

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

۱۳۱۷



دانشگاه شیراز

دانشکده کشاورزی

گروه علوم و صنایع غذایی

پایان نامه

برای دریافت درجه کارشناسی ارشد در رشته مهندسی علوم و صنایع غذایی

عنوان

بررسی استفاده از پروتئاز گیاه ویتانیا کوآگولانس به عنوان رنت

گیاهی در تولید پنیر سفید ایرانی UF

استاد راهنما

دکتر عادل احمدی زنوز

دکتر جواد حصاری

استادان مشاور

دکتر بابک قنبرزاده

پژوهشگر

اکرم پزشکی نجف آبادی

بهمن ماه ۱۳۸۶

۹۷۱۴۷

۱۳۸۷ / ۱۵ / ۱۳

کتابخانه مرکزی
دانشگاه شیراز

تقدیم به پروردگارم

او که به من

مادری چون خورشید

پدری چون دریا

و خانواده‌ای چون چشمه

عطا کرده است

تقدیر و تشکر

ستایش و سپاس بیکران بایسته آن الهه یکتا. به خاطر همه مهربانی‌هایش و تمام همراهی‌هایش. قبل از هر چیز این پایان نامه را با خلوص تمام نثار وجود دو عزیز می‌کنم که عاطفه سرشار و گرمای امیدبخش وجودشان در این سردترین روزگاران بهترین پشتیبان است، قلب‌های بزرگشان فریاد رس است و محبت‌های بی دریغشان هرگز فروکش نمی‌کند. عزیزانی که در تمامی مراحل زندگی و دوران تحصیل همواره مشوق و پشتیبان اینجانب بوده‌اند و من در برابر عظمتشان، ناتوان و عاجز از تشکر کردن هستم: پدر و مادر مهربانم.

وظیفه شاگردی خود می‌دانم تا مراتب سپاس و قدردانی ویژه خویش را با صمیمیت هر چه تمام‌تر به محضر استادان راهنمای گرانمایه، جناب آقای دکتر عادل احمدی زنونز که در کنار مقام استادی برای من حکم معلم اخلاق را نیز دارند و جناب آقای دکتر جواد حصاری، مدیریت محترم گروه که با راهنمایی‌های ارزنده خود راهگشای اینجانب بودند و لذت آموختن و یادگیری را در محضر پربارشان تجربه کردم، تقدیم کنم.

همچنین از استاد گرامی، جناب دکتر بابک قنبرزاده که به عنوان استاد مشاور با گشاده‌دستی کامل مرا در تنگناها راهنمایی کردند کمال تشکر دارم.

تشکر فراوان از جناب دکتر محمدزاده بزومی دارم که در طی مدتی که داوری این پایان نامه را تقبل فرمودند با بزرگواری و سعه صدر، مرا از خرمن محبت‌های خویش بی هیچ مضایقه‌ای بهره‌مند ساختند. فرصت را مغتنم شمرده، قدردان زحمات کسانی خواهم بود که به نحوی حقیر را مورد لطف و عنایت خویش قرار دادند:

دوست بزرگوaram سرکار خانم مهندس گنج خانلوکه با وجود مشغله درسی خود با بزرگواری فراوان مرا از مصاحبت علمی خود در امر پایان نامه برخوردار ساختند.

همکلاسی‌های خوبم خانم‌های مهندس: یحیوی، انصاری، شاه قلیان و آقای مهندس فتح الهی که در کنارشان لحظات خوش و به یادماندنی را سپری کردم وهم چنین آقای دکتر میر سجاد قائمی که حکم برادری دلسوز را برای من دارند.

سرکار خانم مهندس احمدی مسئول محترم آزمایشگاه‌های گروه علوم و صنایع غذایی که در طی این مدت از هیچ کمکی دریغ نکردند و همواره از راهنمایی‌های ارزنده‌شان برخوردار بودم.

دوستان عزیزم که در این مدت کوتاه اما پر بار بزرگترین موهبتی بودند که نصیبم شد خانمها محمدی، ستاری، کیانی، عسگری فر، خورشیدی، صفری، فرجام، بابایی، کبیری، علینژاد، منافی، ناصری و ملکانی، به خاطر مهربانی‌شان که مرا با همدلی خود تنها نگذاشتند.

دوست شاد و مهربانم مرحوم خانم مهندس عزت جوزقیان که یاد و خاطرش همیشه با من است و همواره از او به نیکی یاد خواهم کرد.

وعزیزانی که لحظه تحظه بودن با آنها شور و شعفی در من بر می انگیزد تا بیاموزم آنچه را که نمی‌دانم، خواهانم: آزاده و عاطفه

به جاست که در اینجا از مدیریت محترم کارخانه شیر پاستوریزه پگاه آذربایجان شرقی و کلیه مهندسین و پرسنل بخش پنیر Uf به خصوص آقایان واحد، اقبال، صوتی، عظیمی، فخیم و سرکار خانم مهندس رشیدی فر به خاطر تلاشی که در پیشبرد این پژوهش مبذول داشتند، تشکر کنم.

از کلیه اساتید و اعضا گروه علوم و صنایع غذایی، دانشجویان ارشد و کارشناسی صنایع غذایی و کلیه کارکنان بخش آزمایشگاه‌های تحصیلات تکمیلی دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز به ویژه سرکار خانم مهندس رفیعی سپاسگزاری می‌کنم.

در پایان از همه دوستان و عزیزانی که با تشریف فرمایی خود مرا شاد کردند، کمال تشکر را دارم.

حرفهای ما هنوز ناتمام

تا نگاه می کنی وقت رفتن است.

باز هم همان حکایت همیشگی

پیش از آنکه باخبر شوی

لحظه عظیمت تو ناگزیر می شود

آه ای دریغ و حسرت همیشگی

ناگهان چه زود دیر می شود.

با تقدیم احترام

اکرم پزشکی

بهمن ماه ۱۳۸۶

نام خانوادگی: پزشکی نجف‌آبادی	نام: اکرم
عنوان پایان نامه: بررسی استفاده از پروتئاز گیاه ویتانیا کوآگولانس به عنوان رنت گیاهی در تولید پنیر سفید ایرانی اولترافیلتراسیون.	
استادان راهنما: دکتر عادل احمدی زنوز- دکتر جواد حصاری	
استادان مشاور: دکتر بابک قنبرزاده	
مقطع تحصیلی: کارشناسی ارشد	رشته: مهندسی علوم و صنایع غذایی
گرایش: تکنولوژی	
دانشگاه: تبریز	دانشکده: کشاورزی
تاریخ فارغ التحصیلی: ۸۶/۱۱/۲۷	تعداد صفحه: ۸۵
کلید واژه ها: پنیر سفید ایرانی، مایه پنیر گیاهی، ویتانیا کوآگولانس	
<p>چکیده:</p> <p>میوه گیاه ویتانیا کوآگولانس (سولاناسه)، منبع غنی از پروتئازهای منعقدکننده شیر است که از گذشته‌های دور در نواحی جنوب ایران در تهیه پنیرهای محلی از آن استفاده می‌شده است. در این مطالعه استخراج پروتئاز از میوه‌های این گیاه و تولید پنیر با استفاده از آن به عنوان مایه پنیر و در ادامه بررسی اثرات آن روی خواص فیزیکی - شیمیایی پنیر سفید ایرانی اولترافیلتراسیون در مقایسه با دو نمونه پنیر تهیه شده با مایه پنیر حیوانی (کیموزین خالص) و مایه پنیر قارچی (فروماز) طی دوره رسیدن ۴۵ روزه انجام شده است. نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها در قالب طرح اسپلیت پلات در زمان بر پایه بلوک‌های کامل تصادفی، تفاوت معنی‌داری را در سطح ۱٪ طی دوره رسیدن میان نمونه‌های پنیر در درصد ماده خشک، چربی، نمک و اندیس لیپولیز نشان نداد. هم‌چنین در نمونه پنیر تهیه شده با آنزیم گیاهی در مقایسه با مایه پنیرهای منشا حیوانی و قارچی طی دوره رسیدن ۴۵ روزه مقادیر PH پایین‌تر، اسیدیته و طعم تلخ بیشتر و بافت پنیر نرم‌تر حاصل شد. ارزیابی فرایند پروتئولیز با اندازه‌گیری درصد ازت محلول در $PH=4/6$ و الکتروفورز روی ژل پلی آکریل آمید نیز نمایانگر افزایش شدت پروتئولیز در نمونه پنیر تهیه شده از پروتئاز ویتانیا کوآگولانس در مقایسه با دو نمونه پنیر با رنت منشا حیوانی و قارچی بود. هم‌چنین افزایش قابلا توجه درصد ازت غیر پروتئینی در نمونه پنیر با رنت گیاهی در دوره رسیدن را نیز می‌توان به فعالیت پروتئولیتیک شدید و غیر اختصاصی آنزیم‌های گیاهی نسبت به سایر مایه پنیرها نسبت داد.</p>	

تقدیر و تشکر

چکیده

صفحه	عنوان
۱	مقدمه
فصل اول: بررسی منابع	
۳	۱-۱ کلیات
۳	۱-۱-۱ پنیر و ارزش غذایی آن
۴	۱-۱-۲ پنیر فتا و تولید آن در ایران
۵	۱-۱-۳ مقایسه و بررسی دو روش سنتی و اولترافیلتراسیون در تولید پنیر فتا
۶	۲-۱ انعقاد شیر و ایجاد دلمه
۷	۱-۲-۱ انعقاد آنزیمی شیر
۷	۱-۱-۲-۱ کیموزین و خصوصیات آن
۹	۲-۱-۲-۱ مکانیسم انعقاد آنزیمی شیر
۱۰	۱-۲-۱-۲-۱ فاز اولیه انعقاد شیر
۱۱	۲-۲-۱-۲-۱ فاز ثانویه انعقاد و تشکیل ژل
۱۱	۳-۱ جانشین‌های رنت
۱۳	۱-۳-۱ ویژگی‌های جانشین‌های رنت
۱۴	۲-۳-۱ عوامل موثر بر قدرت انعقادی مایه پنیر
۱۴	۳-۳-۱ مایه پنیر با منشأ حیوانی
۱۵	۴-۳-۱ مایه پنیر با منشأ میکروبی
۱۶	۱-۴-۳-۱ پروتئازهای قارچی
۱۸	۲-۴-۳-۱ پروتئازهای باکتریایی
۱۹	۵-۳-۱ مایه‌های پنیر نوترکیب
۲۰	۶-۳-۱ پروتئازهای گیاهی
۲۱	۱-۶-۳-۱ سینزا کاردونکلوس
۲۳	۲-۶-۳-۱ ویتانیا کوآگولانس
۲۵	۴-۱ فعالیت پروتئولیتیکی آنزیم‌های منعقدکننده شیر
۲۶	۵-۱ رسیدن پنیر
۲۶	۱-۵-۱ پروتئولیز در پنیر
۲۸	۱-۱-۵-۱ عوامل موثر در پروتئولیز طی رسیدن پنیر
۲۸	۲-۱-۵-۱ عوامل موثر بر پایداری مایه پنیر و فعالیت آن در طی مدت رسیدن
۲۹	۳-۱-۵-۱ پروتئولیز اولیه پنیر و نقش رنت

- ۳۰..... ۱-۳-۱-۵-۱ تجزیه کازئین‌های پنیر طی مدت رسیدن
- ۳۳..... ۱-۱-۳-۱-۵-۱ تأثیر سایر رنت‌ها بر روی هیدرولیز کازئین‌ها
- ۳۵..... ۲-۳-۱-۵-۱ تجزیه سایر پروتئین‌ها
- ۳۵..... ۴-۱-۵-۱ پروتئولیز ثانویه و نقش رنت
- ۳۵..... ۲-۵-۱ لیپولیز در پنیر
- ۳۷..... ۳-۵-۱ تأثیر رنت بر روی تلخی پنیر
- ۳۷..... ۶-۱ نتیجه‌گیری از بررسی منابع

فصل دوم: مواد و روش‌ها

- ۳۹..... ۱-۲ مواد مورد استفاده
- ۳۹..... ۱-۱-۲ مواد خام
- ۳۹..... ۱-۱-۱-۲ گیاه ویتانیا کوآگولانس
- ۳۹..... ۲-۱-۱-۲ شیر خام
- ۳۹..... ۳-۱-۱-۲ مایه پنیر
- ۴۰..... ۴-۱-۱-۲ استارتر
- ۴۰..... ۲-۱-۲ مواد شیمیایی مورد استفاده
- ۴۰..... ۳-۱-۲ لوازم آزمایشگاهی
- ۴۱..... ۲-۲ محل انجام پروژه
- ۴۱..... ۳-۲ مراحل انجام پروژه
- ۴۱..... ۱-۳-۲ استخراج آنزیم از میوه ویتانیا کوآگولانس
- ۴۲..... ۲-۳-۲ اندازه‌گیری قابلیت انعقاد مایه پنیر منشأ ویتانیا کوآگولانس
- ۴۴..... ۳-۳-۲ روش تهیه پنیر
- ۴۵..... ۴-۲ نمونه‌برداری
- ۴۵..... ۵-۲ آزمایشات مربوط به نمونه‌های پنیر
- ۴۵..... ۱-۵-۲ اندازه‌گیری ماده خشک
- ۴۶..... ۲-۵-۲ اندازه‌گیری pH
- ۴۶..... ۳-۵-۲ اندازه‌گیری اسیدیته
- ۴۶..... ۴-۵-۲ اندازه‌گیری نمک
- ۴۶..... ۵-۵-۲ اندازه‌گیری چربی
- ۴۷..... ۶-۵-۲ اندازه‌گیری شدت لیپولیز
- ۴۷..... ۷-۵-۲ اندازه‌گیری ازت کل
- ۴۷..... ۸-۵-۲ اندازه‌گیری ازت محلول در $pH = 4.6$
- ۴۸..... ۹-۵-۲ اندازه‌گیری ازت محلول در تری کلرو استیک اسید (NPN)
- ۴۸..... ۱۰-۵-۲ ارزیابی خواص حسی
- ۴۹..... ۱۱-۵-۲ اندازه‌گیری سفتی بافت

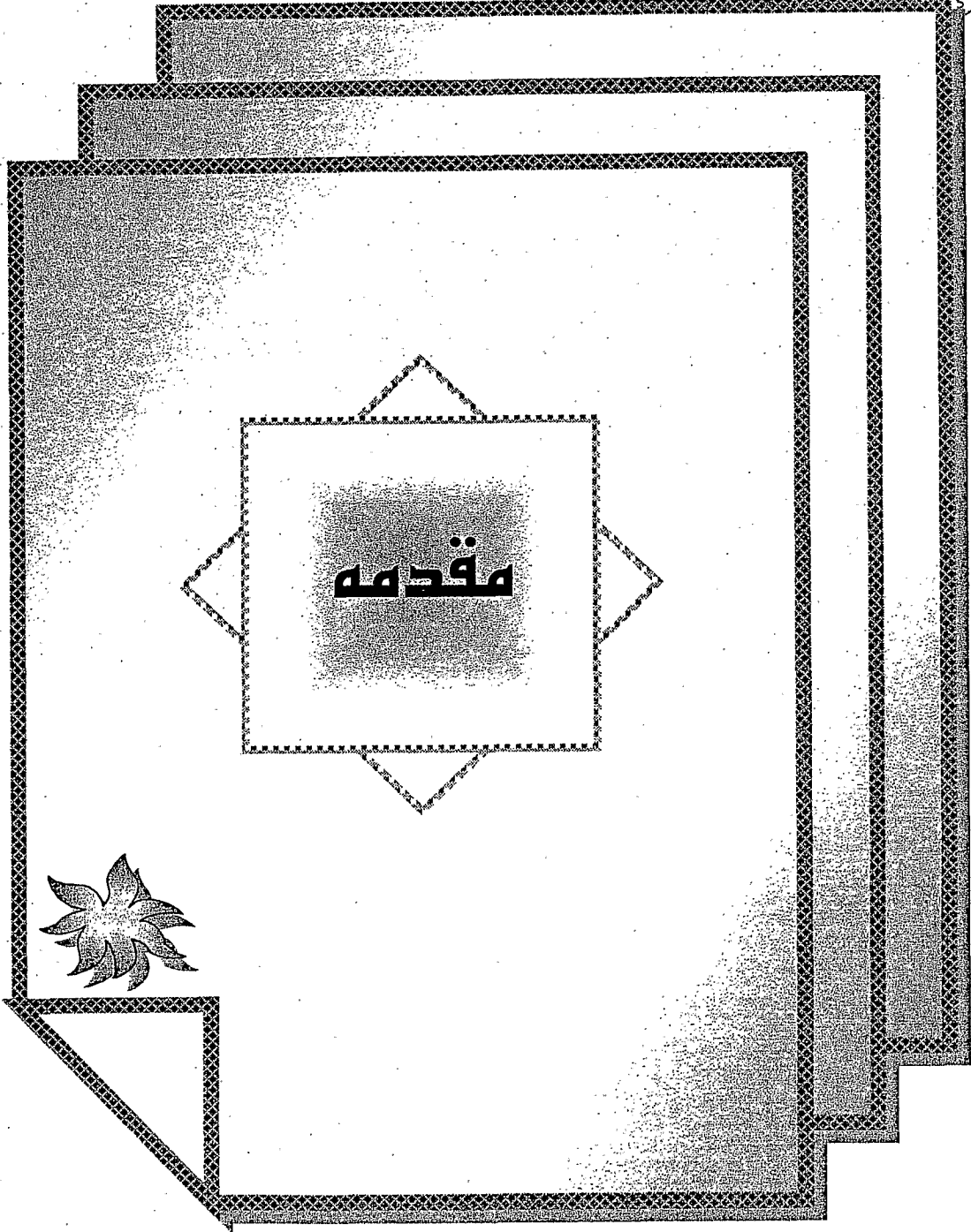
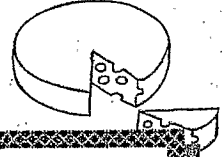
۴۹.....	۱۲-۵-۲ بررسی درجه هیدرولیز سیستم کازئینی پنیر در طی رسیدن
۴۹.....	۱-۱۲-۵-۲ آماده‌سازی نمونه‌ها، محلولها و بافرها
۴۹.....	۱-۱-۱۲-۵-۲ آماده‌سازی محلولها و بافرها
۵۲.....	۲-۱-۱۲-۵-۲ آماده‌سازی نمونه‌ها
۵۳.....	۲-۱۲-۵-۲ آماده سازی ژل و دستگاه
۵۳.....	۳-۱۲-۵-۲ بارگذاری نمونه‌ها و نحوه توزیع آنها در الکتروفورگرام
۵۴.....	۴-۱۲-۵-۲ مراحل رنگ‌آمیزی و رنگبری ژل
۵۴.....	۶-۲ طرح آماری

فصل سوم: نتایج و بحث

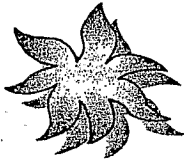
۵۵.....	۱-۳ بررسی قابلیت انعقاد آنزیمی مایه پنیر منشأ ویتانیا کوآگولانس
۵۶.....	۲-۳ مطالعه خصوصیات فیزیکی - شیمیایی نمونه‌های پنیر
۵۶.....	۱-۲-۳ تغییرات درصد ماده خشک طی دوره رسیدن
۵۸.....	۲-۲-۳ تغییرات pH و اسیدیته
۶۰.....	۳-۲-۳ تغییرات درصد ازت محلول به ازت کل (فاکتور رسیدن پنیر)
۶۲.....	۴-۲-۳ بررسی درجه هیدرولیز سیستم کازئینی
۶۴.....	۵-۲-۳ درصد ازت غیر پروتئینی به ازت کل
۶۷.....	۶-۲-۳ اندیس لیپولیز
۶۸.....	۳-۳ مطالعه خواص ارگانولپتیکی
۶۸.....	۱-۳-۳ ارزیابی بافت نمونه‌های پنیر
۷۰.....	۲-۳-۳ ارزیابی حسی
۷۲.....	نتیجه گیری
۷۴.....	پیشنهادها
۷۵.....	فهرست منابع

شماره و عنوان شکل	صفحه
۱-۱- الف: هیدرولیز بیوند پیتیدی مولکول کاپاکازین از نقطه فنیل آلانین - متیونین توسط رنت. ب: تجمع میسل‌های کازئینی و لخته شدن شیر.....	۱۰
۱-۲- شمای تغییرات بیوشیمیایی مهم (پروتئولیز، لیپولیز و گلیکولیز) در طول رسیدن پنیر.....	۲۷
۱-۲- گیاه ویتانیا کوآگولانس و میوه‌های آن.....	۳۹
۲-۲- شمای کلی مراحل مختلف استخراج آنزیم میوه گیاه ویتانیا کوآگولانس.....	۴۳
۳-۲- خط تولید پنیر UF در کارخانه شیر پاستوریزه پگاه تبریز.....	۴۵
۱-۳- تغییرات pH در نمونه‌های متفاوت پنیر با منشأ آنزیمی مختلف در طی مدت رسیدن.....	۵۹
۲-۳- تغییرات اسیدیته در نمونه‌های پنیر با منشأ آنزیمی مختلف در طی مدت رسیدن.....	۵۹
۳-۳- تغییرات SN/TN % در نمونه‌های پنیر با منشأ آنزیمی مختلف در طی مدت رسیدن.....	۶۱
۴-۳- الکتروفور توگرام‌های مربوط به فاز نا محلول در pH=۴/۶ نمونه‌های مختلف پنیر تهیه شده با منشأ آنزیمی متفاوت در طی مدت رسیدن.....	۶۴
۵-۳- تغییرات درصد ازت غیر پروتئینی در نمونه‌های پنیر با منشأ آنزیمی متفاوت در طی مدت رسیدن.....	۶۵
۶-۳- تغییرات اندیس لیپولیز در نمونه‌های پنیر مختلف با منشأ آنزیمی متفاوت در طی مدت رسیدن.....	۶۸
۷-۳- تغییرات سفتی بافت در نمونه‌های پنیر مختلف با منشأ آنزیمی متفاوت در طی مدت رسیدن.....	۶۹
۸-۳- ارزیابی حسی نمونه‌های پنیر مختلف با منشأ آنزیمی متفاوت در طی مدت رسیدن.....	۷۱

شماره و عنوان	صفحه
جدول ۱-۱- خصوصیات پنیر فتا.....	۴
جدول ۱-۲- انواع رنت و منعقدکننده های متداول در پنیرسازی.....	۱۲
جدول ۱-۳- تجزیه واریانس داده ها.....	۵۷

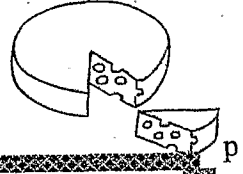


مقدمه

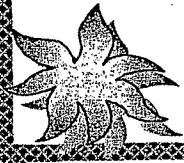


پنیر از مهمترین فراورده‌های لبنی است که از انعقاد شیر توسط مایه پنیر بدست می‌آید. رنت به طور طبیعی از معده چهارم گوساله استخراج می‌گردد و در واقع با داشتن فعالیت پروتئولیتیکی پایین و منعقد کنندگی بالا، مایه پنیر استاندارد محسوب می‌شود. خاصیت منعقدکنندگی آن از شکستن پیوند فنیل آلانین ۱۰۵- متیونین ۱۰۶ کاپاکازین حاصل می‌گردد که موجب برهم خوردن تعادل میسل‌های کازئینی و در نهایت لخته شدن شیر می‌گردد. در رسیدن پنیر نیز رنت باقیمانده در دلمه نقش مهمی را ایفا می‌کند و با تجزیه کازئین‌ها به پپتیدهای درشت، پروتئولیز اولیه پنیر را تسریع می‌کند [۷۶]. امروزه به علت کاهش کشتار گوساله‌های جوان و به دنبال آن کمبود منابع حیوانی و هم‌چنین افزایش سطح تولید پنیر، نیاز به استفاده از دیگر منابع آنزیمی جهت تهیه پنیر، بیشتر شده است. از این منابع می‌توان به انواع مایه پنیرهای غیرحیوانی، شامل مایه پنیرهای میکروبی و گیاهی و هم‌چنین کیموزین نو ترکیب اشاره کرد. مایه پنیر مصرفی کارخانجات ایران عمدتاً از نوع قارچی است که از خارج تأمین می‌شود و سبب افزایش هزینه واردات می‌گردد. به منظور تولید مایه پنیر در داخل با استفاده از منابع سنتی کشور و کاهش واردات مایه پنیر و هم‌چنین با توجه به اینکه در بسیاری از کشورها استفاده از مایه پنیرهای با منشأ گیاهی جهت تولید برخی از انواع پنیرهای محلی نتایج مثبتی را به دنبال داشته است [۶۹ و ۵۹]، می‌توان از منابع گیاهی استفاده کرد. عصاره گیاه ویتانیا کوآگولانس از خانواده سولاناسه دارای خاصیت لخته‌کنندگی شیر می‌باشد. این گیاه در مناطق آب و هوایی خشک بهتر رشد کرده و عمدتاً در نواحی جنوب ایران، پاکستان، افغانستان و نواحی شمالی هندوستان یافت می‌شود [۲۳]. علی‌رغم اینکه در گذشته و حال به صورت سنتی از میوه گیاه ویتانیا کوآگولانس جهت انعقاد شیر و تهیه پنیر استفاده شده است، ولی کار عملی در مورد خالص

سازی و بررسی اثرات آن بر روی ویژگی‌های پنیر صورت نگرفته است. با توجه به کمبود رنت حیوانی و به منظور کاهش وابستگی کشور به واردات رنت، در این مطالعه امکان استفاده از میوه گیاه ویتانیا کوآگولانس برای تولید مایه پنیر گیاهی در جهت تولید پنیر و اثرات آن بر روی خصوصیات فیزیکی - شیمیایی پنیر سفید ایرانی UF (درصد رطوبت و ماده خشک، درصد پروتئین، مقادیر pH و اسیدیته، شدت فرایند پروتئولیز و لیپولیز و تغییر خصوصیات ارگانولپتیکی نمونه‌های پنیر در طی دوره رسیدن) مورد بررسی واقع شده است.



فصل اول
بررسی منابع



۱-۱ کلیات

۱-۱-۱ پنیر و ارزش غذایی آن

پنیر فراورده تازه یا رسیده از شیر است که بعد از انعقاد و خروج سرم شیر از شیر کامل، شیر چربی گرفته یا مخلوطی از این دو بدست می‌آید و متشکل از چربی و پروتئین به همراه کلسیم و فسفر که به صورت مختلف با پروتئین شیر ترکیب شده‌اند، می‌باشد. مخلوط فوق به روش‌های مختلفی از شیر استخراج می‌گردد که برخی از این روش‌ها جدید و برخی دیگر قرن‌ها پیش ابداع شده‌اند [۳].

ارزش غذایی پنیر بسیار بالا است و نقش مهمی را در برنامه غذایی روزانه بشر ایفا می‌کند. اهمیت آن در بر طرف نمودن بخشی از نیازهای پروتئینی، کلسیم، منیزیم و ویتامین B12 مصرف کننده گویای این ارزش غذایی است. پنیر را می‌توان از مهمترین منابع پروتئینی برای بدن محسوب کرد که حاوی تمام اسیدآمین‌های ضروری می‌باشد و میزان پروتئین انواع مختلف آن متفاوت است [۶۱]. در تهیه پنیر، پروتئین‌های کازئینی شیر در دلمه باقی می‌مانند، در حالی که قسمت عمده پروتئین‌های محلول در آب، وارد آب پنیر می‌گردند. به دلیل اینکه پروتئین‌های آب پنیر از ارزش زیستی بالاتری نسبت به کازئین‌ها برخوردار می‌باشند (زیرا پروتئین‌های کازئینی از نظر اسیدآمین‌ه گوگردی فقیر هستند)، ارزش بیولوژیکی ترکیب پروتئین‌های پنیر تا حدی پایین‌تر از ترکیب پروتئین‌های شیر می‌باشد، ولی وقتی از روش اولترافیلتراسیون در تهیه پنیر استفاده شود پروتئین‌های آب پنیر نیز در دلمه باقی می‌مانند، در نتیجه ارزش غذایی پروتئین پنیر بالا می‌رود. در چنین پنیرهایی، پروتئین‌های آب پنیر حدود ۲۰٪ کل پروتئین‌ها را تشکیل می‌دهند [۱۷ و ۳۲].

۲-۱-۱ پنیر فتا^۱ و تولید آن در ایران

تولید پنیر از حدود ۵۰۰۰ سال قبل تا کنون ادامه داشته است و می‌توان آن را به عنوان یکی از قدیمی‌ترین غذاهای مورد مصرف بشر تلقی نمود. در طی تاریخ طولانی تولید پنیر، تنوع و هم‌چنین میزان مصرف آن افزایش یافته است، تا اینکه امروزه مصرف سالیانه به $10^6 \times 10^6$ تن (حدود ۳۵٪ کل شیر تولیدی جهان) رسیده است، که تولید حداقل ۵۰۰ نوع مختلف پنیر را در بر دارد. از میان انواع مختلف پنیر، می‌توان به پنیر فتا اشاره کرد که تولید آن به صورت سنتی در یونان و از زمان هومری‌ها صورت می‌گرفته است. فتا در اصل یک نوع پنیر نرم، سفید، رسیده و آب‌نمکی است و دارای مزه نسبتاً نمکی، کمی اسیدی و عطر و طعم خوشایند با مقبولیت جهانی است و به شکل قاچ (فتا) درون آب‌نمک نگهداری می‌شود. این پنیر در گروه پنیرهای نیمه‌نرم یا نیمه‌سخت قرار دارد. برخی از خصوصیات پنیر فتا در جدول ۱-۱ آورده شده است. در ابتدا جهت تهیه از شیر گوسفند یا بز استفاده می‌شد، ولی امروزه با افزایش تقاضا از شیر گاو نیز برای تولید آن استفاده می‌شود. بزرگترین تولیدکننده پنیر فتا از شیر گاو کشور دانمارک است [۴۳ و ۵۸].

جدول ۱-۱- خصوصیات پنیر فتا [۳]

درصد پروتئین	دو صد چربی	چربی در ۱۰۰ گرم ماده خشک	کربوهیدرات	کلسیم	کالری
٪۱۵/۶	٪۲۰/۲	٪۴۰	۱/۵ g/۱۰۰g	۷۰ mg/۱۰۰g	۲۵۰ Kcal/۱۰۰g

اخیراً در کشور ما نیز تولید پنیر به روش اولترافیلتراسیون تحت عنوان فتا توسعه زیادی پیدا کرده است. امروزه در ایران از شیر گوسفند و گاو، پنیر فتا به دو روش سنتی و اولترافیلتراسیون تولید

می‌شود. در روش اولترافیلتراسیون شیر به نسبت تقریبی ۵ به ۱ تغلیظ می‌گردد تا فاز ماندگاری^۱ مشابه به پنیر نهایی حاصل شود. شیر تغلیظ شده تحت فرایند حرارتی قرار گرفته و سپس باکتری‌های آغازگر^۲، آنزیم و سایر افزودنی‌ها به آن اضافه می‌شود، در نهایت در ظروف بسته بندی پر شده و فرصت داده می‌شود تا منعقد شود، سپس نمک‌زنی می‌شود [۳۱].

۱-۱-۳ مقایسه و بررسی دو روش سنتی و اولترافیلتراسیون در تولید پنیر فتا

پنیر فتای اولترافیلتراسیون دارای حداکثر ۶۰٪ رطوبت، ۴۰٪ چربی بر پایه ماده خشک، ۵٪ نمک است و بافت متفاوتی از پنیر سنتی (بافت اسفنجی) دارد، به دلیل فشردگی خاص بافت این نوع پنیر (بافت بسته) و اینکه مستقیماً درون ظروف بسته بندی منعقد می‌شود، به آن پنیر فتای قالبی گفته می‌شود [۳]. از جمله مزایای تولید پنیر فتا به روش اولترافیلتراسیون می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- افزایش بازده تولید (۲۵ الی ۳۰٪) با الحاق پروتئین‌های آب پنیر^۳ و افزایش ارزش غذایی پنیر.

- کاهش مصرف آنزیم و مایه کشت میکروبی به میزان ۸۰٪.

- ممانعت از هدر رفتن چربی در آب پنیر.

- کاهش BOD^۴ پرمیت^۵

- تغلیظ پروتئین‌های شیر قبل از انعقاد، سبب ایجاد بافت همگن و صاف‌تر در پنیرهای اولترافیلتراسیون در مقایسه با پنیرهای سنتی می‌شود. هم‌چنین حضور پروتئین‌های آب پنیر در لخته،

1 - Retentate

2 - Starter

3 - Whey proteins

4 - Biological oxygen demand

5 - Permiate

نرمی خاصی را ایجاد می‌کند. از مزایای دیگر این سیستم می‌توان به کاهش تغییرات وزنی پنیر، فرایند ساده‌تر تولید و صرفه‌جویی در هزینه‌های انرژی، فضای کار و نیروی انسانی اشاره کرد [۴۱].

با این حال گزارشات مختلف نشان داده است که رسیدن پنیرهای اولترافیلتراسیون در مقایسه با پنیرهای سنتی با تأخیر زیادی همراه است. خصوصیات رسیدگی متفاوت این پنیرها، به خاطر تجزیه پروتئولیتیکی کمتر α_s1 و β کازئین در طول رسیدن است که احتمالاً در نتیجه کاهش فعالیت مایه پنیر باقیمانده و پروتئاز طبیعی شیر (پلاسمین^۱) می‌باشد. افزایش مقدار پروتئین‌های آب‌پنیر در پنیرهای اولترافیلتراسیون در مقایسه با پنیرهای معمولی، منجر به افزایش غلظت مهارکننده‌های پروتئازی مشتق شده از پلاسمین و در نتیجه افزایش فعالیت مهارکنندگی در مقابل مایه پنیر و پلاسمین می‌شود [۸۰].

۱-۲ انعقاد شیر و ایجاد دلمه

مرحله اصلی و مهم در پروسه تولید همه انواع پنیرها، انعقاد سیستم کازئینی پروتئین شیر و تبدیل آن به شبکه ژلی سه بعدی که چربی و سایر مواد معدنی شیر را به دام بیندازد، است. انعقاد را می‌توان به روش‌های زیر ایجاد نمود:

- ایجاد لخته به وسیله عمل پروتئازهای اختصاصی (مایه پنیر)

- اسیدی کردن شیر تا $\text{pH} = 4/6$

- اسیدی کردن شیر تا pH بالاتر از $4/6$ (حدود $5/2$) به همراه حرارت 90°C

قسمت اعظم انواع پنیر (حدود 75% تولید کلی) به وسیله انعقاد آنزیمی تولید می‌شوند. برخی نیز

همانند انواع کاتیج^۲ و کوآرگ^۳، با انعقاد اسیدی تشکیل لخته می‌دهند [۵۲]. پنیرهای تولیدی به روش

اسیدی-حرارت دارای اهمیت کمتر در مقایسه با انواع دیگر بوده و معمولاً از آب پنیر و شیر

1- Plasmin

2- Cottage

3- Quarg

پس چرخ تولید می‌شوند، از این گروه می‌توان به انواع مختلف ریکوتا^۱، آناوی^۲ و مانوری^۳ اشاره کرد [۳۲ و ۱].

۱-۲-۱ انعقاد آنزیمی شیر

بسیاری از آنزیم‌های پروتئولیتیک قادر به تغییر سیستم پروتئینی و انعقاد شیر هستند، آنزیم‌هایی که سبب این تغییر می‌شوند در منابع مختلف باکتریایی، کپک‌ها، گیاهان و بافت‌های حیوانی وجود دارند. با وجود اینکه شواهد تاریخی نشان داده‌اند که استفاده از منعقدکننده‌های میکروبی و گیاهی از زمان‌های قدیم رایج بوده، ولی از این میان، معده حیوانات نشخوارکننده جوان مناسب‌ترین منبع این آنزیم‌ها گزارش شده است [۷۲]. آنزیمی برای تهیه پنیر مناسب است که فعالیت کازئینولیتیک ویژه آن آن بالا باشد ولی فعالیت پروتئولیتیکی آن بر روی سایر پروتئین‌ها باید کم باشد. آنزیم منعقدکننده شیر حاصل از معده چهارم گوساله با نام متداول رنت^۴ به عنوان مایه پنیر استاندارد شناخته شده است که شامل دو آنزیم پروتئولیتیکی؛ ۷۸٪ پپسین و ۲۲٪ کیموزین می‌باشد و از جمله اولین آنزیم‌هایی است که برای خالص‌سازی آن تلاش‌هایی صورت گرفته شده است [۳۸ و ۷۶].

۱-۱-۲-۱ کیموزین^۵ و خصوصیات آن

جزء موثر رنت، کیموزین، یک آسپارات اندوپپتیداز با ۹۴-۸۸٪ فعالیت منعقدکنندگی شیر (MCA)^۶ می‌باشد و برای اولین بار دشامپز [نقل از منبع شماره ۳۹] نام کیموزین، مشتق شده از

-
- 1- Ricotta
 - 2- Anavi
 - 3- Manouri
 - 4- Rennet
 - 5- Chymosin
 - 6- Milk clotting activity