سیترات در مقادیر ۰/۱ و ۰/۲درصد وزنی و پایدارکننده تجارتی BK397 در مقدار ۰/۲درصد وزنی با شیر بدون چربی، مخلوط و به منظور پخش شدن کامل پایدارکننده در شیر، تا دمای $^{\circ}C$ ۸۰-۷۰ حرارت داده شد. سپس مخلوط شیر و پایدارکننده به خامه اولیه افزوده شد که به این ترتیب، همزمان با اضافه شدن پایدارکننده، میزان چربی خامه نیز در ۳۰٪ تنظیم شد.

نمونه شاهد نیز با ۳۰٪ چربی و بدون افزودن پایدارکننده تهیه شد. در مرحله بعد، هر یک از نمونه های خامه، وارد دستگاه UHT شده و تحت دو مرحله فشار هموژنیزاسیون(مرحله اول در bar ۱۵۰و مرحله دوم در bar ۲۰) هموژنیزه شده و سپس در دمای $^{\circ}C$ ۱۴۰ به مدت ۴ ثانیه به روش upstream (هموژنیزاسیون پیش از فرایند حرارتی) استریل و تا دمای $^{\circ}C$ ۱۲-۱۰ خنک شد.

بسته بندی خامه UHT در بطریهای شیشه ای سترون و در مجاورت شعله انجام شد. هر تیمار به مقدار ۳۰تا۳۵ کیلوگرم تولید شد.

خامه های UHT به مدت ۸ هفته در دمای محیط ($^{\circ}C$ ۲۵-۲۰) نگهداری شده و پایداری آنها در روز اول پس از تولید و سپس هفته ای یک بار مورد ارزیابی قرار گرفت. برای اندازه‌گیری میزان پایداری خامه نسبت به دو فاز شدن ۱۰ میلی‌لیتر از نمونه خامه در لوله آزمایشگاهی مدرج ریخته می‌شد و در دستگاه سانتریفوژ با سرعت g ×۱۸۰ معادل

[1]- Flocculation
[2]- Locust Bean Gum

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2025-07-20]

۱۰۵۸rpm و به مدت ۵ دقیقه تحت سانتریفوژ قرار می‌گرفت. سپس حجم فاز آبیِ جدا شده از خامه، بر حسب میلی‌متر خوانده و ثبت می شد. آزمون تعیین مقدار آب انداختگی ۳بار تکرار شد(۱۱).

ارزیابی آماری: برای مقایسه پایداری امولسیون تیمارها، از روش آنالیز واریانس یک طرفه و آزمون شفه[1] استفاده شد.

• یافته ها

مطابق جدول ۱ و نمودار ۱ و نتایج میانگین آب انداختگی ۶ تیمار مورد بررسی خامه UHT در مدت ۸ هفته نگهداری، تیمارهای دارای ۰/۲درصد BK397 ، ۰/۰۳درصد کاراگینان و ۰/۲درصد تری سدیم سیترات، بالاترین پایداری امولسیون را داشتند. این سه تیمار در صفت پایداری امولسیون با یکدیگر اختلاف داشتند، ولی این اختلاف از نظر آماری، معنی‌دار نبود($p > ۰/۰۵$). دو تیمار دارای ۰/۱درصد تری سدیم سیترات و ۰/۰۱درصد کاراگینان هم در ویژگی پایداری امولسیون با یکدیگر اختلاف معنی دار نداشتند. پایداری امولسیون این دو تیمار در سطح معنی‌داری ($p <۰/۰۵$) کمتر از سه تیمار قبل بود.

آب انداختگی در خامه فاقد پایدارکننده، به میزان قابل ملاحظه و معنی‌داری ($p<۰/۰۵$) بیش از سایر تیمارها بود. همچنین مقایسه تیمارهای دارای پایدارکننده نشان داد که افزودن ۰/۰۳درصد کاراگینان و ۰/۲درصد تری سدیم سیترات به خامه، آب انداختگی را به ترتیب بیش از ۰/۰۱درصد کاراگینان و ۰/۱درصد تری سدیم سیترات کاهش می‌دهد.

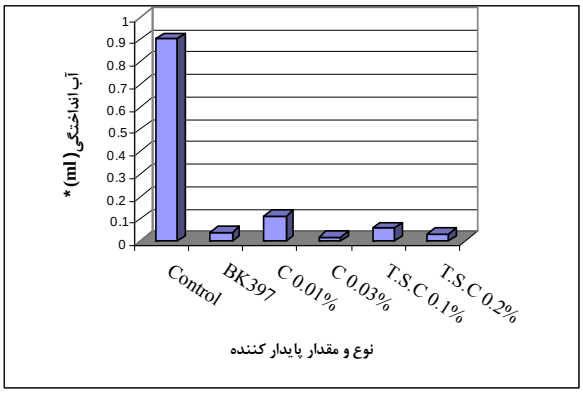
جدول ۱- مقایسه میانگین آب انداختگی در تیمارها در مدت ۸ هفته نگهداری

تیمار	X ± SD (ml) *
BK397 ، ٪۰/۲	۰/۰۴۰۰ ± ۰/۰۰۰۰ a **
کاراگینان ،٪۰/۰۱	۰/۱۱۳۳ ± ۰/۰۰۸ b
کاراگینان ،٪۰/۰۳	۰/۰۱۸۶ ± ۰/۰۰۱۶ a
تری سدیم سیترات، ٪۰/۱	۰/۰۶۰۰ ± ۰/۰۰۵۷ b
تری سدیم سیترات، ٪۰/۲	۰/۰۳۳۳ ± ۰/۰۰۸۸ a
شاهد (بدون پایدارکننده)	۰/۹۰۳۳ ± ۰/۰۲۱۸c

سرعت / زمان سانتریفوژ : g × ۱۸۰/ ۵ دقیقه

* اعداد بر حسب میلی لیتر فاز آبی جدا شده از ۱۰ میلی لیتر نمونه

** تیمارهای دارای اندیس های یکسان ، در سطح معنی داری$p<۰/۰۵$ با یکدیگر تفاوت نداشته و تیمارهای دارای اندیس متفاوت در سطح معنی‌دار $p<۰/۰۵$با یکدیگر تفاوت دارند.



C : کاراگینان - T.S.C: تری سدیم سیترات - Control: بدون پایدارکننده

* اعداد بر حسب میلی لیتر فاز آبی جدا شده از ۱۰ میلی لیتر نمونه

نمودار ۱ - مقایسه میانگین آب انداختگی در تیمارها در مدت ۸ هفته نگهداری

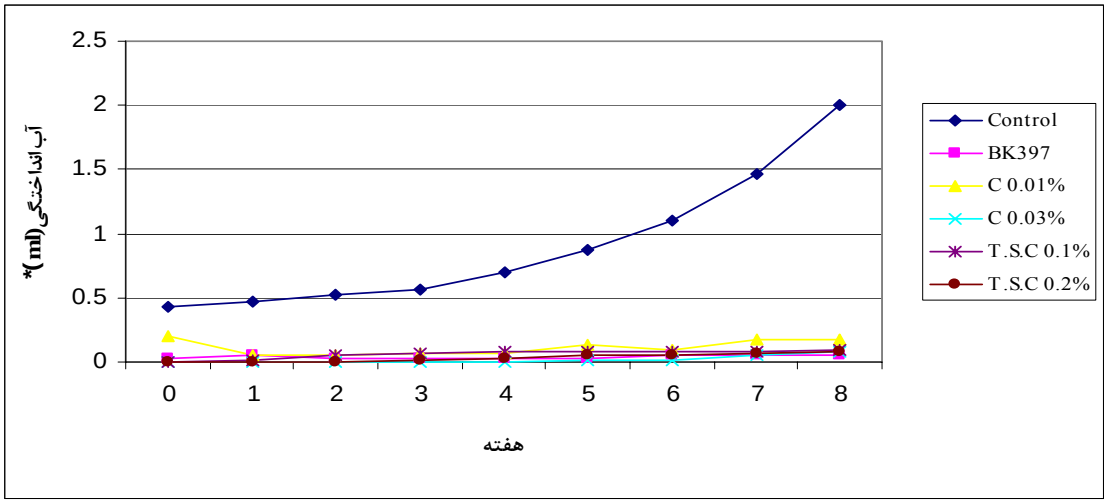
تفاوت پایداری امولسیون در تیمارهای مورد مطالعه، در بررسی میزان آب انداختگی در طول ۸ هفته نگهداری نیز قابل مشاهده بود (نمودار۲). مطابق این نتایج ، مقدار آب انداختگی تیمارهای دارای انواع و مقادیر مختلف پایدارکننده ها، در هیچ یک از زمانهای مورد بررسی با یکدیگر اختلاف معنی‌دار نداشتند. در حالی که در تیمار بدون پایدارکننده ، روند کاهش پایداری (افزایش آب انداختگی در اثر سانتریفوژ) شدیدتر بود. به طوری که مقدار آب انداختگی در هفته های هفتم و هشتم، با اختلاف معنی‌داری از هفته های اول تا پنجم بیشتر بود ($p <۰/۰۵$).

• بحث و نتیجه گیری

همان طور که اشاره شد، استفاده از پایدار کننده ها سبب افزایش پایداری خامه UHT و کاهش آب انداختگی آن در مدت نگهداری می‌شود. این نتایج با تجربیات سایر محققان در این زمینه مطابقت دارد. کاهش آب انداختگی خامه UHT در اثر افزودن کاراگینان، توسط سایر محققان هم گزارش شده است(۹، ۱۰). سایر محققان، تاثیر λ کاراگینان را درافزایش پایداری خامه قنادی نشان داده و بیان کردند که کاراگینان به علت واکنش با میسل‌های کازئین سبب پیوند بین غشای گویچه‌های چربی و فاز آبی در خامه می شود و یکپارچگی و پایداری امولسیون را افزایش می‌دهد. واکنش بین بارهای منفی گروههای سولفات کاراگینان و یون های مثبت پروتئین‌های شیر و همچنین خاصیت آبْ دوستی کاراگینان، عامل پایدار شدن امولسیون خامه است(۷،۶).

[1]- Scheffe

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2025-07-20]



• اعداد بر حسب میلی لیتر فاز آبی جدا شده از ۱۰ میلی لیتر نمونه

نمودار ۲ - بررسی میزان آب انداختگی در تیمارها در مدت ۸ هفته نگهداری

بر اساس نتایج سایر تحقیقات، نقش تری سدیم سیترات در کاهش آب انداختگی خامه UHT در مدت نگهداری، اعلام شده است. تری سدیم سیترات با کاهش کشش سطحی در غشای گویچه های چربی از به هم پیوستن آنها جلوگیری می کند، جدا شدن فاز چربی از فاز آبی را کاهش و پایداری امولسیون را افزایش می دهد(۱۲).

همچنین، پایدارکننده تجارتیBK397 با توجه به داشتن آلژینات سدیم به عنوان پایدارکننده و غلظت دهنده و منو و دی گلیسریدهای اسیدهای چرب به عنوان امولسیفایر، سبب کاهش آب انداختگی خامه در زمان نگهداری می شود(۱۳).

نتایج بررسی آب انداختگی تیمارهای تولید شده در روز اول پس از تولید و طی ۸ هفته نگهداری، تاثیر قابل توجه پایدارکننده ها را در کند شدن روند آب انداختن و دوفاز شدن خامه UHT در مدت ماندگاری نشان می دهد. تاثیر پایدارکننده ها بر کاهش سرعت و مقدار آب انداختگی خامه، با تجربیات سایر محققان در این زمینه مطابقت دارد (۶، ۹، ۱۰، ۱۲).

همچنین، نتیجه مقایسه تیمارهای دارای مقادیر مختلف پایدارکننده ها، بیانگر رابطه مستقیم پایداری خامه UHT با مقدار پایدارکننده مورد استفاده است. در واقع با شکسته شدن بیشتر گویچه‌های چربی خامه و افزایش سطح کل چربیها، برای کاهش کشش سطحی بین فاز چربی و آب، پایدار کنندهٔ بیشتری مورد نیاز است(۴، ۱).

با توجه به نتایج این بررسی پیشنهاد می‌شود، به منظور افزایش پایداری خامه UHT در مدت ماندگاری طولانی این فراورده، از پایدارکننده های مناسب، با در نظر گرفتن شرایط تولیدی و اقتصادی استفاده شود. همچنین، تاثیر این پایدارکننده ها به صورت مخلوط ، می‌تواند در تحقیقات تکمیلی در این زمینه مورد استفاده قرار گیرد.

سپاسگزاری

از مسئولان محترم شرکت صنایع شیر ایران (پگاه) که تامین کلیه تسهیلات مالی و تجهیزاتی این پژوهش را به عهده داشتند، صمیمانه قدردانی می‌شود.

• منابع

1. Fellows, P.J. Food Processing Technology: Principles and Practice.2nd ed . England. Woodhead publishing ltd.; 2000: 264-274

2. Hinrichs, J.,& Kessler, H.G.Processing of UHT cream. Bulletin of the International Dairy Federation; 1996; 315:17-22.

۳. استاندارد ملی ایران ۱۹۱ : خامه ، ۱۳۷۳.

4. Mhungu, S.M.& Artz, W.E.Emulsifiers. In: Branen, A.L., Davidson, P.M., Salimnen,S.et al. Food Additives. 2nd ed. New York. Marcel Dekker, INC.; 2002:707-756.

5. Codex Standard for Cream for Direct Consumption: A-9-1976

6. Smith,A.K., Kakuda,Y.&Goff, H.D. Changes in protein and fat structure in whipped cream caused by heat treatment and addition of stabilizer to the cream.

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2025-07-20]

Food Research International; 2000; 33: 697-706.
7. Camacho, M.M., Martinez-Navarrete, N., & Chiralt, A. Influence of locut bean gum/ carrageenan mixtures on whipping and mechanical properties and stability of dairy cream. Food Research International; 1998; 31(9):653-658.
۸. نصیرپور، علی. اثـر فشـارهموژن و پایدارکننـده هـا بـر روی خـواص سطحی گویچه های چربی خامه.پایان نامـه کارشناسـی ارشـد. دانشـگاه تهران، دانشکده کشاورزی.۱۳۸۰
9. Hinrichs, J., Hoenig, B.,& Kessler, H.G. Influence of manufacturing technology on foam stability of UHT whipped cream. Deutsche Milchwirtschaft; 1992; 43(41): 1304-1311.
10. Lorenzen, P.C.,Precht, D.& Malmgren, B. Influence of the type of UHT-heating and the kind of additives on functional properties of whipping cream. Chemie-Mikrobiologie Technologie der Lebensmittel; 1993 ;15(3/4): 101-106.
11. Dumay, E.,Lambert, C.,Funtenberger, S.et al. Effects of high pressure on the physicochemical characteristics of dairy creams and model oil/water emulsions. Lebensmittel Wissenschaft und Technologie; 1995; 29(7):606-625.
12. Muir, D.D.,& Kjaerbye, H. Quality aspects of UHT cream. Bulletin of the International Dairy Federation; 1996; 315: 25-34
13. Onsoyn, E.& Thomas,W.R. Carrageenan. Alginates. In:Imeson, A.Thickening & Gelling Agents for Foods.1st ed.London. Blackie Academic & Professional;1992:1-39

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2025-07-20]