Archive of SID

بررسی اثر شرایط فرآیند بر ویژگی‌های شیمیایی و حسی پنیر فتای فراپالایش شده تولیدی از مخلوط شیر گاو و شیر سویا

محسن قدس روحانی[1]*، سید علی مرتضوی[2]، مصطفی مظاهری تهرانی[3]، سید محمد علی رضوی[4]

1. عضو هیأت علمی(مربی) گروه صنایع غذایی مرکز آموزش عالی شهید هاشمی‌نژاد مشهد ودانشجوی دکترای دانشگاه فردوسی مشهد.
2. عضو هیأت علمی(استاد) گروه صنایع غذایی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد.
3. عضو هیأت علمی(استادیار) گروه صنایع غذایی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد.
4. عضو هیأت علمی(دانشیار) گروه صنایع غذایی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد.

چکیده

دراین تحقیق اثر سه متغیر مقدار شیر سویا (0 تا 25%) ، مقدار کلرورکلسیم (0/3 تا 1%) و دمای انعقاد (30 تا 40˚C) بر خصوصیات حسی (طعم وبافت) و شیمیایی (درصد کل مواد جامد، درصد پروتئین و درصد چربی) پنیر فتای فراپالایش شده تولید شده ازمخلوط شیر گاو و شیرسویا بررسی شد. نتایج در قالب طرح مرکب مرکزی (CCD) بررسی و به روش سطح پاسخ (RSM) مدل‌سازی و تجزیه وتحلیل شد. ضریب تبیین برای مدل‌های رگرسیون برازش شده طعم ، بافت، درصد کل مواد جامد، درصد پروتئین و درصد چربی به ترتیب 0/965، 0/918، 0/924، 0/999 و 0/841 بود، ضمن اینکه فاکتور عدم برازش برای مدل تمامی صفات در سطح 95% معنی‌دار نبود. بنابراین صحت مدل برای برازش اطلاعات تأیید گردید. با توجه به نتایج به دست آمده ، نقطه بهینهٔ متغیرهای تولید برای دست یافتن به پنیری که حتی الامکان بیشترین مجموع امتیاز طعم، بافت، درصد مواد جامد، درصد پروتئین و درصد چربی را داشته باشد، 15% شیر سویا، 0/3% کلرورکلسیم و دمای انعقاد38˚C می‌باشد. چنین محصولی دارای نمره طعم 3/9، نمره بافت 4/72، کل مواد جامد 35/13% ، پروتئین 13/45% و چربی 14/05% است.

کلیدواژگان: شیر سویا، ناتراوه (رتنتیت)، کلرورکلسیم، بهینه‌سازی، سطح پاسخ.

1- مقدمه

اگرچه شیر و فرآورده‌های آن منبع غنی تأمین پروتئین، کالری، املاح و بعضی از ویتامین های مورد نیاز بدن می باشند ولی افزایش روز افزون تقاضا برای شیر باعث کمبود و افزایش قیمت آن شده است. از طرف دیگر شیر سویا به عنوان یک نوشیدنی مغذی- اقتصادی توجه خاصی را برای غلبه برمشکل کمبود شیر در کشورهای در حال توسعه به خود اختصاص داده است،به گونه ای که علاوه بر استفاده مستقل،به عنوان مکمل شیر گاو در تولید فرآورده های لبنی نیز از آن استفاده می شود. شیر سویا دارای مقدار قابل توجهی پروتئین و چربی غیر اشباع بوده و بعلاوه به علت نداشتن

* مسئول مکاتبات:Qhods@yahoo.com

www.SID.ir

Archive of SID

کلسترول و لاکتوز از ارزش تغذیه‌ای خاصی برخوردارمی‌باشد. ضمن اینکه کیفیت پروتئین‌های سویا نیزدر بین پروتئین‌های گیاهی منحصر به فرد می‌باشد. بنابراین جایگزینی بخشی از شیر گاو با شیر سویا درفرآیند تولید پنیر هم از نظر اقتصادی و هم ازنظر تغذیه‌ای مناسب به نظر می‌رسد [1،2،3].اما باید توجه داشت که استفاده از شیر سویا در جایگزینی شیرگاواز نظر تکنولوژیکی با محدودیت هایی مواجه می‌باشد. شیر سویا علاوه برتأثیری که بر خصوصیات حسی پنیر می‌گذارد، برفرآیند انعقاد آنزیمی پروتئین‌های شیر نیز اثر منفی دارد [1] .بر خلاف شیرگاو ، شیر سویا توسط رنین منعقد نمی‌شود و بهترین ماده منعقدکننده آن نمک‌های کلسیم و منیزیوم هستند[4].ضمن اینکه حضور مواد جامد شیر سویا مانع فعالیت آنزیم رنین نیز می گردد[1،5،6] . افزودن شیر سویا انعقاد آنزیمی را به تأخیر می‌اندازد و سختی دلمه را کم می‌کند . علت این امر اثر بازدارندگی مواد جامد شیر سویا است. ضمن اینکه عمده پروتئین‌های سویا از نوع گلوبولین بوده ودارای گروه سولفیدریل آزاد هستند. بنابراین احتمال واکنش متقابل بین پروتئین‌های شیر سویا و کازئین وجود دارد که این خود بر انعقاد آنزیمی کازئین‌های شیر اثر منفی دارد[1]. نظیر این امر در خصوص واکنش بین کازئین و پروتئین‌های سرمی دناتوره شده نیز در تولید پنیر دیده می‌شود[7]. میناکشی و همکاران (1995) از مخلوط شیرگاو و شیر سویا برای تولید پنیرچدار استفاده نمودند.آنها از رنت میکروبی برای انعقاد بهره گرفته و خصوصیات حسی محصول را در طی دوره رسیدن مورد ارزیابی قرار دادند[8]. سینگ و همکاران (1996) از مخلوط شیرگاو و شیر سویا برای تولید پنیر چدار استفاده نمودند.آن ها از رنت میکروبی برای انعقاد بهره گرفته و خصوصیات بافتی محصول را در طی دوره رسیدن مورد ارزیابی قرار دادند [9]. سینگهان و همکاران (2002) روشی را برای استفاده از پروتئین سویای هیدرولیز شده درتولید پنیر ارایه دادند . آن ها از رنت به همراه استارتر و کلرورکلسیم برای انعقاد شیر استفاده نموده و پروتئین سویا را نیز قبل از استفاده، توسط آنزیم هیدرولیز کردند . به گفته آن ها در صورت عدم هیدرولیز ، پروتئین سویا مزاحم انعقاد شده و مانع تشکیل پنیر می شود . ولی پروتئین سویای هیدرولیز شده مشکل خاصی برای انعقاد ایجاد نکرده و در اثر تشکیل کمپلکس با کازیین وارد دلمه می شود[5]. گاتمولر و همکاران (2002) روشی را برای استفاده از مقادیر مختلف ایزوله پروتئین سویا در تولید پنیر اسیدی ارائه دادند .انعقاد توسط انواع اسیدهای خوراکی صورت گرفته و pH ایزوله مورد استفاده بین 4/5 تا 6/5 متغیر بود. نمونه ها از نظر طعم و بافت مورد ارزیابی و مقایسه قرارگرفتند [10]. باردرز و همکاران (2002) روشی برای استفاده از ایزوله پروتئین سویا در ساخت پنیر تازه نارس ارایه نمودند .آن ها از رنت به همراه کلریدکلسیم برای انعقاد استفاده نمودند. همچنین به بعضی از نمونه ها ترکیبات سفیدکننده جهت بهبود رنگ و آنزیم ترانس گلوتامیناز جهت بهبود بافت اضافه نمودند . آنزیم مذکور بین پروتئین های شیر و ایزوله سویا پیوند عرضی ایجاد می کند[6]. اکازاکی و همکاران (2002) برای غنی سازی پنیر از ایزوله پروتئین سویا و یا 7- اس – گلوبولین بهره گرفتند .روش انعقاد استفاده از رنت به همراه استارتر بود و نمونه ها از نظر ویژگی های بافتی مورد ارزیابی قرار گرفتند [11]. لیندستروم و همکاران (2006) روشی را برای اختلاط امولسیون حاوی پروتئین سویا و افزودنی های لبنی با پنیر معمولی به منظور تولید پنیر پروسس ارایه نمودند .منبع تامین پروتئین سویا ایزوله و یا کنسانتره بود که به همراه افزودنی های مختلف پس از طی مراحل لازم به صورت امولسیون درآمده و سپس در دیگ پخت به پنیر معمولی اضافه می‌شد تا با کمک نمک‌های امولسیون‌کننده به پنیر پروسس تبدیل شود [12]. چن و همکاران (2006) روشی‌را برای تولید پنیر پروسس با استفاده از پروتئین سویا،

www.SID.ir

Archive of SID

افزودنی‌های لبنی و پنیر معمولی بدون امولسیون سازی اولیه ارایه دادند [13].

همان طور که ملاحظه می گردد متاسفانه در خصوص استفاده از پروتئین سویا در تولید پنیر تحقیقات کمی صورت گرفته است که آن ها نیزاز نظرروش تولید پنیر و یا نوع پنیر انتخابی با آنچه در ایران تولید می شود کاملا متفاوت می باشند و عملا هیچ گونه سابقه قبلی برای این طرح در داخل و خارج کشور وجود نداردبنا بر این با توجه به اینکه عمده پنیر تولیدی در ایران پنیر فتای فراپالایش شده می باشد، لازم است در صورتی که کارخانجات فرآورده های لبنی مایل به استفاده از شیر سویا و یا هر شکلی از پروتیین سویا در تولید پنیر باشند،به طور خاص بر روی این پنیرتحقیقات انجام شود،چرا که حساسیت خاص پنیر از نظر تکنولوژیکی، مانع از تامیم نتایج انجام شده روی یک نوع پنیر به سایر انواع پنیر می شود.این تحقیق درواقع در راستای پاسخگویی به این نیاز صورت گرفت.

2ـ مواد و روش‌ها

در این تحقیق از مخلوط شیرسویا و شیرگاو برای تولید پنیر فتای فراپالایش شده استفاده شد. بدین ترتیب که درصدهای مختلف شیرسویا جایگزین ناتراوه (رتنتیت) مورد استفاده درتولید پنیر فتای فراپالایش شده گردید. به عنوان ماده منعقدکننده به طور همزمان از رنت برای انعقاد پروتئین‌های شیرگاو و کلرورکلسیم برای انعقاد پروتئین‌های شیر سویا استفاده شد. سپس با توجه به صفات حسی و شیمیایی اندازه‌گیری شده، شرایط بهینهٔ فرایند با استفاده از روش سطح پاسخ اندازه‌گیری شد.

2-1- تهیه مواداولیه

شیرسویای پاستوریزه از شرکت صنایع پروتئینی توس سویا (مشهدـ ایران) تهیه گردید. ترکیب شیر سویا به طور متوسط عبارت بود از:کل مواد جامد12/32%، پروتئین 5/33%، چربی 3%،رتنتیت پاستوریزه(شیر تغلیظ شده به دست آمده از روش فرا پالایش) از کارخانه فرآورده‌های لبنی پگاه مشهد (مشهدایران) تهیه گردید. ترکیب رتنتیت به طور متوسط عبارت بود از:کل مواد جامد34/73%، پروتئین 14/5%، چربی15/92%. کلرورکلسیم درجه خوراکی از شرکت کمیرا سوئد ،رنت نوع Fromase 2200 TL Granulate ازشرکت دی.اس.ام استرالیا، استار ترنوع Delvo MT54Y DSL ازشرکت دی.اس.ام استرالیا(حاوی باکتری های استرپتوکوکوس ترموفیلوس ولاکتوکوکوس لاکتیس زیرگونه کرموریس ویا لاکتیس).

2-2- تولید پنیر

پنیر مشابه فرایند متداول درکارخانه فرآورده‌های لبنی پگاه مشهددر مقیاس آزمایشگاهی تولید گردید. برای هر نوبت تولید از چهار کیلوگرم رتنتیت (و یا چهارکیلوگرم مخلوط رتنتیت و شیرسویا به مقدار مورد نیاز) استفاده شد. ابتدا مقادیر مورد نیاز از رتنتیت پاستوریزه و شیرسویای پاستوریزه برداشته شده و پس از رساندن دمای مخلوط به دمای موردنیاز ،مقدار مورد نیاز از کلرورکلسیم به آن افزوده شد. سپس استارتر و رنت به مخلوط اضافه شده و در ظروف صدگرمی پرشده و در انکوباتور در دمای مورد نیاز نگهداری شد تا دلمه تشکیل گردد. پس از تکمیل انعقاد ، به مقدار 3 گرم به هر ظرف نمک اضافه شده و پس از دربندی، به مدت زمان24 ساعت گرمخانه گذاری (25 تا 27°C) و سپس تا 72 ساعت در سردخانه (7°C) نگهداری گردید. کلیه آزمایشات شیمیایی و حسی پس از 72 ساعت بر روی نمونه‌های پنیر انجام شد.

2-3- روش های انجام آزمایشات

کل موادجامد به روش وزنی(AOAC،1995)، پروتئین کل به روش میکروکلدال (AOAC، 1995) و چربی به روش ژربر (AOAC،1995) اندازه‌گیری شد [14]. ارزیابی حسی با استفاده از آزمون چشایی[1] به روش هدونیک[2] به صورت آزمون پنج نقطه‌ای (ازخیلی بد : 1، تا خیلی خوب:5) انجام شد [4،15]. تعداد داوران 6 نفر

1. Taste panel
2. Hedonic

www.SID.ir

Archive of SID

جدول 2 سطوح کدبندی شده و واقعی متغیرهای مستقل و مقادیر متغیرهای پاسخ

تیمار	سطوح کدبندی شده			سطوح واقعی			پاسخ			
	X_1	X_2	X_3	شیر سویا(%)	کلرورکلسیم(%)	دما(c°)	نمره طعم	نمره بافت	کل مواد جامد (%)	پروتئین* (%)	چربی* (%)
1	1	1	1	25	1	40	2/52	4/13	33/2	11/5	13/25
2	1	1	-1	25	1	30	2/97	4/5	32/4	12/56	13/5
3	1	-1	1	25	0/3	40	3/65	4/33	33/6	13/3	12/75
4	1	-1	-1	25	0/3	30	3/73	4/12	33	12/68	13
5	-1	1	1	0	1	40	3/18	3/93	38/8	13/8	16/5
6	-1	1	-1	0	1	30	3/1	3/96	39/6	14/2	16/5
7	-1	-1	1	0	0/3	40	3/55	4/65	37/2	14/5	14/5
8	-1	-1	-1	0	0/3	30	4	4/75	37/6	13/6	15
9	1	0	0	25	0/65	35	2/97	2/88	32/2	12/47	13/5
10	-1	0	0	0	0/65	35	3/3	4/53	39/8	14/04	18
11	0	1	0	12/5	1	35	3/26	4/55	36	12/34	16
12	0	-1	0	12/5	0/3	35	3/65	4/3	36/6	13/26	15/75
13	0	0	1	12/5	0/65	40	3/97	4/75	36/6	13/4	13/75
14	0	0	-1	12/5	0/65	30	3/38	4/65	35	14/18	13/5
15	0	0	0	12/5	0/65	35	3/3	4/38	36/2	14/01	15
16	0	0	0	12/5	0/65	35	3/33	4/17	35/8	14/18	14/5
17	0	0	0	12/5	0/65	35	3/55	4/62	35/6	14/20	14/5
18	0	0	0	12/5	0/65	35	3/58	4/58	35/4	12/33	15/5
19	0	0	0	12/5	0/65	35	3/38	4/75	34/6	13/78	14/5
20	0	0	0	12/5	0/65	35	3/32	4/68	35	12/7	13/5
21	0	0	0	12/5	0/65	35	3/43	4/32	36/6	13/84	15/5

* اعداد بر مبنای وزن مرطوب (درصد در کل پنیر) است

بود که از بین متخصصان شاغل دربخش تولید و کنترل کیفیت کارخانه فرآورده‌های لبنی پگاه مشهد انتخاب شده بودند. داوران نمونه‌ها را از نظر طعم و بافت مورد ارزیابی قرار دادند.

2-4- طرح آزمایش و آنالیز آماری

تیمارهای تولید به روش کاملاً تصادفی در قالب طرح مرکب مرکزی (CCD[3]) با هفت تکرار در نقطه مرکزی برای سه متغیر و درسه سطح انجام شدند به صورتی که تعداد کل تیمارها 21 تیمار شد(جداول 1و2).

3. Central Composite Design

www.SID.ir

Archive of SID

نتایج پژوهش با استفاده از نرم‌افزار آماری :
Design – Expert (version 6.0.4)
به روش سطح پاسخ (R.S.M)[4] آنالیز شد و هر یک از متغیرهای پاسخ (طعم، بافت، درصد کل مواد جامد،درصد پروتئین و درصد چربی) در قالب مدل رگرسیون چند جمله‌ای زیر به صورت تابعی از متغیرهای مستقل ارائه شدند:

$$Y=K+AX_1+ BX_2+ CX_3+ A_2X_{12}+ B_2X_{22}+ C_2X_{32}+ ABX_1X_2+ ACX_1X_3 +BCX_2X_3 +A_2BX_{12}X_2 + A_2CX_{12}X_3 + AB_2X_1X_{22} + ABCX_1X_2X_3$$

که درآن Y عبارت است از متغیر تابع یا پاسخ ، X_2,X_1 و X_3 سطوح کدبندی شده متغیرهای مستقل،k مقدار ثابت (مقدار پاسخ درحالتی که متغیرهای مستقل درنقطه مرکزی یعنی صفر قرار دارند) ، C,B,A اثرات خطی، B_2,A_2 و C_2 اثرات درجه دوم و سایرضرایب اثرات متقابل می‌باشند . با استفاده از جدول آنالیز واریانس (ANOVA) معنی‌دار بودن اثرات خطی، درجه دوم و متقابل ضرایب مدل رگرسیون برای هرپاسخ در سطوح 0/05،0/01و 0/001 بررسی گردید.

جدول1 . متغیرهای مستقل درفرآیند تولید پنیر از مخلوط شیرگاو و شیر سویا و سطوح آنها

متغیر	نماد	سطوح کدبندی شده متغیر		
		+1	0	-1
نسبت شیر سویا (درصد)	X_1	25	12/5	0
مقدار کلرورکلسیم (درصد)	X_2	1	0/65	0/3
دمای انعقاد (°C)	X_3	40	35	30

3ـ نتایج و بحث

3-1- مدل‌سازی

ضرایب مدل رگرسیون ونتایج آنالیزواریانس برای هر یک ازمتغیرهای تابع در جدول (3) آمده است . برای بررسی صحت مدل از ضریب تبیین[5] (R^2) و تست عدم برازش[6] استفاده گردید. ضریب تبیین عبارت است ازنسبت مجموع مربعات تشریح شده به مجموع مربعات کل و مقدار عددی آن بین صفر و یک تغییرمی‌کند .R^2 مساوی یک یعنی مدل همه داده‌های آزمایشی را برآورد می‌کند و R^2 مساوی صفر یعنی این که برآورد مدل کاملاً اشتباه است. برای آن که یک مدل توانایی خوبی برای برازش اطلاعات داشته باشد لازم است که R^2 بالای 0/8 باشد [16].در این تحقیق مقادیر ضریب تبیین برای طعم ، بافت، کل مواد جامد، پروتئین و چربی به ترتیب 0/965، 0/918، 0/924، 0/999 ، 0/841 بود (جدول 3) . از طرف دیگرمعنی‌دار بودن عدم برازش برای یک مدل بیانگر این است که نقاط به خوبی اطراف مدل قرارنگرفته و درنتیجه نمی‌توان از مدل برای پیش‌گویی مقادیر متغیرهای تابع استفاده نمود [16]. همانطور که در جدول (3) نشان داده شده است عدم برازش برای کلیه صفات اندازه‌گیری شده در سطح اطمینان 95% معنی‌دار نمی‌باشد. بنابراین بالابودن ضریب تبیین و معنی‌دار نبودن عدم برازش برای تمامی پاسخ‌ها صحت مدل را برای برازش اطلاعات تأیید می‌کند.

برای مشاهده بهتر اثر متغیرهای مستقل بر روی صفات مورد آزمایش ، نمودارهای سطح پاسخ[7] برای هر صفت رسم گردید. در هر نمودار اثر دو متغیر در حالتی که متغیر سوم در نقطه مرکزی (Xi=0) قرار دارد بررسی گردیده است(شکل های 1تا5).

3-2- اثر متغیرهابر طعم

نتایج جدول(3) نشان می‌دهدکه اثر خطی کلرورکلسیم و دما بر روی طعم مشابه بوده ودر سطح 0/001 معنی‌دار می‌باشد اما اثر خطی شیر سویا بر روی طعم معنی‌دار نمی‌باشد. اثر درجه دوم هر سه تغیر بر روی طعم معنی‌دار می‌باشد ($p \le 0/001$) . همچنین نتایج نشانگر

4. Response Surface Methodology
5. Coefficient of determination
6. Lack of fit test
7. Response surface

www.SID.ir

Archive of SID

جدول 3 ضرایب مدل رگرسیون ونتایج آنالیز واریانس برای متغیرهای پاسخ

منبع	طعم		بافت		کل مواد جامد		پروتئین		چربی	
	ضرایب	مجموع مربعات	ضرایب	مجموع مربعات	ضرایب	مجموع مربعات	ضرایب	مجموع مربعات	ضرایب	مجموع مربعات
مدل	$3/43^{***}$	2/25	$4/42^{*}$	3/22	$35/76^{***}$	87/08	$13/5^{***}$	9/84	$14/9^{**}$	31/32
A	$-0/16^{ns}$	0/054	$-0/82^{***}$	1/36	$-2/88^{***}$	82/94	$-0/78^{***}$	6/1	$-1/45^{***}$	21/03
B	$-0/2^{***}$	0/37	$0/12^{**}$	1/09	$0/18^{ns}$	0/32	$-0/27^{***}$	0/72	$0/47^{ns}$	2/26
C	$0/3^{***}$	0/37	$0/05^{**}$	1/09	$0/2^{ns}$	0/4	$0/077^{***}$	0/059	$0/075^{ns}$	0/056
A_2	$-0/31^{***}$	0/64	$-0/62^{***}$	2/15	$-0/029^{ns}$	0/0023	$-0/12^{***}$	0/042	$0/52^{ns}$	0/74
B_2	$0/0057^{***}$	0/37	$0/099^{**}$	1/11	$0/27^{ns}$	0/2	$-0/58^{***}$	0/94	$0/64^{ns}$	1/14
C_2	$0/23^{***}$	0/51	$0/37^{***}$	1/47	$_0/23^{ns}$	0/15	$0/43^{***}$	0/5	$-1/61^{**}$	7/14
AB	$-0/077^{***}$	0/42	$0/21^{***}$	1/44	$-0/55^{ns}$	2/42	$-0/2^{***}$	0/33	$-0/31^{ns}$	0/78
AC	$0/02^{***}$	0/37	$-/0037^{**}$	1/09	$0/3^{ns}$	0/72	$0/11^{***}$	0/1	$0/000^{ns}$	0/000
BC	$0/02^{***}$	0/37	$-0/064^{**}$	1/12	$-0/05^{ns}$	0/02	$-0/39^{***}$	1/2	$0/063^{ns}$	0/031
A_2B	$-0/2^{***}$	0/43	$-0/29^{***}$	1/22	—-	——	——	——	——	—
A_2C	$-0/41^{***}$	0/43	$-0/086^{***}$	1/22	——	——	——	——	——	—
AB_2	$0/045^{***}$	0/43	$0/80^{***}$	1/22	——	——	——	——	—	—
ABC	$-0/11^{***}$	0/43	$-0/081^{***}$	1/22	——	——	——	——	——	—
عدم برازش	—	$0/0047^{ns}$	——	$0/078^{ns}$	——	$4/33^{ns}$	—	$0/0055^{ns}$	——	$2/99^{ns}$
ضریب تبیین (R^2)	0/9652	———	0/918	——	0/9243	——	0/999	——	0/8411	——

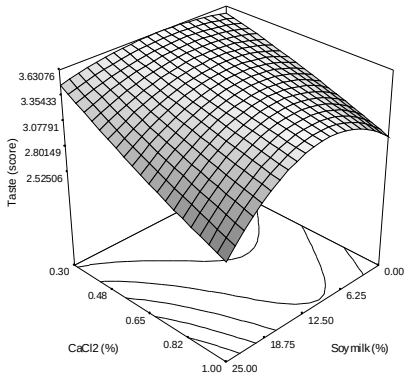
*معنی‌دار در سطح 0/05، ** معنی‌دار درسطح 0/ 01 ،
*** معنی‌دار در سطح 0/001

ns :غیر معنی دار

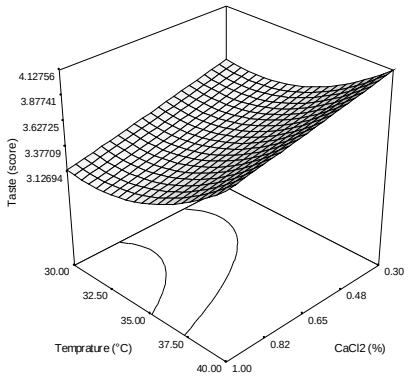
معنی‌دار بودن کلیه اثرات متقابل درسطح 0/001 می‌باشد. شکل (1.الف) تأثیر شیر سویا و کلرورکلسیم را بر روی طعم در شرایطی که دما درنقطه مرکزی (35˚C) ثابت نگه داشته شده و شکل (1.ب) تأثیر تأثیر کلرورکلسیم و دما را بر روی طعم درشرایطی که شیر سویا در نقطه مرکزی (12/5%)ثابت نگه داشته شده است،نشان می دهدن می دهد.همانطور که در شکل (1.الف) مشاهده می‌شود در هر دوی مقادیر کم (0%) و بالای شیر سویا (25%) با افزایش مقدار کلرورکلسیم طعم کاهش می‌یابد که البته این اثر در مقادیر بالای شیر سویا مشهودتر می‌باشد. همچنین شکل (1.الف) نشان می‌دهد که با افزایش مقدار شیر سویا تا حدود 12/5% امتیاز طعم افزایش یافته ولی بعد از آن کاهش می‌یابد که این کاهش در مقادیر بالای کلرورکلسیم (1%) بسیار مشهودتر می‌باشد به طوریکه پائین‌ترین امتیاز طعم در این شکل به مقادیر 25% شیر سویا و 1% کلرورکلسیم تعلق می‌گیرد. شکل (1.ب) بیانگر این است که در هر دوی دمای پائین (30˚C) و بالای انعقاد (40˚C) با افزایش مقدار کلرورکلسیم ، طعم به طور مشخصی کاهش می‌یابد. همچنین به صورت یک روند عمومی با افزایش دما، طعم کمی کاهش یافته و سپس افزایش می یابد.

www.SID.ir

Archive of SID



(الف)



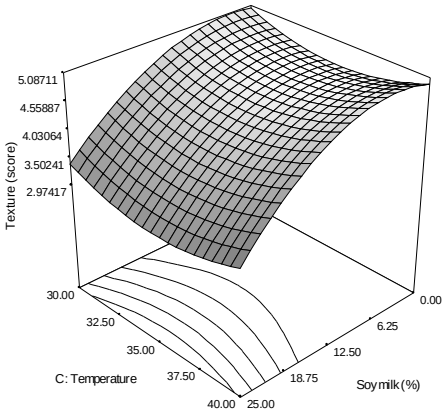
(ب)

شکل 1. نمودار سطح پاسخ تأثیر متغیرها بر طعم پنیر

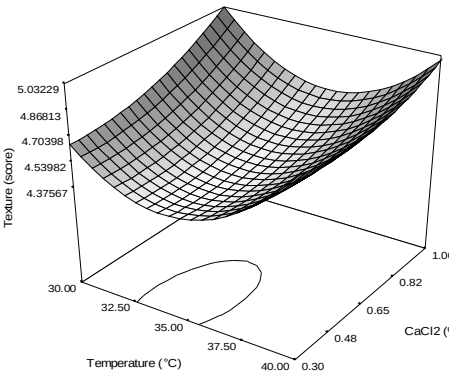
3-3- اثرمتغیرها بر بافت

نتایج جدول (3) نشان می‌دهد که اثر خطی کلرورکلسیم و دما بر روی بافت مشابه بوده و در سطح 0/01 معنی‌دار می‌باشد ولی اثر خطی شیر سویا در سطح 0/001 معنی‌دار است. از بین اثرات درجه دوم نیز اثر درجه دوم شیر سویا و دما در سطح 0/001 ولی کلرورکلسیم فقط درسطح 0/01 معنی‌دار می‌باشد. از بین اثرات متقابل ، اثر متقابل شیر سویا و دما و کلرورکلسیم و دما در سطح 0/01 وسایر اثرات در سطح 0/001 معنی‌دار هستند.

شکل (2.الف) تأثیر شیر سویا و دما را بر روی بافت درشرایطی که کلرورکلسیم در نقطه مرکزی (0/65%) وشکل (2.ب) تأثیر کلرورکلسیم و دما را بر روی بافت درشرایطی که شیر سویا در نقطه مرکزی (12/5%) ثابت نگه داشته شده است ، نشان می‌دهد . همانطور که در شکل (2.الف) ملاحظه می‌گردد درهر دوی دمای پائین (30˚C) و بالای انعقاد(40˚C) با افزایش شیر سویا امتیاز بافت به طور مشخصی کاهش می‌یابد. همچنین این شکل بیانگر یک کاهش تدریجی در امتیاز بافت با افزایش دمای انعقاد می‌باشد. شکل (2.ب) نیز نشان می‌دهد که در هر دوی دمای پائین (30˚C) و بالای انعقاد (40˚C) با افزایش کلرورکلسیم امتیاز بافت افزایش می‌یابد. همچنین ملاحظه می‌شود که در هر دوی غلظت کم (0/3%) و بالای کلرورکلسیم (1%) با افزایش دما تا حدود 35˚C امتیاز بافت کاهش یافته و سپس افزایش می‌یابد.



(الف)



(ب)

شکل 2 نمودار سطح پاسخ تأثیر متغیرها بر بافت پنیر

www.SID.ir

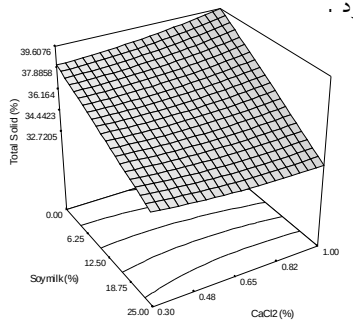
Archive of SID

3-4- اثر متغیرها بر کل مواد جامد

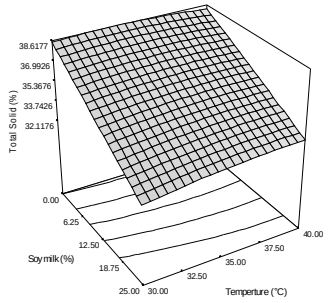
نتایج جدول (3) نشان می‌دهد که اثر خطی شیر سویا بر روی کل مواد جامد معنی‌دار بوده ($p \leq 0/001$) ولی اثرات خطی کلرورکلسیم و دما معنی‌دار نمی‌باشد. از بین اثرات درجه دوم واثرات متقابل نیزهیچ کدام معنی‌دار نمی باشند. شکل (3.الف) اثر کلرورکلسیم و شیر سویا را بر کل مواد جامد درشرایطی که دما در نقطه مرکزی ($35^{\circ}C$) و شکل (3.ب) اثردما و شیر سویا را بر کل مواد جامد در شرایطی کلرورکلسیم در نقطه مرکزی (0/65%) ثابت نگه داشته شده است نشان می‌دهد.

شکل (3.الف) بیانگر این است که در تمامی مقادیر کلرورکلسیم با افزایش شیر سویا مقدار کل مواد جامد به طور مشخصی کاهش می‌یابد.

همچنین در مقادیر زیاد شیر سویا (25%) افزایش مقدار کلرورکلسیم تأثیر خاصی بر کل مواد جامد ندارد ولی درمقادیر کم شیر سویا (0%) با افزایش کلرورکلسیم ، کل مواد جامد کمی افزایش می‌یابد به طوریکه بیشترین مواد جامد در این شکل در نقطه صفر درصد شیر سویا و 1% کلرورکلسیم مشاهده می‌شود .



(الف)



(ب)

شکل 3 نمودار سطح پاسخ تأثیر متغیرها بر درصد کل مواد جامد پنیر

شکل (3.ب) نیز بیانگر این مطلب است که در تمامی مقادیر دمای انعقاد با افزایش مقدار شیرسویا کل مواد جامد به طور مشخصی کاهش می‌یابد که این تأثیر درمقادیر کم دما ($30^{\circ}C$) اندکی مشهودتر است. همچنین در مقادیر بالای شیر سویا (25%) با افزایش دما کل مواد جامد کمی افزایش می‌یابد ولی در مقادیر کم شیر سویا (0%)افزایش دما تأثیری در کل مواد جامد ندارد.

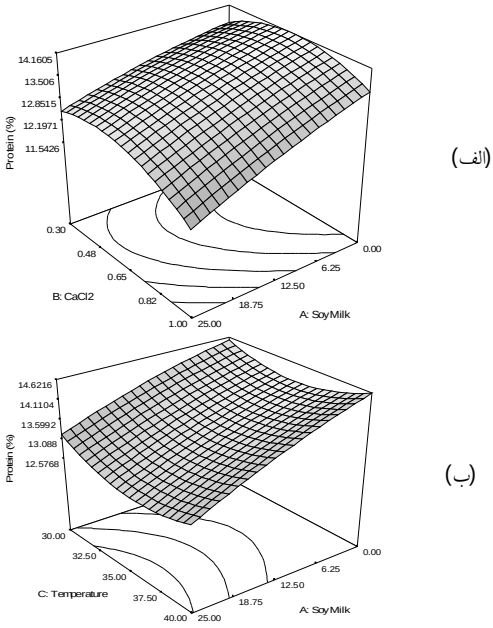
3-5- اثرمتغییر ها بر پروتئین

نتایج جدول (3) نشان می‌دهدکه اثرات خطی شیرسویا، کلرورکلسیم و دما بر روی پروتئین مشابه بوده و در سطح 0/001 معنی‌دار می‌باشد. همچنین اثرات درجه دوم و اثرات متقابل همگی درسطح 0/001 معنی‌دار شده‌اند. شکل (4.الف) تأثیر شیر سویا و کلرورکلسیم را بر روی درصد پروتئین در شرایطی که دما در نقطه مرکزی ($35^{\circ}C$) و شکل (4.ب)تأثیر شیرسویا و دما را بر روی درصد پروتئین در شرایطی که کلرورکلسیم در نقطه مرکزی(0/65%) ثابت نگه داشته شده است ،نشان می‌دهد. همانطور که در شکل (4.الف) ملاحظه می گردد درهر دوی مقادیر بالا (1%) و پائین کلرورکلسیم (0/3%) با افزایش شیر سویا مقدار پروتئین کاهش می‌یابد که این تأثیر درمقادیر بالای کلرورکلسیم مشهودتر می‌باشد بطوری که کمترین مقدار پروتئین در این شکل مربوط به 1% کلرورکلسیم و 25% شیر سویا می‌باشد. همچنین به صورت یک روند عمومی با افزایش کلرورکلسیم تا حدود 0/65% پروتئین کمی افزایش داشته و پس از آن کاهش می یابد که این کاهش در مقادیر بالای شیر سویا(25%) تا حدی مشهودتر است .

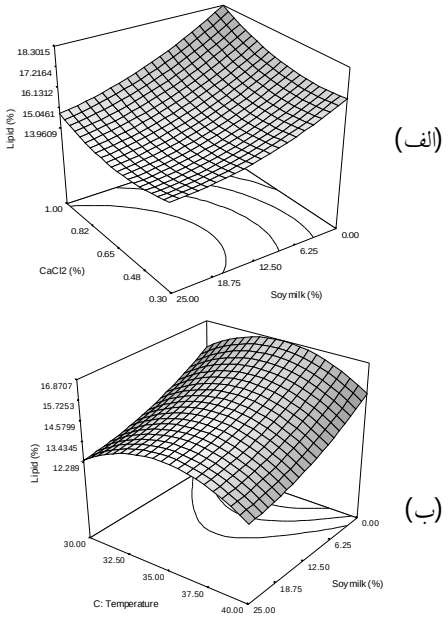
شکل (4.ب) نیز بیانگر این مطلب است که در هر دوی مقادیر پائین ($30^{\circ}C$) و بالای دمای انعقاد ($40^{\circ}C$) افزایش شیرسویا باعث کاهش مقدار پروتئین می‌شود که این اثر در دماهای بالاتر مشهودتر است. همچنین به صورت یک روند عمومی افزایش دما تا حدود $35^{\circ}C$ باعث کاهش پروتئین و پس ازآن افزایش پروتئین می‌شود.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل 4 نمودار سطح پاسخ تأثیر متغیرها بر درصد پروتئین پنیر



شکل5 نمودار سطح پاسخ تأثیر متغیرها بر درصد چربی پنیر

3-6- اثر متغییرها برچربی

نتایج جدول (3) نشان می‌دهد که اثر خطی شیر سویا بر روی مقدار چربی در سطح 0/001 معنی‌دار بوده درصورتی که اثر خطی کلرورکلسیم و دما هیچ کدام معنی‌دار نیستند. از بین اثرات درجه دوم اثر دما معنی‌دار بوده ($p \leq 0/01$) ولی اثرات شیرسویا و کلرورکلسیم معنی‌دار نیستند. اثرات متقابل نیز هیچ کدام معنی‌دار نبودند. شکل (5.الف) تأثیر شیر سویا و کلرورکلسیم را بر روی درصد چربی در شرایطی که دما در نقطه مرکزی (35˚C) و شکل (5.ب) تأثیر شیر سویا ودما را بر روی درصد چربی در شرایطی که کلرورکلسیم در نقطه مرکزی (0/65%) ثابت نگه داشته شده است نشان می‌دهد. همانطور که در شکل (5.الف) ملاحظه می‌شود درهر دوی مقادیر پائین (0/3%) و بالای کلرورکلسیم (1%) با افزایش شیر سویا، در صد چربی کاهش می‌یابد. همچنین به صورت یک روند عمومی افزایش کلرورکلسیم با افزایش تدریجی درصد چربی همراه می‌باشد به طوری که بیشترین مقدار چربی دراین شکل به صفر درصد شیرسویا و 1% کلرورکلسیم اختصاص می‌یابد.

شکل (5.ب) نیز بیانگر این مطلب است که درهردوی مقادیر بالا (40˚C) و پائین دمای انعقاد (30˚C) افزایش شیرسویا باعث کاهش درصد چربی می‌شود همچنین به صورت یک روند عمومی افزایش دمای انعقاد تا حدود 35˚C باعث افزایش درصد چربی و پس از آن کاهش درصد چربی می‌شود.

4- تعیین نقاط بهینه فرآیند تولید

یکی از کاربردهای اصلی روش سطح پاسخ ،بهینه‌سازی[8] متغیرهای فرآیند تولید می‌باشد. بهینه‌سازی متغیرها به گونه‌ای صورت می‌گیرد که مجموع پاسخ‌ها بیشترین امتیاز ممکن را دریافت نمایند. در این تحقیق یافتن درصد شیرسویا (در دامنه 0 تا 25%) ، درصد کلرورکلسیم (در دامنه 0/3 تا 1%) و دمای انعقاد (در دامنه 30 تا 40˚C) به گونه‌ای که پنیر حاصل حتی الامکان بیشترین امتیاز طعم ، بافت،درصد مواد جامد، پروتئین و چربی را داشته باشد، مدنظر بوده است. البته با توجه به تفاوت اهمیت صفات مذکور، به ترتیب فاکتور

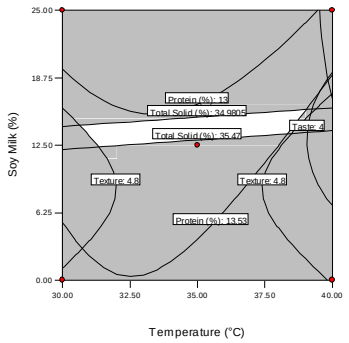
8. Optimization

www.SID.ir

Archive of SID

وزنی 30، 20، 20، 15 و 15 (مجموعاً 100) به هر کدام داده شد. نقطه بهینه برای فرایند تولید ، 15% شیر سویا، 0/3% کلرورکلسیم و دمای انعقاد 38°C به دست آمد.

لازم به ذکر است برای هر کدام از متغیرهای تولید، دامنه بهینه را نیز می‌توان به دست آورد که با روی هم قراردادن نمودارهای سطح پاسخ برای کلیه پاسخ‌ها در محدوده موردنظر و رسم نمودار کانتور[9] به دست می‌آید. به عنوان نمونه شکل (6) دامنه بهینه فرآیند تولید را برای دو متغیرغلظت شیر سویا و دمای انعقاد در شرایطی که مقدار کلرورکلسیم در نقطه بهینه (0/3%) ثابت نگه داشته شده است نشان می‌دهد.



شکل 6 نمودار کانتور برای دو متغیر غلظت شیرسویا و دمای انعقاد (غلظت کلرور کلسیم 0/3%)

همانطور که در مقدمه مقاله اشاره شد ، محققان تاکنون در استفاده از پروتیین سویا در فرمول پنیر با محدودیت ها و موانعی مواجه بوده اند،ضمن اینکه تحقیقاتی که انجام شده بر روی انواعی از پنیراست که در ایران مصرف چندانی ندارد. خوشبختانه در این طرح با کنترل شرایط فرایند،امکان استفاده از شیر سویادر فرایند تولید پنیر فتای فراپالایش شده ودر نتیجه تولید پنیر مخلوط با فرمولاسیون مناسب فراهم گردید.بدیهی است که با توجه به کمبود شیر و قیمت بالای آن، چنین پنیری از قیمت مناسب تری نسبت به پنیر معمولی برخوردار بوده، و بسته به میزان شیر سویای استفاده شده ، حاوی خصوصیات تغذیه‌ای فرآورده‌های سویا نیز خواهد بود.

5ـ نتیجه‌گیری

نتایج طرح نشان می‌دهد که علیرغم این که استفاده از شیرسویا به جای بخشی از شیرگاو درتولید پنیر ممکن است بر ویژگی‌های پنیر تأثیر منفی بگذارد ولی می‌توان با کنترل شرایط تولید و به دست آوردن نقاط بهینه فرآیند به محصولی دست یافت که از ویژگی‌های حسی و شیمیایی مطلوبی برخوردار بوده و مطابق استاندارد باشد.همانطور که گفته شد نقطه بهینه برای فرایند تولید ، 15% شیر سویا، 0/3% کلرورکلسیم و دمای انعقاد 38°C می باشد. چنین محصولی دارای نمره طعم 3/9 ، نمره بافت 4/72 ، درصد کل موادجامد 35/13، درصد پروتئین 13/45 (38/28%درماده خشک)و درصد چربی 14/05 (40%در ماده خشک)می باشد، که این مقادیر با استاندارد ملی ایران در خصوص پنیر تازه مطابقت دارد [17].

6- سپاسگزاری

نویسندگان بر خود لازم می‌دانند از تمامی کسانی که در انجام این طرح همکاری نموده‌اند به‌ویژه مدیریت و پرسنل محترم کارخانجات فرآورده‌های لبنی پگاه مشهد صمیمانه تشکر و قدردانی نمایند.

7- منابع

[1] Metwalli,N.H., Shalabi,S.I., Zahran,A.S. and Demerdash,O.EL. 1982. The use of soybean milk in soft-cheese making: I. Effect of soybean milk on rennet coagulation property of milk. J. Food Technol. 17, 71- 77.

[2] Metwalli,N.H., Shalabi,S.I., Zahran,A.S. and Demerdash,O.EL. 1982. The use of soybean milk in soft-cheese making: II. Organoleptic and chemical

9. Contour plot

www.SID.ir

properties of Domiati cheese made from a mixture of soybean milk and whole milk. J. Food Technol. 17, 297- 305.

[3] Delvalle,F.R. and Dealba,E. 1984. Simultaneous curdling of soy/ cow's milk blends with rennet and calcium or magnesium sulfate, utilizing soymilk prepard from soybeans or full- fat soyflour. J. Food Sci. 49, 1046- 1052.

[4] Ghods Rohani,M., Mortazavi, S.A., Razavi,S.M.A. and Mazaheri Tehrani,M.2005. Optimization of factors affecting yield and quality of soymilk curd (Tofu).Iranian Food Science and Technology Research Journal.Vol 1.No1,27-33.

[5] CingHan,X. and Lincourt,R.H. 2002. Incorporation of soy proteins in cheese. U. S. Patent 6455081.

[6] Borders,C., Lobo,V., Egbert,R. and True,L. 2002. Use of isolated soy protein for making fresh unripened cheese analoges.U. S. Patent 6413569.

[7]GhodsRohani,M. 2007. Principles of milk and dairy products processing.Agricultural Research and Education Organization.186p.p.

[8] Meenakshi , R. and Verma, N.S. 1995.Changes in organoleptic quality during ripening of cheese made from cows and soya milk blends,using microbial rennet .Food chemistry .54,369-375.

[9] Singh,M and Verma. N.S. 1996. Textural changes during ripening in cheddar cheese made from cow milk :soymilk blends using microbial rennet.J.Food Sci.Tech.33,66-69.

[10] Gottemoller,T. and True, L. .2002 .Soy extended cheese. U.S Patent 6383531.

[11] Okazaki,Y.and Utzumi, S. 2002.Texture of bovin milk curd and cheese containing soy protein or 7s globulin .Nippon Shokuhin Kagaku Kaishi .49,818-821.

[12].Lindstrom,T.R.,Laye,I.,MacBlane,G.and Mei F..2005.Processed cheese made with soy .U.S.Patent 6893674.

[13] Chen,W., Akashe, A. Gao , S. Cudia, A. and Cole S.2006.Processed cheese made with soy.U.S.Application 20060198938.

[14] AOAC. 1995. Official Method of Analysis of the Association of Official Agricultural Chemists. Washington DC. Method Numbers:920.123 ,933.05 ,948.12.

[15] International IDF standard 99C:1997. Sensory evaluation of dairy products by scoring. Part IV: Recommended method for sensory evalution of cheese. International Dairy Federation.

[16]Mortazavi,S.A.,Hosseinparvar,S.H.,Khanipour,E.and Shafafi,M.2004.Food product design:a computer aided statistical approach.Jahankade.280p.p.

[17]Institute of Standards and Industrial Research of Iran.2003.ISIRI Number:6629.Milk and milk products.Fresh cheese.

www.SID.ir

Archive of SID

Effect of processing conditions on chemical and sensory properties of ultrafiltrated Feta cheese made from cow's milk and soymilk blend.

Ghods Rohani, M.[1 *], Mortazavi, S. A.[2], Mazaheri Tehrani, M.[3], Razavi, M. A.[4]

1. PhD student, Food Science and Technology Group. Hasheminejad Higher Education Center. Mashhad, Iran.
2. Professor, Department of Food Science and Technology. College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad. Mashhad,Iran
3. Assistant Professor, Department of Food Science and Technology. College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad.
4- Associate Professor, Department of Food Science and Technology. College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad.

In this research , the effects of three variables, soymilk concentration (0- 25%), $CaCl_2$ (0.3-1%) and coagulation temperature (30- 40^0C) on sensory (taste, texture) and chemical (amount of total solids, protein and fat) properties of UF Feta cheese made from cow's milk and soymilk blend were investigated. The central composite experimental design (CCD) was used and the data were analyzed using response surface methodology (RSM). Coefficients of determination, R^2, of fitted regression models for taste, texture, total solids, protein content and fat content were 0.965, 0.918, 0.924, 0.999 and 0.841 , respectively. The Result of analysis of variance (ANOVA) table showed that lack of fit was not significant for all response surface models at 95%. Therefore, the models for all response variables were highly adequate. The results showed that the optimum processing conditions for producing cheese with highest overall values for response variables were 15% soymilk, 0.3% $CaCl_2$ and coagulation temperature of 38^0C. The response values for such product are: taste 3.9, texture: 4.72, total solids:35.13%, protein:13.45 %and fat: 14.05%.

Key words: Soymilk, Retentate, $CaCl_2$, Optimization, Response surface.

*Corresponding author E-mail address: Qhods@yahoo.com

www.SID.ir