Archive of SID

بهینه سازی فرمولاسیون نوشیدنی لبنی تخمیری(دوغ) حاوی پودر آب پنیر و استابیلایزر تجاری با استفاده از طرح سطح پاسخ

سید محمد مشکانی[1*]، سید علی مرتضوی[2]

۱-دانشجوی دکترا، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی، سبزوار، ایران.
۲-عضو هیئت علمی و استاد گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه فردوسی، دانشکده علوم و صنایع غذایی، مشهد، ایران.
(تاریخ دریافت: ۹۳/۰٦/۱۳ تاریخ پذیرش: ۹۳/۰۹/۱۵)

چکیده

دوغ یک فرآورده لبنی تخمیری می باشد که حاصل از ترکیب آب و ماست و برخی افزودنی های طعم دهنده می باشد.در این پژوهش، اثر افزودن پودر آب پنیر در محدوده ۰/۲ تا ۰/٤درصد، استابیلایزر تجاری در محدوده ۰/۲ تا ۰/٤ درصد و پودر شیر خشک در محدوده ۰/۳ تا ۰/۵ درصدبر دو فاز شدن دوغ به کمک روش سطح پاسخو همچنین خصوصیات رئولوژیکی و ارزیابی حسی به روش هدونیک ۵ نقطه ای مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که با افزایش استابیلایزر، دو فاز شدن کاهش یافت همچنین افزایش پودر آب پنیر تا ۰/۳ درصد دوفاز شدن را کاهش داد($P<0.05$).همچنین نتایج بهینه سازی آزمون دو فاز شدن دوغ نشان داد که دو فاز شدن در ۰/٤ درصد استابیلایزر تجاری، ۰/۳۵ درصد پودر آب پنیر و ۰/٤ درصد شیر خشک معادل ۵۷ درصد بود. همچنین، افزایش ترکیبات مذکور باعث تغییر رفتار رئولوژیک دوغ از حالت نیوتنی به حالت رقیق شونده با برش گردیدو همچنین بالاترین امتیاز ارزیابی حسی به فرمول بهینه یابی شده تعلق گرفت.

کلید واژگان: دوغ، دو فاز شدن، خصوصیات رئولوژیکی، روش سطح پاسخ

* مسئول مکاتبات:s.m.meshkani@gmail.com

www.SID.ir

Archive of SID

۱- مقدمه

امروزه شیر و فرآورده های لبنی حاصل از آن جزء جدانشدنی از سبد کالای خانواده ها در سراسر دنیا می باشد. به این منظور و به جهت تولید محصولی مناسب ذائقه های متفاوت در مناطق مختلف، تحقیقات متعددی در زمینه تولید و فرمولاسیون فرآورده های لبنی صورت پذیرفته است که از مهمترین آن ها می توان به انواع نوشیدنی های لبنی اشاره نمود. دوغ[1] نوعی نوشیدنی لبنی تخمیری است که خاص کشور ایران می باشد و در سایر مناطق نام های متفاوتی دارد. به طور اختصاصی لغت دوغ از واژه دوشیدن یا ماده حاصل از دوشیدن حاصل شده است. از سایر فرآورده های مشابه می توان به نوشیدنی کفیر و کومیس در خاورمیانه، ماست نوشیدنی[2] در اروپا و آیران در ترکیه اشاره نمود. به طور کلی دوغ محصولی است که در گذشته از شیر معمولی با درصد چربی طبیعی در مشک تهیه می گردید که در اثر تکان های شدید چربی موجود در شیر تجمع کرده و جداسازی می شد و باقیمانده را اصطلاحاً دوغ می گفتند. اما در حال حاضر تولید دوغ با رقیق سازی ماست و افزودن نمک و طعم دهنده های مجاز انجام می شود[۱-٤].از ویژگی‌های مهم نوشیدنی‌های لبنی اسیدی pH پایین و ویسکوزیته کم آن‌ها می‌باشد که باعث تجمع پروتئین‌های شیر و در نتیجه ایجاد ناپایداری محصول می‌شود[۵]. pH این محصولات در محدوده‌ی ۳/٤ تا ٤/٦ می‌باشد و به دلیل عدم پایداری کازئین در این محدوده ، استفاده از یک پایدار کننده برای جلوگیری از متراکم شدن پروتئین‌ها و هم‌چنین دست‌یابی به احساس دهانی مطلوب ضروری می‌باشد. همچنین یکی از عوامل مهم در ایجاد احساس دهانی مطلوب قوام مناسب و بافت هموژن نوشیدنی‌های تخمیری شیر می‌باشد[٦].یکی از عمده‌ترین مشکلات در تولید نوشیدنی‌های اسیدی شیر، دوفاز شدن آن‌ها در طی تولید و نگهداری است که این مسئله ناشی از گرانروی پایین، pH کم و تاثیر آن‌ها بر ته نشین شدن پروتئین‌ها است[۷-۹].امروزه استفاده از ترکیباتی که به بواسطه برقراری ارتباط بین کازئین و آب علاوه بر افزایش ویسکوزیته، مشکل آب انداختگی و فراریت طعم و آروما را کاهش می دهد[۱۰]، بسیار رواج یافته است.اووزن و کیلیک ۲۰۰۹ از کنسانتره پروتئین آب پنیر جهت بهبود خواص فیزیکی نوشیدنی تخمیری شیری استفاده نموده و نشان دادند که که افزیش پودر آب پنیر تا ۲ درصد حداقل جداسازی سرمی را دارا بوده و سبب افزایش ضریب پایداری و تیکسوتروپیک و همچنین کاهش سقوط ذرات و دوفاز شدن، گردیده است[۱۱].احتیاطی و همکاران ۱۳۹۲ به بررسی خصوصیات فیزیکی دوغ تحت تاثیر کنسانتره آب پنیر پرداخته و نشان دادند ویسکوزیته، شاخص قوام و اندازه ذرات کلوئیدی افزایش یافته و رفتار شل شوندگی با برش تشدید گردیده و همچنین با افزایش مقدار کنسانتره آب پنیر دو فاز شدن دوغ تا ۳۲ درصد کاهش یافت[۱۲].

خواص عملکردی پروتئین آب پنیر و ارزش تغذیه ای آن موجب گردیده از این ترکیب در فراورده های لبنی بهره زیادی گرفته شود. عباسی و همکاران ۱۳۸۸ اثر صمغ گوار؛ فروغی نیا و همکاران ۱۳۸٦ اثر صمغ کتیرا، ثعلب و گوار؛ محمدی و همکاران ۱۳۸۹ اثر صمغ لوبیای خرنوب، گوار، کتیرا و صمغ فارسی؛ کیانی ۱۳۸٦ اثر ژلان و پکتین؛ هاشمی نیا و همکاران ۱۳۹۰ اثر هیدروکلوئید ژلان؛ آذری کیا و همکاران ۱۳۸۸ اثر پکتین با متوکسیل بالا، کتیرا، صمغ لوبیای خرنوب، تراگاکانتین و پلی ساکاریدهای محلول سویا را بر ویژگی های دوغ تخمیری بررسی نمودند[۵،۷،۹، ۱۳-۱۵].

به طور کلی، هدف از انجام این پژوهش بهینه سازی فرمولاسیون نوشیدنی لبنی با پودر آب پنیر و استابیلایزر تجاری و همچنین جلوگیری از جداسازی فازی آن و بررسی ویژگی رئولوژیکی دوغ تولیدی تحت تاثیر هیدروکلوئیدهای مذکور بود.

۲- مواد و تجهیزات

۲-۱- مواد مصرفی

شیر خام با مشخصات فیزیکو شیمیایی مطلوب(pH ٦/٦، چربی ۳/۸، ماده خشک ۸/۱، اسیدیته ۱۳، دانسیته ۱/۰۳۱، آب صفر درصد) از شرکت شفاشیر توس به کارخانه تولیدی فرآورده های لبنی نازنین منتقل و جهت دوغ استفاده شد. استابیلایزر و امولسیفایر تجاری Dresden BK 320 ساخت آلمان، پودر آب پنیر شرکت Altroika ساخت ترکیه، شیر خشک درجه یک شرکت پالود ساخت ایران، نمک تصفیه شده خوراکی تابان با ۹۹/۵ درصد درجه خلوص ساخت ایران،

1. Doogh
2. Drink Yoghurt

www.SID.ir

Archive of SID

استارتر ترموفیل ماست YF-3331شرکت کریستین هانسن[3] ساخت دانمارک و سایر مواد آزمایشگاهی نیز با خلوص بالا از شرکت مرک آلمان تهیه شد.

۲-۲- تجهیزات

جهت فرآیند تولید دوغ از یک سری تجهیزات مداوم بهره گرفته شد مانند پاستوریزاتور شرکت مهندسی پاک مبدل ساخت ایران، سپراتور شرکت REDA ساخت ایتالیا، هموژنایزر شرکت مهندسی پاک مبدل ساخت ایران، مخازن دو جداره شرکت پاک مبدل ساخت ایران بود. همچنین جهت آزمون های مختلف از لوازم و تجهیزاتی استفاده شد که از آن جمله می توان به pH مترJenway ساخت انگلیس، ترازوی دیجیتالKERN با دقت ۰/۰۰۱ ساخت آلمان، رئومتر دو استوانه ای Brookfieldساخت آمریکااشاره نمود.

۲-۳- روش ها

۲-۳-۱- تولید دوغ

شیر تازه ورودی به خط تولید کارخانه لبنیات نازنین با چربی تقریبی ۳/٦ درصد، پس از یک مرحله چربی گیری به شیر با حداکثر ۲/۵ درصد چربی تبدیل گردید. سپس شیر خشک، پودر آب پنیر و استابیلایزر تجاری در فرمولاسیون های مختلف در بچ های مختلف تولیدی به جهت بالا بردن ماده خشک محصول افزوده و سپس پاستوریزه و هموژنیزه گردید، به طوری که در هر مرحله حدود ٤۰۰ کیلوگرم شیر استفاده شد. سپس هر کدام به طور جداگانه تحت فرآیند دمایی ۸۰ تا ۹۰ درجه سانتی گراد قرار گرفتند و پس از آن تا دمای ٤۳-٤۲ درجه سانتی گراد سردشده و استارتر ترموفیل تجاری به آن افزوده شد. سپس در شرایط دمایی مذکور به مدت ۸ ساعت قرار گرفت. پس از رسیدن اسیدیته آن به ۱۱۰ درجه دورنیک، ماست تولیدی تا دمای ٤ درجه سانتی گراد سرد گردید. سپس به آن نمک مطابق استاندارد ملی دوغ ایران، و آب پاستور شده به نسبت ۵۰:۵۰ افزوده شد به طوری که اسیدیته دوغ حاصل در رنج ۵۰ تا ۵۵ قرار گرفت. سپس تحت فرآیند پاستوریزاسیون مجدد به جهت متوقف شدن فعالیت میکروارگانیسم ها قرار گرفت و در نهایت در بطری های ۲۵۰ میلی لیتری پرشده و درب بندی و به سردخانه با دمای ٤ درجه سانتی گراد منتقل شدند[۲].

۲-۳-۲- اندازه گیری ویژگی های فیزیکوشیمیایی

در این آزمون ویژگی های مختلفی مانند درصد چربی، اسیدیته، ماده خشک و نمک مطابق استاندارد ملی ایران شماره۲٤۵۳ انجام گردید[۲].

۲-۳-۳-اندازه گیری دوفاز شدن نوشیدنی تخمیری

برای بررسی میزان دو فاز شدن، نمونه های دوغ، داخل بطریهای۲۵۰ میلیتری به مدت یک ماه در دمای ٤ درجه سانتی گراد در سردخانه نگهداری شدند. در پایان مدت زمان مذکور به جهت اندازه گیری میزان دو فاز شدن نمونه ها فاز شفاف(فاز رویی) توسط خط کش اندازه گیری گردید سپس این مقدار در حجم بطری تقسیم شده و در عدد ۱۰۰ ضرب گردید[۷و۸، ۱٦].

۲-۳-٤- اندازه گیری خواص رئولوژی نوشیدنی تخمیری

برای بررسی رفتار جریانی دوغ و اندازه گیری گرانروی ظاهری نمونه ها، از گرانروی سنجBrookfieldدو استوانه ای استفاده شد. بدین ترتیب ویسکوزیته ی ظاهری بر حسب پاسکال ثانیه (pa.s) به صورت تابعی از سرعت برشی برای تعیین نوع رفتار جریانی نمونه ها در محدوده ی سرعت برشی S^{-1} ۰/۱ تا 10^4 اندازه گیری شد. در تمامی سرعت ها عددها در محدوده ی زمانی ۲ دقیقه خوانده شدند و دمای نمونه ها ۵ درجه ی سانتیگراد بود. همچنین داده های به دست آمده از این آزمون جهت بدست آوردن نوع رفتار جریان تیمارها، با مدل های رئولوژیکی نیوتنی(معادله ۱) و قانون توان(معادله ۲) توسط نرم افزار Sigma Plot v10مورد مدل سازی ریاضی قرار گرفتند.

معادله ۱ $\tau=\mu\gamma$

معادله ۲ $\tau=k\gamma^n$

در این معادلات τ تنش برشی (Pa)، μ ویسکوزیته (Pa.s)، γ سرعت برشی(1/s) ، kضریب قوام ($Pa.s^n$) و n شاخص رفتار جریان که برای سیالات نیوتنی برابر با یک و برای سیالات رقیق شونده با برش و غلیظ شونده با برش به ترتیب کوچکتر و بزرگتر از یک می باشد.

۲-۳-۵- ارزیابی حسی

برایارزیابی حسی نمونه های تولیدی از ۱۲ نفر افراد آموزش دیدهاستفاده شد. بدین منظور دوغ در فرمولاسیون های متعدد

3. CHERICTIN HANSEN

www.SID.ir

Archive of SID

از جمله فرمول بهینه یابی شده در جهت کاهش میزان دوفاز شدن دوغ، تهیه گردید و در کنار ۳ فرمول با کدهای A، B و C و نمونه شاهد توسط این افراد مورد بررسی و تست قرار گرفت در ادامه پس از فرآیند تهیه دوغ به مدت یک ماه سردخانه گذاری شدند و در ادامه نمونه ها ازلحاظ طعم، قوام، رنگ، بافت و پذیر شکلی مورد ارزیابی قرارگرفتند.ازگروهارزیاب خواسته شد که در هنگام بررسی موارد بالا به تعاریف زیر توجه داشته باشند و پس ازمطالعه ی دستورالعمل، به نمونه ها نمره بدهند. بر این اساس آزمون حسی مطابق روش هدونیک ۵ نقطه ای انجام گردید و داده های غیر پارامتریک به داده های پارامتریک تبدیل گردیدند به این ترتیب که به بهترین نمونه، نمره ۵وبهبدترینمونه، نمره ۱بدهند(۱بسیار نامطلوب، ۲ نامطلوب، ۳ متوسط، ٤ مطلوب، ۵ بسیار مطلوب). بافت فرآورده باید روان بوده، در آن ذرات تودهای وجود نداشته باشد. در بررسی طعم نیز دقت داشته باشند که اثری از وجود یک ماده ی خارجی و یا ناسازگار با طعم دوغ حس نشود [۱۷].

Table 1 The different treatments of processing, sensory evaluation test and rheological properties

Sample	Milk powder	Whey powder	Stabilizer
Opt	0.4	0.35	0.4
A	0.3	0.2	0.2
B	0.4	0.3	۰،۳
C	0.5	0.4	0.4
Blank	0	0	0

۲-٤- نمایش متغیرهای مستقل و آنالیز آماری

بررسی آثار اصلی و متقابل فاکتورهای درصد استابیلایزر تجاری، درصد پودر آب پنیر و درصد پودر شیر خشک بر خصوصیات دو فاز شدن دوغ هدف اصلی این پژوهش بود. در این طرح با توجه به جدول ۲، درصد استابیلایزر تجاری با نماد ریاضی x_1 ، درصد پودر آب پنیر با نمادx_2 و درصد پودر شیر خشک با نمادx_3 ؛ به عنوان ۳ فاکتور موثر و تغییرات درصد دو فاز شدن متغیر وابسته بود. در روش سطح پاسخ برای هر متغیر وابسته مدلی تعریف می شود که آثار اصلی و متقابل فاکتورها را بر روی هر متغیر، جداگانه بیان می نماید. که در فرمول ۱، قابل مشاهده می باشد.

$$Y = b_0 + \sum b_i x_i + \sum b_{ii} x_i^2 + \sum b_{ij} x_i x_j \quad \text{فرمول(۱)}$$

در معادله ذکر شدهY پاسخ پیش‌بینی شده، b_0 ضریب ثابت، b_i اثرات خطی، b_{ii} اثر مربعات وb_{ij} اثرات متقابل، x_i ، x_j متغیر های مستقل کدبندی شده هستند[۱۸].

Table 2 The display of process independent variables and their values

Independent variables	code	Levels		
		-1	0	+1
Stabilizer (%)	X_1	0.2	0.3	0.4
Whey powder (%)	X_2	0.2	0.3	0.4
Milk powder (%)	X_3	0.3	0.4	0.5

۳- نتایج و بحث

۳-۱- بررسی اثر افزودن استابیلایزر، شیر خشک و پودر آب پنیر بر میزان دوفاز شدن دوغ

جدول ۳ ، آنالیز واریانس مدل های مختلف (خطی، درجه دوم و اثر متقابل) سطح پاسخ برای متغیرهای وابسته حاصل از آزمون های دو فاز شدن را نشان می دهد. همچنین فاکتورهایی که کفایت مدل و نتایج مدل سازی بر اساس این آزمون در جدول ۲، قابل مشاهده است.

همانطور که در جدول۳مشاهده می شود، عبارت های مدل که برای آزمون دو فاز شدن دوغ معنی دار شد، اثرات خطی متغییر استابیلایزر تجاری و پودر شیر خشک و درجه دوم پودر آب پنیر بود ($p<0.05$).

www.SID.ir

Archive of SID

Table 3 Analysis of variance (ANOVA),the model of response surface for the phase separation test in Doogh (95% statistical level)

Source	DF	Phase separation test (%)	
		Sum of Squares	p-Value
Block	2	10.93	
Model	9	426.41	0.0027
Linear			
b1	1	232.32	0.0002
b2	1	1.09	0.6637_{ns}
b3	1	73.44	0.0060
Quadratic			
b11	1	2.23	0.5367_{ns}
b22	1	43.79	0.0211
٣٣b	1	13.46	0.1512_{ns}
Interaction			
b12	1	0.011	0.9645_{ns}
b13	1	12.25	0.1684_{ns}
b23	1	0.55	0.7563_{ns}
Residual	10	42.75	
Lack-of-fit	5	39.54	0.0652
Pure error	3	3.21	
Total	19	480.09	

نتایج نشان داد که با افزایش استابیلایز تا ٠/٤ درصدو پودر آب پنیر تا ٠/٣٥ درصد کمترین دو فاز شدن در دوغ مشاهده شد. همچنین با افزایش میزان استابیلایزر و با افزایش شیر خشک تا میزان ٠/٥ دوفاز شدن افزایش یافت(شکل١)، این افزایش دوفاز شدن احتمالا به دلیل بالابردن میزان ماده خشک دوغ بود. استابیلایزر تجاری مذکور که ترکیبی از امولسیفایر و برخی ترکیبات نشاسته ای برپایه غلات است که منجر به حفظ مطلوب ذرات کلوئیدی شده و تا حد امکان از رسوب این ذرات جلوگیری کرد. احتیاطی و همکاران(١٣٩٢)، نشان دادند که نمونه های دوغ حاوی پودر آب پنیر بسته به میزان پودر آب پنیر، با دو فاز شدن کمتری روبرو هستند. همچنین بیان داشتند که پودر آب پنیر با ایجاد پیوند با آب، به دام انداختن ذرات کلوئیدی در نهایت موجب کاهش سرعت دو فازشدن دوغ می گردد[١٢].

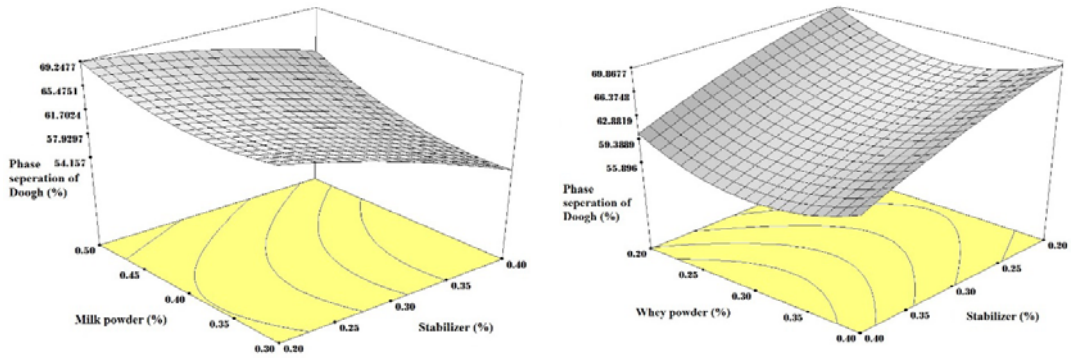

Fig 1 Thedisplay of three-dimensional graph, the effect of independent variables contains commercial stabilizer, whey and skim milk powder on the phase separation of fermented dairy drink

٣-٢- مدل ریاضی بهینه یابی شده

نتایج ارزیابی ضرایب مدل برای پاسخ متغیرها، ضریب تبیین (R^2) و ضریب تغییرات (CV) در جدول ٤ نشان داده شده است. همانطور که مشاهده می گردد مدل از ضریب تبیین بالا و ضریب تغییرات مناسبی برخوردار بوده و همچنین آزمون عدم برازش آن نیز معنی دار نشده است که نشان دهنده برازش مناسب مدل بر داده های ورودی به سیستم می باشد.

Table 4 The mathematical optimized model of Doogh contains commercial stabilizer, whey and skim milk powder

Response	Opt of Model	R^2	CV
Phase separation of Doogh	$Y=141.58-41.93X_1-181.29X_3+403.92X_2^2$	**0.91**	**3.58**

www.SID.ir

Archive of SID

همچنین نتایج بهینه سازی فرمولاسیون موثر در کاهش دو فاز شدن دوغ برای داشتن حداقل ۵۶/۹۱ درصد میزان دوفاز شدن؛ ۰/٤ درصد استابیلایزر تجاری، ۰/٤ درصد شیر خشک و ۰/۳۵ درصد پودر آب پنیر با درجه تمایل ۰/۹٦ بود.

۳-۳- خواص رئولوژی دوغ

بررسی روی ویژگی های رئولوژیکی دوغ های فرموله شده نشان داد ویسکوزیته در سرعت های برشی به طور معنی داری در مقایسه با نمونه شاهد افزایش یافت این افزایش در ویسکوزیته با افزایش میزان استابیلایزر در ارتباط مستقیم بود و البته همین عامل سبب افزایش مطلوبیت تیمارهای دوغ تولیدی از نظر مصرف کننده می شود. بالاترین ویسکویته در نمونه بهینه یابی شده مشاهده گردید (شکل ۲). همچنین شکل ۳ تغییرات تنش برشی در سرعت های برشی مختلف برای تیمارهای دوغ تهیه شده را نشان می دهد. بررسی تغییرات برشی بصورت تابعی از سرعت برشی نشان داد که نمونه شاهد در برابر اعمال نیروی برشی،رفتاری یکسان نسبت به سایر نمونه ها داشت و بالاترین تغییرات تنش برشی در نمونه C مشاهده گردید که تمام پارامترهای فرمولاسیون در بالاترین میزان بود.

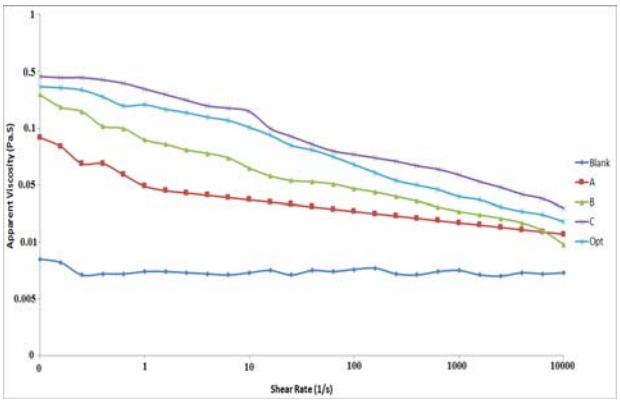

Fig 2 The change of viscosity at different shear rates for treatments prepared of Doogh (at 5°c)

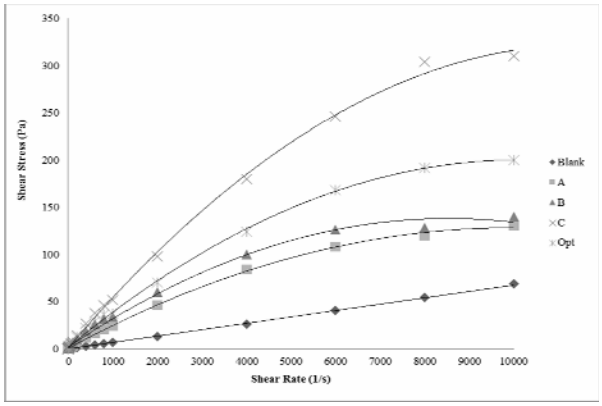

Fig 3 The shear stress changes at different shear rates for treatments prepared of Doogh (at 5°c)

در ارتباط با رفتار جریانی و ویژگی های رئولوژیکی تیمارهای مختلف، نتایج نشان داد که افزایش استابیلایزر، پودر آب پنیر و شیر خشک باعث تغییر رفتار رئولوژیک دوغ از حالت نیوتنی به حالت رقیق شونده با برش گردید(جدول۵). سایر پژوهشهای انجام شده بر روی نوشیدنی تخمیری دوغ، آیران و کفیر نشان داد که افزودن هیدروکلوئیدها موجب افزایش گرانروی گردیده[۷-۹، ١٦، ۱۹و۲۰]و ایجاد رفتار رقیق شوندگی با برش ناشی از نوعی شبکه ژل مانند است که با افزایش ویسکوزیته فاز پیوسته در برابر تنش وارد شده در جریان اندازه گیری رفتار جریان، مقاومت می کند[۱۱].احتیاطی و همکاران ۱۳۹۱ در بررسی نمونه های دوغ حاوی پودر آب پنیر نشان دادند که نمونه بدون پودر آب پنیر دارای رفتار نیوتنی بوده و ویسکوزیته آن ۲/٤ تا ۲/٦ میلی پاسکال بودکه با افزایش پودر آب پنیرموجب تغییر خواص رئولوژیک به سمت غیر نیوتنی (قانون توان) گردیده و شاخص رفتار جریان برای نمونه های ۰، ۰/۷۵، ۱/۵ و ۲/۲۵ درصد پودرآب پنیر به ترتیب ۰/۹۸، ۰/۸۳، ۰/٦٤ و ۰/۵۳($mPa.s^n$)را گزارش کردند[۱۲].عباسی و همکاران۲۰۰۹ نشان دادند که با افزایش میزان صمغ گوار در غلظت ۰/۰۸، ۰/۱، ۰/۱۵ و ۰/۲۵ به دوغ، موجب تغییر رفتار جریان به رقیق شونده با برش، افزایش ویسکوزیته (به ترتیب ۷۰/٤۵، ۱۰۳، ۱۰۹ و ۱۳۵ سانتی پواز) و افزایش پذیرش کلی گردید[۱۳].فروغی نیا و همکاران ۱۳۸٦ در بررسی پایدارسازی دوغ با صمغ های کتیرا، ثعلب و گوار بیان داشتند که صمغ ها عموماً سبب افزایش پایداری دوغ شده و باعث تغییر رفتار رئولوژیک دوغ از حالت نیوتنی به حالت شبه پلاستیک می شود و همچنین نشان دادند که این دسته از دوغ ها امتیازات بالاتری را در ارزیابی حسی کسب نمودند و بیان داشتند که افزایش گرانروی و قدرت نگهداری آب سبب افزایش پایداری دوغ گردید[۹].

www.SID.ir

Archive of SID

Table 5 The rheological parameters values of different treatments prepared of Doogh

Treat	Model	K (Pa.s^n)	n	R^2	Flow behavior
Blank	$\tau=0.0053\gamma^{1.02}$	0.0053	1.02	0.9998	Newtonian
Opt	$\tau=0.2424\gamma^{0.69}$	0.2424	0.69	0.9910	Shear thinning
A	$\tau=0.6255\gamma^{0.60}$	0.6255	0.60	0.9873	Shear thinning
B	$\tau=0.3708\gamma^{0.74}$	0.3708	0.74	0.9930	Shear thinning
C	$\tau=0.4143\gamma^{0.68}$	0.4143	0.68	0.9926	Shear thinning

٣-٤- خواص حسی

بررسی خصوصیات ارگانولپتیک (شکل ٤) نمونه های دوغ تولیدی با استفاده از روش هدونیک ٥ نقطه ایو همچنین نتایج مقایسات میانگین آزمون ها به روش چند دامنه ای دانکننشان داد که نمونه شاهد تقریبا در تمامی موارد آزمون به جز فاکتور رنگ دارای کمترین امتیاز بود که از لحاظ آماری نیز معنی دار گردید و همچنین بالاترین امتیازاتدر فاکتور های حسی مورد بررسی مربوط به تیمار بهینه یابی شده بود($P<0.05$)سایر موارد در جدول٦، قابل مشاهده است.

Table 6 The mean comparison of samples evaluated by using the Duncan test ($P<0.05$)

Treat	Flavour	Texture	Color	Viscosity	Overall Acceptance
opt	3.89^{c}	4.36^{d}	4.31^{c}	5.00^{e}	4.86^{d}
A	3.28^{b}	3.33^{b}	3.58^{b}	3.11^{b}	3.58^{b}
B	2.92^{b}	3.19^{b}	3.33^{ab}	4.08^{c}	4.00^{c}
C	3.14^{c}	3.64^{c}	3.08^{a}	4.75^{d}	4.08^{c}
Blanck	2.31^{a}	2.72^{a}	3.22^{a}	2.47^{a}	2.67^{a}

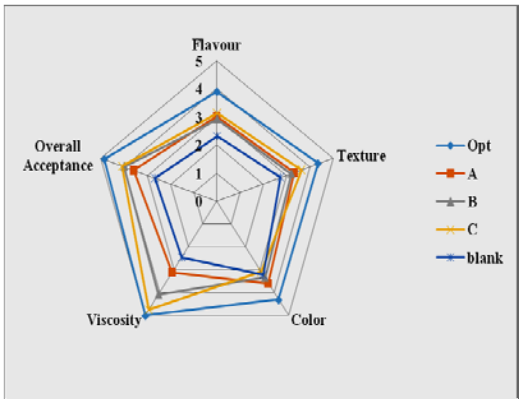

Fig 4 The sensory evaluation of different treatments prepared of Doogh

٤- نتیجه گیری

با افزودن هیدروکلوئیدها به دوغ ویسکوزیته افزایش به همراه آن جذب آب افزایش و ته نشینی کاهش که موجب کاهش میزان دو فاز شدن می گردد. بطور کلی در این تحقیق رفتار رئولوژی دوغ با افزودن پروتئین آب پنیر و استابیلایزر تجاری و شیر خشک بررسی گردید و مشاهده شد که با افزایش غلظت این ترکیبات رفتار جریانی دوغ از حالت نیوتنی به رقیق شونده با برش تغییر یافت. نتایج بهینه سازی آزمون دو فاز شدن دوغ نشان داد که کمترین دو فاز شدن در ٠/٤ درصد استابیلایزر تجاری، ٠/٣٥ درصد پودر آب پنیر و ٠/٤ درصد شیر خشک معادل با ٥٧ درصد بوده است و بالاترین امتیاز ارزیابی حسی نیز به فرمول بهینه یابی شده تعلق گرفت بطوری که بیشترین میزان پذیرش کلی مربوط به این تیمار بود.

٥- منابع

[1] GhorbaniGorji, E. Mohammadifar, M. A., Ezatpanah, H. and Mortazavian, A. R. 2010.Influence of three types of Iranian gum tragacanths on rheological properties and stabilization of fat-free Doogh, an Iranian yoghurt drink. Iranian Journal of Nutrition Science and Food Technology.p31-42. [in Persian].

[2] Institute of Standards and Industrial Research of IRAN. 2008. Doogh – Specifications and test method,ISIRI no 2453: 2nd rd; Karaj: ISIRI.[inParsian].

[3] Tamime A, Robinson R. 1999. Yoghurt: science and technology: (2nd Edition) Cambridge, uk Woodhead Publishing.

www.SID.ir

Archive of SID

[4] Kurmann JA, Rasic JL, Kroger M.1992.Encyclopedia of Fermented Fresh Milk Products: an international inventory of fermented milk, cream, buttermilk, whey and related products. Van Nostrand Reinhold Company (New York).368 pp.

[5] Amice-Quemeneur, N. Haluk, J. P. Hardy, J. 1995. Influence of the acidification process on the colloidal stability of acidic milk drinks prepared from reconstituted nonfat dry milk. Journal of Dairy Science; 78: 2683-2690.

[6] De Kruif, C. Tuinier, R. 2001. Polysaccharide protein interactions. Food Hydrocolloids. 15(4-6): 555-63.

[7] Azarikia F. 2008. Investigation of the efficiency and mechanisms of some hydrocolloids on the stabilization of Doogh [Dissertation]. Tehran: TarbiatModares University, Faculty of Agriculture. [in Persian].

[8] Azarikia F, Abbasi S, Azizi MH. 2009. Investigation of the efficiency and mechanisms of some hydrocolloids on the stabilization of Doogh. Iranian J NutrSci and Food Tech; 4 (1): 11–22. [in Persian]

[9] Foroughinia. S, Abbasi, S. HamidiEsfahani, Z. 2007. Effect of individual and combined addition of salep, Tragacanth and guar gums on the stabilization of Iranian Doogh. Iranian J NutrSci and Food Tech. 2(2): 15-25. [in Persian].

[10] Gallardo-Escamilla, F. J., Kelly, A. L., andDelahunty, C. M. 2007. Mouthfeel and flavor of fermented whey with added hydrocolloids.International Dairy Journal, 17(4): 308–315

[11] Ozen, A. E. &Kilic, M. 2009, Improvement of physical properties of nonfat fermented milk drink by using whey protein concentrate. Journal of Texture Studies, 40(3), 288-299.

[12] Ehtiyati, a. Shahidi,f. mohebii,m. yavarmanesh,m.2013. Evaluation ofthe effect ofWPCandstartergeneratingEPSon SomePhysicalCharacteristics Doogh, Iran ResearchJournal ofFood Science and Technology. 9(4). 295-303.[in Persian]

[13] Abbasi, a.Shirazi, N. Farshadfar,sh. 2009. Effect of guar gum on the tissue and volatile of Essenceadded to theIranian doogh.Journal ofFoodScience andTechnology. 1(3).31-39.

[14] Hasheminya, S. M. Ebrahimzadeh-Mousavi, S. M. A. Ehsani, M. R. Dehghannya, J.2011. Effect of gellan hydrocolloid on rheological properties and stabilization of a fiber-enriched Doogh.Food Research Journal. 21(2) .179-193.

[15] Kayani, H.2007. Possibleapplication ofgel- liquid technologyin Stabilizationof solid particlesina fermenteddairydrinks. MS Thesis. College of Agriculture andNatural Resources, Tehran University.

[16] Koksoy A, Kilic M. 2004. Use of hydrocolloids in textural stabilization of a yoghurt drink, Ayran. Food Hydrocoll; 18: 593–600.

[17] Meilgaard, M., Civille, G.V., and Carr, B.T. 1999. Sensory evaluation techniques. Third edition. CRC Press LLC publishing.

[18] Myers RH, Montgomery DC. 2002. Response surface methodology: process and product optimization using designed experiments. 2nd Edition. Wiley, New York.

[19] Janhoj T, Bom Frost M, Ipsen R. 2008. Sensory and rheological characterization of acidified milk drinks. Food Hydrocoll; 22: 798–806.

[20] Mohammadi S, Abbasi S, Hamidi Z. 2010. Effects of hydrocolloids on physical stability, rheological and sensory properties of milk–orange juice mixture. Iranian FoodScienceand Nutrition. 5(4).1-12.

www.SID.ir

Archive of SID

Optimization of Formulation of Fermented Dairy Beverage (Doogh) Containing Whey Powder and Commercial Stabilizer Using Response Surface Design

Meshkani, S. M.[1*], Mortazavi, S. A.[2]

1. Ph.D Student, Department of Food Science & Technology , Sabzevar Branch, Islamic Azad University, Sabzevar, Iran.
2. Department of Food Science and Technology, Ferdowsi University of Mashad (FUM), Mashhad, Iran.

(Received: 2014/09/04 Accepted: 2015/01/05)

Doogh is a fermented dairy product that derived from a combinationof water and yoghurt and some flavoring additives.In this study, the effect of adding of whey powder in range of 0.2 to 0.4%, commercial stabilizer in range of 0.2 to 0.4% and milk powder in range of 0.3 to 0.5%, on phase separation of dooghby response surface methodology and also the rheological andorganoleptic properties by 5-point hedonic method were investigated. The results showed that with increasing stabilizer phase separation decreasedas well as increased whey powder to 0.3%($P<0.05$).The results of optimization showed that the phase separation of dooghwas 57% by using of 0.4% commercial stabilizer, 0.35% whey powder and 0.4% milk powder.Also, increasing of these compounds changeddoogh rheologicalbehavior from newtonian to shear thinning.The optimized formulation gained the highest score of sensory evaluation.

Keywords: Doogh, Phase separation, Rheological properties, Response surface methodology.

[*] Corresponding Author E-Mail address: s.m.meshkani@gmail.com

www.SID.ir