



دانشگاه کشاورزی

گروه علوم و صنایع غذایی

پایان نامه کارشناسی ارشد

بهینه سازی فرمولاسیون پنیر پیتزای پروسس با تاکید بر خواص رئولوژیکی

رضا حاجی محمدی فریمانی

دی ماه ۱۳۸۷

بهینه‌سازی فرمولاسیون پنیر پیتزای پروسس با تاکید بر خواص رئولوژیکی

رضا حاجی‌محمدی فریمانی

دی‌ماه ۱۳۸۷



پایان نامه کارشناسی ارشد
بهینه سازی فرمولاسیون پنیر پیتزای پروسس با تاکید بر خواص
رئولوژیکی

رضا حاجی محمدی فریمانی

استاد راهنما
محمدباقر حبیبی نجفی

استاد مشاور
سید محمدعلی رضوی

دی ماه ۱۳۸۷

تصویب‌نامه

این پایان‌نامه با عنوان « بهینه‌سازی فرمولاسیون پنیر پیتزای پروسس با تاکید بر خواص رئولوژیکی » توسط

«رضا حاجی محمدی فریمانی» در تاریخ ۱۳۸۷/۱۰/۴ با نمره بیست (۲۰) و درجه ارزشیابی عالی در حضور

هیات داوران با موفقیت دفاع شد.

هیات داوران:

ردیف	نام و نام خانوادگی	مرتبه علمی	سمت در هیات	امضاء
۱	دکتر محمدباقر حبیبی نجفی	استاد	استاد راهنما	
۲	دکتر سید محمدعلی رضوی	دانشیار	استاد مشاور	
۳	دکتر سیدعلی مرتضوی	استاد	استاد مدعو	
۴	دکتر مصطفی مظاهری طهرانی	استادیار	استاد مدعو	
۵	دکتر فریده طباطبایی یزدی	استادیار	نماینده تحصیلات تکمیلی	

تعهد نامه

عنوان پایان نامه: بهینه‌سازی فرمولاسیون پنیر پیتزای پروسس با تاکید بر خواص رئولوژیکی

- اینجانب رضا حاجی‌محمدی فریمانی دانشجوی دوره کارشناسی ارشد رشته مهندسی علوم و صنایع غذایی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد تحت راهنمایی دکتر محمدباقر حبیبی نجفی متعهد می‌شوم:
- نتایج ارائه شده در این پایان نامه حاصل مطالعات علمی و عملی اینجانب بوده، مسئولیت صحت و اصالت مطالب مندرج را به طور کامل بر عهده می‌گیرم.
 - در خصوص استفاده از نتایج پژوهشهای محققان دیگر به مرجع مورد نظر استناد شده است.
 - مطالب مندرج در این پایان نامه را اینجانب یا فرد دیگری به منظور اخذ هیچ نوع مدرک یا امتیازی تاکنون به هیچ مرجعی تسلیم نکرده است.
 - کلیه حقوق معنوی این اثر به دانشگاه فردوسی مشهد تعلق دارد. مقالات مستخرج از پایان نامه، ذیل نام دانشگاه فردوسی مشهد (Ferdowsi University of Mashhad) به چاپ خواهد رسید.
 - حقوق معنوی تمام افرادی که در به دست آمدن نتایج اصلی پایان نامه تاثیر گذار بوده اند در مقالات مستخرج از رساله رعایت خواهد شد.
 - در خصوص استفاده از موجودات زنده یا بافتهای آنها برای انجام پایان نامه، کلیه ضوابط و اصول اخلاقی مربوطه رعایت شده است.

۱۳۸۷/۱۰/۴

رضا حاجی‌محمدی فریمانی

مالکیت نتایج و حق نشر

- کلیه حقوق معنوی این اثر و محصولات آن (مقالات مستخرج، برنامه های رایانه ای، نرم افزارها و تجهیزات ساخته شده) به دانشگاه فردوسی مشهد تعلق دارد و بدون اخذ اجازه کتبی از دانشگاه قابل واگذاری به شخص ثالث نیست.
- استفاده از اطلاعات و نتایج این پایان نامه بدون ذکر مرجع مجاز نیست.

چکیده

در این تحقیق چگونگی تاثیر افزودن پنیر سفید در دامنه ۰ تا ۳۰ درصد و تری سدیم سترات در دامنه ۰ تا ۲ درصد به فرمول، بر ویژگی‌های شیمیایی و رفتاری پنیر پیتزای پروسس به منظور تولید محصولی با ارزش افزوده بالا مورد بررسی قرار گرفت. افزودن پنیر سفید به کاهش معنی‌دار ($P \leq 0/05$) pH و پروتئین و افزایش معنی‌دار ($P \leq 0/05$) چربی و نمک منجر شد. افزودن تری سدیم سترات موجب شد pH و چربی محصول افزایش و رطوبت کاهش یابد. تاثیر اجزای مخلوط بر درجه ذوب پنیر پیتزای پروسس معنی‌دار ($P \leq 0/05$) بود. با این وجود در ارتباط با نسبت اجزای مخلوط روند خاصی مشاهده نشد. میزان روغن آزاد تحت تاثیر نسبت تری سدیم سترات در مخلوط قرار گرفت به طوری که با افزایش نمک ذوب، از میزان روغن آزاد کاسته شد. طول کش محصول با افزایش میزان پنیر سفید کاهش یافت. مقایسه داده‌های حاصل از طول کش، از وجود همبستگی معنی‌دار ($P \leq 0/001$) با ضریب همبستگی پیرسون $0/906$ بین آزمون چنگال و آزمون حلقه و گلوله حکایت داشت. لزوم استفاده از تری سدیم سترات به عنوان نمک ذوب، جهت تولید توده‌ای یکنواخت با قابلیت ایجاد ورقه‌ای صاف و یکدست بدون ایجاد شکستگی به اثبات رسید. بررسی آماری نتایج با طرح آزمایشی مخلوط نشان داد بهترین پنیر پیتزای پروسس زمانی تولید می‌شود که فرمول آن حاوی ۹۰ درصد پایه، ۸/۶ درصد پنیر سفید و ۱/۴ درصد تری سدیم سترات باشد. در این پژوهش، دو روش اندازه‌گیری که حاصل اصلاح و بهبود روش‌های پیشین بود، جهت مطالعه خواص فیزیکی پنیر پیتزا مورد استفاده قرار گرفت.

کلیدواژه: طرح آزمایشی مخلوط، قابلیت ذوب، قابلیت کشش‌پذیری، روغن آزاد

پاسنگزاري

مفتخرم در شهري زندگي مي كنم كه مرقد آقاي بن موسي الرضا (عليه السلام) در آن قرار دارد و در دانشكاهي تحصيل مي كنم كه به ياد بزرگمرد عرصه فرسنگ ايران حكيم

ابوالقاسم فردوسي نامگذاري شده است. در اينجا به رسم ادب، مراتب سپاس خويش را به بزرگواراني تقديم مي كنم كه در مراحل مختلف اين پژوهش مرا ياري داده اند.

پويژه:

استاد محترم راهبناجناب آقاي دكتر محمد باقر حبيبي نجني به دليل حمايت هاي مختلف مادي و معنوي و رهنمودهاي ارزشمند كه راهكشاي اين پژوهش بود.

استاد فريده بنته جناب آقاي دكتر سيد محمد علي رضوي كه مشاوره اين كار را پذيرفتند.

جناب آقاي دكتر سيد علي مرتضوي و دكتر مصطفي مطاهري طهراني كه با مطالعه اين تحقيق و ارائه نكات ارزشمند بر غناي آن افزوده و زحمت داوري اين پايان نامه را

بر عهده گرفتند و سرکار خانم دكتر طباطبائي يزدي ناينده محترم تحصيلات تكميلي.

بايشكر از دكتر مهدي نصيري محلاتي و دكتر بهزاد ناصحي به دليل راهبري هاي ارزنده در زمينه امور آماري. همچنين بايشكر از وزارت صنايع و معادن و شركت

فراورده هاي لبني سائل به دليل حمايت مالي از اين پژوهش و باسپاس از جناب آقاي مهندس زارعي كارشناس مجمع آموزش عالي شهيد باشمي نژاد كه امكان تامين مواد

اوليه را جهت اين پژوهش فراهم نمودند. علاوه بر اين از جناب آقاي مهندس رضا كارااثيران و خانم باهنبال و سكوري از پژوهشگده اقبال كه در انجام آزمايشات

شيميائي مرا ياري دادند قدرداني مي شود. بايشكر از دوستانى كه طي اجزاي اين پژوهش همراه و بهدل بودند بالاخص آقايلان گل موصد، ميرى، دهبقاني و صاصحي

اين اثر تقديم مي شود به پدر و مادر مهربانم كه همواره پشتيبان و مشوق من در زندگي بوده اند.

مقدمه ۱

فصل اول: بررسی منابع

۱-۱- فناوری تولید ۳

۱-۱-۱- روش لاکتیکی ۳

۱-۱-۲- روش سیتريکی ۵

۱-۱-۳- روش مخلوط چند پنير ۶

۱-۲- خصوصيات پنير پیتزا ۷

۱-۲-۱- خواص فیزیکی پنير پیتزا پیش از ذوب ۸

۱-۲-۲- خواص فیزیکی پنير پیتزا پس از ذوب ۸

۱-۲-۲-۱- قابليت ذوب ۹

۱-۲-۲-۲- پس دادن روغن ۹

۱-۲-۲-۳- قابليت کشش ۱۰

۱-۳- عوامل موثر بر خصوصيات پنير پیتزا ۱۰

۱-۳-۱- خصوصيات شیر ۱۰

۱-۳-۲- روش های مورد استفاده در تولید پنير ۱۳

۱-۳-۲-۱- افزودن کشت آغازگر و منعقد کننده ۱۳

۱-۳-۲-۲- اسیدی کردن مستقیم شیر ۱۴

۱-۳-۲-۳- آماده سازی دلمه ۱۴

۱-۳-۲-۴- پخت و کشش ۱۶

۱۷	..... ۵-۲-۳-۱ نمک‌های امولسیون کننده
۲۰	..... ۳-۳-۱ ترکیب پنیر
۲۰	..... ۱-۳-۳-۱ محتوای رطوبت
۲۲	..... ۲-۳-۳-۱ محتوای چربی
۲۶	..... ۳-۳-۳-۱ میزان نمک
۲۸	..... pH ۴-۳-۳-۱
۲۹	..... ۴-۳-۱ فرآیندهای پس از تولید
۲۹	..... ۱-۴-۳-۱ رسیدگی
۳۰	..... ۲-۴-۳-۱ انجماد و نگهداری به صورت منجمد
۳۳	..... ۳-۴-۳-۱ فرآوری حرارتی
۳۴	..... ۵-۳-۱ سایر عوامل
۳۴	..... ۴-۱ روش‌های اندازه‌گیری خصوصیات فیزیکی
۳۴	..... ۱-۴-۱ اندازه‌گیری قابلیت ذوب
۳۶	..... ۲-۴-۱ اندازه‌گیری روغن پس داده
۳۷	..... ۳-۴-۱ اندازه‌گیری قابلیت کشش
۳۸	..... ۵-۱ بهینه‌سازی

فصل دوم: مواد و روش‌ها

۴۱	..... ۱-۲ تهیه و آماده‌سازی مواد اولیه
۴۲	..... ۲-۲ ساخت دیگ پخت پنیر پیتزا
۴۳	..... ۳-۲ ساخت دستگاه اندازه‌گیری کشش پنیر

- ۴۴ ۱-۳-۲- اندازه گیری دانسیته پارافین
- ۴۵ ۲-۳-۲- اندازه گیری ویسکوزیته پارافین
- ۴۶ ۴-۲- آزمون‌های شیمیایی
- ۴۶ ۵-۲- اندازه گیری قابلیت ذوب و پس دادن روغن
- ۴۶ ۱-۵-۲- آماده سازی نمونه‌ها و انجام آزمون
- ۴۸ ۲-۵-۲- سیستم کامپیوتر بینایی و پردازش تصویر
- ۴۹ ۳-۵-۲- گرفتن تصویر و استخراج خصوصیات
- ۴۹ ۴-۵-۲- تعیین خصوصیت ذوب
- ۴۹ ۵-۵-۲- تعیین خصوصیت پس دادن روغن
- ۵۰ ۶-۲- اندازه گیری قابلیت کشش
- ۵۰ ۱-۶-۲- اندازه گیری قابلیت کشش به روش آزمون چنگال
- ۵۱ ۲-۶-۲- اندازه گیری قابلیت کشش به روش حلقه و گلوله
- ۵۱ ۷-۲- تجزیه و تحلیل آماری

فصل سوم: نتایج و بحث

- ۵۷ ۱-۳- بررسی ویژگی‌های شیمیایی
- ۵۹ ۱-۱-۳- pH
- ۵۹ ۲-۱-۳- رطوبت
- ۶۰ ۳-۱-۳- چربی
- ۶۲ ۴-۱-۳- پروتئین
- ۶۲ ۵-۱-۳- نمک

۶۵ ۳-۲- بررسی ویژگی های فیزیکی

۶۵ ۳-۲-۱- درجه ذوب

۶۷ ۳-۲-۲- پس دادن روغن

۷۱ ۳-۲-۳- طول کش

۷۵ ۳-۳- فرمول بهینه

۷۷ نتیجه گیری

۷۹ پیشنهاد

۸۱ فهرست منابع

فهرست اشکال

عنوان	صفحه
شکل ۱-۱- نمونه‌ای از دیگ پخت مورد استفاده در صنعت تولید پنیر پیتزا	۷
شکل ۱-۲- دیگ پخت آزمایشگاهی مورد استفاده در تولید پنیر پیتزا	۴۳
شکل ۲-۲- دستگاه اندازه‌گیری کشش پنیر پیتزا	۴۴
شکل ۳-۲- ویسکومتر لوله موینه به همراه حمام ویسکومتر	۴۶
شکل ۴-۲- آون مورد استفاده (شکل سمت راست) و خنک شدن نمونه پس از خروج از آون (شکل سمت چپ)	۴۸
شکل ۵-۲- اتاقک نورپردازی به همراه دوربین عکس‌برداری	۴۸
شکل ۶-۲- آزمون چنگال به همراه آون مورد استفاده در این آزمون	۵۰
شکل ۷-۲- ترکیب سیزده گانه مورد بررسی در طرح مخلوط محدود شده	۵۲
شکل ۱-۳- نمودار کنترل pH	۵۹
شکل ۲-۳- نمودار کنترل چربی	۶۱
شکل ۳-۳- نمودار کنترل پروتئین	۶۲
شکل ۴-۳- نمودار کنترل نمک	۶۳
شکل ۵-۳- نمودار کنترل پس دادن روغن - درصد سطح روغنی شده (POA)	۷۰
شکل ۶-۳- نمودار کنترل طول کش پنیر پیتزای پروسس اندازه‌گیری شده با آزمون چنگال (سانتی‌متر)	۷۲
شکل ۷-۳- نمودار کنترل طول کش پنیر پیتزای پروسس اندازه‌گیری شده با آزمون حلقه و گلوله (سانتی‌متر)	۷۳
شکل ۸-۳- نمودار کنترل همپوش خواص شیمیایی و فیزیکی پنیر پیتزای پروسس. ناحیه سفید: منطقه مطلوب	۷۶

فهرست جداول

عنوان	صفحه
جدول ۱-۱- ویژگی‌های شیمیایی انواع پنیر موزارلا در ایالات متحده (USDA، ۱۹۸۹).....	۲۲
جدول ۱-۲- مشخصات گلوله و پارافین مورد استفاده در دستگاه اندازه‌گیری کشش پنیر پیتزا.....	۴۵
جدول ۲-۲- نسبت اجزای مخلوط.....	۵۳
جدول ۳-۲- برنامه زمانی تولید پنیر پیتزای پروسس.....	۵۴
جدول ۱-۳- ترکیب شیمیایی مواد اولیه و نمونه‌های تجاری.....	۵۷
جدول ۲-۳- ترکیب شیمیایی مخلوط‌های مورد بررسی.....	۵۸
جدول ۳-۳- مدل‌های پیشگو برای ویژگی‌های شیمیایی پنیر پیتزای پروسس بر اساس متغیرهای فرمول.....	۶۳
جدول ۴-۳- ضرایب همبستگی بین متغیرها.....	۶۴
جدول ۵-۳- درجه ذوب پنیر پیتزای پروسس.....	۶۶
جدول ۶-۳- درصد سطح روغنی شده مخلوط‌های مورد بررسی.....	۶۹
جدول ۷-۳- مدل پیشگو برای درصد روغن پس داده (POA) پنیر پیتزای پروسس بر اساس متغیرهای فرمول.....	۷۱
جدول ۸-۳- طول کش مخلوط‌ها اندازه‌گیری شده به دو روش آزمون چنگال و آزمون حلقه و گلوله.....	۷۲
جدول ۹-۳- مدل‌های پیشگو برای طول کش پنیر پیتزای پروسس بر اساس متغیرهای فرمول.....	۷۳
جدول ۱۰-۳- متغیرهای وابسته مورد استفاده در بهینه‌سازی و ویژگی‌های آنها.....	۷۶

فهرست علائم و اختصارات

معادل فارسی	معادل انگلیسی	علامت
ویسکوزیته دینامیکی	Dynamic viscosity (Greek small letter Eta)	η
دانسیته	Density (Greek small letter Rho)	ρ
چربی در ماده خشک	Fat in Dry Matter	FDM
درجه ذوب	Melting Degree	MD
رطوبت در بخش غیر چرب	Moisture in the Non-Fat Portion	MNFP
بی معنی (از نظر آماری)	Non significant	Ns
درصد سطح روغنی شده	Percentage Oil Area	POA
ضریب تبیین	The coefficient of determination	R^2
قرمز، سبز و آبی	Red Green Blue	RGB
نمک در رطوبت	Salt in Moisture	S/M
اداره کشاورزی ایالات متحده امریکا	United States Department of Agriculture	USDA

مقدمه

در گذشته‌ای نه چندان دور پنیر با هدف نگهداری و تبدیل شیر به محصولی با قابلیت ماندگاری بیشتر تولید می‌شد. اما به تدریج به عنوان غذایی با ارزش تغذیه‌ای بسیار بالا و کیفیت خوراکی خوب مورد توجه قرار گرفت (فاکس^۱ و همکاران، ۲۰۰۴). رشد تولید و مصرف پنیر پیتزا در تهیه بسیاری از غذاها، موجب شده این پنیر یکی از موضوعات مورد مطالعه و تحقیق در سراسر جهان باشد. خواص رئولوژیکی از جمله قابلیت ذوب و قابلیت کشش، کیفیت این محصول را تعیین می‌کند (اُبرگ^۲، ۱۹۹۱؛ هیگسگمز^۳ و همکاران، ۲۰۰۴). عوامل مختلف فرمولی و فرآیندی بر این خواص اثر می‌گذارند. آنچه در دنیا به عنوان پنیر پیتزا شناخته می‌شود در واقع پنیر «موزارلای کم رطوبت نیمه چرب»^۴ می‌باشد. به هر حال از انواع دیگر پنیر همچون پروولون، چدار، پارمسان، گودا، فتا و ... نیز به صورت تنها یا مخلوط با پنیر موزارلا برای تهیه پیتزا استفاده می‌شود. تولید پنیر پیتزا به روش‌های مختلفی امکان‌پذیر است. مهمترین روش تولید این محصول در دنیا روش لاکتیکی می‌باشد؛ علاوه بر این به روش سیتریکی و روش «مخلوط چند پنیر»^۵ نیز تولید می‌شود.

^۱- Fox

^۲- Oberg

^۳- Hicsasmaz

^۴- Low Moisture Part-Skim Mozzarella

^۵- Cheese Blend

روش اخیر متداولترین روش تولید پنیر پیتزا در ایران است. نامشخص و متغیر بودن فرمول تولیدی، عدم اطلاع از نقش و اثر مواد اولیه مصرفی و انجام سعی و خطا در تولید این محصول، وابستگی تولید آن به دست کارگران ماهر، استفاده از مواد اولیه با کیفیت پایین همچون استفاده از پنیر باد کرده، بیش از حد رسیده یا کپک زده، استفاده از روغن نباتی به جای خامه، روش سنتی تولید و عدم بهینه بودن فرآیند، بسته‌بندی نامناسب و عدم وجود روش‌های استاندارد و مناسب جهت بررسی ویژگی‌های فیزیکی محصول از جمله مشکلات تولید این محصول می‌باشد. هدف از این پژوهش، بهینه‌سازی فرمول پنیر پیتزا با تاکید بر روش تولید و مواد اولیه مصرفی در کارخانه‌های تولید کننده این محصول در ایران می‌باشد.

فصل اول: بررسی منابع

۱-۱- فناوری تولید

بطور کلی تولید پنیر پیتزا به سه روش امکانپذیر می‌باشد که عبارتست از: الف) روش لاکتیکی ب) روش سیتریکی ج) روش مخلوط چند پنیر.

۱-۱-۱- روش لاکتیکی

این روش مهمترین روش تولید پنیر پیتزا در جهان می‌باشد. مراحل این روش به شرح ذیل می‌باشد.

تیمار شیر: شیر مورد استفاده از نظر نسبت کازئین به چربی استاندارد می‌شود تا پنییری با محتوای چربی در ماده خشک^۱ (FDM) مطلوب تهیه گردد. اهمیت تنظیم FDM به دلیل اثر آن بر خواص رفتاری پنیر پیتزا نظیر سختی، برش پذیری، قابلیت ذوب و تشکیل روغن آزاد می‌باشد. استاندارد کردن شیر با جدا کردن چربی یا افزودن کازئین صورت می‌گیرد که مورد اخیر بدلیل افزایش راندمان تولید پنیر مورد توجه بسیار می‌باشد. پس از آن شیر پاستوریزه می‌شود. اهمیت پاستوریزاسیون بدان دلیل است که پنیر پیتزا معمولاً پس از مدت کوتاهی مصرف می‌شود لذا باید از نظر میکروبی ایمن باشد. استفاده از دماهای بالاتر

^۱ - Fat in Dry Matter (FDM)

پاستوریزاسیون به علت دناتوراسیون پروتئینهای سرمی و افزایش بازده تولید پنیر، مطلوب می‌باشد. معمولاً شیر را هموژنیزه نمی‌کنند.

افزودن کشت آغازگر: پنیر پیتزا را می‌توان با باکتری‌های مزوفیل اسید لاکتیک (مثل لاکتوکوکوس لاکتیس زیرگونه لاکتیس و کرموریس) یا ترموفیل (مثل استرپتوکوکوس ترموفیلوس، لاکتوباسیلوس دلبروکی زیرگونه بولگاریکوس) تولید کرد. آغازگر باید پیش از انجام عملیات کشش، اسید کافی تولید کند تا pH مورد نیاز حاصل شود. به طور کلی در دنیا آغازگرهای ترموفیل به علت سرعت بالاتر تولید اسید و زمان کوتاه‌تر تولید محصول به صورت گسترده‌تری نسبت به انواع مزوفیل جهت تولید پنیر پیتزا استفاده می‌شود.

افزودن آنزیم منعقد کننده: رنت گاوی از جمله منعقدکننده‌های متداول است. در ایالات متحده و برخی دیگر از کشورها از کیموزین نو ترکیب استفاده می‌شود. رنتهای میکروبی از دیگر منابع مورد استفاده‌اند.

برش: دلمه پس از حدود ۲۰-۴۵ دقیقه از زمان افزودن آنزیم منعقد کننده می‌بندد. آنرا بریده چند دقیقه‌ای بحال خود می‌گذارند، سپس دمای وت دو جداره را به حدود 37°C افزایش داده دلمه همراه با آب پنیر تحت عملیاتی موسوم به پخت^۱ قرار می‌گیرد. در این مرحله آب پنیر بیشتری از دلمه خارج می‌گردد. سپس آب پنیر از دلمه جدا گردیده عملیات چدارینگ در دمای 42°C آغاز می‌گردد. طی این مرحله با تولید اسید بیشتر توسط آغازگر، pH به حدود ۵/۲ - بهترین pH برای انجام عملیات کشش - کاهش می‌یابد. پس از آن پنیر آسیاب می‌شود.

کشش و قالبگیری: حرارت‌دهی و کشش دلمه اسیدی شده فرآیند شاخص پنیر پیتزای پاستافیلاتاست. در صنعت، عملیات کشش عموماً با استفاده از مخلوط‌کنهای مکانیکی مداوم دارای یک یا

^۱ - Cooking or Scalding

آب نمک گذاری / نمک زنی: آب نمک گذاری متداولترین روش افزودن نمک به پنیر پیتزاست. در این روش پنیر پس از قالبگیری وارد آب نمک می‌شود. در این فرآیند علاوه بر جذب نمک، محصول خنک می‌شود. روش دیگر، افزودن مستقیم نمک به دلمه حین آسیاب کردن، حین عملیات کشش یا بین کشش و قالبگیری است. تمام روشهای فوق را می‌توان با یک مرحله آب نمک گذاری کوتاه و مختصر جهت سرد کردن همراه نمود. در صورت افزودن نمک پیش از کشش لازمست آب نمک رقیق ۶ درصد به جای آب در مخلوط‌کن استفاده شود تا از افت و خروج نمک دلمه و ورود آن به آب همزن ممانعت شود، پس از آن محصول بسته‌بندی می‌شود (آنان^۱، ۱۹۹۷؛ فاکس، ۱۹۹۹؛ لاو^۲، ۱۹۹۹).

۱-۱-۲- اسیدزنی مستقیم^۴ (روش سیتريکی)

در این روش به جای افزودن کشت آغازگر، از اسیدهای خوراکی نظیر اسید سیتريک جهت کاهش pH و رسانیدن آن به حد مناسب جهت انجام عملیات کشش استفاده می‌شود. نظر به اینکه غیر معدنی شدن دلمه در pH بالاتری نسبت به دلمه تخمیر شده توسط باکتری صورت می‌گیرد، pH مناسب جهت عملیات کشش بین ۵/۶ تا ۵/۸ می‌باشد. از مزایای این روش کاهش زمان فرآیند، تولید محصولی با محتوای رطوبت بالاتر و افزایش راندمان ظاهری تولید می‌باشد (آنان، ۱۹۹۷؛ فاکس، ۱۹۹۹؛ لاو، ۱۹۹۹ و کوریل^۵، ۲۰۰۲).

^۱- Cooker-Stretcher

^۲- Anon

^۳- Law

^۴- Direct acidification

^۵- Correll

۱-۱-۳- روش مخلوط چند پنیر

در این روش، مخلوطی از چند پنیر شامل پنیر پیتزا و دیگر انواع معطر یا ارزانتر پنیر پس از آسیاب شدن و اختلاط، تحت عملیات پخت و کشش قرار می‌گیرد. در این روش می‌توان پنیر پیتزایی با خصوصیات مطلوب، طعم بهتر، هزینه کمتر، و طیف گسترده‌ای از خواص رفتاری تولید کرد (لاو، ۱۹۹۹ و کوریل، ۲۰۰۲).

بر اساس آمار و اطلاعات اخذ شده از مرکز اطلاع‌رسانی وزارت صنایع و معادن (۱/۶/۱۳۸۷)، ۴۹ شرکت تولید کننده پنیر پیتزا در کشور با ظرفیت اسمی ۳۷۸۷۷ تن در سال فعال می‌باشد. از این میزان، خراسان رضوی با ۹ کارخانه و ظرفیت اسمی ۷۷۰۰ تن در سال، ۲۰ درصد پنیر پیتزای کشور را تولید می‌کند. خراسان شمالی نیز با دو کارخانه و ظرفیت اسمی ۲۱۰ تن در سال، ۰/۶ درصد تولید پنیر پیتزای کشور را به خود اختصاص می‌دهد. بر اساس آمار مذکور، در خراسان جنوبی شرکتی ثبت نشده است. البته به دلیل وجود کارگاه‌های لبنی، احتمالاً آمار واقعی کارگاه‌ها و شرکت‌های لبنی فعال در زمینه تولید پنیر پیتزا در کشور چیزی بیش از این است. طی بررسی صورت گرفته بجز یک شرکت در مشهد، که به روش لاکتیکی پنیر پیتزا یا به عبارت دیگر پنیر موزارلا تولید می‌کند، کلیه کارخانه‌های تولید پنیر پیتزا در خراسان رضوی و شمالی از روش اختلاط چند پنیر استفاده می‌کنند. در این روش پنیر پایه^۱ موسوم به پنیر اولیه به همراه پنیر سفید^۲، خامه^۳ و تری‌سدیم سیترات^۴ به عنوان نمک ذوب در دیگ پخت^۵ (شکل ۱-۱)، طبق یک برنامه زمانی مشخص با همدیگر مخلوط و سپس قالب‌گیری شده، پس از سرد شدن به مدت ۱۲ ساعت در

^۱- Base Cheese

^۲- White Cheese (Feta Cheese)

^۳- Cream

^۴- Tri-Sodium Citrate (TSC)

^۵- Cooker-Stretcher