

(مقاله پژوهشی)

ارزیابی فرمولاسیون پنیر پروسس گسترش پذیر با استفاده از ایزوله پروتئین نخود و پنیر لور

بهزاد اردلان^۱، محرم وزیری^{۲*}، سید علی مرتضوی^۳

۱- دانش آموخته دکتری، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، واحد سنندج، دانشگاه آزاد اسلامی، سنندج، ایران.

۲- استادیار، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، واحد سنندج، دانشگاه آزاد اسلامی، سنندج، ایران.

۳- استاد، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فرودسی مشهد، مشهد، ایران.

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۵/۲۴

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۲/۲۸

DOI: [10.30495/jfst.2022.1959034.1797](https://doi.org/10.30495/jfst.2022.1959034.1797)

چکیده

استفاده از محصولات لبنی از دیرباز در رژیم غذایی انسان وجود داشته است و پنیر یکی از قدیمی ترین فرآورده های شیری تولید شده به وسیله انسان می باشد که منبعی سرشار از مواد پروتئینی و مواد مغذی مورد نیاز انسان است. در این تحقیق اثر مقادیر مختلف پودر ایزوله نخود (۰، ۲ و ۱۰ درصد) و پنیر لور (۰، ۱۰ و ۲۰ درصد) بر ویژگی های میزان پروتئین، چربی، ماده خشک، سفتی، قابلیت جویدن و فنریت بررسی شد. نتایج در قالب طرح مرکب مرکزی (CCD) و به روش سطح پاسخ (RSM) مدل سازی و تجزیه و تحلیل شد. ضریب تبیین برای مدل های رگرسیون برازش شده به ترتیب ۰/۲۹، ۰/۹۷، ۰/۸۷، ۰/۹۶، ۰/۴۵ و ۰/۵۶ بود. با توجه به نتایج به دست آمده، اثر افزودن پنیر لور و ایزوله پروتئین نخود در سطوح مختلف معنی دار بود به گونه ای که به کارگیری پنیر لور باعث افزایش مقدار پروتئین، چربی، ماده خشک، سفتی، فنریت و قابلیت جویدن پنیر پروسس تولیدی گردید، همچنین ایزوله نخود نیز اثر افزایش بر ویژگی های مورد بررسی بود و فقط قابلیت جویدن با حضور این ماده در حد ثابت ماند.

واژه های کلیدی: پنیر لور، ایزوله نخود، پنیر پروسس.

* مسئول مکاتبات: moharram.vazziri2020@gmail.com

۱-مقدمه

از زمان‌های قدیم، شیر جز اساسی رژیم غذایی و تغذیه انسان بوده است و شیر و محصولات لبنی مانند پنیر به‌عنوان منابع انرژی، ماکرو مغذی‌ها و همچنین میکرو مغذی‌ها در شکل مواد پروتئینی، کربوهیدرات‌ها، لیپیدها، مواد مغذی و ویتامین‌ها هستند (۱۲). پنیر پروسس یکی از انواع پنیرهای عمده و پیش‌تاز در دنیا است که به‌عنوان یک جزء در غذاهای مختلف استفاده می‌شود. رواج استفاده از پنیر پروسس را می‌توان به کاربردهای فراوان نسبت داد. پنیر پروسس به‌طور مستقیم از شیر تولید نمی‌گردد و از مخلوط کردن یک یا چند نوع پنیر طبیعی با درجات رسیدگی مختلف به همراه نمک امولسیفایر، آب و دیگر اجزاء لبنی و غیرلبنی تولید می‌شود و در ادامه این مخلوط حرارت داده‌شده و به‌صورت متوالی تا دستیابی به یک محصول پاستوریزه یکنواخت و صاف هم زده می‌شود (۱۳). نمک‌های امولسیفایر نقش حیاتی در تشکیل ساختار پنیر پروسس بازی می‌کنند. نمک‌های امولسیفایر مسئول افزایش حلالیت کازئین که محصول پنیری امولسیفیه شده را می‌سازد هستند. کازئین‌ها آمپی پاتیک^۱ هستند و توانایی عمل به‌عنوان فعال سطحی بین گلبول‌های چربی پخش شده و شبکه پروتئینی پیوسته در پنیر پروسس را دارند. نمک‌های امولسیفایر مانند تترا سدیم پیرو فسفات، تری سدیم فسفات، مونوسدیم فسفات، دی سدیم فسفات و سدیم سترات برای حذف کلسیم و جایگزینی با سدیم و اتصال به کمپلکس کلسیم کلونیدی اضافه می‌شوند. حذف این کلسیم از میسل کازئین باعث درهم شکستن آن و افزایش حلالیت می‌شود و قدرت امولسیفایری کازئین‌های تکه‌تکه شده را بالا می‌برد. اساساً نمک‌های امولسیفایر شبکه پروتئینی کلسیم پارا کازئین را به سدیم فسفات پارا کازئینات تغییر می‌دهد که این عامل وجه تمایز برجسته میانه پنیر پروسس و پنیر طبیعی است (۹). آب پنیر محصول جانبی تولید پنیر با کازئین می‌باشد. آب پنیر دارای ویژگی‌هایی است که این فرآورده

را از جهت ارزش غذایی منحصر به فرد می‌کند (۲). استفاده مجدد از آب پنیر به دو دلیل عمده در صنایع لبنی مورد توجه قرار گرفته است، وجود ترکیبات با ارزش در آب پنیر مانند پروتئین‌های موجود در آب پنیر و وجود مقدار بالای مواد آلی، که باعث شده کاربردهای فراوانی در صنایع غذایی داشته باشد (۱۵). پنیر لور در مناطق کوهستانی استان گیلان، آذربایجان غربی و کردستان از شیر گوسفند یا گاو به‌طور سنتی از دیرباز تهیه و به بازار مصرف عرضه می‌شود. پنیر لور نوعی پنیر و محصولی سنتی است که از حرارت دادن آب پنیر در دمای بالا (تا رسیدن به نقطه جوش) به دست می‌آید و طعمی شبیه به خامه دارد (۲، ۶). لور به دلیل داشتن مقادیر بالای اسیدهای آمینه ضروری موجود در آلفالاکتوآلبومین که در آب پنیر حضور دارد، از حیث ارزش تغذیه‌ای منحصر به فرد است. مقادیر بالای اسیدهای آمینه ترئونین، والین، لوسین، ایزولوسین و سیستئین لور را از نظر ترکیب با آلبومین تخم مرغ قابل مقایسه می‌کند. علاوه بر اسیدهای آمینه این فرآورده مقدار زیادی از مواد مغذی مانند لاکتوز، چربی و پروتئین‌های محلول در آب پنیر را دارا می‌باشد که حضور این پروتئین‌ها پنیر لور را یک ماده مغذی و در عین حال سهل‌الهضم می‌سازد (۶). نخود^۲ گیاهی است یک‌ساله که بلندی بوته آن به حدود ۳۰ سانتیمتر می‌رسد. پروتئین‌های اصلی بنیادی در حبوبات، گلوبولین‌ها و آلبومین‌ها هستند (۸). علاوه بر خصوصیات تغذیه‌ای، پروتئین بقولات به‌عنوان عملگر نقش مهمی در فرمولاسیون فرآورده‌های غذایی دارند. برخی از خصوصیات عملکردی شامل حلالیت، ظرفیت اتصال آب، ظرفیت جذب چربی، خاصیت امولسیفایری و تولید کف می‌باشد برخی از محققین ویژگی‌های عملکردی و ترکیبات ایزوله‌های پروتئینی دانه نخود در ارتباط با امکان استفاده از ایزوله‌ها در صنعت غذا را بررسی کردند. گزارش شده که ایزوله‌ها با قابلیت جذب آب و چربی بالا برای تهیه پنیر، فرآورده‌های گوشتی و نانوائی مناسب بوده در حالی که این سلول‌ها با ظرفیت امولسیون خوب برای محصولاتی از قبیل فرانکفورتر یا خامه مناسب هستند (۷).

1-Amphipathic

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- مواد مورد استفاده

پنیر پایه آنزیمی تازه (تهیه شده از شرکت پاک آرا سنندج)، پودرایزوله پروتئین نخود تهیه شده از شرکت ROQUETTE کشور فرانسه و نمک امولسیفایر ۹۰ (سدیم پلی فسفات) از شرکت CORINO تایلند تهیه شدند. در جدول ۱ مشخصات شیمیایی پنیرها و پودر ایزوله پروتئین نخود مورد استفاده در فرمولاسیون تولید پنیر پروسس آورده شده است.

۲-۲- مراحل تولید سنتی پنیر لور

برای تهیه پنیر لور از روش سنتی استفاده گردید بدین صورت که پس از تهیه پنیر معمول از شیر، آب پنیر باقی مانده از آن تحت تیمار حرارتی ۹۵-۹۷ درجه سانتی گراد قرار گرفت. توده سفیدرنگی بعد از حرارت دهی بر روی آب پنیر تجمع یافت که پس از جداسازی توده مورد نظر آنگیری از آن انجام شد و ماده جدا شده که همان پنیر لور بود به دست آمد.

همچنین جایگزینی چربی یا پروتئین لبنی یا هر دو به طور کامل یا جزئی توسط اجزای غیر لبنی، به ویژه با منشأ گیاهی، نظیر چربی یا روغن‌های گیاهی و پروتئین‌های گیاهی در راستای تولید فراورده‌های پنیری متنوع که دارای قیمت پایین‌تر، خصوصیات بافتی بهتر، شرایط تغذیه‌ای (کاهش نمک، چربی اشباع و کلسترول، غنی‌سازی با املاح) مطلوب‌تر و همچنین پایداری نسبتاً بالا حین نگهداری باشند ضروری می‌باشد تا در بازار رقابتی سهم قابل قبولی را به خود اختصاص دهند. در همین راستا با توجه به ظرفیت بالای پروتئین نخود برای استفاده در فرمولاسیون انواع پنیر انجام مطالعه برای دستیابی به فرمولاسیون مناسب چنین فراورده‌هایی ضروری می‌باشد. همچنین نظر به اینکه تاکنون مطالعه‌ای در زمینه استفاده از پروتئین نخود و پنیر لور در فرمولاسیون پنیر در داخل کشور صورت نگرفته است، هدف از مطالعه حاضر ارزیابی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی پنیر پروسس تولیدی از پنیر لور و ایزوله پروتئین نخود می‌باشد.

جدول ۱- خواص شیمیایی مواد مورد استفاده در فرمولاسیون

مواد	پروتئین کل	درصد چربی	درصد رطوبت	درصد ماده خشک	pH	خاکستر
پنیر لور	۸۸/۴ ± ۰/۷	۲۲ ± ۰/۰۰۲	۶۶/۴۵ ± ۰/۲	۳۳/۸ ± ۰/۵	۶/۵ ± ۰/۰۷	۰/۹۹ ± ۰/۰۴
ایزوله پروتئین نخود	۹۷ ± ۰/۸	۱ ± ۰/۶	≥ ۲ ± ۰/۱	۹۹ ± ۰/۱	-----	۰/۵

۳-۲- تجهیزات

دستگاه پخت پنیر پروسس طراحی و ساخته شده با مشخصات محفظه دوجداره با آب گرم در جدار، دمای متغیر فرآیند ۱۶۰-۵ درجه سلسیوس، دور متغیر با حداکثر دور ۳۰۰۰ دور در دقیقه و حجم ۵ لیتر تولید پنیر مورد استفاده قرار گرفت.

۲-۴- آزمون آنالیز پروفیل بافتی

آزمون TPA^۱ با استفاده از دستگاه آنالیز بافت (koopa مدل TA20 ساخت کشور ایران) انجام شد. جهت انجام آزمایش TPA، از روش پیسکا و همکاران (۲۰۰۴) با اندکی تغییرات

۲-۴-۱- ترکیبات شیمیایی پنیر پروسس تولیدی از پنیر

لور و ایزوله پروتئین نخود

برای اندازه‌گیری میزان پروتئین بر طبق استاندارد ملی ایران به شماره ۱۳۴۱۸ به روش کلدال برای اندازه‌گیری میزان چربی و

متغیرهای مستقل شامل مقادیر پودر ایزوله پروتئین نخود (۰، ۵، ۱۰٪) و پنیر لور (۰، ۱۰ و ۲۰٪) در پنیر پایه بود. تحلیل آماری، تعیین مدل و بهینه کردن عددی با نرم افزار Design Expert مدل (۶.۰.۲) انجام شد.

۳- نتایج و بحث

اثر متغیرها بر ویژگی های شیمیایی و بافتی نتایج حاصل از تجزیه واریانس و بررسی میزان معنی دار بودن نتایج در جدول ۱ ارائه شده است.

ماده خشک پنیر لور بر طبق استاندارد ملی ایران ۱۳۴۱۸ تعیین مقدار شد.

۲-۵- آنالیز آماری

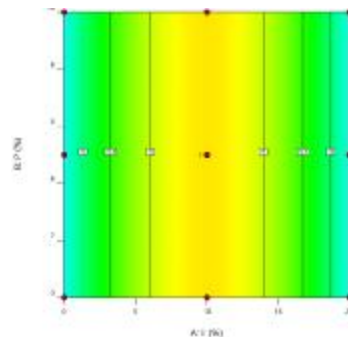
روش سطح پاسخ بر پایه طرح مرکب مرکزی (CCD) جهت تعیین الگوهای پاسخ و مدل ها استفاده گردید. متغیرهای مستقل در سه سطح کدگذاری شده (۱+ و ۱- و ۰)، که در مجموع ۱۳ فرمول با ۵ نقطه مرکزی بود و مورد ارزیابی قرار گرفتند.

جدول ۲- آنالیز واریانس ویژگیهای بافتی انواع پنیرهای پروسس تولیدی

شاخص	قابلیت	فتریت	سفتی	ماده خشک	چربی	پروتئین
	جویدن					
A	۱۹/۲۶	۴/۸۶	۲۴۸/۷۱	۳۷/۵۰	۴/۰۰	۱/۳۹
B	۱۴۸۵/۵۴	۶/۶۶	۸۴۰۶۱/۶۴	۲۸/۱۷	۸۱/۰۳	۰/۰۰۲۸
A ₂	۷۹/۳۰	-----	۷۵۴/۸۱	۰/۰۴۰۲	۰/۱۸۴۷	۴/۹۱
B ₂	۵۶۸/۸۶	-----	۹۵۲۶۱/۸۰	۴۱/۵۶	۲۱/۱۴	۲/۲۱
AB	۱/۰۲	-----	۱۳۹۵۱/۱۵	۲/۲۵	۱۰/۲۴	۰/۰۱۴۴
P-value of model	۰/۰۰۳۸	۰/۰۱۹۱۰	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۷	۰/۰۰۰۱	۰/۱۹۸۴
Adjusted-R ²	۰/۵۶۷۹	۰/۴۵۶۴	۰/۹۶۸۴	۰/۸۷۷۶	۰/۹۷۸۵	۰/۲۹۰۶
Predicted R ²	۰/۴۰۲۶	۰/۰۷۴۸	۰/۸۱۳۹	۰/۲۷۴۱	۰/۹۰۱۲	۱/۸۴۹۳
p- value of lake of fit	۰/۷۹	۰/۲۳	۰/۳۱	۰/۰۱۵	۰/۰۸۵	۰/۰۵۷

۳-۱- ارتباط میان اندازه پروتئین پنیر با درصد لور و پروتئین نخود

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها در جدول ۲ نشان می‌دهد که اثرات ایزوله پروتئین نخود و پنیر لور بر میزان پروتئین معنی‌دار نشد ($P > 0/1$). با توجه به شکل زیر زمانی که مقدار پنیر لور در سطح معینی قرار داد می‌شود، با تغییر ایزوله پروتئین نخود هیچ تغییری در پروتئین پنیر ایجاد نمی‌شود. این در حالی است که برای سطح معینی از پروتئین نخود، اندازه پروتئین پنیر پروسس به شدت با تغییر در سطوح پنیر لور به کار گرفته شده نوسان می‌کند. این تغییر به‌ویژه برای پنیر پروسس با ۱۰٪ پنیر لور در بیشترین مقدار است به عبارت دیگر بیشترین پروتئین زمانی به دست خواهد آمد که مقدار پنیر لور در سطح ۱۰٪ باشد. متین و بالکر نشان دادند که نمونه‌های پنیر کاشار^۱ آنالوگ حاوی پروتئین سویا دارای مقدار پروتئین کمتری نسبت به نمونه شاهد داشتند که با نتایج به دست آمده در این تحقیق مطابقت دارد (۴). پروتئین‌های گیاهی از نظر ساختار و ویژگی‌های عملکردی با پروتئین‌های شیر متفاوت هستند (۳) پروتئین‌های گیاهی مانند نخود مولکول‌های بزرگ‌تر با ساختار پیچیده‌تر از پروتئین‌های شیر را دارند، بدین معنی که نمی‌توانند شبکه زلی فشرده که گامی مهم در تولید پنیر است را ایجاد کنند. بر طبق تحقیقات انجام شده استفاده از پروتئین‌های گیاهی برای تطابق با عملکرد کازئین در توسعه پنیر آنالوگ چالش برانگیز بوده است (۹).

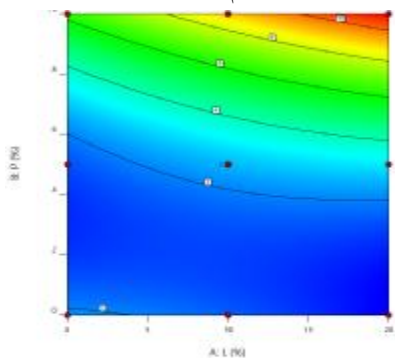


شکل ۱- تأثیر استفاده از پنیر لور و ایزوله نخود بر میزان

پروتئین پنیر پروسس

۳-۲- ارتباط میان اندازه چربی پنیر با درصد لور و پروتئین نخود

بر طبق نتایج به دست آمده در جدول ۲ استفاده از ایزوله پروتئین نخود و پنیر لور اثر معناداری بر میان چربی پنیر پروسس تولیدی داشته است ($P > 0/0001$). با توجه به اینکه امروزه مصرف کنندگان خواستار محصولات با چربی کمتر هستند و چربی پایین پنیر از نگاه تغذیه‌ای مناسب می‌باشد بر طبق شکل زیر می‌توان عنوان کرد که به هر میزان که مقدار پنیر لور و ایزوله پروتئین نخود افزایش یابد کیفیت پنیر از نظر مقدار چربی کاهش می‌یابد یعنی این دو ماده میزان چربی در پنیر پروسس تولیدی افزایش دادند. اما زمانی که درصد پنیر لور در سطوح ۰ تا ۱۰٪ قرار داشته شد و درصد ایزوله پروتئین نخود در مقادیر ۰ و ۵٪ بکار گرفته شود از نظر سلامت بخشی بودن محصولی با کیفیت و با چربی مناسب نتایج بهتری به دست آمد. با توجه به این که شکل کانتور اندازه چربی را برای درصدهای مذکور تقریباً یکسان نشان می‌دهد می‌توان درصد لور و پروتئین نخود را طوری انتخاب نمود که هزینه تولید کم شده و از طرف دیگر ارزش غذایی و طعم آن افت نداشته باشد. مقدار چربی علاوه بر انرژی‌زایی نقش مهمی در ایجاد ساختار و میزان سفتی بافت پنیر پروسس دارد به گونه‌ای که با افزایش مقدار چربی میزان سفتی پنیر کاهش می‌یابد و پنیر نرم‌تری به دست خواهد آمد زیرا چربی ساختار پروتئینی پنیر را از هم می‌پاشند و با حضور در ساختار شبکه پروتئینی مانع از به هم پیوستگی و استحکام آن می‌شود.

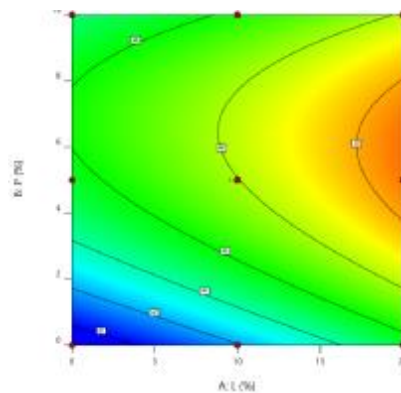


شکل ۲- تأثیر استفاده از پنیر لور و ایزوله نخود بر میزان چربی

پنیر پروسس

۳-۳- ارتباط میان اندازه ماده خشک پنیر با درصد لور و پروتئین نخود

نتایج به دست آمده نشان دهنده اثر معنادار ایزوله نخود و پنیر در لورد ر پنیر پروسس است ($P=0/007$). استفاده از ایزوله پروتئین نخود و همچنین پنیر لور به عنوان یک پنیر جوان حاوی پروتئین‌های آب پنیر که خود دارای مقداری ماده خشک هستند و با استفاده از این دو ماده باعث افزایش میزان ماده خشک در نمونه‌های تولید شده است. با در نظر گرفتن این مطلب که مقدار زیاد ماده خشک موجب افزایش راندمان پنیرسازی می‌گردد، پیشنهاد می‌شود که مقدار پنیر لور در ۲۰ درصد و مقدار پروتئین نخود در مقدار ۵ درصد در نظر گرفته شود تا از نظر مقدار ماده خشک پنیری با ویژگی‌های مطلوب به دست آید.



شکل ۳- تأثیر استفاده از پنیر لور و ایزوله نخود بر میزان ماده

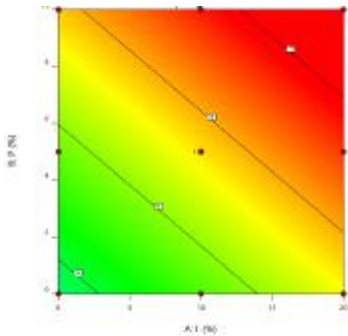
خشک پنیر پروسس

۳-۴- آنالیز بافت

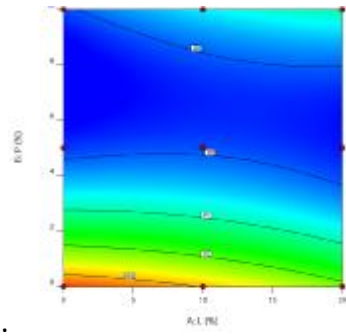
۳-۴-۱- سفتی

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها در جدول ۲ نشان می‌دهد که اثرات به کارگیری ایزوله پروتئین نخود و پنیر لور از لحاظ آماری بر ویژگی سفتی بافت معنی‌دار می‌باشد ($P<0/0001$). با توجه به شکل زیر می‌توان نتیجه گرفت با افزایش مقدار ایزوله

پروتئین نخود تا حدود ۸ درصد شاهد افزایش میزان سفتی بافت خواهیم بود اما با رسیدن غلظتی ماده تا ۱۰ درصد میزان سفتی بافت کاهش را نشان می‌دهد. به کارگیری ایزوله پروتئین نخود به عنوان ماده‌ای با میزان پروتئین بالا تا که توانایی جذب آب را دارد همچنین میزان ماده خشک را در پنیر افزایش می‌دهد توانایی افزایش میزان سفتی نمونه‌های پنیر را دارد پنیر پروسس به عنوان یک سیستم چند بازی پیچیده شامل واکنش‌های پروتئین- پروتئین و پروتئین - چربی است که کاهش مقدار پروتئین این باعث کاهش میزان سختی پنیر می‌شود و بالعکس افزایش مقدار پروتئین میزان سفتی بافت را افزایش می‌دهد (۱۷). از همین رو می‌توان گفت پودر ایزوله پروتئین نخود به عنوان منبع پروتئینی تأثیرگذارترین عامل در افزایش میزان سفتی بافت در پنیر پروسس آنالوگ تولیدی بوده است. پروتئین‌های ایزوله نخود با ایجاد یک تجمع فشرده و متراکم و خالص همراه با پروتئین‌های کازئینی در نتیجه برهم کنش‌های هیدروفوبی بافت را افزایش می‌دهند (۱۴). پروتئین‌های ایزوله نخود در اثر حرارت و باز شدن ساختار و نمایان شدن گروه‌های فعال و قابلیت بالای آن‌ها در جذب آب نسبت به کازئین پنیر تازه و همچنین پروتئین‌های آب پنیر این امکان را فراهم می‌کند که در اثر واکنش‌ها توانایی تجمع پروتئینی را ایجاد کند و در نتیجه باعث به هم پیوستن پروتئین‌های موجود در پنیر پروسس شود که این امر منجر به افزایش میزان سفتی بافت شده است (۵). این در صورتی است که اثرگذاری حضور پنیر لور دارا بودن پروتئین‌های آب پنیر شیر به اندازه ایزوله پروتئین نخود قابلیت اثرگذاری بر میزان سفتی بافت نمونه‌های پنیر را نداشته است هرچند که بر طبق تحقیقات انجام شده توسط سلویج و همکاران (۲۰۱۰) حضور پروتئین‌های آب پنیر توانایی افزایش میزان سختی پنیر پروسس آنالوگ را دارد (۱۷).



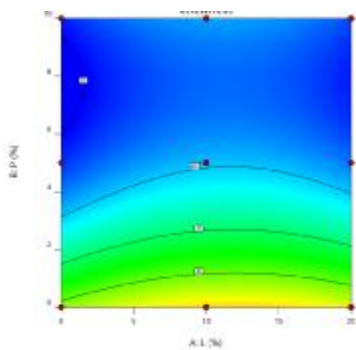
شکل ۵- تأثیر استفاده از پنیر لور و ایزوله نخود بر میزان قابلیت ارتجاع پنیر پروسس



شکل ۶- تأثیر استفاده از پنیر لور و ایزوله نخود بر میزان سفتی پنیر پروسس

۳-۴-۳- قابلیت جویدن

بررسی نتیجه تجزیه واریانس مدل برازش یافته مربوط به متغیر وابسته ویژگی قابلیت جویدن در جدول ۲ نشان دهنده معنی دار بودن این مدل می باشد ($P=0/03$). شکل زیر نشان می دهد که با افزایش سطوح ایزوله پروتئین نخود تا ۵٪ در سطح ثابتی از پنیر لور میزان قابلیت جویدن تحت تأثیر قرار گرفته و پس از آن در حد ثابتی قرار می گیرد و قابلیت جویدن در درصدهای بالاتر ایزوله نخود یکسان است. بر طبق تحقیقات انجام شده در خصوص استفاده از ایزوله های انواع حبوبات به دلیل این که این دسته از مواد دارای مقداری کربوهیدرات می باشند شاهد افزایش میزان قابلیت جویدن پنیرهای حاوی ایزوله پروتئین نخود خواهیم بود (۹).



شکل ۷- تأثیر استفاده از پنیر لور و ایزوله نخود بر میزان قابلیت جویدن پنیر پروسس

۳-۴-۲- فنریت و قابلیت ارتجاع

بررسی نتیجه تجزیه واریانس مدل برازش یافته مربوط به متغیر وابسته فنریت در جدول ۲ نشان دهنده معنی دار بودن این مدل می باشد ($P<0/01$). بر طبق شکل زیر با افزایش مقادیر پنیر لور و ایزوله پروتئین نخود شاهد افزایش میزان فنریت و قابلیت ارتجاع نمونه های پنیر پروسس تولیدی نیز افزایش یافت. به نظر می رسد وجود کازئین و کلسیم بالا در پنیر پایه آنزیمی و همچنین پنیر لور به عنوان پنیر جوان منجر به انسجام به نوعی بافت الاستیکی و نهایتاً افزایش فنریت می شود. همچنین، پروتئین و اسیدهای چرب اشباع عوامل اصلی ارتجاعی بودن بافت پنیر هستند. زمانی که مقدار چربی در فرمولاسیون با استفاده از پنیر لور که دارای مقدار تقریبی ۲۲ درصد چربی، افزایش می یابد جذب سطحی گروه های چربی دوست پروتئین ها را در اطراف قطرات چربی افزایش می دهد. در نتیجه ساختار مشبکی تشکیل می شود که قابلیت ارتجاعی و محصول را افزایش می دهد (۳). همچنین گراسو و همکارانش در خصوص تولید پنیر پروسس ایزوله پروتئین نخود گزارش کردند که حضور این ماده باعث افزایش فنریت محصول نهایی می گردد که در راستا با نتایج به دست آمده با تحقیق حاضر می باشد (۱۱).

chickpea and lentil protein concentrates processed using ultrafiltration and isoelectric precipitation techniques. *J. Food Research International*. 2010; 43: 537-546.

8. Dhawan K, Malhotra S, Dahiya B. S, Singh D. Seed protein fractions and amino acid composition in gram (*Cicer arietinum*). *Plant Foods for Human Nutrition*. 1991; 41: 225-232.

9. Ferawati .F , Hefni , M., Östbring , K & Witthöft, C. The Application of Pulse Flours in the Development of Plant-Based Cheese Analogues: Proximate Composition, Color, and Texture Properties. *Foods journal*. 2021; 1-11. doi.org/10.3390/foods10092208.

10. Fox P. F, Guinee T.P, Cogan T. M, McSweeney P. H. 2000. "Fundamentals of Cheese Science." *ASPEN Publishers, Inc., Gaithersburg, Maryland*.

11. Grasso N, Roos Y. H, Crowley S.V, Arendt E. K, O'Mahony J. A. Composition and physicochemical properties of commercial plant-based block-style products as alternatives to cheese. *Future Foods*. 2021;1-12.

/doi.org/10.1016/j.fufo.2021.100048

12. Hao X, Yang W, Zhu Q, Zhang G, Zhang X, Liu L, Li X, Hussain M. A, Ni C, Jiang X. Proteolysis and ACE-inhibitory peptide profile of Cheddar cheese: Effect of digestion treatment and different probiotics. *LWT-Food Science and Technology*. 2021; 145:111295.

<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.111295>.

13. Kapoor R, Metzger L. Process Cheese: Scientific and Technological Aspects—A Review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 2008; 7:194-214.

14. Nishinari K, Fang Y, Guob S, Phillips G. O. Soy proteins: A review on composition, aggregation and emulsification. *Food Hydrocolloids*. 2014; 39(0): 301-318.

15. Pintado M. E, Malcata F. X. The effect of modified atmosphere packaging on the microbial ecology in Requeijao, a Portuguese whey cheese. *Journal of food processing and preservation*. 2000; 24(2):107-24.

16. Piska I, Stetina J. Influence of cheese ripening and rate of cooling of the processed cheese mixture on rheological properties of processed cheese. *Journal of Food Engineering*. 2004;61(4),551-555. *15th International Congress of Chemical Process Engineering (CHISA 2002), PRAGUE, CZECH REPUBLIC,*

۴- نتیجه گیری

در این پژوهش با افزایش میزان ایزوله پروتئین نخود و پنیر لور شاهد افزایش میزان پروتئین، چربی و ماده خشک در پنیر پروسس بودیم. نتایج حاصل از بافت سنجی حاکی از این بود که پنیر پروسس آنالوگ تولیدی در پارامترهای بافتی شامل حالت سفتی، فنریت و ارتجاعی بودن و قابلیت جویدن اختلاف معنادار با نمونه های شاهد داشتند و استفاده از ایزوله پروتئین نخود باعث افزایش میزان سفتی، فنریت و قابلیت جویدن شد و پنیر لور میزان فنریت را افزایش داد، در صورتی که بر میزان سفتی اثر کمی گذاشت و قابلیت جویدن را نیز کاهش داد. به طور کلی می توان گفت استفاده از ایزوله پروتئینی نخود و پنیر سنتی لور جهت تولید پنیر پروسس با ویژگی های بافتی مناسب قابل دستیابی است و توانایی تولید محصولی با بازارپسندی با پنیرهای سنتی را ارائه نمود.

۵- منابع

1. استاندارد ملی ایران به شماره ۱۳۴۱۸. ۱۳۹۶
2. Almeida K. E, Tamime A. Y, Oliveira M. N. Acidification rates of probiotic bacteria in Minas frescal cheese whey. *LWT Food Science and Technology*. 2008; 41: 311-316.
3. Bachmann H.-P. Cheese analogues: a review. *International Dairy Journal*. 2001;11(4-7): 505-515.
4. Balkir, P., & Metin, M. 2011. Physicochemical and textural properties of imitation fresh kashar cheeses prepared from casein, caseinates and soy protein. *GIDA* 36 (1): 17-24
5. Beliciu C. M, Moraru C. I. "The effect of protein concentration and heat treatment temperature on micellar casein-soy protein mixtures." *Food Hydrocolloids*. 2011; 25(6):1448-1460
6. Bolandi M. 2012. Introducing Formulation, Production Method and Physicochemical and Organoleptical Qualities and Microstructure of Arosheh Cheese and Chemical and Physical Qualities of Arosheh Oil- Research Plan.
7. Boye J.I, Aksay S, Roufik S, Ribéreau S, Mondor M, Farnworth E, Rajamohamed S.H. Comparison of the functional properties of pea,

and microstructure of acid casein processed cheese analogs. *Article in Milchwissenschaft*. 2010; 65(2):169-173.

AUG 25-29, 2002. doi:10. 1016/S0260-8774(03)00217-6.

17. Sołowiej B, Mleko S, Gustaw. Effect of whey protein concentrates on texture, meltability

(Original Research Paper)

Evaluation of Formulation of Spreadable Processed Cheese Using Chickpea Protein Isolate and Lor Cheese

Behzad Ardalan¹, Moharram Vaziri^{2*}, Seyyed Ali Mortazavi³

1- Ph.D Graduated of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Sannandaj Branch, Islamic Azad University, Sanandaj, Iran.

2- Assistant Professor, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Sannandaj Branch, Islamic Azad University, Sanandaj, Iran.

3- Professor, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran.

Received:18/05/2022

Accepted:15/08/2022

DOI: 10.30495/jfst.2022.1959034.1797

Abstract

The use of dairy products has been in the human diet for a long time, and cheese is one of the oldest dairy products produced by humans, which is a rich source of protein and nutrients needed by humans. In this research, the effect of different amounts of isolated chickpea powder (0, 2 and 10%) and Lor cheese (0, 10 and 20%) on the characteristics of protein, fat, dry matter, firmness, chewability and springiness were investigated. The results were modeled and analyzed in the form of central composite design (CCD) and response surface method (RSM). The explanatory coefficient for the fitted regression models was 0.29, 0.97, 0.87, 0.96, 0.45 and 0.56 respectively. According to the obtained results, the effect of adding bay cheese and chickpea protein isolate was significant at different levels, such that the use of bay cheese increased the amount of protein, fat, dry matter, firmness, springiness and chewability of the processed cheese. Also, the chickpea isolate had an increasing effect on the examined characteristics, and only the chewing ability remained constant with the presence of this substance.

Keywords: Lor Cheese, Chickpea Isolate, Processed Cheese.

*Corresponding Author: moharram.vazziri2020@gmail.com