دانشکده کشاورزی
گروه علوم و صنایع غذایی

پایان نامه
برای دریافت درجه کارشناسی ارشد در رشته
مهندسی کشاورزی-علوم و صنایع غذایی

عنوان

جایگزینی نسبی NaCl با KCl درتولید پنیر سفید ایرانی و تاثیر آن روی خصوصیات کیفی محصول نهایی

استاد راهنما
دکتر علی بزمی

استادان مشاور
دکتر جواد حصاری
دکتر بابک قنبرزاده

پژوهشگر
صدیقه درستی

بهار ۸۸

تقدیر و تشکر

چکیده

عنوان صفحه

مقدمه ۱

فصل اول: بررسی منابع

۱-۱ کلیات ۳

۱-۱-۱ پنیر های آب نمکی ۳

۱-۱-۲ انواع مختلف پنیرهای آب نمکی در جهان ٤

۱-۱-۳ مقایسه انواع پنیر آب نمکی از نظر تکنولوژی تولید ٦

۱-۱-٤ ارزش تغذیه ای پنیر ۷

۱-۲ نقش نمک در پنیر ۹

۱-۲-۱ نقش نگهدارندگی نمک و تأثیر آن در کنترل رشد میکروارگانیسم ها ۹

۱-۲-۲ نقش تغذیه ای نمک ۱۰

۱-۲-۳ اثر مستقیم نمک در عطر و طعم ۱۱

۱-۲-٤ تأثیر نمک بر ریزساختار پنیر ۱۱

۱-۲-۵ اثر نمک روی فعالیت آنزیم ها ۱۲

۱-۲-۵-۱ مایه پنیر ۱۲

۱-۲-۵-۲ پروتئازهای شیر ۱۲

۱-۲-۵-۳ آنزیم های میکروبی شیر ۱۳

۱-۲-٦ اثر نمک روی فعالیت آبی ۱۳

۱-۲-۷ اثر نمک روی ویژگی های حسی ۱۳

۱-۳ تغییرات حین رسیدن پنیر ۱٤

الف- پروتئولیزدر پنیر ۱٤

ب- لیپولیز در پنیر ۲۰

ج -گلیکولیز در پنیر ۲۱

د- میکروارگانیسم های موثر در رسیدن پنیر ۲۲

ه- تغییرات بافتی در طی رسیدگی پنیر ۲۳

۱-٤ مکانیسم انعقاد شیر توسط مایه پنیر..... ۲٤
۱-۵ تأثیر جایگزینی نسبی KCl بجای بخشی از NaCl در پنیر..... ۲٦
۱-۵-۱ ویژگی های شیمیایی..... ۲٦
۱-۵-۲ تأثیر بر روی پروتئولیز..... ۲٦
۱-۵-۳ تأثیر بر روی لیپولیز..... ۲۸
۱-۵-٤ تأثیر بر روی ویژگی های حسی..... ۲۸
۱-۵-۵ تأثیر بر روی ویژگی های میکروبی..... ۲۸
۱-٦ نتیجه گیری از بررسی منابع..... ۲۹

فصل دوم: مواد و روشها

۲-۱ مواد و روشها..... ۳۰
۲-۲ تیمارهای آزمایشی..... ۳۰
۲-۳ روش تهیه پنیر..... ۳۰
۲-٤ نمونه برداری..... ۳۲
۲-۵ آزمایش ها..... ۳۲
۲-۵-۱ آزمایشات شیر خام..... ۳۲
۲-۵-۱-۱ اندازه گیری pH..... ۳۲
۲-۵-۱-۲ اندازه گیری اسیدیته..... ۳۳
۲-۵-۱-۳ اندازه گیری چربی شیر..... ۳۳
۲-۵-۲ آزمایشهای پنیر..... ۳۳
۲-۵-۲-۱آزمونهای میکروبی..... ۳۳
۲-۵-۲-۱-۱ شمارش کلیفرم ها..... ۳۳
۲-۵-۲-۱-۲شمارش قارچها (کپک و مخمر)..... ۳٤
۲-۵-۲-۲آزمونهای شیمیایی..... ۳٤
۲-۵-۲-۲-۱ اندازه گیری ماده خشک و رطوبت پنیر..... ۳٤
۲-۵-۲-۲-۲ اندازه گیری pH..... ۳٤
۲-۵-۲-۲-۳ اندازه گیری اسیدیته..... ۳٤
۲-۵-۲-۲-٤ اندازه گیری نمک..... ۳۵
۲-۵-۲-۲-۵اندازه گیری شدت لیپولیز در نمونه های پنیر..... ۳۵
۲-۵-۲-۲- ٦ اندازه گیری ازت محلول درpH=٤/٦..... ۳۵

۲-۵-۲-۲-۷ اندازه گیری ازت محلول در تری کلرو استیک اسید..... ۳۶
۲-۵-۲-۲-۸ اندازه گیری ازت کل پنیر..... ۳۶
۲-۵-۲-۲-۹ بررسی درجه هیدرولیز سیستم کازئینی پنیر در طی دوره سیدگی..... ۳۷
۲-۵-۲-۳ آزمونهای حسی..... ۴۱
۲-۵-۲-۳-۱ ارزیابی بافت..... ۴۱
۲-۶ طرح آماری..... ۴۱

فصل سوم نتایج و بحث

۳-۱ مطالعه خصوصیات شیمیای و فیزیکوشیمیایی نمونه های پنیر..... ۴۲
۳-۱-۱ تغییرات pH واسیدیته طی دوره رسیدگی..... ۴۳
۳-۱-۲ تغییرات ماده خشک در طی دوره رسیدگی..... ۴۶
۳-۱-۳ تغییرات مقدار نمک در دوره رسیدگی..... ۴۹
۳-۱-۴ ارزیابی بافت پنیر در طی دوره رسیدگی پنیر..... ۵۲
۳-۱-۵ ارزیابی پروتئولیز در طی رسیدگی پنیر..... ۵۵
۳-۱-۵-۱ تغییرات درصد ازت محلول در pH=۴/۶ به ازت کل..... ۵۵
۳-۱-۵-۲ درصد ازت غیر پروتئینی به ازت کل..... ۵۷
۳-۱-۵-۳ بررسی درجه هیدرولیز سیستم کازئینی..... ۶۰
۳-۱-۶ تغییرات اندیس لیپولیز..... ۶۲
۳-۱-۷ ارزیابی میکروبیولوژیکی..... ۶۵
۳-۱-۸ ارزیابی حسی..... ۶۶
نتیجه گیری..... ۶۹
پیشنهادات..... ۷۰
فهرست منابع..... ۷۱

تقدیر و تشکر

سپاس بی کران پروردگار یکتا را که هستی مان بخشید و به طریق علم و دانش رهنمونمان شد و به همنشینی رهروان علم و دانش مفتخرمان نمود و خوشه چینی از علم و معرفت را روزیمان ساخت. اکنون در آستانه راهی نو به پاس نعمات بی حد پروردگار بر خود لازم می دانم سپاس گذار تمام عزیزانی باشم که در برابر سختی ها و نا ملایمات روزگار یارم نمودند. قبل از هر چیز این پایان نامه را با خلوص تمام نثار وجود دو عزیزی می کنم که عاطفه سرشار و گرمای امیدبخش وجودشان دراین 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 ومن در برابر عظمتشان، ناتوان و عا جز 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 استاد راهنمای گرانمایه، جناب آقای **دکتر علی بزمی** که من علاوه بر بهره مندی از علم سرشار و پربار ایشان، اخلاق، وقت شناسی و پشت کار را در محضر پربارشان تجربه کردم، تقدیم کنم.

همچنین ازاستادان گرامی، جناب دکتر بابک قنبرزاده و جناب دکتر جواد حصاری که به عنوان استادان مشاور با گشاده‌دستی کامل مرا در تنگناها راهنمایی کردند کمال تشکر را دارم.

تشکر فراوان از جناب دکتراحمدی زنوز 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:

جناب آقای مهندس ایاسه و سرکار خانم مهندس هانیه رسولی و کلیه همکلاسی هایم و اساتید و اعضا گروه علوم و صنایع غذایی، و کلیه کارکنان بخش آزمایشگاه های تحصیلات تکمیلی دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز سپاسگزاری می‌کنم.

با تقدیم احترام:

صدیقه درستی

تقدیم به پرورد گارم

او که به من پدری چون کوه

مادری چون خورشید

همسری چون دریا

و خانواده ای چون چشمه

عطا کرده است

نام خانوادگی دانشجو: درستی نام: صدیقه

عنوان پایان نامه: جایگزینی نسبی NaCl با KCl درتولید پنیر سفید ایرانی و تاثیر آن روی خصوصیات کیفی محصول نهایی

استاد راهنما: دکتر علی بزمی

استادان مشاور: دکتر جواد حصاری-دکتر بابک قنبرزاده

مقطع تحصیلی: کارشناسی ارشد گرایش: تکنولوژی مواد غذایی

دانشگاه: تبریز رشته: علوم و صنایع غذائی دانشکده: کشاورزی

تاریخ فارغ التحصیلی: ۱۳۸۸ تعداد صفحه: ۷۸

کلید واژه ها: پنیر سفید ایرانی - غلظت کلرید سدیم- کلرید پتاسیم (KCl)- خواص فیزیکوشیمیایی- خواص حسی-کلرید سدیم (NaCl)

چکیده:

آب نمک گذاری دلمه یک فرایند اساسی در فرایند تهیه پنیر محسوب می شود بطوریکه نمک باعث کنترل رشد میکروارگانیسم ها و خروج آب پنیر از ماتریکس پنیر شده و از طریق تأثیر بر روی واکنشهای بیوشیمیایی نظیر پروتئولیز، لیپولیز و گلیکولیز باعث توسعه عطر و طعم و بافت پنیر می گردد. طبق تحقیقات صورت گرفته یک ارتباط مستقیم بین افزایش مصرف نمک و افزایش فشار خون وجود دارد. از طرف دیگر افزایش سدیم رژیم غذایی باعث افزایش دفع ادراری کلسیم، ماده معدنی با ارزش، از بدن می شود. در حالی که افزایش جذب پتاسیم از طریق رژیم غذایی باعث جلوگیری از افزایش فشار خون ناشی از مصرف بالای نمک شده و باعث دفع ادراری کلسیم نیز نمی شود. بنابراین با جایگزینی بخشی از NaCl با KCl می توان از مشکلات اشاره شده در بالا کاست. پنیر سفید آب نمکی ایرانی با استفاده از شیر گاو پاستوریزه تهیه گردیده و رسیدگی در ترکیبات و غلظت های متفاوت آب نمک شامل ۱۰٪ NaCl (نمونه شاهد) و مخلوط ۱۰٪ NaCl/KCl (به نسبت های ۱:۱ و ۳:۱) به عنوان نمونه آزمایشی و آب نمک حاوی ۸٪ و ۱۳٪ صورت گرفت. تأثیر جایگزینی نسبی ۱۰٪ NaCl با KCl و غلظت های مختلف آب نمک روی ویژگی های شیمیایی، لیپولیز و پروتئولیز، همچنین ویژگی های فیزیکوشیمیایی نمونه های پنیر شامل سفتی بافت در طی رسیدگی ٥٦ روزه مورد بررسی قرار گرفت. نتایج بدست آمده از آزمایشات نشان دادند که تا ۵۰ درصد کاهش کلرید سدیم تأثیر معنی داری روی کیفیت پنیر ندارد. همچنین یافته ها نشان دادند که پنیرهای رسیده شده در آب نمک حاوی مخلوط NaCl/KCl تفاوت معنی داری را از لحاظ ویژگی های فیزیکو شیمیایی (ماده خشک، اسیدیته، pH و نمک) در مقایسه با نمونه کنترل ندارند. از طرف دیگر پنیرهای رسیده در بیشترین غلظت نمک دارای بالاترین میزان pH، ماده خشک و نمک و همچنین کمترین میزان اسیدیته بودند. ارزیابی پروتئولیز با استفاده از روشهای کلدال و الکتروفورز انجام گرفت که نتایج بدست آمده نشان دادند که اختلاف معنی داری بین نمونه شاهد و نمونه آزمایشی (حاوی KCl) طی روزهای مختلف رسیدگی (۳، ۷، ١٤، ۲۸، ٤۲ و ٥٦ روز) وجود ندارد. از طرف دیگر نتایج نشان دادند که میزان پروتئولیز در نمونه های پنیر با غلظت های متفاوت آب نمک، متفاوت می باشد؛ بطوریکه با کاهش غلظت آب نمک میزان پروتئولیز افزایش می یابد. لیپولیز بوسیله اندازه گیری اندیس ADV (Acid Degree Value) در طی رسیدگی مورد ارزیابی قرار گرفت. بر طبق یافته های بدست آمده جایگزینی نسبی NaCl با KCl تأثیر معنی داری بر میزان اندیس ADV در نمونه های پنیر ندارد. میزان اندیس ADV در نمونه های پنیر با غلظت های متفاوت تاثیر معنی داری را نشان می دهد. ارزیابی بافت بوسیله دستگاه اینسترون نشان داد که در بین نمونه های پنیر با ۱۰٪NaCl و نمونه های پنیر حاوی KCl تفاوت معنی داری در سطح ۵٪ وجود ندارد همچنین نمونه های پنیر با بیشترین درصد نمک (۱۳٪) سفت تر از نمونه هایی بودند که درصد نمک کمتری داشتند (۸ و ۱۰٪). بطور کلی دستاوردهای حاصل از این پروژه شامل امکان کاهش درصد نمک در پنیر به میزان ۵٪ نسبت به نمونه های تجاری و جایگزینی نمک طعام با کلرید پتاسیم تا ۲۵٪ بدون تأثیر در ویژگیهای فیزیکوشیمیایی محصول می باشد.

فصل اول

بررسی منابع

مقدمه

پنیر عبارت است از فراورده تازه[۱] یا رسیده[۲] حاصل از انعقاد شیر که بصورت نرم[۳]، نیمه سخت[٤]، سخت[٥] و خیلی سخت[٦] تهیه می شود. پنیرهای سفید از دسته پنیرهای آب نمکی هستند که اساساً نرم بوده و در آب نمک دوره رسیدن را طی کرده و نگهداری می شوند. در اروپای شرقی، بالکان و خاورمیانه، انواع مختلفی از پنیرهای آب نمکی تولید می گردند که اسم آنها ممکن است از یک منطقه به منطقه دیگر تفاوت داشته باشد. برخی از انواع پنیر رسیده در آب نمک عبارتند از: فتا، آکاوی، هالومی و در ایران پنیر لیقوان. این نوع پنیرها از شیر گاو، گوسفند، بز و یا مخلوطی از آنها تهیه می شوند (استاندارد ملی شماره ٢٣٤٤-١).

یکی از مشکلات تغذیه ای که امروزه در جوامع بشری با آن مواجه هستیم مصرف بالای نمک می باشد که دارای اثرات سوئی همچون افزایش فشار خون و نیز افزایش دفع ادراری کلسیم است (کاتسیاری[۷] و همکاران، ۱۹۹۸؛ تمیم و رابینسون، ۱۹۹۹). بنابراین امروزه تلاش های زیادی برای کاهش مقدار نمک طعام در محصولات غذایی و جایگزینی ترکیبات دیگر بجای آن صورت گرفته است. پنیرهای آب نمکی گاهاً از میزان نمک بالایی برخوردارند. مهمترین دلایل استفاده از آب نمک در این فرآورده ها شامل جذب آب اضافی و تکمیل آبگیری دلمه، افزایش قوام و استحکام دلمه، جلوگیری از رشد میکرو ارگانیسم های نامطلوب شامل پاتوژن ها و میکروارگانیسمهای عامل فساد و تولید کننده گاز، تعدیل رشد میکروارگانیسمهای مطلوب شامل باکتریهای اسید لاکتیک، کنترل فعالیت آنزیمی در طی رسیدن پنیر و ایجاد عطر و طعم مناسب می باشد (گیلرمو[۸] و همکاران، ٢٠٠٦). بدلیل آنکه شیر خام مورد استفاده در تولید پنیرهای سنتی از بار میکروبی بالایی برخوردار است، جهت غیر فعال کردن آلودگی پنیر به انواع پاتوژنها، از درصد بالایی از نمک در تولید پنیر استفاده می گردد، که باعث افزایش مقدار نمک این فراورده می گردد (حصاری، ۱۳۸۳). علاوه بر این، استفاده از غلظت های بالای نمک باعث غالب شدن میکروارگانیسم های نمک دوست نظیر میکروکوکوس و استافیلوکوکوس ها شده که به نوبه خود تغییرات نامطلوبی از جمله باد کردگی و تغییرات نامناسب در عطر و طعم محصول ایجاد کرده و همچنین از رشد استارترها جلوگیری می کنند (پاستورینو[۹]، ۲۰۰۳؛ تراکی[۱۰] و همکاران، ٢٠٠٤). گاهاً به منظور اجتناب از کاربرد مقادیر

---

۱ Fresh
۲ Ripened
۳ Soft
۴ Semi-Hard
۵ Hard
۶ Extra-Hard
۷ Katsiari
۸ Guillermo
۹ Pastorino
۱۰ Tarakci

زیاد نمک که در مقابل برخی از پاتوژنها نیز مؤثر نیست، از فرایند حرارتی نیز بر روی شیر خام استفاده می شود. با توجه به اینکه حرارت دادن شیر می تواند روی فلور طبیعی شیر خام نیز مؤثر باشد، از استارترها جهت جبران میکروارگانیسمهای مفید از دست رفته حین فرایند حرارتی استفاده می شود. در این مطالعه سعی شده است در تولید پنیر سفید ایرانی با کاهش نمک و جایگزینی بخشی از آن با KCl ارزش تغذیه ای این فراورده پر مصرف را بالا برده و خطرات آن روی سلامت را کاهش دهیم. در ادامه تأثیر کاهش غلظت نمک و نیز استفاده از KCl روی ویژگیهای فیزیکوشیمیایی، حسی و بافتی محصول نهایی بررسی شده است تا بتوانیم با کاهش غلظت نمک یا جایگزینی بخشی از آن با کلرید پتاسیم به محصولی که از لحاظ تغذیه ای سالم تر می باشد و بلافاصله پس از خرید قابل مصرف باشد، دسترسی پیدا کنیم.

۱-۱ کلیات

۱-۱-۱- پنیرهای آب نمکی

پنیر و شیرهای تخمیری، از مهمترین محصولات تمدن بشری هستند. از لحاظ تاریخی، این گونه مواد غذایی در نجات مردم از قحطی سهم بسزایی داشته اند. از لحاظ تغذیه ای ضمن تامین مواد مغذی لازم برای زندگی، در متنوع و مطلوب ساختن غذای روزانه موثرند و از لحاظ جغرافیایی در کشورهای رو به رشد جزء مواد غذایی اساسی محسوب می شوند (کوزیکووسکی، ۱۹۸۲).

پنیر لیقوان معروفترین پنیر سنتی ایران است که از قرنها پیش در منطقه لیقوان تبریز از شیر گوسفند تولید می گردد و از مرغوبیت بالایی در نزد مصرف کنندگان ایرانی برخوردار است (حصاری، ۱۳۸۳). فتا پنیر سفید نرم، رسیده و آب نمکی است. این نوع پنیر دارای مزه نسبتاً شور، کمی اسیدی و عطر و طعم خوشایند با مقبولیت جهانی است (تمیم و رابینسون، ۱۹۹۹). اصولاً بدلیل استفاده از شیر گوسفندی در تولید پنیر لیقوان و پنیر فتای یونانی ماده خشک آن بالاتر از پنیر سفید آب نمکی می باشد. چربی پنیر یکی از فاکتورهای مهم در عطر و طعم و بافت پنیر بوده و میزان آن در پنیر لیقوان و پنیر سفید آب نمکی تقریباً یکسان می باشد. در پنیر لیقوان بدلیل استفاده از سوشهای لاکتیکی بومی در شیر خام لاکتوز سریعاً تخمر شده و تبدیل به اسید لاکتیک می شود و در نتیجه میزان pH آن کمتر از پنیر سفید می باشد. با توجه به جدول ۱-۱ میزان چربی و ماده خشک پنیر فتا بالاتر از پنیر سفید آب نمکی می باشد (حصاری، ۱۳۸۳).

جدول ۱-۱ مقایسه مقدار تقریبی برخی از خصوصیات مهم شیمیایی و فیزیکو-شیمیایی پنیر سفید آب نمکی با پنیر فتا (حصاری، ۱۳۸۳).

خواص فیزیکوشیمیایی	پنیر سفید آب نمکی	پنیر فتا
ماده خشک٪	۳۷	٤۱
چربی٪	۱٦	۲۱
پروتئین٪	۲۲/۷۸	۱۷/۸
pH	٥/۱۲	٤/۳٦
NPN/TN	۲۰	۱۱/۰۳
SN/TN	۲۲/٥٤	۲۲/٥٤

۱-۱-۲- انواع مختلف پنیرهای آب نمکی در جهان

اساساً پنیرهای سفید تهیه شده در آب نمک جزء پنیرهای نرمی می باشند که در آب نمک رسیده و نگهداری می شوند. پنیرهای آب نمکی مختلفی در اروپای شرقی، بالکان و خاورمیانه تولید می گردند. اسامی این پنیرها ممکن است از یک منطقه به منطقه دیگر تفاوت داشته باشد. برخی از انواع پنیر رسیده در آب نمک و ویژگی های آنها، در کشورهای مختلف جهان در جدول۱-۲ آورده شده است. این نوع پنیرها از شیر گاو، گوسفند، بز و یا مخلوطی از آنها تهیه می شوند (استاندارد ملی شماره ۲۳٤٤-۱؛ تمیم و رابینسون، ۱۹۹۹).

جدول۱-۲ نامگذاری و شرح ویژگی های برخی از انواع پنیرهای آب نمکی (تمیم و رابینسون، ۱۹۹۹)

نام پنیر	کشور تولیدکننده	شیر مورد استفاده	توضیحات
Akawi (Akavi,Akkawi)	لبنان، سوریه و چکسلواکی	گاو، گوسفند و بز	لخته کمی فشرده شده و بمدت چند روز داخل آب نمک غوطه ور و سپس به فروش می رسد.
Beli Sir U (Kriskama)	یوگسلاوی	گوسفند، گاو و مخلوط آنها	پنیر آب نمکی سفیدی است که سفید صربی نیز نامیده می شود. دلمه فشرده شده را به مدت ۱۰-۲۰ ساعت داخل آب نمک، غوطه ور می کنند و به مدت ۱/۵-۱ ماه داخل بشکه های مخصوص حاوی ۱۰ الی۱۲ درصد نمک می رسانند.
Beynaz Peynir	ترکیه	گوسفند	معمولاً قبل از تهیه پنیر، شیر را صاف و پاستوریزه می کنند. دلمه به مدت کوتاهی فشرده شده و پس از بریدن به شکل مکعبهای کوچکی به مدت چند ساعت داخل آب نمک غوطه ور و سپس خشک می گردد. پس از قرار دادن پنیر به صورت لایه هایی در داخل قوطی و اضافه کردن نمک در بین لایه ها، تمام آب پنیر اضافی را خارج و توسط آب نمک تازه جایگزین می کنند. مدت زمان رسیدن تا ۷ ماه طول می کشد.
Bgug-Panir	ارمنستان	گوسفند	این پنیر Daralag نیز نامیده شده و از شیر پس چرخ یا نیمه پس چرخ میش تهیه می گردد. قبل از فشردن، به دلمه ها نمک زده و سپس به مدت دو روز پنیرها را داخل آب نمک قرار می دهند.

Bijeni-Sir	یوگسلاوی	گوسفند، گاو و مخلوط آنها	آب دلمه در اثر زدن با ترکه چوبی خارج و پس از بریدن به صورت نوارهایی، به مدت ۳ تا ٤ هفته در آب پنیر نمک زده رسانده می شوند. این پنیرها دارای منافذ ریز و طعم تیز می باشند.
Brinza (Bryndza)	فلسطین، چکسلواکی و روسیه	گاو، گوسفند و بز	این پنیر در سال ۱۹۲۰ در کشورهای منطقه بالکان، روسیه جنوبی، ترک«یه و فلسطین تهیه می شده است، متوسط ترکیبات پنیر حاصل از شیر گوسفند عبارت است از: ۵۹/۷ درصد رطوبت، ۲۰/۳ درصد چربی، ۱۳/٤ درصد پروتئین، ۲/۳ درصد خاکستر و ۲/۲ درصد نمک.
Bulgarian White	بلغارستان	گوسفند	پنیر سفید آب نمکی که در آب نمک رسانده می شود.
Cecil	ارمنستان	گاو و گوسفند	این پنیر از شیر بسیار کم چرب و با آب پنیر ترش، شیر ترش یا ماست تهیه می شود. دلمه را داخل آب پنیر حرارت داده و سپس آن را ورز می دهند تا این که به شکل گلوله در آید. سپس آن را در آب نمک نگهداری می کنند.
Domiati	مصر	گاو و گاومیش	قبل از آنزیم زنی، به شیر نمک اضافه می کنند.
Eriwani	هندوکوش	گوسفند	دلمه برش خورده در یک کیسه پارچه ای آبگیری و فشرده می شود. سپس پنیر حاصل را داخل آب نمک قرار می دهند.
Maile	شبه جزیره کریمه	گوسفند	لخته پس از پختن و نمک زدن، فشرده شده و بمدت یک سال در آب نمک نگه داری می شود.
Ossetin	قفقاز	گوسفند و بز	این پنیر Kasach یا Tuschinsk نیز نامیده می شود و بمدت دو ماه تا یک سال در آب نمک نگه داشته می شود.

۱-۱-۳- مقایسه انواع پنیر آب نمکی از نظر تکنولوژی تولید

انواع مختلف پنیرهای آب نمکی از نظر نوع استارتر، فرایند حرارتی مورد استفاده در سالم سازی شیر مصرفی و میزان نمک در جدول زیر مورد مقایسه قرار گرفته اند. در روشهای سنتی تهیه پنیر بدلیل استفاده از شیر خام که حاوی فلور میکروبی طبیعی است از استارتر استفاده نمی شود؛ بنابراین فلور میکروبی این گونه پنیرها بسیار بالا بوده و حاوی میکروارگانیسم های بیماریزا می باشند بطوریکه نمک بالا هم تأثیری در از بین بردن کامل آنها ندارد (حصاری، ۱۳۸۳).

جدول ۱-۳ مقایسه انواع پنیر آب نمکی از نظر تکنولوژی تهیه پنیر (استاندارد ملی شماره ۵۷۷۲؛ تمیم و رابینسون، ۱۹۹۹؛ تراکی[۱] و همکاران، ۲۰۰٤؛ حصاری، ۱۳۸۳)

نام پنیر	استارتر مورد استفاده	فرایند حرارتی مورد استفاده بر روی شیر مصرفی	میزان و چگونگی استفاده از نمک
لیقوان	عدم استفاده از استارتر	عدم استفاده از فرایند حرارتی	قرار دادن دلمه ها بمدت ٢٤ ساعت در آب نمک اشباع ٢٣-٢٤ درصد، سپس پاشیدن نمک خشک بر روی دلمه ها به مدت ٢ الی٣ روز و زیر و رو کردن دلمه ها پس از هر بار نمک زنی، پس از این مرحله دلمه ها در آب نمک ١٦-١٤ درصد در حلب بسته بندی شده و به دلیل اطمینان از حذف خطر بروسلوز به مدت دو ماه نگهداری می شوند.
پنیر سفید آب نمکی ایرانی	مخلوطی از گونه های ترموفیل و مزوفیل	پاستوریزاسیون در دمای $63^{o}C$ بمدت ٣٠ دقیقه	قرار دادن دلمه ها در آب نمک اشباع ٢٢ درصد نمک بمدت ١٨ ساعت در دمای $20^{o}C$ و سپس بسته بندی در آب نمک ١٠ درصد بطوریکه پس از ٦٠ روز رسیدگی میزان نمک پنیر به ٦/٨ درصد می رسد.
پنیر هربی[۲]	استرپتوکوکوس ترموفیلوس و لاکتوباسیلوس دلبروکی زیر گونه بولگاریکوس	پاستوریزاسیون در دمای $65^{o}C$ به مدت ٣٠ دقیقه	نمک زنی خشک به میزان ٦-٤/٥ درصد به مدت ٤٨ ساعت سپس بسته بندی در ظروف پلاستیکی و قرار دادن در خاک به مدت سه ماه

۱ Tarakci
۲ Herby

کفالوتری[1]	استرپتوکوکوس سالیواریوس زیر گونه ترموفیلوس و لاکتوباسیلوس دلبروکی زیر گونه بولگاریکوس	پاستوریزاسیون در دمای ۶۸°C به مدت ۱۰ دقیقه	استفاده از نمک زنی خشک به مدت ۲ ماه در دمای ۱۴°C سپس شستن و خشک کردن قالب های پنیر و قرار دادن در دمای ۴-۲°C تا زمان رسیدگی، میزان نمک پنیرهای رسیده ۶-۴ درصد می باشد.
پنیر فتای سنتی	عدم استفاده از استارتر	عدم استفاده از فرایند حرارتی	پاشیدن نمک خشک بر روی دلمه ها هر ۱۲ ساعت یک بار به مدت ۲ روز، بطوریکه در نهایت درصد نمک دلمه ها به ۳ درصد برسد. سپس دلمه ها به مدت ۲-۱ هفته بر روی میز قرار گرفته و زیرورو می شوند. بعد از آن دلمه ها را شسته و در بشکه ها با آب نمک ۸-۶ درصد به مدت دو ماه به دلیل اطمینان از حذف خطر بروسلوز نگهداری می شوند.
پنیر فتای UF	مخلوطی از استارترهای مزوفیل و ترموفیل	پاستوریزاسیون شیر در دمای ۷۲°C به مدت ۱۵ ثانیه	در تهیه این پنیر از فرایند اولترافیلتراسیون استفاده شده و پس از بستن قالب ها پنیر آنها را در آب نمک ۲۰ درصد نمک نگهداری می کنند بطوریکه درصد نمک فراورده نهایی به ۴/۵-۳ درصد می رسد.

۱-۱-۴- ارزش تغذیه ای پنیر

پنیر فراورده ای است متشکل از چربی و پروتئین شیر، به همراه کلسیم و فسفری که به صور مختلف با پروتئین شیر ترکیب شده اند. پنیر علاوه بر چربی، پروتئین، کلسیم و فسفری که با پروتئین ترکیب شده اند، دارای مقادیر کمی از اجزای تشکیل دهنده شیر، نظیر گلوسیدها، نمک های معدنی محلول، مواد ازته غیر پروتئینی و غیره می باشد. بعضی از این مواد، با این که مقدارشان کم است، اثر مشخصی بر خصوصیات پنیر می گذارند.

رسیدن پنیر با تجزیه جزئی از پروتئین شیر توام می باشد. فراورده های حاصل از پروتئولیز عبارتند از: پروتئوزپپتونها، پلی پپتیدها و اسیدهای آمینه آزاد. لذا، قسمت نامحلول در آب کازئین به ترکیبات نیتروژنه محلول در آب تبدیل می شود. اهمیت تغذیه ای پنیر، به بالا بودن مقدار پروتئین های آن مربوط می گردد که از نظر بیولوژیکی با ارزش می باشند. پنیر، منبع غنی از اسیدهای

---

[1] Kefalotyri

آمینه ضروری است. طبق جدول ۱-٤، میزان پروتئین پنیر بین ۲۰ تا ۳۰ درصد متغیر است. کازئین، نقش اساسی را در ساخت پنیر بازی می کند، در حالی که اکثر پروتئین های با ارزش از نظر بیولوژیکی به آب پنیر راه می یابند. لذا ارزش بیولوژیکی پروتئینهای پنیر قدری کمتر از کل پروتئین های شیر، ولی بالاتر از کازئین تنها می باشد. چنانچه نمره ۱۰۰ را به پروتئین های شیر از نظر اسیدهای آمینه ضروری بدهیم، این عدد در مورد پنیرها از ۹۱ تا ۹۷ متغیر خواهد بود (والسترا، ۱۹۹۹). از آنجا که پروتئین‌های آب پنیر نسبت به کازئینها ازنظر اسیدآمینه گوگردی غنی هستند، پروتئین‌های آب پنیر از ارزش زیستی بالاتری نسبت به کازئین ها برخوردار می باشند، بطوریکه بتا-لاکتوگلوبولین موجود در آب پنیر بدلیل داشتن گروههای گوگردی فراوان بعنوان یکی از پروتئین های ژل کننده شناخته شده و در بهبود قوام غذاها مورد استفاده قرار می گیرد (گراپین[۱] و همکاران، ۱۹۸۵؛ دخانی و همکاران، ۱۳۸۰؛ مفید و احسانی، ۱۳۸۰؛ بری[۲]، ۲۰۰۱).

جدول۱-٤ میانگین مقادیر چربی، پروتئین، کلسیم، ویتامین A و ریبوفلاوین (B_2) در تعدادی از انواع پنیر (والسترا[۳]، ۱۹۹۹)

نوع پنیر	٪ چربی	٪ پروتئین	Ca (g/kg)	ویتامین A (mg/kg)	ریبوفلاوین (mg/kg)
امنتال	۲۹/۰	۲۷/۹	۱۰/۸	۳/۳	۳/۵
چدار	۳۲/٤	۲۵/٤	۸/۰	۳/٦	٤/۷
ادم	۲٦/۰	۲۵/۵	۷/۵	۲/۵	۳/۵
پنیر رگه آبی	۲۹/۰	۲۲/٤	۷/۰	۳/٦	۲/۹
کاممبرت	۲۲/۳	۲۲/۰	٤/۰	۳/۰	۵/۸
کاتیج	٤/٦	۱٤/۷	۰/۸	۰/٤	۲/۹
پنیر تازه	۰-۱۲	۱۲-۱٦	۰/۸	۰/۱	۲/۸

متوسط غلظت کلسیم برخی از پنیرها در جدول ۱-٤ نشان داده شده است. ۱۰۰ گرم پنیر سخت، نیاز روزانه Ca را بطور کامل، و نیاز روزانه فسفات را به میزان ٤۰ تا ۵۰٪ رفع می کند. پنیرهایی که از طریق انعقاد رنینی تولید می گردند، معمولاً در مقایسه با پنیرهای حاصل از انعقاد اسیدی، مقدار کلسیم بالاتری دارند.

۱ Grappin
۲ Barry
۳ Valestra

تنها ۱۰ تا ۱٦٪ از ویتامینهای محلول در آب شیر از گروه B به پنیر راه یافته و بقیه آن در آب پنیر بـــــاقی می ماند. با وجود این، به علت بالا بودن میزان برخی از ویتامینهای گروه B شـیر، پنیـر می تواند نقش به سزایی در تامین این ویتامینها خصوصاً B_{12} داشته باشد (والسترا، ۱۹۹۹).

۱-۲- نقش نمک در پنیر

در زمان های دور و قرون وسطی بدلیل اهمیت نمک در زندگی مردم از آن بعنـوان یکـی از مهمترین کالاهای مورد استفاده در داد و ستد کالا و به جای پول در پرداخت دستمزد کارگران استفاده می شد. در واقع، نمک در نگهداری انواع مواد غذایی که برای بشر بسیار حیاتی بود نقش عمده ای را ایفا می کرد.

بر خلاف تخمیر و خشک کردن که پدیده های طبیعی در نگهداری مواد غذایی هستند، شاید به کار بردن نمک برای این منظور یکی از اولین کوششهای هوشمندانه بشر در ساختن تمـدن باشـد. جالب است که هر سه روش اولیه و سنتی نگهداری مواد غذایی شامل کـاهش مقـدار آب، تخمیـر و نمک زنی در فرایند ساخت پنیر استفاده می شوند (گینه و فاکس[۱]، ۱۹۸۷). نمک در پنیر نقـش هـای متعددی دارد که اهم آنها عبارتند از:

۱- نگهدارنده و کنترل کننده رشد میکروارگانیسمها

۲- ماده مغذی

۳- ماده مؤثر در عطر و طعم

٤- تشکیل ریز ساختار

۱-۲-۱- نقش نگهدارندگی نمک و تأثیر آن در کنترل رشد میکروارگانیسم ها

نمک با کاهش محتوای آب پنیر و در نتیجه کاهش فعالیت آبی باعث افزایش زمان ماندگاری این محصول می گردد (موریس[۲] و همکاران، ۱۹۸۵). از نمک در تولید پنیرهای سنتی، عمـدتاً جهـت افزایش ماندگاری پنیر و جلوگیری از رشد میکروارگانیسم های مضر و تولید کننده گاز مورد استفاده قرار می گرفت، که عموماً پس از تشکیل لخته به پنیر افزوده می شود ولی در پنیر دومیاتی[۳]، نمک بـه میزان ۱۵-۱۲ درصد برای مهار رشد میکروارگانیسم ها و حفظ کیفیت، به شـیر مـورد اسـتفاده بـرای تولید پنیر افزوده می شود (گینه و فاکس، ۱۹۸۷).

استفاده از نمک باعث توقف رشد باکتری های اسید لاکتیک و کنترل رشد میکروبهای مـضر می گردد (لوپز[٤]، ۲۰۰۷). در تولید پنیر گودا مهمتـرین عامـل ایجـاد بـادکردگی دیـررس گونـه هـای

---

۱ Guinee and Fox
۲ Morris
۳ Domiati
۴ Lopez

کلستردیم می باشد. استفاده از نمک در طی رسیدن پنیر باعث از بین رفتن این میکروارگانیسمها می گردد (سو و اینگهام[۱]، ۲۰۰۰). باکتری های کلیفرمی از طریق شیر خام و آلودگی محیطی در طی تهیه پنیر به محصول راه یافته و مهمترین عامل بادکردگی زودرس و تولید گاز در پنیر محسوب می شوند که کاربرد نمک از رشد این باکتری ها جلوگیری می کند (ملیلی[۲] و همکاران، ۲۰۰٤). نمک در غیر فعال سازی باکتری های پاتوژن از جمله مایکوباکتریوم ها[۳] که باعث ایجاد بیماری سل و جذام در انسان و بیماری جونز[٤] در دامها می گردد، نقش مهمی ایفا می کند (سونگ[٥]، ۲۰۰۰).

از نظر حساسیت به نمک، لاکتوکوکوس لاکتیس زیر گونه لاکتیس مقاوم تر از لاکتوکوکوس زیر گونه کرموریس است، در عین حال تفاوت زیادی بین خود گونه های لاکتوکوکوس زیر گونه کرموریس وجود دارد. استرپتوکوکوس سالیواروس زیر گونه ترموفیلوس مقاومت بسیار کمتری از لاکتوکوکوس لاکتیس زیر گونه لاکتیس دارد. هامر و هوکر نشان دادند در مرکز پنیر که غلظت نمک کمتر از سطح آن می باشد، pH با سرعت بیشتری کاهش می یابد. توماس نشان داد که در قطعات بزرگتر پنیر به غلظت های بیشتری از نمک برای مهار متابولیزه شدن لاکتوز نیاز است (به نقل از گینه و فاکس[٦]، ۱۹۸۷).

۱-۲-۲- نقش تغذیه ای نمک

کمترین نیاز روزانه بدن به سدیم ۲۰۰mg (معادل ۰/۵ گرم NaCl) می باشد. این در حالی است که میانگین مقدار سدیم ورودی جذب شده در بدن هر فرد در کشورهای پیشرفته ۵-٤ گرم یا بعبارت دیگر۱۲-۱۰ گرم NaCl می باشد. همانگونه که ملاحظه می شود، این مقدار، ۳۵-۱۰ برابر نیاز روزانه بدن می باشد. جذب mg ۳۳۰۰-۱۱۰۰ سدیم (معادل ۸/۳-۲/۸ گرم NaCl) در روز برای سلامتی و نیاز روزمره بدن توصیه می شود (کاتسیاری[۷] و همکاران، ۱۹۹۸؛ موتلگ[۸] و همکاران، ۲۰۰٦). بر طبق تحقیقات انجام شده، غلظت بالای یونهای کلر در آب نمک برای سلامتی خطرناک بوده و موجب بیماری های قلبی-عروقی و کلیوی می گردد (پونس دولئون گونزالس[۹]، ۲۰۰۰). از طرف دیگر یک همبستگی مثبت بین افزایش میزان مصرف نمک و فشار خون بالا وجود دارد. بعلاوه، افزایش سدیم رژیم غذایی باعث افزایش دفع ادراری کلسیم می شود که به نوبه خود باعث کاهش این ماده با ارزش در بدن می گردد (کاتسیاری و همکاران، ۱۹۹۸؛ همت خواه، ۱۳۸٦). بنابراین، با

---

۱ Su And Ingham
۲ Melilli
۳ Mycobacterium avium subsp paratuberculosis
۴ John,s diease
۵ Sung
۶ Guinee And Fox
۷ Katsiari
۸ Mutlag
۹ Ponce De Leon-Gonzalez

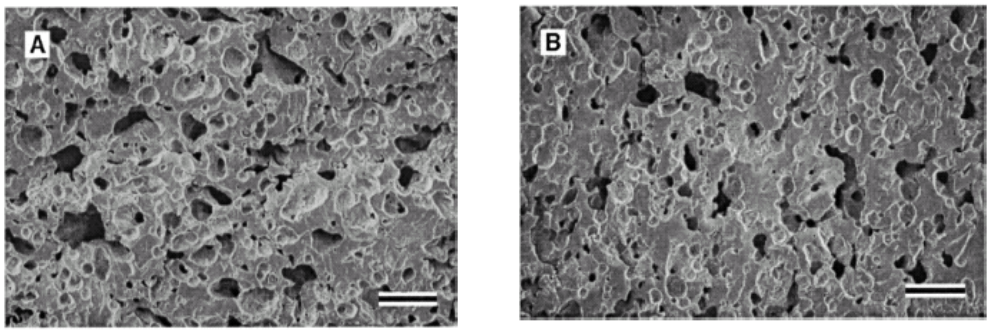
توجه به موارد ذکر شده کاهش میزان استفاده از نمک در مواد غذایی حائز اهمیت می باشد. امروزه تلاشهایی نیز جهت جایگزین کردن کامل یا بخشی از کلرید سدیم با کلرید پتاسیم صورت گرفته است. کلرید پتاسیم نه تنها باعث افزایش فشار خون نمی شود بلکه یونهای پتاسیم نقش تعدیل کننده فشار خون را نیز دارند (همت خواه، ۱۳۸٦).

۱-۲-۳- اثر مستقیم نمک در عطر و طعم

طعم نمکی یکی از چهار طعم اصلی است و احتمالاً ویژگی طعمی NaCl در یون سدیم آن نهفته است. در مطالعاتی که در آنها از KCl به جای NaCl استفاده شده است خاصیت طعمی مربوط به کلرید سدیم مشاهده نشده است. نمک در طعم پنیر نقش منحصر به فردی ایفا می کند. فقدان نمک در پنیر، حتی از دیدگاه افرادی که به طعم نمکی حساسیت زیادی ندارند، طعم آبکی و بی مزه را در پنیر ایجاد می کند (سینگ و کریستوفیرسن[۱]، ۱۹٦۹؛ لورن[۲] و همکاران، ۱۹۷۰؛ فیدزگرالد[۳] و همکاران، ۱۹۸۵؛ گینه و فاکس[٤]، ۱۹۸۷؛ لوپز[٥] و همکاران، ۲۰۰۷).

۱-۲-۵- تاثیر نمک بر ریز ساختار پنیر

در داخل ماتریکس پنیر، پروتئین ها نه فقط بین خود بلکه با چربی، آب و نمک برهم کنش می دهند، که میزان این برهم کنشها وابسته به قدرت یونی محیط و شرایط فرایند می باشد (پاستورینو[٦] و همکاران، ۲۰۰۳). همچنین افزایش برهم کنش آب-پروتئین در پنیرهای نمک زنی شده باعث ایجاد شبکه پروتئینی متورم می گردد (شکل ۱-B). افزایش هیدراتاسیون باعث افزایش ضخامت رشته هایی می شود که ساختار درونی ماتریکس پروتئینی را می سازند.



شکل ۱-۱ میکروگراف پنیر Muenster نگهداری شده بمدت ٤۰ روز در $4^{o}C$. A: پنیر بدون نمک; B: پنیر نمک زنی شده (پاستورینو و همکاران، ۲۰۰۳)
قسمت های روشن: ماتریکس پروتئینی
قسمت های تیره: گلبولهای چربی

---

۱ Sing and Kristoffersen
۲ Loren
۳ Fitzgerald
۴ Guinee and Fox
۵ Lopez
۶ Pastorino