(مقاله پژوهشی)

ارزیابی‌فرمولاسیون پنیر پروسس‌گسترش‌پذیر با استفاده از ایزوله پروتئین نخود و پنیر لور

بهزاد اردلان[۱]، محرم وزیری[۲*]، سید علی مرتضوی[۳]

۱- دانش‌آموخته 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 فردوسی مشهد، مشهد، ایران.

تاریخ دریافت:۱۴۰۱/۰۲/۲۸ تاریخ پذیرش:۱۴۰۱/۰۵/۲۴

DOI: 10.30495/jfst.2022.1959034.1797

چکیده

استفاده از محصولات لبنی از دیرباز در رژیم غذایی انسان وجود داشته است و پنیر یکی از قدیمی‌ترین فرآورده‌های شیری تولیدشده به‌وسیله انسان می‌باشد که منبعی سرشار از مواد پروتئینی و مواد مغذی موردنیاز 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 ویژگی‌های 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) مدل‌سازی و تجزیه‌وتحلیل شد. ضریب تبیین برای مدل‌های رگرسیون برازش شده به ترتیب۰/۲۹، ۰/۹۷، ۰/۸۷، ۰/۹۶، ۰/۴۵ و ۰/۵۶بود. با توجه به نتایج به‌دست‌آمده، اثر افزودن پنیر لور و ایزوله پروتئین نخود در سطوح مختلف معنی‌دار بود به‌گونه‌ای که به‌کارگیری 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 ویژگی‌های موردبررسی بود و فقط قابلیت جویدن با حضور این ماده در حد ثابت ماند.

واژه‌های 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 موادپروتئینی، 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. رواج‌استفاده 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 دیگراجزاء لبنی و غیرلبنی تولید می‌شود و در ادامه این مخلوط حرارت داده‌شده‌و 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. کازئین ها آمپی‌پاتیک[1] هستند و توانایی عمل به‌عنوان فعال سطحی بین گلبول‌های چربی پخش‌شده و شبکه پروتئینی پیوسته در پنیر پروسس رادارند. نمک‌های امولسیفایر مانند تترا سدیم پیرو فسفات، تری‌سدیم فسفات، مونوسدیم فسفات، دی‌سدیم فسفات و سدیم سیترات برای حذف کلسیم و جایگزینی با سدیم و اتصال به کمپلکس کلسیم کلوئیدی اضافه می‌شوند. حذف این‌کلسیم از میسل کازئین باعث درهم شکستن‌آن و افزایش‌حلالیت می‌شود و قدرت امولسیفایری‌کازئین‌های تکه‌تکه شده را بالا می‌برد. اساساً نمک‌های امولسیفایر شبکه پروتئینی‌کلسیم پارا کازئین را به سدیم فسفات پارا کازئینات تغییرمی‌دهدکه این عامل وجه تمایز برجسته میانه پنیر پروسس و پنیر طبیعی است(۹). آب‌پنیر محصول جانبی تولید پنیر با کازئین‌می‌باشد.آب‌پنیردارای‌ویژگی‌هایی‌است‌که این فرآورده را از جهت ارزش‌غذایی‌منحصربه‌فردمی‌کند(۲). استفاده مجدد ازآب‌پنیربه دو دلیل عمده در صنایع لبنی موردتوجه قرارگرفته است، وجود ترکیبات باارزش در آب‌پنیر مانند پروتئین‌های موجوددرآب‌پنیر و وجود مقدار بالای موادآلی، که باعث شده کاربردهای فراوانی در صنایع غذایی داشته باشد(۱۵). پنیر لور در مناطق کوهستانی استان گیلان،آذربایجان غربی و کردستان ازشیرگوسفند یا گاو به‌طور سنتی از دیرباز تهیه و به بازار مصرف عرضه می‌شود. پنیر لور نوعی پنیر و محصولی‌سنتی است‌که از حرارت دادن آب‌پنیر در دمای بالا(تا رسیدن به نقطه‌جوش) به دست می‌آید و طعمی شبیه به خامه دارد(۲، ۶). لوربه دلیل داشتن مقادیر بالای اسیدهای آمینه ضروری موجود درآلفالاکتوآلبومین‌که درآب‌پنیر حضور دارد، از حیث ارزش تغذیه‌ای منحصربه فرداست.مقادیربالای‌اسیدهای‌آمینه ترئونین، والین، لوسین، ایزولوسین و سیستئین لور را ازنظر ترکیب با آلبومین‌تخم‌مرغ قابل‌مقایسه می‌کند.علاوه بر اسیدهای‌آمینه این فرآورده مقدار زیادی از مواد مغذی مانند لاکتوز، چربی و پروتئین‌های محلول در آب‌پنیر را دارا می‌باشد که حضور این پروتئین‌ها پنیر لور را یک ماده مغذی و درعین‌حال سهل‌الهضم می‌سازد(۶). نخود[2] گیاهی است یک‌ساله که بلندی بوته آن به حدود۳۰ سانتیمتر می‌رسد. پروتئین‌های اصلی بنیادی در حبوبات،گلوبولین‌هاوآلبومین‌هاهستند(۸).علاوه بر خصوصیات تغذیه‌ای، پروتئین بقولات به عنوان 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. گزارش‌شده که ایزوله‌ها باقابلیت جذب آب و چربی بالا برای تهیه پنیر، فراورده‌های گوشتی و نانوایی مناسب بوده‌درحالی‌که این سلول‌ها با ظرفیت امولسیونی خوب برای‌محصولاتی‌از قبیل فرانکفورتر یا خامه مناسب هستند(۷).

1-Amphipathic

2-Chickpea

همچنین جایگزینی چربی‌یا پروتئین لبنی یا هر دو به طور کامل یا جزئی توسط اجزای غیر لبنی، به‌ویژه با منشأ گیاهی، نظیر چربی یا روغن‌های‌گیاهی و پروتئین‌های گیاهی در راستای تولید فراورده‌های پنیری متنوع که دارای قیمت پایین‌تر، خصوصیات بافتی بهتر، شرایط تغذیه‌ای (کاهش نمک، چربی اشباع وکلسترول، 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 همین‌راستا با توجه به ظرفیت بالای پروتئین نخود برای استفاده درفرمولاسیون‌انواع‌پنیرانجام‌مطالعه‌برای 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.

۲-مواد و روش‌ها

۲-۱- مواد مورد استفاده

پنیر پایه آنزیمی تازه (تهیه‌شده از شرکت پاک‌آرا سنندج)، پودرایزوله پروتئین نخود تهیه شده از شرکت ROQUETTE کشور فرانسه و نمک امولسیفایر۹۰ (سدیم پلی فسفات) از شرکتCORINO 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 بدین‌صورت که پس از تهیه پنیر معمول از شیر، آب‌پنیر باقی‌مانده از آن تحت تیمار حرارتی ۹۵-۹۷ درجه سانتی گراد قرارگرفت. توده سفیدرنگی بعد از حرارت دهی بر روی آب‌پنیر تجمع یافت که پس از جداسازی توده موردنظر آبگیری از آن انجام شد و ماده جداشده که همان پنیر لور بود به دست آمد.

جدول ۱- خواص شیمیایی مواد مورداستفاده در فرمولاسیون

مواد	پروتئین کل	درصد چربی	درصد رطوبت	درصد ماده خشک	pH	خاکستر
پنیر لور	۸۸/٤ ± ۰/۷	۲۲ ± ۰/۰۰۲	٦٦/٤٥ ± ۰/۲	۳۳/۸ ± ۰/۵	٦/۵ ± ۰/۰۷	۰/۹۹ ± ۰/۰٤
ایزوله پروتئین نخود	۹۷ ± ۰/۸	۱ ± ۰/٦	≥۲ ± ۰/۱	۹۹ ± ۰/۱	------	۰/۵

۲-۳ - تجهیزات

دستگاه پخت پنیر پروسس طراحی و ساخته‌شده با مشخصات محفظه دوجداره با آب‌گرم در جدار، دمای متغیر فرآیند ۱۶۰-۵ درجه سلسیوس، دور متغیر با حداکثر دور ۳۰۰۰ دور در دقیقه و حجم ۵ لیتر تولید پنیر مورداستفاده قرار گرفت.

۲-٤- آزمون آنالیز پروفیل بافتی

آزمونTPA[1] 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 استفاده گردید. نمونه‌های پنیر بعد از ۳ روز تولید از یخچال با دمای ۵ درجه سانتی‌گراد خارج و تا رسیدن به دمای ۲۵ تا ۳۰ درجه‌سانتی‌گراد در شرایط محیطی قرار گرفتند. سپس نمونه‌ها توسط پروب استوانه‌ای با قطر mm ۲۵ و با سرعت mm/s ۵ و میزان نفوذ پروب به داخل نمونه mm ۱۰ آنالیز بافتی انجام شد. آزمون با ۳ تکرار برای هر نمونه انجام گردید(۱۶) .

۲-٤-۱- 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 روش‌کلدال برای اندازه‌گیری میزان چربی و

1-Textural Profile Analyze

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)[1]جهت تعیین‌الگوهای پاسخ و مدل‌ها استفاده گردید. متغیرهای مستقل در سه سطح کدگذاری شده(۱+و۰و۱-)، که درمجموع ۱۳ فرمول با ۵ نقطه مرکزی بود و مورد ارزیابی قرارگرفتند. متغیرهای مستقل شامل مقادیر پودر ایزوله پروتئین نخود (۰، ۵، و۱۰٪) و پنیر لور(۰، ۱۰ و۲۰٪) در پنیر پایه بود. تحلیل آماری،تعیین مدل و بهینه‌کردن عددی با نرم‌افزار Design Expert مدل (۶.۰.۲) انجام شد.

۳-نتایج و بحث

اثر متغیرها بر ویژگی‌های شیمیایی و بافتی نتایج حاصل از تجزیه واریانس و بررسی میزان معنی‌دار بودن نتایج در جدول ۱ ارائه‌شده است.

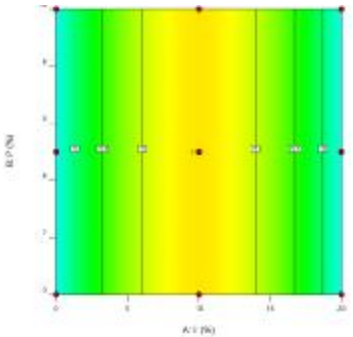
جدول ۲- آنالیز واریانس ویژگیهای بافتی انواع پنیرهای پروسس تولیدی

شاخص	قابلیت جویدن	فنریت	سفتی	ماده خشک	چربی	پروتئین
A	۱۹/۲۶	٤/۸٦	۲٤۸/۷۱	۳۷/۵۰	٤/۰۰	**۱/۳۹**
B	۱٤۸۵/۵٤	٦/٦٦	۸٤۰٦۱/٦٤	۲۸/۱۷	۸۱/۰۳	**۰/۰۰۲۸**
A_2	۷۹/۳۰	------	۷۵٤/۸۱	۰/۰٤۰۲	۰/۱۸٤۷	**٤/۹۱**
B_2	۵٦۸/۸٦	------	۹۵۲٦۱/۸۰	٤۱/۵٦	۲۱/۱٤	**۲/۲۱**
AB	۱/۰۲	--------	۱۳۹۵۱/۱۵	۲/۲۵	۱۰/۲٤	**۰/۰۱٤٤**
P-value of model	۰/۰۰۳۸	۰/۰۱۹۱۰	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۷	۰/۰۰۰۱	**۰/۱۹۸٤**
Adjusted-R^2	۰/۵٦۷۹	۰/٤۵٦٤	۰/۹٦۸٤	۰/۸۷۷٦	۰/۹۷۸۵	**۰/۲۹۰٦**
Predicted R^2	۰/٤۰۲٦	۰/۰۷٤۸	۰/۸۱۳۹	۰/۲۷٤۱	۰/۹۰۱۲	**۱/۸٤۹۳**
p- value of lake of fit	۰/۷۹	۰/۲۳	۰/۳۱	۰/۰۱۵	۰/۰۸۵	**۰/۰۵۷**

1- Central Composite Design

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

نتایج تجزیه واریانس‌داده‌ها در جدول۲ نشان می‌دهد که اثرات ایزوله پروتئین نخود و پنیر لور بر میزان پروتئین معنی‌دار نشد (P>۰/۱).با توجه با شکل زیر زمانی که مقدار پنیر لور در سطح معینی قرار دات 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 گرفته‌شده نوسان می‌کند. این تغییر به‌ویژه برای پنیر پروسس با ۱۰٪ پنیر لور در بیشترین مقدار است به‌عبارت‌دیگر بیشترین پروتئین زمانی به دست خواهد آمد که مقدار پنیر لور در سطح ۱۰٪ باشد. متین و بالکرنشان دادندکه نمونه‌های پنیرکاشار[1] آنالوگ حاوی پروتئین سویا دارای مقدار پروتئین کمتری نسبت به نمونه شاهد داشتند که با نتایج به‌دست‌آمده در این تحقیق مطابقت‌دارد(۴). پروتئین‌های گیاهی ازنظر ساختار و ویژگیهای عملکردی‌باپروتئین‌های‌شیرمتفاوت‌هستند(۳)پروتئینهای گیاهی مانند نخود مولکول‌های بزرگ‌تر با ساختار پیچیده‌تر از پروتئین‌های شیر را دارند، بدین معنی‌که نمی‌توانند شبکه ژلی فشرده که گامی مهم در تولید پنیر است را ایجاد کنند. بر طبق تحقیقات انجام‌شده استفاده از پروتئین‌های گیاهی برای تطابق با عملکرد کازئین در توسعه پنیر آنالوگ چالش‌برانگیز بوده است (۹) .

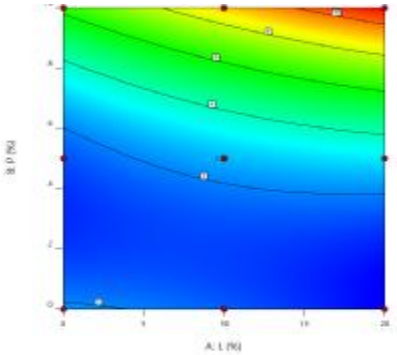


شکل۱- تأثیر استفاده از پنیر لور و ایزوله نخود بر میزان پروتئین پنیر پروسس

1- Kashar Cheese

۳-۲-ارتباط‌میان‌اندازه چربی پنیر با درصد لور و پروتئین نخود

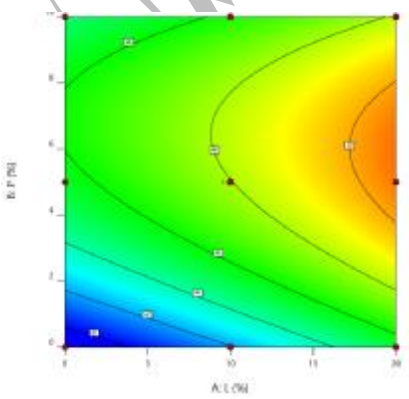
برطبق‌نتایج به‌دست‌آمده در جدول ۲ استفاده از ایزوله پروتئین نخود و پنیر لور اثر معناداری بر میان چربی پنیر پروسس تولیدی داشته است(P> ۰/۰۰۰۱).با توجه به اینکه امروزه مصرف‌کنندگان خواستار محصولات با چربی کمتر هستند و چربی پایین پنیر از نگاه تغذیه‌ای مناسب می‌باشد بر طبق شکل زیر می‌توان عنوان کرد که به هر میزان که مقدار پنیر لور و ایزوله پروتئین نخود افزایش یابدکیفیت پنیر از نظر مقدار چربی‌کاهش می‌یابد یعنی این دو ماده میزان چربی در پنیر پروسس تولیدی افزایش دادند. اما زمانی که درصد پنیر لور در سطوح۰ تا ۱۰ ٪ قرار داشته شد و درصد ایزوله پروتئین نخود در مقادیر ۰ و ۵ ٪ بکار گرفته شود ازنظر سلامت بخشی بودن محصولی باکیفیت و با چربی مناسب نتایج بهتری به دست آمد. با توجه به این‌که شکل‌کانتور اندازه چربی را برای درصدهای مذکور تقریباً یکسان نشان می‌دهد می‌توان درصد لور و پروتئین نخود را طوری انتخاب نمود که هزینه تولیدکم 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 به‌گونه‌ای‌که با افزایش‌مقدار چربی میزان سفتی پنیرکاهش 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 هم‌پیوستگی و استحکام آن می‌شود.



شکل۲- تأثیر استفاده از پنیر لور و ایزوله نخود بر میزان چربی پنیر پروسس

۳-۳- ارتباط میان اندازه ماده‌خشک‌پنیربا درصد لور و پروتئین نخود

نتایج به‌دست‌آمده نشان‌دهنده اثر معنادار ایزوله نخود و پنیر در لوردر پنیر پروسس‌است (P=۰/۰۰۷). استفاده از ایزوله پروتئین نخود و همچنین پنیر لور به‌عنوان یک پنیر جوان حاوی پروتئین‌های آب پنیر که خود دارای مقداری ماده خشک هستند وبا استفاده از این دو ماده باعث افزایش میزان ماده خشک در نمونه‌های تولید شده است. با در نظرگرفتن این مطلب‌که مقدار زیاد ماده خشک موجب افزایش راندمان پنیرسازی می‌گردد، پیشنهاد می‌شودکه مقدار پنیر لور در۲۰ درصد و مقدار پروتئین نخود در مقدار ۵ درصد در نظرگرفته شود تا ازنظر مقدار ماده خشک پنیری با ویژگی‌های مطلوب به دست آید.

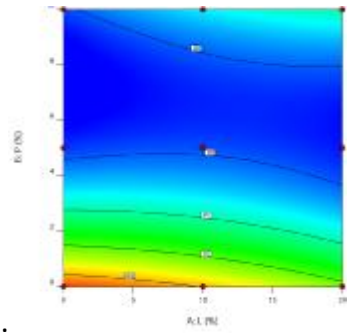


شکل۳- تأثیر استفاده از پنیرلور و ایزوله نخود بر میزان ماده خشک پنیر پروسس

۳-٤- آنالیز بافت

۳-٤-۱-سفتی

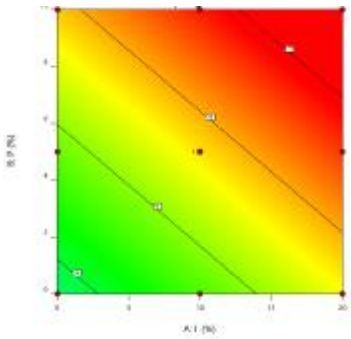
نتایج تجزیه واریانس داده‌ها در جدول۲ نشان می‌دهد که اثرات به‌کارگیری ایزوله پروتئین نخود و پنیر لور ازلحاظ آماری بر ویژگی سفتی بافت معنی‌دار می‌باشد(P<۰/۰۰۰۱). با توجه به شکل زیر می‌توان نتیجه گرفت با افزایش مقدار ایزوله پروتئین نخود تا حدود ۸ درصد شاهد افزایش میزان سفتی بافت خواهیم بود اما با رسیدن غلظتی ماده تا ۱۰ درصد میزان سفتی‌بافت کاهش را نشان می‌دهد. به‌کارگیری ایزوله پروتئین نخود به‌عنوان 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 پروسس‌به‌عنوان‌یک‌سیستم‌چند 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 به‌عنوان منبع پروتئینی تأثیرگذارترین عامل در افزایش میزان سفتی‌بافت‌درپنیرپروسس‌آنالوگ‌تولیدی‌بوده‌است. پروتئین‌های ایزوله نخود با ایجاد یک تجمع فشرده و متراکم و خالص همراه‌باپروتئین‌های‌کازئینی‌درنتیجه برهم‌کنش‌های 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 آب‌پنیر این امکان را فراهم می‌کند که در اثر واکنش‌ها توانایی‌تجمع پروتئینی را ایجاد کند و درنتیجه 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 آب‌پنیر شیر به اندازه ایزوله پروتئین نخود قابلیت اثرگذاری بر میزان سفتی بافت نمونه‌های پنیر را نداشته است هرچندکه‌برطبق‌تحقیقات‌انجام شده توسط‌سلویج وهمکاران (۲۰۱۰)حضورپروتئین‌های‌آب‌پنیرتوانایی افزایش میزان سختی پنیر پروسس آنالوگ را دارد (۱۷).



شکل٤- تأثیر استفاده از پنیر لور و ایزوله نخود بر میزان سفتی پنیر پروسس

۳-٤-۲- فنریت و قابلیت ارتجاع

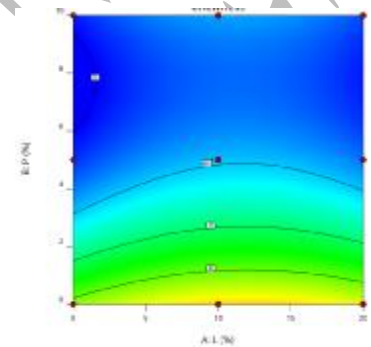
بررسی نتیجه تجزیه واریانس مدل برازش یافته مربوط به متغیر وابسته فنریت در جدول ۲ نشان‌دهنده معنی‌دار بودن این مدل می‌باشد($P<۰/۰۱$). بر طبق شکل زیر با افزایش مقادیر پنیر لور و ایزوله پروتئین نخود شاهد افزایش میزان فنریت و قابلیت ارتجاع نمونه‌های پنیر پروسس تولیدی نیز افزایش یافت. به نظر می‌رسد وجود کازئین و کلسیم بالا در پنیر پایه آنزیمی و همچنین پنیر لور به‌عنوان پنیر جوان منجر به انسجام به‌نوعی بافت الاستیکی و نهایتاً افزایش فنریت می‌شود. همچنین، پروتئین و اسیدهای چرب اشباع عوامل اصلی ارتجاعی بودن بافت پنیر هستند. زمانی‌که مقدار چربی در فرمولاسیون با استفاده از پنیر لورکه دارای مقدار تقریبی ۲۲ درصد چربی، افزایش‌می‌یابدجذب سطحی گروه‌های چربی‌دوست پروتئین‌ها را در اطراف قطرات چربی افزایش می‌دهد. درنتیجه ساختار مشبکی‌تشکیل‌می‌شودکه قابلیت ارتجاعی و محصول ر افزایش می‌دهد (۳). همچنین گراسو و همکارانش در خصوص تولید پنیر پروسس ایزوله پروتئین نخودگزارش‌کردند که حضور این ماده باعث افزایش فنریت محصول نهایی می‌گردد که در راستا با نتایج به‌دست‌آمده با تحقیق حاضر می‌باشد (۱۱).



شکل٥- تأثیر استفاده از پنیر لور و ایزوله نخود بر میزان قابلیت ارتجاع پنیر پروسس

۳-٤-۳ -قابلیت جویدن

بررسی نتیجه تجزیه واریانس مدل برازش یافته مربوط به متغیر وابسته ویژگی قابلیت جویدن در جدول ۲ نشان‌دهنده معنی‌دار بودن این مدل می‌باشد($P=۰/۰۳$). شکل زیر نشان می‌دهدکه با افزایش سطوح ایزوله پروتئین نخود تا ۵ ٪ در سطح ثابتی از پنیر لور میزان قابلیت جویدن تحت تأثیر قرارگرفته و پس‌ازآن در حد ثابتی قرار می‌گیرد و قابلیت جویدن در درصدهای بالاتر ایزوله نخود یکسان است. بر طبق تحقیقات انجام شده در خصوص استفاده از ایزوله‌های انواع حبوبات به دلیل این که این دسته از مواد دارای مقداری‌کربوهیدرات می‌باشند شاهدافزایش‌میزان‌قابلیت جویدن پنیرهای حاوی ایزوله پروتئین نخود خواهیم بود (۹).



شکل٦- تأثیر استفاده از پنیرلور و ایزوله نخود بر میزان قابلیت جویدن پنیر پروسس

٤- نتیجه‌گیری

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 حالت‌سفتی، فنریت و ارتجاعی بودن و قابلیت جویدن اختلاف معنادار با نمونه‌های 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، درصورتی‌که بر میزان سفتی اثرکمی گذاشت و قابلیت جویدن را نیز کاهش داد. به‌طورکلی می‌توان گفت استفاده از ایزوله پروتئینی نخود و پنیر سنتی لور جهت تولید پنیر پروسس با ویژگی‌های بافتی مناسب‌قابل‌دستیابی‌است‌وتوانایی تولید محصولی با بازارپسندی با پنیرهای سنتی را ارائه نمود.

٥- منابع

١. استاندارد ملی ایران به شماره ١٣٤١٨. ١٣٩٦

2. Almeida K. E, Tamime A. Y, Oliveira M. N. Acidification rates of probiotic bacteria in Minas frescal cheese whey. *LWTFood 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. Balkır, 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, 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,

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 Ardalan[1], Moharram Vaziri[2*], Seyyed Ali Mortazavi[3]

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