Archive of SID

فرمولاسیون بهینه نوشیدنی اسیدی میوه‌ای حاصل از مخلوط پودر شیر سویا و پودر شیر به روش RSM

اسماعیل عطای صالحی[1*]، مهدی ایرانی[2]، مصطفی مظاهری تهرانی[2]

1- گروه علوم و صنایع غذایی، واحد قوچان، دانشگاه آزاد اسلامی، قوچان، ایران
2- گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی ، مشهد، ایران

تاریخ دریافت: 96/04/28 تاریخ پذیرش: 96/06/29

چکیده

ترکیب شیر گاو و شیر سویا می‌تواند منجر به تولید محصولات کم‌نظیرازنظرتغذیه‌ای به‌ویژه در رابطه با ترکیب اسیدهای آمینه ضروری و مواد معدنی شود. بر این اساس در تحقیق حاضر نوعی نوشیدنی اسیدی میوه‌ای بر مبنای ترکیبپودر شیر گاو و پودر شیر سویا تولید شد. برای این منظور ماست حاصل از ترکیب پودر شیر/ پودر شیر سویا در نسبت‌های 0:100، 25:75 و 50:50 در دامنه 4/7 تا 7 درصد ماده جامد با میزان ثابت ساکارز و پودر میوه پرتقال رقیق‌سازی شد. همچنین از زانتان به‌عنوان پایدارکننده در دامنه 0/1 تا 0/3 درصد در نمونه مورد استفاده قرار گرفت و میزان پایداری و خصوصیات حسی نمونه بررسی شد و با استفاده از روش آماری سطح پاسخ و طرح مرکب مرکزی بهترین فرمولاسیون مورد ارزیابی گردید. با توجه به مدل تجربی به دست آمده توسط روش سطح پاسخ، ارتباط میان متغیرهای مورد مطالعه مناسب تشخیص داده شد. در این تحقیق و بر اساس آزمایشات صورت گرفته بهترین فرمولاسیون برای داشتن بیشترین پذیرش کلی و کمترین میزان ته نشینی یا دوفاز شدن استفاده از 21/9 درصد پودر شیر سویا، 0/2 درصد زانتان و غلظت نوشیدنی 4/7 درصد بود.

واژه‌های کلیدی: پودرشیر سویا، نوشیدنی تخمیری، زانتان، روش سطح پاسخ

[*]مسوول مکاتبات: eatayesalehi@yahoo.com

www.SID.ir

Archive of SID

1-مقدمه

شیر سویا امروزه در بازارهای جهانی سهم خاص و عمده‌ای را به خود اختصاص دادهاست و خواص مطلوب تغذیه‌ای این محصول ضرورت مصرف آنها را تأییدمی‌کند. مهم‌ترین مواد مغذی موجود در سویا شامل ویتامین E، فیتواسترول‌ها، لسیتین، کولین، ایزوفلاون‌ها، الیگوساکاریدها و پروتئین‌های سویا هستند (1). علاوه بر این شیر سویا به عنوان سوبسترا برای انواع مختلف اسید لاکتیک باکتری‌ها و پروبیوتیک‌ها مورد استفاده قرار گرفته است (11). شیر لبنی و شیر سویا می‌توانند مکمل‌های خوبی از نظر تغذیه‌ای باشند و ترکیب این دو ماده منجر به تولید محصولات کم‌نظیر شود. همچنین این ترکیب می‌تواند اثرات مطلوبی روی بافت، خصوصیات حسی محصول، ایجاد تنوع در ارائه محصول و کاهش قیمت محصول تولیدی داشته باشند (23).یکی از عوامل تأثیرگذار در پذیرش محصولات غذایی توسط مصرف‌کنندگان وجود خصوصیات عملگرایی یا سلامتی بخشی آنهاست که متأثر از افزایش سطح کیفی زندگی است (14). ازاین‌رو با افزایش تقاضای مصرف‌کنندگان در مورد محصولات غنی‌شده با پروتئین، تولید و مصرف محصولات حاوی پروتئین‌های سویا رو به افزایش است. نوشیدنی‌های حاوی پروتئین‌های سویا و شیر دارای ارزش تغذیه‌ای بالایی هستند. اما ترکیب این دو چالش‌های زیادی را در مسیر توسعه تولید محصولاتی بر پایه شیر/شیر سویا ایجاد می‌کند که به دلیل عدم وجود اطلاعات کافی در مورد رفتار پروتئین‌های سویا در کنارپروتئین‌های شیر است، علاوه بر این مشکلاتی از قبیل بروز طعم لوبیایی و بافت ناپایدار را در نوشیدنی‌های اسیدی حاصل از ترکیب شیر و شیر سویا ایجاد می‌کند. در فرآیند اسیدی کردن سیستم‌های مخلوط پروتئین شیر/ شیر سویا با جایگزینی قسمتی از شیر با پروتئین سویا تغییرات ساختاری قابل پیش‌بینی است. با حضور پروتئین سویا، ژل در pH بالاتری تشکیل می‌شود که به دلیل ناپایداری پروتئین سویا در pH بالاتر است، در نتیجه با جایگزینی درصدی از پروتئین شیر با پروتئین سویا، امکان طراحی رنج گسترده‌ای از ژل‌ها با خصوصیات ریزساختاری و رئولوژیکی مختلف ایجاد می‌شود (27). نوشیدنی‌های لبنی اسیدی به دو دسته تخمیری و غیر تخمیری تقسیم می‌شوند. در نوشیدنی‌های دسته اول عامل کاهش‌دهندهpH فعالیت باکتری‌های لاکتیکی است که فعالیت آنها با رسیدن به pH خاصی متوقف می‌شود. در نوشیدنی‌های دسته دوم عوامل کاهش‌دهندهpHتکه‌های میوه، آب‌میوه‌ها، کنسانتره میوه و یا اسیدهای خوراکی مانند: اسید سیتریک، اسید فرمیک، اسید پروپیونیک و..... می‌باشند (12،31،22). کاهش pH در نوشیدنی‌های لبنی اسیدی سبب ایجاد ناپایداری در سیستم نوشیدنی شده و برای حفظ بافت و پایداری محصول در طی دوره نگهداری استفاده از پایدارکننده‌ها در این سیستم ضروری است، که عموماً از هیدروکلوئیدها برای این منظور استفاده می‌شود. بدیهی است که میزان پایدارکننده می‌تواند اثرات متفاوتی بر بافت و پایداری محصول داشته باشد (32، 29).زانتان یک پلی ساکارید میکروبی متشکل از اتصال گلوکز با زنجیره های جانبی شامل دو مانوز و یک واحد اسید گلوکورونیک است. صمغ زانتان احساس دهانی مرکبات و نوشیدنی‌هایی با طعم میوه‌ای را بهبود می‌بخشد (5). زانتان به دلیل خصوصیاتی از قبیل پایداری حرارتی خوب، سازگاری بالا با طیف وسیعی از نمک‌ها و قندها و پایداری در سیستم‌های اسیدی از پایدارکننده هایی است که جهت بهبود بافت، جلوگیری از دوفاز شدگی و رسوب در محصولات ماست مانندمی‌تواند مورد استفاده قرار گیرد (13). السايد و همکاران[2] (2002)تأثیراستفاده از صمغ زانتان بر خصوصیات شیمیایی، میکروبی و حسی ماست لبنی و ماست سویا را مورد بررسی قرار دادند. نتایج آنها نشان داد که استفاده از زانتان در سطح 0/01 درصد مانع از بروز دوفاز شدگی و باعث ایجاد بافت مناسب در ماست سویا گردید. همچنین در تحقیق دیگری تأثیرصمغ‌های زانتان و کاراگینان در پایداری ماست لبنی مورد بررسی قرار گرفت و نتایج نشان داد که استفاده از 0/01 درصد زانتان پایداری ماست را در طی 10 روز نگهداریافزایش داد (15). تلاش‌هایی برای

[2]El-sayed

www.SID.ir

Archive of SID

تولید ماست و نوشیدنی تخمیری از ترکیب شیر و شیر سویا صورت گرفته است. به‌طور مثال مظاهری و فریمانی (1389) تأثیر میزان ماده جامد بر ویژگی‌های نوشیدنی اسیدی تهیه شده از مخلوط شیر گاو و شیر سویا را مورد بررسی قرار دادند. نتایج آنها نشان داد که با افزایش درصد شیر سویا، میزان پروتئین، ویسکوزیته و ناپایداری نمونه‌ها افزایش پیدا کرد. در تحقیقی دیگر علی زاده گودرزی و همکاران (1394) بهینه‌سازی فرمولاسیون تولید نوشیدنی تخمیری ماست میوه‌ای را مورد بررسی قرار دادند. نوشیدنی بهینه دارای 13 درصد ماده جامد، 9/5 درصد کنسانتره، 6/2 درصد شیرین‌کننده و 0/78 درصد پایدارکننده بود. همچنین نمونه بهینه دارای امتیاز پذیرش کلی 7/93 و رضایت‌مندی از کل ترکیب 84/36 درصد را دارا بود. هدف ازاین پژوهش بررسی برخی خصوصیاتفیزیکی پودر شیر سویا تولید شده به روش خشک کردن پاششی وتعیین نسبت مناسب پودر شیر به پودر شیر سویا، غلظت نوشیدنی و میزان پایدارکننده برای تولید نوشیدنی اسیدی میوه‌ای است که دارای پذیرش کلی مناسبی از طرف مصرف کننده باشد. نوآوری این پژوهش در ارتباط با استفاده از پودر شیر و پودر شیر سویا به عنوان ماده اولیه در تولید نوشیدنی است که تاکنون در تحقیقات گذشته صورت نگرفته است.

2-مواد و روش‌ها

2-1- مواد اولیه

آردکامل سویا (هر100گرم حاوی 35 درصدپروتئین،22درصدچربی و33درصدکربوهیدرات) ازکارخانه توس سویا، آغازگر مورد استفاده با کد تجاری (Lac DVS) شامل استرپتوکوکوسدلبروکی زیرگونه‌ی بولگاریکوس و استرپتوکوکوس ترموفیلوس از شرکت آزمالبن و شیر خشک بدون چربی از شرکت گلشاد مشهد خریداری شدند.

2-2- تهیه شیر سویای کامل

جهت تهیه شیر سویا آب 85 درجه سانتی‌گراد با نسبت‌های مختلف 10:1، 7:1 و 5:1به آرد سویا اضافه شدو پس از 20 دقیقه هم زدن تا دمای 30 درجه سانتی‌گراد به سرعت سرد شد و سپس توسط پارچه صافی صاف و در نهایت توسط هموژنایزر تحت فشار 70 بار هموژن شد.

2-3- تهیه پودر شیر سویا به‌وسیله‌خشک‌کن پاششی

شیر سویا آماده شده به درون مخزن خشک‌کن پاششی پایلوت (Yu tong, China) انتقال داده شده و بوسیله پمپ با فشار 4 بار و اتمایزر به صورت ذرات ریز در یک سیستم جریان هوای هم‌جهت قرار گرفت. شرایط خشک‌کردن به روش پاردشی[3] و همکاران (2014) با کمی تغییرات صورت پذیرفت به طوری که دمای هوای ورودی خشک‌کن پاششی 180 درجه سانتی‌گراد و دمای خروجی 80 درجه سانتی‌گراد در نظر گرفته شد. در نهایت شیر سویای پودر شده از سیکلون جمع‌آوری و جهت آزمایش‌های بعدی نگهداری شد. این عمل در دو تکرار انجام گرفت.

2-4- تعیین خصوصیات فیزیکی پودر شیر سویا

2-4-1- تعیین دانسیته فله‌ای[4]

پودرهای آماده‌شده به آرامی به درون استوانه مدرج با حجم 50 میلی‌لیتر ریخته شده و وزن گردید. با استفاده از داده‌های به دست آمده و با فرمول (1)دانسیته فله‌اینمونه‌ها تعیین شد. آزمایش‌ها در سه تکرار و میانگین داده‌ها گزارش شد (9).

$$\rho_b = m/v \qquad (1)$$

در اینجا m= جرم پودر به گرم و v= حجم استوانه مندرج به میلی لیتر

[3]Pardeshi
[4]Bulk

www.SID.ir

Archive of SID

2-4-2- قابلیت خیس شدن[5]

قابلیت خیس شدن پودر شیر سویا به‌این ترتیب تعیین شد که 100 میلی‌لیتر آب مقطر با دمای حدود 25 درجه سانتی‌گراد به درون یک بشر 250 میلی‌لیتری ریخته شد. یک قیف شیشه‌ای بر روی بشر قرار داده شد به‌طوری‌که فاصله لوله انتهایی قیف با سطح آب 10 سانتی‌متر بود. با قرار دادن لوله آزمایش در درون سوراخ قیف، راه عبور سوراخ قیف را مسدود کرده، 10 گرم از نمونه پودر شیر سویا را در اطراف لوله آزمایش ریخته و در حالی که کرنومتر شروع به کار می‌کند بطور همزمان لوله آزمایش را بیرون کشیده تا نمونه پودر شیر سویا به درون آب بریزد، زمان مورد نیاز برای خیس شدن کامل پودر به عنوان قابلیت خیس شدن ثبت شد (زمانی‌که تمام ذرات پودر به درون سطح آب نفوذ کند) (7).

2-4-3- قابلیت پراکنده شدن[6]

قابلیت پراکنده شدن پودر شیر سویا به این ترتیب تعیین شد که 10 میلی‌لیتر آب مقطر با دمای 25 درجه سانتی‌گراد به درون یک بشر 50 میلی‌لیتری ریخته شد. 1 گرم از نمونه پودر شیر سویا به درون آب ریخته شد و به مدت 15 ثانیه توسط همزن دستی به صورت 25 بار حرکت رفت و برگشتی در قطر بشر هم زده شد. پودر شیر سویای بازسازی‌شده از درون یک الک با قطر 212 میکرومتر عبور داده شد. 1 میلی‌لیتر از شیر سویای عبور کرده از الک را به روی پلیت آلومینیومی که از قبل وزن شده بود، انتقال داده و در دمای 105 ± 5 درجه سانتی‌گراد به مدت 4 ساعت خشک شد. قابلیت پراکنده شدن با استفاده از فرمول (2) تعیین شد (8).

$$\% \text{ dispersibility} = \frac{(100+a)\times \%TS}{a\times 100-b} \qquad (2)$$

در اینجا a = مقدار پودر استفاده شده، b = رطوبت پودر و %TS = درصد ماده جامد شیر سویای بازسازی‌شده

2-5- فرمولاسیون نوشیدنی اسیدی

نوع ماده جامد اصلی به نسبت 0:100، 25:75و 50:50 پودر شیر به پودر سویا به میزان 65درصد کل ماده جامد نوشیدنی و میزان متفاوت صمغ زانتان (0/1، 0/2 و 0/3 درصد) استفاده شد. میزان شیرین‌کننده، عامل طعم‌دهنده میوه‌ای(ساکارز و پودر آبمیوه) و پودر خردل ثابت در نظر گرفته شده است (جدول 1).

جدول 1- ترکیب فرمولاسیون نوشیدنی اسیدی

عامل مورد نظر	میزان استفاده شده (درصد وزن کل)
پودر شیرپس چرخ و پودر سویا کامل*	65
صمغ‌زانتان	میزان 0/1، 0/2 و 0/3
انوکوباسیون (مطابق بخش 3-6-1) و اسید سیتریک	متغیر تا pH4/5–4/2
ساکارز	24
پودر آبمیوه پرتقال	10
پودر خردل	0/5

*در فرمولاسیون پودر برای جبران کسری فرمول تا 100 درصد از مخلوط پودر شیر و پودر شیر سویا استفاده گردید.

[5]wet ability
[6]Dispersibility

www.SID.ir

Archive of SID

2-5-1- تهیه نوشیدنی تخمیری

برای تهیه نوشیدنی تخمیری از پودر شیر به تنهایی، پودر شیر را با آب با دمای کمتر از 50 درجه سانتی‌گراد مخلوط کرده و سپس استارتر (با کد تجاری DVS Lac 13 شامل استرپتوکوکوس دلبروکی زیرگونه بولگاریکوس و استرپتوکوکوس ترموفیلوس) طبق دستور شرکت تولید کننده اضافه شده و تا pH 4/5-4/2 گرمخانه گذاری شد. برای دیگر نسبت‌ها (25:75و 50:50) پودر شیر به شیر سویای آماده شده اضافه گردید (28). در ادامه قبل از رقیق سازی جهت رسیدن به ماده جامد (محدوده 4/5 تا 7 درصد) زانتان، پودر آبمیوه پرتقال و ساکارز در مقادیر مشخص شده در جدول1 اضافه شد.سپس رقیق سازی شده و pH نیز در محدوده 2-4-4/5با استفاده از اسید سیتریک کنترل گردید. در ادامه عملیات هموژنیزاسیون در فشار 70 بار صورت گرفته و در نهایت پاستوریزاسیون در دمای 80 درجه سانتی‌گراد بمدت 15 دقیقه (4) و بسته‌بندی در داخل ظروف پلاستیکی جهت آزمایش‌های بعدی صورت گرفت(10).

2-6- آزمون میزان رسوب

مقدار40گرم نمونه درظروف پلاستیکی مدرج استریل توزین شد، درب ظروف بسته شده و نمونه‌ها در دمای4درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند ،14روز پس از نگهداری نمونه‌ها لایه شفاف سرم(درصورت وجودداشتن) بوسیله پیپت جدا وتوزین شده ودرصد جداشدن سرم محاسبه گردید(32،18).

2-7– ارزیابی حسی

ارزیابی حسی نمونه‌ها توسط 15نفرداور(مرد و زن) انجام گرفت.ازداوران درخواست شد تا نمونه‌های تولیدی را از نظر طعم، رنگ، بو، بافت وقوام و در نهایت پذیرش کلی ارزیابی کنند. ارزیابی ویژگی‌های حسی بر اساس مقیاس پنج نقطه‌ای هدونیک انجام پذیرفت (19، 24)

2-8- طراحی آزمایش و تجزیه و تحلیل آماری

روش سطح پاسخ (RSM) مجموعه‌ای از تکنیک‌های آماری است که در بهینه‌سازی فرآیندهایی بکار می‌رود که پاسخ مورد نظر توسط تعدادی از متغیرها تحت تأثیر قرار می‌گیرد. به کمک این طرح آماری، تعداد آزمایشات کاهش یافته و کلیه ضرایب مدل رگرسیون درجه دوم و اثر متقابل فاکتورها قابل برآورد هستند. مهم‌ترین مسئله این تحقیق بررسی آثار اصلی و متقابل فاکتورها بود. از این رو طرح آماری روش سطح پاسخ انتخاب شد (20). در اینجا اثر متغیرهای مستقل شامل میزان شیر سویا (X1)، صمغ زانتان (X2) و غلظت نوشیدنی (X3) حاصله، در سه سطح مورد بررسی قرارگرفت که در جدول 2 نشان داده شده است. مدل مورد استفاده در RSMمعمولاً رابطه درجه دوم است و برای هر متغیر وابسته مدلی تعریف‌شده است که آثار اصلی و متقابل فاکتورها را بر روی هر متغیر به طور جداگانه بیان می‌کند.مدل چند متغیره به صورت معادله 2 می‌باشد که Yپاسخ پیش‌بینی شده، β_0ضریب ثابت، β_1، β_2، β_3اثرات خطی، β_{11}، β_{22}، β_{33}اثرات مربعات و β_{12}، β_{13}، β_{23}اثرات متقابل می‌باشند. طراحی وتجزیه و تحلیل اطلاعات و رسم نمودارهای مربوطه با استفاده از نرم‌افزارDesign Expert 6.0.2 استفاده شد.

$$Y= \beta_0 + \beta_1x_1+\beta_2x_2+ \beta_{3X3} + \beta_{11}x_1^2 + \beta_{22}x_2^2 + \beta_{33}x_3^2 + \beta_{12}x_1x_2 + \beta_{13}x_1x_3 + \beta_{23}x_2x_3 \quad (۳)$$

در این تحقیق از طرح مرکب مرکزی با سه متغیر مستقل: شامل میزان پودر شیر سویا، میزان زانتان و غلظت نوشیدنی حاصله در سه سطح، سه بلوک و شش تکرار در نقطه مرکزی (برای محاسبه خطا وتکرارپذیری فرآیند) به منظور بررسی بهترین فرمولاسیون نوشیدنی اسیدی بر پایه میوه با بیشترین پذیرش کلی و کمترین دوفاز شدگی استفاده شدو نتایج آزمون‌ها در جدول 3 گنجانده شد.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول 2- متغیرهای مستقل فرآیند و مقادیرآنها

متغیرهای مستقل	نماد ریاضی	کد و سطح مربوطه		
		+1	0	-1
پودر شیر سویا (درصد)	X1	50	25	0
زانتان (درصد)	X2	0/3	0/2	0/1
غلظت (درصد)	X3	7	5/85	4/7

جدول 3- تیمارهای به کارگرفته شده درتولید نوشیدنی اسیدی و نتایج آزمایش پذیرش کلی و دوفاز شدگی

تیمار	شیر سویا (%)	زانتان (%)	غلظت ماده جامد (%)	پذیرش کلی	دوفاز شدگی
1	0	0/3	4/7	3	25
2	50	0/1	7	1/8	50
3	25	0/2	5/85	2/9	0
4	0	0/1	7	2	10
5	25	0/2	7	2/6	35
6	25	0/2	5/85	1/4	50
7	25	0/2	5/85	2/6	0
8	50	0/2	5/85	1/3	10
9	25	0/2	5/85	2/7	0
10	25	0/3	5/85	1/7	12
11	25	0/1	5/85	2/3	25
12	25	0/2	5/85	2/5	0
13	25	0/2	4/7	2/9	0
14	0	0/3	7	2/2	0
15	25	0/2	5/85	2/5	5
16	50	0/3	7	2/6	0
17	0	0/2	5/85	2/6	0
18	50	0/3	4/7	2/4	4
19	0	0/1	4/7	2/5	0
20	50	0/1	4/7	2/6	4

مرحله بعدی شامل ارائه گرافیکی رابطه مدل و تعیین شرایط عملیاتی بهینه بود که بوسیله نمودار سطح پاسخ و کانتور انجام پذیرفت. شرایط فرمولاسیون بهینه برای نوشیدنی اسیدی بر پایه میوه با بیشترین پذیرش کلی و کمترین دوفاز شدگی با استفاده از تکنیک بهینه‌سازی عددی جستجو شد. بدین منظور در ابتدا اهداف بهینه‌سازی را مشخص کرده و سپس سطوح پاسخ و متغیرهای مستقل را تنظیم کرده و با استفاده از تکنیک بهینه‌سازی عددی، بهترین جواب‌ها به

www.SID.ir

Archive of SID

دست آمد (16). همچنین آنالیز آماری خصوصیات فیزیکی پودر شیر سویا بر پایه طرح آزمایش کاملاً تصادفی در سه تکرار و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح 95 درصد در قالب طرح فاکتوریل با استفاده از نرم‌افزارSPSSانجام گرفت.

3- نتایج و بحث

3-1- بررسی برخی خصوصیات فیزیکی پودر شیر سویا

برخی از خصوصیات فیزیکی و بازسازی نمونه‌های شیر سویا خشک‌شده با میزان متفاوت ماده جامد شیر سویا تهیه شده در جدول 4قابل مشاهده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود میزان ماده جامد شیر سویا بر روی مقادیر دانسیته توده و رطوبت پودر شیر سویا تأثیرمعنی‌دارینداشته است. از طرف دیگر مقادیرزمان خیس شدن و درصد قابلیت پراکندگی به طور معنی‌داری در سطح آماری 5 درصد تحت تأثیر مقدار ماده جامد شیر سویا قرار گرفت و با افزایش غلظت این دو فاکتور بهبود یافت (جدول 4). قابلیت پراکندگی با افزایش غلظت از 1:10 به 1:5، حدود40/6درصد افزایش و همچنین زمان خیس خوردن پودر خشک شده با افزایش غلظت از 1:10 به1:5 به میزان 4 برابر کاهش پیدا کرد (جدول 4).در این پژوهش مشخص شد که پودرهایبه دست آمده از غلظت 1:10 آب به آرد سویا در حین تعیین زمان خیس شدن و میزان پراکندگی در سطح آب تشکیل توده رخ داده در حالی که دو نمونه دیگر تمایل کمتری به تشکیل توده از خود نشان دادند. عنوان شده است که خیس خوردن پودرهای با اندازه ذرات بسیار کوچک[7] به دلیل بالا بودن تنش سطحی دارای قابلیت خیس خوردن و پراکندگی ضعیفی هستند (30)، در نتیجه شاید در حین خشک کردن پاششی نمونه 1:10 مقادیر پودر با اندازه ذرات بسیار کوچک بیشتری نسبت به دو نمونه دیگر داشته است.با در نظر گرفتن نتایج به دست آمده می‌توان نتیجه گرفت که بهترین نسبت آب به آرد سویا در تهیه شیر سویا جهت تولید پودر سویای باکیفیت فیزیکی مناسب از نظر قابلیت پراکندگی و زمان خیس خوردن نسبت 1:5 یا غلظت 20 درصد شیر سویا بود.

جدول 4-برخی خصوصیات فیزیکی پودر شیر سویا

نسبت آب به آرد سویا (آب:آرد)	درصد قابلیت پراکندگی	زمان خیس شدن (S)	درصد رطوبت	دانسیته فله‌ای(g/cm^3)
1:10	65/3±3/1 ^{b}	310/1± 59/5 ^{a}	4/35±0/11^{a}	0/21±0/01^{a}
1:7	2/8± 87/9^{a}	115/1±26/6^{b}	4/22±0/23^{a}	0/21±0/00^{a}
1:5	91/8±2/4^{a}	79/6±12/6^{b}	3/91±0/29^{a}	0/22±0/01^{a}

حروف غیرمشترک در هر ستونبیانگرتفاوتمعنی‌داردرسطح آماری 5%هستند.

[7]Fine powders

www.SID.ir

Archive of SID

3-2- گزینش مدل مناسب و تجزیه مدل برازش یافته

به منظور حصول مدل‌های تجربی برای برازش پیش‌بینی پاسخ، رابطه‌های خطی و چندجمله‌ای درجه دوم بر داده-های به دست آمده از آزمایش‌ها برازش شدند. سپس این مدل‌ها مورد آنالیز آماری قرار گرفتند تا مدل مناسب گزینش شود.از نظر آماری مدلی مناسب است که آزمون عدم برازش[8] آن معنی‌دار نبوده و دارای بالاترین مقدار ضریب تبیین تعدیل شده[9]و ضریب تبیین پیش‌بینی شده[10]باشد. نتایج آزمون عدم برازش و ارزیابی صحت مدل‌های برازش شده در جدول5 آورده شده‌اند. مطابق جدول 5، آزمون عدم برازش مربوط به مدل برازش یافته (چندجمله‌ای درجه دوم) بر پاسخ معنی‌دار نبود. از طرفی مدل چندجمله‌ای درجه دوم به دلیل دارا بودن مقادیر بالای ضریب تبیین[11]، ضریب تبیین تعدیل شده وضریب تبیین پیش‌بینی شده در برازش داده‌ها توان بالایی را نشان دادند.

همان‌طور که در جدول 5 مشاهده می‌شود، معادله‌های درجه دوم تصحیح شده پس از حذف متغییرهای معنی‌دار نشده تعیین شدند کهبه ترتیب برای پذیرش کلی و دوفاز شدگی از نظر آماری معنی‌دار بودند ($P\leq 0.001$). عبارت-های معنی‌دار برای پاسخ پذیرش کلی شامل میزان پودر شیر سویا (X1) و غلظت نوشیدنی (X3) بودند، همچنین عبارت درجه دوم میزان پودر شیر سویا (X1X1) نیز برای پاسخ پذیرش کلی معنی‌دار شد. مطابق با جدول 5 برای پاسخ دو فاز شدگی عبارت‌های میزان پودر شیر سویا (X1) و میزان زانتان (X2)معنی‌دار شدند، علاوه بر این عبارت‌های درجه دوم میزان شیر سویا (X1X1) و میزان زانتان(X2X2) نیز برای پاسخ دوفاز شدگی معنی‌دار بودند. مقدار بالای R^2و متناسب بودن R^2 adjuseted و نهایتاًpredicted R^2 بیانگر قدرت بالای مدل در پیش بینی بود (جدول 5).

جدول 5- نتایج تجزیه واریانس مدل سطح پاسخ درجه دوم برای پاسخ های پذیرش کلی و دوفاز

پاسخ	مدل‌های تصحیح شده با متغیرهای معنی‌دار	R^2	Adj-R^2	Pre-R^2	PRESS	مقدارPمدل	مقدارPعدمبرازش
پذیرش کلی	2/52-0/56X1-0/25X3 -0/25X1X1	0/9752	0/9529	0/7906	22/458	0/0004	0/1936
دوفاز شدکی	-0/25X1X1-0/091X2X2 0/95+7/۲X1+15/۵X2	0/9775	0/9572	0/8445	21/196	0/0001	0/1210

PRESS:predicted residual error sum of squares

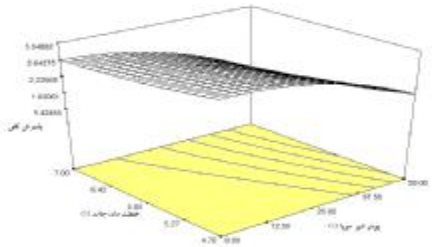
[8]Lack of fit
[9]$R^2_{adjusted}$
[10]$R^2_{predicted}$
[11]R^2

www.SID.ir

Archive of SID

3-3- پذیرش کلی

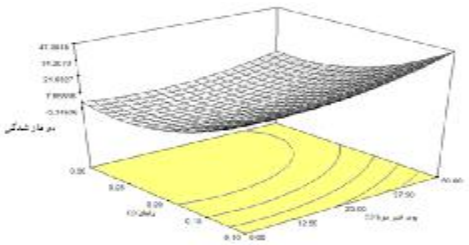
اثر هم‌زمان میزان پودر شیر سویا و غلظت نوشیدنی بر میزان پذیرش کلی در شکل 1 قابل مشاهده است. مطابق با این شکل با افزایش میزان پودر شیر سویا از 0 تا 50 درصد میزان پذیرش کلی فرآورده کاهش می‌یابد. علت این پدید را می‌توان افزایش طعم لوبیایی و نامطلوب شیر سویا دانست. جانسن[12] و همکارن (1981) گزارش کردند که طعم و آرومای شیر سویا در pHطبیعی با افزودن شیر خشک بدون چربی بهبود می‌یابد. همچنین رحمان[13] و همکاران (2007) نیز گزارش کردند که افزودن شیر خشک بدون چربی درصد طعم نامطلوب شیر سویا را کاهش داده و مخلوطی با طعم مطلوب تشکیل می‌دهد. بطور کلی، نتایج بررسی‌ها نشان داد که میزان شیر سویا اثر معنی‌داری بر خصوصیات حسی محصول و میزان پذیرش مصرف کننده دارد و با افزایش میزان شیر سویا میزان پذیرش کلی کاهش می‌یابد. در اینجا می‌توان نتیجه گرفت که افزودن شیر سویا تا 25 درصد بر روی پذیرش کلی مصرف کننده تأثیرمعنی‌دارینداشته و می‌توان تا این میزان در نوشیدنی‌های اسیدی بر پایه شیر از شیر سویا استفاده کرد. همانطور که در شکل 1 مشاهده می‌شود با افزایش غلظت نوشیدنی از 4/7 به 7 درصد پذیرش کلی افزایش پیدا کرد. شایان ذکر است که علی زاده گودرزی و همکاران (1394) افزایش پذیرش کلی را با افزایش غلظت از 10 به 13 درصد در نوشیدنی تخمیری ماست میوه‌ای بر پایه شیر لبنی و شیر سویا گزارش کردند، در حالی که با افزایش بیشتر غلظت نوشیدنی از 13 به 16 درصد، پذیرش کلی کاهش پیدا کرد.



شکل1- اثر همزمان دو متغیر میزان پودر شیر سویا(درصد) و غلظت نوشیدنی (درصد) بر پذیرش کلی

3-4- میزان دو فاز شدگی

تأثیر همزمان میزانصمغ زانتان و میزان پودر شیر سویا در شکل 2 نشان داده شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود میزان دو فاز شدگینمونه‌ها با افزایش میزان درصد پودر شیر سویا افزایش یافت. جدا شدن سرم در محصولات اسیدی شیر به دلیل تجمع و کوآگولهشدن پروتئین کازئین اتفاق می‌افتد. افزایش شیر سویا تا 25 درصد باعث افزایش دو فاز شدگی در نمونه‌ها نشد، در حالی که با افزایش شیر سویا از 25 درصد به 50 درصد مقدار دو فاز شدگی نمونه افزایش یافت. علت این پدیده را می‌توان بهتأثیر منفی پروتئین‌های سویا بر اندازه ذرات رسوبی، ترسیب در pH بالاتر نسبت به نوشیدنی فاقد شیر سویا و همچنین ایجاد خلل و فرج‌های بزرگتر و بیشتر پروتئین‌های سویا در شبکه سه بعدی به دلیل حساسیت این پروتئین‌ها به کلسیم آزادشده موجود در میسل‌های کازئینی نسبت داد(27).همچنین در شکل2 مشاهده می‌شود که با افزایش میزان صمغ زانتان از 0/1 تا 0/3 درصد میزان دوفاز شدگی کاهش می‌یابد. از طرفی بین میزان صمغزانتان 0/2 و 0/3 درصد بر روی میزان دو فاز شدگی اختلاف چندانی مشاهده نشد. لوسی[14] و همکاران (1999) استفاده از پایدار کننده‌ها برای جلوگیری از جدا شدن سرم در چنین محصولاتی را ضروری دانستند. در اینجا نتایج نشان داد که استفاده از 0/2 درصد زانتان می‌تواند مانع ایجاد دو فاز شدگی در نوشیدنی لبنی اسیدی شود.



شکل 2- اثر همزمان دو متغیر میزان شیر سویا (درصد)و میزان زانتان (درصد) بر دوفازشدگی

[12]Johnson
[13]Rehman
[14]Lucey

www.SID.ir

Archive of SID

3-5- بهینه یابی فرمولاسیون مناسب برای بیشترین پذیرش کلی و کمترین میزان دوفازشدگی

یکی از کاربردهای اصلی مدل‌سازیدرروش سطح پاسخ بهینه‌سازیمتغیرهای فرآیند تولید است. بهینه‌سازی به گونه‌ای صورت می‌گیرد که مجموع پاسخ‌هایی که برای صفات مورد نظر به دستمی‌آید بیشترین امتیاز را دریافت نمایند. نقطه بهینه فرآیند تولید با توجه به صفات مورد نظر، 21/9 درصد پودر شیر سویا، 0/2 درصد زانتان و 4/7 درصد غلظت نوشیدنی به دست آمدکه نتایج مقادیر پذیرش کلی و دوفاز شدگی آزمایشات و پیش‌بینی شده در جدول 6 قابل مشاهده است که بیانگر همبستگی بسیار خوب بین نتایج به دست آمده با روش تجربی و مقادیر پیش‌بینی شده با روش آماری است.

جدول 6- مقادیر مشاهده شده و پیش‌بینی شده پذیرش کلی و درصد دوفاز شدگی نوشیدنی اسیدی بر پایه فرمول بهینه

	فرمول بهینه	
پاسخ	مشاهده شده	پیش‌بینی شده
پذیرش کلی	2/91	2/88
دوفاز شدگی (درصد)	0	-0/124

4-نتیجه‌گیری

پایداری و خواص حسی نوشیدنی لبنی اسیدی غنی‌شده با شیر سویا، با افزایش درصد پودر شیر سویای موجود در نوشیدنی و ماده جامد کل تغییر کردند. حضور بیش از 25 درصد شیر سویا در فرمولاسیون نوشیدنی باعث کاهش مقبولیت کلی نوشیدنی گردید. طبق نتایج به دست آمده در این پژوهش پایداری نوشیدنی که فاکتور بسیار مهمی در کیفیت آن به حساب می‌آید، در اثر استفاده بیش از 25 درصد شیر سویا به شدت کاهش یافت. با افزایش درصد صمغ زانتان، پایداری نوشیدنی لبنی اسیدی به طور معنی-داری افزایش یافت. با توجه به نتایج حاصل از طرح آماری روش سطح پاسخ، نمونه‌های تولید شده از 21/9 درصد شیر سویا و 0/2 درصد زانتان و غلظت 4/7 درصد بهترین فرمول برای آزمایش‌ها پیش بینی شدند.در مجموع و با توجه به نتایج حاصل از آزمون‌های فیزیکی و حسی، می‌توان نتیجه گرفت که با جایگزینی شیر سویا می‌توان گام مؤثری در جهت تولید و طراحی گروه جدیدی از نوشیدنی‌ها برداشت. انجام مطالعات و پژوهش‌های بیشتر در جهت بهبود خصوصیات حسی و همچنین بافت محصول و در نهایت پذیرش بیشتر از طرف مصرف کننده یک امر ضروری در توسعه مصرف این محصول بشمار می‌رود که دسترسی به این فاکتور مهم در سطوح مشخصی از شیر سویا و ماده جامد امکان پذیر است. در انتها می‌توان نتیجه گرفت که نوشیدنی لبنی اسیدی حاوی شیر سویا می‌تواند به عنوان یک نوشیدنی مطلوب و نیز به عنوان یک جایگزین مناسب برای نوشیدنی‌های باارزشتغذیه‌ای محدود در صنعت نوشیدنی‌ها مطرح گردد.

5-سپاسگزاری

از معاونت محترم پژوهشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد قوچان به خاطر قبول هزینه‌های انجام این طرح تشکر و قدر دانی می‌نماییم.

6-منابع

1. الوندی، ه. 1389. گزارش وضعیت سویا و فرآورده‌های آن. وزارت صنایع و معادن معاونت امورصنایع و اقتصادی دفترصنایع غیرفلزی.

2. علی زاده گودرزی، ا.، مظاهریتهرانی، م.، پورآذرنگ، ه. 1394. بهینه‌سازی فرمولاسیون تولید نوشیدنی تخمیری ماست میوه‌ای با استفاده از روش سطح پاسخ. نشریه پژوهش‌های علوم و صنایع غذایی ایران. جلد 11، شماره 1، ص 1-12.

www.SID.ir

Archive of SID

3. مظاهری تهرانی، م و یاسمنی فریمانی، ت. 1389. اثرمیزان ماده جامد بر ویژگی‌های نوشیدنی اسیدی تهیه شده ازمخلوط شیرگاو و شیر سویا. نشریه پژوهش‌های علوم وصنایع غذایی، جلد 6، شماره 4، ص 241-246.

4. موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، 1386. دوغ- آیین کار تهیه و تولید. استاندارد ملی ایران، شماره 10528، چاپ اول.

5. یارمند. س، هاشمی روان.م. 1387. کاربرد هیدروکلوئیدها در صنایع غذایی و صنایع دیگر. تهران انتشارات مرز دانش. ص 288.

6. AOAC. 2000. Official methods of analysis (17th ed.). Gaithersburg, MD, USA: Association of Official Analytical Chemists.

7. A/S Niro Atomizer, Copenhagen, Denmark. 1978a. Determination of wettability. In I. H. Sørensen, J. Krag, J. Pisecky, & V. Westergaard (Eds.), Analytical methods for dry milk products (4th ed., pp. 26–27). Copenhagen: De Forenede Trykkerier A/S.

8. A/S Niro Atomizer, Copenhagen, Denmark. 1978b. Determination of dispersibility. In I. H. Sørensen, J. Krag, J. Pisecky, & V. Westergaard (Eds.), Analytical methods for dry milk products (4th ed., pp. 32–33). Copenhagen: De Forenede Trykkerier A/S.

9. A/S Niro Atomizer, Copenhagen, Denmark. 1978c. Determination ofbulk/particle density, content of occluded air and interstitial air. In I. H.Sorenson, J. Krag, J. Pisecky, & V. Westergaard (Eds.), Analyticalmethods for dry milkproducts (4th ed., pp. 52–53). Copenhagen: DeForenede Trykkerier A/S.

10. Boulenguer, P. and Laurent, M.A. 2003. Comparison of the stabilisation mechanism of acid dairy drinks (ADD) induced by pectin and soluble soybean polysaccharide (SSP). In: Voragen, F., Schols, H. and Visser, R., Editors, 2003. Advances in pectin and pectinase research, Kluwer Academic Publishers, The Netherlands, 467–480.

11. Chou, C.C. and Hou, J. W. 2000. Growth of bifidobacteria in soymilk and their survival in the fermentd soymilk drink during storage. International Journal of Food Microbiology, 56: 113-121.

12. De Kruif, C. G., and Tuinier, R. 2001. Polysaccharide protein interaction, Food Hydrocolloids, 15, 555-563

13. El-sayed, E. M., Abd el-gawad, I. A., Murad, H. A., Salah, S. H. 2002. Utilization of laboratory-producted xhantan gum in the manufacture of yogurt and soy yogurt. European Food Research and Technology, 215, 298–304

14. Gonzalez. J. N, Adhikari .K, Sancho-Madriz.M.F. 2011. "Sensory characteristics of peach-flavored yogurt drinkscontaining prebiotics and synbioticsq. Food Science and Technology, 44, 158-163.

15. Hematyar, N., Mohagheghi Samarin, A., Poorazarang, H., Elhamirad, A. H. 2012. Effect of Gums on Yogurt Characteristics. World Applied Sciences Journal, 20 (5), 661-665

16. Joglekar, A. and May, A. 1987. Product excellence through design of experiments, Cereal Foods World, 32, 857-868.

17. Johnson,L.A.,W. J. Hoover and Deyoe, C.W. 1981. Yield and quality of soymilk processed by steam infusion cooking.Journal of Food Science, 46, 239-248.

18. Koksoy, A., Kilic, M. 2003. Effect of water and salt on rheological properties of ayran, a Turkish yogurt drink. International Dairy Journal, 13, 835-839.

19. Koksoy, A., & Kilic, M. 2004. Use of hydrocolloids in textural stabilization of yogurt drink, ayran. Food hydrocolloids, 18(4), 593-600.

20. Li, Jin-wei., dong Ding, Shao, Xiao-lin Ding. 2007. Optimization of the ultrasonically assisted extraction ofpolysaccharides from Zizyphus jujuba cv. Jinsixiaozao.Journal of Food Engineering, 80, 176–183.

21. Lucey, J. A., Tamehana, M., Singh, H., & Munro, P. A. 1999. Stability of model acid beverages: effect of pectin concentration, storage temperature and milk heat treatment. Journal of Texture Studies, 30(3), 305-318.

22. Nakamura, A., Yoshida, R., Meada, H., Corredig, M.2006. The stabilizing behavior of soybean soluble polysccharidesand pectin in acidified milk beverage. International Dairy Journal, 16, 361-369.

23. Nititthamyong, A. 1999. Opportunities for soy/cow milk blends in recombined products. 3rd International symposium on recombined milk and milk product.

24. Pardeshi, I L., Murumkar, R. P., Tayade, P. T. 2014. Optimization of Process for Spray Drying of Soymilk and Sprouted Soybean Milk. Journal of Grain Processing and Storage, 1, 13-2.

www.SID.ir

Archive of SID

24. Penna, A. L. B., Sivieri, K., & Oliviera, M. N. 2001. Relationbetween quality and rheological properties of lactic beverages. Journal of Food Engineering, 49:1, 7–13.

26. Rehman, S.U, Nawaz, H, Ahmad, M. M, Hussain, S. Murtaza, A, Shahid, S, H. 2007. Physico-chemical and Sensory Evaluation of ready to drink soy-cow milk blend.Pakistan Journal of Nutrition,6(3), 283-285.

27. Roesch. R. J. M., Monagle. C., Corredig. M. 2004. Aggregation of soy / milk mixes during acidification. FoodResearch International. 37, 209 - 215.

28. Salomonsen,T. T. S. M., Viereck. N, Ipsen, R., Balling Engelsen, S. 2007. Water mobility in acidified milk drinks studied by low -field H NMR.International Dairy Journal, 17, 294 - 301.

29. Seldmeyer, F., Brack, M., Rademacher, B., Kulozik, U. 2004. Effect of protein and homogenization on the stability of acidified milk drinks. International Dairy Journal, 14, 331-336.

30. Schubert, H. 1993. Instantization of powdered food products. InternationalChemical Engineering, 33, 28–45.

31. Syrbe, A., Baure, W. J. and Klostermeyer, H.1998. Polymer science concepts in dairy systems-An overview of milk protein and food hydrocolloid interaction. International Dairy Journal, 8, 179-193

32. Tholstrup Sejersen, M. S. T., Ipsen, R., Clark. R., Rolin, C., Balling Engelsen, S. 2007. "Zeta potential of pectin - stabilised casein aggregates in acidified milk drinks". International Dairy Journal, 17, 302 - 307.

www.SID.ir