مجله علوم و صنایع غذایی ایران

سایت مجله: www.fsct.modares.ac.ir

مقاله علمی_پژوهشی

بررسی تاثیر نشاسته، صمغ‌های گوار و کاپا کاراگینان بر روی خصوصیات رئولوژیکی خامه صبحانه کم‌چرب

علی ماهیان[1]، الهام مهدیان[1]*، اسماعیل عطای صالحی[1]، سید مهدی جعفری[2]

گروه علوم و صنایع غذایی، واحد قوچان، دانشگاه آزاد اسلامی، قوچان، ایران[1]

گروه مهندسی مواد و طراحی صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران [2]

اطلاعات مقاله

تاریخ های مقاله :

تاریخ دریافت: 1400 /06/22

تاریخ پذیرش: 1400/08/04

کلمات کلیدی:

خامه صبحانه،

کم‌چرب،

نشاسته،

گوار،

کاپا کاراگینان،

رئولوژیکی

DOI: 10.22034/FSCT.19.127.371

DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.127.8.1

* مسئول مکاتبات:

emahdian2000@yahoo.com

چکیده

صنعت غذا با تقاضای روزافزون کاهش مقدار چربی در محصولات غذایی روبرو است، لذا در پاسخ به تقاضای مصرف‌کنندگان از سوی تولیدکنندگان غذا، شاهد رشد سریع در تولید محصولات کم‌چرب می‌باشیم. این پژوهش با هدف دستیابی به فرمولاسیون بهینه خامه صبحانه کم‌چرب با ویژگی‌های مطلوب رئولوژیکی انجام شد. آزمون اکستروژن برگشتی با استفاده از دستگاه بافت‌سنج و آزمون برشی پایا با استفاده از ویسکومتر چرخشی انجام شد. با توجه به اینکه ضریب تبیین (R^2) برای مدل‌های به دست آمده برای کلیه صفات رئولوژی بالاتر از 0/7 بوده و فاکتور عدم برازش نیز برای تمامی صفات مذکور در سطح اطمینان 95 درصد معنی‌دار نبود، صحت مدل‌ها برای برازش اطلاعات مورد تایید قرار گرفت. نتایج حاصل از آزمون اکستروژن برگشتی نشان داد با افزایش همزمان میزان نشاسته و صمغ‌های گوار و کاپاکاراگینان میزان سفتی، قوام و پیوستگی افزایش یافت. نتایج حاصل از آزمون برشی پایا نیز نشان داد که شاخص جریان (n) تمامی نمونه‌ها کمتر از یک بود که نشان‌دهنده رفتار شل شونده با برش (سودوپلاستیک) نمونه‌ها است. بر اساس نتایج بهینه‌سازی با روش سطح پاسخ، میزان نشاسته 1/82 درصد، صمغ گوار 0/12 درصد و صمغ کاپا کاراگینان 0/014 درصد به عنوان سطح بهینه فرمولاسیون برای تولید خامه صبحانه کم‌چرب تعیین شدند که منجر به تولید محصولی کم‌چرب با ویژگی‌های رئولوژیک مطلوب خواهد شد.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-12-12]

[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.127.8.1]

[DOI: 10.22034/FSCT.19.127.371]

1-مقدمه

تغییر الگوی زندگی به سمت زندگی ماشینی سبب افزایش بیماری‌های غیر واگیر از جمله بیماری‌های قلبی‌عروقی، چاقی و سرطان شده است، به طوری که این بیماری‌ها یکی از علل اصلی مرگ و میر در کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه به ویژه در سال‌های فعال زندگی به شمار می‌روند [1]. شواهد و یافته‌های علمی نشان داده‌اند که بین مصرف مقادیر بالای چربی و بیماری‌هایی مانند چاقی مفرط، سخت‌شدن دیواره رگ‌ها، افزایش فشار خون و بیماری‌های قلبی عروقی ارتباط نزدیکی وجود دارد. در پی این مسئله و افزایش آگاهی مردم نسبت به مصرف چربی، افزایش چشم‌گیری در تقاضای محصولات غذایی کم‌چرب به وجود آمده است [2].

فرآورده‌های لبنی در زمره پرمصرف‌ترین محصولات حاوی جایگزین‌های چربی قرار دارند. اخیراً مطالعاتی در جهت تولید محصولات رژیمی کم‌چرب به ویژه محصولات لبنی رژیمی صورت گرفته است. خامه صبحانه یکی از محصولاتی است که با محتوای چربی بالا، پتانسیل زیادی را برای تحقیق در این راستا دارد. تولید خامه صبحانه کم‌چرب به شرط حفظ خصوصیات مورد پسند مصرف‌کننده علاوه بر جنبه‌های بهداشتی و تغذیه‌ای بازار خوبی را برای تولیدکنندگان فراهم خواهد نمود [3].

خامه عبارت است از چربی تغلیظ شده شیر، که در آن چربی به صورت گلبول‌هایی که توسط یک غشاء محافظت می‌شوند، وجود دارد. از نظر فیزیکی، خامه نیز مانند شیر نوعی امولسیون چربی در آب می‌باشد. مطابق استاندارد ایران خامه‌ی صبحانه دارای 30 درصد چربی می‌باشد و این میزان چربی کلسترول و اسیدهای چرب اشباع و گاهاً ترانس بالایی را به بدن وارد می‌کند [4]. تولید خامه‌ی کم‌چرب با خصوصیات حسی مطلوب، می‌تواند راهکاری برای کاهش مصرف چربی و متعاقباً بیماری‌های قلبی عروقی باشد. به طورکلی در صنعت غذا به منظور کاهش میزان چربی در فرآورده‌ها از جایگزین‌های آن استفاده می‌کنند تا برخی از ویژگی‌های چربی حذف شده را پوشش دهد [4].

جایگزین‌های چربی درشت مولکول‌هایی هستند که به منظور تامین همه یا قسمتی از وظایف چربی در یک فرآورده غذایی مورد استفاده قرار گرفته و نسبت به چربی کالری کمتری ایجاد می‌نمایند. این مواد در سه گروه جایگزین‌های چربی بر پایه پروتئین، کربوهیدرات و یا چربی قرار می‌گیرند [5]. پژوهش-های انجام شده نشان می‌دهد که جایگزین‌های چربی بر پایه کربوهیدرات، بویژه هیدروکلوئیدها، از جمله جایگزین‌های چربی پرمصرف به شمار می‌روند. از سوی دیگر هیدروکلوئیدهای مختلف رفتارهای متفاوتی را در فروآرده‌های لبنی نشان می‌دهد. از این‌رو استفاده از مخلوط هیدروکلوئیدها که هر یک ویژگی خاصی ایجاد نماید اهمیت دارد. به‌عنوان مثال، کاراگینان به علت واکنش‌های الکترواستاتیک بین بارهای منفی آن بـا یـون‌های مثبـت پروتئین‌ها، نقش پایدارکنندگی در سیستم‌های پروتئینی از جمله امولسیون‌های لبنی دارد و باعث ایجاد بافت در این گونه محصولات می‌شود. از سوی دیگر هیدروکلوئیدی مانند گوار عمدتاً با افزایش ویسکوزیته عملکرد خود را نشان می‌دهد [6].

غلامحسین‌پور و مظاهری تهرانی (1390)، کنسانتره پروتئینی شیر در تولید خامه کم‌چرب استفاده و خواص فیزیکوشیمیایی و حسی آن را ارزیابی نمودند. این محققین گزارش نمودند که در مقایسه با نمونه شاهد با افزایش میزان کنسانتره پروتئینی شیر اسـیدیته و ویسکوزیته ظاهری به طور معنی‌داری افزایش و چربی، آب انداختگی و pH به طور معنی‌داری کاهش می‌یابند ($p<0/05$). همچنین نمونه‌های تولیدی در پارامترهای حسی رنگ و ظاهر یکنواختی و بو امتیازات لازم را به دست آوردند اما در سایر موارد امتیاز قابل قبولی حاصل نگردید [1]. ژائو و همکاران (2007)، مطالعه‌ای را بر روی خامه با افزودن پروتئین آب پنیر انجام دادند که باعث افزایش جزئی در ویسکوزیته و استحکام در بافت خامه‌زده شد اما در مقایسه با بافت ایجاد شده با افزودن سدیم کازئینات به خامه‌زده ویسکوزیته کمتری داشت [7]. پودینه و پراکاش (2018)، اثر صمغ ماستیک[1] و اینولین را بر ویژگی‌های فیزیکی و حسی خامه کم‌چرب بررسی و گزارش نمودند که افزودن 0/8 درصد صمغ ماستیک، 1/6 درصد اینولین در خامه 20 درصد چربی می‌تواند باعث بهبود کیفیت فیزیکی و حسی محصول داشته باشد و این ویژگی‌های آن اختلاف معنی‌داری با نمونه کنترل 24 درصد چربی ندارد. علاوه بر این این گروه نشان دادند با جایگزین‌های چربی اشاره شده در غلظت‌های بیان شده می‌توان خامه کم‌چرب 20 درصد چربی را بطور صنعتی تولید نمود [8]. ایوبی و مظاهری تهرانی (1394)، آرد کامل سویا از

1. Mastic

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-12-12]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.127.8.1]
[DOI: 10.22034/FSCT.19.127.371]

5 درصد تا 22/5 درصد در فرمولاسیون خامه کم‌چرب استفاده و اثر فرمولاسیون بر خواص فیزیکوشیمیایی و حسی ارزیابی شد. نتایج این تحقیق نشان داد که فرمولاسیون خامه به طور معنی‌داری بر تمامی خواص خامه اثر گذاشت [9]. امیری و رادی (1378)، نیز از دو نوع نشاسته اصلاح شده به میزان 5 و 10 درصد به عنوان یک جایگزین چربی در خامه کم‌چرب استفاده کردند. نتایج این بررسی نشان داد که افزودن نشاسته اصلاح شده در سطح جایگزینی 5 درصد به دلیل حفظ حالت خامه‌ای و دارا بودن بافت و طعمی قابل قبول، برای تهیه خامه کم‌چرب می-توان مفید باشد [10]. فرحناکی و همکاران (1390)، اثر ژلاتین به عنوان هیدروکلوئید جایگزین چربی در تولید خامه کم‌چرب استفاده کردند و نشان دادند که ژلاتین قادر به بهبود ویژگی‌های نمونه‌های خامه کم‌چربی و نزدیک کردن ویژگی‌های آن به ویژگی‌های خامه شاهد 30 درصد چربی می‌باشد [11]. امام جمعه و همکاران (2008)، اثر افزودن کنسانتره پروتئین آب پنیر بر روی خصوصیات فیزیکی خامه لبنی شیرین هموژنیزه شده بررسی نمودند و نشان دادند که افزودن کنسانتره پروتئین آب پنیر ویسکوزیته ظاهری خامه-های زده نشده را افزایش داد [12].

با بررسی دقیق منابع در خصوص نشاسته اصلاح شده، صمغ گوار و کاپا کاراگینان مشخص شد که هیچ‌گونه تحقیق جامعی در خصوص تولید خامه کم‌چرب و نیز یافتن یک مخلوط هیدروکلوئیدی جایگزین چربی مناسب در فرمولاسیون خامه صبحانه انجام نشده است، با توجه به اهمیت تولید خامه کم-چرب با خصوصیات رئولوژیکی مناسب، اثر نشاسته اصلاح شده، صمغ‌های گوار و کاپا کاراگینان بر خصوصیات رئولوژیکی خامه کم‌چرب با استفاده از روش سطح پاسخ مورد ارزیابی قرار گرفت.

2-مواد و روش‌ها

2-1-انتخاب مواد اولیه

خامه تازه از شرکت فرآورده‌های لبنی صباح، شیر خشک بدون چربی از شرکت گلشاد مشهد و نشاسته اصلاح شده، صمغ گوار و صمغ کاپا کاراگینان تولید کشور چین از شرکت فود کم تهیه گردیدند. مشخصات خامه تازه= مقدار چربی:30 درصد، میزان اسیدیته: 10 درجه درنیک، pH: 6/75، ماده خشک بدون چربی: 4/25 درصد. مشخصات شیرخشک= مقدار چربی: 0/5، مقدار لاکتوز: 54 درصد، مقدار پروتئین: 33 درصد.

2-2- روش تهیه نمونه‌های خامه صبحانه

یک نمونه خامه صبحانه 30 درصد چربی به عنوان نمونه کنترل و یک نمونه خامه صبحانه 15 درصد چربی فاقد پایدارکننده‌ها برای مقایسه با نمونه‌های حاوی پایدارکننده در نظر گرفته شد. برای تهیه خامه صبحانه‌های کم‌چرب، خامه 30 درصد چربی، شیر 2 درصد چربی و انواع پایدارکننده‌های در نظر گرفته شده، در این پژوهش، در نسبت‌های مختلف با توجه به فرمولاسیون‌های بدست آمده از طرح آماری با همدیگر مخلوط شد، به گونه‌ای که محتوای چربی محصولات نهایی 15 درصد باشد. مخلوط‌های حاصل همگن‌شده و سپس تحت فرایند پاستوریزاسیون قرار گرفت. پاستوریزاسیون در ترمومیکسر با دمای 90-85 به مدت 20-15 ثانیه انجام شد [13]. ضمن پاستوریزاسیون، مخلوط‌ها به طور مداوم هم زده شد. بعد از پاستوریزاسیون دمای خامه به 60-70 درجه سانتی‌گراد رسید، در آن دما، خامه در ظروف 100 گرمی به صورت Hot filling پر و بسته‌بندی شد. سپس نمونه ها به مدت 24 ساعت در یخچال با دمای 6 درجه سانتی‌گراد نگهداری شد.

2-3-آزمون اکستروژن برگشتی

برای آزمون اکستروژن برگشتی از دستگاه ((Texture Analyzer (Stable Micro Systems, London, UK استفاده شد. جهت انجام این آزمون سیلندر با قطر 500 میلی‌متر و عمق 10 سانتی‌متر و پروب با قطر 40 میلی‌متر و ضخامت 13 میلی‌متر و سرعت حرکت پروب 1/67 میلی‌متر بر ثانیه در نظر گرفته شد [14]. بیشترین مقدار نیرو در قسمت مثبت نمودار به عنوان سختی[1] و مساحت زیر نمودار در قسمت مثبت به عنوان قوام[2] در نظر گرفته شدند و پیوستگی[3] بافت از تقسیم سطح زیر قله دوم (ناحیه دوم) به سطح زیر قله اول (ناحیه اول) محاسبه شده و بدون واحد می‌باشد [14].

2-4-آزمون برشی پایا

آزمون رفتار جریان در محدوده سرعت برشی 80-1 بر ثانیه با استفاده از اسپیندل SC4-31 ویسکومتر چرخشی مدل Ultra RVDV III شرکت Brookfield کشور آمریکا

1. Hardness
2. Consistency
3. Cohesiveness

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-12-12]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.127.8.1]
[DOI: 10.22034/FSCT.19.127.371]

انجام گردید. دمای نمونه نیز در طول فرآیند با چرخش مداوم آب توسط حمام سرکولاتور (سری MA شرکت Julabo کشور آمریکا) در بین دو جداره استوانه در دمای 4 درجه سانتی‌گراد ثابت نگه داشته شد. از مدل قانون توان یا استوالد[1] نیز برای توصیف رفتار جریان نمونه‌ها استفاده شد [15].

$$\tau = k_p(\dot{\gamma})^{n_p}$$

K: ضریب قوام[2] مدل قانون توان (Pa sn) و n: شاخص رفتار جریان[3] مدل قانون توان (بدون بعد)

5-2- تجزیه و تحلیل آماری

جهت یافتن مخلوط بهینه‌یابی از پایدارکننده‌ها برای استفاده در فرمولاسیون خامه صبحانه کم‌چرب با استفاده از نرم‌افزار آماری Design-Expert (7.0.0) به روش سطح پاسخ[4] آنالیز شد. اجزای مخلوط شامل نشاسته اصلاح‌شده (1/30، 2 و 2/70 درصد)، صمغ گوار (0/12، 0/19 و 0/26 درصد) و صمغ کاپا کاراگینان (0/01، 0/02 و 0/03 درصد) بود (جدول 1)؛ به صورتی که تعداد کل تیمارها 17 تیمار شد (جدول 2). در این طرح هر یک از متغیرهای پاسخ در قالب مدل رگرسیون چند جمله‌ای رابطه 2 به صورت تابعی از متغیرهای مستقل ارائه شدند.

$$Y = \beta_0 + \sum_{i=1}^{3} \beta_i x_i + \sum_{i=1}^{3} \beta_{ij} x_i^2 + \sum_{i=1}^{2} \sum_{j=i+1}^{3} \beta_{ij} x_i x_j$$

که در آن Y عبارت است از متغیر تابع یا پاسخ، X_1، X_2 و X_3 سطوح کدبندی شده متغیرهای مستقل، K مقدار ثابت (مقدار پاسخ در حالتی که متغیرهای مستقل در نقطه مرکزی یعنی صفر قرار دادند)، A، B و C به ترتیب اثرات خطی نشاسته، صمغ گوار و صمغ کاپا کاراگینان، A^2، B^2 و C^2 اثرات درجه دوم و سایر ضرایب اثرات متقابل می‌باشند. با استفاده از جدول آنالیز واریانس (ANOVA) معنی‌دار بودن اثرات خطی، درجه دوم و متقابل ضرایب مدل رگرسیون برای هر پاسخ در سطوح 0/05، 0/01 و 0/001 بررسی گردید.

Table 1 Range and levels of independent variables.

Independent variables	Code unit	Coded levels		
		+1	0	-1
Starch	X_1	1.30	2	2.70
Guar gum	X_2	0.12	0.19	0.26
Kapa carrageenan	X_3	0.01	0.02	0.03

Table 2 Treatments designed on response surface methodology

Treatment	Starch	Guar gum	Kapa carrageenan
1	2	0.26	0.03
2	2.70	0.19	0.03
3	2	0.12	0.03
4	1.30	0.19	0.03
5	2.70	0.26	0.02
6	2	0.19	0.02
7	2	0.19	0.02
8	2	0.19	0.02
9	2	0.19	0.02
10	2	0.19	0.02
11	2.70	2.70	0.02
12	1.30	1.30	0.02
13	2	2	0.01
14	1.30	1.30	0.02
15	2.70	2.70	0.01
16	2	2	0.01
17	1.30	1.30	0.01

3- نتایج و بحث

3-1-تعیین مدل‌ها

پارامترهای حاصل از برازش رئولوژی برای نمونه‌های خامه صبحانه در جدول 3 آورده شده است. معادلات به دست آمده برای پیش‌بینی متغیرهای وابسته با استفاده از روش سطح پاسخ برای متغیرهای معنی‌داری در جدول 4 آمده است. برای بررسی صحت مدل از ضریب تبیین (R^2) و تست عدم برازش استفاده گردید. همانطور که در جدول 4 نشان داده شده است ضریب تبیین برای کلیه صفات اندازه‌گیری شده بالاتر از 0/7 بوده و فاکتور عدم برازش نیز برای کلیه صفات اندازه‌گیری شده در سطح اطمینان 95 درصد معنی‌دار نمی‌باشد. بنابراین بالا بودن ضریب تبیین و معنی‌دار نبودن عدم برازش برای تمامی پاسخ‌ها صحت مدل را برای برازش اطلاعات تایید می‌کند. برای مشاهده بهتر اثر متغیرهای مستقل بر روی صفات مورد آزمایش، نمودارهای سطح پاسخ برای هر صفت رسم گردید.

1. Power law
2. Consistency coefficient
3. Flow behavior index
4. Response Surface Methodology (RSM)

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-12-12]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.127.8.1]
[DOI: 10.22034/FSCT.19.127.371]

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-12-12]

[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.127.8.1]

[DOI: 10.22034/FSCT.19.127.371]

Table 3 The parameters of the rheological parameters for low-fat breakfast cream samples

Treatment	Starch	Guar gum	Kapa carrageenan	Hardness (g)	Consistency (g.sec)	Cohesiveness (-)	Index of viscosity (g.sec)
1	2	0.26	0.03	263.33	541.01	-225.36	-441.45
2	2.70	0.19	0.03	182.22	4152.55	-162.22	-326.44
3	2	0.12	0.03	124.02	2986.48	-123.76	-271.83
4	1.30	0.19	0.03	117.90	2859.59	-129.14	-281.06
5	2.70	0.26	0.02	103.32	2595.13	-118.49	-260.81
6	2	0.19	0.02	98.66	2366.01	-100.12	-224.15
7	2	0.19	0.02	98.66	2366.01	-100.12	-224.15
8	2	0.19	0.02	98.66	2366.01	-100.12	-224.15
9	2	0.19	0.02	98.66	2366.01	-100.12	-224.15
10	2	0.19	0.02	98.66	2366.01	-100.12	-224.15
11	2.70	2.70	0.02	81.05	1855.13	-80.35	-189.57
12	1.30	1.30	0.02	73.33	1844.29	-76.85	-179.07
13	2	2	0.01	72.62	1634.53	-69.91	-160.56
14	1.30	1.30	0.02	54.80	1262.32	-72.04	-121.26
15	2.70	2.70	0.01	36.50	662.41	-27.77	-70.89
16	2	2	0.01	35.61	891.21	-32.12	-80.37
17	1.30	1.30	0.01	25.26	629.33	-19.16	-37.88

Table 4 Predicted models for the rheological parameters of the low-fat breakfast cream samples

Dependent variable	Equation	F Value	p-value Probe > F	R^2	Adj R^2	CV	Lack of fit
Hardness (g)	Y_1= 17.085+160.428A-676.104B-14064.218C+19.081AB+2370.535AC+33616.071BC-48.1687A^2+626.020B^2+2.408E+005C^2	23.11	0.0001	0.80	0.67	15.42	n.s.
Consistency (g.sec)	Y_2=-275.525+3755.819A-14872.802B-2.670E+005C+755.255AB+47316.071AC+7.509E+005BC-11060.510A^2+12836.224B^2+4.721E+006C^2	28.60	0.0001	0.83	0.72	11.00	n.s.
Cohesiveness	Y_3=-96.34-11.46A-22.79B-61.44C	32.80	0.0001	0.85	0.75	19.69	n.s.
Index viscosity (g.sec)	Y_4=382.927-403.661A+1211.552B-4171.852C-68.469AB-641.517AC-39924.107BC+97.408A^2-2296.938B^2-49179.637C^2	42.58	0.0001	0.88	0.81	9.12	n.s.
K (Pa.S)	Y_5= -49.756+ 8.364A+75.339 B+2268.906 C	26.97	0.0001	0.86	0.82	19.94	n.s.
n	Y_6=0.700- 0.089 A-0.216 B- 11.343 C	12.06	0.0005	0.73	0.67	22.55	n.s

3-2- سختی

سختی نمونه‌های مورد آزمون بین 25/28 تا 236/33 گرم متغیر بود به طوری نمونه حاوی نشاسته 1/30 درصد، صمغ گوار 0/19 درصد و صمغ کاپا کاراگینان 0/01 درصد حائز کمترین سختی (25/28 گرم) و نمونه حاوی نشاسته 2 درصد، صمغ گوار 0/26 درصد و صمغ کاپاکاراگینان 0/03 درصد حائز بیشترین سختی (236/33 گرم) شدند. در بین تمامی مدل‌ها، مدل چند جمله‌ای درجه دوم بهترین برازش را بر داده‌های مورد آزمون داشت که نشان‌دهنده رفتار غیرخطی اثرات نشاسته، صمغ گوار و صمغ کاپاکاراگینان بر سختی نمونه‌ها می‌باشد. شکل 1 تاثیر نشاسته، صمغ گوار و صمغ کاپاکاراگینان را بر روی سختی نمونه‌ها با توجه به ضرایب جدول 4 نشان می‌دهد.

از نظر مصرف‌کننده محصولی مطلوب است که دارای بافت مناسب بوده و احساس دهانی مناسبی ایجاد کند. خصوصیات بافتی محصول از جمله سختی به منظور مقاومت تحت فرآیندهای مختلفی و همچنین کیفیت خوراکی و مقبولیت محصول نهایی دارای اهمیت می‌باشد. سختی یکی از راه‌های سریع برای بررسی خصوصیات فیزیکی ماده غذایی است و نشان‌دهنده میزان نیروی لازم برای تغییر شکل مشخص در ماده غذایی است [16]. سختی نیروی لازم برای نفوذ دندان‌های آسیاب به داخل نمونه و از نظر مکانیکی، نیروی لازم برای رسیدن به یک تغییر شکل می‌باشد. سختی نمونه‌های خامه‌ی

صبحانه کم‌چرب براساس بیشینه‌ی نیرو در اولین جویدن تعریف می‌شود [17]. خامه‌ی صبحانه یک ماده ویسکوالاستیک است [18] که خواص ویسکوالاستیسیته‌ی آن تحت تاثیر متغیرهای به کار رفته در فرمولاسیون، مانند پروتئین‌های گیاهی و چربی‌ها، پروتئین‌های لبنی، هیدروکلوئیدها و اثر متقابل آنها با پروتئین‌های اولیه می‌باشد [19]. با هوادهی خامه و شکسته شدن برخی از گویچه‌های چربی در سطوح بین سلول‌های هوا و الحاق جزئی آن‌ها، شبکه سه بعدی ایجاد شده و به دنبال آن سختی و پایداری خامه افزایش می‌یابد [12]. در نمونه‌های با سختی بیشتر ساختار خامه به راحتی فرو نمی‌ریزد و تغییر شکل پیدا نمی‌کند. لایه بین سطحی چربی-آب و هوا-آب بر ایجاد ویژگی‌های بافتی خامه موثرند [16].

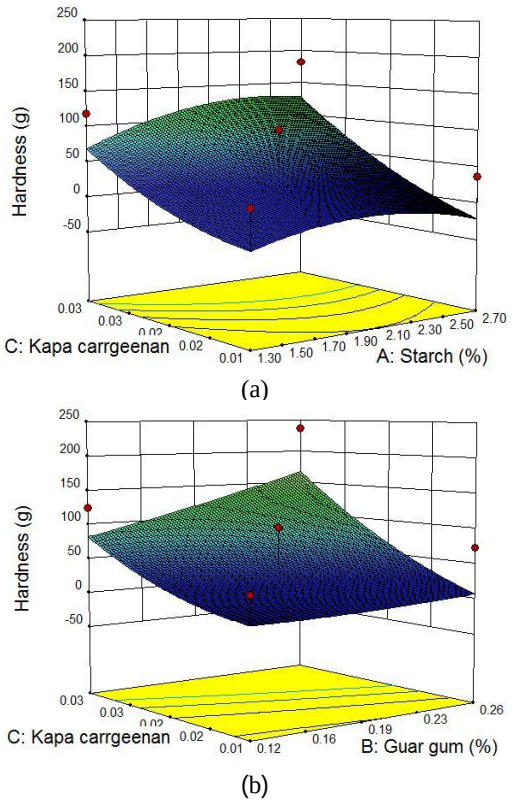


Fig 1 The effects of starch, Guar and Kapa carrageenan gums on hardness of low-fat breakfast cream

ساجدی و همکاران (2014)، نشان دادند که میزان چربی بر سختی خامه هوادهی شده موثر است. همچنین با افزایش فشار هموژن و چربی، سختی نمونه‌ها به میزان بیشتری افزایش می‌یابد که نشان دهنده اثر سینرژیستی چربی و فشار هموژن بر روی سختی نمونه‌ها می‌باشد. ظاهراً علت این است که هموژنیزاسیون باعث افزایش ویسکوزیته می‌شود و هرچه فشار هموژن بیشتر شود، ویسکوزیته نیز افزایش می‌یابد [4]. بدیهی است که این امر خود به خود باعث افزایش سختی خامه نیز خواهد شد. این در حالی است که نتایج مولدر و والسترا (1974)، نشان داد، فشار هموژن بالا به ویژه برای نمونه‌های حاوی چربی بالا و مقدار کم غلظت پروتئین‌های سرمی، باعث تخریب ساختار گلبول‌های چربی شده که مقاومت درونی خامه را کاهش می‌دهد [20]. محمدی و همکاران (1398)، گزارش کردند صمغ کنجاک به دلیل برقراری بین آب آزاد موجود در بافت خامه و افزایش ویسکوزیته فاز پیوسته و خاصیت قوام دهندگی به ویژه در نمونه‌های حاوی چربی کمتر منجر به سختی نمونه‌ها شد[21]. ژائو و همکاران (2009)، نیز نشان دادند که افزودن غلظت‌های مختلف صمغ زانتان منجر به افزایش سختی خامه قنادی شد [16]. ایمسون و همکاران (2010)، نیز نشان دادند که افزودن لاندا کاراگینان و صمغ لوبیای خرنوب توانست سختی خامه قنادی را افزایش دهد. براساس نتایج این تحقیق افزایش چربی نیز منجر به افزایش سختی نمونه‌ها گردید [22].

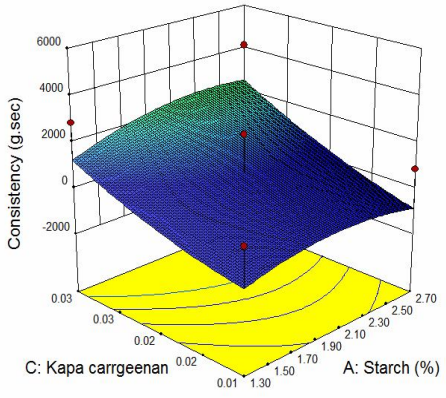
3-3- قوام

قوام نمونه‌های مورد آزمون بین 629/33 تا 5412/01 گرم ثانیه متغیر بود به طوری نمونه حاوی نشاسته 1/30 درصد، صمغ گوار 0/19 درصد و صمغ کاپا کاراگینان 0/01 درصد حائز کمترین قوام (629/33 گرم ثانیه) و نمونه حاوی نشاسته 2 درصد، صمغ گوار 0/26 درصد و صمغ کاپاکاراگینان 0/03 درصد حائز بیشترین قوام (5412/01 گرم ثانیه) شدند. در بین تمامی مدل‌ها، مدل چند جمله‌ای درجه دوم بهترین برازش را بر داده‌های مورد آزمون داشت که نشان‌دهنده رفتار غیرخطی اثرات نشاسته، صمغ گوار و صمغ کاپاکاراگینان بر قوام نمونه‌ها می‌باشد. شکل 2 تاثیر نشاسته، صمغ گوار و صمغ کاپاکاراگینان را بر روی قوام نمونه‌ها با توجه به ضرایب جدول 4 نشان می‌دهد.

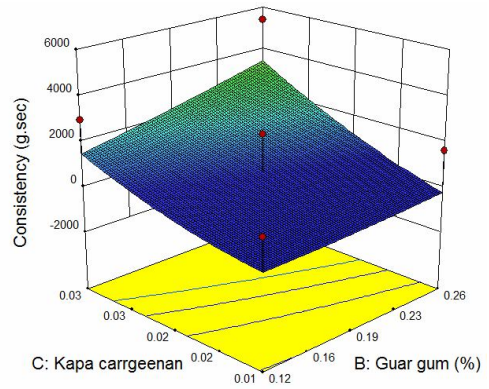
محمدی و همکاران (1400)، گزارش کردند میزان فشار هموژن و صمغ کنجاک قوام خامه کم‌چرب را به طور معنی-داری افزایش یافته است. به احتمال زیاد افزایش فشار هموژن باعث کاهش توزیع اندازه ذرات موجود در امولسیون شده که با کاهش توزیع اندازه ذرات ویسکوزیته دیسپرسیون و در نتیجه قوام افزایش می‌یابد. صمغ کنجاک نیز با جذب آب آزاد به خود باعث کاهش آب آزاد و در نتیجه افزایش قوام خامه می‌شود [23، 24]. همچنین براساس نتایج این تحقیق با افزایش میزان چربی قوام نمونه‌ها نیز افزایش می‌یابد. محمدی (1390)،

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-12-12]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.127.8.1]
[DOI: 10.22034/FSCT.19.127.371]

نیز نشان داد که افزایش هموژنیزاسیون منجر به کاهش ضریب قوام محلول نیم درصد کربوکسی متیل سلولز شد [25].



(a)

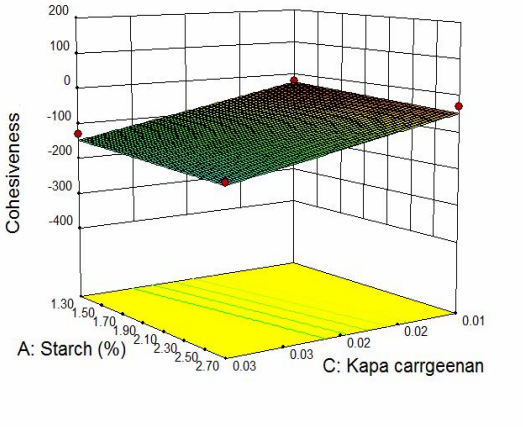


(b)

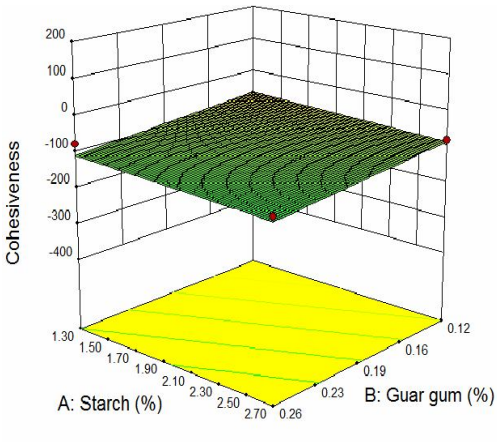
Fig 2 The effects of starch, Guar and Kapa carrageenan gums on consistency of low-fat breakfast cream

3-4-پیوستگی

پیوستگی نمونه‌های مورد آزمون بین 19/16- تا 225/36- متغیر بود به طوری نمونه حاوی نشاسته 1/30 درصد، صمغ گوار 0/19 درصد و صمغ کاپا کاراگینان 0/01 درصد حائز کمترین پیوستگی (19/16-) و نمونه حاوی نشاسته 2 درصد، صمغ گوار 0/26 درصد و صمغ کاپاکاراگینان 0/03 درصد حائز بیشترین پیوستگی (225/36-) شدند. در بین تمامی مدل-ها، مدل خطی بهترین برازش را بر داده‌های مورد آزمون داشت. شکل 3 تاثیر نشاسته، صمغ گوار و صمغ کاپاکاراگینان را بر روی پیوستگی نمونه‌ها با توجه به ضرایب جدول 4 نشان می‌دهد. قدرت پیوندهای داخلی سازنده پیکره یک ماده را پیوستگی می‌نامند [26].



(a)



(b)

Fig 3 The effects of starch, Guar and Kapa carrageenan gums on cohesiveness of low-fat breakfast cream

3-5-شاخص ویسکوزیته

شاخص ویسکوزیته نمونه‌های مورد آزمون بین 37/88- تا 441/45- گرم ثانیه متغیر بود به طوری نمونه حاوی نشاسته 1/30 درصد، صمغ گوار 0/19 درصد و صمغ کاپا کاراگینان 0/01 درصد حائز کمترین شاخص ویسکوزیته (37/88- گرم ثانیه) و نمونه حاوی نشاسته 2 درصد، صمغ گوار 0/26 درصد و صمغ کاپاکاراگینان 0/03 درصد حائز بیشترین شاخص ویسکوزیته (441/45- گرم ثانیه) شدند. در بین تمامی مدل‌ها، مدل چند جمله‌ای درجه دوم بهترین برازش را بر داده‌های مورد آزمون داشت که نشان‌دهنده رفتار غیرخطی اثرات نشاسته، صمغ گوار و صمغ کاپاکاراگینان بر شاخص ویسکوزیته نمونه‌ها می‌باشد. شکل 4 تاثیر نشاسته، صمغ گوار و صمغ کاپاکاراگینان را بر روی شاخص ویسکوزیته نمونه‌ها با توجه به ضرایب جدول 4 نشان می‌دهد.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-12-12]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.127.8.1]
[DOI: 10.22034/FSCT.19.127.371]

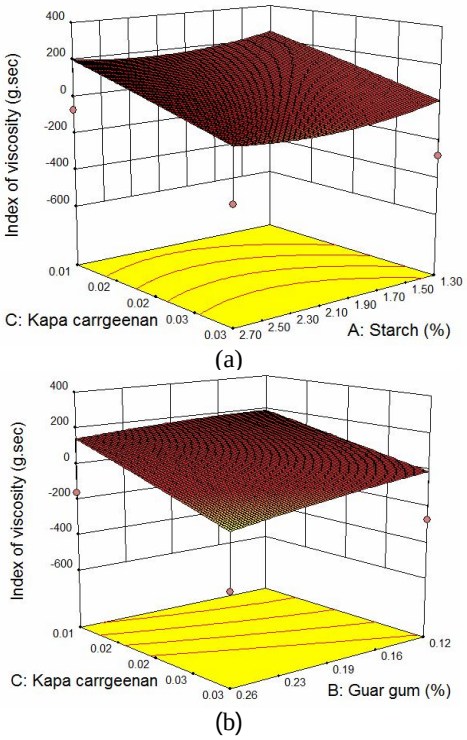


Fig 4 The effects of starch, Guar and Kapa carrageenan gums on Index of viscosity of low-fat breakfast cream

ویسکوزیته خامه اساساً به هیدروکلوئیدهای آن نسبت داده می‌شود. رفتار رئولوژیکی محصولات لبنی پیچیده بوده و وابسته به دما، غلظت و حالت فیزیکی پراکنده است. در حین فرآیند هوادهی خامه با ورود حباب‌های هوا به داخل خامه، سطوح جدید هوا سرم ایجاد می‌شود. این سطوح جدید با استفاده از پروتئین‌های موجود در کنسانتره پروتئین شیر پایدار شده و از الحاق حباب‌های هوا جلوگیری می‌شود جذب پروتئین‌ها بر سطوح حباب‌های هوا بیش از جذب گویچه‌های چربی بر روی آنها صورت می‌گیرد. پس از این مرحله گویچه-های چربی بر سطوح پروتئینی حباب‌های هوا به صورت تدریجی متراکم می‌شود در نهایت در فضای بین سلول‌های هوا، بر اثر شکسته شدن غشاء برخی از گویچه‌های چربی، الحاق جزئی آن‌ها رخ می‌دهد و شبکه سه بعدی تشکیل می-شود در این حالت ساختار خامه سفت شده و پایدار می‌شود [27]. غلامحسین‌پور و مظاهری تهرانی (1390)، نشان دادند افزودن کنسانتره پروتئین شیر باعث افزایش حدود 9 برابر ویسکوزیته ظاهری خامه نسبت به نمونه شاهد بود. اما بین نمونه‌های حاوی کنسانتره پروتئین شیر[1] افزایش ویسکوزیته کمتر بود و دلیل آن نیاز به زمان بیشتر برای مخلوط کردن کنسانتره پروتئین شیر و ورود ناخواسته هوا به میزان بالا در نمونه‌های حاوی کنسانتره پروتئین شیر بالاتر باشد [1]. ساجدی فومنی و همکاران (1393)، اثر پروتئین‌های آب‌پنیر اصلاح شده با استفاده از فرآیند حرارتی و تنظیم pH بر ویژگی‌های فیزیکی و پایداری خامه قنادی کم‌چرب بررسی کردند. نتایج نشان داد با افزایش زمان فرآیند حرارتی پروتئین-های آب‌پنیر، ویسکوزیته محصول نهایی افزایش یافت. این افزایش ویسکوزیته را می‌توان به افزایش میزان دناتوراسیون پروتئین‌های آب‌پنیر حین فرآیند حرارتی نسبت داد. با افزایش زمان فرآیند حرارتی، ساختار پروتئین به میزان بیشتری تغییر کرده و در اثر ایجاد پیوندهای جدید، پلیمریزاسیون بیشتر اتفاق می‌افتد. از سوی دیگر با باز شدن بیشتر ساختارها، محل اتصال برای پیوند به مقدار بیشتری در معرض واکنش قرار می‌گیرند. این تغییرات باعث می‌شود که پروتئین‌های تغییر یافته بتوانند در محصول نهایی تشکیل شبکه‌ای برای پایدارسازی آن بدهند [28]. امام‌جمعه و همکاران (2008)، اثر کنسانتره پروتئین آب-پنیر را بر ویژگی‌های خامه صبحانه شیرین شده و هموژنیزه شده بررسی کردند. نتایج نشان داد این پروتئین‌ها دارای ظرفیت نگهداری آب بالایی هستند که این امر موجب افزایش ویسکوزیته می‌شود. از سوی دیگر این پروتئین‌ها قادرند با ایجاد پیوندهای بین مولکولی تشکیل شبکه‌ای در داخل بافت خامه دهند. به موجب تشکیل این شبکه، بافت ساختاری ویسکوزتر پیدا خواهد کرد. همچنین این شبکه وابسته به ایجاد توانایی اتصالات عرضی بین پروتئین‌ها است. در اثر فرآیند حرارتی در pHهای مختلف ساختار پروتئین‌ها باز شده و این امکان فراهم می‌شود [12].

آمینیگو[2] و همکاران (2009)، گزارش کردند افزودن هیدروکلوئیدها باعث افزایش قابلیت جذب آب می‌شود که موجب دو اثر فیزیکی مهم می‌شود، یکی کاهش آب‌اندازی و دیگری افزایش ویسکوزیته ظاهری است [29]. کیپ[3] و همکاران (2006)، گزارش دادند که با افزایش میزان اینولین ویسکوزیته ظاهری در ماست کم‌چرب نسبت به نمونه‌های دیگر افزایش می‌یابد که به توانایی در متصل شدن با پلی‌ساکاریدهای خارج سلولی و پروتئین‌ها نسبت دادند [30]. تمیم[4] و همکاران (2007)، گزارش کردند که هیدروکلوئیدها با متصل کردن آب آزاد موجود در نمونه باعث افزایش ویسکوزیته می‌گردند [31].

1. Milk Protein Concentrate (MPC)

2. Aminigo
3. Kip
4. Tamime

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-12-12]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.127.8.1]
[DOI: 10.22034/FSCT.19.127.371]

3-5-شاخص رفتار جریان برشی پایا

شکل 5 شاخص رفتار جریان تیمار بهینه برحسب تنش برشی-درجه برشی (جدول 5) نشان می‌دهد.

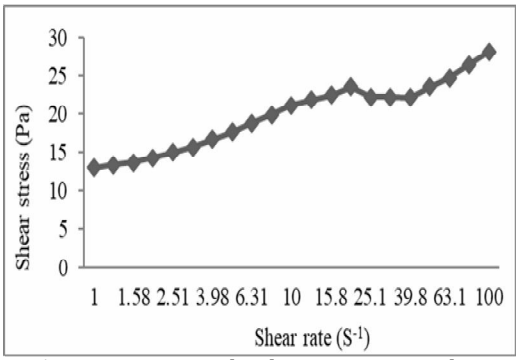


Fig 5 Variations in the shear rate against shear stress for the sample optimal sample

از آنجایی که رابطه بین تنش برشی- درجه برشی کلیه تیمارها غیرخطی است، بنابراین نمونه‌های خامه از نظر رئولوژیکی جزء سیالات غیرنیوتنی طبقه‌بندی می‌شوند. در این تحقیق از مدل قانون توان برای توصیف شاخص رفتار جریان رئولوژیکی مستقل از زمان نمونه‌ها استفاده شد. نتایج بدست آمده از مدل‌سازی نشان داد مدل قانون توان به دلیل ضریب تبیین بالا، مدل مناسبی برای برازش داده‌های تنش برشی-درجه برشی نمونه‌های خامه بود.

پارامترهای حاصل از برازش مدل قانون توان برای نمونه‌های خامه صبحانه در محدوده درجه برشی 100-1 بر ثانیه در دمای 4 درجه سانتی‌گراد در جدول 5 نشان داده شده است.

Table 5. The parameters of the law model for low-fat breakfast cream samples (shear rate 1-100 1/s and 4°C)

Treatment	Starch	Guar gum	Kapa carrageenan	K (Pa.s)	n
1	2	0.26	0.03	55.56	0.022
2	2.70	0.19	0.03	53.45	0.098
3	2	0.12	0.03	36.80	0.248
4	1.30	0.19	0.03	51.49	0.163
5	2.70	0.26	0.02	44.47	0.212
6	2	0.19	0.02	34.71	0.234
7	2	0.19	0.02	34.71	0.234
8	2	0.19	0.02	34.71	0.234
9	2	0.19	0.02	34.71	0.234
10	2	0.19	0.02	34.71	0.234
11	2.70	2.70	0.02	29.90	0.136
12	1.30	1.30	0.02	16.74	0.333
13	2	2	0.01	21.52	0.279
14	1.30	1.30	0.02	18.39	0.302
15	2.70	2.70	0.01	10.60	0.275
16	2	2	0.01	13.01	0.261
17	1.30	1.30	0.01	6.96	0.422

3-6- ضریب قوام

ضریب قوام نمونه‌های مورد آزمون بین 6/96 تا 55/56 پاسکال ثانیه متغیر بود به طوری نمونه حاوی نشاسته 1/30 درصد، صمغ گوار 0/19 درصد و صمغ کاپا کاراگینان 0/01 درصد حائز کمترین ضریب قوام (6/96 پاسکال ثانیه) و نمونه حاوی نشاسته 2 درصد، صمغ گوار 0/26 درصد و صمغ کاپاکاراگینان 0/03 درصد حائز بیشترین ضریب قوام (55/56 پاسکال ثانیه) شدند. در بین تمامی مدل‌ها، مدل خطی بهترین برازش را بر داده‌های مورد آزمون داشت. شکل 6 تاثیر نشاسته، صمغ گوار و صمغ کاپاکاراگینان را بر روی ضریب قوام نمونه‌ها با توجه به ضرایب جدول 5 نشان می‌دهد.

ضریب قوام شاخصی برای اندازه‌گیری طبیعت ویسکوز مواد غذایی و فاکتورهای مشابه با ویسکوزیته ظاهری است [32]. برای ایجاد ویسکوزیته بالا و احساس دهانی مناسب و دلخواه می‌بایست ضریب قوام نمونه‌ها بالا و شاخص رفتار جریان پایین باشد [33]. غفاری (1395)، نشان داد که افزودن پودر ثعلب که حاوی هیدروکلوئیدهای مختلف است منجر به افزایش ضریب قوام خامه قنادی شد و افزایش فشار هموژن باعث کاهش آن شد [34]. محمدی (1390)، نیز نشان داد که افزایش هموژنیزاسیون منجر به کاهش ضریب قوام محلول نیم

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-12-12]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.127.8.1]
[DOI: 10.22034/FSCT.19.127.371]

درصد کربوکسی متیل سلولز شد، لذا به نظر می‌رسد علاوه بر تخریب ساختار گلبول‌های چربی و کاهش مقاومت درونی خامه [35] بر روی ویژگی‌های عملکردی صمغ کنجاک نیز موثر باشد. ایم[1] و همکاران (2000)، نیز گزارش کردند با افزایش میزان چربی ضریب قوام بستنی کم‌چرب افزایش یافت [36].

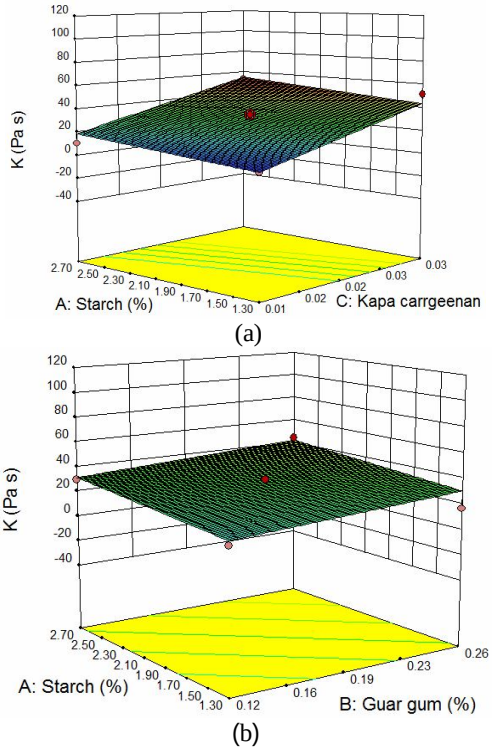


Fig 6 The effects of starch, Guar and Kapa carrageenan gums on Consistency coefficient of low-fat breakfast cream

3-7- شاخص رفتار جریان (n)

شاخص رفتار جریان نمونه‌های مورد آزمون بین 0/022 تا 0/422 متغیر بود به طوری نمونه حاوی نشاسته 1/30 درصد، صمغ گوار 0/19 درصد و صمغ کاپا کاراگینان 0/01 درصد حائز کمترین شاخص رفتار جریان (0/022) و نمونه حاوی نشاسته 2 درصد، صمغ گوار 0/26 درصد و صمغ کاپاکاراگینان 0/03 درصد حائز بیشترین شاخص رفتار جریان (0/422) شدند. در بین تمامی مدل‌ها، مدل خطی بهترین برازش را بر داده‌های مورد آزمون داشت. شکل 7 تاثیر نشاسته، صمغ گوار و صمغ کاپاکاراگینان را بر روی شاخص رفتار جریان نمونه‌ها با توجه به ضرایب جدول 5 نشان می‌دهد.

1. Aime

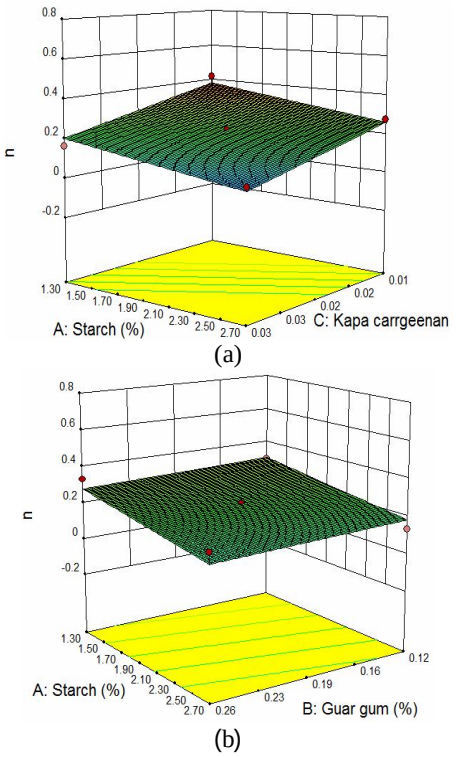


Fig 7 The effects of starch, Guar and Kapa carrageenan gums on the flow behavior index of low-fat breakfast cream

همانگونه که در جدول 5 و شکل 7 مشاهده می‌شود، شاخص رفتار جریان نمونه‌ها کمتر از 1 بوده است که نشان‌دهنده رفتار شل‌شونده با برش (سودوپلاستیک) نمونه‌های خامه می‌باشد. علت بروز رفتار سودوپلاستیک کلیه نمونه‌ها این است که مولکول‌ها در درجه برش‌های پایین به صورت نامنظم آرایش پیدا می‌کنند و تنها به صورت جزئی هم‌راستا می‌باشند و این امر منجر به ایجاد ویسکوزیته بالا در مخلوط می‌شود [21]. اما با افزایش درجه برش مولکول‌ها هم راستا شده و در نتیجه اصطکاک داخلی افزایش و ویسکوزیته مخلوط کاهش می‌یابد [37]. لذا در اثر اعمال درجه برش‌های مختلف ساختار گلبول-های چربی شکسته شده، در نتیجه مقاومت درونی در برابر برش کاهش می‌یابد که می‌تواند بیانگر این رفتار خامه باشد [38]. مارکوت[2] و همکاران (2001)، مقدار شاخص رفتار جریان و تغییر آن با غلظت را تابعی از اندازه مولکولی می‌دانند [39]. ایمسون[3] و همکاران (2010)، عنوان کردند که وجود گلبول‌های چربی در مخلوط بستنی به ایجاد رفتار سودوپلاستیک در آن کمک می‌کند. بنابراین طبیعی است که با

2. Marcotte
3. Imeson

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-12-12]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.127.8.1]
[DOI: 10.22034/FSCT.19.127.371]

افزایش مقدار آن، رفتار مخلوط به حالت سودوپلاستیک نزدیک‌تر شود [22].

3- بهینه یابی

پس از تعیین مدل‌های مناسب جهت بررسی پاسخ‌ها، بهینه‌یابی به منظور دستیابی به سطوحی از متغیرهای مستقل که در نتیجه به کارگیری آن‌ها بهترین شرایط را از لحاظ کیفی در خامه صبحانه خواهیم داشت، انجام شد. در این تحقیق یافتن مقادیری از نشاسته اصلاح‌شده (1/30، 2 و 2/70 درصد)، صمغ گوار (0/12، 0/19 و 0/26 درصد) و صمغ کاپا کاراگینان (0/01، 0/02 و 0/03 درصد) به گونه‌ای که خامه حاصل تا حد امکان بیشترین امتیاز سختی، قوام، پیوستگی، شاخص ویسکوزیته، ضریب قوام و کمترین امتیاز شاخص رفتار جریان را داشته باشد، مدنظر بوده است. با توجه به صفات مذکور، میزان نشاسته 1/82 درصد، صمغ گوار 0/12 درصد و صمغ کاپا کاراگینان 0/014 درصد به دست آمد که چنین محصولی دارای سختی 48/83 گرم، قوام 4/64- گرم ثانیه، انسجام 1116/04گرم، شاخص ویسکوزیته 561/60- گرم ثانیه، ضریب قوام 6/30 پاسکال ثانیه و شاخص رفتار جریان 0/35 خواهد بود.

4- نتیجه‌گیری

در این پژوهش اثر مقادیر مختلف نشاسته اصلاح‌شده، صمغ گوار و صمغ کاپا کاراگینان بر ویژگی‌های رئولوژیکی خامه صبحانه کم‌چرب مورد بررسی قرار گرفت و این شرایط بهینه گردید به طوری که سختی، قوام، انسجام، شاخص ویسکوزیته، ضریب قوام حداکثر و شاخص رفتار جریان حداقل، در نظر گرفته شدند. با توجه به صفات مذکور، میزان نشاسته 1/82 درصد، صمغ گوار 0/12 درصد و صمغ کاپا کاراگینان 0/014 درصد به دست آمد. همچنین نتایج این تحقیق نشان داد که صمغ گوار و صمغ کاپا کاراگینان به عنوان هیدروکلوئیدی که خود دارای ارزش تغذیه‌ای بالایی است، می‌تواند به عنوان جایگزین مناسب چربی در خامه صبحانه مورد استفاده قرار گیرد و خواص رئولوژیکی مطلوبی را در آن ایجاد کند.

5- منابع

[1] Gholamhosseinpour, A., Mazaheri Tehrani, M. 2011. The Use of Milk Protein Concentrate (MPC-85) in the Production of Low-Fat Cream and Study Its Physicochemical and Sensory Properties. Iranian Food Science and Technology Association, 7 (2): 172-178.

[2] Hatori, M., Vollmers, C., Zarrinpar, A., DiTacchio, L., Bushong, E. A., Gill, S., Ellisman, M.H. 2012. Time-restricted feeding without reducing caloric intake prevents metabolic diseases in mice fed a high-fat diet. Cell metabolism, 15(6): 848-860.

[3] Mahast,i P., Amiri S., Radi, M., Niakousari, Mehrdad. 2011. Modification of corn starch and assessment of its function as a fat replacer. Journal of Food Technology and Nutrition, 8(2): 15-24.

[4] Ghods Rohani, M. 2006. Principles of milk processing and dairy products, Agricultural Education Publishing Publications.

[5] Konuklar, G., Inglett, G.E., Warner, K., Carriere, C.J. 2004. Use of a β-glucan hydrocolloidal suspension in the manufacture of low-fat Cheddar cheeses: textural properties by instrumental methods and sensory panels, Food Hydrocolloids, 18: 535-545.

[6] Bayarri, S., Chuliá, I., Costell, E. 2010. Comparing λ-carrageenan and an inulin blend as fat replacers in carboxymethyl cellulose dairy desserts. Rheological and sensory aspects. Food Hydrocolloids, 24(6-7): 578-587.

[7] Zhao, Q., Zhao, M., Wang, j., Wang, C. and Chun, C. 2007. Effect of sodium caseinate and whey protein on whipping properties and texture characteristics of whipped cream. Journal of Food Process Engineering, 31: 671-683.

[8] Poodineh, M., Prakash, J. 2018. Effect of Mastic Gum and Inulin Incorporation on Physical and Sensory Properties of Low Fat Cream. Journal of Food Chemistry and Nanotechnology, 4(1): 1-9.

[9] Ayoubi A., Mazaheri tehrani M. 2016. Assessment of probable application of full fat soy flour in cream formulation. Iranian Food Science and Technology Association, 12 (49): 103-112.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-12-12]

[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.127.8.1]
[DOI: 10.22034/FSCT.19.127.371]

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-12-12]

[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.127.8.1]
[DOI: 10.22034/FSCT.19.127.371]

[10] Amir, S., Rady, M. 1999. Evaluation of physicochemical, textural and sensory-taste properties of low-fat cream prepared from modified wheat starch. 18th National Congress of Food Industry.

[11] Farahnaky, A., Safari, Z., Ahmadi Gorji, F., Mesbahi, G.R. 2011. Use of gelatin as a fat replacer for low fat cream production. Iranian Journal of Food Science and Technology, 8 (31): 45-52.

[12] Emam jome, Z., Mousavi, M.E. and Ghorbani, A.V. 2008. Effect of WPC addition on the physical properties of homogenized sweetened dairy cream. International Journal of Dairy Technology, 67(2), 183-191.

[13] Hosseini, S.F., Amiri, Z. 2015. Investigation of the effect of raw and modified wax corn starch on physicochemical and sensory properties of low-fat cream. Journal of Innovation Food Science and Technology, 8(1): 124-115.

[14] Sajedi, M., Nasirpour, A., Keramat, J. and Desobry, S. 2014. Effect of modified whey protein concentrates on physical properties and stability of whipped cream. Food Hydrocolloids, 36: 93-101.

[15] Rao, M.A. 1999. Rheology of Fluid & Semisolid Foods Principles & Applications. Aspen Publishers, Inc., USA.

[16] Zhao, Q. Z., Zhao, M. M., Li, J. R., Yang, B., Su, G. W., Cui, C. and Jiang, Y. M. 2009. Effect of Hydroxypropyl Methylcellulose on the Textural and Whipping Properties of Whipped Cream. Food Hydrocolloids, 23: 2168-2173.

[17] St-Gelais, D., Roya D., Audetb, P. 1998. Manufacture and composition of low fat Cheddar cheese from milk enriched with diferent protein concentrate powders. Food Research International, 31(2): 137- 145.

[18] Tunick, M.H. 2000. Rheology of dairy foods that gel, stretch, and fracture. Journal of Dairy Science, 83: 1892-1898.

[19] Ur-Rehman, S., Farkye, N.Y., Yim, B. 2003. Use of dry milk protein concentrate in Pizza cheese manufactured by culture or direct acidification. Journal of Dairy Science, 86: 3841-3848.

[20] Mulder, H., Walstra, P. 1974. The Milk Fat Globule. Emulsion as Applied to Milk Products and Comparable Foods. Center for agricultural publishing and documentation, *Wageningen*, the Netherlands.

[21] Mohammadi, S.A., Ghods Rohani, M., Najaf Najafi, M., Kashaninejad, M. 2019. The effects of konjac gum, fat content and homogenization pressure on rheological properties of low fat cream. Iranian Journal of Food Science and Technology, 87 (16): 239-250.

[22] Imeson, A. 2010. Food stabilizers, thickeners and gelling agents. 978. Chichester: Blackwell publishing Ltd, P 372.

[23] Mohammadi, S.A., Masoud Najaf Najafi, Morteza Kashaninejad. 2021. Evaluation and comparison of sensory, color, and rheological properties of low fat cream containing Konjac gum by Principal component analysis (PCA) and Partial least squares (PLS) regression) regression. Iranian Food Science and Technology Association, 17 (1): 107-120.

[24] Mahrooghi, M., Ghods Rohani, M., Rashidi, H. 2017. The Effects of Hydrocolloids (Konjac & Xanthan) on Textural Properties of Spreadable Process Cheese. Iranian Journal of Food Science and Technology, 68 (14): 293-306.

[25] Mohammadi, S. M. 2011. Effect of ultrasound, homogenization and shear stress on physicochemical properties of carboxymethyl cellulose gum, Master's thesis, Shiraz University.

[26] Gunsekaran, S., Ak, M.M. 2003. Cheese rheology and texture (pp. 41, 44, 313-323). Boca Raton, FL, USA: CRC Press.

[27] Farajzadeh, J., Shahab Lavasani, A., Eshaghi, M. 2020. The production of low fat confectionary cream by using Milk Protein Concentration. Journal of Animal Environmental, 12 (1): 435-442.

[28] Sajedi Foomani, M., Keramat, J., Nasirpour, A. 2013. Effect of Whey Proteins Modification by Thermal Treatment and pH Adjustment on Physical and Stability of Low-fat Whipped Cream. Master thesis, Isfahan University of Technology, Department of Food science and thecnology.

[29] Aminigo, E.R., Metzger, L. Lehtola, P.S. 2009. Biochemical composition and storage stability of a yogurt□like product from African yam bean (*Sphenostylis stenocarpa*). International journal of food science and technology, 44(3): 560-566.

[30] Kip, P., Meyer, D. Jellema, R.H. 2006. Inulins improve sensoric and textural properties of low-fat yoghurts. International Dairy Journal, 16(9): 1098-1103.

emulsifiers on the physicochemical properties of confectionery cream. Master Thesis, University of Isfahan.
[36] Aime, D.B., Arntfield, S.D., Malcolmson, L.J. and Ryland, D. 2001. Textural analysis of fat reduced ice cream products, food research international, 34: 237-246
[37] Mahdian, E., Mazaheri Tehrani, M. and Shahidi, F. 2011. Evaluation of the effect of soy flour on rheological properties of ice cream. Iranian journal of food science and technology, 31(8): 107 - 114.
[38] Race, S.W. 1991. Improved product quality through viscosity easurement. Food technology, 45: 86-88.
[39] Marcotte, M., Hoshahili, A.R.T., Ramaswamy, H.S. 2001. Rheological properties of selected hydrocolloids as a function of concentration and temperature. Food Research International, 34: 695-703.
[31] Tamime, A.Y. Robinson, R.K. 2007. Tamime and Robinson's yoghurt: science and technology. Elsevier.
[32] Sopade, P.A., Kassum, L.A. 1992. Rheological characterization of akamu a semi fluid food from maize millet and sorghum, journal of cereal science, 15: 193-202
[33] Izidoro, D., Sierakowski, M.R., Waszczynskyj, N., Haminiuk, W.I.C. and Scheer, A.P. 2007. Sensory evaluation and rheological behavior of commercial mayonnaise. International Journal of Food Engineering, 3(1): 5-11.
[34] Ghafari, Gh.M. 2016. Production of low-fat pastries using a combination of sodium carboxymethylcellulose, agar, carrageenan, manganese and stabilizing diglycerides. Master Thesis, Islamic Azad University, Quds City.
[35] Aziamian Dahkordi, A., Nasirpour, A. 2016. The effect of gum and Iranian

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-12-12]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.127.8.1]
[DOI: 10.22034/FSCT.19.127.371]

Iranian Journal of Food Science and Technology

Homepage:www.fsct.modares.ir

Scientific Research

The effects of starch, Guar and Kapa carrageenan gums on rheological properties of low-fat breakfast cream

Mahain, A. [1], Mahdian, E.[1]*, Ataye Salehi, E. [1], Jafari, S. M. [2]

1. Department of Food Science and Technology, Quchan Branch, Islamic Azad University, Quchan Iran.
2. Department of Materials Engineering and Food Industry Design, Gorgan University Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran.

ARTICLE INFO

Article History:

Received 2021/ 09/ 13
Accepted 2021/ 10/ 26

Keywords:

Low-fat breakfast cream,
Starch,
Guar gum,
Kapa carrageenan,
Rheological properties.

DOI: 10.22034/FSCT.19.127.371
DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.127.8.1

*Corresponding Author E-Mail:
emahdian2000@yahoo.com

ABSTRACT

Food industry encounter increasing demand for reducing fat in food products so due respond of food manufacturers to consumer demand we are witnessing a rapid growth in the production of low-fat products. The present research was thus aimed optimizing the formulation of low-fat breakfast cream to achieve a product with Pleasant rheological properties. The back extrusion test was done using the Texture Analyzer and the steady shear test was performed using rotary viscometer. Since the coefficient of determination (R^2) were higher than 0.7, and lack of fit for all above characters were not significant ($p<0.05$), the suggested regression models were found to be suitable for fitting the experimental fitting. The results of back extrusion test showed that with the simultaneous increase of starch and kapa carrageenan gum and also guar gum and kapa carrageenan gum, the amount of hardness, consistency and cohesiveness increased. The results of the steady shear test showed that the flow behavior index (n) of all samples was less than one which indicates a shear thinning behavior (pseudoplastic) of all samples. According to optimization, it was found that the amount of starch 1.82%, guar gum 0.12% and kappa carrageenan gum 0.014% led to a low-fat breakfast cream with desirable rheological properties.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-12-12]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.127.8.1]
[DOI: 10.22034/FSCT.19.127.371]