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

محسن قدس روحانی[۱*]، سید علی مرتضوی[۲]، مصطفی مظاهری تهرانی[۳]، سید محمد علی رضوی[۳]

۱- عضو هیأت علمی(استاد یار) گروه صنایع غذایی موسسه آموزش عالی علمی کاربردی وزارت جهاد کشاورزی
۲- عضو هیأت علمی(استاد) گروه صنایع غذایی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد
۳- عضو هیأت علمی(دانشیار) گروه صنایع غذایی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد

(تاریخ دریافت: ۸۹/۵/۲۷ تاریخ پذیرش: ۹۰/۳/۱۶)

چکیده

دراین تحقیق اثر سه متغیر مقدار شیر سویا (۰ تا ۲۵٪) ، مقدار کلرورکلسیم (۰/۳ تا ۱٪) و دمای انعقاد (۳۰ تا ۴۰°C) بر خصوصیات بافتی پنیر فتای فراپالایش شده تولید شده ازمخلوط شیر گاو و شیرسویا بررسی شد.آزمایشات در دو گروه تجزیه نیم رخ بافت (TPA) و آزمون نفوذ انجام گرفت. درآزمونTPA صفات سختی، پیوستگی، حالت فنری، حالت صمغی ،حالت آدامسی و کارسختی ودر آزمون نفوذ صفات سختی ،چسبندگی، نیروی چسبندگی و کارسختی مورد بررسی قرار گرفت. 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 کلیه صفات بالاتر از۰/۸۵ بود، ضمن این که فاکتور عدم برازش نیز برای مدل تمامی صفات در سطح ۹۵٪ معنی‌دار نبود. بنابراین صحت مدل برای برازش اطلاعات تأیید گردید. همچنین شباهت زیادی که بین نتایج به دست آمده از آزمون TPAوتست نفوذ برای صفات مشابه وجود داشت این فرضیه را ایجاد نمود که در مواقع لازم می توان این دو آزمون را جایگزین یکدیگر نمود.

کلیدواژگان: شیر سویا، ناتراوه (رتنتیت)، سطح پاسخ، تجزیه نیم رخ بافت، آزمون نفوذ.

* مسئول مکاتبات:Qhods@yahoo.com

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-10-12]

۱- مقدمه

اگرچه شیروفرآورده‌های آن منبع غنی پروتئین، کالری، املاح وبعضی 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، شیرسویا به عنوان یک نوشیدنی مغذی- اقتصادی توجه خاصی را برای غلبه بر مشکل 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. شیرسویا دارای مقدار قابل توجهی پروتئین و چربی غیراشباع بوده و بعلاوه به علت نداشتن کلسترول و لاکتوز از ارزش تغذیه‌ای خاصی برخوردار می‌باشد. ضمن اینکه کیفیت پروتئین‌های سویا نیزدر بین پروتئین‌های گیاهی منحصر به فرد می‌باشد. بنابراین جایگزینی بخشی از شیر گاو با شیر سویا در فرآیند تولید پنیر هم از نظر اقتصادی و هم تغذیه‌ای مناسب به نظر می‌رسد [۱،۲]. اما باید توجه داشت که استفاده از شیر سویا در جایگزینی شیرگاو از نظر تکنولوژیکی با محدودیت هایی مواجه می‌باشد.

متوالی و همکاران (۱۹۸۲) امکان استفاده از شیر سویا را برای تولید پنیر دومیاتی[1] بررسی نمودند. نتایج نشان داد که با افزودن شیر سویا، زمان انعقاد افزایش می یابد. علت این امر ظاهراً اثر بازدارندگی مواد جامد سویا است و یا این که چون اکثر پروتئین های سویا از نوع گلوبولین ها بوده و دارای گروه سولفیدریل آزاد هستند باکازئین اثر متقابل داشته و انعقاد را به تأخیر می اندازند. مشابه این اثر در خصوص اثر متقابل پروتئین های سرمی دناتوره شده و کازئین در فرایند تولید پنیر از شیر حرارت دیده نیز، مشاهده می گردد. علاوه بر زمان انعقاد، سختی دلمه نیز تحت تأثیر افزودن شیر سویا قرار می گیرد. با افزایش میزان شیر سویا سختی دلمه به طور مشخصی کاهش می یابد.در مقدار ثابت شیر سویا افزودن کلرور کلسیم باعث کاهش زمان انعقاد می شود[۱].

دلوال و همکاران (۱۹۸۴) امکان تولید پنیر مخلوط را بررسی نمودند. به عنوان مادهٔ اولیه از مخلوط شیر گاو و شیر سویا استفاده شد و به عنوان کوآگولانت نیز از رنت برای انعقاد پروتئین های شیر و سولفات منیزیوم یا سولفات کلسیم برای انعقاد پروتئین های شیر سویا استفاده گردید. صفات مورد اندازه گیری راندمان و سفتی دلمه بودند[۲].

میناکشی و همکاران (۱۹۹۴) امکان مکمل سازی شیرگاو را با شیر سویا در تولید پنیر چدار بررسی نمودند. شیر سویا در نسبت های صفرتا ۲۵ درصد به شیر اضافه شد. از رنت (میکروبی و گاوی) به همراه استارتر (استرپتوکوکوس لاکتیس) در دمای $30^{\circ}C$ برای انعقاد استفاده شد. نتایج نشان داد که افزودن شیر سویا به شیر گاو باعث افزایش زمان انعقاد می شود[۳].

در یک تحقیق دیگر که توسط سینگ و همکاران(۱۹۹۶) صورت گرفت ، تأثیر دورهٔ رسیدن بر خصوصیات بافتی محصول بررسی شد. نوع محصول پنیر چدار مخلوط بود و ویژگی های بافتی در طی مدت ۸ ماه با استفاده از آزمون تجزیه نیم رخ بافت (TPA) مورد بررسی قرار گرفت [۴].

اکازاکی و همکاران (۲۰۰۲) در فرایند تولید پنیر، به شیر ایزولهٔ پروتئینی سویا و 7S گلوبولین افزودند و خصوصیات بافتی پنیر را مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که نمونه دارای 7S گلوبولین نرم تر از نمونهٔ دارای ایزولهٔ سویا و این دو نرم تر از نمونه شاهد بودند[۵].

گاتمولر و همکاران (۲۰۰۲) دستورالعمل هایی را برای استفاده از ایزولهٔ پروتئینی سویا در تولید پنیر تازهٔ اسیدی ارائه نمودند. آن ها درصدهای مختلف ایزولهٔ سویا را به شیر اضافه نمودند. نمونه ها همگی دارای بافت مناسب بودند ولی نمونه های حاوی ۳ درصد ایزوله تا حدی طعم سویایی داشتند[۶].

بردرز و همکاران (۲۰۰۲) روشی را برای استفاده از ایزولهٔ پروتئینی سویا در تولید پنیر آنزیمی نارس ارائه نمودند. محققان از آنزیم ترانس گلوتامیناز جهت بهبود بافت محصول استفاده نمودند. این آنزیم بین پروتئین های شیر و ایزولهٔ سویا پیوند عرضی ایجاد می کند. همچنین از کلرورکلسیم جهت سخت تر شدن بافت استفاده شد. افزودن ایزوله و همچنین استفاده از آنزیم، راندمان وزنی پنیر را افزایش می دهد[۷].

سینگهان و همکاران (۲۰۰۲) روشی را برای استفاده از پروتئین سویای هیدرولیز شده در تولید پنیر ارائه دادند. به عقیدهٔ ایشان در صورتی که پروتئین هیدرولیز نشود مزاحم انعقاد شده و مانع تشکیل پنیر می شود ولی پروتئین هیدرولیز شده مشکل خاصی برای انعقاد ایجاد نمی کند، ضمن اینکه با کازئین ترکیب شده و وارد دلمه

1. Domiati

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-10-12]

می شود ولی پروتئین هیدرولیز نشده اکثراً وارد آب پنیر می شود[۸].

همان طور که ملاحظه گردید تحقیقات کمی در خصوص استفاده از پروتئین سویا در تولید پنیر صورت گرفته است. تحقیقات انجام شده نیز اکثراً مربوط به پنیرهایی می‌باشد که از نظر مراحل تولید و به ویژه مرحله انعقاد تفاوت اساسی با پنیرهای متداول در ایران دارند و با توجه به حساسیت خاص پنیر از نظر تکنولوژیکی، نمی‌توان نتایج حاصل از یک پنیر را به پنیر دیگر تعمیم داد. ضمن این که نوع پروتئین مورد استفاده نیز عموماً به صورت ایزوله و یا آرد بوده است که تأثیرات آن بر انعقاد پنیر با تأثیر شیر سویا بر انعقاد کاملاً متفاوت می‌باشد.

با توجه به نکاتی که گفته شد و همچنین نیاز صنعت، طرح جامعی برای بررسی امکان استفاده از شیر سویا در تولید پنیر فتای فراپالایش شده که عمده پنیر تولیدی در ایران می‌باشد، صورت گرفت. در مراحل مختلف این طرح، ا ثر شرایط فرآیند(درصد شیر سویا، درصد کلرور کلسیم، دمای انعقاد) بر ویژگی های شیمیایی و حسی پنیر مخلوط[۹] و همچنین اثردوره نگهداری بر ویژگی‌های بافتی، شیمیایی و حسی پنیر فتای فراپالایش شده تولیدی از مخلوط شیر گاو و شیر سویا بررسی گردید[۱۰]. دربخش دیگری از این طرح که نتایج آن در این مقاله آمده است اثر شرایط فرایند بر ویژگی های بافتی محصول مورد بررسی قرار گرفت.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- مواد

شیرسویای پاستوریزه از شرکت صنایع پروتئینی توس سویا (مشهد- ایران) تهیه گردید. این شیر به طور متوسط حاوی ۱۲/۳۲٪ مواد جامد کل ، ۵/۳۳٪ پروتئین و ۳٪ چربی بود. رتنتیت پاستوریزه(شیر تغلیظ شده به دست آمده از روش فرا پالایش) از کارخانه فرآورده‌های لبنی پگاه مشهد (مشهد- ایران) تهیه گردید که به طور متوسط حاوی ۳۴/۷۳٪ مواد جامد کل ، ۱۴/۵٪ پروتئین و۱۵/۹۲٪ چربی بود. کلرورکلسیم درجه خوراکی از شرکت کمیرا سوئد، رنت نوع Fromase 2200 TL Granulate ازشرکت دی.اس.ام استرالیا، استار ترنوع Delvo MT54Y DSL (حاوی باکتری های *استرپتوکوکوس ترموفیلوس ولاکتوکوکوس لاکتیس زیرگونه کرموریس ویا لاکتیس*) ازشرکت دی.اس.ام استرالیا خریداری شدند.

۲-۲- روش تولید پنیر

پنیر مشابه فرایند متداول در کارخانه فرآورده‌های لبنی پگاه مشهد، در مقیاس آزمایشگاهی و در آزمایشگاه این کارخانه 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(۳ در صد) به مخلوط اضافه شده و در ظروف صدگرمی آغشته به آنتی فوم پرشده و در انکوباتور در دمای مورد نیاز نگهداری شد تا دلمه تشکیل گردد. لازم به ذکر است که مقادیر مورد نیاز از شیر سویا، رتنتیت و کلرور کلسیم و همچنین دمای مورد نیاز برای مایه زنی و انعقاد بر مبنای تیمار مورد آزمایش تعیین گردید(جداول ۲و۳). پس از تکمیل انعقاد، به مقدار ۳ گرم به هر ظرف نمک اضافه شده و پس از درب بندی، به مدت زمان۲۴ ساعت گرمخانه گذاری (۲۵ تا ۲۷°C) و سپس تا ۷۲ ساعت در سردخانه (۷°C) نگهداری گردید. کلیه آزمایشات پس از ۷۲ ساعت بر روی نمونه‌های پنیر انجام شد.

۲-۳- روش ارزیابی ویژگی های بافتی

ویژگی های بافتی به صورت آزمون تجزیه نیم رخ بافت (TPA)[1] و آزمون نفوذ[2] انجام گرفت. برای آزمون TPA از دستگاه سنجش بافت[3] (QTS25, CNS FARNEL, UK)و پروب استوانه‌ای با قطر ۳۶ میلی متر استفاده شد. نمونه های پنیر بلافاصله قبل از آزمایش از یخچال خارج شده و پس از برش به ابعاد ۲۰×۲۰×۲۰ میلی متر، تا ۵۰٪ ارتفاع اولیه (عمق ۱۰ میلی متر) توسط دستگاه فشرده شدند[۱۱،۱۰]. سرعت حرکت پیشانی ۶۰میلی متر در دقیقه بود. هر تست حداقل در سه تکرار انجام گردید. جهت ممانعت از اصطکاک و چسبیدن پنیر به دستگاه، سطح پروب و صفحهٔ ثابت دستگاه قبل از آزمایش با روغن مایع، روغن کاری گردید. سپس اطلاعاتی نظیرسختی[4]، پیوستگی[5]، حالت فنری[6]، حالت

1. Texture Profile Analysis
2. Penetration test
3 Texture Analyzer
4. Hardness
5. Cohesiveness
6. Springiness

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-10-12]

صمغی[1]،حالت آدامسی[2] و کارسختی[3] استخراج و مورد ارزیابی قرار گرفتند[۱۲،۱۱].

برای آزمون نفوذ نیز از دستگاه مذکور و پروب استوانه‌ای با قطر ۳ میلی‌متر (میلهٔ فلزی) استفاده شد. نمونه‌های پنیردارای ارتفاع ۲۰ میلی‌متر بوده و نیروی لازم برای نفوذ میلهٔ فلزی تا عمق ۱۰ میلی‌متر اندازه‌گیری گردید. سرعت نفوذ ۳۰میلی متر در دقیقه بود. هر تست در پنج تکرار انجام گردید. صفات مورد اندازه گیری بر اساس این آزمون عبارت بودند از سختی، چسبندگی[4]، نیروی چسبندگی[5] و کارسختی[۱۲،۱۱].

۲-۴- طرح آزمایش و آنالیز آماری

تیمارهای تولید به روش کاملاً تصادفی در قالب طرح مرکب مرکزی (CCD[6]) با شش تکرار در نقطه مرکزی برای سه متغیر و در سه سطح انجام شدند. تعداد کل تیمارها ۲۰ تیماربود(جداول ۲و۳). نتایج پژوهش با استفاده از نرم‌افزار آماری : Design – Expert (version 6.0.4) به روش سطح پاسخ (R.S.M)[7] آنالیز شد و هر یک از متغیرهای پاسخ 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 Yعبارت است از متغیر تابع یا پاسخ، X_2,X_1 و X_3 سطوح کدبندی شده متغیرهای مستقل(جدول۱)، 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 ۰/۰۵،۰۱ /۰و ۰/۰۰۱ بررسی گردید.

1. Gumminess
2.chewiness
3. Hardness 1 work done
4. Adhesiveness
5.Adhesive force
6. Central Composite Design
7. Response Surface Methodology

جدول۱ متغیرهای مستقل درفرآیند تولید پنیر از مخلوط شیرگاو و شیر سویا و سطوح آنها

متغیر	نماد	سطوح کدبندی شده متغیر		
		+۱	۰	-۱
نسبت شیر سویا (درصد)	X_1	۲۵	۱۲/۵	۰
مقدار کلرورکلسیم (درصد)	X_2	۱	۰/۶۵	۰/۳
دمای انعقاد (c°)	X_3	۴۰	۳۵	۳۰

۳- نتایج و بحث

۳-۱- مدل‌سازی

ضرایب مدل رگرسیون و نتایج آنالیز واریانس برای هر یک از متغیرهای تابع استخراج گردید. برای بررسی صحت مدل از ضریب تبیین[8] (R^2) و تست عدم برازش[9] استفاده گردید. ضریب تبیین عبارت است از نسبت 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 ۰/۸ باشد [۱۳]. در این تحقیق مقادیر ضریب تبیین برای کلیه صفات بالاتر از ۰/۸۵ بود. از طرف دیگر معنی‌دار بودن عدم برازش برای یک مدل بیانگر این است که نقاط به خوبی اطراف مدل قرار نگرفته و در نتیجه نمی‌توان از مدل برای پیش‌گویی مقادیر متغیرهای تابع استفاده نمود [۱۳].

نتایج نشان داد که عدم برازش برای کلیه صفات اندازه‌گیری شده در سطح اطمینان ۹۵٪ 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 صفات مورد آزمایش، نمودارهای سطح پاسخ[10] 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 ۱تا۱۰).

8. Coefficient of determination
9. Lack of fit test
10. Response surface

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-10-12]

جدول۲ سطوح متغیرهای مستقل و مقادیر متغیرهای پاسخ (تستTPA)

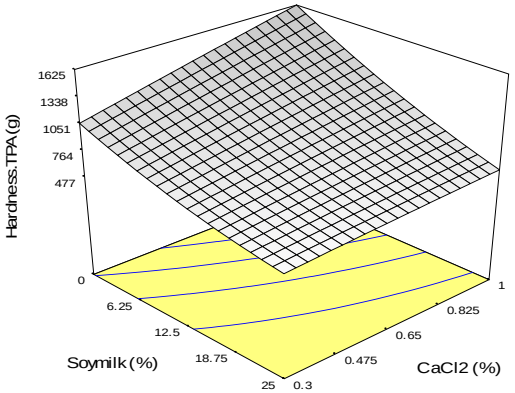
تیمار	سطوح متغیر های مستقل				مقادیر متغیر های پاسخ				
	شیر سویا (٪)	کلرور کلسیم(٪)	دما (c°)	سختی (g)	پیوستگی	حالت فنری(mm)	حالت صمغی(g)	حالت آدامسی (g.mm)	کارسختی (g.s)
۱	۲۵	۱	۴۰	۵۵۱	۰/۳۳	۵/۸۷	۱۸۲	۱۰۶۳	۳۵۵۳
۲	۲۵	۱	۳۰	۶۰۹	۰/۲۷	۵/۴۴	۱۶۴	۹۰۹	۵۴۷۱
۳	۲۵	۰/۳	۴۰	۳۹۱	۰/۲۵	۴/۴۷	۹۸	۴۴۲	۲۸۲۵
۴	۲۵	۰/۳	۳۰	۵۱۷	۰/۲۴	۵/۳۹	۱۲۶	۶۸۱	۳۸۲۰
۵	۰	۱	۴۰	۱۴۶۵	۰/۴۱	۶/۸۴	۵۹۹	۴۰۰۸	۷۸۵۲
۶	۰	۱	۳۰	۱۷۲۳	۰/۴۳	۶/۹۱	۷۴۰	۵۰۸۷	۸۸۰۳
۷	۰	۰/۳	۴۰	۱۱۶۳	۰/۲۱	۵,۹۴	۲۴۵	۱۴۷۶	۸۱۹۴
۸	۰	۰/۳	۳۰	۹۱۲	۰/۲۱	۵/۲	۱۸۶	۹۵۴	۶۳۲۹
۹	۲۵	۰/۶۵	۳۵	۵۳۸	۰,۳۱۳	۵/۱۴	۱۶۱	۸۳۸	۳۵۳۲
۱۰	۰	۰/۶۵	۳۵	۱۳۴۵	۰/۲۱	۶/۸۹	۲۸۷	۱۹۹۰	۸۶۶۴
۱۱	۱۲/۵	۱	۳۵	۱۰۵۱	۰/۳	۶/۲۹	۳۱۱	۱۹۴۵	۶۲۰۵
۱۲	۱۲/۵	۰/۳	۳۵	۶۸۰	۰/۳	۶/۴۹	۱۹۰	۱۲۴۴	۴۸۱۶
۱۳	۱۲/۵	۰/۶۵	۴۰	۸۵۶	۰/۲۱	۵/۴	۱۷۹	۹۶۳	۵۹۵۲
۱۴	۱۲/۵	۰/۶۵	۳۰	۸۲۸	۰/۲۵	۶/۱۳	۲۱۰	۱۲۸۵	۵۵۰۳
۱۵	۱۲/۵	۰/۶۵	۳۵	–	۰/۲۳	–	۱۹۴/۵	۱۱۲۴	–
۱۶	۱۲/۵	۰/۶۵	۳۵	۸۸۹	۰/۳۱	۶/۰۸	۲۷۳	۱۶۵۷	۵۷۷۵
۱۷	۱۲/۵	۰/۶۵	۳۵	۸۶۷	۰/۳۱	۶/۳۳	۲۶۶	۱۶۸۳	۵۰۱۶
۱۸	۱۲/۵	۰/۶۵	۳۵	۹۱۲	۰/۳۱	۵/۸۳	۲۸۰	۱۶۳۰	۶۵۳۴
۱۹	۱۲/۵	۰/۶۵	۳۵	–	۰/۲۳	–	۱۹۴/۵	۱۱۲۴	–
۲۰	۱۲/۵	۰/۶۵	۳۵	–	۰/۲۳	–	۱۹۴/۵	۱۱۲۴	–

۳-۲- آزمون تجزیه نیم رخ بافت (TPA)

جدول (۲) سطوح متغیر های مستقل و مقادیر متغیر های پاسخ(ویژگی های اندازه گیری شده) را در آزمون TPA نشان می‌دهد.

۳-۲-۱- سختی

شکل (۱) تأثیر شیر سویا و کلرور کلسیم را بر سختی در شرایطی که دما درنقطه مرکزی (۳۵°C) ثابت نگه داشته شده نشان می‌دهد. شکل (۱) بیانگر این است که در تمامی مقادیر کلرورکلسیم با افزایش شیر سویا مقدار سختی به طور مشخصی کاهش می‌یابد. همچنین در مقادیر زیاد شیر سویا (۲۵٪) افزایش مقدار کلرورکلسیم تأثیر خاصی بر سختی ندارد ولی در مقادیر کم شیر سویا (۰٪) با افزایش کلرورکلسیم ، سختی افزایش می‌یابد به طوریکه بیشترین مقدار سختی در این شکل در نقطهٔ صفر درصد شیر سویا و ۱٪ کلرور کلسیم مشاهده می‌شود. نکته قابل توجه در این قسمت شباهت زیادی است که بین نتایج سختی و کل مواد جامد وجود دارد[۹] . در واقع با افزایش نسبت شیر سویا درصد کل مواد جامد و به دنبال آن سختی کاهش می یابد.

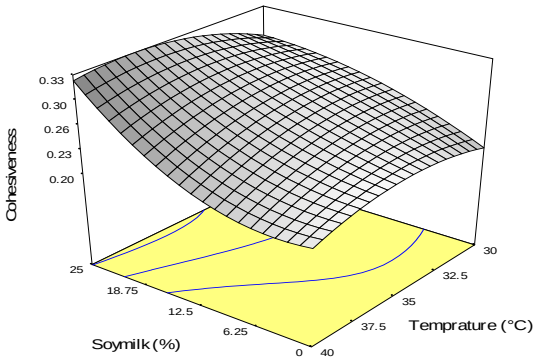


شکل۱ نمودار سطح پاسخ تأثیر متغیرها بر سختی در آزمون (TPA)

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-10-12]

۳-۲-۲- پیوستگی

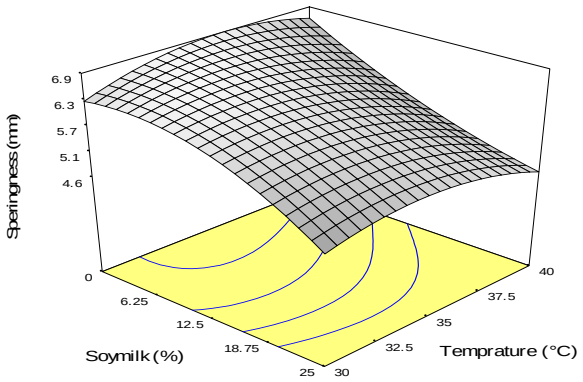
شکل (۲) تأثیر شیر سویا و دما را بر پیوستگی در شرایط که کلرورکلسیم در نقطهٔ مرکزی (۰/۶۵٪) ثابت نگه داشته شده است، نشان می‌دهد. همان طور که در شکل مشاهده می‌شود در هر دوی مقادیر کم (۳۰ °C) و بالای دما (۴۰ °C) با افزایش شیر سویا، پیوستگی نیز افزایش می‌یابد که این افزایش در مقادیر بالای دما مشهودتر می‌باشد. همچنین شکل (۲) نشان می‌دهد که با افزایش دما تا حدود ۳۵ °C پیوستگی افزایش و سپس کاهش می‌یابد که این کاهش در مقادیر کم شیر سویا (۰٪) مشهودتر می‌باشد به طوری که بالاترین پیوستگی در این شکل به مقادیر ۲۵٪ شیر سویا و ۳۵ °C مربوط می‌شود.



شکل۲ نمودار سطح پاسخ تأثیر متغیرها برپیوستگی در آزمون (TPA)

۳-۴-۳- حالت فنری

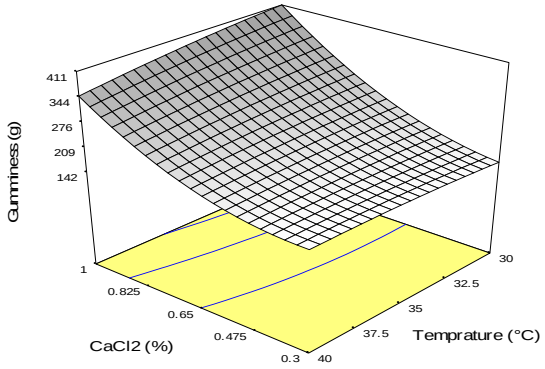
شکل (۳) تأثیر شیر سویا و دما را بر حالت فنری در شرایطی که کلرورکلسیم در نقطهٔ مرکزی (۰/۶۵٪) ثابت نگه داشته شده است، نشان می‌دهد. همان طور که در شکل (۳) ملاحظه می‌شود. در تمامی مقادیر دما با افزایش شیر سویا، حالت فنری کاهش می‌یابد. همچنین به صورت یک روند عمومی با افزایش دما تا حدود ۳۵° C حالت فنری افزایش و سپس کاهش می‌یابد به طوری که بیشترین مقدار حالت فنری در این شکل به صفر درصد شیر سویا و ۳۵c° C اختصاص می‌یابد.



شکل۳ نمودار سطح پاسخ تأثیر متغیرها برحالت فنری در آزمون (TPA)

۳-۲-۴- حالت صمغی

شکل (۴) تأثیر کلرورکلسیم و دما را بر حالت صمغی در شرایطی که شیر سویا در نقطهٔ مرکزی (۱۲/۵٪) ثابت نگه داشته شده است، نشان می‌دهد. شکل (۴) بیانگر این است که در تمامی مقادیر دما، با افزایش مقدار کلرورکلسیم حالت صمغی نیز افزایش می‌یابد که این افزایش در مقادیر پائین دما (۳۰ °C) کمی مشهودتر است. همچنین در مقادیر پائین کلرورکلسیم (۰/۳٪) افزایش دما تأثیر خاصی برحالت صمغی ندارد ولی در مقادیر بالای کلرورکلسیم (۱٪) افزایش دما حالت صمغی را تا حدی کاهش می‌دهد به طوری که بیشترین مقدار حالت صمغی در این شکل به نقطهٔ ۱٪ کلرورکلسیم و ۳۰ °C تعلق دارد.

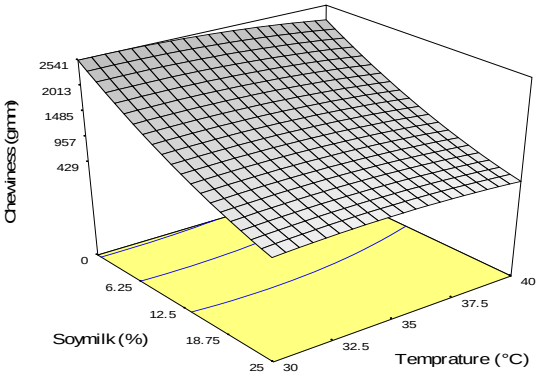


شکل۴ نمودار سطح پاسخ تأثیر متغیرها برحالت صمغی در آزمون (TPA)

۳-۲-۵- حالت آدامسی

شکل (۵) تأثیر شیر سویا و دما را بر حالت آدامسی در شرایطی که کلرورکلسیم در نقطهٔ مرکزی (۰/۶۵٪) ثابت نگه داشته شده است نشان می‌دهد.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-10-12]

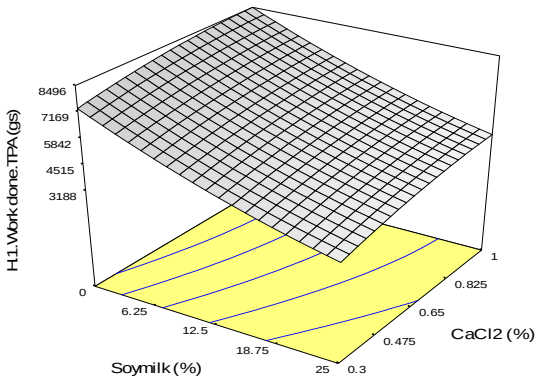


شکل۵ نمودار سطح پاسخ تأثیر متغیرها برحالت آدامسی در آزمون (TPA)

شکل (۵) بیانگر این مطلب است که درتمامی مقادیر دمای انعقاد، با افزایش مقدار شیر سویا، حالت آدامسی به طور مشخصی کاهش می‌یابد. همچنین در مقادیر پائین شیر سویا (۰٪) با افزایش دما، حالت آدامسی کمی کاهش می‌یابد ولی در مقادیر بالای شیر سویا (۲۵٪) افزایش دما تأثیر خاصی در حالت آدامسی ندارد. نکته قابل توجه در این قسمت شباهت زیادی است که بین نتایج حالت آدامسی و حالت صمغی وجود دارد.این موضوع تائید کننده تحقیقات قبلی می باشد[۱۲،۱۱].

۳-۲-۶- کارسختی

شکل (۶) تأثیر شیر سویا و کلرورکلسیم را بر کارسختی در شرایطی که دما در نقطهٔ مرکزی (۳۵ ° C) ثابت نگه داشته شده است، نشان می‌دهد.



شکل۶ نمودار سطح پاسخ تأثیر متغیرها بر کارسختی در آزمون (TPA)

شکل (۶) بیانگر این است که در تمامی مقادیر کلرورکلسیم با افزایش شیر سویا کارسختی به طور مشخصی کاهش می‌یابد. همچنین در هر دوی مقادیر زیاد شیر سویا (۲۵٪) و کم شیر سویا (۰٪) با افزایش کلرورکلسیم، کار سختی تا حدی افزایش یابد به طوری که بیشترین کار سختی در این شکل به نقطهٔ صفر درصد شیر سویا و ۱٪ کلرورکلسیم تعلق دارد. نکته قابل توجه شباهت زیادی است که بین نتایج مربوط به این صفت و سختی وجود داشت.

همان طور که ملاحظه گردید با افزایش نسبت شیر سویا در پنیر مخلوط تمام صفات بافتی به صورت معنی داری کاهش یافتند.علت این کاهش این است که افزایش شیر سویا همان طور که آزمون های شیمیایی نشان داد باعث افزایش رطوبت و کاهش درصد پروتئین می شود[۹].

افزایش رطوبت تمامی صفات بافتی مذکور را کاهش می دهد [۱۱،۱۴]. علت این امر این است که رطوبت خاصیت پلاستیسیته ماتریکس پروتئین را زیاد و خاصیت الاستیسیته آن را کم می کند. در نتیجه شبکه پروتئینی برای پاره شدن در هنگام فشردگی مستعد تر می شود.ملکول های آب در بین شبکه سه بعدی پروتئین قرار گرفته و ساختمان شبکه را تضعیف می کنند.بنا بر این افزایش رطوبت ،پیوستگی شبکه پروتئین را کاهش داده و محصول را نرم تر می سازد [۱۱].

از طرف دیگر کاهش پروتئین نیز صفات بافتی مذکور را کاهش می دهد [۱۱،۱۴]. هر چقدر غلظت کازئین در ماتریکس پروتئین بیشتر می شود پیوند های داخلی و بینابینی بیشتر شده و باعث فشرده تر شدن شبکه پروتئینی و افزایش الاستیسیته ماتریکس می شودو پنیر در مقابل تغییر شکل مقاومت بیشتری از خود نشان می دهد[۱۱].

۳-۳- آزمون نفوذ

جدول (۳) سطوح متغیر های مستقل و مقادیر متغیر های پاسخ(ویژگی های اندازه گیری شده) را در آزمون نفوذ نشان می‌دهد.

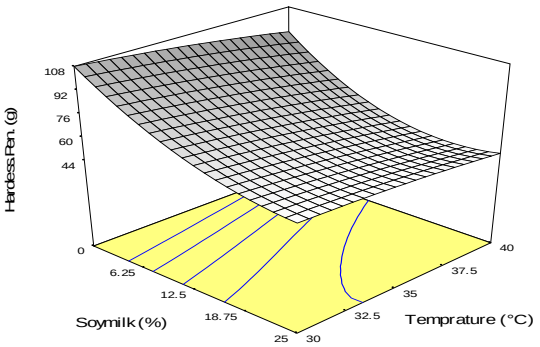
[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-10-12]

جدول ۳ سطوح متغیرهای مستقل و مقادیر متغیرهای پاسخ(تست نفوذ)

تیمار	سطوح متغیر های مستقل			مقادیر متغیر های پاسخ			
	شیر سویا(٪)	کلرورکلسیم(٪)	دما(c°)	سختی(g)	چسبندگی(g.s)	نیروی چسبندگی(g)	کار سختی(g.s)
۱	۲۵	۱	۴۰	۴۹/۲	−۲۶۴	−۲۶/۴	۵۶۸
۲	۲۵	۱	۳۰	۳۹/۲	−۱۸۷	−۲۰/۴	۳۹۱
۳	۲۵	۰/۳	۴۰	۴۴/۷	−۳۹	−۱۰/۳	۴۴۲
۴	۲۵	۰/۳	۳۰	۷۲/۶	−۲۷۸	−۳۱	۹۴۸
۵	۰	۱	۴۰	۹۱/۲	−۱۳۱	−۲۲/۲	۱۱۱۰
۶	۰	۱	۳۰	۱۰۱/۸	−۲۲۶	−۳۲/۶	۱۳۹۳
۷	۰	۰/۳	۴۰	۸۰/۴	−۳۱۲	−۳۴/۸	۱۱۵۰
۸	۰	۰/۳	۳۰	۱۰۵	−۲۷۴	−۳۰/۷	۱۳۰۲
۹	۲۵	۰/۶۵	۳۵	۵۲/۶	−۱۵۸	−۲۲	۵۴۶
۱۰	۰	۰/۶۵	۳۵	۱۰۰	−۴۴۴	−۳۹/۵	۱۳۹۳
۱۱	۱۲/۵	۱	۳۵	۶۹/۲	−۱۲۷	−۱۸/۵	۹۱۶
۱۲	۱۲/۵	۰/۳	۳۵	۴۹/۴	−۱۰۶	−۱۷/۸	۵۹۳
۱۳	۱۲/۵	۰/۶۵	۴۰	۵۰	−۱۱۰	−۱۷	۶۷۹
۱۴	۱۲/۵	۰/۶۵	۳۰	۷۰/۸	−۱۷۱	−۲۵/۴	۱۰۰۵
۱۵	۱۲/۵	۰/۶۵	۳۵	۶۰/۴	−	−	−
۱۶	۱۲/۵	۰/۶۵	۳۵	۶۰/۴	−	−	−
۱۷	۱۲/۵	۰/۶۵	۳۵	۶۰/۴	−	−	−
۱۸	۱۲/۵	۰/۶۵	۳۵	۶۶/۲	−۲۰۱	−۲۵/۲	۸۲۸
۱۹	۱۲/۵	۰/۶۵	۳۵	۶۶	−۱۳۸	−۲۰	۸۱۲
۲۰	۱۲/۵	۰/۶۵	۳۵	۶۶	−۲۳۲	−۲۸	۷۷۸

۳-۳-۱- سختی

شکل (۷) تأثیر شیر سویا و دما را بر سختی در شرایطی که کلرورکلسیم در نقطهٔ مرکزی (۰/۶۵٪) ثابت نگه داشته شده است، نشان می‌دهد. شکل (۷) بیانگر این مطلب است که در تمامی مقادیر دما، با افزایش مقدار شیر سویا سختی به طور مشخصی کاهش می‌یابد. همچنین در مقادیر پائین شیر سویا (۰٪)، با افزایش دما سختی کمی کاهش می‌یابد ولی در مقادیر بالای شیر سویا (۲۵٪) افزایش دما تأثیر خاصی بر سختی ندارد. نکته قابل توجه شباهت زیادی است که بین نتایج مربوط به سختی در آزمون نفوذ وآزمون TPAوجود داشت.



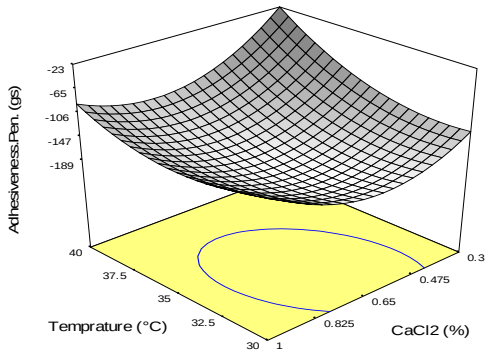
شکل۷ نمودار سطح پاسخ تأثیر متغیرها بر سختی در آزمون نفوذ

۳-۳-۲- چسبندگی

شکل (۸) تأثیر کلرورکلسیم و دما را بر چسبندگی در شرایطی که شیر سویا در نقطهٔ مرکزی (۱۲/۵٪) ثابت نگه داشته شده است، نشان می‌دهد. شکل (۸) نشان می‌دهد که به صورت یک روند عمومی در تمامی دماها با

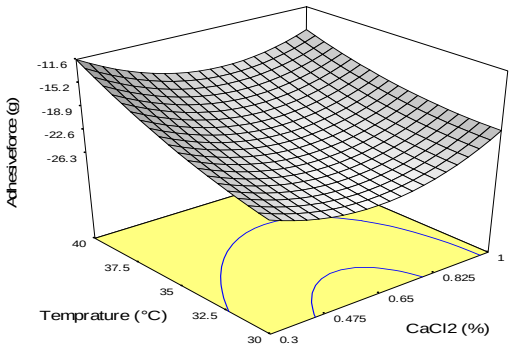
[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-10-12]

افـزایش مقـدار کلرورکلـسیم تـا حـدود ۰٫۶۵ درصـد، چـسبندگی کـاهش یافتـه و پـس از آن افـزایش مـی‌یابـد. همچنـین در هـر دوی مقـادیر پـائین (۰/۳٪) و بـالای کلرورکلـسیم (۱٪) بـا افـزایش دمـا چـسبندگی نیـز افـزایش مـی‌یابـد کـه ایـن افـزایش در مقـادیر پـائین کلرورکلـسیم مشهودترمی باشد بـه طـوری کـه بیـشترین مقـدار چـسبندگی در ایـن منحنـی بـه نقطـهٔ ۰٫۳ درصـد کلرورکلـسیم و C ° ۴۰ تعلق دارد.



شکل۸ نمودار سطح پاسخ تأثیر متغیرها بر چسبندگی در آزمون نفوذ

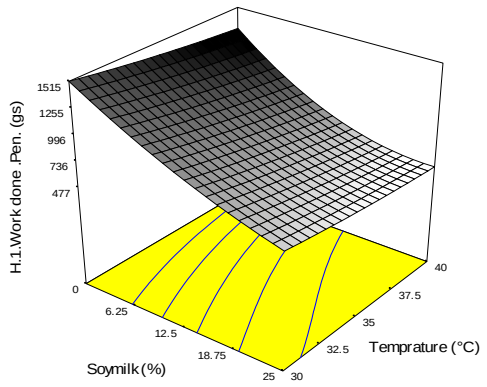
۳-۳-۳- نیروی چسبندگی



شکل۹ نمودار سطح پاسخ تأثیر متغیرها بر نیروی چسبندگی در آزمون نفوذ

شکل (۹) تـأثیر کلرورکلـسیم و دمـا را بـر نیـروی چـسبندگی در شـرایطی کـه شـیر سـویا در نقطـهٔ مرکـزی (۱۲٫۵٪) ثابـت نگه داشته شده است نـشان مـی‌دهـد. شـکل (۹) نـشان مـی-دهـد کـه بـه صـورت یـک رونـد عمـومی در تمـامی مقـادیر دمای انعقاد بـا افـزایش مقـدار کلرورکلـسیم تـا حـدود ۰٫۶۵٪ نیـروی چـسبندگی کـاهش یافتـه و پـس از آن افـزایش مـی-یابـد. همچنـین در هـر دوی مقـادیر بـالا (۱٪) و پـائین کلرورکلـسیم (۰٫۳٪) افـزایش دمـای انعقـاد باعـث افـزایش نیروی چسبندگی می‌شـود کـه ایـن افـزایش در مقـادیر پـائین کلرورکلسیم (۰٫۳٪) کمی مـشهودتر مـی‌باشـد بـه طـوری کـه بیـشترین مقـدار نیـروی چـسبندگی در ایـن شـکل بـه نقطـهٔ ۰٫۳ درصـد کلروکلـسیم و C ° ۴۰ تعلـق دارد. نکتـه قابل توجه شـباهت زیـادی اسـت کـه بـین نتـایج مربـوط بـه این صـفت و چـسبندگی وجـود داشـت. ایـن موضـوع موید تحقیقات قبلی میباشد [۱۲،۱۱].

۳-۳-۴- کار سختی



شکل۱۰ نمودار سطح پاسخ تأثیر متغیرها بر کارسختی در آزمون نفوذ

شـکل(۱۰) بیـانگر ایـن مطلـب اسـت کـه در تمـامی مقـادیر دمای انعقاد با افـزایش مقـدار شـیر سـویا کارسـختی بـه طـور مشخـصی کـاهش مـی‌یابـد. همچنـین در مقـادیر پـائین شـیر سویا (۰٪) با افزایش دما، کـار سـختی کمـی کـاهش مـی‌یابـد ولـی در مقـادیر بـالای شـیر سـویا (۲۵٪) افـزایش دمـا تـأثیر محـسوسی بـر کارسـختی نـدارد. در ایـن آزمـون نیـز همانـندTPA شـباهت زیـادی بـین نتـایج کارسـختی و سختی وجود داشت.

همان طور کـه ملاحظـه شـد در ایـن آزمـون بـا افـزایش شـیر سـویا مقـدار سـختی و کارسـختی کـاهش ولـی مقـدار چـسبندگی و نیـروی چـسبندگی افـزایش مـی یابـد.علـت کـاهش سـختی و کارسـختی، همـان علـل مربـوط بـه آزمـون TPAمی باشـد. علـت اصـلی افـزایش چـسبندگی و نیـروی چسبندگی افزایش رطوبـت پنیـر و کـاهش پـروتئین پنیـر مـی باشـد[۱۴،۱۱]. نتـایج میکروسـکپ الکترونـی نـشان داده اسـت کـه نمونـه هـایی کـه رطوبـت بیـشتری دارنـد دارای مـاتریکس پروتئینـی بـاز وآزاد بـوده و چـسبندگی بیـشتری

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-10-12]

دارنـد. در صـورتی کـه اگـر مـاتریکس پـروتئین جمـع وفشرده باشد چسبندگی کم می شود [۱۱].

۴- نتیجه‌گیری

همـانطور کـه در مقدمـه مقالـه اشـاره شـد ، محققـان تـاکنون در اسـتفاده از پـروتیین سـویا در فرمـول پنیـر بـا محـدودیت هـا و مـوانعی مواجـه بـوده انـد، ضـمن اینکـه تحقیقـاتی کـه انجـام شـده بـر روی انـواعی از پنیراسـت کـه در ایـران مصرف چنـدانی نـدارد. خوشـبختانه در ایـن طـرح بـا کنتـرل شرایط فراینـد، امکـان اسـتفاده از شـیر سـویادر فراینـد تولیـد پنیر فتای فراپـالایش شـده ودر نتیجـه تولیـد پنیـر مخلـوط بـا فرمولاسـیون مناسـب فـراهم گردیـد. بـدیهی اسـت کـه بـا توجـه بـه کمبـود شـیر و قیمـت بـالای آن، چنـین پنیـری از قیمت مناسب تری نـسبت بـه پنیـر معمـولی برخـوردار بـوده، و بـسته بـه میـزان شـیر سـویای اسـتفاده شـده ، حـاوی خصوصیات تغذیـه‌ای فـرآورده‌هـای سـویا نیـز خواهـد بـود. نتایج طـرح نـشان مـی‌دهـد کـه علیـرغم ایـن کـه اسـتفاده از شیرسـویا بـه جـای بخـشی از شـیرگاو درتولیـد پنیـر ممکـن است بر ویژگی‌هـای پنیـر تـأثیر منفـی بگـذارد ولـی مـی‌تـوان بـا کنتـرل شـرایط تولیـد بـه محـصولی دسـت یافـت کـه از ویژگـی‌هـای مطلـوبی برخـوردار بـوده و مطـابق اسـتاندارد باشد [۱۰،۹].

لازم به ذکر اسـت شـباهت زیـادی کـه بـین نتـایج حاصـل از آزمـون تجزیـه نـیم رخ بافـت و آزمـون نفـوذ در خـصوص صـفات مـشابه مـشاهده مـی شـود ایـن فرضـیه را ایجـاد مـی کنـد کـه بتـوان در مـوارد لازم ایـن دو آزمـون را جـایگزین یکـدیگر نمـود. ایـن نکتـه از ایـن لحـاظ اهمیـت دارد کـه آزمـون تجزیـه نـیم رخ بافـت یـک آزمـون دو مرحلـه ای بوده و نسبت به آزمـون نفـوذ بـه مقـدار نمونـه بیـشتری نیـاز داشته و انجام دادن آن نیز مشکل تر می باشد.

۵- سپاسگزاری

نویسندگان بـر خـود لازم مـی‌داننـد از تمـامی کـسانی کـه در انجـام ایـن طـرح همکـاری نمـوده‌انـد بـه‌ویـژه مـدیریت و پرسنل محتـرم کارخانجـات فـرآورده‌هـای لبنـی پگـاه مـشهد صمیمانه تشکر و قدردانی نمایند.

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

[3] 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

[4] 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.

[5] 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.

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

[7] 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.

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

[9] Ghods Rohani,M., Mortazavi, S.A., Mazaheri Tehrani,M and Razavi,S.M.A..2008. Effect of processing conditions on chemical and sensory properties of ultrafiltrated Feta cheese made from cow's milk and soymilk blend. Journal of Food Science and Technology.Vol 6.No1,87-98.

[10] Ghods Rohani,M., Mortazavi, S.A., Mazaheri Tehrani,M and Razavi,S.M.A. Effect of storage period on physical, chemical and sensory properties of ultrafiltrated Feta cheese made from cow's milk and soymilk blend..Iranian Food Science and Technology Research Journal.(Under press).

[11] Fox, P. F., Guinee, T. P., Cogan, M. T. and McSweeney, P. L. H. 2000. Fundamentals of cheese science. Aspen publication.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-10-12]

[12] Gunasekaran, S., and Mehmet Ak, M. 2003. Cheese rheology and texture. CRC Press LLC.

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

[14]. Dimitreli, G., Thomareis, A. S. 2007. Texture evaluation of block-type processed cheese as a function of chemical composition and in relation to its apparent viscosity. Journal of Food

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-10-12]

Effect of processing conditions on textural 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 [3].

1. Assistant Professor, Institute of Scientific- Applied Higher Education Jihad-e-Agriculture, Iran
2. Professor, Department of Food Science and Technology. College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad. Mashhad,Iran
3. Associate Professor, Department of Food Science and Technology. College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad,Iran

(Received:89/5/27 Accepted: 90/3/16)

In this research, the effects of three variables, soymilk concentration (0- 25%), $CaCl_2$ (0.3-1%) and coagulation temperature (30- 40^0C) on textural properties of UF Feta cheese made from cow's milk and soymilk blend were investigated. Texture profile analysis (TPA) and penetration test were used to determine textural properties of products. At TPA test, hardness, cohesiveness, springiness, gumminess, chewiness and hardness 1 work done characteristics and at penetration test, hardness adhesiveness , adhesive force and hardness 1 work done characteristics were measured. 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 all characteristics were above 0.85. 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. Also there was extra similarity between results obtained from TPA and penetration test for same traits. Therefore, when necessary we can replace these experiments by each other.

Key words: Soymilk, Retentate, Response surface, Texture profile analysis (TPA), Penetration test.

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

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-10-12]