

بیتهم زلف

تولیدو

بسته بندی پیر

حسن رشیدی

۱۳۹۷

انتشارات موسسه آموزش عالی علمی کاربردی و مهارتی جهاد کشاورزی ۲۰۳

آموزش بهره برداران کشاورزی ۱۳



سرشناسه	: رشیدی، حسن، ۱۳۵۲ -
عنوان و نام پدیدآور	: تولید و بسته‌بندی پنیر/ حسن رشیدی : ویراستار علمی مهدی نیکخواه،
مشخصات نشر	: تهران: مؤسسه آموزش عالی علمی- کاربردی جهاد سازندگی، ۱۳۹۷.
مشخصات ظاهری	: ۷۶ ص.: مصور (رنگی).
فروست	: مؤسسه آموزش عالی علمی-کاربردی جهاد کشاورزی: ۲۰۳، آموزش بهره‌برداران کشاورزی: ۱۲.
شابک	: ۱۷۰۰۰۰ ریال/0-86-6570-600-978:
وضعیت فهرست نویسی	: فیا
یادداشت	: کتابنامه
موضوع	: پنیر--فراورده‌ها
موضوع	: Cheese products
موضوع	: پنیرسازی
موضوع	: Cheesemaking
شناسه افزوده	: نیکخواه، مهدی، ۱۳۵۲ -، ویراستار
شناسه افزوده	: مؤسسه آموزش عالی علمی - کاربردی جهاد سازندگی
رده بندی کنگره	: ۹۱۲۹۷ ت/۵/۳۴۷۳ SF
رده بندی دیویی	: ۶۷۳/۳
شماره کتابشناسی ملی	: ۵۳۰۸۷۹۰

عنوان: تولید و بسته بندی پنیر

مؤلف: حسن رشیدی

ناشر: مؤسسه‌ی آموزش عالی علمی-کاربردی و مهارتی جهاد کشاورزی

ویراستار علمی: مهدی نیکخواه

ویراستار ادبی: اکرم احمدیان

گرافیکست: معصومه شیرینی

مدیر فنی: فرهاد فتحی

ناظر چاپ: منیژه حمیدیه

نوبت چاپ: اول

تاریخ نشر: ۱۳۹۷

شمارگان: ۱۰۰۰

قیمت: ۱۷۰۰۰۰ ریال

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۶۵۷۰-۸۶-۰

تمام حقوق اثر برای انتشارات مؤسسه آموزش عالی علمی کاربردی و مهارتی جهاد کشاورزی محفوظ است.

تهران : صندوق پستی ۱۷۵۷-۱۳۱۴۵ تلفن ۶۶۴۳۰۴۳۷

پایگاه اطلاع رسانی : www.itvhe.ac.ir

پست الکترونیک : Pub@itvhe.ac.ir

فهرست مطالب

۱۱	 (۱) مقدمه
۱۳	 (۲) ویژگی‌های شیر
۱۴	 ۱-۲- عوامل موثر
۱۴	 ۱-۱-۲- مرحله شیردهی
۱۵	 ۲-۱-۲- سن
۱۶	 ۳-۱-۲- بیماری پستان
۱۷	 ۴-۱-۲- تغذیه
۱۷	 ۵-۱-۲- شرایط محیطی
۱۷	 ۲-۲- ترکیب شیر
۱۷	 ۱-۲-۲- مواد جامد
۱۸	 ۲-۲-۲- چربی
۱۹	 ۳-۲-۲- پروتئین
۲۱	 ۴-۲-۲- املاح معدنی
۲۱	 ۵-۲-۲- لاکتوز
۲۳	 ۶-۲-۲- pH شیر
۲۴	 (۳) گزینش، نگهداری و آماده سازی شیر
۲۴	 ۱-۳- گزینش شیر
۲۸	 ۱-۱-۳- محتوای باکتریایی
۳۰	 ۲-۱-۳- ایجاد اسید
۳۱	 ۳-۱-۳- قابلیت رنت زنی

۳۱	 ۳-۱-۴- بو ، طعم و مزه
۳۱	 ۳-۲- حذف مواد معلق خارجی از شیر
۳۳	 ۳-۳- باکتوفوگاسیون و میکروفیلتراسیون
۳۷	 ۳-۴- پاستوریزاسیون شیر
۳۸	 ۳-۴-۱- تخریب آنزیم ها
۴۰	 ۳-۴-۲- تغییر ماهیت پروتئین
۴۱	 ۳-۵- اسیدی کردن (رسانیدن)
۴۴	 (۴) تولید پنیر
۴۴	 ۴-۱- رنت زنی و تشکیل دلمه
۴۸	 ۴-۲- برش دلمه و آبگیری
۴۹	 ۴-۳- سایر مراحل
۵۲	 (۵) پنیر فتای فراپالایشی
۵۶	 (۶) پنیر ليقوان
۵۶	 ۶-۱- انواع پنیر ليقوان
۵۶	 ۶-۱-۱- ليقوان اعلا
۵۷	 ۶-۱-۲- ليقوان معمولی
۵۷	 ۶-۱-۳- ليقوان تبریزی
۵۸	 ۶-۲- فرایند تولید
۶۱	 (۷) افزودنی ها در صنعت پنیر سازی
۶۱	 ۷-۱- کلرید کلسیم
۶۲	 ۷-۲- تثبیت کننده و امولسیون کننده
۶۲	 ۷-۳- مواد رنگی
۶۳	 ۷-۴- رنت

۶۳		۱-۴-۷- حیوانی
۶۴		۲-۴-۷- گیاهی
۶۴		۳-۴-۷- قارچی
۶۴		۴-۴-۷- ژنتیکی
۶۵		۵-۷- استارتر
۶۷		۸) بسته بندی
۷۵		منابع

پیشگفتار ناشر

کتاب های آموزشی و کمک آموزشی یکی از مولفه های اساسی، بنیادی و بی بدیل در فرآیند اجرایی برنامه های آموزشی است. امروزه با این که بخشی از نیازهای مخاطبان از منابع آموزشی چند رسانه ای، مجازی و الکترونیکی تامین می شود، اما کتاب همچنان یکی از موثرترین، کاربردی ترین و مطمئن ترین مواد آموزشی است که از سوی صاحب نظران، مربیان، اساتید و معلمان در نظام های آموزشی مختلف استفاده می شود.

موسسه ی آموزش عالی علمی کاربردی و مهارتی جهاد کشاورزی در راستای مأموریت ها و وظایف خود و در جهت اجرای برنامه های آموزش کشاورزی با هدف تحقق «کشاورزی دانش بنیان»، نسبت به تولید مواد آموزشی گوناگون اقدام نموده است. کتاب های آموزشی بهره برداران کشاورزی بر پایه استانداردها و برنامه های آموزشی مشاغل کشاورزی با بهره گیری از منابع علمی، با متنی ساده، ویژه فراگیران، بهره برداران، شاغلان و علاقه مندان به اشتغال در رشته های مختلف کشاورزی تدوین و انتشار یافته است.

لذا ضمن سپاس از همکاری همه دست اندرکاران فرآیند تدوین و نشر این مجموعه کتاب ها، امیدواریم متخصصان، صاحب نظران، مدرسان، مربیان، آموزشگران و صاحبان فن، با ارائه پیشنهادهای سازنده خود، ما را در ارتقای کیفی این منابع ارزشمند یاری رسانند.

انتشارات مؤسسه آموزش عالی علمی کاربردی و

مهارتی جهاد کشاورزی

پنیر^۱، یکی از غذاهای متداول در تغذیه انسانی است و هزاران سال است که تولید و مصرف می‌شود. در واقع هدف از تولید پنیر توسط انسان، افزایش ماندگاری در نتیجه انجام فرایند تخمیر و آبگیری بوده است زیرا شیر^۲ به شدت فاسدشدنی است و در شرایط محیطی قابل نگهداری نیست. هم‌اکنون نیز در گوشه و کنار جهان انواعی از پنیر در محیط‌های بومی و به روش‌های سنتی در حال تولید است. در طول تاریخ بشری، انواع پنیر و مقدار تولید آن در حال گسترش است و علاوه بر آن تجهیزات تولید، فراوری و بسته‌بندی محصول توسعه یافته است. در گذشته، عمده‌ترین دام مورد استفاده انسان برای تولید شیر، گوسفند و بز بود، اما امروزه با اصلاح و عرضه نژادهای گاو شیری (شکل ۱) با تولید روزانه بالا، جنس گاو جایگزین گوسفند شده است به نحوی که بیش از ۷۵ درصد شیر جهان از گاو تامین می‌شود. تولید شیر در جهان در سال‌های اخیر روندی صعودی داشته و در سال ۲۰۱۶ به حدود ۸۱۶ میلیون تن رسیده است. در همین سال تولید پنیر جهان حدود ۲۴ میلیون تن گزارش شده است و بیش از ۵۰۰ نوع پنیر داشته است. در واقع پنیر نامی کلی برای گروهی از فراورده‌های تخمیری شیر است که در مناطق مختلف جهان با طعم‌ها، بافت‌ها و اشکال بسیار متنوع تولید می‌شود.

1- Cheese

2- Milk



شکل ۱- گاو شیری در دامداری

کشورهای مختلف جهان از نظر مقدار تولید و مصرف پنیر بسیار متفاوت هستند. تولیدکنندگان عمده پنیر جهان، ایالات متحده آمریکا و کشورهای اروپایی هستند. از نظر مصرف سرانه پنیر در جهان نیز برخی کشورها با مصرف سرانه بیش از ۲۰ کیلوگرم در سال در صدر قرار دارند در حالی که این عدد در برخی از کشورها کمتر از ۳ کیلوگرم در سال است. این در حالی است که مصرف سرانه پنیر در ایران پایین است و لازم است در زمینه ترویج تولید و مصرف پنیر تدابیر لازم اندیشیده شود. نتایج پژوهش‌های آماری نشان داده است که بین مصرف پنیر و سلامت و توسعه یافتگی جوامع ارتباط مستقیمی وجود دارد.

۲) ویژگی های شیر

اغلب ماده اولیه تولید پنیر، شیر حیواناتی مانند گاو است. این ماده با ارزش، تراوش پستانی حیوانات شیرده است، که در نتیجه دوشش دام با دست یا دستگاه های خودکار ویژه (شکل ۲) حاصل می شود. طبیعی است که ترکیب این تراوش پستانی در پستانداران مختلف، تفاوت های بارزی دارد (جدول ۱) و به ویژه در مورد مقدار چربی و پروتئین قابل توجه است. ترکیب شیر شامل چربی ها، مواد قندی، پروتئین ها و سایر ترکیبات آلی و نمک های معدنی، حتی در میان افراد یک گونه هم ممکن است متفاوت باشد. به عنوان مثال، گونه های مختلف گاو، شیرهایی با مقدار چربی متفاوت تولید می کنند. ترکیبات غیر طبیعی که از پستان ترشح می شود (به عنوان نمونه، ترشحات شیر مانند روزهای ابتدایی یک دوره شیردهی پس از زایمان که آغوز نام دارد) شیر محسوب نمی شود و مناسب تولید پنیر نیست. برخی از عوامل دیگری که باعث تغییر در ترکیب شیر می شوند در زیر آمده است.

۲-۱- عوامل موثر

۲-۱-۱- مرحله شیردهی



شکل ۲- دوشش دام در دامداری

شیردهی با ترشح آغوز شروع می شود که ترکیب و ظاهری کاملاً متفاوت با شیر دارد. این ترکیب غلیظ و لزج، دارای بو و مزه خاص و رنگ زرد مایل به قرمز است. حدود چهار روز پس از شروع شیردهی، بتدریج ترکیب ترشحات از آغوز به شیر تغییر می کند. شیری که در ابتدای دوره دوشیده می شود تا پایان دوره شیردهی ترکیب پایداری ندارد و تغییر می کند. این تغییرات در هفته های اول شیردهی و ماه آخر شیردهی کاملاً مشهود است. به عنوان مثال مقدار کازئین^۳، پروتئین های

سرمی^۴، خاکستر (املاح معدنی) و چربی در شش هفته اول روند کاهشی دارد. دوره شیردهی معمولاً بین ۶-۷ ماه است و پس از آن با کاهش دفعات دوشش دام و کاهش جیره غذایی، پایان مییابد.

۲-۱-۲- سن

تا زمانی که دام جوان است، سن تاثیر چندانی بر ترکیب شیر ندارد. افزایش سن و دوشش مکرر دام باعث زوال بافت پستان و تاثیر بر سازوکار تولید شیر و ترکیب آن می شود که همراه با کاهش مقدار چربی و پروتئین شیر است.

جدول ۱- ترکیب شیر (گرم بر ۱۰۰ گرم) در برخی پستانداران

جنس	مواد جامد	چربی	پروتئین کازئین	پروتئین آب پنیر	لاکتوز
انسان	۱۲/۵	۴/۰	۰/۳	۰/۶	۷/۰
گاو	۱۲/۵	۳/۸	۲/۷	۰/۶	۴/۷
بز	۱۴/۸	۵/۶	۳/۱	۰/۷	۴/۸
گوسفند	۱۹/۳	۷/۴	۴/۶	۰/۹	۴/۸
شتر	۱۵/۰	۵/۴	۲/۹	۱/۰	۵/۱

منبع: مرتضوی و همکاران، ۱۳۹۶.

۲-۱-۳- بیماری پستان

عفونت و ورم پستان باعث اختلال در عملکرد حبابچه‌های تولیدکننده شیر و مویرگ‌های اطراف آنها می‌شود. هم‌چنین، نفوذپذیری مویرگ‌های خونی تغییر می‌کند و سبب افزایش نفوذپذیری یون‌ها و پروتئین‌های خون به داخل شیر می‌شود. به این ترتیب شیری تولید می‌شود که چربی، لاکتوز و کازئین کمتر و پروتئین‌های سرمی، سدیم و کلر بیشتر دارد (جدول ۲).

جدول ۲- تغییر ترکیب شیر در عفونت و ورم پستان

ترکیب	شیر دام سالم	شیر دام بیمار
چربی (درصد)	۳/۴۵	۳/۲
لاکتوز (درصد)	۴/۸۵	۴/۴
کازئین کل (میلیگرم بر میلی لیتر)	۲۷/۹	۲۲/۵
پروتئین سرمی (میلیگرم بر میلی لیتر)	۸/۲	۱۳/۱
سدیم (میلی گرم بر ۱۰۰ سی سی)	۵۷	۱۰۴/۶
پتاسیم (میلی گرم بر ۱۰۰ سی سی)	۱۷۲/۵	۱۵۷/۳
کلر (میلی گرم بر ۱۰۰ سی سی)	۱۳۰-۸۰	بیش از ۲۵۰
کلسیم (میلیگرم بر ۱۰۰ سی سی)	۱۳۶	۴۹
pH	۶/۶۵	۷/۰-۶/۹

منبع: مرتضوی و همکاران، ۱۳۹۶.

۲-۱-۴- تغذیه

مقدار و نوع خوراکی که به دام داده می‌شود در مقدار و ترکیب شیر و ویژگی‌های حسی آن موثر است. به عنوان مثال ترکیب چربی خوراک بر ترکیب چربی شیر موثر است و خوراندن گیاهانی مانند سیر و پیاز به حیوان باعث بدبو شدن شیر می‌شود. البته سازوکار تولید شیر در حیوان بسیار پیچیده است و ممکن است برخی از ویژگی‌های شیر تحت تاثیر نوع خوراک تغییر نکند.

۲-۱-۵- شرایط محیطی

شرایط محیطی از جمله دمای محیط و طول شب و روز بر فرایند شیردهی دام موثر است. به عنوان مثال در ماههای گرم سال نسبت به پاییز و زمستان مقدار پروتئین و چربی شیر کمتر است. البته شرایط محیطی بر عوامل دیگری مانند مقدار خوراک دام تاثیر می‌گذارند که به طور غیر مستقیم بر ترکیب شیر موثر خواهد بود.

۲-۲- ترکیب شیر

۲-۲-۱- مواد جامد

بخش بیشتری از ترکیب شیر را آب تشکیل می‌دهد. متوسط آب موجود در شیر گاو حدود ۸۷/۵ درصد است. به عبارت دیگر، در هر ۱۰۰ کیلوگرم شیر گاو، تنها ۱۲/۵ کیلوگرم ماده خشک وجود دارد. مواد جامد شیر بز ۱۴/۸ و شیر گوسفند

۱۹/۳ درصد و مقدار مواد جامد شیر انسان و گاو تقریباً همانند است.

۲-۲-۲- چربی

درصد چربی یکی از متغیرترین ترکیبات شیر است که حتی در مورد یک حیوان مشخص نیز، تحت تاثیر فصل، نوع تغذیه و دوره شیردهی کاهش یا افزایش می یابد. متوسط چربی شیر گاو ۳/۸ درصد و در مورد شیر گوسفند و بز به ترتیب ۷/۴ و ۵/۶ درصد است. چربی شیر و ترکیب آن به طور کامل در رنگ شیر و طعم آن مؤثر است.

شیر با چربی بیشتر به طور معمول رنگ زردتری دارد، که به دلیل وجود رنگ دانه های طبیعی آن است. چربی شیر به دلیل لیپولیز^۵ و اکسایش آسان، یکی از مهمترین ترکیبات در معرض فساد شیر است. پراکندگی چربی شیر در بافت پیوسته آبی، تنها به صورت یک امولسیون ساده نیست، بلکه چربی بیشتر به صورت گلبول های بسیار ریز به ضخامت ۱-۱۰ میکرون است که یک غشای ویژه از جنس پروتئین و چربی دارد. این غشا در ویژگی های چربی شیر، ماندگاری و ویژگی های کاربردی و عملیاتی شیر بسیار مؤثر است. با توجه به نقش مهمی که چربی در ویژگی های پنیر دارد، توسط سپراتور (شکل ۳) و با استفاده از نیروی گریز از مرکز، از شیر جدا و دوباره چربی شیر تا حد مورد نیاز تنظیم می شود.



شکل ۳- سپراتور برای جداکردن چربی از شیر

۳-۲-۲- پروتئین

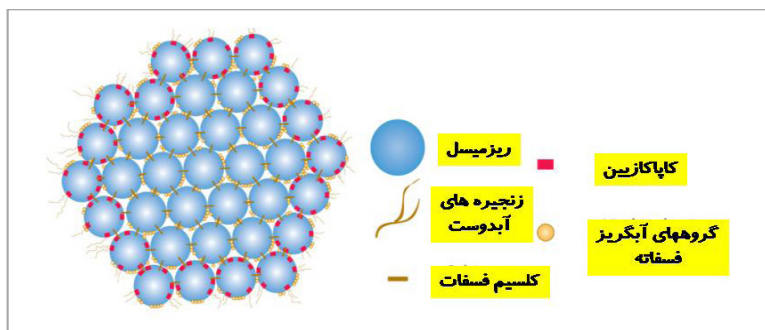
متوسط مقدار پروتئین شیر گاو، گوسفند و بز به ترتیب ۳/۳، ۵/۵ و ۳/۸ درصد است. پروتئین های شیر به دو دسته کلی تقسیم می شوند. دسته اول، در pH حدود ۴/۶ یا حضور آنزیم منعقدکننده رسوب می کنند و شامل کازین^۶ ها هستند و دسته دوم، در حضور آنزیم رنین یا pH حدود ۴/۶ رسوب نمی کنند و پروتئین های

محلول در سرم شیر یا پروتئین های آب پنیر^۷ نام دارند. در شیر گاو حدود ۲/۷ درصد کازئین و ۰/۶ درصد پروتئین های محلول در سرم شیر مشاهده می شود. به عبارت دیگر، ۷۵-۸۵ درصد پروتئین های شیر گاو، کازئین هستند و تنها ۱۵-۲۵ درصد شامل پروتئین های محلول در سرم شیر می باشد. در مورد شیر بز نسبت این دو ۳/۱ درصد کازئین و ۰/۷ درصد پروتئین های محلول در سرم شیر و در مورد شیر گوسفند ۴/۶ درصد کازئین و ۰/۹ درصد پروتئین های محلول در سرم شیر است.

کازئین شیر که در واقع مهم ترین پروتئین عملیاتی شیر است، به صورت میسل های^۸ پیچیده ای (شکل ۴) درون سرم شیر پراکنده شده است. ثبات این میسل ها درون سرم شیر وابسته به pH، غلظت یون کلسیم و ارتباط بین بخش های مختلف ترکیب آن شامل $\alpha s1$ ، $\alpha s2$ ، β ، κ و γ کازئین است، که هر یک ویژگی های خاص خود را دارند. به طور معمول کاپا کازئین در بخش های سطحی و بیرونی میسل قرار گرفته است و ثبات میسل کازئین را تضمین می کند. کاپا کازئین یک سر آبدوست و یک سر آبگریز دارد. کازئین نسبت به فرایندهای حرارتی مقاومت بالاتری دارد. مقدار کازئین در شیر دام مبتلا به ورم پستان، کمتر از شیر سالم است.

7- Whey protein

8- Micelle



شکل ۴- ساختار میسل کازئین

۲-۲-۴- املاح معدنی

خاکستر شیر متشکل از عناصر فراوانی است که به مقدار کم یا زیاد در شیر یافت می‌شوند. در این میان مقدار پتاسیم، کلسیم، کلر، فسفر، سدیم، سولفور و منیزیم قابل توجه است. بیش از دو سوم کلسیم و منیزیم شیر به همراه کازئین و فسفات در ساختمان میسل کازئین قرار دارد و تنها بخش اندکی از آن به صورت آزاد در شیر یافت می‌شود. شیر گاو به طور معمول حدود ۰/۷ درصد خاکستر دارد. این مقدار در مورد شیر بز و گوسفند به ترتیب ۰/۷ و ۱ درصد گزارش شده است.

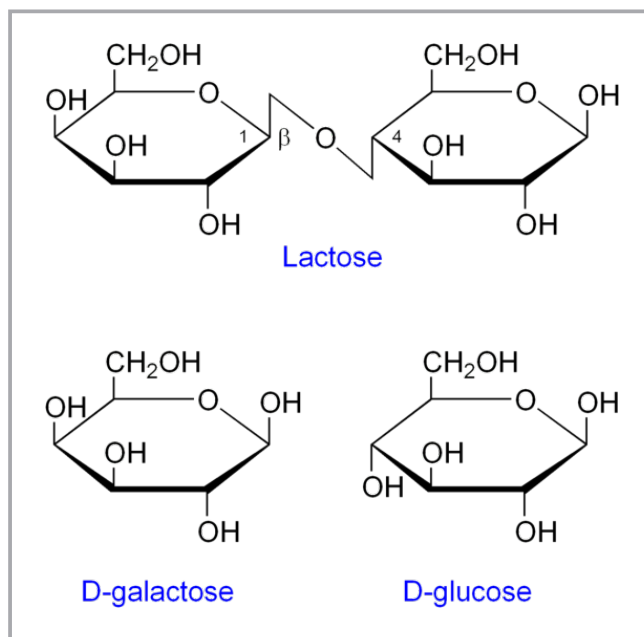
۲-۲-۵- لاکتوز^۹

لاکتوز قند عمده شیر است و در بیشتر موارد در سایر منابع هم وجود ندارد. این قند متشکل از یک واحد بتا گالاکتوز و یک واحد آلفا گلوکز یا بتا گلوکز (شکل ۵) است. این دی ساکارید عامل احیا کننده دارد و می‌تواند با اتصال به گروه آمینی

اسیدهای آمینه‌ای مانند لیزین در واکنش قهوه‌ای شدن میلارد^{۱۰} شرکت کند. این امر دلیل قهوه‌ای شدن بسیاری از محصولات آبگیری شده شیر است. چنانچه در این ترکیب آلفا گلوکز وجود داشته باشد تولید آلفا لاکتوز و چنانچه بتا گلوکز به کار رفته باشد تولید بتا لاکتوز می‌کند. شیرینی و حلاطیت لاکتوز نسبت به سایر قندها مانند ساکاروز، گلوکز و فروکتوز کمتر است. شیرینی کمتر لاکتوز در بسیاری از موارد ممکن است یک مزیت نسبی محسوب شود. حلاطیت کم آلفا لاکتوز در

صنایع لبنی ممکن است مشکل ساز شود. نمونه بارز آن بروز پدیده شنی^{۱۱} شدن در بستنی است.

مقدار لاکتوز در شیرگاو، بز و گوسفند به ترتیب ۴/۷، ۴/۸ و ۴/۸ درصد گزارش شده است. لاکتوز در فرایندهای تخمیری شیر نقش عمده‌ای ایفا میکند، و از طریق تبدیل آن به اسید لاکتیک و کاهش pH و سایر موارد است.



شکل ۵- ساختمان لاکتوز

10- Milard

11- Sandiness

۲-۲-۶ - pH شیر

pH شیر در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد، بین ۶/۵ - ۶/۷ و با متوسط ۶/۶ است. pH آغوز ممکن است از ۶ هم کمتر باشد. pH شیر دامی که ورم پستان دارد بالاتر است، زیرا pH آن به pH خون گاو (۷/۴) نزدیک می‌شود. از سوی دیگر، تولید اسیدلاکتیک از لاکتوز شیر توسط میکروارگانیسم‌ها باعث کاهش pH شیر می‌شود.

۳) گزینش، نگهداری و آماده سازی شیر

۳-۱- گزینش شیر

ترکیب پنیر به مقدار زیادی متأثر از ترکیب شیر استفاده شده است و این امر به خصوص در مورد چربی، پروتئین، کلسیم و pH اهمیت دارد. ترکیب شیر متأثر از گونه، نژاد، ویژگی‌های فردی، تغذیه، سلامت، دوره شیردهی و سایر موارد است.

شیر مورد استفاده باید بدون آلودگی‌های شیمیایی و اسیدهای چرب آزاد باشد، زیرا باعث ایجاد بوهای نامطلوب در پنیر خواهد شد. وجود آنتی‌بیوتیک در شیر، فعالیت باکتری‌های مایه کشت را مختل می‌کند. شیر نباید از دام مبتلا به ورم پستان دوشیده شده باشد.

شیر مورد استفاده باید کیفیت میکروبی مناسبی داشته باشد، زیرا در غیر این صورت با تراکم و تجمع میکروارگانیسم‌ها در دلمه و افزایش بار میکروبی پنیر روبرو خواهیم شد. از سوی، دیگر اعمال فرایندهای حرارتی شدیدتر از پاستوریزاسیون روی شیر ممکن نیست، زیرا باعث افت شدید بازدهی تولید پنیر و نرم شدن دلمه حاصل می‌شود. وجود مقدار زیاد باکتری‌های مقاوم به فرایند حرارتی و تولیدکننده هاگ مانند کلسترییدیوم^{۱۲} ها در شیر مصرفی، می‌تواند به بروز عیب شناخته شده «باد کردن دیررس» منجر شود. به همین

جهت تولید، دوشش و جمع‌آوری شیر در دامداری باید با رعایت حداکثر موازین بهداشتی صورت گیرد.

شیر پس از دوشش باید بلافاصله تا دمای ۵ درجه سانتی‌گراد سرد و در مخازن بهداشتی نگهداری شود (شکل ۶ و ۷) و در کمترین زمان ممکن در مخازن بهداشتی (شکل ۸) به واحد تولید پنیر انتقال یابد. ظروف حمل شیر و سایر تجهیزاتی که با شیر در تماس هستند، باید پس از شستشو و ضدعفونی کردن با مواد شیمیایی ویژه به خوبی با آب پاکیزه شسته شوند، زیرا این ترکیبات بوی قوی دارند و به راحتی می‌توانند بوی فراورده را تحت تاثیر قرار دهند. برخی از ترکیباتی که برای ضدعفونی تجهیزات، ظروف و پستان دام مورد استفاده قرار می‌گیرند شامل موارد زیر است:

✓ ترکیبات اسیدی و قلیایی برای زدودن باقی مانده‌های شیر و رسوبات از تجهیزات و ظروف،

✓ ترکیب پروکسی استیک اسید، آب اکسیژنه و اسید استیک (سترون‌کننده)،

✓ پودر کلر،

✓ ترکیب ید و گلیسیرین برای ضدعفونی و نرم‌کنندگی پستان،

✓ پوویدون آیوداین برای ضدعفونی کردن پستان،

✓ گاز ازن (O_3) به عنوان میکروب کش قوی و بدون بو،



شکل ۶- سردکن صفحه‌ای (چپ) و مخزن آب سرد (راست) در محل دامداری برای سرد کردن شیر خام



شکل ۷- نگهداری شیر به صورت سرد در دامداری



شکل ۸- حمل شیر در شرایط بهداشتی توسط تانکرهای مخصوص

شیر پس از دریافت توسط واحد تولید پنیر، در شرایط سرد و با توجه کامل به موازین بهداشتی باید نگهداری شود. در این زمینه نگهداری در دمای ۶ درجه سانتیگراد توصیه می‌شود. برای این کار شیر از مبدل حرارتی صفحه‌ای عبور داده و پس از سرد شدن در مخازن استیل دوجداره (شکل ۹) نگهداری می‌شود. نگهداری شیر به مدت طولانی در دمای کمتر از ۵ درجه سانتیگراد، باعث کاهش بازدهی تولید پنیر، افزایش زمان انعقاد و نرم شدن دلمه پنیر می‌شود. در این شرایط مقداری منیزیم، کلسیم و فسفر از حالت کلوئیدی به محلول تبدیل می‌شود. در زمان نگهداری شیر در شرایط سرد مقدار قابل توجهی بتاکازین و

پلاسمین (آنزیم پروتئاز قلیایی) از میسل ها جدا و وارد سرم شیر شود و این عمل تبدیل بتاکازین به گاما کازین و پروتئوز پپتون است. این کار می تواند به تولید پپتیدهای تلخ از گاما کازین، در پنیر و تلخی پنیر بینجامد. باید توجه داشت که در زمان نگهداری از انجام اعمال مکانیکی غیر ضروری و شدید مانند جابه جایی های بی مورد، پمپ کردن، هم زدن شدید و امثال آن اجتناب کرد زیرا باعث کاهش بازدهی تولید پنیر می شود. نگهداری طولانی مدت شیر در شرایط سرد، به افزایش تعداد باکتری های سرمادوست می انجامد و با تولید آنزیم های تجزیه کننده چربی و پروتئین مقاوم به گرما توسط این میکروارگانیسم ها و فعال باقی ماندن آن ها پس از پاستوریزاسیون، کیفیت پنیر تحت تاثیر منفی قرار می گیرد. برای رفع این مشکل می توان شیر را با یک فرایند حرارتی ملایم تر از پاستوریزاسیون تیمار کرد (ترمیزاسیون^{۱۳} در دمای ۶۰-۶۵ درجه سانتی گراد به مدت ۱۵-۲۰ ثانیه).

به طور کلی کیفیت شیر در تولید پنیر از اهمیت بیشتری نسبت به محصولاتی مانند ماست و دوغ برخوردار است و این تا حدود زیادی به دلیل غیرممکن بودن استفاده از تیمارهای حرارتی شدید در شیر پنیرسازی است.

۳-۱-۱ محتوای باکتریایی

محتوای باکتریایی شیر پنیرسازی باید پایین باشد. به این دلیل که رشد باکتری ها در شیر خام ممکن است باعث تولید ترکیبات مولد عطر و طعم ناخواسته و آنزیم ها شود. هم چنین، به دلیل احتمال زنده ماندن باکتری ها در طی پاستوریزاسیون

و ایجاد نقص در پنیر است. البته، نه تنها شمارش کلی باکتریایی در زمان ارزیابی شیر پنیرسازی باید مدنظر قرار گیرد، بلکه ترکیب جمعیت باکتریایی نیز بسیار مهم است. تعداد باکتری‌های مقاوم به حرارت باید پایین باشد و به‌ویژه شیر باید حاوی هاگ‌های باکتری‌های اسید بوتیریکی بسیار کمی باشد. این هاگ‌ها با پاستوریزاسیون از بین نمی‌روند. باکتری‌های اسید بوتیریک با تولید گاز و ایجاد بادکردگی دیررس و نیز ایجاد طعم نامطلوب موجب نقص جدی در پنیر می‌شوند.



شکل ۹- مبدل حرارتی صفحه‌ای (بالا) برای سردکردن شیر و تانک استیل دوجداره جهت نگهداری شیر خام (پایین)

تجهیزات شیردوشی غیر بهداشتی مقدار قابل توجهی باکتری های گرمادوست و مقاوم به گرما دارد که کیفیت شیر را تحت تأثیر قرار می دهند. همچنین، تغذیه گاو با علوفه نامرغوب به ویژه اگر شرایط بهداشتی شیردوشی ضعیف باشد باعث آلودگی شیر از طریق آلودگی مدفوعی می شود.

علاوه بر باکتری های گرمادوست و مقاوم به گرما، محتوای باکتری های سرمادوست شیر نیز باید پایین باشد. این موضوع به ویژه زمانی که شیر پنیرسازی به ناچار برای يك روز یا بیشتر نگهداری می شود، برای مثال، در انتهای هفته از اهمیت بسیاری دارد. خود این باکتری ها طی فرایند پاستوریزاسیون از بین می روند، اما بسیاری از سرمادوست ها آنزیم های لیپاز و پروتئاز مقاوم به حرارت تولید می کنند که ممکن است باعث بدطعمی در طی دوره رسیدگی پنیر شوند.

۳-۱-۲- ایجاد اسید

توانایی رشد و تولید اسید توسط باکتری های اسیدلاکتیکی در شیر برای فرایندهای خروج آب پنیر و نگهداری، ثبات و رسیدگی پنیر تعیین کننده است. شیر پنیرسازی با توانایی ضعیف در ایجاد اسید، همواره به تولید پنیر با کیفیت ضعیف می انجامد و اگر توانایی ایجاد اسید در حد بالایی از بین برود، ممکن است پنیر به سبب رشد میکروارگانیسم های غیر از باکتری های اسیدلاکتیک به کلی تخریب شود.

وجود باقی مانده های آنتی بیوتیک ها در شیر باعث می شود تا باکتری های اسیدلاکتیکی اضافه شده از طریق مایه کشت نتوانند رشد و تکثیر و فعالیت

کنند که باعث تخمیر نشدن لاکتوز و تولید نشدن اسید می شود. به همین دلیل شیر دام های بیمار که تحت درمان با آنتی بیوتیک هستند مناسب تولید پنیر نیست.

۳-۱-۳- قابلیت رنت پذیری

قابلیت رنت پذیری به معنی توانایی شیر برای تشکیل لخته سفت پس از افزودن رنت و اصل بنیادی در تولید پنیر است. از آنجا که تشکیل لخته سفت، پیش نیاز ضروری برای خروج آب پنیر است، بنابراین در تمام فرایندهای پنیر سازی میزان رنت پذیری شیر (قابلیت رنت زنی) مهم است. مقدار pH شیر عامل مهمی در میزان رنت پذیری شیر محسوب می شود. هم چنین زمانی که شیر به مدت طولانی در شرایط سرد نگهداری می شود، قابلیت رنت-پذیری آن کاهش می یابد.

۳-۱-۴- بو، طعم و مزه

نقص در بو و مزه شیر ممکن است عطر و طعم پنیر نهایی را کم و بیش تحت تأثیر قرار دهد. ذرات خارجی و کثیفی موجود در شیر معمولاً به صورت مستقیم به پنیر زیان وارد نمی کنند، زیرا می توان آنها را حذف کرد، اما میزان بالای ذرات خارجی نشان می دهد که شیر در محل تولید آن به صورت غیر بهداشتی تهیه و نگهداری شده است.

۳-۲- حذف مواد معلق خارجی از شیر

شیر دریافت شده از تولیدکنندگان همواره حاوی مقداری ذرات خارجی است.

این چنین ذراتی نباید وارد پنیر شوند و بنابراین شیر پنیرسازی باید صاف شود که این فرایند ممکن است با استفاده از سانتریفوژ کردن (شکل ۱۰) یا صاف کردن (شکل ۱۱) انجام پذیرد. در طی فرایند تولید پنیر باید از آلودگی خارجی مجدد جلوگیری کرد (برای مثال، زنگار یا روغن لوله ها، رسوبات کلسیم گرم کن های آب، مو، تراشه های فلز و غیره).



شکل ۱۰- کلاریفایر برای صاف کردن شیر



شکل ۱۱- صافی استیل شیر خام قبل از ورود به پمپ سانتریفوژی

۳-۳- باکتوفوگاسیون و میکروفیلتراسیون

شیر پنیرسازی نباید در معرض فرایند حرارتی شدیدتر از پاستوریزاسیون قرار گیرد زیرا در غیر این صورت کلسیم و پروتئین های آب پنیری تغییر ماهیت یافته روی جایگاه فعال آنزیم منعقدکننده (بخشی از پروتئین کاپاکازئین در میسل کازئین) رسوب می کنند و انعقاد به خوبی صورت نمی گیرد و در نتیجه فرایند تولید پنیر با مشکل جدی روبه رو می شود. از سوی دیگر، پاستوریزاسیون شیر، شرایط بهداشتی (انهدام باکتری های بیماری زا و انواع گرم منفی) را فراهم می کند اما نمی تواند

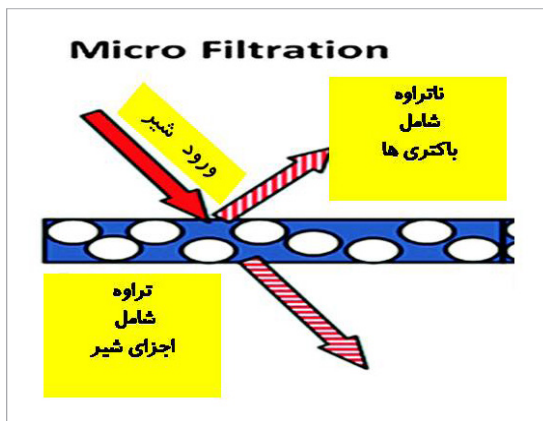
باکتری‌های گرمادوست و تولیدکننده هاگ را از بین ببرد. این باکتری‌ها که در شیر پاستوریزه باقی می‌مانند به پنیر منتقل می‌شوند و با فعالیت خود عارضه بادکردگی دیررس را ایجاد می‌کنند که باعث فساد محصول و ایجاد ضایعات می‌شود. برای رفع این مشکل دو روش برای حذف فیزیکی این باکتری‌ها و اسپورهای آنها وجود دارد.

باکتوفوگاسیون (شکل ۱۲) روش مناسبی برای حذف باکتری‌های گرمادوست و هاگ‌های آنهاست. در این روش از نیروی گریز از مرکز برای جداسازی باکتری‌ها از شیر استفاده می‌شود. باکتری‌های یاد شده از اجزای شیر درشت‌ترند و وزن مخصوص بیشتری دارند. در نتیجه در صفحات در حال چرخش این دستگاه تحت نیروی گریز از مرکز از شیر جدا می‌شوند. باکتوفوگاسیون انتظارات بهداشتی را فراهم نمی‌کند و شیر حاصل باید پاستوریزه شود، اما مشکل بادکردگی دیررس تا حدود زیادی رفع می‌شود.

میکروفیلتراسیون (شکل ۱۳) یکی از روشهای تصفیه غشایی است. در این سیستم غشایی به طور معمول از صافی‌هایی از جنس سرامیک استفاده می‌شود. شیر بدون چربی به صورت موازی با غشا وارد دستگاه می‌شود و در نتیجه فشار پمپ، شیر بدون باکتری‌های گرمادوست و اسپور آنها از غشا عبور می‌کند و بخش کوچکی از شیر ورودی (حداکثر ۳ درصد) به همراه باکتری‌های گفته شده در فاز ناتراوه باقی می‌ماند. این بخش از شیر و چربی را می‌توان در دمای بالا سترون کرد و دوباره به شیر افزود.



شکل ۱۲- باکتوفوژ برای جدا کردن باکتری ها



شکل ۱۳- فرایند میکروفیلتراسیون

مزیت اصلی فرایندهای باکتوفوگاسیون و میکروفیلتراسیون این است که در دمای سرد (حداکثر ۵۰ درجه سانتی گراد) قابل انجام هستند و تاثیر منفی بر ویژگی های کیفی و عملکردی شیر ندارند.

در مورد پنیر فتای فراپالایش، از هموژن کردن (شکل ۱۴) نیز قبل از پاستوریزاسیون استفاده می شود تا گلبولهای چربی ریزتر شوند.



شکل ۱۴- دستگاه هموژنایزر برای ریزکردن ذرات چربی

۳-۴- پاستوریزاسیون شیر

هدف از عملیات حرارتی کشتن باکتری هایی است که امکان لطمه زدن به پنیر را دارند. در بیشتر موارد، ۹۸-۹۹ درصد از باکتری ها موجود در شیر خام با پاستوریزاسیون شیر از بین می روند. به عنوان مثال باکتری های کلی فرم که ممکن است با تولید مقادیر بالای گاز، با دگرگونی زودرس ایجاد و با ایجاد عطر و طعم نامطلوب پنیر را فاسد کنند، از بین می روند. همین عملیات حرارتی برای از بین بردن باکتری های بیماری سل کافی است. امروزه از دمای ۷۲ درجه سانتی گراد به مدت ۱۲ ثانیه (روش اچ-تی-اس-تی^{۱۴}) استفاده می کنند که انتظارات بهداشتی را کاملاً تأمین می کند. این کار با استفاده از بخار تولیدی توسط دیگ بخار (شکل ۱۵) ممکن می شود. اسپورهای باکتری های بوتیریک اسید را نمی توان با پاستوریزاسیون از بین برد.

پس از پاستوریزاسیون (شکل ۱۶)، شیر پنیرسازی باید در برابر آلوده شدن مجدد^{۱۵} به وسیله باکتری هایی که عملیات پاستوریزاسیون با هدف از بین بردن آنها انجام شده است، محافظت شود. بنابراین خطوط لوله، وت-های پنیر، دست ها و غیره باید قبل از تماس با شیر پاستوریزه ضد عفونی شوند و شیر پنیرسازی و دانه های دلمه باید در برابر آلودگی حاصل از ترشحات کف زمین، قطره های سقف و مخلوط کن ها و غیره محافظت شود. شستشوی خطوط لوله و تجهیزات توسط

14- High-Temperature-Short-Time (HTST)

15- Post (Cross) contamination

سیستم شستشوی درجا^{۱۶} (شکل ۱۷) انجام می گیرد.

۳-۴-۱- تخریب آنزیم ها

بسیاری از آنزیم های موجود در شیر خام و دست کم آنزیم لیپاز و پروتئاز، بر فرایند تولید و رسیدن پنیر تأثیر می گذارند. حدود ۹۵ درصد از لیپازهایی که در غدد پستانی گاو تولید می شوند، با پاستوریزاسیون در دمای ۷۲ درجه سانتی گراد به مدت ۱۲ ثانیه تخریب می شوند. باکتری های سرما دوست که می توانند طی نگهداری سرد در شیر رشد کنند، می توانند لیپازها و پروتئازهایی تولید کنند که با پاستوریزاسیون غیر فعال نمی شوند.



شکل ۱۵- دیگ بخار يك واحد لبنی



شکل ۱۶- پانل کنترل پاستوریزاسیون شیر



شکل ۱۷- مخزن شستشوی درجا برای شستشوی خطوط و تجهیزات

۳-۴-۲- تغییر ماهیت^{۱۷} پروتئین

پروتئین های آب پنیر با فرایند حرارتی در دمای بالا تغییر ماهیت می دهند که این فرایند آنها را نامحلول می کند و سبب می شود به همراه کازئین در طی هر دو فرایند انعقاد اسیدی و رنتی رسوب کنند. پاستوریزاسیون اثر کمی روی پروتئین ها دارد. چنانچه شیر تحت عملیات حرارتی شدید قرار گیرد در فرایند پنیرسازی

آنزیمی قابل استفاده نیست. پاستوریزاسیون در دمای بالا قابلیت رنت پذیری شیر را کاهش می دهد، انعقاد بیشتر طول می کشد، لخته ضعیف تر تشکیل می شود و خروج آب پنیر کندتر صورت می گیرد. این تغییرات به سبب رسوب کلسیم فسفات و نیز رسوب پروتئین های آب پنیر بر میسل های کازئین است.

۳-۵- اسیدی کردن (رسانیدن)

pH شیر در تولید پنیر عاملی بحرانی است. به طور معمول برای کاهش pH از افزودن ۱/۵-۲ درصد مایه کشت استفاده می کنند. در بیشتر موارد pH شیر در حد ۰/۱ - ۰/۲ واحد کاهش می یابد. بر خلاف مطلوبیت کاهش اسیدیته شیر، استفاده از شیری که خود اسیدیته پایینی دارد مطلوب نیست. زیرا، بالا بودن اسیدیته شیر مصرفی نشانگر بالا بودن بار میکروبی و پایین بودن کیفیت بهداشتی شیر است، ضمن اینکه چنین شیری نیز قابل نگهداری نیست. هم چنین کاهش اسیدیته شیر در فرایند پنیرسازی یک فرایند کنترل شده است که توسط استارترها صورت می گیرد، در حالی که کاهش اسیدیته شیر دریافتی، در شرایط کنترل نشده و احتمالاً توسط گروهی از میکروارگانیسم های مطلوب و نامطلوب صورت گرفته است.

برای اسیدی کردن شیر، به طور معمول از فعالیت باکتری های تولید کننده اسیدلاکتیک استفاده می کنند. این باکتری ها ممکن است از انواع ترموفیل

(مانند لاکتوباسیلوس بولگاریکوس^{۱۸} و استرپتوکوکوس ترموفیلوس^{۱۹}) یا مزوفیل (لاکتوکوکوس کرموریس^{۲۰} و لاکتوکوکوس لاکتیس^{۲۱}) باشند. به عنوان مثال استارتر CHOOZIT Feta، تولید شرکت دنیسکو و مخصوص پنیر فتا (سفید آب نمکی) است که قابلیت افزایش سریع اسیدیته دارد، بدون تخمیر سیتراتی است و خاصیت پروتئولیتیکی با هدف ایجاد طعم و آرومای بالا را دارد. در غیر این صورت می توان با افزودن مستقیم اسیدهای آلی یا معدنی به شیر pH آن را کاهش داد، که به مایه کشت نیاز ندارد. برای این کار بهتر است از اسید لاکتیک استفاده کرد اما می توان از سرکه سفید و اسید سیتریک هم بهره گرفت. هر گونه اسید مورد استفاده باید درجه کیفی غذایی داشته باشد و استفاده از انواع صنعتی سلامتی مصرف کننده را به خطر می اندازد. پایش این روش نسبت به روش قبلی بسیار ساده تر است، اما باید توجه داشت که استارترها در ایجاد طعم و بوی پنیر به طور کامل مؤثرند و در پنیرهایی که عطر و طعم اهمیت بیشتری دارد، نمی توان از روش افزودن مستقیم اسید استفاده کرد. این روش تنها در مورد پنیرهایی استفاده می شود که بافت آن ها نسبت به طعم اهمیت بیشتری دارد. زمان اسیدی کردن به نوع پنیر بستگی دارد. اسیدی کردن شیر به دلایل زیر اثرات مثبت عمده ای بر کیفیت پنیر دارد. ✓ فعالیت انعقادی و تشکیل دلمه بهتر انجام می شود.

18- Lactobacillus bulgaricus

19- Streptococcus thermophilus

20- Lactococcus cremoris

21- L. laci

✓ باعث دنا توره شدن عامل منعقدکننده و باقی ماندن آن در لخته می شود. این کار باعث تشدید فعالیت پروتئولیتیکی در زمان رسیدن پنیر و تاثیر آن بر ویژگی های کیفی است.

✓ بر استحکام دلمه و بازدهی تولید پنیر مؤثر است.

✓ بر انقباض دلمه و خروج آب از آن (سینرزیس^{۲۲}) مؤثر است که در نتیجه میزان رطوبت باقی مانده در لخته تنظیم می شود. هم چنین رشد باکتری ها و فعالیت آنزیمی در لخته تحت تاثیر میزان رطوبت است. این امر در مرحله رسانیدن پنیر به طور کامل تاثیر دارد.

✓ بر میزان انحلال فسفات کلسیم کلوئیدی مؤثر است که در نتیجه کازیین را بیشتر مستعد فعالیت های پروتئولیزی در زمان رسانیدن پنیر می کند. این امر بر ویژگی های بافتی پنیر تاثیر دارد.

✓ بر رشد بسیاری از باکتری های غیر از باکتری های مایه کشت، شامل انواع بیماری زا، تولید کننده سم، تولید کننده گاز و... اثر منفی می گذارد و فلور میکروبی پنیر را سالم و ایمن می کند.

۴) تولید پنیر

۱-۴- رنت زنی و تشکیل دلمه

مرحله اساسی تولید پنیر از شیر، انعقاد و تشکیل دلمه است (شکل ۱۸). این مرحله در واقع سازوکار تشکیل شبکه ژل مانند توسط کازیین است و چربی درون این شبکه به دام می افتد. انعقاد ممکن است توسط فرایندهای زیر صورت گیرد.

✓ پروتئولیز محدود توسط پروتئینازهای گزینش شده (روش آنزیمی بارنت ها).

✓ اسیدی کردن تا pH برابر ۴/۶ (روش اسیدی).

✓ اسیدی کردن تا pH بالای ۴/۶ (به عنوان مثال ۵/۲) به همراه حرارت دهی تا حدود ۹۰ درجه سانتی گراد.

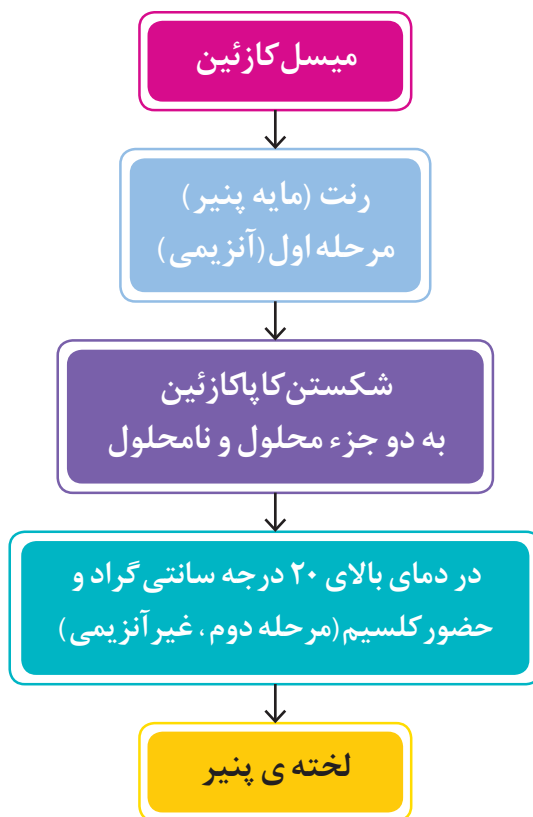
۷۵ درصد پنیرهای جهان توسط انعقاد رنتی تولید می شوند. در این روش آنزیم رنین بر کاپاکازیین اثر می کند و این پروتئین به دو بخش کازینوماکروپپتید^{۲۳} و پاراکاپاکازیین^{۲۴} شکسته می شود، که بخش اول محلول و بخش دوم غیر محلول است (شکل ۱۹). بنابراین اثر محافظت کننده کاپاکازیین که قبلاً مانع از رسوب میسل های کازیین می شده است از بین می رود و میسل های کازیین شروع به تجمع و تشکیل دلمه می کنند. این فرایند به تولید یک بخش جامد تغلیظ شده به نام پنیر و یک فاز مایع به نام آب پنیر می انجامد.

در انعقاد اسیدی، کاهش pH تا ۴/۶ به تامین pH ایزوالکتریک کازیین منجر می‌شود، که در نتیجه آن با تساوی بارهای الکتریکی مثبت و منفی، حالت قطبیت آن از بین می‌رود و در محیط قطبی سرم شیر (آب) ناگزیر به ترسیب خواهد بود. در این حالت یک فاز جامد ترسیب یافته (پنیر) و یک فاز مایع (آب پنیر) به دست می‌آید.

در برخی روش‌های تولید پنیر برای راهیابی بخشی از پروتئین‌های محلول در سرم به دلمه، ممکن است از عملیات حرارتی استفاده کنند که در این حالت این پروتئین‌ها دناتوره می‌شوند و با کازئین در تشکیل دلمه مشارکت می‌کنند.



شکل ۱۸- وت پنیر (شکل بالا) و تشکیل دلمه از شیر درون وت (شکل پایین)



شکل ۱۹- فرایند انعقاد آنزیمی شیر

در روش فراپالایش^{۲۵}، آب پنیر قبل از زدن رنت، از شیر جدا و شیر غلیظ شده درون لیوان از جنس پروپیلن رنت زنی شده و درون تونل مخصوص، انعقاد کامل می شود (شکل ۲۰ و ۲۱). برای جدا کردن آب پنیر و تغلیظ شیر از غشای پیشرفته ای استفاده می کنند.



شکل ۲۰- تجهیزات فرایالایش جهت تغلیظ شیر پنیرسازی قبل از زدن رنت



شکل ۲۱- تونل انعقاد برای انعقاد شیر تغلیظ شده در تولید پنیر فرایالایش

۴-۲- برش دلمه و آبگیری

برای تسهیل خروج فاز مایع از دلمه، عملیات برش دلمه به قطعات مکعبی کوچک صورت می‌گیرد. با این کار انقباض دلمه در بالاترین حد ممکن صورت می‌گیرد و خروج آب پنیر به خوبی انجام و سپس با صاف کردن، آب پنیر جدا می‌شود (شکل ۲۲).



شکل ۲۲- آبگیری دلمه توسط صاف کردن با توری

۴-۳- سایر مراحل

پس از برش دلمه، سایر مراحل با توجه به نوع پنیر ممکن است شامل همزدن، پخت، قالب گیری، فشردن^{۲۶}، کشیدن، ورز دادن، چداری کردن^{۲۷}، نمک زنی و... باشد (شکل ۲۳).

قالب گیری پنیر باید به شکلی صورت گیرد که بافتی یکنواخت و بدون خلل و فرج نامطلوب، ایجاد شود. در غیر این صورت امکان تجمع آب پنیر در حفره ها و نامطلوب شدن پنیر وجود دارد. به طور معمول، قالب ها هر چند یک بار باز گردانده می شوند تا آب پنیر بهتر خارج شود. عمل فشردن پنیر درون قالب باعث خروج بهتر آب پنیر، شکل گرفتن پنیر و ایجاد بافت با خلل و فرج کمتر می شود. در پنیرهایی که داشتن خلل و فرج یک مزیت محسوب می شود، فشردن صورت نمی گیرد. در پنیرهای نرم نیز فشردن صورت نمی گیرد. برای فشردن پنیر از تجهیزات فشارنده مخصوص استفاده می کنند. باید توجه داشت که میزان فشار در زمان فشردن، از مقدار کم شروع شود و به تدریج افزایش یابد، زیرا در غیر این صورت باعث سفت شدن سطح خارجی و دشواری خروج آب پنیر از بخش های درونی می شود.

نمک زنی لخته و پنیر ممکن است از طریق پاشیدن نمک خشک روی سطح فراورده (نمک زنی خشک)، غوطه ور ساختن در محلول آب-نمک (نمک زنی

مرطوب) یا افزودن نمک به شیر صورت گیرد. به هر صورت، با توجه به مقدار، زمان و روش استفاده از نمک فواید زیر به دست می آید.



شکل ۲۳- عمل آوری دلمه پنیر (شکل بالا) و دیگ پخت دلمه (شکل پایینی)

- ✓ ایجاد طعم و مزه مطلوب در پنیر،
- ✓ جلوگیری از فعالیت میکروارگانیسم های مضر و افزایش مدت زمان نگهداری،
- ✓ کاهش فعالیت استارترها و کاهش تولید اسید،
- ✓ نقش مؤثر در مرحله رسانیدن پنیر و ویژگی های حسی آن،
- ✓ نقش مؤثر در کاهش رطوبت پنیر،
- ✓ افزایش سفتی بافت پنیر،
- ✓ تشکیل پوسته پنیر در مدت زمان کمتر.

۵) پنیر فتای فراپالایشی

امروزه از فراپالایش به طور گسترده‌ای در تولید پنیر سفید ایرانی استفاده می‌شود. در این روش ابتدا شیر را با استفاده از فرایند فیلتراسیون غشایی به حد لازم برای پنیرسازی (حدود ۳۳-۳۵ درصد ماده خشک)، تغلیظ و پس از افزودن مواد لازم و مایه پنیر، منعقد می‌کنند. بدیهی است چون شیر قبلاً تغلیظ شده است، مقدار آب پنیری که از دلمه هنگام انعقاد جدا می‌شود، بسیار ناچیز خواهد بود. غشاهای استفاده شده در فرایند اولترافیلتراسیون سوراخ‌هایی با قطر حدود ۰/۱-۰/۱ میکرون دارند و به گونه‌ای عمل می‌کنند که فقط آب، لاکتوز، املاح و ازت غیر پروتئینی اجازه عبور از آن‌ها را دارند و سایر ترکیبات شیر در پشت غشا تجمع می‌کنند. فاز عبوری که در این فرایند حکم پساب را دارد، تراوه^{۲۸} و به فاز ماندگار در پشت غشاء که جهت پنیرسازی استفاده می‌شود ناتراوه^{۲۹} نامیده می‌شود. پساب نسبت به آب پنیر جدا شده در سیستم معمول پنیرسازی، حاوی ترکیبات مغذی کمتری است. ترکیبات مغذی به طور عمده وارد فاز ماندگار و در پی آن دلمه می‌شوند، که ارزش تغذیه‌ای پنیر تولیدی با روش اولترافیلتراسیون را افزایش می‌دهد. هم‌چنین در این روش خود به خود بسیاری از مراحل اصلی در تولید پنیر، مانند برش دلمه، هم‌زدن، تخلیه آب پنیر، آبگیری و غوطه‌وری در آب نمک، حذف می‌شود.

برای تولید پنیر با روش فراپالایش، معمولاً شیر را پس از گذراندن مراحل اولیه دریافت و سالم سازی، توسط غشاهای فراپالایش تغلیظ می کنند که در نتیجه حدود ۷۹ درصد پساب و ۲۱ درصد فاز ماندگار حاصل می شود. فرایند انعقاد روی فاز ماندگار معمولاً در داخل همان ظروف بسته بندی، صورت می گیرد. نمک زنی نیز معمولاً در انتهای انعقاد (قبل از دربندی)، با پاشیدن نمک خشک بر سطح دلمه که کاغذ مخصوصی روی آن قرار داده شده انجام می گیرد. در این روش معمولاً علاوه بر پاستوریزاسیون، از فرایندهای فیزیکی مانند باکتوفوگاسیون و میکروفیلتراسیون نیز برای سالم سازی شیر بهره گیری می شود. تولید پنیر با استفاده از فرایند فراپالایش مزایایی دارد که از مهم ترین آنها می توان به موارد ذیل اشاره کرد.

(۱) از نظر اقتصادی

بازدهی تولید پنیر در این روش ۲۰ - ۲۱ درصد و در روش های معمول، ۱۳ - ۱۴ درصد است. به عبارت دیگر، در این روش از حدود هر ۵ کیلوگرم شیر، یک کیلوگرم پنیر حاصل می شود. علت اصلی افزایش بازدهی در این روش محبوس شدن پروتئین های سرمی در داخل دلمه و بیشتر بودن رطوبت پنیر تولیدی است.

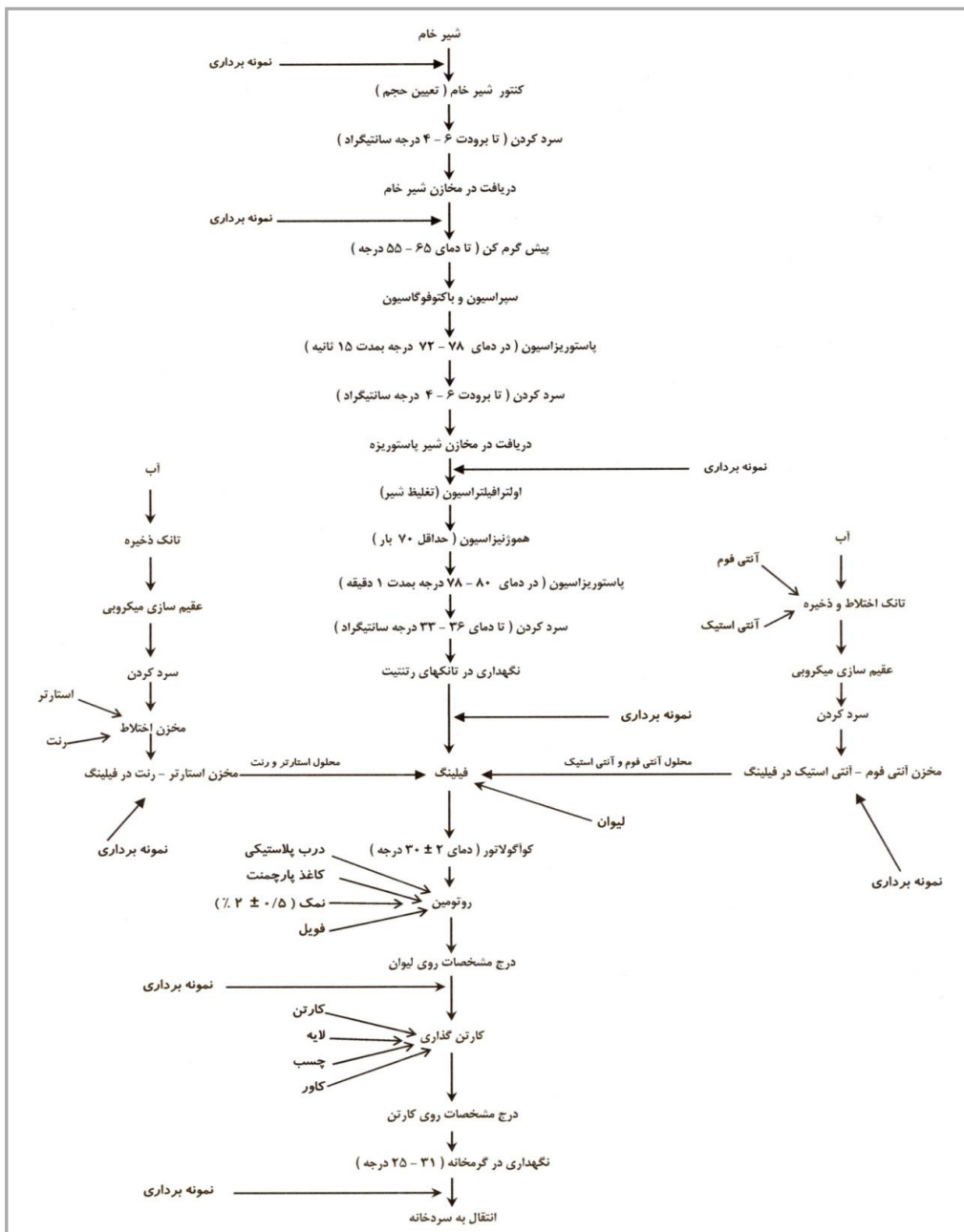
(۲) از نظر تغذیه ای

ترکیبات مغذی که وارد پساب می شوند نسبت به آب پنیر معمولی، کمتر است و بنابراین پنیر تولیدی در این روش به ویژه از نظر پروتئین های سرمی و اسیدهای آمینه ضروری غنی تر از پنیر متداول است.

۳) از نظر زیست محیطی

از آنجا که پساب تقریباً بدون پروتئین است، قدرت آلاینده‌گی آن نسبت به آب پنیر متداول کمتر است.

نمودار جریان فرایند تولید پنیر فتا به روش فراپالایش در صنایع شیر ایران در شکل ۲۴ آمده است.



شکل ۲۴- نمودار فرایند تولید پنیر فتای فراپالایشی در ایران

۶) پنیر ليقوان

پنیر ليقوان مشهورترین پنیر سنتی ایرانی است که در جهان به همین نام شناخته می‌شود. این پنیر به نسبت نرم بین سه تا دوازده ماه در آب نمک نگهداری می‌شود تا کاملاً عمل‌آوری شود. پنیر ليقوان در روستای ليقوان واقع در دامنه شمالی سهند از توابع شهر تبریز تولید می‌شود. در این روستا و روستاهای مجاور بیش از ۲۰۰ تولیدکننده پنیر و هزاران گوسفند شیرده از نژاد قزل وجود دارند.

هوای پاک و گونه‌های گیاهی بی‌همتای منطقه و تحویل شیر تازه به تولیدکنندگان پنیر به تولید شیر و پنیر باکیفیت می‌انجامد. این نوع پنیر طعمی ترد و شور و سوراخ‌های ویژه (چشمک) در اندازه ۵/۰ - ۱ سانتی‌متر دارد و از شیر تازه گوسفند تهیه می‌شود. این پنیر معمولاً در صبحانه همراه با نان خورده می‌شود.

۶-۱- انواع پنیر ليقوان

۶-۱-۱- ليقوان اعلا (اصلی یا ممتاز)

ليقوان اعلا و اصلی از شیر خالص گوسفندان منطقه ليقوان که از چراگاه‌های خودرو و گیاهان وحشی کوهستان سهند تغذیه می‌کنند تولید می‌شود. آب مورد استفاده در تولید این پنیر از چشمه‌های سرشار و معدنی ليقوان و بدون کمترین املاح و رسوب نامطلوب تهیه می‌شود. شیر تازه دوشیده شده از دام

بلافاصله به واحدهای تولیدی منتقل و روند تبدیل و تولید پنیر ليقوان آغاز می شود. این نوع پنیر طعمی بسیار ترد و خوشمزه دارد، هنگام برش دادن خرد نمی شود و چشمک های محدود در اندازه حدود ۰/۵ سانتی متر در داخل بافت پنیر دارد.

۶-۱-۲- ليقوان معمولی

پنیر ليقوان معمولی نوع خاصی از پنیر ليقوان است که از شیر گوسفندی مناطق و روستاهای حومه تبریز و سایر شهرهای آذربایجان تهیه می شود. این نوع شیر گاهی به دلیل برخورداری از آب معدنی و شرایط آب و هوایی دره ليقوان برای تبدیل به پنیر، به ليقوان منتقل می شود. هرچند کیفیت شیر به نسبت خوب است ولی به دلیل وجود فاصله مکانی چند ساعته میان دام و کارگاه، مدت زمانی طول می کشد تا شیر به واحد تولیدی برسد و فرایند تبدیل شیر به پنیر ليقوان آغاز شود. همین اختلاف زمان و کیفیت شیر و گاه تفاوت های جزئی در فرایند، سبب افت کیفیت محصول نهایی می شود و پنیر تولید شده را از پنیر ليقوان اعلا متمایز می کند.

۶-۱-۳- ليقوان تبریزی

این نوع از پنیر که گاهی از شیر گاو یا مخلوط گاو و گوسفند تولید می شود رنگ متمایل به زرد، کیفیت پایین عطر و طعم، خرد شدن هنگام برش و حمل و نقل، نرم و سفت بودن نامتعادل و حباب های بسیار ریز دارد و اسفنجی شکل است. استفاده از شیر گاو نقش اساسی را در افت شدید کیفی این نوع ليقوان نسبت به

نوع گوسفندی دارد.

شکی نیست که شرایط آب و هوایی محل تولید شیر، شرایط آب و هوایی محل فرآوری نوع شیر (گوسفندی یا گاوی)، ابزار و تجهیزات نصب شده واحد تولیدی، جزییات روش کار و تولید و از همه مهم تر بافت گیاهی چراگاه ها (به ویژه گیاهان معطر) باعث تفاوت در انواع پنیر تولیدی در ليقوان و اطراف آن می شود.

۶-۲- فرایند تولید

پنیر ليقوان از دسته پنیرهای سفید رسیده در آب نمك است. این پنیر از شیر خام گوسفند که گاه با ۲۰ - ۳۰ درصد شیر بز مخلوط شده است تولید می شود و در تولید آن از مایه کشت و فرایند حرارتی پاستوریزاسیون استفاده نمی کنند. محتوای میکروبی این نوع پنیر ناشی از بار میکروبی طبیعی شیر خام است. تولید این نوع پنیر شامل مراحل زیر است.

ابتدا دمای شیر گوسفند در حد ۲۱ درجه سانتی گراد تنظیم می شود. در برخی کارگاه ها این دما را تا ۳۲ درجه سانتی گراد افزایش می دهند. دمای پایین از شروط اصلی برای حصول به کیفیت مناسب در محصول نهایی است. شیر را درون ظرف استیل مخصوص (شکل ۲۵) می ریزند و سپس مایه پنیر به آن اضافه می شود. در دمای ۲۱ درجه سانتی گراد، شیر پس از حدود ۲ ساعت دلمه می بندد. در این حالت دلمه به پارچه های ململی منتقل می شود تا ضمن آگیری، سفتی

اولیه حاصل شود. سپس دلمه را در ابعاد ۲۰ در ۳۰ سانتی متر برش می دهند و ساعاتی زمان داده می شود تا ضمن تکمیل آبگیری، فرایند تخمیر لاکتوز ادامه و pH کاهش یابد. در نهایت، دلمه درون پارچه به صورت قالب های بزرگ شکل می گیرد و وزنه سنگینی به مدت ۲ ساعت روی آن قرار می دهند. این قالب در حوضچه های مخصوص (شکل ۲۶) به مدت ۸ ساعت در آب نمک ۱۶-۲۲ درصد گذاشته می شود و سپس به مدت سه روز در ظروف استیل و همراه با پاشیدن نمک خشک روی آن، عمل آوری می شود. در این مدت گاهی قالب پنیر را برمی گردانند تا بافت یکنواخت شود.

سپس، پنیر در حلب و در آب نمک ۱۲ درصد بسته بندی و دربندی می شود. حلب های پنیر به غارهایی به نام زاغه که در دامنه کوه های روستای ليقوان قرار دارد منتقل و به مدت ۳-۱۲ ماه در آنجا نگهداری می شود. در این مدت دما بین ۷-۹ درجه سانتی گراد است. قرار دادن حلب ها در این زاغه ها برای ایجاد طعم پنیر اصلی ليقوان شرطی اساسی است و نمی توان سردخانه های بالای صفر را جایگزین آن کرد. پس از آن حلب ها به سردخانه بالای صفر منتقل می شود. اکنون محصول آماده فروش و مصرف است (شکل ۲۷).

باید توجه داشت که با توجه به تولید پنیر ليقوان از شیر خام، قبل از نگهداری به مدت ۳ ماه در آب نمک در محل زاغه، نباید مصرف شود. در غیر این صورت امکان ابتلا به بیماری تب مالت وجود دارد.



شکل ۲۵- ظروف استیل مخصوص برای انجام عملیات انعقاد و تبدیل شیر به دلمه



شکل ۲۶- حوضچه های خواباندن قالب های پنیر در آب نمک



شکل ۲۷- پنیر ليقوان آماده مصرف در حال نگهداری در سردخانه

۷) افزودنی‌ها در صنعت پنیرسازی

۷-۱- کلرید کلسیم

فرایند انعقاد آنزیمی نیازمند وجود مقدار کافی کلسیم در شیر است. از سوی دیگر، این امکان وجود دارد که هنگام افزودن رنت به شیر، محتوای کلسیمی در حد کافی نباشد که این باعث نامطلوب شدن ویژگی‌های انعقاد رنتی می‌شود. موارد زیر می‌تواند به ناکافی بودن محتوای کلسیمی شیر منجر شود.

✓ شیر ممکن است به صورت ذاتی محتوای کلسیمی ناکافی داشته باشد.

✓ فرایند سالم‌سازی حرارتی شیر باعث ترسیب ترکیبات کلسیمی و کاهش ذخیره کلسیم شیر می‌شود.

برای تامین کلسیم مورد نیاز و بهبود ویژگی‌های انعقاد رنتی افزودن کلرید کلسیم به شیر مرسوم است. با افزودن کلرید کلسیم رسوب کازیین و تشکیل ژل بهتر صورت می‌گیرد و زمان انعقاد کوتاه‌تر می‌شود. در این حالت دلمه‌ای که تشکیل می‌شود سفت‌تر است. افزودن کلرید کلسیم به مقدار $0.01 - 0.02$ درصد (۱۰ - ۲۰ گرم در یک صد کیلوگرم شیر) معمول است. باید توجه داشت که افزودن کلرید کلسیم به مقدار زیاد می‌تواند موجب نواقصی مانند تلخی در پنیر شود. شیرهای هموزن شده یا در شرایط سرد نگهداری شده ویژگی‌های انعقادی مناسبی ندارند که افزودن کلرید کلسیم در این زمینه نیز مشکل را رفع می‌کند.

افزودن کلرید کلسیم نباید به افزایش بار میکروبی یا آلودگی شیر به فاژ (ویروس‌های کشنده باکتری‌های مایه کشت) بینجامد و بهتر است کلرید کلسیم

در مقدار کمی آب جوش حل شده و به این طریق پس از ضد عفونی شدن نسبی به شیر افزوده شود.

۲-۷- تثبیت کننده و امولسیون کننده

در پنیرهای طبیعی عامل قوام و ثبات، تشکیل ژل توسط کازیین و احتباس رطوبت و چربی است. در برخی پنیرها که ترکیب ویژه‌ای دارند (مانند انواع بدون چربی یا کم چرب یا انواع پنیر بدلی^(۳۰)) ممکن است برای ایجاد قوام و ثبات لازم نیاز به افزودن انواع مواد کمکی (تثبیت کننده و امولسیون کننده) نیاز باشد. مانند ترکیبات سیترات و فسفات که در تولید پنیر پیتزای پروسس استفاده می‌شود.

۳-۷- مواد رنگی

در جهان پنیر با رنگ‌های متنوع تولید می‌شود. بسیاری از انواع پنیر با رنگ‌های خاصی شناخته شده هستند. علاوه بر تاثیری که ترکیب شیر و روش تولید بر رنگ پنیر دارد در برخی از انواع با افزودن مواد رنگی مجاز محصولی با رنگ خاص تولید می‌شود. برخی از مواد رنگی مورد استفاده در تولید پنیر شامل موارد زیر است :

زعفران در پنیرهایی مانند امنتال و پارمسان کاربرد دارد. این ماده طبیعی باعث ایجاد رنگ زرد تا نارنجی در پنیر می‌شود. برای ایجاد رنگ قرمز می‌توان از آناتو

استفاده کرد. هم‌چنین، استفاده از بتاکاروتن باعث ایجاد رنگ زرد ملایم در پنیر می‌شود. کاروتن در مجاورت با نور آفتاب تیره می‌شود.

۷-۴-رنت

مهم‌ترین روش تولید پنیر فرایند انعقاد آنزیمی است. در این فرایند انعقاد طی ۲ مرحله مشخص صورت می‌گیرد. در مرحله اول که مرحله آنزیمی نام دارد، کاپاکازین به دو جزء پاراکاپاکازین (اسیدهای آمینه ۱-۱۰۵) و کازئینوماکروپپتید (اسیدهای آمینه ۱۰۶-۱۶۹) تجزیه می‌شود. این تجزیه، به هم خوردن ثبات میسل کازین و در نهایت تشکیل دلمه پنیر را در پی دارد. فرایند انعقاد و تشکیل دلمه در دمای کمتر از ۲۰ درجه سانتی‌گراد صورت نمی‌گیرد. در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد انعقاد بسیار کند است. از ۲۵ - ۴۰ درجه سانتی‌گراد سرعت تشکیل دلمه و استحکام آن افزایش می‌یابد و در ۴۱ درجه سانتی‌گراد نتیجه کاملاً مطلوب است. در ۶۰ درجه سانتی‌گراد اثر آنزیم بسیار ضعیف است و در ۶۵ درجه سانتی‌گراد فعالیتی وجود ندارد.

انواع رنت که در تولید پنیر کاربرد دارند شامل رنت‌های گیاهی، حیوانی، قارچی و میکروبی هستند که در ادامه در مورد آنها بحث می‌شود.

۷-۴-۱-رنت حیوانی

این نوع مایه پنیر آنزیم پروتئاز استخراج شده از دستگاه گوارش پستاندارانی مانند گاو، گوسفند و خوک است. به طور معمول این مایه‌ها از یک آنزیم خالص

تشکیل نشده اند بلکه دست کم حاوی دو آنزیم پپسین و کیموزین هستند. مایه پنیر استخراج شده از گاو حاوی حدود ۸۰ درصد پپسین و ۲۰ درصد کیموزین است در حالی که مایه پنیر حاصل از گوساله حاوی حدود ۲۰ درصد پپسین و ۸۰ درصد کیموزین است. بهترین نوع پنیر در نتیجه استفاده از کیموزین به دست می آید. استفاده از مایه پنیر حاوی پپسین خالص نیز در برخی کشورها مرسوم است. از سوی دیگر، برخی از انواع مایه پنیرها حاوی آنزیم لیپاز هستند که در ایجاد عطر و طعم پنیر موثر است.

۷-۴-۲-رنت گیاهی

برخی از گیاهان آنزیم های منعقدکننده شیر دارند. استفاده از این آنزیم های گیاهی از دیر باز در تولید پنیر صورت می گرفته اما همواره با مشکلاتی همراه بوده است (از جمله ایجاد طعم تلخ در پنیر).

۷-۴-۳-رنت قارچی

برخی از انواع قارچ ها آنزیم هایی تولید می کنند که قادر به منعقد کردن شیر است و در تولید پنیر مورد استفاده قرار می گیرد. موکورمه ای^{۳۱} و موکورپوسیلوس^{۳۲} از این دسته قارچ ها هستند.

۷-۴-۴-کیموزین ژنتیکی

با پیشرفت زیست فناوری و مهندسی ژنتیک، قابلیت تولید کیموزین به انواعی از

31- Mucor miehei
32- Mucor pusillus

قارچ ها و باکتری ها انتقال یافته و تولید کیموزین به مقدار زیاد ممکن شده است. البته، برخی از کشورها مصرف این نوع رنت را غیر مجاز می دانند زیرا اصلاح ژنتیکی صورت گرفته ممکن است در دراز مدت مخاطراتی را به همراه داشته باشد که شاید در حال حاضر قابل پیش بینی و تعیین نباشد.

۷-۵- استارتر

انواع مایه کشت های باکتریایی گرمادوست، معتدل و ترکیبی از آن دو در تولید پنیر استفاده می شود. باکتری های مایه کشت علاوه بر کاهش pH شیر و فراهم آوردن امکان انعقاد رنتی مطلوب تر، در تولید عطر و طعم مناسب در انواع پنیر نیز موثر است. از آنجا که استارتر در تولید پنیر و رسانیدن آن نقش کلیدی دارد به نظر می رسد که تغییرات ترکیب و نوع استارتر عامل مهمی در تنوع کیفیت پنیر باشد. استارترهای تک نژادی پیشرفته به طور فزاینده ای تولید اسید می کنند و در صورت مدیریت صحیح نسبت به فاز نیز مقاومت خوبی دارند. نژادهای لاکتوکوکوس براساس توانایی تولید اسید، مقاومت به فاز و سازش پذیری با محیط گزینش می شوند. استارترهایی که به اندازه کافی اسید تولید نمی کنند یا ایجاد طعم های نامطلوب (تلخ) در پنیر می کنند، حذف می شوند. مقدار فعالیت پروتئازی استارتر نیز اهمیت فراوان دارد. از سوی دیگر، سایر فعالیت های آنزیمی استارترها نیز در عطر و طعم پنیر اهمیت دارد.

نقش باکتری های لاکتیکی غیر استارتری در کیفیت انواع پنیر بحث بسیار داشته

است. آن چه مسلم است وجود کنترل شده این باکتری ها (به طور طبیعی در شیر خام یا افزوده شدن از طریق آلودگی های محیطی به شیر پاستوریزه) در بهبود عطر و طعم و تسریع در رسانیدن پنیر نقش مثبت دارد. اما از سوی دیگر، در نتیجه حضور کنترل نشده و بیش از حد این باکتری ها امکان بروز ویژگی های نامطلوب و نقص در پنیر نیز وجود دارد. در شرایط تولید خوب، مقدار این باکتری ها در پنیر تولیدی اولیه اندک است اما بتدریج ممکن است افزایش یابد و نقش مثبت یا منفی خود را ایفا کند. رشد و فعالیت استارتر مانع از فعالیت باکتری های لاکتیکی غیر استارتری می شود. هم چنین، دمای نگهداری پایین (در سردخانه یا یخچال) مانع از رشد و تکثیر و فعالیت آن ها می شود.

۸) بسته بندی پنیر

فروشگاه‌های عرضه برای مصرف نیاز به پنیری دارند که به قطعات مناسب برش خورده و به طریقی بسته بندی شده باشد که بتوان آن را بدون خشک شدن یا رشد میکروارگانیسم های مضر در قفسه های فروشگاه های قرار داده و توزیع کرد و بدین طریق به مشتری اجازه ارزیابی ظاهری پنیر نیز داده شود. بهترین مواد بسته بندی برای این هدف انواع فیلم های پوششی سنتزی است که از یک سو پنیر را از خشک شدن (افت وزنی) و نفوذ اکسیژن محافظت می کند و از سوی دیگر اجازه ارزیابی ظاهری پنیر را به مشتری می دهد.

عمل برش زدن و بسته بندی باید به گونه ای باشد که از آلوده شدن محصول جلوگیری شود. به ویژه آلوده شدن با هاگ کپک بسیار نامطلوب است زیرا این هاگ ها می توانند خیلی سریع رشد کنند و به لکه های بد شکل تبدیل شوند و عطر و طعم پنیر را تغییر دهند و خراب کنند. بنابراین پنیر را باید در اتاق خاصی که برای هیچ منظور دیگری استفاده نمی شود برش زد و بسته بندی کرد. هوا باید در این اتاق فیلتر شود و فشار هوا نیز باید کمی بالاتر از فشار اتمسفر باشد تا هوایی که وارد اتاق می شود از طریق فیلتر وارد شده باشد. میزان سلول های میکروبی موجود در هوا را می توان با پرتوافکنی فرابنفش در خارج از ساعات کاری کاهش داد (پرتوافکنی فرابنفش برای چشم ها مضر است و اکسیداسیون اسیدهای چرب غیر اشباع را تشدید می کند). کارگران باید لباس کارهای تمیز پوشیده و بازوها و دست های خود را به دقت بشویند.

هنگامی که قطعات و برش های پنیر بسته بندی می شوند لازم است هوای اتمسفر را با یک گاز طبیعی و غیر مضر (مانند نیتروژن) جایگزین کرد. این کار شرایط رشد کپک و اکسیداسیون چربی را محدود می کند و به ویژه زمانی که برش های باریک پنیر بسته بندی می شوند، اهمیت دارد (نسبت سطح به حجم زیاد). قطعات و برش های پنیر بسته بندی شده در فیلم های پوششی پلاستیکی نیمه شفاف نباید در داخل قفسه ها در معرض نور شدید مانند نور فلورسنت قرار گیرند زیرا سبب بدطعمی می شود.

تولید کنندگان ظروف لازم است شرایط بهداشتی را رعایت و از مواد اولیه مصرفی با درجه غذایی^{۳۳} در خط تولید استفاده کنند، هم چنین، نوع جنس ظروف را در کف ظرف با علامت اختصاری جهت تعیین نوع کاربرد برای مصرف کنندگان مشخص کنند. مصرف کنندگان نیز باید به نوع مصرف و کاربرد ظروف بر اساس علامت اختصاری درج شده روی آن توجه داشته باشند.

کاربری اصلی مواد بسته بندی خارجی (بیرونی)^۲ حفاظت پنیر در برابر صدمات مکانیکی در طی حمل از مکان تولید به فروشگاه های خرده فروشی است. مواد بسته بندی خارجی ممکن است جعبه ها یا صندوق های چوبی، جعبه های مقوایی یا فیبری باشند. مواد بسته بندی خارجی باید کارا و استفاده از آن ساده باشد و اطراف پنیر را محکم در برگیرد و از تخریب آن جلوگیری کند (شکل ۲۴).



شکل ۲۸- پنیر با بسته بندی بیرونی در سردخانه

۶۹

تولید و بسته بندی پنیر

انواع بسته بندی رایج در صنعت تولید پنیر ایران به شرح زیر است:

۱. لیوان ساخته شده از جنس پلی استایرن^{۳۴} با ظرفیت ۱۰ - ۵۰۰ گرم پنیر (شکل ۲۵).



شکل ۲۹- بسته بندی پنیر از جنس پلی استایرن

۲. لیوان ساخته شده از جنس پلی پروپیلن^{۳۵} با ظرفیت از ۱۰۰ - ۵۰۰ گرم پنیر
(شکل ۲۶)

۳. لیوان آی.ام.ال^{۳۶} با ظرفیت ۴۰۰ گرم تا ۱۰ کیلوگرم پنیر (شکل ۲۷).

۴. بسته بندی در نایلون از ظرفیت ۲۰۰ - ۴۰۰ گرم پنیر (شکل ۲۸).

۵. حلب فلزی با ظرفیت ۴۰۰ گرم تا ۱۵ کیلوگرم پنیر (شکل ۲۹).

۶. پاکت تتراپک با ظرفیت ۲۰۰ - ۵۰۰ گرم پنیر (شکل ۳۰).



شکل ۳۰- بسته بندی پنیر از جنس پلی پروپیلن

35- Poly-Propylene (PP)

36- In-Mold-Labeling (IML)



شکل ۳۱- ظروف آی.ام.ال. برای بسته بندی نوعی پنیر



شکل ۳۲- بسته بندی پنیر از جنس نایلون



شکل ۳۳- بسته‌بندی پنیر در حلب

در ظروف آی. ام. ال.، هم‌زمان با تولید ظرف، برچسب‌گذاری درون قالب انجام می‌شود. در ظروف تولید شده با روش فوق، برچسب بخشی جداناپذیر از بدنه ظرف محسوب می‌شود. این روش جدید برچسب‌زنی، جایگزین جدیدتر و برتر برای چاپ مستقیم روی ظروف نسبت به روش‌های قدیمی برچسب زدن است. مراحل تولید این ظروف به قرار زیر است:

ابتدا برچسب تولید شده با مواد پلیمری مشابه با مواد ظرف به داخل قالب

انتقال داده می‌شود. سپس فرایند تزریق مواد پلاستیکی انجام می‌گیرد. با تزریق مواد مذاب پلاستیکی به داخل قالب، لیبیل و ظرف پلاستیکی با یکدیگر ادغام می‌شوند، به نحوی که دیگر به هیچ وجه نمی‌توان برچسب را از بدنه ظرف تفکیک کرد. در این فرایند تثبیت برچسب روی دیواره قالب با نیروی الکتریسیته ساکن صورت می‌گیرد و با تزریق مواد پلاستیکی مذاب به داخل قالب، برچسب بخشی از بدنه می‌شود. ظرف برچسب‌گذاری شده از قالب توسط ربات جدا می‌شود و برچسب بعدی در قالب قرار می‌گیرد و این فرایند تکرار می‌شود. محدودیتی برای استفاده از ظروف آی.ام.ال. در صنایع بسته‌بندی وجود ندارد و تقریباً همه نوع محصولی را می‌توان با استفاده از روش آی.ام.ال. بسته‌بندی و در بازار عرضه کرد.

برخی از مزایای این ظروف در مقایسه با روش‌های دیگر بسته‌بندی به شرح زیر است:

- ✓ بالابردن سطح فروش و ایجاد ارزش افزوده بیشتر به دلیل زیبایی و چشم‌گیر شدن و جذب مشتری.
- ✓ استفاده از ربات‌های ویژه، آلوده نشدن ظروف هنگام تولید و بسته‌بندی.
- ✓ ماندگاری طولانی‌تر محصولات و حفظ سلامت مصرف‌کنندگان.
- ✓ استفاده مجدد در مصارف خانگی.
- ✓ به دلیل دوام بالای چاپ عکس روی بسته‌بندی، تبلیغات رایگان و طولانی‌تر محصول.

✓ کیفیت بسیار بالای رنگ لوگو و عکس چاپ شده روی ظروف و تنوع در طراحی .

✓ قیمت رقابتی و مقرون به صرفه بودن این ظروف .

✓ مقاومت بسیار بالاتر برچسب در برابر آب و سطوح خشن .



شکل ۳۴- بسته بندی پنیر به صورت تتراپک

- ۱- حکمتی، م. ۱۳۷۰. اصول تهیه شیر. تهران. مرکز نشر دانشگاهی.
- ۲- حکمتی، م. و م. ر. داهی. ۱۳۷۴. پنیر و فرآورده های شیری تخمیری. انتشارات دانشگاه تهران.
- ۳- حصاری، ج و منافعی، م. ۱۳۸۹. تکنولوژی فرآورده های لبنی تخمیری. انتشارات موسسه آموزش عالی علمی کاربردی جهاد کشاورزی.
- ۴- خاماچی، بهروز. ۱۳۷۰. طواف سهند. انتشارات ذوقی. تبریز.
- ۵- دیدری، م. و ف. فرهنگدی. ۱۳۷۹. کاربرد فراپالایش در صنایع لبنی. شرکت تعاونی کارخانجات شیر پاستوریزه تهران.
- ۶- رالف، ارلی. ۱۳۸۹. تکنولوژی شیر و فرآورده های لبنی. ترجمه علی مرتضوی و همکاران. انتشارات جاودان خرد.
- ۷- رشیدی، حسن. ۱۳۸۵. اصول تولید پنیر و فرآورده های آب پنیری. انتشارات پژوهش توس.
- ۸- کریم، گ. ۱۳۷۴. شیر و فرآورده های آن. انتشارات جهاد دانشگاهی تهران.
- ۹- فرهنگدی، ف. ۱۳۷۷. صنعت شیر. شرکت سهامی صنایع شیر ایران. جلد ۱ و ۲.
- ۱۰- قدس روحانی، محسن. ۱۳۸۷. مبانی شیمی شیر. مشهد. انتشارات پژوهش توس.
- ۱۱- مرتضوی، ع.، م. قدس روحانی و ح. جوینده. ۱۳۹۶. تکنولوژی شیر و فرآورده های لبنی. چاپ سیزدهم. دانشگاه فردوسی مشهد.

12- Barry A. L. and Tamime A. Y. 2011. Technology of cheese making. BlackWell.

- 13- Fox P. F., Uniacke-Lowe T., McSweeney P. L. H. and O'Mahony J. A. 2015. Dairy chemistry and biochemistry. Springer.
- 14- Fox, P.F., Guinee, T.P., Cogan, T.M., McSweeney, P.L.H. 2017. Fundamentals of cheese science. Springer.
- 15- McSweeney P., Fox P., Cotter P. and Everett D. 2017. Cheese chemistry, physics and microbiology. Academic Press.
- 16- Robinson, R.K. 1994. Modern dairy technology. Springer.
- 17- Tetra Pack. 1995. Dairy processing handbook. Tetra Pack processing systems. AB, Lund, Sweden.
- 18- Wong, N.P., Jenness R. and Marth E. H. 1999. Fundamental of dairy chemistry. Chapman & Hall.