تکنولوژی لبنیات

مجموعهٔ مهندسی علوم و صنایع غذایی

دکتر فرامرز خدائیان چگنی

مؤسسه آموزش عالی آزاد پارسه

ویرایش ششم: بهار ۸۸ | تیراژ: ۱۰۰۰ نسخه |

شابک: ۲ - ۳۲ - ۸۷۱۹ - ۹۶۴ | 2 – 32 – 8719 – 964 :ISBN

نشانی: بالاتر از میدان ولی‌عصر | کوچه دانش‌کیان | ساختمان پارسه | تلفن: ۸۸۸۴۹۲۱۱

مقدمه

سپاس، یزدان پاک را که یاری نمود تا بتوانیم درس‌نامه تکنولوژی لبنیات آمادگی آزمون کارشناسی به کارشناسی ارشد را پیشکش علاقمندان کنیم تا شاید گوشه‌ای از بار سنگین جستجو در میان منابع متعدد درسی را از دوش داوطلبین عزیز کنکور بردارد.

این درسنامه برگرفته از کتاب‌های معتبر در زمینه لبنیات و همچنین جزوات اساتید محترم دانشگاه‌های سراسر کشور می‌باشد. در این درسنامه سعی بر این بوده است که تمام سر فصل‌های منابع سئوالات آزمون پوشش داده شود از جمله:

۱ـ تعریف شیر و عوامل مؤثر بر تولید شیر
۲ـ شیمی شیر
۳ـ روش‌های نگهداری شیر
۴ـ تکنولوژی فرآورده‌های مختلف لبنی

لازم به‌ذکر است، از آن‌جایی‌که هیچ تلاشی بی عیب و نقص نمی‌باشد، این مجموعه نیز نیازمند نظرات و پیشنهادات سازنده شما عزیزان می‌باشد. در پایان، وظیفه خود می‌دانم از موسسه علمی و آموزشی آزاد پارسه خصوصاً جناب آقای مهندس کاوه عابدین‌زاده بدلیل کمک‌های بی‌دریغ‌شان کمال تشکر را داشته باشم.

با امید توفیق
فرامرز خدائیان چگنی

تعریف شیر ۷
تفاوت شیر انسان و گاو ۷
فیزیولوژی تولید شیر ۷
خواص فیزیکی و شیمیایی شیر گاو ۱۰
ترکیبات متوسط شیر گاو ۱۳
مواد ازته شیر ۲۱
کازئین‌ها ۱۴
عواملی که در تثبیت مسیل مؤثر هستند ۱۷
روش‌های جداسازی کازئین از شیر ۱۸
پروتیئن‌های محلول در سرم شیر ۱۹
مواد ازته غیرپروتئینی ۲۱
لاکتوز ۲۲
چربی‌ها ۲۴
آنزیم‌های شیر ۲۷
ویتامین‌های شیر ۲۹
عناصر و املاح و نمک‌های شیر ۳۰
گاز شیر ۳۲
دوشیدن بهداشت و جمع‌آوری شیر ۳۷

فرآیندهای حرارتی ۳۹
روش‌های عمومی پاستوریزاسیون ۴۷
هموژنیزاسیون ۵۱
استریلیزاسیون شیر ۵۵
تکنولوژی شیرهای تغلیظ شده ۶۴
شیر خشک ۶۸
کره ۷۵
روغن حیوانی یا روغن کره ۸۹
بستنی ۹۳
فرآورده‌های تخمیری شیر ۹۸
ماست ۱۰۲
پنیرسازی ۱۰۷
پروسه‌های غشایی ۱۲۲

تعریف شیر

فدراسیون بین‌المللی شیر (IDF[1]) تاکنون دو تعریف برای شیر تصویب کرده است:

۱- شیر، محصول تمام و کمال یک دوشش کامل و بدون وقفه یک پستاندار سالم است که خوب تغذیه شده باشد، در موقع دوشش خسته نباشد و بدون آغوز[2] باشد.

۲- شیر، محصول ترشحی پستانی است که از طریق یک یا چند دوشش، بدون افزودن چیزی به‌آن یا جدا کردن چیزی از آن به دست می‌آید.

تفاوت شیر انسان و گاو

۱- شیر گاو، کازئینی می‌باشد؛ به طوری‌که حدود ۸۰ ٪ کل پروتئین‌های گاو را شامل می‌شود. در حالی‌که شیر انسان، آلبومینی است به همین دلیل است که نوزاد انسان نمی‌تواند شیر گاو را هضم کند زیرا کازئین شیر گاو لخته فشرده‌ای را در معده ایجاد می‌کند که کار آنزیم‌های گوارشی را دشوار می‌سازد و به همین دلیل نوزاد در اثر تغذیه با شیر گاو دچار دل درد می‌شود.

۲- شیر انسان شیرین‌تر است چون لاکتوز آن بیشتر است (لاکتوز شیر انسان ۷ ٪ است در حالی‌که در شیر گاو ۴/۷ ٪ می‌باشد). علت اضافه کردن ساکاروز به شیر گاو این است که شیرینی آن به شیر مادر برسد.

۴- در شیر انسان میزان سیستئین بیشتر است.

۵- شیر انسان دارای برخی اُلیگوساکاریدها نظیر: قندهای ازت دار، آنزیم‌ها ، اسیدهای چرب و عناصر ناچیز بیشتری می‌باشد.

۶- میزان ماده خشک تقریباً برابری دارند و میزان انرژی حاصل از ۱۰۰ سی سی شیر مادر ۷۵ کیلوکالری است؛ در حالی‌که این میزان انرژی برای ۱۰۰ cc شیر گاو ۶۵ کیلوکالری می‌باشد.

۷- لیزوزیم در شیر انسان ۳۰۰۰ برابر شیر گاو است.

فیزیولوژی تولید شیر

شیر در داخل غدد یا سلول‌های اپیتلیال[3] تولید می‌شود. پستان هر گاو، دارای تعداد زیادی حبابچه است که این حبابچه‌ها در غدد پستانی قرار دارند. کلاً چهار غدد وجود دارد که به چهار نوک پستان ختم می‌شوند.

برای تولید شیر مجموعه‌ای از هورمون‌های مختلف توسط غدد هیپوفیز ترشح می‌شوند و فعالیت می‌نمایند:

۱- پرولاکتین : مهم‌ترین هورمون شیر ساز است و وقتی فعالیت خود را آغاز می‌کند، هورمون‌های دوران آبستنی دیگر ترشح نمی‌شوند. از هورمون‌های دوره آبستنی می‌توان فولیکولین و پروژسترون را نام برد.

۲- اکسی‌توسین : مربوط به خروج شیر است و وقتی که به‌وسیله دوشش یا ماشین‌های شیر دوشی ویا آب ولرم، نوک پستان گاو لمس می‌شود اکسی‌توسین از هیپوفیز ترشح شده که به مدت ۶ دقیقه دوام دارد و به همین دلیل، باید دوشش کمتر از این مدت، خاتمه یابد. شیر، اساساً از خون ساخته می‌شود. تخمین زده می‌شود که برای تولید یک لیتر شیر در شرایط عادی باید حدود ۶۰۰- ۴۰۰ لیتر خون از مویرگ‌های پستانی عبور کند.

---

[1] - International Dairy Fedration
[2] - Beasting
[3] - Epithelial Cells

سنتز شیر در پستان به دو فاز تقسیم می‌گردد:

۱ - فاز ترشحی: ۹۲ ٪ ترکیبات شیر در پستان سنتز می‌شوند.

۲- عناصر دفعی: ۸ ٪ می‌باشند و از خون گرفته می‌شوند مثل ایمونوگلوبولین‌ها ، سرم آلبومین ، مواد معدنی ، آب، ویتامین و هم‌چنین اسیدهای چرب که تعداد کربن آن‌ها بیش از ۱۵ است. به صورت تری‌گلسیرید از خون وارد شیر می‌شوند و غیره

برای سنتز لاکتوز : گلوکز از خون گرفته می‌شود و پس از گلوکز ، گالاکتوز به‌وجود می‌آید که از ترکیب گلوکز و گالاکتوز با از دست دادن یک مولکول آب، لاکتوز سنتز می‌شود.

اسیدهای چربی که کمتر از ۱۵ کربن دارند در پستان سنتز می‌شوند که پیش ماده آن‌ها بصورت گلیسرول و اسیدهای چرب از خون گرفته می‌شود.

Free Faty Acid + Glyceride → چربی شیر (milk fat)

→ اسید سیتریک

لاکتوز در طبیعت، فقط در شیر است. در مورد نشخوارکنندگان راه دیگری برای سنتز بعضی از مواد وجود دارد که بدین طریق مقدار زیادی اسیدهای فرار، مانند اسید استیک و اسید پروپیونیک که در شکمبه ایجاد می‌شود را تبدیل به لاکتوز می‌نمایند (حدوداً ۱۰ ٪ از لاکتوز).

عواملی که بر کیفیت و کمیت شیر اثر می‌کنند

معمولاً عواملی نظیر فیزیولوژیکی، طبیعی، محیطی و تغذیه‌ای بر روی ترکیبات شیر یعنی چربی و مواد جامد غیرچرب (SNF) اثر می‌گذارند.

عواملی نظیر نوع پستاندار ، نژاد و توارث‌های فردی بر روی اجزای تشکیل دهندهٔ شیر، خصوصاًچربی تأثیر دارند. معمولاً پستاندارانی که شیرشان پر چرب تر است، دارای ذرات چربی قطورتری هستند.

اندازه قطر ذرات چربی در شیر گاو بستگی به نژاد و مرحله شیر دهی دارد .در اواخر دوره شیردهی معمولاً ذرات چربی شیر کوچک‌تر می‌شوند.

مرحله شیردهی

در طول دوره شیر دهی، درصد ترکیبات شیر تغییر می‌کند که بیشترین تغییرات در ابتدا و انتهای دورهٔ شیردهی روی می‌دهد.

در طول ۳ تا ۴ روز قبل از زایمان و ۶ تا ۷ روز بعد از آن پستان مایعی ترشح می‌کند که آغوز یا کلستروم[4] نام دارد.

کلستروم، ماده‌ای لزج، غلیظ، دارای ته رنگ زرد مایل به قرمز، همراه با بویی قوی و طعمی تلخ است.این ماده حاوی مقادیر بسیار زیادی مواد جامد در مقایسه با شیر می‌باشد. پروتئین‌های محلول در سرم (به‌خصوص گلوبولین‌ها) و نمک‌های بیشتری دارد ولی لاکتوز کمتری دارد. در مورد چربی می‌تواند از شیر بیشتر یا کمتر باشد.

میزان املاح، بدین صورت است که املاحی چون کلسیم ، منیزیوم، فسفر، کلردر آغوز بیشتر از شیر است ولی پتاسیم آن درصد پایین‌تری دارد.

میزان ویتامین A ، ۱۰ برابر شیر معمولی است و مقدار پراکسیداز و کاتالاز و هم‌چنین اسیدیته کلستروم بیشتر از شیر معمولی است.

در هنگام تبدیل کلستروم به شیر معمولی معمولاً مقدار پروتئین دیرتر از سایر مواد به حد طبیعی خود در شیر می‌رسد.

در طول دورهٔ شیر دهی، شیر تولیدی روزانه تا حدود یک ماه روز به روز افزایش می‌یابد و سپس حدود ۲ ماه ثابت می‌ماند و بعد تا پایان دورهٔ شیر دهی کاهش می‌یابد. البته درصد مواد چرب و درصد سایر مواد به ترتیب فوق تغییر نمی‌کند.

در بین ترکیبات شیر از همه متغیرتر، درصد چربی است، بعد ازآن درصد مواد ازته می‌باشد و از همه ثابت‌تر لاکتوز است لازم به توضیح است که هر چه مقدار شیر روزانه بیشتر باشد، درصد چربی کمتر می‌شود این قضیه در مورد مواد ازته با شدت کمتری می‌باشد.

---

[4] - colostrum

عمر دام و تعداد زایمان

تولید شیر در طول یک دورهٔ شیردهی گاو از اولین تا ششمین زایمان افزایش می‌یابد، که این محدوده تا ۸ سال اولیه بارداری (در دام‌های جوان) می‌باشد و از هفتمین زایمان به شدت کاهش می‌یابد.

عفونت غدد پستانی

امراضی نظیر ورم پستان،[5] تولید شیر را پایین می‌آورد زیرا نه تنها تعداد سلول‌های سازنده شیر کاهش می‌یابد؛ بلکه قدرت جذب سلول‌های اپیتلیال باقیمانده نیز کمتر می‌شود.

معمولاً ترکیب شیر گاوهایی که به بیماری ماستیتیس مبتلا شده‌اند به ترکیب خون نزدیک می‌شود. در شیر ماستیتیس غلظت چربی ، لاکتوز، کازئین، کاهش و غلظت کل پروتئین‌های سرمی افزایش می‌یابد؛ در بین پروتئین‌های سرمی ، غلظت آنهایی که در غدد پستانی سنتز می‌شوند (بتالاکتوگلوبولین و آلفالاکتالبومین) پایین می‌آید؛ ودر مقابل ، غلظت پروتئین‌های سرم خون (سرم خون و ایمونوگلوبولین) افزایش پیدا می‌کنند. غلظت مواد معدنی نیز در این حالت تغییر می‌نماید؛ به این صورت که غلظت پتاسیم ، کلسیم و فسفر کاهش ؛ و میزان سدیم و کلر افزایش می‌یابد.

این بیماری باعث می‌شود که آنزیم‌های پروتئولیتیک نظیر پلاسمین، کاتپسینB، الاستاز و ... در شیر افزایش یابد و از آنجا که این آنزیم‌ها به حرارت مقاوم هستند می‌تواند واکنشهای پروتئولیز را در فرآورده‌های لبنی زیاد کند و باعث کاهش عمر انبارمانی آنها گردد.

تغذیه

تغذیه گاو، بیش از حد استاندارد (۲۵ درصد) یا کمتر از حد استاندارد، باعث افزایش یا کاهش SNF می‌شود و این به‌خاطر تغییر میزان پروتئین شیر است. به‌عبارت دیگر اگر میزان پروتئین دریافتی به بدن حیوان به شدت کاهش یابد، باعث کاهش پروتئین و کاهش تولید شیر می‌گردد.

ترکیب پروتئین‌های شیر، مستقل از رژیم غذایی بوده و حیوان قادر است که در یک رژیم عاری از پروتئین، به کمک نمک‌های آمونیوم و اوره (به عنوان منابع نیتروژن) اقدام به سنتز آن نماید.

صرف نظر از موارد حاد و گرسنگی و یا سوء تغذیه، تغییرات تغذیه‌ای بر روی میزان لاکتوز ، پتاسیم ، سدیم و کلر در شیر ، اثری ناچیز داشته یا این که اصلاً تأثیری ندارد.

تغذیه با علوفه سبز موجب افزایش میزان اسیدهای چرب غیر اشباع می‌گردد و در نتیجه باعث حساس شدن چربی به اکسیداسیون می‌شود. بنابراین کره تابستانه نرم‌تر از کره زمستانه است و از طرفی به علت ویتامین A بالا در آن، کره زرد رنگ‌تر است. در صورتی که تغذیه با تفاله پنبه‌دانه باشد، نتیجه، عکس علوفه سبز است و میزان اسیدهای چرب غیر اشباع کمتری تولید می‌شود. بعضی مواد که دارای بوی نامطبوعی هستند مثل سیر، کلم می‌تواند خاصیت ارگانولپتیکی و حسی شیر را تنازل دهد.

کار

اگر دام شیرده بیشتر از حد کار کند یا راه برود از میزان شیر تولیدی به شدت کاسته می‌شود.

---

[5] - Mastitis

تعداد دوشش

درصد چربی تا پایان عمل شیر دوشی به‌طور مشخصی افزایش می‌یابد؛ به طوری‌که در ابتدای عمل، محصول با میزان چربی بسیار پایین و در انتها، شیری غنی از چربی به‌دست می‌آید.اگر عمل شیر دوشی ناقص انجام گیرد، مقدار زیادی چربی در پستان باقی می‌ماند که می‌توان آن را در دوشش بعدی استحصال کرد. اگر دوشش قطع شود و مجدداً شروع شود، هم مقدار شیر کم می‌شود و هم مواد اساسی آن کاهش پیدا می‌کند. فقط نسبت کلرورها زیادتر می‌شود و اسیدیته نیز به نحو محسوسی کم می‌شود.

محیط

حرارت ۴ تا ۲۱ سانتی‌گراد تأثیری بر تولید شیر گاو ندارد. دمای پایین‌تر از ۴ درجه سانتی‌گراد در صورتی‌که غذای حیوان کافی باشد اثر سویی بر روی تولید و ترکیبات شیر ندارد. حرارت بیش از ۳۲ درجه هم ممکن است تولید را کم کند.

به هر حال، در زمانی‌که تولید شیر کاهش پیدا می‌کند، درصد چربی در شیر افزایش پیدا می‌کند. معمولاً درصد چربی شیر و مواد جامد غیر چرب آن در زمستان به ماکزیمم و با نزدیکی به فصول بهار و تابستان به حداقل خود می‌رسد که مسلماً به‌خاطر استفاده از کنسانتره در زمستان و یا علوفه سبز و تازه در بهار و تابستان می‌باشد.

خواص فیزیکی و شیمیایی شیر گاو

۱- رنگ شیر

رنگ شیر، بر اساس عواملی چون : نژاد حیوان ، نوع تغذیه ، میزان چربی و مواد جامد در آن از سفید مایل به آبی تا زرد طلایی متغیر است. شیر در مقادیر زیاد ظاهری کاملاً مات داشته و لایه‌های نازک آن کمی نازک به نظر می‌رسند.

به‌طور کلی، شیر، ماده‌ای سفید رنگ و مات با مزهٔ کمی شیرین است که در حالت طبیعی بی‌بو و دارای pH نزدیک خنثی می‌باشد.

رنگ سفید شیر، در نتیجه پراکندگی نور منعکس شده به‌وسیله گلبول‌های چربی و ذرات کلوییدی کازئین و فسفات کلسیم می‌باشد.

برخی عوامل می‌توانند رنگ شیر را تغییر دهند. مثلاً اگر مادهٔ چرب زیاد باشد و به‌خصوص غنی از کاروتن باشد رنگ به زردی تمایل پیدا می‌کند. اگر درصد آب شیر زیاد و چربی آن کم باشد رنگ شیر به آبی متمایل می‌شود.

تغذیه از عوامل مهم مؤثر در رنگ شیر است مثلاً حیوانی که هیچ زیادی در تغذیه داشته باشد به‌دلیل کاروتنوئید بالای آن، رنگ شیر زردتر می‌شود.

۲- بوی شیر

شیر، ماده‌ای بی‌بو است؛ اما در اثر تماس با ظروف کثیف و یا گذاشتن در جاهایی مانند اسطبل، بوهای خارجی را جذب می‌کند. عامل اصلی تثبیت بوهای خارجی، مادهٔ چرب است.

۳- دانسیته و یا وزن مخصوص

وزن مخصوص شیر کمی بیش از آب است. یک لیتر شیر می‌تواند از ۱۰۳۴ – ۱۰۲۸ گرم وزن داشته باشد. وزن مخصوص شیر در ۲۰ درجه سانتی‌گراد از ۱/۰۲۸ تا ۱/۰۳۴ متغیر است.

شیر از دو قسمت مهم تشکیل شده است:

۱- چربی که وزن مخصوص آن ۰/۹۳ – ۰/۹۲ متغیر است.

۲- ماده خشک بی چربی که وزن مخصوص آن ۱/۰۳۶ است.

جهت سنجش دانسیته از دستگاهی بنام لاکتودانسی‌متر استفاده می‌شود.
اگر چربی شیر جدا گردد دانسیته افزایش می‌یابد و اگر آب به شیر اضافه شود، دانسیته کاهش می‌یابد و در صورتی با که هر دو ماده، تقلب صورت گیرد، ممکن است کشف تقلب صرفاً با لاکتودانسی‌متر، دشوار باشد.

۴- نقطه انجماد شیر

نقطه انجماد شیر، با ثبات‌ترین خصوصیت فیزیکی شیر است. تنزل نقطه انجماد، نسبت مستقیمی با تعداد ذرات موجود در محلول دارد. نقطه انجماد شیر اساساً بوسیلهٔ ترکیبات عمده‌ای که وزن مولکولی پایینی دارند (لاکتوز و نمک‌ها) تعیین می‌گردد و با نوسان‌های غلظت پروتئین‌های کلوئیدی و گلبول‌های چربی، بستگی کمتری دارد.
نقطه انجماد، وضعیت شیر را از نظر ماده خشک و آب مشخص می‌نماید. نقطه انجماد شیر معمولی می‌تواند از (۰/۵۲-) تا (۰/۵۷-) تغییر کند ولی به‌طور متوسط برابر با (۰/۵۵-) درجه سانتی‌گراد است.
هرگاه به شیر، آب اضافه شود، با توجه به اینکه نقطه انجماد آب،.صفر درجه است؛ پس، نقطه انجماد شیر به سمت صفر میل می‌کند .
چربی شیر تأثیری بر نقطه انجماد ندارد. پس با اندازه‌گیری این ویژگی، فقط می‌توان افزودن آب به شیر را مشخص کرد.
دستگاهی که به‌طور دقیق نقطه انجماد شیر را اندازه‌گیری می‌کند؛ کرایوسکپ[6] می‌باشد. که با آن می‌توان به مقدار آب اضافی پی برد.

۵- ویسکوزیته یا سیالیت

ویسکوزیته شیر معمولی در حدود ۲- ۱/۵ سانتی‌پوآز است. ویسکوزیته، تابعی از مواد جامد فرآورده است. میسل‌های کازئین و گلبول‌های چربی، مهم‌ترین نقش را در ویسکوزیته شیر بر عهده دارند.

۶- خاصیت هدایت الکتریکی

هدایت الکتریکی در شیر معمولی ۰/۰۰۵ اهم می‌باشد. شیرهایی که دارای خاصیت هدایتی بیشتری هستند، نشان دهندهٔ حضور نمک‌هایی نظیر کلرورها و یون‌های بیشتر، در شیر می‌باشد. مثلاً در شیری که از دام ورم پستان دوشیده می‌شود، به‌علت حضور یون‌های بیشتر، دارای هدایت الکتریکی بیشتر می‌باشد (یکی از راه‌های تشخیص شیر ماستیتیس می‌باشد).

۷- pH و خاصیت بافری شیر

pH شیر بین ۶/۶ – ۶/۵ است. اختلاف pH و ظرفیت بافری در میان شیر تازه افراد یک گونه به طرز عمل غدد پستانی، مربوط است. شیر تازه به‌دلیل داشتن ترکیباتی چون : پروتئین‌ها ، فسفات، دی‌اکسیدکربن ، سیترات و مواد دیگری از این قبیل، همانند یک بافر پیچیده عمل می‌کند.
pH تابعی از دما می‌باشد؛ به طوری‌که هر چه دما بیشتر باشد pH کمتر می‌شود.چرا؟
حرارت شدید، مثل استریلیزاسیون، موجب می‌گردد که برخی اتصالات حساس موجود در ساختمان پروتئین‌ها شکسته شده و تا حدی اسیدآمینه‌های آزاد ایجاد گردد. این تغییر موجب افزایش اسیدیته و یا کاهش pH می‌شود هم‌چنین حرارت شدید موجب تغییر برخی نمک‌های فسفردار و آزادشدن اسیدفسفریک می‌گردد که نتیجهٔ این واکنش نیز افزایش اسیدیته است.

---

[6] - Cryoscope

۸- اسیدیته

اسیدیته شیر بر حسب معیاری به‌نام درجه دورنیک ($^{\circ}D$) اندازه‌گیری می‌شود. اسیدیته در شیر طبیعی بین ۱۸-۱۶ درجه دورنیک است که معادل با ۱/۸ – ۱/۶ گرم اسیدلاکتیک برلیتر است.

در روش دورنیک از سود N/9 استفاده می‌شود.

روش‌های دیگر سنجش اسیدیته:

۱- روش سوکسله هنکل[۷] (SH) که سود N/4 استفاده می‌شود.

۲- روش تورنر[۸] که از سود N/10 استفاده می‌شود.

تبدیل درجه‌های مختلف اسیدیته به هم‌دیگر:

$$\frac{Dornic}{10} = {gr}/{liter}$$

$$Dornic = \frac{9^{\circ}}{10} Thorner = \frac{9}{4} \text{Soxhlet - Henkel}$$

$$\frac{Dornic}{2.25} = S.H$$

یعنی اگر فرض شود اسیدیته شیری بر حسب درجه دورنیک ۱۸ باشد برحسب ${gr}/{liter}$ ، ۱/۸ گرم اسیدلاکتیک بر لیتر و بر حسب S.H بربر با ۸ سوکسله هنکل می‌باشد.

اسیدیته شیری که بر حسب اسید لاکتیک اندازه‌گیری می‌شود؛ در شیر تازه مربوط به عوامل اسیدی مثل اسیدهای آمینهٔ کازئین‌ها ، اسیدهای آلی آزاد و نمک‌های اسیدی است.

اگر شیر توسط باکتری‌های لاکتیکی شروع به ترش شدن بکند و از تخمیر لاکتوز تولید اسید لاکتیک کند اسیدیته افزایش می‌یابد. به این اسیدیته جدید، اسیدیته توسعه یافته[۹] می‌گویند.

اسیدیته طبیعی شیر تازه، مربوط به سیترات است یکی دیگر از ترکیبات عامل اسیدیته شیر، کازئین است. اسیدیته طبیعی در شیر سالم هر چه قدر زیاد باشد مشکلی ندارد و دلیل بر غنی بودن شیر از کازئین‌ها است.

---

[7] - Soxhlet-Henkel
[8] -Thorner
[9] - Develop Acidity

ترکیبات متوسط شیر گاو

ترکیبات	مقدار (گرم بر لیتر)	حالت فیزیکی
۱- آب	۹۰۵	آزاد ، اتصالی ، بینابینی
۲- ماده خشک (T.S)	۱۲۷	
۱-۲- چربی‌ها	۳۵	
۱-۱-۲- لیپیدها	۳۴	امولسیون
۲-۱-۲- فسفولیپید	۰/۵	
۳-۱-۲- بخش غیر صابونی شونده	۰/۵	
۲-۲- ماده خشک بی‌چربی (S.N.F)	۹۲	
۱-۲-۲- لاکتوز	۴۹	محلول
۲-۲-۲- پروتیدها (مجموعه مواد ازتی)	۳۴	
۱-۲-۲-۲- کازئین‌ها	۲۷	سوسپانسیون
۲-۲-۲-۲- پروتئین‌های آب پنیر(Whey Protein)	۵/۵	محلول کلوییدی
۳-۲-۲-۲- نیتروژن غیرپروتئینی (N.P.N)	۱/۵	محلول حقیقی
۴-۲-۲-۲- مواد معدنی (املاح)	۹	
۱-۴-۲-۲-۲- املاح اسید سیتریک	۲	محلول یا کلویید
۲-۴-۲-۲-۲- املاح اسید سولفوریک	۲/۶	محلول یا کلویید
۱-۴-۲-۲-۲- املاح اسید کلریدریک	۱/۷	محلول یا کلویید

به‌جز ترکیبات فوق، ترکیبات دیگری نیز در شیر وجود دارند که بسیار مهم هستند.

مواد ازتهٔ شیر

مواد ازتهٔ کل شیرحدود ۳۴-۳۲ گرم است که در شیر گاو به دو شکل پروتئین وغیر پروتئینی[10] (NPN) دیده می‌شود.

۱- بخش پروتئینی:

۹۵ -۹۳ درصد کل ازت را تشکیل می دهد و به دو بخش تقسیم می شود:

الف- کازئین ها: ۷۸ درصد کل ازت را تشکیل می دهند و مقدار آن بر حسب فصل ، نژاد وتغذیه و غیره بین ۲۷-۲۴ گرم در لیتر است.

ب- پروتئین ها ی محلول : این پروتئین ۱۷ درصد کل ازت را تشکیل می‌دهد(یعنی gr/liter ۵/۵).

۲- بخش ازت غیر پروتئینی: (N.P.N)

۷-۵ درصد کل ازت را تشکیل می‌دهند که در حدود gr/liter ۱/۶ می باشد.

---

[10] - Non protein Nitrogen

کازئین ها:

کازئین‌ها گروه خاصی از پروتئین‌های شیر با مشخصات زیر هستند:

۱- باندهای استری فسفات

۲- مقادیر بالای پرولین

۳- سیستئین پایین یا فقدان آن

۴- حلالیت کم در PH= ۴-۵

میزان بالای پرولین که در سرتاسر مولکول‌های کازئین پخش شده است، به طور مؤثّری مانع از تغییر شکل پروتئین می‌شود. به همین جهت، کازئین معمولاً به سادگی در برابر حرارت دناتوره نمی‌گردد.

میسل‌های کازئین

کازئین از آلفاکازئین، کاپاکازئین و بتاکازئین تشکیل شده است که هر سه هتروژن هستند. این سه جزء کازئین، از اسیدهای آمینه‌ای تشکیل شده‌اند که با اسید فسفریک استریفیه شده‌اند. اسید فسفریک با نمک‌های کلسیم، منیزیم و بعضی از املاح پیچیده ترکیب شده و اتّصالاتی در داخل یا بین مولکول ایجاد می‌کند.

کازئین آلفا به نوبه‌ی خود فقط یک نوع پروتئین نمی‌باشد. با الکتروفورز پیشرفته تعداد زیادی از آن‌ها را شناسایی کرده‌اند که مهم‌ترین آن‌ها α_s می‌باشد (S حرف اول کلمه‌ی Sensible به معنی حساس است و مفهوم آن این است که در برابر کلسیم حساسیت از بقیه‌ی کازئین‌ها زود تر منعقد می‌شود) α_s به نوبه‌ی خود به فراکسیون‌های دیگری مثل α_{s_1} و α_{s_2} تقسیم می‌شود.

از لحاظ حساسیت به کلسیم، α_{s_2} حساس‌ترین است و به ترتیب بعد از آن α_{s_1} و β کازئین می‌باشد. Kappa کازئین هم نسبت به Ca^{2+} حساس نیست.

زنجیره‌ی مولکولی کازئین را اصطلاحاً یک زنجیره‌ی باز می‌نامند و عملاً ساختمان ثانویه و ساختمان سوم در زنجیره‌ی کازئین دیده نمی‌شود.

در ساختمان مولکولی کازئین گروه‌های هیدروفوب به طرف مرکز و گروه‌های هیدروفیل به طرف خارج قرار دارند؛ لذا مولکول کازئین شدیداً هیدراته است. هر گرم کازئین تا حدود ۲ گرم آب به خود می‌گیرد.

فراکسیون‌های α_s شدیداً نسبت به Ca حسّاس هستند؛ به طوری که یک مول α_s قادر است حدود ۲۰-۱۰ مول Ca را به خود نگه دارد.

کازئین شیرهای مختلف با هم‌دیگر تفاوت دارند. مثلاً:

۱- کازئین شیر زن از نظر سیستئین و هم‌چنین از نظر گلوسید غنی‌تر از کازئین شیر گاو است.

۲- شیر انسان فاقد α_s-کازئین بود، بنابراین، کاپاکازئین و کازئینی شبیه به β-کازئین، اجزای اصلی کازئین آن را تشکیل می‌دهند.

اگر فراکسیون‌های کازئین را در میدان الکتریکی قرار دهیم، به طرف قطب مثبت مهاجرت می‌کنند. علّت این امر، برتری عوامل اسیدی به عوامل آمینی در کازئین‌ها است. مثلاً از لحاظ کمّیت، اسید آمینهٔ گلوتامیک، مهم‌ترین اسیدآمینه می‌باشد که دارای عامل اسیدی بالاتری نسبت به عامل آمینی است.

کازئین kappa تنها کازئینی است که دارای کربوهیدرات (گلوسید)به میزان ۵ درصد میسل کازئین می‌باشد. این کربوهیدرات به اسید آمینه‌ی ترئونین ۱۳۳ متّصل است.(لذا محلول‌تر از بقیه کازئین‌ها می‌باشد) هم‌چنین، کاپا تنها کازئینی است که دارای سیستئین

می‌باشد؛ لذا دارای عامل SH می‌باشد که از این لحاظ بسیار حائز اهمیت است؛ زیرا وقتی شیر را بالاتر از ۸۵ درجه سانتی‌گراد حرارت دهیم گروه SH-، kappa کازئین با SH سیستئین پروتئین‌های دیگر، می‌تواند گروه S-S ایجاد کند و در این حالت دیگر مایه پنیر قادر به تجزیه kappa نخواهد بود. به همین دلیل است که شیر جوشیده به وسیله‌ی مایه پنیر منعقد نمی‌شود. موضوع دیگر رُل بسیار مهم حمایت کنندگی kappa در برابر Ca موجود در محیط می‌باشد. به طوری که به آن کازئین حامی[11] می‌گویند(زیرا کاپاکازئین نسبت به کلسیم حساس نیست). Kappa با تکیه بر همین خاصیت در حالت معمولی، جلوی انعقاد کازئین‌های دیگر را می‌گیرد.

با توجّه به این نکته که در شیر خام و پاستوریزه Ca یونیزه وجود دارد، اگر کازئینهای α و β را به کمک الکتروفورز جدا کنیم و در محیط دیگری در برابر مقدار کمی Ca یونیزه قرار دهیم، کازئین α در کلیه‌ی دماها (سرما و گرما) فوراً رسوب می‌نماید. ولی β کازئین فقط در گرما رسوب می‌نماید در حالی‌که kappa کازئین، نه در گرما و نه در سرما رسوب نمی‌کند.

مسئله‌ی اصلی این است که در شیر، این سه کازئین با یکدیگر میسل را به وجود می‌آورند و وجود kappa در ساختمان، جلوی تأثیر رسوب دهندگی Ca یونیزه را بر دو کازئین دیگر می‌گیرد. امّا اگر عامل این خاصیت kappa را ضایع کنند، در این صورت، کاپاکازئین قادر نخواهد بود رُل حمایت‌کنندگی خود را ادامه دهد. این اتّفاقی است که در فرآیند پنیرسازی رخ می‌دهد.

Kappa-کازئین از دو فراکسیون تشکیل شده است:

۱- فراکسیون غیر حساس به Ca : که شامل اسید آمینه‌های ۱۶۹-۱۰۶ می‌باشد.

۲- فراکسیون حساس به Ca : که شامل اسید آمینه ۱۰۵-۱ می‌باشد.

در انعقاد شیرین یا آنزیمی، آنزیم رنین، باند پپتیدی متیونین- فنیل آلانین (۱۰۶-۱۰۵) را می‌شکند. بخش اسید آمینه‌ای ۱۶۹-۱۰۶ تشکیل گلیکوماکروپپتیدی می‌دهد که دربرگیرنده‌ی تمام گلوسید کازئین است و وارد آب پنیر می‌شود. ولی بخش ۱۰۵-۱ تشکیل پاراکاپاکازئین می‌دهد؛ در اثر این تجزیه بخش پاراکاپاکازئین قسمت اعظم بارهای خود را از دست می‌دهد و بار باقی‌مانده آن‌قدر نیست که از رسوب کازئین‌های دیگر در اثر Ca یونیزه جلوگیری نماید.

ساختمان میسل کازئین

کازئین شیر گاو تقریباً به صورت ذرّات کروی شکل رؤیت می‌گردد. قطر میسل‌های کازئین بین ۳۰۰-۲۰ نانومتر متغیر است. میسل‌ها خود از تعداد زیادی واحدهای فرعی (Subunit) تشکیل شده‌اند که قطر ۲۰-۱۵ نانومتر دارند. این Subunit در زیر میکروسکوپ الکترونی به صورت ناهمواری‌های تمشک مانندی می‌باشند.

ساختمان میسل به این ترتیب است که ابتدا کازئین‌های α_{s_1}، α_{s_2}، β و kappa با هم‌دیگر جمع شده و ذرّه‌ی کوچکی به نام submicell تشکیل می‌دهند که مانند واحد ساختمانی میسل عمل می‌کند. Submicell توسّط فسفات تری‌کلسیت $Ca_3(PO_4)_2$ به هم ملحق می‌شوند که در واقع $Ca_3(PO_4)_2$ به صورت آمورف بوده و با منیزیم و کازئین پایدار می‌شود و باعث جلوگیری از تبدیل آن به هیدروکسی آپاتیت متبلور و متعاقباً رسوب می‌شود. نسبت اجزای فوق در ساب میسل به صورت ۱:۳:۱:۳ می‌باشد. (تکنولوژی شیر و فرآورده‌های لبنی. ترجمه‌ی دکتر مرتضوی و همکاران)

نحوه‌ی قرار گرفتن واحدهای سازنده‌ی submicell بدین ترتیب می‌باشد که کازئین kappa در حاشیه α و β هم در حاشیه و هم در مرکز submicell قرار دارند.

تمام حجم بین میسل‌ها را فسفات کلسیم تشکیل می‌دهد و مانند سیمان میسل‌ها را در کنار هم‌دیگر قرار می‌دهد.

علت پذیرش kappa کازئین در حاشیه میسل، این است که اولاً این ماده به سادگی در دسترس مایه پنیر در فرایند تولید لخته قرار می‌گیرد، ثانیاً اگر دمای حرارت دادن شیر از ۸۵ تجاوز کند، انرژی فعال شدن (Activation Energy) مورد نیاز برای ایجاد کمپلکس

---

11 - Protected Protein

بین kappa و بتالاکتوگلوبولین فراهم شده، در نتیجه به تعداد سیستئین‌های این دو پروتئین، kappa در ایجاد کمپلکس شرکت می‌کند در نتیجه باعث پوشیدن پیوند ۱۰۶-۱۰۵ کاپا می‌شود، لذا این سوبسترا خود به خود از دسترس آنزیم مربوطه خارج می‌گردد. این وضعیت برگشت ناپذیر است؛ یعنی به فرض خنک کردن شیر نمی‌توان کمپلکس به‌وجود آمده را شکست و میسل قبلی دوباره به‌وجود آید.

به همین دلیل در سالم سازی حرارتی شیر پنیرسازی باید سعی شود که این کمپلکس به‌وجود نیاید. حتی اگر درصدی از میسل‌ها در ایجاد کمپلکس شرکت کند، زمان انعقاد (Coagullation یا Coagulating) بسیار طولانی می‌گردد.

اگر شیر را زیر ۶ درجه سانتیگراد نگهداری کنیم به تدریج β کازئین از میسل جدا شده و وارد سرم شیر می‌شود. بدیهی است که چنین واکنشی روی راندمان پنیرسازی اثر منفی دارد . به همین دلیل، توصیه می‌شود شیری که برای کارخانجات پنیرسازی در نظر گرفته می‌شود، درجه حرارت نگهداری آن از ۶ درجه سانتیگراد پایین‌تر نباشد. زیرا علاوه بر کاهش راندمان، باعث تلخی در پنیر می‌شود.

یکی از خواص کازئین این است که اگر شیر را کمتر از ۴ درجه سانتیگراد مثلاً ۲ درجه سانتیگراد به کمک اسید تا pH ۴/۶ اسیدی کنیم، رسوبی به شکلی که در دمای عادی می‌بینیم تشکیل‌نمی‌شود؛ که علت این امر افزایش درجه هیدراتاسیون میسل می‌باشد؛ زیرا قشر اتصالی آب اطراف پروتئین بیشتر و ضخیم‌تر می‌گردد. از طرف دیگر همان‌طوری‌که گفته شد، در سرما، کازئین β ساختمان میسل را ترک کرده و این امر نیز سطح کل ذرات کازئین را افزایش داده و باز هم در جهت افزایش هیدراتاسیون عمل کرده، در چنین شرایطی وقتی اسید اضافه گردد گروه‌های H نمی‌توانند به درون میسل نفوذ کرده و با فسفات کلسیم وارد فعل و انفعال شوند.

مشتقات کازئین:

۱-کازئین γ (گاماکازئین) یکی از مشتقات کازئین است که انواع γ_1، γ_2 و γ_3 را شامل می‌شود و منشأ هر سه از β کازئین است.

۲- پروتوزپپتون انواع مختلفی دارد که:

پروتوزپپتون۳ : از پروتئین‌های گویچه‌های چربی منشأ می‌گیرد.

پروتوزپپتون۵ : از βکازئین منشأ می‌گیرد.

پروتوزپپتون۸ سریع: از βکازئین منشأ می‌گیرد.

پروتوزپپتون۸ آهسته: از βکازئین منشأ می‌گیرد.

۳- λ کازئین: از α_{s_1}. کازئین منشأ می‌گیرد.

مشتقات کازئین از نظر خصوصیات فیزیکوشیمیایی یکسان عمل نمی‌کنند. γکازئین (γ_1، γ_2 و γ_3) و λکازئین مانند کازئین عمل می‌کنند (در PH=4.6 رسوب می‌کنند و مقاومت حرارتی تیز مانند کازیین است)، در حالی که پروتوزپپتون‌ها به صورت دیگری عمل می‌نمایند، یعنی در PH=4.6 منعقد نمی‌شوند و دارای مقاومت حرارتی بالایی هستند؛ هم‌چنین برای رسوب آن‌ها از سرم شیر، از تری کلرو استیک اسید (TCA)، ۱۲درصد استفاده می‌شود.

عواملی که در تثبیت میسل مؤثّر هستند:

۱ـ اثر فلزات، نمک‌ها و یون فلزها:

یون فلزی Ca و Mg اگر بیش از حد اضافه شود، در شیر باعث بی‌ثباتی می‌گردد. اثر یون‌ها بر روی α_s شدید است. به عکس، فسفات‌ها و سیترات‌ها اگر به شیر اضافه شوند، باعث تثبیت میسل می‌گردند؛ زیرا این یون‌ها با یون‌های دوظرفیتی کلسیم و منیزیم واکنش می‌دهند.

اضافه کردن محلول‌های نمک طعام به صورت اشباع یا نیمه‌اشباع و یا سولفات آمونیوم و منیزیم، باعث بی‌ثباتی پروتئین می‌شود، زیرا بارهای پروتئین را به هم می‌زند.

«همه‌ی این بحث‌ها در یک واژه‌ای بنام تعادل نمکی (salt balance) خلاصه می‌شود که در واقع تعادلی بین فسفات‌ها و سیترات‌ها و یون‌های کلسیم و منیزیم می‌باشد و به نحوی است که اگر یون‌های Ca و Mg بیش‌تر شوند باعث بی‌ثباتی پروتئین‌ها می‌گردند و به عکس، اگر بافرهای فسفات‌ها و سیترات‌ها اضافه شوند، باعث ثبات شیر می‌شوند لذا در شیر آغوز، وجود املاح زیاد باعث به هم خوردن تعادل نمکی می‌شود؛ در نتیجه با حرارت دادن، لخته شدن شیر اتّفاق می‌افتد.»

۲ـ اثر توأم حرارت و PH:

در PH=6.7 کازئین‌ها دارای بار منفی بالایی هستند و باثبات می‌باشند. حتّی این شیر در حرارت‌های استریلیزاسیون هم مقاوم است؛ ولی اگر این شیر را در دمای بالاتر از $150^{\circ C}$ به مدّت طولانی حرارت دهیم، به خاطر به‌هم خوردن تعادل نمکی رسوب می‌کند. در PH=6.3 از بارهای منفی پروتئین کاسته شده و شیر در حرارت استریلیزاسیون نمی‌تواند مقاومت کند. در PH=6 شیر در درجه حرارت جوش هم لخته می‌شود و در PH=5 - 5.3 شیر شروع به دانه دانه شدن می‌کند و در حرارت اتاق با ۲۰ درجه‌ی سانتی‌گراد لخته می‌شود.

۳ـ اثر یخ‌زدن:

پروتئین‌ها خصوصاً γ و β و گاهی kappa در حرارت‌های ۸/۵ و زیر ۸/۵ و صفر درجه از هم منفک می‌شوند که باعث بی‌ثباتی می‌گردد. در صفر درجه‌ی سانتی‌گراد ذرات میسل،فلوکوله می‌شوند. اگر این شیر را حرارت دهیم،می‌تواند به حالت اوّل برگردد، مگر این‌که شیر را در دمای خیلی پایین ($-20^{\circ C}$) منجمد کنیم در این حالت لاکتوز کریستاله می‌شود. در حالت معمولی لاکتوز،محافظ میسل‌ها است و حتّی مقداری یون کلسیم در کریستال‌های لاکتوز واقع شده که این کلسیم در ثبات میسل مهم است.وقتی که شیر را به $-20^{\circ C}$ ببرند لاکتوز کریستاله می‌شود و کلسیم‌هایی که در لاکتوز است؛جدا می‌گردد و زمانی که شیر را گرم کردیم،کلسیم‌ها سبب رسوب می‌شوند.

۴ـ اثر آنزیم‌های گیاهی و حیوانی:

آنزیم‌های پروتئاز همچون آنزیم رنین (Chymosin) روی ثبات،مؤثّر هستند. این آنزیم را از شیردان گوساله‌ی جوان abomasums به دست می‌آورند.

این آنزیم به حالت تجاری به صورت ناخالص،همراه با پپسین وجود دارد. هر دوی این آنزیم‌ها می‌توانند روی kappa کازئین اثر بگذارند و سبب لخته شدن شیر شوند.

Rennet: فرم ناخالص رنین است که حاوی پپسین و رنین است وممکن است به همراه آن نمک طعام ۱۰٪ ، اسید بوریک ۴٪ و مقدار کمی بنزوات باشد.

آنزیم‌های مشابه رنین زیاد داریم که از گیاه یا میکروب مختلف گرفته می‌شوند. مثلاً آنزیم‌های (کپکی) Rennilase و یا Hannilase امروزه برای لخته کردن شیر استفاده می‌شوند.

Chymogen آنزیمی شبیه رنین است که توسط میکروب‌هایی مثل E.coli به وسیله‌ی مهندسی ژنتیک ساخته می‌شود. همه‌ی این آنزیم‌ها روی پیوند ۱۰۶-۱۰۵ kappa کازئین اثر دارند.

۵ ـ اثر حرارت زیاد

وقتی شیر را به مدت زیادی بالای $150^{\circ C}$ حرارت دهیم،حتّی میسل‌ها هم رسوب می‌کنند. برای همین در دمای ۱۵۰-۱۴۵ به مدت ۳ ثانیه حرارت می‌دهیم تا استریل شود. حرارت زیاد،همه‌ی پروتئین‌ها را از بین می‌برد،به جز پرتئوزپپتون‌ها که در مقابل حرارت مقاوم هستند.

برای انعقاد کازئین در دمای $140^{\circ C}$، ۲۰-۱۰ دقیقه دردمای ۱۲۵ درجه‌ی سانتی‌گراد، یک ساعت زمان لازم است.

هر چقدر شیر حرارت ببیند قدرت لخته کاهش می‌یابد.

در حرارت زیاد، با تأثیر کلسیم بر میسل کازیئن، دانه دانه‌ای شدن (grainy) شیر اتفاق می‌افتد. برای جلوگیری از دانه دانه شدن شیر در حرارت‌های استریلیزاسیون، یک عملیات حرارتی مقدّماتی (Preheating) انجام می‌پذیرد، بدین صورت که با اضافه کردن مواد افزودنی مثل سیترات و فسفات، ثبات میسل تأمین می‌شود.

حرارت زیاد روی رنگ شیر اثر نا مطلوبی دارد و نیز در اثر قهوه‌ای شدن غیرآنزیمی، تغییر رنگ شیر صورت می‌گیرد.

روش‌های جداسازی کازئین از شیر

۱ـ استفاده از اولتراسانتریفوژ

میسل‌های کازئین دارای وزن مخصوص متفاوتی با بقیهٔ اجزای شیر می‌باشند، این اختلاف وزن مخصوص از یک طرف و اندازه متوسّط ذرّات از طرف دیگر، می‌تواند باعث جدا شدن این ترکیبات از شیر، توسط دستگاه اولتراسانتریفوژ شود. ولی سرعت جداسازی آن‌ها (rpm۲۳۰۰) خیلی بیشتر از چربی‌ها (با سرعتی معادل rpm۶۰۰۰)می‌باشد. این جداسازی در آزمایشگاه عملی است ولی به هیچ وجه در صنعت عملی نخواهد بود. به هر حال کازئین جدا شده، به وسیله‌ی اولتراسانتریفوژ دارای شرایط زیر می‌باشد:

کازیین حالتی ژلاتینی و رنگی سفید دارد که از مایع شفاف و سبز رنگی به نام آب پنیر (Whey Protein) جدا می‌شود. کازئین حاصله با همان ساختمان اصلی که در شیر وجود دارد، جدا می‌شود و هیچ یک از اجزای کازئین از آن خارج نمی‌شوند و املاح درون میسل نیز در آن باقی می‌مانند.به همین دلیل به آن کازئین اوّلیه یا Native Casien می‌گویند. البته آب پنیر ناشی از این عمل با آب پنیر ناشی از مایه پنیر و یا اسیدی کردن شیر به کلّی متفاوت است.

۲ـ استفاده از مایه پنیر یا آنزیم

آنزیم اساسی مایه پنیر، رنین یا کیموزین نام دارد که بر روی Kappa Casein یک عمل هیدرولیز محدود انجام می‌دهد و تعادل الکترواستاتیکی کازئین را به هم می‌زند و ایجاد لخته می‌نماید.

این کازئین همانند کازوئین قبلی، کلیه‌ی مواد معدنی کمپلکس اوّلیه را دارا بوده امّا از نظر خواص کاری به خصوص هیدراتاسیون با کازئین اوّلیه یا Native Casein متفاوت است.

در این روش آب پنیر به نام Sweet Whey معروف است و از نظر سختی در وضعیت خوبی است زیرا مواد معدنی کازئین حفظ شده است.

در این روش یکی از کازئین‌ها به نام Kappa Casein تجزیه شده و در نتیجه بار منفی بخش باقی‌مانده کاهش پیدا می‌کند. این کاهش بار، باعث می‌شود که بارهای منفی کازئین با بارهای مثبت محیط خصوصاًکلسیم یونیزه، خنثی شده و لخته تشکیل گردد.

بنابراین، تفاوت این کازئین با کازئین اولیه، همانند آنچه قبلاً گفته شد؛ این است که بخشی از Kappa Casein دیگر وجود ندارد ولی کلیه‌ی فسفر و کلسیم و منیزیم و سایر مواد در لخته باقی می‌مانند. وجود فسفات کلسیم استحکام زیادی به لخته می‌دهد و به همین دلیل لخته‌ی مایه پنیر خیلی بیش‌تر از لخته‌ی اسید می‌تواند فشار و سایر کارهای مکانیکی را که در پنیرسازی کاربرد دارد تحمل نماید.

۳ـ کازئین اسیدی یا تولید کازئین ایزوالکتریک

این نوع کازئین، همان ماده‌ای است که در صنایع کازئین سازی تولید می‌شود. در این روش با استفاده از اسیدهایی مانند: کلریدریک و فسفریک، pH شیر را به 4.6 یا کمی کم‌تر می‌رسانند. وقتی که PH شیر به ۴/۶ یعنی به نقطه‌ی ایزوالکتریک کازئین می‌رسد، کلیه‌ی بارهای منفی کازئین خنثی شده و در نتیجه بارهای همنام که همدیگر را دفع می‌کنند، کم می‌شوند. به همین علّت ذرّاتی که دائماً در حال گردش هستند می‌توانند به همدیگر ملحق شده و در ابتدا، لخته‌های کوچک و بعد لخته‌های بزرگ تولید نمایند. در این pH، شیر لخته شده و دو فازه می‌گردد. لخته یا فاز رسوبی شامل کازئین است که به آن کازئین اسیدی (Acid Casein) می‌گویند. فاز مایع آن نیز تفاوت عمده‌ای با آب پنیر شیرین دارد؛ زیرا حاوی موادّ معدنی می‌باشد که از درون ساختمان میسل‌های کازئین بیرون آمده است. این نوع آب پنیر، اوّلاً دارای موادّ معدنی بیش‌تر و در واقع سختی بیش‌تری است و به علاوه از نظر PH، Acid Whey محسوب می‌شود. این ویژگی در بهینه‌سازی آب پنیر مشکلات زیادی را ایجاد می‌کند.

در صنعت، این کازئین را شستشو می‌کنند و معمولاً آن را با سود سوزآور ترکیب کرده و بعد، آن را خشک می‌نمایند. ماده‌ی جدید یا کازئینات سدیم هم از نظر ئیدراتاسیون و هم خاصیت امولسیفایر به صورت خوبی عمل می‌نماید و منحصر به فرد می‌باشد.

پروتئین‌های محلول در سرم شیر:

پروتئین‌های محلول در سرم شیر عبارتند از، ترکیبات پروتئینی که بعد از رسوب کازئین در حضور اسید (PH=4.6) و یا رنین ، در سرم شیر باقی می‌مانند.

این پروتئین‌ها در مقایسه با کازئین دارای حالت میسل مانند نبوده ، بلکه واجد ساختمان‌های ثانویه و ثالثی هستند که موجب حساسیت‌پذیری آن‌ها نسبت به دناتوراسیون حرارتی می‌گردد.

این گروه حدود ۱۷ ٪ کل ازت شیر را تشکیل می‌دهند. از نظر ارزش بیولوژیکی و تغذیه‌ای کامل‌ترین و بهترین پروتئین‌های طبیعت محسوب شده به طوری‌که حتی ارزش بیولوژیکی آن‌ها از ارزش بیولوژیکی پروتئین‌های تخم‌مرغ بالاتر است.

پروتئین‌های آب پنیر تا زمانی که به‌وسیله حرارت، تغییر ماهیت پیدا نکند، در نقطه ایزوالکتریک خود به‌دلیل هیدروفیل بودن زیاد آنها، رسوب نمی‌کنند. پلی الکترولیت (Poly electrolytes) مثل کربوکسی متیل سلولز، معمولاً آن‌ها را رسوب می‌کند. برای جدا کردن آن‌ها از حرارت و PH، تواماً استفاده می‌گردد.

بعضی از این پروتئین‌ها در غدد پستانی سنتز می‌شوند و بعضی از خون وارد شیر می‌شوند. بتا لاکتوگلوبولین و آلفالاکتالبومین در غدد پستانی سنتز می‌شوند، در حالی که سرم آلبومین و ایمونوگلوبولین‌ها مستقیماً از خون به شیر راه می‌یابند.

انواع پروتئین‌های آب پنیر

β-لاکتوگلوبولین:

این پروتئین از لحاظ کمیت، بیشترین مقدار را در نشخوارکنندگان شامل می‌شود. در حالی که شیر انسان، فاقد این ترکیب است. این پروتئین بر خلاف اسمش به گلوبولین‌ها تعلق ندارد و جزء آلبومین‌ها است و در حرارت‌های زیاد با Kappa کازئین کمپلکس می‌دهد و عامل اصلی ایجاد طعم پخته یا Cooked flavor در شیر جوشیده می‌باشد. مقدار این پروتئین در شیر گاو ۳-۲/۷ گرم بر لیتر است که به تنهائی ۵۰ ٪ کل پروتئین‌های محلول را تشکیل می‌دهد.

β لاکتوگلوبولین ۶ نوع واریانت یا نوع ژنتیکی دارد که عبارتند از A و B و ... .

یکی از مقولات که باعث شده بعضی‌ها کاربرد پروتئین‌های آب پنیر را برای مشابه سازی فرمولاسیون با شیر مادر قبول نکنند، عدم وجود آن در شیر مادر است.

اگر شیر را حرارت دهیم انعقاد آنزیمی یا تولید پنیر آنزیمی مناسب نمی‌باشد. چرا ؟

یکی از دلایل عمده‌ای که انعقاد آنزیمی به تأخیر می‌افتد و یا ممکن است اصلاً صورت نگیرد، در این است که از حرارت بالای ۶۵ درجه‌ی سانتی گراد بتا لاکتوگلوبین دناتوره شده و با Kappa کازئین باند ۱۰۶-۱۰۵ ایجاد کمپلکس می‌کند. بدین ترتیب باندهای ۱۰۶-۱۰۵ پوشیده شده و آنزیم، دیگر نمی‌تواند قسمت غیر حساس بر کلسیم را از میسل جدا کند و انعقاد به تاخیر افتاده و اگر حرارت شدید باشد انعقاد اصلاً صورت نمی‌گیرد.

α لاکتا لبومین

حدود ۲۲ درصد پروتئین محلول را تشکیل می‌دهد و یکی از دو پروتئین تشکیل دهنده‌ی آنزیم مولا لاکتوز (سنتتاز) می‌باشد.

α-لاکتالبومین در شیر تمام گونه‌هایی که عمده‌ترین قند آن‌ها لاکتوز می‌باشد؛ مشاهده شده است. بنابر مقایسه‌ای که بر روی نمونه‌های شیر پستانداران مختلف صورت گرفته، مشخص شده است که مقدار α-لاکتالبومین به میزان لاکتوز بستگی دارد. لذا شیر انسان که از نظر لاکتوز غنی است حاوی مقدار بالای α لاکتالبومین است (۱۷٪ از کل پروتئین).

شیر اسب نیز که میزان لاکتوز بالایی دارد محتوای ۱۶/۷٪ α لاکتالبومین از کل پروتئین می‌باشد.

این پروتئین دارای یک اتم کلسیم است. پس متالوپروتئین می‌باشد و از نظر تریپتوفان غنی است. این پروتئین، دقیقاً در شیر گاو و انسان مشابه هم هستند.

سرم آلبومین:

این پروتئین شبیه سرم آلبومین خون است. میزان آن در شیر گاو حدود یک درصد پروتئین‌های محلول است در حالی که در شیر انسان حدود ۶ درصد می‌باشد.

ایمونوگلوبولین:

ایمونوگلوبولین‌ها (Ig)، گلیکوپروتئین‌های با وزن مولکولی بسیار بالا هستند که حدود ۱۲ درصد پروتئین‌های محلول را شامل می‌شوند و دارای یک بخش گلوسیدی هستند. آنتی‌بادی‌ها در این گروه هستند. ایمونوگلوبولین‌ها نسبت به حرارت حساس‌تر از بقیه‌ی پروتئین‌های آب پنیر بود،-در دماهای کمی دناتوره شده و مقدار آن‌ها در شیر حدود ۰/۶ gr/lit است. در حالی که در آغوز مقدار

آن‌ها بسیار زیاد است؛ به طوری که در اوّلین ساعت بعد از زایمان به $۸۰ gr/lit$ می‌رسد، ولی ساعت به ساعت از این میزان کم شده تا بالاخره در روز ششم به حدّ ثابت خود می‌رسد. به این دلیل بایستی به مصرف نوزاد موجود شیرده برسد تا بتواند او را در برابر بیماری‌ها مصونیت بدهد.

شیر حاوی سه دسته ایمونوگلوبولین می‌باشد.

IgG (شامل زیرگروه‌های IgG_1 و IgG_2)؛ IgA؛ IgM

IgG_1 نوع غالب در شیر گاو می‌باشد و به نظر می‌رسد که این نوع گلوبولین‌ها به طور انتخابی از سرم خون به شیر منتقل شده باشد. در کلستروم گاو، گلوبولین‌های مزبور حدود ۸۰٪ از پروتئین‌های سرم شیر را به خود اختصاص می‌دهند؛ در صورتی که در کلستروم و شیر انسان IgA نوع غالب می‌باشد.

IgM اهمّیت خاصّی در صنعت لبنی داشته و این گلوبولین به عمل خوشه‌ای شدن (Clustering) گلبول‌های چربی کمک می‌نماید.

پروتئوزپپتون:

پروتئوزپپتون‌ها حاصل هیدرولیز بتاکازئین می‌باشد. در حرارت‌های پایین بتا کازئین میسل را ترک کرده و وارد سرم شیر می‌شود به محض ورود به آن، توسط آنزیم پلاسموژن شیر هیدرولیز و به گاما کازئین و پروتئوز پپتون تبدیل می‌شود. این ترکیب مقاوم‌ترین پروتئین محلول شیر نسبت به حرارت بوده و در دمای ۹۰ تا ۱۰۰ درجه‌سانتی‌گراد و به‌دنبال آن، کاهش pH تا ۴/۷ رسوب نمی‌نمایند از سوی دیگر این مواد در مجاورت محلول ۱۲٪ اسید تری‌کلرواستیک ته‌نشین می‌شود.

لاکتوفرین (لاکتوسیدوفیلین یا لاکتوترانسفرین):

این پروتئین آهن‌دار، یکی از عمده‌ترین پروتئین‌های سرم شیر انسان به شمار می‌رود و حدود ۱۸-۱۷ برابر شیر گاو لاکتوفزین دارد. بنابراین به مقدار خیلی کم در شیر گاو وجود دارد.

لاکتوفرین، گلیکوپروتئینی با زنجیره‌ی خطّی می‌باشد که تا حدّی با Fe^{2+}، اشباع و هر مولکول آن قابلیت اتّصال با ۲ اتم آهن را دارد. قندهای مختلفی همانند گالاکتوز، مانوز، فوکوز، n-استیل گلوکز آمین و n- استیل نورامینیک اسید در ساختمان این پروتئین است.

پروتئین‌های موجود در غشاء گویچه‌ی چربی:

پروتئین‌های غشایی، گروهی از پروتئین‌ها را تشکیل می‌دهند که یک پوسته‌ی محافظتی اطراف گویچه‌های چربی ایجاد می‌کنند و اختصاصات آن‌ها شبیه پروتئین‌های موجود در پوست و مو می‌باشد. بعضی از پروتئین‌ها، لیپوپروتئین می‌باشند.

موادّ ازته‌ی غیرپروتئینی (NPN):

۷-۵٪ کلّ ازت شیر گاو را NPN تشکیل می‌دهد، در حالی که NPN در شیر انسان در حدود ۳۰٪- ۲۵٪ کلّ ازت را تشکیل می‌دهد. مواد تشکیل دهندهٔ NPN موادّ مختلف کوچکی هستند که در هیچ شرایطی رسوب نمی‌کنند. مقدار آن حدود $۱/۶ gr/lit$ است. مهم‌ترین ترکیب این گروه، اوره است و بعد از آن نوکلئوتید، اسیدهای آمینه‌ی آزاد با مقادیر متغیر می‌باشد. میزان نیترات شیر با توجّه به علوفه‌ای که به آن می‌دهند تغییر می‌کند. معذالک، میزان نیترات شیر، همواره کم‌تر از نیترات آب است. تمام اجزای NPN، به استثنای اسید اورتیک و آمونیاک، به مقدار بیش‌تری در کلستروم وجود دارد.

اگر NPN شیر استریلیزه یا جوشیده را اندازه‌گیری کنیم، ملاحظه می‌شود که درصد آن زیادتر از شیر، قبل از حرارت دادن است. علّت این امر این است که حرارت باعث می‌شود اتّصالات ضعیف و کم‌انرژی در ساختمان پروتئین‌های مختلف و قبل از همه kappa casein

شکسته شده و بخشی از آن‌ها وارد بخش NPN شیرگردد و باز به همین دلیل، شیر استریلیزاسیون به عنوان محیط کشت میکروبی بهتر است زیرا مواد ازته قابل استفاده برای میکروب‌ها را به میزان بیش‌تری در اختیار آن‌ها می‌گذارد.

لاکتوز

از نظر کمیت، لاکتوز مهم‌ترین ترکیب تشکیل دهندهٔ ماده خشک یا T.S شیر گاو است. که با میزان نمک در شیر رابطه عکس دارد. در شیر گوسفند و گاو میش، چربی، مهم‌ترین ترکیب را تشکیل می‌دهد؛ ولی در شیر مادر نیز این قند به تنهایی بیش از نصف کل مادهٔ خشک را تشکیل می‌دهد؛ به همین دلیل شیر مادر شیرین‌تر است. مقدار لاکتوز شیر گاو به طور متوسط حدود ۵۰ گرم در لیتر است. قندهای دیگر به میزان بسیار کم نیز در شیر یافت می‌شود (نظیر قندهای ازت‌دار) که دارای آثار بیولوژیکی بسیار مهمی هستند.

میزان قند شیر بر اثر عوامل مختلف می‌تواند تغییر کند:

۱- دوره شیردهی : میزان لاکتوز در روزهای اول کم و بعد زیاد می‌شود.

۲- بیماری دامی : نظیر ورم پستان، تب برفکی و بروسلوز...

لاکتوز، یک قند احیاء کننده و دی‌ساکارید است که از دو مونوساکارید گلوکز و گالاکتوز تشکیل شده است. گالاکتوز همواره به شکل β در ساختمان لاکتوز شرکت می‌کند؛ در حالی که گلوکز بر حسب ساختمان مختلف به شکل α و β هست و در شیر، همواره هر دو نوع وجود دارد. اگر گلوکز به شکل α باشد، لاکتوز را لاکتوزα می‌نامند و در غیر این صورت به آن لاکتوز β می‌گویند. این دو نوع ایزومر از نظر خصوصیات فیزیکوشیمیایی با یکدیگر اختلاف دارند.

انواع لاکتوز قابل استحصال در شیر:

۱-α لاکتوز هیدرات ۲-α لاکتوز انیدرید ۳-β لاکتوز انیدرید ۴- لاکتوز آمورف

بلورهای آلفالاکتوز هیدرات به‌صورت اشباع در حرارت ۹۳/۵ °C کریستالیزه می‌شوند. کریستال‌های آلفا هیدرات لاکتوز معمولاً به شکل منشوری یا تبرزینی هستند. بتالاکتوز در حرارت بیش از ۹۳/۵ °C کریستالیزه خواهد شد و به شکل کریستال‌های سوزنی شکل در می‌آید. اگر شیر سریع شیر خنک شود، لاکتوز آمورف به‌دست می‌آید که حاوی نسبت مساوی آلفا و بتا لاکتوز می‌باشد.

افزایش بیش از حد بلورهای α لاکتوز هیدراته منجر به پیدایش بافتی به نام بافت شنی (Sanndy texture) می‌شود که در موقع مصرف، وجود آن احساس می‌شود . بنابراین، باید سعی شود که در شیرهای غلیظ شیرین ، بستنی و یا آب پنیر کنسانتره به‌وجود نیاید. مثلاً اگر در تغلیظ ، قبل از خشک کردن آب پنیر دقت نشود و اجازه دهیم بلورهای درشت به‌وجود آیند، پودر حاصله پودر نامرغوبی خواهد شد . با افزایش غلظت و با کاهش دما نسبت لاکتوز α به β زیاد می‌شود. در هر دمایی این نسبت ثابت است؛ یعنی، نمی‌توانیم مانع شکل گیری لاکتوز α بشویم، تنها کاری که می‌توانیم انجام دهیم تقسیم بیش از حد این لاکتوز است که در نتیجه بلورهای حاصله تا حد ممکن کوچک و در حین مصرف غیر قابل احساس باشد. البته در صنایعی مانند استحصال لاکتوز از آب پنیر دقیقاً بر عکس، سعی می‌کنیم اندازه بلورها بزرگ شود که بتوانیم به کمک سانتریفوژ آن‌ها را جدا کنیم این نوع لاکتوز، بیشتر جنبه بهداشتی یا آرایشی دارد و یا در محیط‌های کشت استفاده می‌شود.

در حالت عادی لاکتوز α به‌صورت مونوهیدراته است و همراه با لاکتوز، یک مولکول آب متبلور وجود دارد، هرگاه دما از ۹۳/۵ °C (به **این دما، دمای بحرانی لاکتوز گویند)** بالاتر رود، لاکتوز α تماماً به لاکتوزβ تبدیل می‌شود. در دمای ۱۵ °C، ٪۶۲ لاکتوز β و ٪۳۸ لاکتوز α در حالت تعادل وجود دارد.

لاکتوز β بسیار محلول‌تر از لاکتوز α است و افزایش حرارت موجب تبدیل لاکتوز α به لاکتوز β می‌شود. در حالی‌که کاهش دما به صورت عکس می‌باشد.

کاراملیزاسیون لاکتوز در دمای $^{\circ}C$ ۱۵۰ با ظهور رنگ زرد شروع شده و در دمای $^{\circ}C$ ۱۷۰ قهوه‌ای می‌شود. قهوه‌ای شدن توسط لاکتوز به صورت دیگری به‌نام واکنش مایلارد نیز وجود دارد که در اثر واکنش بین اسید آمینه و لاکتوز به وجود می‌آید. در اثر این واکنش در نهایت، ترکیباتی به نام ملانوئیدین ایجاد می‌شود که بسیار احیاء کننده است و رنگ محصول را خراب می‌کند. مس و آهن این پدیده را تحریک می‌کنند؛ لذا باید در بسته‌بندی مواد حساس ، این دو فلز با غذا در تماس نباشند. این پدیده باعث تولید گاز CO_2 می‌شود در نتیجه ظرف حاوی محصول را متورم می‌کند و از طرفی با از بین رفتن اسیدهای آمینه ارزش غذایی محصول را به شدت کاهش می‌دهد.

عدم تحمل لاکتوز [۱۲]

دستگاه گوارش بعضی افراد، فاقد آنزیم لاکتاز یا β گالاکتوزیداز است. بنابراین لاکتوز بدون هیچ تغییری وارد رودهٔ بزرگ شده، در آنجا به‌وسیله میکروارگانیزم تجزیه شده و گاز کربنیک تولید شده ایجاد نفخ معده می‌نماید. در ضمن به‌علت جذب آب، لاکتوز باعث بروز دل پیچه و اسهال در انسان می‌شود که این عارضه را عدم تحمل لاکتوز گویند.

دو عامل در این عارضه مؤثر است : ۱- ژنتیک ۲- عادت نوشیدن شیر

برای افرادی که از لحاظ ژنتیکی مشکل دارند؛ اضافه کردن لاکتاز به فرآورده‌های لبنی، مثل بستنی و یا حتی شیر باعث می‌شود که لاکتوز تبدیل به گلوکز و گالاکتوز شده و محصولات Lactose Free به‌وجود آورد.

در کشورهای که عادت نوشیدن شیر وجود ندارد و شیر بعد از سنین کودکی کنار گذاشته می‌شود، خودبه‌خود استعداد بدن در ترشح آنزیم مربوطه کم می‌شود. افرادی که با این مشکل مواجه هستند؛ می‌توانند پنیر را که به کلی فاقد لاکتوز است و حتی ماستی که $\frac{1}{3}$ لاکتوز آن تبدیل به اسید لاکتیک شده مصرف نمایند.

در اثر فعالیت باکتری‌های لاکتیکی یک مولکول لاکتوز تبدیل به ۴ مولکول اسید لاکتیک می‌شود.

$$C_{12}H_{22} + H_2O \xrightarrow{\text{فعالیت باکتری‌ها لاکتیکی}} 4CH_3-CHOH-COOH$$

(لاکتوز) (اسید لاکتیک)

این پدیده در بعضی محصولات، نظیر ماست، محصولات تخمیری و حتی کره که باعث عطر و طعم می‌شود، مطلوب است ولی در بعضی مواقع مفید نمی‌باشد.

لاکتوز، حدود ۸۰ درصد ماده خشک آب پنیر را تشکیل می‌دهد. یکی از راه‌های بهینه‌سازی آن می‌تواند تولید پروتئین تک یاخته‌ای [۱۳] باشد. که با مصرف این قند توسط مخمرها، پروتئین تولید می‌شود.

لاکتوز موجود در آب پنیر و شیر می‌تواند توسط مخمرها تبدیل به الکل شود که از این خاصیت در تهیه بعضی از محصولات نظیر کفیر و کومیس استفاده می‌شود.

---

12 - Lactose Intolorance

13 - Single Cell Protein

چربی‌ها

لیپیدها در شیر به صورت لیپیدهای ساده و لیپیدهای پیچیده وجود دارند. اسید اولئیک(C_{18} :1) مهم‌ترین اسید چرب اشباع نشده شیر می‌باشد که به تنهایی ۳۰-۴۰ ٪ کل اسیدهای چرب را تشکیل می‌دهد و اسید پالمتیک(C_{16} :1) مهم‌ترین اسید چرب اشباع از لحاظ مقدار می‌باشد. یکی از اختصاصات شیر گاو، بالا بودن چهار اسید اشباع شده $C_4 - C_{10}$ می‌باشد. به‌همین دلیل اگر تقلبی در کره صورت گیرد و یا روغنی به آن اضافه شود، نسبت این اسیدها به هم می‌خورد. که با اندازه‌گیری آن می‌توان تقلب را کشف کرد.

عامل امولسیون چربیها در فاز محلول، چربی‌های پیچیده‌ای می‌باشند که فسفولیپید نام دارند. مثل: لیستین،سفالین و ... .

بتا کاروتن در چربی‌های شیر دارای وضعیت شاخص است و دارای رنگ بین زرد و قرمز است و هم‌چنین پیش ساز ویتامین A می‌باشد و از طرفی مقدار آن با شرایط تغذیه دام به‌خصوص وجود علوفه سبز در ارتباط است.

توکوفرول در چربی شیر، خاصیت آنتی اکسیدانی دارد. چربی‌ها به‌صورت گویچه در حالت امولسیون با قطری حدود ۱۲-۲ میکرون قرار دارند که قطر بیشتر از ۹۰ ٪ این گویچه‌ها بین ۵-۳ میکرون می‌باشد. این گویچه‌ها به‌وسیله یک غشاء[14] احاطه شده است و غشاءمحتوی گویچه را از گزند اکسیداسیون و لیپولیز حفظ می‌کند.

اهمیت غشا در شیر:

۱- موجب تثبیت امولسیون می‌شود.

۲- در یک‌سری از واکنش‌های تکنولوژیکی شرکت دارند.

خصوصیات غشای گویچه‌ها:

۱- تری گلسیریدها و فسفولیپیدها با نقطه ذوب بالا از جمله تشکیل‌دهندگان اساسی غشا هستند. این تری‌گلسیریدها $C_{16} - C_{18}$ هستند.

۲- غشاء، محتوی گویچه را از گزند اکسیداسیون و لیپولیز حفظ می‌کند.

۳- ۶۰٪ لستین و سفالین‌روی غشا تثبیت شده‌اند.

۴- غشا در حدود ۲٪ کل وزن چربی را تشکیل می‌دهد.

۵- پروتئین‌ها، ۴۰٪ از وزن خشک غشا را به خود اختصاص می‌دهند.

۶- غشا حاوی ویتامین‌ها خصوصاًویتامین A، بعضی از آنزیم‌ها نظیر فسفاتاز قلیایی، لیپاز، گزانتین اکسیداز و هم‌چنین فلزاتی نظیر آهن و مس می‌باشد.

۷- قسمت مرکزی گویچه از تری‌گلیسریدها تشکیل شده که اشباع و غیر اشباع می‌باشد و مواد غیر صابونی شونده نظیر ویتامین‌ها و غیره را دارا می‌باشد. تری‌گلسیریدهای غیراشباع در مرکز گویچه قرار دارند و هر چه به سمت غشاء نزدیک می‌شویم نسبت تری‌گلسیریدهای اشباع شده زیادتر می‌شود.

گویچه‌های چربی، دارای خاصیت تجمع و الحاق شدن به‌یکدیگر هستند که عامل آن ماده‌ای بنام آگلوتینین می‌باشد.

تا زمانی که این مواد فعال هستند، گویچه‌ها به‌هم جذب می‌شوند؛ در نتیجه قطر آن‌ها بیشتر می‌گردد. به همین دلیل سریع‌تر صعود می‌نمایند.

---

[14] - memberane

حرارت دادن شیر در حدی که آگلوتنین‌ها دناتوره شوند، موجب می‌شود که خاصیت تمایل به اجتماع از بین برود و به همین دلیل در صنایع شیر برای تسریع خامه‌گیری شیرتا $50^{\circ}C$ و حداکثر تا $55^{\circ}C$ گرم می‌شود و بایستی از اعمال حرارت‌هایی‌ی که موجب دناتوره شدن آگلوتنین‌ها می‌شود، خودداری نمود.

در غشاء، آهن و مس و هم‌چنین لیپاز غشایی نیز موجود است و در کنار آن‌ها آنزیم‌های گروه اکسیداز نیز وجود دارد. تا زمانی‌که تمامیت ساختمان غشاء حفظ شود، نه لیپاز، باعث تند شدن شیر است و نه مس و آهن می‌توانند باعث اکسیداسیون شوند و نه اکسیدازهای دیگر می‌توانند در جهت فوق، فعال باشند. هر عاملی که تمامیت ساختمان غشاء را بهم بزند، زمینه را برای کلیه فسادهای فوق فعال کرده است. مثلاً اگر شیر را نزدیک صفر درجه سرد کنیم، بعضی از اجزای غشاء بیشتر از اجزای دیگر منقبض شده و این وضعیت موجب ایجاد درز یا ترک در سطح غشاء گویچه می‌شود؛ در نتیجه تری‌گلیسیریدهای محافظت شده درونی می‌توانند از این درزها خارج شده و در دسترس لیپاز، کاتالیزورها و آنزیم‌های غشاء قرار گیرند. به همین دلیل، پدیدهٔ تند شدن در شیرهایی که بسیار سرد شده‌اند، بیشتر رخ می‌دهد. به همین منظور توصیه می‌شود که هرگز دمای سرد کردن به نزدیک صفر و کمتر از آن نرسد و دمای نهایی از $4^{\circ}C$ کمتر نگردد و یا شیر در این مدت خیلی زیاد نگهداری نشود. هم‌چنین نشت تری‌گلیسیریدها از طریق سوراخ‌های ایجاد شده در غشاء، می‌تواند آن‌ها را در معرض اکسیژن بخش محلول شیر قرار بدهد و چون کاتالیزورهای مس و آهن وجود دارند، فساد اکسیداتیو نیز ممکن می‌گردد. البته هرگز دو فساد فوق با هم‌دیگر بروز نمی‌نمایند.

علاوه بر سرد کردن، حرارت دادن شیر در دماهای بیش از $85^{\circ}C$ باعث می‌شود غشاء به صورت نواری اطراف گویچه کنده شود که در این حالت لیپاز غشایی دناتوره شده و فساد عمده، اکسیداسیون خواهد بود.

انواع لیپازها در شیر

۱- طبیعی: که عمدتا به غشاء متصل است.

۲- لیپاز میکروبی : که از میکروب‌ها ترشح می‌شود.

لیپاز طبیعی، در شرایط پاستوریزاسیون ۱۰۰ درصد دناتوره می‌شود. اما لیپازهای میکروبی، خصوصاً،لیپازهای ناشی از سرما دوست‌ها بویژه سودوموناس‌ها نسبت به حرارت مقاوم هستند و شرایط پاستوریزاسیون را تحمل می‌نمایند.

بنابراین، چنانچه بهداشت شیر رعایت نگردد، باعث افزایش لیپاز میکروبی در آن شده، از طرفی پاستوریزاسیون شیر باعث می‌شود که غشاء کنده شده و زمینه برای تند شدن فراهم گردد. دیده می‌شود که شیر استریلیزه و یا کره ناشی از شیرهای زمستانه یا شیرهای که مدت طولانی در سرما نگهداری شده باشند، بیشتر از شیرهای دیگر تند می‌شوند.

تجزیه چربی و تند شدن محصول، مربوط به هیدرولیز تری‌گلیسیریدها می‌باشد که منجر به آزاد شدن اسیدهای چرب، به‌خصوص اسیدهای چرب با زنجیرهٔ کوتاه می‌شود. این عمل یک واکنش آنزیمی است و همواره ناقص است. زیرا کافی است مقدار کمی اسید چرب در محیط پیدا گردد تا جلوی فعالیت بیشتر لیپاز را بگیرد.

اعمالی مانند بهم زدن شیر سرد شده، هموژنیزاسیون و تغییرات شدید دما به غشاء، صدمه وارد کرده و زمینه فعالیت لیپاز را فراهم می‌نماید .

تغذیه دام در فعالیت لیپاز مؤثر است . مثلاً در شیرهایی‌ی که به‌دنبال تغذیه دام با علوفه سبز به‌وجود می‌آید؛ عمل لیپولیز، کمتر صورت می‌گیرد؛ ولی در اواخر دورهٔ شیر دهی به‌دلیل تغذیه خاص، نسبت به لیپولیز حساس‌تر است. به همین دلیل شیرهای اواخر دورهٔ شیردهی، زودتر تند می‌شود و به همین دلیل، کرهٔ این شیرها زودتر فاسد می‌گردند زیرا لیپاز غشایی این نوع شیرها بیشتر می‌باشد.

اسیدیته بالا – pH کم – اکسیژن محلول و فلزاتی مانند مس و آهن دارای یک اثر تأخیر دهنده بر روی لیپاز می‌باشند. در حالی‌که همین عوامل، اکسیداسیون چربی‌ها را تسریع می‌کنند. به همین دلیل می‌گویند بین عمل لیپولیز و اکسیداسیون یک حالت آنتاگونیسم وجود دارد. مثلاً در محصولات تخمیری مانند ماست بسیار به‌ندرت ممکن است لیپولیز اتفاق بیفتد؛ زیرا اسیدیته بالا است و در کره‌ای که از خامه ترش به‌دست آمده است، این فساد به‌ندرت دیده می‌گردد؛

در کره‌های روستایی اکسیداسیون در سطح بالایی صورت می‌گیرد ولی عمل لیپولیز به‌ندرت صورت می‌گیرد. چون کره روستایی از ماست تهیه شده که دارای pH کم می‌باشد. اکسیداسیون، یک پدیدهٔ شیمیایی می‌باشد؛ اگرچه آنزیم‌هایی مانند لیپواکسیدازها نیز ممکن است در پیشرفت آن مؤثر باشند. اکسیداسیون چربی‌ها باعث ظهور طعم روغن ، طعم فلز و حتی طعم کاغذ و ماهی می‌شود.

عوامل مؤثر در انجام و تشدید اکسیداسیون

۱- نور: شدت اکسیداسیون با تابش UV نسبت مستقیم دارد که این امر بایستی در بسته بندی غذا به‌خصوص شیر استریلیزه ، کره و خامه در نظر گرفته شود. جنس بسته بندی نسبت به نفوذ اشعه UV باید مقاوم باشد یا نفوذپذیری نداشته باشد. هم‌چنین فلزات سنگین خصوصاًمس، بسیار فعالند و قلع و آلومنیم غیر فعالند لذا از ورقه‌های آلومینیومی برای بسته بندی کره استفاده می‌شود.

۲-pH پایین، اکسیداسیون را تشدید می‌کند. به همین دلیل کره ناشی از خامه ترش زودتر اکسیده می‌شود.

۳- اکسیژن محلول هرچه بیشتر باشد اکسیداسیون تشدید می‌شود؛ بنابراین سرما چون اکسیژن محلول را افزایش می‌دهد در جهت تشدید اکسیداسیون عمل می‌کند.

در محصولات شیری، مانند کره، عواملی دیگری از قبیل قطرات ذرات پخش شده در بستر چربی بسیار مهم است؛ زیرا اگر ذرات آب طوری در بافت چربی پخش شوند که *اندازه آن‌ها از ۷ میکرون خصوصاً۵ میکرون کمتر باشد* میکروب‌ها نمی‌توانند تکثیر پیدا کنند و اصولاً اکسیداسیون به سادگی اتفاق نمی‌افتد.

وجود نمک طعام نیز در جهت اکسیداسیون عمل می‌نماید زیرا کرهٔ شور زودتر از کرهٔ غیر شور متحمل اکسیداسیون می‌شود. یکی دیگر از راه‌های جلوگیری از اکسیداسیون، حرارت دادن شیر در درجه حرارت‌هایی است که بتواند لیپواکسیدازها را دناتوره نماید که در این صورت می‌تواند مانع عمل آن‌ها گردد.

• روش‌های سنجش چربی

۱- وزنی ۲- حجمی ۳- طیفی

در روش‌های حجمی، قسمت غیر چرب در اسیدسولفوریک حل می‌شود که پس از سانتریفوژ کردن در ستون مندرجی اندازه‌گیری می‌شود که در آزمایشگاه این کار به سرعت انجام می‌پذیرد. مانند روش ژربر (۱۱ میلی لیتر شیر + ۱۰ میلی‌لیتر اسیدسولفوریک + ۱ سی‌سی الکل آمیلیک)

روش‌های وزنی معمولاً دقیق‌ترین روش‌ها هستند. در این روش‌ها، از یک ماده حلال چربی استفاده می‌شود. این روش، بیشتر برای کارهای تحقیقاتی انجام می‌گیرد. از جمله این روش‌ها می‌توان روش‌های رُز-گوتلیب و آدام مایر را نام برد.

در روش رُز-گوتلیب، آمونیاک به شیر اضافه می‌شود که این محلول باعث از بین بردن غشاء چربی می‌شود و بعد از آن الکل اتیلیک اضافه می‌کنند که باعث حل شدن فسفولیپیدها می‌گردد. بعد از این مواد، به ترتیب، ترکیباتی نظیر اتر اتیلیک و اتر پترولیوم اضافه می‌شوند که باعث حل شدن چربی می‌شوند. سپس ماده چرب جدا می‌شود و نهایتاً بر روی آن عمل تبخیر شدن را انجام می‌دهند و چربی را وزن می‌کنند.

در روش‌های طیفی مانند میلکو تستر (Milko-tester MKII) ازاصول اسپکتروفتومتری استفاده می‌شود که نور حاصله توسط یک فتوسل سنجش می‌شود. ولی اگر بخواهیم علاوه بر چربی ، پروتئین و مواد دیگر را تعیین کنیم از میلکو اسکن استفاده می‌کنیم که نور تابیده شده در این دستگاه، مادون قرمز می‌باشد. در نهایت، بایستی گفته شود که مرسوم‌ترین روش اندازه‌گیری چربی، ژربر می‌باشد و دقیق‌ترین روش رُز-گوتلیب است.

آنزیم‌های شیر

شیر به عنوان یک منبع واقعی زنده دارای آنزیم‌های زیادی است و دارای دو نوع آنزیم است : *آنزیم‌های طبیعی و آنزیم‌های میکروبی*

لیپاز شیر

لیپاز نسبت به فلزات سنگین به‌خصوص مس، حساس است و نسبت به نمک نیز حساس است به همین دلیل در فرآیندهای شیر که نمک به آن‌ها اضافه می‌شود، این آنزیم فعالیت چندانی ندارد. لیپازهای طبیعی شیر در اثر فرآیند پاستوریزاسیون از بین می‌روند.

پروتئاز

پروتئازهای طبیعی شیر دارای فعالیت بسیار پایینی در شیر هستند، ولی در برابر حرارت بسیار مقاوم‌تر از لیپازها هستند. پروتئاز میکروبی گونه‌ای از سودوموناس‌ها حتی شرایط استریلیزاسیون را تحمل می‌کنند و می‌توانند بعدها با تجزیهٔ پروتئین‌ها به‌خصوص کاپا کازئین‌ها، موجبات انعقاد شیر را فراهم سازند. به همین دلیل نگهداری بیش از حد شیر در سرما توصیه نمی‌شود.

فسفاتاز قلیایی

فسفاتاز قلیایی به غشای چربی‌ها متصل است که یک آنزیم گلیکوپروتئین می‌باشد و به خاطر وجود یک اتم روی، در آن متالوپروتئین نیز می‌باشد. این آنزیم در تمام شیرهای خام وجود دارد. اگر در شیر پاستوریزه تست فسفاتاز قلیایی منفی باشد، می‌توان نتیجه‌گیری کرد که شرایط پاستوریزاسیون به هدف خود رسیده است؛ ولی به خاطر ترشح این آنزیم توسط میکروب‌ها این تست فقط برای چند ساعت بعد از پاستوریزاسیون با ارزش است.

در مورد آنزیم فسفاتاز قلیایی، فعالیت مجدد آنزیم وجود دارد یعنی آنزیم غیر فعال شده، دوباره فعال شده و آزمایش مثبت می‌گردد این امر به‌خصوص در مورد خامه بسیار صادق است.

گزانتین اکسیداز

گزانتین اکسیداز (OX)، مقاومت حرارتی بیشتری از فسفاتاز قلیایی ولی کمتر از پراکسیداز دارد. این آنزیم در تشکیل سوپراکسید نقش داشته و موجب شروع اکسیداسیون چربی‌های غیر اشباع می‌شود.

گزانتین اکسیداز، در پنیرهایی که به آن‌ها نیترات اضافه شده است، عامل مهمی در تبدیل نیترات به نیتریت به شمار می‌رود. این آنزیم، حرارت پاستوریزاسیون را تحمل می‌کند.

لاکتوپراکسیداز

یک متالوپروتئین می‌باشد و به راحتی شرایط پاستوریزاسیون را تحمل می‌کند. بنابراین، در شیرهای پاستوریزاسیون نبایستی وجود داشته باشد و اگر به‌طور کامل نابود شده باشد، می‌توان نتیجه‌گیری کرد که شرایط پاستوریزاسیون به خوبی صورت گرفته است.

این آنزیم از لحاظ کمی مهم‌ترین آنزیم است و حدوداً ۱٪ سرم پروتئین شیر را آنزیم‌های پراکسیداز تشکیل می‌دهد. این آنزیم، اکسیژن را از هیدروژن پراکسید (H_2O_2) برداشته و به موادی که زود اکسیده می‌شوند، منتقل می‌کند.
آنزیم پراکسیداز، ممکن است اکسیداسیون چربی‌ها را کاتالیزور کند و هم‌چنین قادر به ممانعت از رشد باکتریها در شیر می‌باشد.

کاتالاز

با افزودن آب اکسیژنه (H_2O_2) به شیر تمام میکروب‌ها به‌جز میکروب‌های ترشح کننده کاتالاز، غیر فعال می‌شوند. این آنزیم H_2O_2 را تبدیل به آب و اکسیژن می‌کند که با تعیین مقدار اکسیژنی که آنزیم می‌تواند از شیر خارج کند، مقدار کاتالاز شیر تخمین زده می‌شود.
آنزیم کاتالاز شیر در پاستوریزاسیون سریع Flash ،غیر فعال می‌شود ولی در فرآیند HTST فعال باقی می‌ماند.

لیزوزیم

این آنزیم میکروب کش بر روی باکتری‌های گرم مثبت تأثیر بیشتری نسبت به گرم منفی‌ها دارد و مقدار آن در شیر انسان ۳۰۰۰ برابر شیر گاو است. پاستوریزاسیون، این آنزیم را به‌طور نسبی از بین می‌برد. این آنزیم در هضم کازئین به دستگاه گوارش کمک می‌کند و در مورد نوزادن وجود آن بسیار مفید است.

سولفیدریل اکسیداز

این آنزیم نقش مهمی در خنثی کردن اکسیداسیون چربی‌ها و نیز کاهش طعم پختْ در شیر حرارت دیده از خود بروز می‌دهد.

سوپر اکسید دیسموتاز

این آنزیم بر خلاف پاستوریزاسیون HTST، در پاستوریزاسیون Flash غیر فعال می‌شود. سوپر اکسید دیسموتاز، از طریق کاهش سوپر اکسید، عمل اکسیداسیون چربی را خنثی می‌کند.

ویتامین‌های شیر

۱- ویتامین‌های محلول در چربی

الف - ویتامین A

این ویتامین در شیر دامهای تغذیه شده با علوفه سبز بیشتر است. البته، بتاکاروتن آن زیاد می‌شود که این ترکیب بر رنگ شیر اثر دارد و باعث تغییر رنگ شیر متمایل به زرد می‌شود.

این ویتامین، نسبت به حرارت، مقاوم است و فرآیندهای حرارتی متعددی را تحمل می‌کند، ولی نسبت به اکسیژن حساس است؛ که این مسئله، اهمیت هواگیری در شیر را روشن می‌سازد و مشخص می‌شود اگر در شیری میزان اکسیژن محلول بیشتر باشد، نابودی ویتامین A بیشتر است.

ب – ویتامین D

این ویتامین نسبت به حرارت، مقاوم است و در حضور کلسیم و فسفر نقش مهمی در جهت جلوگیری از پوکی استخوان به عهده دارد. ویتامین A و D را معمولاً به شیر اضافه می‌کنند. این ویتامین‌ها به‌خصوص ویتامین D ، به مقدار کم در شیر وجود دارند و نیاز روزانه بدن انسان را تأمین نمی‌کنند. این ویتامین‌ها همراه با روغن نارگیل[15] و یا به‌صورت پالمیتات در پودر شیر خشک، قبل یا بعد از خشک کردن شیر (با چربی کم یا بدون چربی) به شیر خشک اضافه می‌شوند. می‌توان با افزودن مستقیم ارگوسترول اشعه داده شده به شیر، مقدار این ویتامین را نیز اضافه کرد. هم‌چنین با افزودن مخمر رشد داده شده و یا روغن ماهی حاوی ویتامین D به جیره غذایی گاو شیرده، می‌توان شیر گاو را غنی از ویتامین D نمود.

ث – ویتامین E

این ویتامین آنتی‌اکسیدان است و به همین دلیل در شیر خشک پرچرب می‌تواند نقش حمایت کنندگی داشته باشد.

ت – ویتامین K

شیر از این نظر غنی نیست و میزان آن، به پارامترهایی نظیر فصل، نژاد، دورهٔ شیر دهی، ... بستگی دارد و متغیر می‌باشد.

۲- ویتامین‌های محلول در آب

الف – ویتامین B1

این ویتامین، دمای پاستوریزاسیون را تحمل می‌کند و از جملهٔ ویتامین‌هایی است که به‌عنوان مبنای تأثیر فرآیندهای حرارتی نه تنها در مورد شیر بلکه در مورد بسیاری از غذاها مورد استفاده قرار می‌گیرد.

---

[15] - Coco nut Oil

ب – ویتامین B2

شیر از این نظر منبع خوبی است که نسبت به نور حساس است ولی نسبت به حرارت مقاوم می‌باشد و تا حدود ۹۰ درصد آن، حرارت استریلیزاسیون را تحمل می‌کند.

ویتامین B2 یا ریبوفلاوین که منبع اصلی آن شیر و یا آب پنیر است باعث رنگ زرد مایل به سبز آب پنیر می‌شود.

ت – ویتامین B12

این ویتامین در حضور اکسیژن نسبت به حرارت حساس است و استریلیزاسیون، ۹۰ درصد آن‌را از بین می‌برد. در حالی که پاستوریزاسیون ۱۰ درصد آن‌را از بین می‌برد. این ویتامین در شیر متصل به پروتئین است.

ث – ویتامین C

این ویتامین نسبت به حرارت به‌خصوص در حضور اکسیژن حساس است و در شیرهای فرآیند نده بخش عمده و یا تمام آن از بین می‌رود و هر چه اکسیژن بیشتر باشد در برابر دماهای ملایم هم حساس‌تر است. نابودی این ویتامین لطمهٔ چندانی به ارزش شیرهای فرآیند شده نمی‌زند، زیرا شیر، منبع اصلی این ویتامین محسوب نمی‌شود.

تخمیر شیر در حفظ این ویتامین کمک می‌کند زیرا pH کم شده و قسمت اعظم اکسیژن محلول از بین می‌رود. اضافه کردن ویتامین C به شیر از اکسایش چربی جلوگیری می‌کند.

	A	B1	B2	C	D
شیر کامل (غیر پاستوریزه)	+	+	+	+	+
شیر بدون چربی	-	+	+	+	-
دوغ کره	-	+	+	+	-
آب پنیر	-	+	+	+	-
خامه	+	-	-	-	+
کره	+	-	-	-	+
پنیر	+	+	+	-	+

عناصر، املاح و نمک‌های شیر

برای اندازه‌گیری این گروه از ترکیبات شیر، معمولاً با تولید خاکستر، مقدار آن را اندازه‌گیری می‌کنند.

مقدار املاح در شیر طبیعی گاو از یک درصد کمتر است و حدود ۹/۵ – ۹ گرم در لیتر است.

مواد معدنی در شیر حدود ۷/۵ – ۷ گرم در لیتر می‌باشد و در بقیه موارد به شکل ارگانیک مثلاً در ساختمان پروتئین شرکت می‌کنند.

املاح شیر در دو گروه قرار دارند ۱- املاح عمده ۲- املاح جزئی[۱۶]

از جمله **املاح عمده**، می‌توان پتاسیم را نام برد که از لحاظ کمی بیشترین مقدار را دارا می‌باشد. کلسیم از لحاظ کمی در درجه دوم قرار دارد و بعد از آن‌ها کلر ، فسفر، سدیم، و منیزیم قرار می‌گیرند.

---

[16] -Trace Element

بر اساس قرار داد اسید سیتریک را نیز در این گروه طبقه‌بندی می‌کنند. اسید سیتریک در تغذیه میکروب‌های لاکتیکی نقش مهمی دارد.

کلسیم شیر گاو تقریباً ۴ برابر انسان است و رابطهٔ خاصی بین میزان مواد معدنی در شیر و رشد نوزاد وجود دارد.

املاح جزیی بر حسب تغذیه و نوع دام، بسیار متغیر هستند و از این میان می‌توان آلومینیوم، برم، روی، منگنز، مولیبدن، سلنیم، استرانسیم، آهن و مس را نام برد.

عواملی که بر روی نوسانات املاح در شیر مؤثر هستند عبارتند از:

۱- نژاد ۲- دورهٔ شیردهی ۳- تغذیه ۴- فصول مختلف ۵- آلودگی‌های میکروبی ۶- بیماری‌های دامی

از نظر **نژاد**، مثلاً شیر انسان از نظر املاح فقیر تر از شیر گاو است در حالی‌که شیر گاو و بز، از نظر دارا بودن املاح عمده مشابه می‌باشند.

مقدار املاح در رابطه با **دورهٔ شیر دهی** در ابتدای دوره، (آغوز) با شیر معمولی متفاوت می‌باشد ولی بعد از دو هفته ترکیبات املاح به حال طبیعی خود بر می‌گردد. در اواخر دورهٔ شیردهی، دوباره تعادل املاح به‌هم می‌خورد و به همین دلیل معتقدند که شیر اواخر دورهٔ شیر دهی، برای پنیر سازی مناسب نیست و مقدار سدیم در اواخر این دوره زیاد است.

تغذیه بر روی املاح خصوصاًکلسیم و فسفر تأثیری ندارد و میزان این دو عنصر، شدیداً وابسته به مقدار پروتئین است.

در رابطه با **فصل‌های مختلف** بایستی گفته شود که از اواخر تابستان مقدار املاح، به‌خصوص، سیترات کاهش می‌یابد و دوباره از اوایل بهار افزایش می‌یابد و به حالت طبیعی خود می‌رسد و در واقع تغییر فصول یک تغییر جزیی به‌خصوص روی سیترات دارد.

در اینجا بایستی گفته شود علاوه بر نقش تغذیه‌ای عناصر شیر، برخی از آن‌ها به‌خصوص کلسیم و فسفر در خواص تکنولوژیکی شیر حایز اهمیت هستند.

نکته مهم در مورد کلسیم، این است که ۱۱ درصد کل کلسیم به شکل یون وجود دارد و این بخش اهمیت زیادی در سرعت انعقاد شیر دارد مثلاً شیری را که پاستوریزه می‌کنند نسبت Ca یونیزه آن کاهش می‌یابد و این عمل باعث می‌شود که بعد از عمل زدن مایه پنیر، مدت زیادی صرف شکل‌گیری لخته شود. استانداردها اجازه می‌دهند به ازای هر ۱۰۰ کیلوگرم شیر پاستوریزه، حداکثر ۱۵ گرم در لیتر کلرورکلسیم اضافه کنند. با این کار کلسیم اضافه شده جایگزین کلسیم یونیزه از بین رفته شده و مدت انعقاد اصلاح می‌گردد. کاربرد بیش از حد این ماده، هم تلخی و هم چروکیدگی را در سطح پنیر ایجاد می‌کند.

اگر شیری به‌طور طبیعی از نظر کلسیم یونیزه و کلوییدی بالاتر باشد، لخته منسجمی با افت کم، تولید می‌شود؛ به این دلیل باید اشکال مختلف کلسیم شیر، به‌خصوص در کارخانه پنیر سازی اندازه‌گیری شود.

معمولاً در حالت نرمال، یک حالت تعادل بین فرم یونی کلسیم و منیزیم با فرم کمپلکس کلوییدی این عناصر در شیر وجود دارد که همین باعث ثبات خصوصیات فیزیکوشیمیایی شیر می‌شود. بعبارت دیگر تعادل یا توازن یونی – نمکی در شیر و فرآورده‌ها، عبارت است از، تعادل بین فسفات‌ها و سیترات‌ها با فرم‌های یونی کلسیم و منیزیم (Ca^{2+} و Mg^{2+}) در شیر که با زیاد کردن غلظت فسفات‌ها و سیترات‌ها در شیر باعث ثبات شیر و با زیاد نمودن غلظت یون‌های منیزیم و کلسیم در شیر باعث بی‌ثباتی شیر شده که نهایتاً به رسوب کردن می‌انجامد.

عواملی که بر تعادل املاح مؤثر هستند عبارتند از:

۱- حرارت

شیری که دوشیده می‌شود، در ابتدا دمای ۳۷ درجه‌سانتی‌گراد را دارا می‌باشد. در دماهای بالاتر از آن املاح محلول به صورت کلوییدی در می‌آیند (به‌خصوص کلسیم) و در حرارت‌های کمتر از ۶ درجه املاح از حالت کلوییدی به صورت محلول در می‌آید.

۲- گاز CO2

خروج گاز CO_2 از شیر بر درجه pH اثر دارد و درجه pH شیر روی تعادل املاح اثر دارد.

۳- اسیدیته

در صورتی‌که درجه pH طبیعی شیر تغییر کند به‌تدریج کلسیم و فسفر کلوییدی به‌صورت محلول در می‌آید. از pH ۵/۲ به پایین‌تر تقریباً تمام کلسیم کلوییدی به صورت محلول، وارد سرم شیر می‌شود.

۴- تغلیظ شیر

برخی املاح در شیر نمی‌توانند به‌صورت محلول در شیر وجود داشته باشند، بلکه با کازئین بصورت کلوییدی می‌باشند.
با تغلیظ شیر، املاحی که به صورت محلول هستند؛ می‌توانند به‌صورت کلوییدی درآیند و حتی ممکن است غلظت آن‌ها به حدی افزایش یابد که رسوب کنند.

گاز شیر

در کنار ترکیبات معدنی عمده و جزیی شیر، گازها هم وجود دارند که برخی از مؤلفین، آن‌ها را به عنوان فاز چهارم شیر به حساب آورده‌اند.
بعد از دوشیدن شیر، حدود ۸ درصد حجم شیر را گاز تشکیل می‌دهد؛ که ۶/۵ درصد آن CO_2 است و بعدها در اثر تماس با اتمسفر میزان CO_2 کم شده و در حد ۴ درصد تثبیت می‌شود. در عوض مقدار اکسیژن، زیاد می‌شود که افزایش اکسیژن احتمال اکسید شدن ویتامین‌ها و چربی‌ها را بیشتر می‌کند؛ به همین دلیل در بسیاری از کارخانجات بخشی به نام Deaeration در قالب دستگاهی به نام Deaerator وجود دارد که اکسیژن را جدا می‌کند. در صورتی که شیر را در ظروف باز پاستوریزه کنند، CO_2 منبسط شده و خارج می‌شود که باعث افزایش pH شیر می‌گردد. این امر در تهیهٔ ماست مشکل ایجاد می‌کند و می‌بایستی در فرآیند حرارتی، CO_2 را حفظ نمایند؛ به همین دلیل سیستم‌های بسته برای این کار مطلوب‌تر می‌باشد. در کنار دو گاز طبیعی CO_2 و O_2 ممکن است در اثر پختن و گندیدن شیر، گازهای دیگری مثل SH_2 و NH_3 تولید شوند که البته تولید NH_3 مربوط به آخرین مرحله فساد میکروبی شیر است.

سئوالات چهارگزینه‌ای

۱ ـ حساس‌ترین پروتئین شیر در برابر حرارت کدام است؟

۱) کاپاکازئین ۲) بتالاکتوگلوبولین ۳) ایمونوگلوبولین ۴) آلفاکازئین

۲ ـ در واکنش اختصاصی آنزیم اصلی مایه پنیر در فرآیند انعقاد چه کازئینی هیدرولیز می‌شود؟

۱) آلفا ۲) کاپا ۳) گاما ۴) بتا

۳ ـ کدام شکل لاکتوز نسبت به رطوبت حساس‌تر است؟

۱) بتای آب‌دار ۲) آلفای آب‌دار ۳) بتای بدون آب ۴) آلفای بدون آب

۴ ـ بافت شنی در شیر غلیظ و بستنی به چه علت به‌وجود می‌آید؟

۱) به علت شکل‌گیری بلورهای درشت لاکتوز آبدار
۲) به علت تولید بلورهای لاکتوز بتا
۳) به علت افزایش نسبت کازئین به لاکتوز
۴) به علت افزایش نسبت لاکتوز بتا به لاکتوز آلفا

۵ ـ از نظر غذایی شیر از چه لحاظ دارای کمبود است؟

۱) آهن ۲) کلسیم ۳) فسفر ۴) ویتامین‌های محلول در چربی

۶ ـ درشت‌ترین ذرات تشکیل‌دهنده فاز شیر کدام است؟

۱) کازئین‌ها ۲) پروتئین‌های محلول ۳) گویچه‌های چربی ۴) بلورهای درشت لاکتوز

۷ ـ از نظر کمی، مهم‌ترین ترکیب در شیر و در آب پنیر کدام است؟

۱) در شیر چربی ـ در آب پنیر پروتئین‌های محلول
۲) در شیر مواد پروتئینی ـ در آب پنیر لاکتوز
۳) در شیر لاکتوز ـ در آب پنیر پروتئین‌های محلول
۴) در شیر لاکتوز ـ درآب پنیر لاکتوز

۸ ـ از لحاظ کمی کدام‌یک از آنزیم‌های زیر مهم‌ترین می‌باشد؟

۱) لاکتوز پراکسیداز ۲) فسفاتاز قلیایی ۳) گزانتین اکسیداز ۴) کاتالاز

۹ ـ کدام جمله زیر در مورد آنزیم لیزوزیم شیر صحیح نیست.

۱) در هضم کازئین به دستگاه گوارش کمک می‌کند.
۲) بر روی باکتری‌های گرم مثبت تأثیر دارد و باعث تجزیه و قطع اتصالات در ساختمان برخی قندهای ازت‌دار غشاء میکروب‌ها می‌شود.
۳) پاستوریزاسیون آن‌را به‌طور کامل از بین می‌برد.
۴) پیشنهاد می‌شود که این انزیم در تولید شیرخشک نوزاد استفاده می‌شود و در مورد نوزادان زودرس وجود آن از کاهش وزن و ظهور بیماری‌های عفونی جلوگیری می‌کند.

۱۰ ـ مقدار کدام‌یک از لیپیدها بیشتر است؟

۱) لیپید ساده ۲) لیپید پیچیده ۳) مواد غیر صابونی شونده ۴) لیپیدهای مخلوط

۱۱ ـ چرا کره تهیه شده از شیرهای اواخر دورهٔ شیردهی که در سرما نگهداری شده‌اند دارای خواص مطلوبی نیستند؟

۱) به علت لیپولیز چربی توسط لیپاز
۲) به علت پروتئولیز پروتئین‌های توسط پروتئاز
۳) به علت گلیکولیز قندها توسط لاکتاز
۴) به علت فعال شدن لیپاز ناشی از E. coli

۱۲ ـ مهم‌ترین فازهای شیر برای هر کدام از محصولات کره و پنیر و هم‌چنین فرآیند هموژینزاسیون را به ترتیب مشخص کنید؟

۱) امولسیون، سوسپانسیون، سوسپانسیون
۲) سوسپانیون، امولسیون، امولسیون
۳) امولسیون، سوسپانسیون، امولسیون
۴) امولسیون، امولسیون، سوسپانسیون

۱۳ ـ کربوهیدرات (گلوسید) در کدام کازئین وجود دارد؟

۱) بتا ۲) کاپا ۳) αs_1 ۴) αs_2

۱۴ ـ مقاوم‌ترین کازئین در برابر یون کلسیم کدام است؟

۱) آلفا ۲) بتا ۳) کاپا ۴) گاما

۱۵ ـ ایمونوگلوبولین مؤثر در ایجاد خوشه‌ای شدن گویچه‌های چوبی Cluster Forming در شیر کدام است؟

۱) IgM ۲) IgG_2 ۳) IgA ۴) IgG_1

۱۶ ـ پروتئین‌های محلول آب پنیر چند درصد مواد ازته را تشکیل می‌دهد؟

۱) 16 ۲) 20 ۳) 30 ۴) 40

۱۷ ـ با افزودن کدام‌یک و حرارت دادن می‌توان پروتئین‌های آب پنیر را رسوب داد؟

۱) اسید لاکتیک ۲) آنزیم رنین ۳) آنزیم فسفاتاز ۴) آنزیم لیپاز

۱۸ ـ کدام پروتئین در شیر بیشتر است؟

۱) الفاکازئین ۲) آلفالاکتالبومین ۳) سرم آلبومین ۴) کاپاکازئین

۱۹ ـ مهم‌ترین ماده تشکیل دهنده ماده خشک آب پنیر چیست؟

۱) چربی ۲) کازئین ۳) لاکتوز ۴) مواد معدنی

۲۰ ـ کدام موارد مستقیماً در تغییرات نقطه انجماد شیر مؤثر هستند؟

۱) پروتئین‌ها و املاح
۲) لاکتوز و املاح
۳) لاکتوز و چربی
۴) لاکتوز، پروتئین، چربی و املاح

۲۱ ـ ترکیب آغوز از نظر کدام ماده بسیار غنی‌تر است؟

۱) کازئین‌ها ۲) چربی‌ها ۳) ایمونوگلوبولین‌ها ۴) مواد معدنی کلوییدی

۲۲ ـ آنزیم اصلی مایه پنیر چیست؟

۱) pepsin ۲) chymosin ۳) protease ۴) Lipase

۲۳ ـ کدام‌یک از اسیدهای آمینه در شکل‌گیری بار الکتریکی کازئین شیر مؤثر است؟

۱) لیزین ۲) اسیدگلوتامیک ۳) اولئیک ۴) والین

۲۴ ـ مهم‌ترین پروتئین شیر و آب پنیر به ترتیب عبارتند از:

۱) α لاکتالبومین ـ کازئین‌ها
۲) کازئین α_s ـ کازئین ماکرو پپتید
۳) کازئین α_s ـ بتالاگلوبولین
۴) بتالاکتوگلوبولین ـ کازئین و ماکروپتپید

۲۵ ـ در شیر جوشیده چه کمپلکسی تشکیل می‌گردد؟

۱) کاپاکازئین ـ آلفا کازئین
۲) کاپاکازئین ـ بتا لاکتوگلوبولین
۳) بتالاکتوگلوبولین ـ آلفا لاکتولبومین
۴) آلفا لاکتالبومین ـ پروتئوزپتون

۲۶ ـ کازئین اسیدی واجد چه ویژگی می‌باشد؟

۱) مواد معدنی خود را از دست می‌دهد.
۲) بخش کازئین بتا را از دست می‌دهد.
۳) کلسیم یونیزه خود را از دست می‌ده.
۴) یک ماکروپپتید از آن جدا می‌شود.

۲۷ ـ PH و اسیدیته شیر تازه به ترتیب عبارتند از:

۱) 6.3 – 18 درجه دورنیک ۲) 12-4.6 درجه دورنیک ۳) 6.5- 17 درجه دورنیک ۴) 7.5-6.6 درجه دورنیک

۲۸ ـ مهم‌ترین اسید چرب چربی‌های شیر کدام است؟

۱) استئاریک ۲) اسید اولئیک ۳) پالمتیک ۴) اسید بوتیریک

۲۹ ـ در طول دورهٔ شیردهی (lactation) تغییرات کدام‌یک از ترکیبات شیر در یک جهت تحول پیدا می‌کند؟

۱) چربی‌ها و لاکتوز ۲) کلسیم، سدیم و پتاسیم ۳) چربی‌ها و مواد ازته ۴) چربی‌ها و لیپاز غشایی

۳۰ ـ مسئول امولسیون چربی‌های شیر کدام است؟

۱) ایمونوگلوبولین‌ها ۲) تری‌گلیسیریدها ۳) مونوگلیسرید ۴) فسفولیپیدها

۳۱ ـ در انعقاد لاکتیکی شیر، چه ترکیبی تغییر می‌کند؟

۱) کاپاکازئین ۲) چربی‌ها ۳) لاکتوز ۴) آلفا کازئین

۳۲ ـ کدام‌یک از آنزیم‌های زیر در کاهش طعم پخت شیر نقش دارد؟

۱) سوپراکسید دیسموتاز ۲) گزانتین اکسیداز ۳) پراکسیداز ۴) سولفیدریل اکسیداز

۳۳ ـ کدام‌یک از ترکیبات شیر گاو بیشتر از شیر زن می‌باشد؟

۱) NPN ۲) سیستئین ۳) لاکتوز ۴) املاح

۳۴ ـ میزان املاح در شیر گاو چند درصد است؟

۱) 9.5-9 درصد ۲) 7 درصد ۳) کمتر از 1% ۴) کمتر از 0.25%

۳۵ ـ کدام‌یک از ویتامین‌های زیر در دوغ کره وجود ندارد؟

۱) A ۲) B_1 ۳) B_2 ۴) C

۳۶ ـ کدام‌یک از ویتامین‌های زیر در کره وجود دارد؟

۱) D ۲) B_1 ۳) B_2 ۴) C

۳۷ ـ کدام‌یک از ترکیبات زیر باعث شده که فشار اسمزی شیر نزدیک فشار اسمزی خون باشد؟

۱) لاکتوز و املاح ۲) لاکتوز و چربی‌ها ۳) املاح و پروتئین‌ها ۴) چربی‌ها و پروئتین‌ها

۳۸ ـ با کدام فرایند زیر پروتئین‌های آب پنیر را می‌توان رسوب داد؟

۱) حرارت دادن و افزودن آنزیم رنین
۲) حرارت دادن و افزودن آنزیم فسفاتاز
۳) حرارت دادن و افزودن اسید لاکتیک
۴) حرارت دادن و افزودن نمک نیترات با فسفات

۳۹ ـ در دامنه درجه حرارت 80 درجه سانتی‌گراد در شیر خاصیت آنتی اکسیدانی ایجاد می‌شود. دلیل آن‌را مشخص نماید؟

۱) تخریب آنزیم لیپاز
۲) ایجاد گروه‌های سولفیدریل
۳) تغییرات PH
۴) تغییر بر روی ذرات چربی

۴۰ ـ در شیرخام تازه دو شیده شده، معمولاً کدام اسید آلی دارای غلظت بیشتری است؟

۱) استیک ۲) سیتریک ۳) کربنیک ۴) لاکتیک

۳-۱	۲-۲	۲-۳	۱-۴	۱-۵	۳-۶	۴-۷	۱-۸
۳-۹	۱-۱۰	۱-۱۱	۳-۱۲	۲-۱۳	۳-۱۴	۱-۱۵	۱-۱۶
۱-۱۷	۱-۱۸	۳-۱۹	۲-۲۰	۳-۲۱	۲-۲۲	۲-۲۳	۳-۲۴
۲-۲۵	۱-۲۶	۳-۲۷	۲-۲۸	۳-۲۹	۴-۳۰	۳-۳۱	۴-۳۲
۴-۳۳	۳-۳۴	۱-۳۵	۱-۳۶	۱-۳۷	۳-۳۸	۲-۳۹	۲-۴۰

دوشیدن، بهداشت و جمع‌آوری

شیری که از غدد پستانی خارج می‌شود دمای آن بالاست. از طرفی دارای تمامیٔ مواد مغذی مورد نیاز میکروب‌ها می‌باشد؛ لذا بایستی خیلی سریع سرد شود؛ در غیر این‌صورت میکروب‌ها در آن رشد می‌کنند و به سرعت شیر را فاسد می‌کنند.

نکاتی در مورد دوشش شیر بایستی توجه شود نظیر:

۱- دوشیدن بایستی قبل از غیرفعال شدن هورمون اکسی‌توسین خاتمه یابد.

۲- دوشیدن بایستی کامل باشد، زیرا در غیر این صورت کیفیت و کمیت شیر پایین می‌آید(در صورت عدم دوشش کامل).

۳- دوشیدن باید بدون درد باشد زیرا زمان ذخیره شیر در پستان را بالا می‌برد.

۵- در صورت دوشیدن حیوان به‌صورت دستی بایستی حیوان تغذیه نکند و یا علوفه جابه‌جا نشود؛ زیرا میزان اسپور موجود در هوا زیاد می‌شود.

۶- تغذیه دام با علوفه بودار نظیر شلغم ، چغندرقند و ... نبایستی صورت گیرد؛ زیرا باعث می‌شود شیر از لحاظ بو، غیرعادی و نامطبوع گردد.

وسایل شیردوشی چه به صورت دستی و چه به صورت ماشین شیردوشی، همیشه می‌توانند بیشترین میکروب را به شیر منتقل کنند.

شیر قبل از خاتمه یافتن فاز باکتریوسید، بایستی به دمای 4^{0C} برسد. در این صورت، فقط سایکروفیل‌ها رشد می‌نمایند و مزوفیل‌ها و ترموفیل‌ها قادر به رشد نیستند. از طرفی سایکروفیل‌ها هم می‌توانند تولید آنزیم لیپاز و پروتئاز مقاوم به حرارت نمایند. که در این صورت وقتی شیر را حرارتی می‌دهند. میکروارگانیزم‌ها از بین می‌روند ولی آنزیم‌ها باقی می‌مانند که می‌توانند شیر را بعد از مدتی تند یا ژله‌ای نمایند.

روش‌های صنعتی سردکردن شیر:

به دو صورت است:

۱- مخزن دو جداره، که حاوی بخار فریون می‌باشد.

۲- دستگاه chiller (چیلر) که تولید آب 1^{0C} می‌نماید و درنهایت به‌وسیله پمپ به دستگاه خنک کنندهٔ صفحه‌ای (Plate Cooler) می‌رسد.

اساس خرید شیر

۱- براساس وزن

۲- براساس سنجش چربی

۳- براساس موارد ازته شیر (که برای کارخانه‌های پنیرسازی بکار می‌رود)

۴- براساس بار میکروبی

قبل از احداث هر کارخانه لبنیات، بایستی یک سری پارامترها را محاسبه نمود:

۱- دانسیته تولید یا تراکم شیر: (Milk production dencity)

عبارت است از، مقدار شیر قابل جمع‌آوری در هر کیلومتر مربع محدودهٔ کارخانه است که برحسب هکتولیتر و یا تن می‌باشد. ظرفیت اسمی هرکارخانه در ارتباط با فاکتور تراکم شیر می‌باشد.

۲- دانسیته جمع‌آوری:
مقدار شیر جمع‌آوری شده برحسب لیتر در هر کیلومتر مسیری که وسیله جمع‌آوری شیر طی می‌نماید و در واقع، عاملی است که هزینه جمع‌آوری را مشخص می‌کند.
۳- بایستی کیفیت راه‌های ارتباطی را مشخص نمود.
۴- حداقل دما در زمستان و حداکثر دما در تابستان را مشخص نمود.

وسایل جمع‌آوری شیر:

- بیدون Bidon:

بیدون به صورت فلزی، آلومینیومی و آهن سفید موجود می‌باشد؛ ولی مشکل آهن سفید، سنگینی آن است که بهتر است از بیدون آلومینیومی استفاده گردد. ظروف پلاستیکی نیز می‌توانند جهت جمع‌آوری مورد استفاده قر گیرند؛ ولی ضد عفونی کردن ظروف پلاستیکی مشکل است. از طرفی انتقال حرارت در این گونه ظروف پایین است. مزیت ظروف پلاستیکی سبک بودن آن‌ها می‌باشد.

- مخازن دو جداره:

در کشورهای پیشرفته از این ظروف استفاده می‌شود و درجه حرارت شیر را به کمتر از 10^{0C} می‌رسانند.

- مخازن چند طبقه

بهترین مخازن موجود هستند که شیرها با درجات کیفیت متفاوت را می‌توانند در طبقات مختلف جدا از هم نگهداری نمود. این مخازن دارای کمپرسور می‌باشند و به سرعت، شیر را به درجه حرارت زیر 10^{0C} می‌رسانند.

- خط لوله:

مثلاً در کشور اتریش، برخی کارخانجات که در پایین کوه قرار دارند، شیر را به صورت خط لوله از دامدار بالای کوه دریافت می‌کنند.

فرآیندهای حرارتی

۱- ترمیزاسیون ۲- پاستوریزاسیون ۳- استریلیزاسیون

۱ـ ترمیزاسیون:

در بسیاری از کارخانجات بزرگ که امکان پاستوریزاسیون سریع شیر، بعد از تحویل آن وجود ندارد و در نتیجه باید مقداری از شیر را برای ساعت‌ها و روزها در سیلوها نگهداری کرد، از این روش استفاده می‌شود. در این روش، شیر به مدت 20 – 15ثانیه در دمای $65^{0C} - 60$ فرآیند حرارتی می‌شود. در ترمیزاسیون، آزمایش فسفاتاز قلیایی شیر، بایستی مثبت باشد. این روش، باعث کاهش فعالیت میکروارگانیزم‌ها شده و از تکثیر هوازی‌ها جلوگیری می‌کند. شیربعد از حرارات دادن در دمای 4^{0C} نگهداری می‌شود. این روش بایستی فقط در موارد خاص صورت گیرد و هدف براین است که شیر ظرف 24 ساعت پس از ورود به کارخانه پاستوریزه شود.

۲ـ پاستوریزاسیون:

هدف از پاستوریزاسیون، انهدام باکتری‌های بیماری‌زا و اکثر میکروارگانیزم‌های دیگر می‌باشد. در این روش، اشکال اسپوری و برخی از باکتری‌ها، تحت این شرایط زنده باقی می‌مانند.

پاستوریزاسیون، فرآیندی است که در آن حداقل 99.6% از آنزیم فسفاتاز قلیایی غیرفعال می‌شود. بنابراین، با استفاده از فسفاتاز قلیایی به عنوان یک شاخص، می‌توان از نابودی کامل میکروب‌های غیراسپورزای بیماری‌زا اطمینان حاصل نمود.

پاستوریزاسیون عملاً به دو صورت انجام می‌شود.

۱- L.T.L.T: (Low Temperature Long Time) که در این روش درجه حرارت پایین است، زمان طولانی می‌باشد و شرایط به صورت $63-61^{0C}$ به مدت ۳۰ دقیقه می‌باشد.

۲- H.T.S.T: (High Temperature Shote Time) درجه خرارت بالا و زمان کوتاه، با شرایط 72^{0c} به مدت 20 – 15 ثانیه می‌باشد.

۳- پاستوریزاسیون سریع: (Flash pasteurization)دمای 99 – 88 و در کمتر از ثانیه (مثلاً 0.1 ثانیه) استفاده می‌شود.

شیری که به به‌منظور تولید فرآورده‌های ترش و تهیه مایه کشت به کار می‌رود، از همین روش با شرایط $100-90^{0C}$ به مدت 30 – 5 دقیقه استفاده می‌کند.

۳ـ استریلیزاسیون

عملی است که در آن کلیه میکروارگانیزم‌ها و باکتری‌های اسپورزا از بین می‌روند. شیر استریل به شیری گفته می‌شود که عاری از میکروارگانیزم‌های قادر به رشد و تکثیر در حین نگهداری باشد.

قبل از شروع فرآیند پاستوریزاسیون لازم است اثر حرارت را بر ترکیبات مختلف بحث نماییم.

۱- اثر فرآیند حرارتی بر آنزیم‌ها:

هم‌گام با افزایش شدت حرارت، آنزیم‌های شیر به‌طور چشم‌گیری از فعالیت باز داشته می‌شوند. لذا قابلیت نگهداری افزایش می‌یابد.

الف- فسفاتاز قلیایی:

پاستوریزاسیون در بسیاری از کشورها به عنوان فرآیندی تعریف می‌شود که قادر است حداقل مشخصی از فسفاتاز قلیایی مثلاً 99.6% را غیر فعال کند که با استفاده از تعریف پاستوریزاسیون می‌توان به آن رسید. قابل توجه است که مقدار ناچیزی از فسفاتاز قلیایی غیرفعال شده در شیر پاستوریزه، مجدداً فعال می‌شود. حرارت دادن $150-100^{0C}$ فعالیت مجدد را افزایش می‌دهد. در شیر U.H.T ممکن است شاهد فعالیت مجدد اندکی باشیم. لازم به‌ذکر است که در شیر، آنزیم فسفاتاز دیگری به نام فسفاتاز اسیدی وجود دارد که مقاومت حرارتی آن بیشتر از مقاومت فسفاتاز قلیایی است.

ب- پراکسیداز:

این آنزیم در برخی از کشورها جهت کنترل رسمی پاستوریزاسیون (Flash pasteurization) مورد استفاده قرار می‌گیرد. در صورت حرارت دادن شیر در 83^{0C} به مدت 15 ثانیه آزمون پراکسیداز منفی خواهد شد. ولی این آنزیم پس از یک یا دو روز مجدداً فعال خواهد شد. چنانچه بخواهیم پس از گذشت 2 تا 3 روز نیز پاسخ منفی از این آزمون به‌دست آوریم. بایستی شیر را به مدت 15 ثانیه در حداقل $90-88^{0C}$ حرارت بدهیم.

آنزیم پراکسیداز، هم‌چنین اکسیداسیون چربی‌ها را افزایش می‌دهد و از رشد میکروارگانیزم‌های لاکتوپراکسیداز در سیستم ممانعت به عمل می‌آورد.

ج- آنزیم کاتالاز:

کاتالاز شیر در Flash pasteurization سریع از بین می‌رود ولی در فرآیند H.T.ST فعال باقی می‌ماند.

د- گزانتین اکسیداز (OX):

مقاومت حرارتی آن بیشتر از فسفاتاز قلیایی است ولی کمتر از پراکسیداز می‌باشد. این آنزیم در تشکیل سوپراکسید نقش مهمی دارد. موجب شروع اکسیداسیون چربی‌های غیر اشباع می‌شود. گزانتین اکسیداز در پنیرهایی که به آن نیترات اضافه شده است عامل مهمی در تبدیل نیترات به نیتریت به شمار می‌رود.

هـ سوپر اکسید دیسموتاز:

این آنزیم از طریق کاهش سوپراکسید، عمل اکسیداسیون چربی را خنثی می‌کند و در فرآیند H.T.ST غیرفعال می‌شود. ولی در Flash pasteurization غیرفعال می‌شود.

خ- سولفیدریل اکسیداز

در خنثی کردن اکسیداسیون چربی و نیز کاهش طعم پخت در شیر حرارت دیده نقش دارد.

ج- لیپاز:

فرآیند H.T.S.T منجر به از بین رفتن 95-90% لیپاز می‌گردد.

ح- پروتئازهای شیر :

از فعالیت آتریمی پایین برخوردار هستند. از این آنزیم‌ها می‌توان پلاسمین را نام برد. این آنزیم، در فرآیند معمولی U.H.T نابود نمی‌شود ولی در استفاده از روش استریلیزاسیون درون بطری غیرفعال می‌شود. پروتئازهای شیر سبب هیدرولیز بتاکازئین به گاماکازئین و پروتئوز پپتون می‌شود. فعالیت ضعیف آن در شیر پاستوریزه یا پنیر عملاً هیچ اهمیتی ندارد، با این وجود نگهداری شیر U.H.T به مدت طولانی در دمای اتاق منجر به آن می‌شود که آنزیم فوق، محصول را لخته و طعم تلخی به آن بدهد.

ز- پروتئازها و لیپازهای میکروبی موجود در شیر:

برخی از باکتری‌های گرم منفی سایکروتروف، نظیر: گونه‌های از سودوموناس و آلکالیجنس و فلاووباکتریوم در شیر خام، لیپاز و پروتئاز مقاوم به حرارت تولید می‌کنند. باکتری‌های مولد این آنزیم‌ها خود از مقاومت کمتری برخوردار بوده و در پاستوریزاسیون HTST از بین می‌روند.

لیپازهای میکروبی می‌توانند چربی موجود در کره، پنیر و فرآورده‌های U.H.T را هیدرولیز نمایند. استریلیزاسیون درون بطری می‌تواند این آنزیم‌ها را تا حدی غیرفعال کند. حال آنکه روش U.H.T فاقد چنین توانی است. بنابراین قابلیت نگهداری شیر UHT تابعی از کیفیت باکتریایی شیر خام اولیه می‌باشد.

۲- اثر حرارت برنمک‌ها و PH شیر

حرارت دادن، باعث تغییر سیستم‌های نمکی شیر می‌شود. به عنوان مثال، سیستم فسفات کلسیم دچار واکنش‌های برگشت ناپذیر یا برگشت پذیر تدریجی می‌گردد.

فسفات کلسیم برخلاف اکثر نمک‌های دیگر، حلالیت کمتری در درجه حرارت‌های بالاتر نیز دارد.

در حالت طبیعی فسفات کلسیم کلوییدی با میسل‌های کازئین اتصال دارد؛ در نتیجه به شکل فسفات‌تری‌کلسیم آمورف $Ca_3(PO_4)_2$ دیده می‌شود. در حرارت دادن تبدیل $Ca_3(PO_4)_2$ به هیدروکسی آپاتیت کریستالی $Ca_5(PO_4)_3(OH)$ افزایش می‌یابد.

حرارت دادن شیر، منجر به آزاد شدن Ca^+ از سیترات کلسیم کلوییدی و متعاقباً رسوب آن به‌صورت فسفات کلسیم کلوییدی می‌گردد. پاستوریزاسیون H.T.S.T تعادل فسفات کلسیم را به‌هم نمی‌زند ولی حرارت‌های بالاتر نظیر Flash pasteurization و جوشاندن، تغییرات قابل ملاحظه‌ای را ایجاد می‌نمایند.

به‌طور کلی اثر حرارت را می‌توان به صورت زیر خلاصه نمود:

۱- پایین آوردن PH به میزان 0.15 توسط استریلیزاسیون درون بطری

۲- رسوب سنگ (milk stone) شیر در تجهیزات

۳- کاهش غلظت یون Ca^{2+} در دمای 80^{0C} و بیشتر، که پایین آمدن قابلیت انعقاد رنینی را در پی دارد.

۴- ایجاد مزه گسی یا گچی در شیر استریل و فرآورده‌های خشک شیر. متخصصین، تشکیل ذرات کلوییدی باابعاد معین که از پیوستن میسل‌های کازئین، فسفات کلسیم و پروتئین‌های سرمی دناتوره شده به یکدیگر به وجود می‌آیند را ، عامل آن می‌دانند.

- Co_2 شیر

شیر، بعد از دوشش، حاوی حدود Co_2 ۲۰۰ ppm است. که پس از مدت چند ساعت، این مقدار، به‌دلیل خروج آن از محیط، به نصف تقلیل می‌یابد و در نتیجه PH شیر افزایش می‌یابد.

PH شیر

علاوه بر تأثیر خروج Co_2 و رسوب فسفات کلسیم کلوییدی بر PH شیر، واکنش مایلارد نیز می‌تواند سبب تغییر آن شود.

PH محیط به دنبال واکنش قهوه‌ای شدن، کاهش پیدا می‌کند که علت آن، تشکیل اسیدهای آلی و آزاد شدن H^+از گروه‌های آمینی ترکیباتی است که وارد واکنش با گروه‌های آلدئیدی می‌شوند.

۳- اثر حرارت بر پروتئینهای شیر

الف- دناتوراسیون پروتئین‌های سرمی: حرارت باعث تغییر ساختار سه‌بعدی پروتئین می‌گردد. در نتیجه باعث کاهش حلالیت آن می‌گردد و واکنش‌های شیمیایی گروه‌های گوگرد دار از جمله واکنشهایی که بعد از این فعل و انفعالات به‌وجود می‌آید؛ را پدید می‌آورد. این تغییر در عمل نتایج زیر را به همراه دارد:

۱- تغییر خواص انعقاد

۲- به‌وجود آمدن طعم پخت

۳- کاهش تغییرات اکسیداتیو

اسیدی کردن محیط پس از دناتوره شدن پروتئین‌های سرمی نیز منجر به رسوب آن می‌شود. چنانچه PH آب پنیری را که حرارت ندیده است را با اضافه کردن اسید به 4.8 برسانیم، رسوبی نخواهیم داشت؛ ولی اگر آب پنیر را ابتدا تا بیش از 80^{0C} حرارت دهیم و سپس اسید بیفزائیم. پروتئین‌های سرمی به یک‌باره رسوب می‌کنند.

دناتوره شدن پروتئین‌های سرمی به ترتیب پایداری حررات به صورت زیر می‌باشد:

آلفا لاکتآلبومین > بتالاکتو گلوبولین A > بتالاکتو گلوبولین B> سرم آلبومین > ایمونوگلوبولین

ب: پیامدهای کوآگولاسیون پروتئین‌های سرمی

رسوب حرارتی پروتئین‌های سرمی توأم با کازئین آثار مهمی به همراه دارد:

* انعقاد آنزیمی (رنینی):

چنان‌چه شیر را در دمای بیش از روش H.T.S.T حرارت دهیم، انعقاد آنزیمی در زمان طولانی‌تری به‌وقوع می‌پیوندد و دلمه ضعیف‌تری حاصل می‌شود. به‌علاوه، عملیات حرارتی شدید، ممکن است حتی منجر به عدم بروز انعقاد آنزیمی شود که به‌دو دلیل می‌باشد:

۱- دلیل عمده کمپلکس بین بتالاکتوگلوبولین و کاپاکازئین است.

۲- کاهش غلظت Ca^{2+}، در نتیجه رسوب فسفات کلسیم کلوییدی که باعث افزیش بارهای الکتریکی در میسل‌ها می‌شود.

نکته : دلمه رنینی نرم حاصل از شیر جوشانده شده از نظر تغذیه‌ای، حداقل برای بچه‌هایی که از شیر گاو استفاده می‌کنند، مطلوب‌تر است. زیرا از هضم آسانتری در معده برخوردار است.

** کیفیت و کمیت پنیر:

چنان‌چه شیری که به منظور تولید پنیر به کار برده می‌شود، با استفاده از روش .Flash pasteurization (90^{0C} به مدت 20^{S}) حرارت ببیند؛ محصول بیشتری به‌دست می‌آید. ولی معمولاً از کیفیت محصول کاسته می‌شود. علت افزایش مقدار پنیر به بازیافت بیشتر پروتئین‌های شیر نسبت داده شده است ولی این پنیرها دارای رطوبت بیشتری هستند.

*** فرآورده‌های ترش شیر:

در صورت کوآگولاسیون پروتئین‌های سرمی شیر در فرآورده‌های اسیدی مانند ماست باعث افزایش استحکام محصول و هم‌چنین افزایش ویسکوزیته و قوام بیشتر ماست می‌شود.

ولی اگر شیر به مدت زیادی جوشانیده شود. به علت هیدرولیز احتمالی کازئین‌ها، لختهٔ حاصله نرم‌تر و دارای قوام کمتری خواهد بود.

نکته۱: تمام پروتئین‌های شیر به استثنای αs_1 و β کازئین، دارای اسید آمینهٔ گوگردار به صورت گروه‌های سولفیدریل $(H-S-)$ با باندهای دی‌سولفید $(s-s)$ می‌باشند.

نکته۲: پاستوریزاسیون H.T.S.T و L.T.H.T به هیچ وجه باعث فعال شدن گروه‌های SH یا آزاد شدن ترکیبات گوگردار فرار نمی‌شوند. پاستوریزاسیون سریع یا فلش flash و اعمال حرارتی $70-80^{0C}$ به مدت چند دقیقه باعث فعال شدن تعدادی از گروه‌های سولفیدریل می‌گردد؛ یعنی SH و هم‌چنین U.H.T مقدار بیشتری از گروه‌های SH را فعال می‌کند.

نکته۳: گروه‌های SH- فعال شده با اکسیژن مولکولی محیط به آهستگی واکنش می‌دهند. بنابراین به نظر می‌رسد این گروه‌های فعال در جهت مخالف اکسیداسیون چربی شیر عمل نمایند (آنتی اکسیدانی).

لازم به توضیح است که گروه‌های سولفیدریل فعال، اکسیژن وطعم پخت در شیرهای UHT در حین نگهداری شیر را به‌طور هم‌زمان کاهش می‌دهند.

ج: پایداری محلول‌های کلوییدی پروتئین در حین عملیات حرارتی

پایداری و حلالیت پروتئین‌ها اساساً تابعی از بارهای الکتریکی می‌باشد. تعداد کل بارها تا حد زیادی تعیین کننده ظرفیت اتصال آب است. از طرفی میزان دافعه بین مولکول‌ها و میسل‌ها تحت تأثیر برآیند بارهاست. شیر تازه، پایداری بیشتری نسبت به شیر تغلیظ شده دارد که این کاهش پایداری ممکن است به دلیل مواردی باشد هم‌چون، کوچک‌تر بودن متوسط فاصله بین مولکول‌ها و میسل‌ها، رسوب فسفات کلسیم کلوییدی و متعاقباً کاهش PH؛ و افزایش سرعت واکنش مایلارد که مجدداً کاهش PH را به‌دنبال دارد.

به‌طور خلاصه بعضی از اثرات حرارت بر پروتئین‌های شیر را می‌توان به صورت زیر بیان نمود:

۱- دناتوره شدن پروتئین‌های محلول

۲- در دمای‌های بالای حرارتی، چون سیستئین می‌شکند، SH_2 آزاد شده و به شیر مزه پختگی می‌دهد.

۳- آگلوتینین‌ها منعقد می‌شوند.

۴- در دمای بالاتر، از 85^{0C}، کمپلکس بین لاکتوگلوبولین و کاپاکازئین به‌وجود می‌آید که در نهایت، انعقاد، طولانی می‌شود.

۵- دمای خیلی بالا برکازئین اثر می‌گذارد و کازئین دچار فسفرزدایی می‌گردد.

۶- میزان آب‌گیری میسل‌های کازئین، پایین می‌آید.

۴- اثر حرارت بر لاکتوز

حرارت زیاد، منجر به آزاد شدن اسیدهای آلی از لاکتوز می‌شود. در نتیجه، PH پایین می‌آید. البته این واکنش‌ها در دماهای بالاتر از 130^{0C} شروع می‌شود و در پاستوریزاسیون شکل خاصی نداریم.

اثر دوم حرارت بر لاکتوز، این است که باعث می‌شود لاکتوز با پروتئین ترکیب شود و واکنش قهوه‌ای شدن رخ بدهد ترکیبات قهوه‌ای ایجاد کند و ارزش غذایی شیر را پایین بیاورد.

۵- اثر حرارت بر چربی‌ها:

حرارت زیاد، روی چربی‌ها ایجاد لاکتون می‌کند که خطرناک‌ترین وضعیت را بری مصرف کننده ایجاد می‌کند. علت این‌که شیر پرچرب را با خشک کن غلطکی خشک نمی‌کنند، به‌دلیل وجود آمدن همین ماده است.

حرارت، هم‌چنین برروی ویتامین‌ها و گازها اثر می‌گذارد.

** عوامل مؤثر بر پایداری حرارتی شیر

الف- غلظت شیر :

ثبات حرارتی با افزایش غلظت، کاهش پیدا می‌کند. چنان‌چه دو نمونه شیر را با دو روش اولترا فیلتراسیون و تبخیر، به یک SNF (SOLID NON- FAT) برابر، برسانیم، شیر تغلیظ شدهٔ حاصل از روش اولترا فیلتراسیون پایداری حرارتی بیشتری خواهد داشت.

ب: تعادل نمکی:

ثبات حرارتی به نسبت بین کلسیم ومنیزیم، به فسفات و سیترات وابسته است. به عبارت دیگر، نسبت بین مهم‌ترین کاتیون‌ها و آنیون‌های چند ظرفیتی شیر.

ج: حرارت دادن مقدماتی:

اعمال دمای 90 تا 100^{0C} به مدت چند دقیقه قبل از تغلیظ، سبب بهبود پایداری حرارتی فرآورده‌های تغلیظ شده می‌گردد ولی حرارت دادن شیر تغلیظ نشده، پیش از استریلیزاسیون، اثر معکوس دارد که مکانیسم آن تاکنون مبهم است.

بدون شک، اثر حرارت دادن مقدماتی، تحت الشعاع برهم‌کنش بین β لاکتوگلوبولین و کازئین است؛ زیرا کازئین در غیاب پروتئین‌های سرمی، قادر به تغییر دادن پایداری حرارتی در حین این فرآیند نیست و این اثر، زمانی مشاهده می‌شود که βلاکتوگلوبولین به کازئین اضافه شود.

د: لاکتوز و اوره:

اضافه کردن مقدار کمی اوره به شیر، ثبات حرارتی آن را افزایش می‌دهد. در حالی که افزودن مقادیر حتی بیشتر از آن به شیر تغلیظ شده، تأثیری برروی ثبات حرارتی ندارد.

تغییرات اندک میزان لاکتوز، سهم ناچیزی در تغییر ثبات حرارتی شیر دارد. اثر پایدار کنندگی لاکتوز در صورتی که غلظت این ماده 1% باشد به حداکثر خود می‌رسد.

۶- اثر حرارت بر تغییرات طعم:

پاستوریزاسیون H.T.S.T طعم شیر را تغییر نمی‌دهد ولی روش‌های سریع Flash pasteurization ، جوشانیدن و UHT طعمی شبیه طعم پخت در شیر ایجاد می‌کند. به‌علاوه فرآیند UHT و استریلیزاسیون در بطری، طعمی گچی ایجاد می‌کند. استریلیزاسیون در بطری و جوشانیدن طویل المدت، ممکن است طعمی کارامل مانند، توأم با رنگ قهوه‌ای ناشی از واکنش مایلارد در محصول ایجاد کند. طعم پخت اساساً به‌دلیل تشکیل ترکیبات گوگردار فرار مانند SH_2 ,CH_3SH و ترکیبات فرار دیگر می‌باشد.

طعم گچی و گسی ناشی از شیرهای UHT و استریل شده در بطری و بازسازی شده، ممکن است ناشی از ذرات کلوییدی در حدود 0.5 الی 1 میکرومتر، پروتئین‌های سرمی دناتوره شده و نمک‌های متصل به میسل‌های کازئین باشد. به‌علاوه توده‌های چربی – کازئین نیز احتمال دارد در این مزه نقش مهمی داشته باشند.

هموژنیزه کردن شیر UHT بعد از عملیات حرارتی قادر به کاهش مزهٔگچی است.

۷- تغییرات اکسیداتیو بعد از فرآیند حرارتی

حرارت دادن تا حدود 80^{0C} یا بیشتر، از ایجاد تغییرات اکسیداتیو در شیر و فرآورده‌های آن در حین نگهداری جلوگیری به عمل می‌آورد. اثر آنتی‌اکسیدانی مزبور، احتمالاً به خاطر فعالیت گروه‌های سولفیدریل و تشکیل H_2Sو دیگر ترکیبات گوگردی فرار می‌باشد که ممکن است همگی آن‌ها وارد واکنش با اکسیژن شوند.

حرارات دادن شیر در دمای بیش از 60^{0C} قبل از سانتریفوژ، منجر به افزایش میزان مس در خامه می‌شود و حرارت دادن خامه در درجه حرارت‌هایی بالاتر از 90^{0C} برای تولید کره با خامه‌ترش، سبب کاهش میزان مس در کرهٔ حاصل خواهد شد.

آنزیم هایی که در فرآیند اکسیداسیون چربی شیر نقش دارند:

۱- پراکسیداز ۲- گزانتین اکسیداز

آنزیم‌هایی که از فرآیند اکسیداسیون جلوگیری می‌کنند:

۱- سوپر اکسید دیسموتاز ۲- سولفید ریل اکسیداز

۸- تغییرات رنگ:

پاستوریزاسیون H.T.S.T در شیر هیچ تغییر رنگی ایجاد نمی‌کند. در حالی‌که روش flash و UHT و جوشانیدن کوتاه مدت، ظاهری سفیدتر به شیر می‌دهند. در مقابل، جوشانیدن طویل المدت و استریلیزاسیون در بطری، ممکن است شیر را تیره‌تر نمایند.
دلیل سفیدتر شدن شیر، در افزایش انعکاس نور نهفته است که خود ناشی از قطور شدن میسل‌های کازئین می‌باشد. افزایش قطر به رسوب پروتئین‌های سرمی و احتمالاً فسفات کلسیم برروی میسل‌ها مربوط می باشد. اندازه میسل‌ها در فرآیند UHT افزایش می‌یابد اما در درجه حرارتهای بالاتر و دوره‌های زمانی طولانی‌تر، منجر به کوچک‌تر شدن آن‌ها می‌گردد. بنابراین، می‌توان گفت که قطر میسل‌ها در ابتدای فرآیند حرارتی افزایش؛ و در ادامهٔ آن، در اثر تجزیه میسل‌ها کاهش می‌یابد.کاهش اندازه میسل‌ها، کاهش انعکاس نورا به همراه دارد؛ ولی علت اصلی تیره‌تر شدن رنگ، بعد از فرآیندهای شدید حرارتی،به علت تشکیل ترکیبات جاذب نور در واکنش مایلارد می‌باشد.

۹- تأثیر حرارت برروی رویه بستن شیر (سر شیر)

آگلوتینینها، بخشی از ائوگلوبولین‌های شیر هستند به‌یکدیگر که به ایمونوگلوبولینهای شیر تعلق دارند، دردرجه حرارت‌های پایین برروی گلبولهای چربی رسوب می‌کنند و باعث ملحق شدن چربی‌ها به‌یکدیگر می‌گردند. این ترکیبات در دماهای بیش از 40^{0C} از گلبولها جدا می‌شوند. و در فرآیند HTST دناتوره نمی‌شوند، ولی در فرآیند flash و UHT غیرفعال می‌شوند. به‌همین دلیل رویه بستن در شیر جوشیده و شیر flash ،کمتر از شیر خام یا شیر پاستوریزه از طریق HTST می‌باشد.

۱۰- اثر حرارت برارزش تغذیه‌ای

حرارت دادن به لحاظ تخریب برخی ویتامین‌ها نظیر B_1 ، B_{12} ، B_6 ، C و اسیدهای آمینه ضروری، نظیر لیزین ممکن است از ارزش غذایی شیر بکاهد. با استفاده از تدابیر زیر می‌توان از کاهش ارزش غذایی جلوگیری کرد:
۱- به حداقل رساندن درجه حرارت نگهداری شیر
۲- به حداقل رسانیدن اکسیژن و هم‌چنین دریافت آن
۳- حفاظت در مقابل نور

۱۱- اثر عملیات حرارتی برروی شیری که به عنوان محیط کشت برای باکتری‌ها به‌کار برده می‌شود:

باکتری‌ها در شیری که تحت فرآیند UHT و Flash pasteurization و یا جوشانیدن قرارگرفته‌اند سریع‌تر از شیر خام و شیر HTST رشد می‌نمایند.
در صورتی که جوشانیدن طولانی مدت یا استریلیزاسیون در بطری، به‌دلیل کاهش بیش از حد ویتامین ها و اسیدهای آمینه آزاد سبب رشد آهسته‌تر باکتری‌های استارتر در شیر می‌گردد.
ولی رشد سریعتر باکتریها در شیر جوشیده یا پاستوریزه شده به روش flash ،اساساً به دلیل دناتوره شدن آگلوتینین‌ها و پراکسیداز نسبت داده شده است.
آگلوتینین‌ها وقتی دناتوره نشده‌اند از طریق چسبانیدن باکتریها به یکدیگر یا به گلبولهای چربی از رشد آن‌ها جلوگیری به عمل می‌آورند و پرکسیداز، از طریق سیستم پراکسیداز ـ تیوسیانات ـ پراکسیدهیدروژن، مانع از رشد و تکثیر باکتری‌ها می‌گردد.
حرارت دادن شیر به مدت 60 دقیقه در دمای 90^{0C} باعث می‌شود استارترها با حداکثر سرعت رشد نمایند.

۱۲- اثر حرارت بر روی میکروارگانیزم

کاهش تعداد باکتری‌ها در فرآیند حرارتی، به فلورمیکروبی موجود بستگی دارد. در زیر اثر شرایط مختلف برروی میزان کاهش باکتری‌ها در شیر آورده شده است:

در فرآیند ترمیزاسیون، حدود ۵۰ تا ۷۰ درصد میکروب‌های شیر کاهش می‌یابد.

در پاستوریزاسیون، حدود ۹۵ تا ۹۹/۵ درصد میکروب‌های شیر کاهش می‌یابد.

در فلش پاستوریزاسیون، حدود ۹۹/۵ تا ۹۹/۹ درصد میکروب‌های شیر کاهش می‌یابد.

اثر سرما بر شیر:

سرما بر روی هیدراتاسیون پروتئین‌ها و تعادل مواد مغذی تأثیر دارد. هیدراتاسیون پروتئین‌ها را افزایش می‌دهد و تعادل مواد مغذی را به هم می‌زند ولی این تغییرات بازگشت‌پذیر است و نمی‌تواند تأثیر خیلی مهمی بگذارد. شیرهای منجمد را با استفاده از خشک‌کن‌های غلطکی به‌دست می‌آورند که تا به امروز جایگاه مهمی نداشته‌اند و علت آن کیفیت بد شیر می‌باشد.

تکنولوژی فراورده‌های لبنی شیر:

هنگامی‌که شیر وارد کارخانه می‌شود، بایستی یک‌سری آزمون‌ها بر روی آن انجام شود :

۱- آزمایشات ظاهری (Appearance Test)

۲- آزمایش اسیدیته: اسیدیته نباید بیش از ۱۸ درجه دورنیک و یا ۸ درجه سوکسله هنکل و pH نباید کمتر از ۶/۴ باشد.

بعد از اینکه شیر وارد کارخانه شد روی آن تست‌های کیفی صورت می‌گیرد و بعد از تخلیه، شیر، تصفیه فیزیکی می‌شود که به دو صورت این کار انجام می‌شود:

صافی :جداسازی مواد خارجی درشت به کمک یک صافی(فلز زنگ نزن یا پارچه یا پلاستیک)

کلاریفایر : که با استفاده از نیروی گریز از مرکز مواد خارجی ریز را جدا می‌کند.

کلاریفایر:

شبیه خامه‌گیر است ولی در آن دیسک و بشقاب وجود ندارد و سرعت آن ۴۰۰۰-۳۰۰۰ دور در دقیقه(rpm) است. مواد خارجی به جداره داخلی کلاریفایر می‌چسبد و یک توده گل مانند خاکستری رنگ تشکیل می‌دهد.

اخیراً کلاریفایرهایی ساخته شده است که هم، کار سپراتور را انجام می‌دهند و هم مواد ناخالص خارجی را جدا می‌کنند. چربی معمولاً از مرکزی‌ترین قسمت و مواد خارجی از خارجی‌ترین قسمت جدا می‌شود؛ به دلیل تفاوت وزن مولکولی که دارند.

هرگاه شیر، کهنه باشد و یا اسیدیتهٔ آن بالاتر از حد معمول باشد، در داخل گِل، درصد ازت بالا می‌رود و در واقع بخشی از کازئین، همراه با گل جدا شده، که هم، ارزش شیر صاف شده را پایین می‌آورد و هم، ضریب تبدیلی آن به فرآورده‌های لبنی مانند پنیر را پایین می‌آورد. در درون گِل کلاریفایر سلول‌های سوماتیک (سلول‌هایی که از غدد پستانی جدا شده‌اند) و سلول‌های خونی وجود دارد.

روش‌های عمومی پاستوریزاسیون

این روش‌ها را می‌توان به دو روش و یا دو گروه بزرگ تقسیم کرد.

۱- پاستوریزاسیون کند: $65^{0C} - 63 \leftarrow 30$ دقیقه

بر مبانی دمای پایین و زمان طولانی LTLT

LOW TEMPERATURE LONG TIME

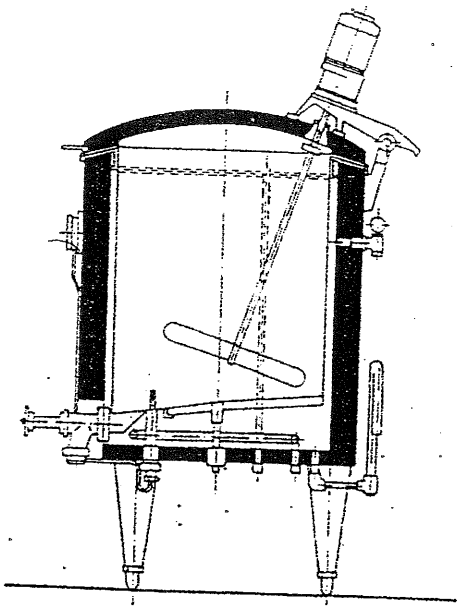
۲- پاستوریزاسیون H.T.S.T $72^{0C} \leftarrow 15^{S}$

HIGH TEMPERATURE SHORT TIME

** پاستوریزاسیون کند *LTLT*

پاستوریزاتور در این روش عبارت است از، یک دیگ دوجداره که بین جداره‌ها بخار و یا آب جوش و در هنگام سرد کردن، آب سرد وارد می‌شود. دمای این روش 63^{0C} و زمان 30 دقیقه ولی تا دمای 65^{0C} نیز استفاده می‌شود.

در این روش به‌دلیل دمای پایین به ترکیبات شیر لطمه وارد نمی‌شود ولی امکان تشکیل کف وجود دارد به‌خصوص به‌هنگام به‌هم زدن ،به‌دلیل فسفولیپیدها



شکل پاستوریزاتور غیر مداوم

- معایب این روش:

۱- کند بودن

۲- غیر مداوم بودن سیستم

۳- ارتباط مستقیم شیر با هوا

۴- احتمال اکسیداسیون چربی‌ها

۵- سیستم، فضابر، دست و پاگیر و حجیم است.

۶- Co_2 در این سیستم خارج می‌شود، تعادل نمک به‌هم می‌خورد و pH افزایش می‌یابد. سعی شده این روش را مداوم نمایند به این صورت که به جای یک دستگاه از چند دستگاه Batch یا Holder استفاده شود. بدین ترتیب که یک دستگاه در حال دریافت شیر و یک دستگاه در حال پاستوریزاسیون و دستگاه بعدی در حال تخلیه و بالاخره دستگاه بعدی در حال شستشو و ضدعفونی باشد اما چنین شرایطی به فضای بیشتر و نیروی کار بیشتری نیاز دارد.

لازم به توضیح است که این دستگاه برای خامه می‌باشد و برای مقادیر کم می‌تواند جواب‌گو باشد.

** روش پاستوریزاسیون H.T.S.T

در 72^{0c} به مدت 15 ثانیه صورت می‌گیرد. دو نوع پاستوریزاتور برای این روش موجود است:

۱- لوله‌ای

۲- صفحه‌ای

مزایای پاستوریزاتور لوله‌ای:

۱- خطر تشکیل سنگ یا شیر یا MILK STONE کم است و دستگاهی ارزان می‌باشد.

۲ـ ارتباط هوا با شیر کاهش پیدا می‌کند و Co_2 خارج نمی‌شود و O_2 وارد نمی‌شود.

۳- شستشو در این روش به صورت CIP (تمیز کردن درجا) است.

با این وجود، این روش، نتوانسته است با سیستم صفحه‌ای Plate Head Exchanger رقابت نماید.

مزایای روش صفحه ای (پاستوریزاسیون صفحه‌ای)

علاوه بر مزایای پاستوریزاتور لوله‌ای، دارای موارد زیر نیز هست:

۱- ظرفیت زیاد و کارایی بالا

۲- فضای کمی اشغال می‌کند.

۳- خروج Co_2 در شیر وجود ندارد و ورود O_2 به دستگاه منتفی است.

مراحل شیر در پاستوریز اتور صفحه‌ای HTST

..... ← صاف‌شدن‌شیر ← خنک‌شده‌وذخیره‌می‌شود ← بالانس‌تانک ← وارد بخش اول پاستوریزاتور

جهت‌پاستوریزاسیون‌شیر ← پاستوریزاتور ← سپراتور ← جهت‌تبادل حرارتی‌برای‌جداسازی‌چربی‌شیر

سردکردن‌شیر ← ذخیره‌شده یا وارد فیلر(پرکن) ← بسته‌بندی ← مصرف و توزیع

بالانس تانک:

تانک، تراز جریان شیر را به طور ثابت نگهداری و به طرف دستگاه پاستوریزه کننده هدایت می‌کند. از آن جایی‌که دستگاه پاستوریزه کننده در طول تولید باید کاملاً پرباشد تا از سوختن محصول روی صفحات فلزی ممانعت به‌عمل آید. از این رو تانک تراز، اغلب به یک الکترود در قسمت پایین آن مجهز شده است. به محض این‌که سطح شیر به پایین‌ترین حد برسد، علامتی را جهت باز کردن خروج شیر ارسال می‌دارد.

دستگاه بکتو فوگاسیون BACTOFUGATION

این دستگاه با استفاده از نیروی گریز از مرکز و دما، برای جداسازی میکروب‌ها اقدام می‌کند که با این عمل حدود 90% از میکروب‌ها 99% اسپورها کاهش پیدا می‌کند یا به‌طور کلی Total Count شیر حدود 90% کاهش می‌یابد. معمولاً برای خط پنیرسازی و شیرخشک درجه 1 استفاده می‌شود. گاهی چند دستگاه را پشت سرهم استفاده می‌کنند تا شیر، تقریباً فاقد اسپور شود. (البته برای شیرهای خشک نوزاد).

این دستگاه دقیقاً قبل از پاستوریزاتور استفاده می‌شود. برای این‌که شدت اعمال فرآیند حرارتی را پایین آورند و نیز باعث کاهش تعداد میکروب‌ها شود.

میکروفیلتراسیون M.F:

این دستگاه، رقیب دستگاه بکتوفوگاسیون است و براساس اندازهٔ سوراخ‌های غشاء دستگاه، شیر را از میکروب‌ها صاف می‌کند؛ زیرا اندازه غشاء میکروفیلتراسیون کوچک‌تر از اندازهٔ باکتری‌ها است.

بسته بندی شیرپاستوریزه

۱- شیشه‌ای ۲- مقوایی ۳- پلاستیکی

* شیشه‌ای

مزایا:

۱- ارزان بودن
۲- ماده اولیه آن در کشور وجود دارد.
۳- امکان ساخت آن در داخل کشور است.

معایب:

۱- نیاز به بازگشت به کارخانه دارند.
۲- نیاز به شستشو دارند.
۳- در برداشتن هزینهٔ حمل و نقل.
۴- هزینه شستشو.

نکته : عمر مفید اقتصادی هر شیشه 8 تا 10 بار برگشتی به کارخانه است.

از شیشه‌های رنگی برای شیرهای هموژنیزه استفاده می‌شود. برای شیرهای غیر هموژنیزه نیاز به شیشه‌های رنگی نیست.

** مقوایی

در بسته‌بندی مقوایی جداره داخلی، پلی‌اتیلن است.

مزایا:

۱- سبک است.

۲- یک‌بار مصرف است.

۳- شکل پذیر بودن

۴- حجم کم.

۵- نفوذ ناپذیر بودن نسبت به نور، رطوبت و عوامل خارجی

معایب:

۱- نیاز به ارز دارد.

۲- نیاز به ماشین آلات گران‌قیمت دارد.

۳- سخت باز می‌شود.

۴- مشکلات زیست محیطی به‌وجود می‌آورد یعنی بازیافتنی نیست.

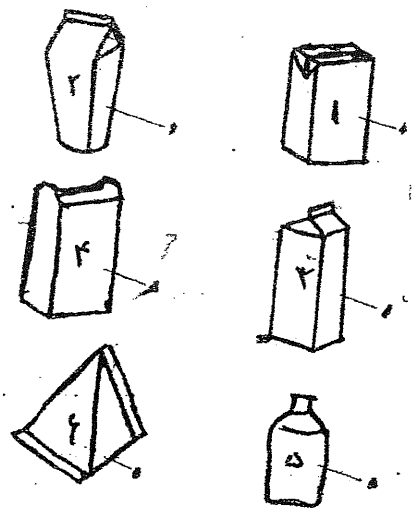
***** بسته بندی پلاستیکی: pre pack**

۱- بطری پلاستیکی با شکل و گنجایش معین

۲- کیسهٔ پلاستیکی (pach sachet)

مزایا : ارزان، سبک و یکبار مصرف

مشکلات: نشتی در بعضی از کیسه‌های آن



۱- بسته‌بندی تترابریک ۲- لیوانی ۳- پورپاک ۴- تترابریک ۵- پلاستیکی ۶ – تتراپاک

کنترل کیفیت شیر پاستوریزه

اگر شیر براساس اصول اساسی و تعریف پاستوریزاسیون شیر، پروسه حرارتی ببیند، بایستی

۱- تست آنزیم فسفاتاز قلیایی منفی باشد.

۲- تست لاکتوپراکسیداز مثبت باشد.

آنزیم فسفاتاز قلیایی در 72^{0c} به مدت 15^{s} از بین می‌رود که نشان دهندهٔ این موضوع می‌باشد که مقاومت حرارتی آن از میکروب عامل سل و تب Q بالاتر بوده و عدم آن می‌تواند نشان دهندهٔ عدم میکروب های فوق باشد. دما و زمان از بین رفتن آنزیم فسفاتاز قلیایی دقیقاً منطبق بر شرایط نابودی اشریشیاکلی E.coli بوده وبیش از شرایط لازم برای نابودی سایر کلی فرم‌ها می‌باشد. پس، اگر

در شیر پاستوریزه، اشریشیاکلی وجود داشته باشد، ناشی از آلودگی ثانویه می‌باشد. در ضمن، اگر لاکتوپراکسیداز منفی باشد، یعنی Over processing شده است و ارزش غذایی شیر پایین آمده است ولی اگر مثبت باشد این‌طور نیست. زیرا در 75^{0C} به مدت 30 ثانیه و 80^{0C} به مدت 15^{S} به‌طور کامل از بین می‌رود.

انواع شیرها:

۱- شیر پاستوریزه با کیفیت عالی : شیری که تا 4 ماه، مدت ماندگاری دارد و مشخصات آن شامل موارد زیر است:

۱- در اصطبل نگهداری حیوانات شیرده، نبایستی هیچ‌گونه میکروارگانیسم بیماری‌زایی باشد.

۲- در هر میلی لیتر از شیر خام، نباید بیش از 500 هزار میکروب باشد.

۳- این شیر نبایستی متیلن بلو را کمتر از 5 ساعت بی‌رنگ نماید.

۴- فاقد آنتی بیوتیک و آنی سپتیک باشد.

۵- فقط یک بار پاستوریزه شود و تعریف آن نیز اعمال شود.

۶- تعداد کلی فرم در داخل بسته، کمتر از یک عدد در هرمیلی‌لیتر شیرباشد و در موقع تحویل آن به مصرف کننده، کمتر از 10 عدد باشد و در میان کلی فرم‌ها نبایستی E.coli وجود داشته باشد.

۷- Total Count در موقع مصرف کمتر از 30 هزار باشد.

۸- توزیع، بایستی حداکثر 12 ساعت پس از بسته‌بندی باشد و در این سیکل، دما بایستی کمتر از 10^{0C} باشد.

**** شیر CERTIFIED RAW MILK**

این شیر در حالت شیر خام بایستی فاقد میکروارگانیزم بیماری‌زا باشد و جمعیت میکروبی آن کمتر از 10^{4} باشد. این شیر مستقیماً بسته‌بندی شده و به فروش می‌رسد.

هموژنیزاسیون

یکنواخت کردن یا هموژنیزه کردن چربی شیر، فرآیندی است مکانیکی که گویچه‌های چربی شیر شکسته شده، کوچک‌تر و هم اندازه می‌گردند به طوری‌که به شکل یکنواخت در شیر توزیع می‌یابند. در این صورت اندازه ذرات چربی شیر، نبایستی از ۲ میکرون بیشتر باشد.

مکانیزم عمل هموژنیزاسیون

هموژنیزاتور، یک پمپ فشار قوی که معمولاً ۳ پیستون (یا بیشتر) دارد و یک قسمت هموژنیزه کننده به همراه بخشی بنام هد،[۱۷] اجزای اصلی سیستم را تشکیل می‌دهند.

پمپ، فشار شیر را از حدود صفر تا ۳۰۰ کیلوپاسکال در مدخل دستگاه تا ۲۰۰۰ – ۱۰۰۰ کیلوپاسکال یا حتی بیشتر افزایش می‌دهد. آنگاه محصول از دریچهٔ مخصوصی که به اصطلاح هد هموژنیزاتور نام دارد، عبور داده می‌شود. شکافی که در هد هموژنیزاتور وجود دارد و اندازهٔ آن قابل تنظیم است، فشار هموژنیزاتور را کنترل می‌کند.

پس از عبور از هد، ذرات خرد و شکسته شده و به خارج هدایت می‌شوند. هموژنیزاتورها بر اساس داشتن یک هد به یک والویی (یک مرحله‌ای)[۱۸] و یا دو هد (دو والویی یا دو مرحله‌ای)[۱۹] تقسیم می‌شوند.

---

[17] -Head
[18] - One – stage Homogenizer
[19] -Tow - stage Homogenizer

فشار لازم در نوع یک مرحله‌ای، در یک هد هموژنیزه کننده، اعمال می‌شود؛حال آنکه در دو مرحله‌ای، فشار کل به دو بخش تقسیم می‌شود. در مرحلهٔ اول ۷۰ تا ۸۰ درصد و در مرحلهٔ دوم ۲۰ تا ۳۰ درصد آن وارد می‌شود.

روزنهٔ والو هموژنیزاتور برای عبور شیر و شکستن ذرات چربی معمولاً ۰/۰۲۵ تا ۰/۰۵ میلی لیتر است و فشار حاصله در دستگاه‌های یک مرحله‌ای ۲۰۰ – ۱۴۰ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع می‌باشد و در دو مرحله‌ای ۱۴۰ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع و سپس ۷۰ – ۳۵ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع می‌باشد.

موارد کاربرد هموژنیزاسیون یک مرحله‌ای عبارتند از:

۱- هموژنیزه کردن محصولاتی که مقدار چربی پایینی دارند.

۲- هموژنیزاسیون محصولاتی که به هموژنیزه کردن زیادی نیاز دارند.

۳- فرآورده‌هایی که ویسکوزیته بالایی نیاز دارند.

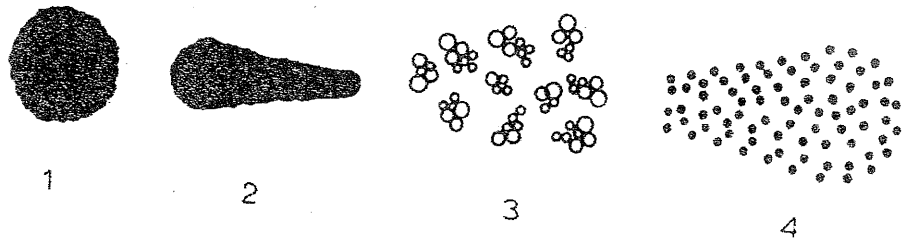
هموژنیزاسیون دو مرحله‌ای اساساً، ***برای متلاشی کردن خوشه‌های چربی که در مرحلهٔ اول تشکیل شده‌اند،*** به‌کار می‌رود و از دیگر کاربردهای این سیستم عبارتند از :

۱- هموژنیزه کردن محصولاتی که مقدار چربی بالایی دارند.

۲- هموژنیزه کردن محصولاتی که مقدار مادهٔ خشک بالایی دارند، نظیر شیرهای تغلیظ شده

۳- فرآورده‌هایی که به ویسکوزیته پایینی نیاز دارند.

شکل زیر تغییرات یک گلبول چربی در حال عبور از یک هد هموژنایزر LW (دندانه‌دار) را نشان می‌دهد.



۱ـ گلبول چربی اولیه ۲ـ کشیده شدن ۳ـ ویسکوزیته شدن ۴ـ ریز شدن

گلبول‌های چربی در مرحلهٔ سوم متراکم شده، ویسکوزیته را بالا می‌برند و در فاز چهارم از یکدیگر جدا می‌شوند. در صورت استفاده از هموژنیزاسیون یک مرحله‌ای برای فرآورده‌هایی که دارای میزان چربی و ماده خشک بالایی هستند، فرآیند در فاز سوم با متراکم شدن گلبول‌های چربی پایان می‌پذیرد. به این ترتیب، ویسکوزیتهٔ محصول نسبتاً بالا می‌رود.

فشار هموژنیزاسیون

این فشار بایستی براساس بعضی فاکتورها تنظیم شود. مثلاً تحقیقات نشان داده است که برای دست‌یابی به یک درجه هموژنیزاسیون مشابه در محصول نهایی، اختلاف بین شیرهای زمستانه و تابستانه ۲۵۰۰ کیلوپاسکال است. بنابراین، اگر فشار هموژنیزاسیون شیر آشامیدنی، در تابستان ۱۰۰۰۰ کیلوپاسکال باشد، می‌توان آن را به ۷۵۰۰کیلوپاسکال در زمستان کاهش داد. این امر، احتمالاً ناشی از تغییر ساختار فاز چربی در زمستان است.

غشاء ذرات هموژنیزه شده

بررسی‌های انجام شده، نشان می‌دهد که ترکیبات شیمیایی غشاء گویچه‌های چربی هموژنیزه شده با ترکیبات شیمیایی گویچه متفاوت است. نظر به این‌که سطح خارجی یا ممبران گویچه اولیه یا مادر، کفایت پوشانیدن سطح خارجی گویچه‌های جدید را نمی‌دهد، لذا برای ترمیم دیواره‌های گویچه‌های جدید از کازئین و ترکیبات سرم استفاده می‌شود.

تأثیر مثبت فرآیند هموژنیزاسیون بر روی شیر را می‌توان به‌صورت زیر خلاصه کرد:

- توزیع یکنواخت چربی در شیر و عدم ایجاد لایه خامه
- رنگ شیر بهتر و ظاهر آن اشتها آورتر است.
- انعقاد شیر به‌وسیلهٔ رنت (در فرآیند پنیر سازی) سریع‌تر است.
- حساسیت چربی شیر نسبت به اکسیداسیون کمتر است.
- شیر هموژنیزه طعم و عطر بهتری دارد.

معایب فرآیند به شرح زیر است:

- چربی شیر را به‌طور کامل نمی‌توان جدا کرد.
- حساسیت چربی، نسبت به نور خورشید زیاد شده و مزهٔ آن به سرعت طعم فلزی پیدا می‌کند.
- چربی شیر هموژنیزه نسبت به لیپاز حساس‌تر است.
- مقاومت پروتئین‌های سرم شیر، نسبت به حرارت کاهش می‌یابد.
- در فرآیند پنیر سازی، دلمه شیر هموژنیزه شده نرم‌تر است.
- انرژی بر، می‌باشد.

تأثیر عملیات تکنیکی هموژنیزاسیون بر اجزای تشکیل دهندهٔ شیر

مهم‌ترین هدفی که در این عملیات دنبال می‌شود همانطوری‌که گفته شد، جلوگیری از تشکیل سر شیر، با خرد کردن گویچه‌های چربی می‌باشد. تلاطم و احتمالاً ایجاد شکاف و یا حفره در گویچه‌های چربی، عامل اصلی تقسیم یا تخریب آن‌ها می‌باشد.

- کاهش اندازه و افزایش سطح کل گویچه‌های چربی

قطرگویچه‌های چربی از ۱ تا ۸ و یا ۱۰ میکرومتر متغیر است : قطر متوسط گویچه‌ها ۴-۳ میکرومتر می‌باشد و در صورت هموژنیزه کردن شیر، در فشار ۱۰۰ بار به ۱/۵-۱ میکرومتر کاهش پیدا می‌کند.

در طی هموژنیزاسیون معمولاً سطح کل گلبول‌های چربی به حدود ۴ برابر می‌رسد.

مقدار پروتئین‌های جذب شده بر روی سطوح جدید گلبول‌های چربی تخریب شده که اساساً کازئین‌ها می‌باشند در حدود ۱۰ میلی‌گرم به ازاء هر مترمربع از سطوح جدید می‌باشد.

اندازه میسل‌های کازئین در حین هموژنیزاسیون تغییری نمی‌کند، فقط بزرگ‌ترین میسل‌ها تخریب می‌شوند و اجزای حاصل بلافاصله به یکدیگر می‌پیوندند.

- ممانعت از تشکیل سرشیر:

این مسئله به دو طریق صورت می‌گیرد:

-کاهش قطر گویچه‌های چربی -غیر فعال کردن آگلوتینین‌ها: برای این کار، قبل از فرایند هموژینزاسیون جزئی، شیر را در دمائی ۷۷-۷۶ °cc به مدت ۱۵ ثانیه پاستوریزه می‌کنند.

- رنگ شیر وپنیر:

رنگ این محصولات به دلیل افزایش پراکنش نور، سفیدتر می‌شود زیرا هنگامی‌که میانگین قطر گویچه‌های چربی به ۱/۵-۱ میکرومتر می‌رسد، پراکنش افزایش می‌یابد.

- ویسکوزیته:

سبب افزایش ویسکوزیته شیر می‌شود و حدود ۱۰٪ ویسکوزیته را بالا می‌برد. نظر به خوشه‌ای شدن گویچه‌های چربی، ویسکوزیتهٔ خامهٔ هموژنیزه، ممکن است افزایش بسیار بیشتری از خود نشان دهد.

- دلمه بستن:

از چند نظر تأثیر دارد:

الف) سرعت انعقاد رنین را افزایش می‌دهد، ولی دلمه به‌دست آمده نرم‌تر خواهد بود و خروج آب پنیر از آن آهسته‌تر است. از طرفی میزان چربی آب پنیر نیز کاهش می‌یابد که آن هم به‌دلیل اتصال گلبول‌های چربی پوشش داده‌شده با کازئین است. از طرف دیگر، علت خروج کندتر آب پنیر از دلمه، به دلیل افزایش گلبول‌های چربی در دلمه در نتیجه کاهش تراوایی غشا می‌باشد.پس می‌توان گفت که هموژنیزه کردن شیر پنیرسازی، می‌تواند نتایج زیر را داشته‌باشد:

۱-پایداری و بیشتر کردن رطوبت محصول ۲-سفید شدن پنیر حاصل ۳ افزایش لیپولیز در آن

ب) هنگامی‌که شیر، به منظور تولید فراورده‌های ترشی مانند ماست ،یمر(yemer) ، شیر کشت داده‌شده و ... هموژنیزه‌می‌شود، استحکام دلمه پس از اسیدی شدن افزایش می‌یابد و استقامت محصول در برابر آب انداختن بیشتر می‌شود.

ج) پایداری حرارتی خامه در اثر هموژنیزاسیون به صورت کاملاً پیچیده‌ای کاهش‌می‌یابد.

طعم و مزه

شیر در دمای پایین یا در فصل زمستان، ممکن است طعم گچی داشته‌باشد که علت آن احتمالاً به لحاظ خوشه‌ای شدن گلبول‌های چربی پوشش داده‌شده با پروتئین‌ها می‌باشد.

طعم اکسیده

هموژنیزاسیون عامل بسیار مهمی در کاهش توسعه طعم اکسیدهٔ ناشی از مس است. نظریه‌ای وجود دارد مبنی بر اینکه افزایش سطح کل گویچه‌های چربی و جذب سطحی پروتئین‌ها منجر به کاهش غلظت مس و فسفولیپیدها در غشای گویچه‌های چربی می‌شود. نظریه دیگری نیز وجود دارد که می‌گوید: اجزای غشائی موجود در سرم شیر بعد از هموژنیزاسیون،به عنوان تله‌هایی برای به دام انداختن آنیونهای سوپر اکسید عمل می‌کنند که از این طریق به آنزیم سوپر اکسید دیسموتاز در حذف سوپر اکسید کمک می‌نمایند. در غیر این‌صورت با شروع اکسیداسیون چربی‌های غیراشباع ممکن است طعم اکسیده در محصول ایجاد شود. اکسیداسیون نوری چربی شیر نیز هم‌گام با هموژنیزاسیون کاهش پیدا می‌کند. این امر در مورد اکسیداسیون نوری اسید اسکوربیک نیز بر همین منوال است. با توجه به افزایش پراکندگی نواحی مریی و ماورای بنفش طیف توسط شیر هموژنیزه ، این آثار را به انعکاس بیشتر نور از آن نسبت می‌دهند.

در مقابل، هموژنیزاسیون باعث توسعهٔ طعم حاصل از نور خورشید می‌شود که ناشی از اکسیداسیون چربی شیر نمی‌باشد.

لیپولیز

هموژنیزاسیون حساسیت چربی شیر را نسبت به هیدرولیز آنزیم‌های لیپاز تا حد زیادی افزایش می‌دهد. در صورت هموژنیزه کردن شیر خام یا مخلوط کردن آن با شیر هموژنیزه، طعم‌بندی در فراورده به سرعت توسعه می‌یابد. غشاء گویچه‌های چربی اولیه به گونهٔ مطلوبی از لیپولیز چربی شیر ممانعت به عمل می‌آورد، حال آن‌که سطوح جدید پوشش داده‌شده با پروتئین‌های شیر، نفوذپذیری بیشتری نسبت به لیپاز از خود نشان می‌دهند.

در شیر آشامیدنی هموژنیزه، تنها از طریق غیر فعال کردن لیپازها با فرایند حرارتی می‌توان از بروز تندی جلوگیری به‌عمل آورد.

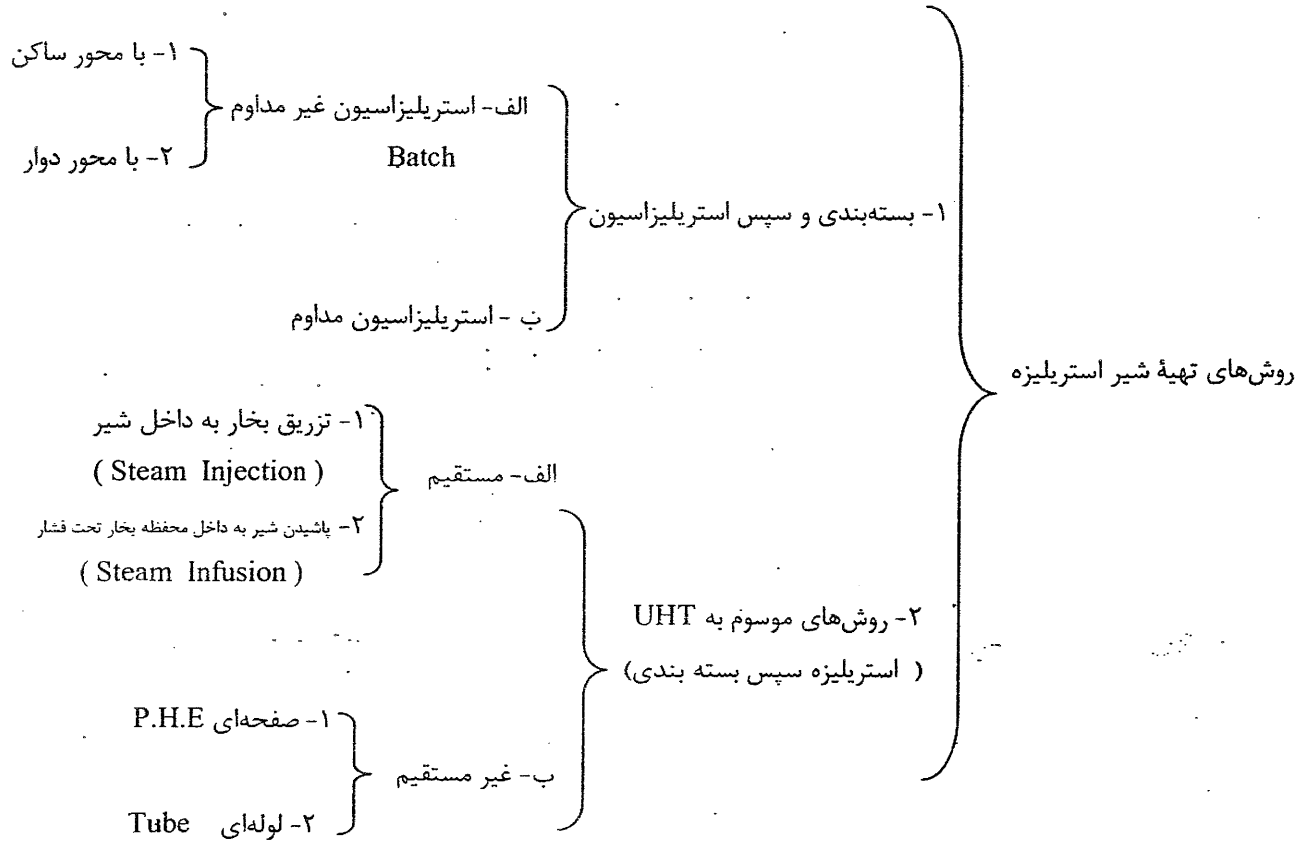
افزایش لیپولیز در برخی از پنیرها، نظیر «دانیش بلو» ممکن است مطلوب تلقی شود. در این پنیرها، هموژنیزاسیون شیر نیز غیر پاستوریزه منجر به هیدرولیز سریع و شدید چربی توسط لیپاز موجود در آن می‌شود. بنابراین، می‌توان پنیرهایی با مزهٔ تیز بسیار محسوس‌تری در مقایسه با دیگر پنیرهای کپکی آبی که از شیرغیر هموژنیزه تهیه می‌شوند تولید نمود.

استریلیزاسیون شیر

هدف از استریلیزاسیون این است که شیر برای مدت بسیار زیادتری قابل نگهداری باشد. در واقع، اگر غذایی برای مدت معینی دارای میکروب‌های قابل رشد، نباشد قبول می‌کنیم که غذا استریل شده است. در واقع شیر استریلیزه، شیری است که برای مدت خاصی فاقد میکروب‌ها و اسپورهای قابل ازدیاد باشد. این مدت برای شیر در حدود ۶ ماه است؛ البته در حدود ۳ ماه را نیز به‌عنوان استریلیزاسیون می‌پذیریم.

روش‌های تهیه شیر استریلیزه

نه تنها در مورد صنایع شیر بلکه در مورد کلیه غذاها کل روش‌های استریلیزاسیون را می‌توان به‌صورت زیر طبقه‌بندی نمود:



هموژنیزاسیون، جزء لاینفک خط تولید شیر استریلیزه می‌باشد، زیرا شیر استریلیزه، برای مدت زیادی نگهداری می‌شود. بنابراین با هموژنیزاسیون شیر، شرایط دو فازه شدن شیر، دیگر به‌وجود نمی‌آید. لذا، امولسیون ماده چرب را به ترتیبی خرد می‌کنیم که قطر ذرات چربی به 2-1 میکرون تنزل پیدا کند.

در حین هموژنیزاسیون، دمای شیر خودبه‌خود زیاد می‌شود (در حدود $^{\circ}C$ 8-5). از طرفی، قبل از فرستادن شیر به هموژنیزاسیون بایستی گرم شود یعنی دمایش به ۸۰-۷۰ درجه سانتی‌گراد برسد و هرگز نباید شیر خنک را به داخل این سیستم فرستاد.

هموژنایزر، در خط استریلیزاسیون به دو ترتیب ممکن است مورد استفاده قرار گیرد:

۱ـ پیش از استریلیزاسیون

۲ـ بعد از استریلیزاسیون

نکته : در صورتی‌که بتوان این عملیات را در یک خط اسپتیک سازمان داد بهتر است که هموژنیزاسیون بعد از استریلیزاسیون انجام شود زیرا بر بافت شیر تأثیر منفی ندارد. .

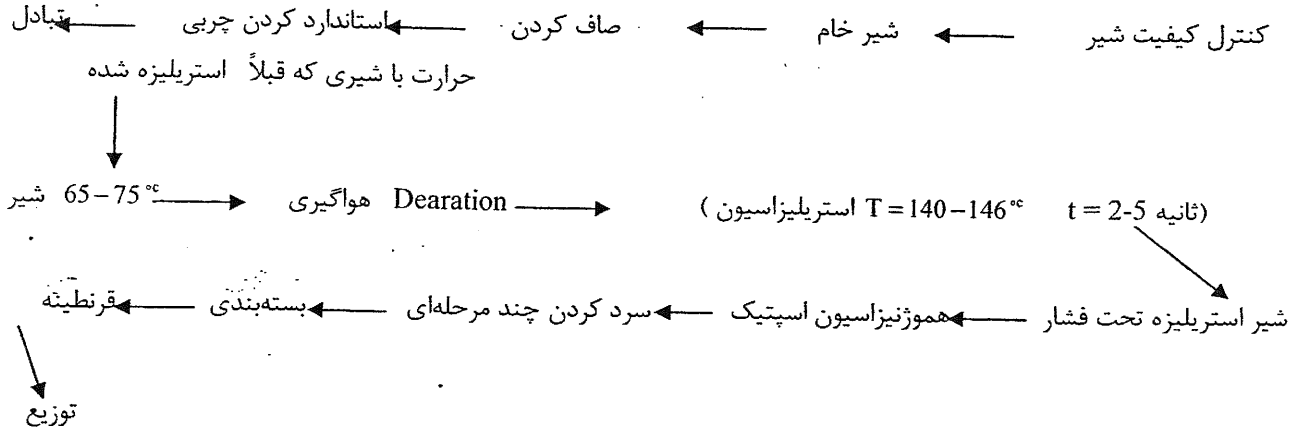
توصیه می‌شود که در مورد هر دوی این روش‌ها یک حرارت مقدماتی (Heat Pretreatment) انجام شود. برای این منظور می‌توان شیر را پاستوریزاسیون مقدماتی و یا کمی حرارت بالاتر داد؛ در نتیجه بخش اعظم میکروب‌ها از بین می‌روند و شیری که استریل می‌شود. کمتر از 1٪ میکروب‌های اولیه را در خود خواهدداشت و نیازی نیست که استریلیزاسیون در شرایط [illegible] که منجر به تغییرات عمیق در ساختمان غذا می‌شود، صورت بگیرد؛ از طرفی استریلیزاسیون مقدماتی، می‌تواند در پاستوریزاتورهای معمولی و حتی در استریلیزاتورهای معمولی انجام گیرد.

استریلیزاسیون غیر مداوم

این روش‌ها کاملاً منسوخ شده‌اند و امروزه در مورد شیر انجام نمی‌شوند. در این روش از استریلیزاتورهایی استفاده می‌شد که اساس کار آنها مانند دستگاه‌های اتوکلاو مورد استفاده در صنعت کنسرو می‌باشد. این سیستم غیر مداوم بوده و راندمان دستگاه پایین است. از طرفی به دلیل زمان زیاد استریلیزاسیون، تغییرات عمیقی را در ساختمان شیر به‌وجود می‌آید و ویتامین‌های زیادی به‌طور نسبی یا کامل از بین می‌روند و پروتئین‌های محلول بطور کامل دناتوره می‌شوند و کاراملیزاسیون لاکتوز شروع می‌شود و رنگ محصول تغییر می‌کند. تنها مزیت این روش، عدم آلودگی ثانویه می‌باشد.

روش غیر مستقیم

روش غیر مستقیم به صورت خلاصه به‌صورت زیر است :



استریلیزاسیون U.H.T مستقیم

در این متد، شیر و مادهٔ تأمین‌کننده انرژی، یعنی بخار مستقیماً با هم مخلوط می‌شوند. تبادل حرارت از طریق یک جدار انجام نمی‌شود و چون مانعی وجود ندارد، افزایش حرارت شیر، بسیار سریع است. در طول عمل، قسمتی از بخار، در داخل شیر، کندانس می‌شود و باعث رقیق شدن شیر می‌شود پس، باید روشی برای جداسازی این مقدار آب و بازگرداندن ماده خشک شیر به سطح قبلی وجود داشته باشد. در کل، متد مستقیم به دو روش انجام می‌شود:

۱- تزریق بخار به داخل شیر:

اسم اولیه این سیستم uperization بوده است که از دو کلمه Pasteurizing و ultera درست شده است. ابداع‌کنندگان این روش بر این تصور بوده‌اند که این روش تمام اشکال میکروبی اعم از گیاهی و اسپوری را نابود می‌کند بدون این‌که به ترکیب شیر و کیفیت ارگانولپتیکی آن لطمه زیادی بزند. اوپریزاسیون عبارت است از، تزریق بخار با دمای زیاد به داخل شیری که قبلاً حرارت دیده است.

مراحل اساسی این روش عبارتند از:

شیر تا $^{\circ c}50-40$ گرم شده وارد dearator می‌شود و تحت خلأ بوهای نامطبوع نیز جدا می‌شود. مرحله بعد، حرارت مقدماتی است؛ به مدت 20 ثانیه در $^{\circ c}80$، سپس، بخار آب تحت فشار 16 بار، به شیر تزریق شده آن‌را به‌طور لحظه‌ای تا $^{\circ c}160-150$ گرم می‌کند. سپس شیر وارد جایی بنام اتاق انبساط یا Expansion chamber (E.Section یا E.Room) می‌شود در اینجا خلأ نسبی وجود دارد و هم‌زنهایی قوی، شیر را به شدت به‌هم می‌زنند تا آب کندانس شده بتواند به سهولت خارج شود. عمل هموژنیزاسیون نسبی گویچه‌های چربی انجام می‌شود. کنترل تبخیر با تغییر دمای اتاق انبساط انجام می‌شود. خنک کردن در یک کولر صفحه‌ای انجام می‌شود. در روش‌های جدید در خروج از اتاق انبساط شیر وارد هموژنایزر می‌شود و تحت فشار 350-300 بار قرار می‌گیرد و سپس سرد می‌شود. تمام مسیر بسته وکاملاً استریل است، بنابراین خطرآلودگی مجدد وجود ندارد .

۲- تزریق شیر به داخل بخار:

این فرآیند در فرانسه به Pulvenisation معروف است. در این روش، شیر در یک مبدل صفحه‌ای تا حدی گرم می‌شود و سپس به‌صورت قطرات بسیار ریز به داخل محلی تزریق می‌شود که در آن بخار تحت فشار وجود دارد؛ سپس به‌طور لحظه‌ای دمای شیر به $^{\circ c}150-145$ افزایش می‌یابد. بعد مرحله خلأ پیش می‌آید و بخار کندانس شده جدا می‌شود. در اینجا دما به $^{\circ C}75-70$ تنزل پیدا می‌کند سپس هموژنیزاسیون انجام می‌شود و سردکردن دو مرحله‌ای به کل عملیات خاتمه می‌دهد.

شرایط بخار تزریقی :

۱- بخار خشک ۲- عاری از ترکیبات خارجی ۳- بسیار سبک

هموژنیزاسیون بعد از استریلیزاسیون باید در شرایط اسپتیک انجام شود ولی اگر توان کنترل چنین فرآیندی وجود نداشته باشد، باید هموژنیزاسیون را قبل از استریلیزاسیون انجام داد؛ اما اگر هموژنیزاسیون ، بعد از استریلیزاسیون انجام گیرد، بافت بهتری به وجود خواهد آمد و بافت دانه‌ای به‌وجود نمی‌آید.

بسته‌بندی شیر استریلیزه

شرایط بسته بندی شیر بایستی به صورت زیر باشد:

مواد بسته‌بندی قابل استریل باشند.

امکان آلودگی ثانویه وجود نداشته باشد.

کدر باشد و به شدت، غیرقابل نفوذ به گازها، آب و مولکول‌های کوچک باشد.

به حرارت مقاوم باشد.

بدون مزه و عطر باشد.

ارزان قیمت و به سادگی قابل استفاده باشد.

آزمایشات کنترل میکروبی شامل

انکوباسیون شیر به مدت ۱۴ روز در ۳۰°C برای جستجوی مزوفیل‌ها و همچنین در ۵۵°C به مدت ۷ روز برای جستجوی ترموفیل‌ها.

ضمناً آزمایش الکل، در این شیرها نباید منجر به هیچ نوع انعقادی شود. اسیدیتهٔ قابل سنجش، نباید بیش از [illegible] حالت معمولی تجاوز کند.

کنترل سریع دیگری وجود دارد که در ۳۷°C به مدت ۴۸ ساعت نگهداری می‌کنند. بلافاصله پس از این مدت آزمایشات ارگانولپتیکی، اسیدیته و الکل را انجام می‌دهند. نتیجه به‌دست آمده از این ۳ آزمایش، باید با نتایج آزمایشات بلافاصله بعد از تولید، کاملاً تطبیق کند.

شیر استریلیزه از نظر ارزش غذایی:

ویتامین A، B_2 و D تقریباً در این شیر دست نخورده باقی می‌ماند. B_1 بین ۲۰ تا ۳۰ درصد تخریب می‌گردد، ویتامین C ،نیز از بین می‌رود که اگر Dearation به صورت کامل انجام شود، مقداری از ویتامین C باقی می‌ماند.

از نظر قابلیت هضم، شیر UHT راحت‌تر هضم می‌شود؛ چرا که هموژنیزه کردن چربی، عمل لیپاز معده را تسهیل می‌کند و لختهٔ حاصله در دستگاه گوارش کودکان، کوچک و نرم می‌باشد؛ در صورتی که لخته ناشی از شیر خام، پرحجم و فشرده است. مسأله دیگر این است که این شیر به دلیل عقیم بودن و فقدان هرگونه دفاع بیولوژیکی، خیلی راحت‌تر توسط میکروارگانیزم‌های محیط فاسد می‌شود. به همین دلیل، پس از باز کردن در بسته، به سرعت باید مصرف شود.

تحول شیر UHT در حین نگهداری

تغییراتی که در شیر UHT اتفاق می‌افتد شامل موارد زیادی است. مثلاً بعد از ۳ روز، نگهداری در ۷°C، شیر UHT طعم و عطر پختهٔ دقایق و ساعات بلافاصله پس از فرآیند را تدریجاً از دست می‌دهد. بنابراین احساس طعم پخته بلافاصله پس از تولید تا حدی طبیعی تلقی می‌شود. در فاصلهٔ روز چهارم تا روز بیست هشتم نگهداری، تغییر محسوسی احساس نمی‌شود.

در زمان‌های بیش از این، کم‌کم طعم کارامل احساس می‌شود و از این نظر طعم شیر، درست مانند شیر پس از استریلیزاسیون می‌باشد.

بسته‌بندی شیر استریلیزه

شرایط بسته بندی شیر بایستی به صورت زیر باشد:

مواد بسته‌بندی قابل استریل باشند.

امکان آلودگی ثانویه وجود نداشته باشد.

کدر باشد و به شدت، غیرقابل نفوذ به گازها، آب و مولکول‌های کوچک باشد.

به حرارت مقاوم باشد.

بدون مزه و عطر باشد.

ارزان قیمت و به سادگی قابل استفاده باشد.

آزمایشات کنترل میکروبی شامل

انکوباسیون شیر به مدت ۱۴ روز در ۳۰°C برای جستجوی مزوفیل‌ها و هم‌چنین در ۵۵°C به مدت ۷ روز برای جستجوی ترموفیل‌ها.

ضمناً آزمایش الکل، در این شیرها نباید منجر به هیچ نوع انعقادی شود. اسیدیتهٔ قابل سنجش، نباید در بیش از [illegible] حالت معمولی تجاوز کند.

کنترل سریع دیگری وجود دارد که در ۳۷°C به مدت ۴۸ ساعت نگهداری می‌کنند. بلافاصله پس از این مدت آزمایشات ارگانولپتیکی، اسیدیته و الکل را انجام می‌دهند. نتیجه به‌دست آمده از این ۳ آزمایش، باید با نتایج آزمایشات بلافاصله بعد از تولید، کاملاً تطبیق کند.

شیر استریلیزه از نظر ارزش غذایی:

ویتامین A، B_2 و D تقریباً در این شیر دست نخورده باقی می‌ماند. B_1 بین ۲۰ تا ۳۰ درصد تخریب می‌گردد، ویتامین C ،نیز از بین می‌رود که اگر Dearation به صورت کامل انجام شود، مقداری از ویتامین C باقی می‌ماند.

از نظر قابلیت هضم، شیر UHT راحت‌تر هضم می‌شود؛ چرا که هموژنیزه کردن چربی، عمل لیپاز معده را تسهیل می‌کند و لختهٔ حاصله در دستگاه گوارش کودکان، کوچک و نرم می‌باشد؛ در صورتی که لخته ناشی از شیر خام، پرحجم و فشرده است. مسأله دیگر این است که این شیر به دلیل عقیم بودن و فقدان هرگونه دفاع بیولوژیکی، خیلی راحت‌تر توسط میکروارگانیزم‌های محیط فاسد می‌شود. به همین دلیل، پس از باز کردن در بسته، به سرعت باید مصرف شود.

تحول شیر UHT در حین نگهداری

تغییراتی که در شیر UHT اتفاق می‌افتد شامل موارد زیادی است. مثلاً بعد از ۳ روز، نگهداری در ۷°C، شیر UHT طعم و عطر پختهٔ دقایق و ساعات بلافاصله پس از فرآیند را تدریجاً از دست می‌دهد. بنابراین احساس طعم پخته بلافاصله پس از تولید تا حدی طبیعی تلقی می‌شود. در فاصلهٔ روز چهارم تا روز بیست هشتم نگهداری، تغییر محسوسی احساس نمی‌شود.

در زمان‌های بیش از این، کم‌کم طعم کارامل احساس می‌شود و از این نظر طعم شیر، درست مانند شیر پس از استریلیزاسیون می‌باشد.

اگر دمای نگهداری شیر ۱۵°C باشد به جای ۲۸ روز، این تغییر مزه بعد از ۱۵ روز در آن پیدا می‌شود. این پدیده نشان می‌دهد که به هر حال در شیر UHT تغییرات شیمیایی انجام می‌گیرد که سرعت این تغییرات وابسته به دمایی می‌باشد که محصول در آن نگهداری می‌شود.

در شیرهای UHT گاهی ساختمان آردی شکل مشاهده می‌شود که به نظر می‌رسد این امر مربوط به ذرات خرد شدهٔ چربی و پروتئین‌هاست و ملاحظه می‌شود که هموژنیزاسیون قبل از استریلیزاسیون، بیشتر باعث ظهور این پدیده می‌شود. هرگاه فشار هموژنایزر بیش از ۲۰۰ بار باشد، این عمل شدت می‌یابد. در عوض، اگر بعد از استریلیزاسیون صورت گیرد، خطر الحاق ذرات فوق، کاهش می‌یابد.

ویسکوزیته شیر UHT در حین نگهداری، بالا می‌رود؛ که فعال شدن برخی از پروتئازهای ناشی از سودوموناس‌ها می‌تواند عامل این پدیده باشد.

شیرهای اسانس‌دار flavoured milk

این شیرها می‌توانند به‌صورت تمام چربی، نیمه چربی و یا بی‌چربی تولید شود.

برای تولید این شیرها بعد از استاندارد کردن چربی از flavour مثلاً کاکائو، ساکاروز، مقدار کمی وانیل و گاهی کلرورسدیم به مقدار کم و یک پایدار کننده مناسب که مثلاً کاکائو را به صورت پایدار نگهداری کند، استفاده می‌شود.

بهترین پایدار کننده (Stabilizer) آلژینات سدیم است.

گاهی اوقات، اسانس‌هایی که اضافه می‌شوند، ممکن است درجه حرارت استریلیزه را تحمل ننمایند. برای این منظور می‌توان از روش‌های دیگری برای استریلیزه کردن استفاده نمود مثل روشMF (میکروفیلتراسیون).

سئوالات چهار گزینه‌ای

۱ ـ هموژنیزاسیون دو مرحله‌ای، برای کدام‌یک از موارد زیر بکار می‌رود؟

۱) هموژنیزه کردن محصولاتی که مقدار چربی پایینی دارند.

۲) هموژنیزه کردن محصولاتی که به هموژنیزاسیون زیادی نیاز دارند.

۳) فرآورده‌هایی که به ویسکوزیتهٔ بالایی نیاز دارند.

۴) متلاشی کردن خوشه‌های چربی که در مرحله اول به‌دست آمده است.

۲ ـ در رابطه با تأثیر هموژنیزاسیون بر روی چربی شیر، کدام جمله صحیح نمی‌باشد؟

۱) حساسیت شیر نسبت به اکسیداسیون بیشتر می‌شود.

۲) حساسیت چربی نسبت به نور خورشید زیاد می‌شود.

۳) چربی شیر هموژنیزه نسبت به لیپاز حساس می‌شود.

۴) مقاومت پروتئین‌های سرم شیر نسبت به حرارت کاهش می‌یابد.

۳ ـ به‌کارگیری فرایند هموژنیزاسیون در فرآیند پنیرسازی باعث می‌شود.....

۱) لخته حاصله، سفت‌تر خواهد شود. ۲) سرعت خروج آب پنیر در لخته افزایش یابد.

۳) سرعت انعقاد رنین کاهش یابد. ۴) میزان چربی آب پنیر کاهش یابد.

۴ ـ دلیل کاهش چربی آب پنیر با به‌کارگیری فرآیند هموژنیزاسیون.....

۱) کاهش اندازه و محلول شدن آنها در سرم شیر می‌باشد.

۲) خروج تری‌گلیسریدهای مایع از گویچه‌ها و ورود آنها به درون میسل‌های کازئین می‌باشد.

۳) کوچک‌تر شدن سطح آن‌ها می‌باشد.

۴) اتصال گلبول‌های چربی پوشش داده شده با کازئین می‌باشد.

۵ ـ چرا سرعت خروج آب پنیر در لخته با به‌کارگیری فرآیند هموژنیزاسیون در پنیرسازی کاهش می‌یابد؟

۱) به‌دلیل کاهش گلبول‌های چربی در لخته و در نتیجه کاهش آب‌گریزی در لخته

۲) به‌دلیل افزایش گلبول‌های چربی در لخته و در نتیجه کاهش تراوایی غشاء در لخته

۳) به‌دلیل اتصال گلبول‌های چربی پوشش داده شده با کازئین در نتیجه ایجاد عدم تعادل در تشکیل لخته

۴) به‌دلیل تأثیر فرآیند هموژنیزاسیون بر روی کازئین در نتیجه کوچک‌تر کردن میسل‌های کازئین

۶ ـ به‌کارگیری فرآیند هموژنیزاسیون درشیر پنیرسازی، چه نتایجی را به دنبال دارد؟

۱) بیشتر کردن رطوبت محصول ۲) سفید شدن پنیر حاصله ۳) افزایش لیپولیز ۴) هر سه مورد

۷ ـ با بکارگیری فرآیند هموژنیزاسیون استحکام کدام‌یک از فرآورده‌های زیر افزایش می‌یابد؟

۱) پنیرفتا ۲) پنیر سوئیسی ۳) پنیر چدار ۴) ماست

۸ ـ فرآیند هموژنیزاسیون باعث کاهش کدام‌یک از طعم‌های زیر می‌شود؟

۱) طعم rancidity ۲) طعم اکسیده ناشی از مس ۳) طعم تندی حاصل از لیپولیز ۴) طعم گچی

۹ ـ علت هموژنیزه کردن شیر در مرحله دوم دستگاه هموژنیزه در فشار psi 500 چیست؟

۱) پخش کردن یکنواخت ذرات چربی خوشه‌ای شده
۲) خرد کردن ذرات چربی 20 میکرونی به کمتر از 3 میکرونی
۳) پاره کردن غشا بر لیپوپروتئینی از دور ذرات چربی
۴) خوشه‌ای کردن ذرات چربی خرد شده

۱۰ ـ کدام آنزیم زیر در شرایط پاستوریزاسیون غیرفعال می‌شود؟

۱) فسفاتاز قلیایی ۲) لاکتوپراکسیداز ۳) پروتئاز ۴) فسفاتاز اسیدی

۱۱ ـ برای استاندارد کردن چربی شیر از چه دستگاهی استفاده می‌شود؟

۱) clarifier ۲) Holder ۳) separator ۴) pasteurizer

۱۲ ـ کدام‌یک از آنزیم‌های زیر موجب شروع اکسیداسیون چربی‌های غیراشباع می‌گردد؟

۱) سوپراکسید دیسموتاز ۲) سولفیدریل اکسیداز ۳) گزانتین اکسیداز ۴) پروتئاز

۱۳ ـ کدام‌یک از آنزیم‌های زیر باعث کاهش عمل اکسیداسیون در شیر می‌گردند؟

۱) گزانتین اکسیداز ـ سوپر اکسید دیسموتاز
۲) سولفیدریل اکسیداز ـ فسفاتاز قلیایی
۳) سولفیدریل اکسیداز ـ سوپر اکسید دیسموتاز
۴) سولفیدریل اکسیداز ـ پراکسیداز

۱۴ ـ مقاومت کدام‌یک از آنزیم‌های زیر کمترین است؟ (از لحاظ ثبوت حرارتی)

۱) لیپاز شیر ۲) فسفاتاز قلیایی ۳) پراکسیداز ۴) سولفیدریل اکسیداز

۱۵ ـ مقاومت حرارتی کدام‌یک از آنزیم‌های زیر در شیر بیشترین است؟

۱) کاتالاز ۲) گزانیتن اکسیداز ۳) پراکسیداز ۴) پروتئازمیکروبی

۱۶ ـ شاخص پاستوریزاسیون شیری که از طریق فرآیند flash پاستوریزه می‌شود کدام‌یک از گزینه‌های زیر می‌باشد؟

۱) آزمون فسفاتاز قلیایی منفی ـ پراکسیداز مثبت
۲) آزمون فسفاتاز قلیایی منفی ـ پراکسیداز منفی
۳) آزمون فسفاتاز قلیایی مثبت ـ پراکسیداز مثبت
۴) آزمون فسفاتاز قلیایی مثبت ـ پراکسیداز منفی

۱۷ ـ کدام‌یک از آنزیم‌های زیر، در تبدیل نیترات به نیتریت در پنیرها نقش دارد؟

۱) کاتالاز ۲) گزانتین اکسیداز ۳) پروتئاز ۴) سولفیدریل اکسیداز

۱۸ ـ در شیر ترمیزاسیون آزمون فسفاتاز قلیایی و پراکسیداز به ترتیب بایستی چه جوابی بدهد؟

۱) مثبت ـ منفی ۲) منفی ـ منفی ۳) مثبت ـ مثبت ۴) منفی ـ مثبت

۱۹ ـ کدام جمله زیر در مورد پاستوریزاسیون LTLT صحیح نیست؟

۱) احتمال اکسیداسیون چربی‌ها در این روش وجود ندارد.
۲) احتمال تشکیل کف در این سیستم وجود دارد.
۳) در این روش به ترکیبات شیر لطمه وارد نمی‌شود.
۴) احتمال افزایش PH در این سیستم وجود دارد.

۲۰ ـ ترتیب دناتوره شدن پروتئین‌های سرمی چگونه است؟

۱) α لاکتالبومین > سرم آلبومین > بتالاکتوگلوبولین
۲) بتالا لاکتوگلوبولین > α لاکتالبومین > سرم آلبومین
۳) α لاکتالیومین < بتالاکتوگلوبولین < ایمنوگلوبولین
۴) بتالاکتوگلوبولین > ایمونوگلوبولین > سرم آلبومین

۲۱ ـ در کدام‌یک از فرآیندهای زیر رنگ شیر سفیدتر می‌شود؟

۱) L. T. L . T ۲) UHT ۳) H.T.ST ۴) استریلیزاسیون درون بطری

۲۲ ـ اتاق انبساط در خط تولید کدام‌یک از روش‌های استریلیزاسیون وجود دارد؟

۱) روش P.H.E ۲) روش اتوکلاو ۳) روش مکانیکی ۴) روش تزریق بخار به شیر

۲۳ ـ در کدام‌یک از روش‌های استریلیزاسیون احتمال آلودگی بعد از فرآیند حرارتی منتفی است؟

۱) روش استریلیزاسیون با PHE ۲) روش استریلیزاسیون با تزریق بخار آب به شیر

۳) روش استریلیزاسیون با T.E ۴) روش استریلیزاسیون با اتوکلاو

۲۴ ـ در کدام روش استریلیزاسیون صدمه کمتری به مواد حساس شیر وارد می‌شود؟

۱) روش اتوکلاو ۲) روش غیرمستقیم UHT ۳) روش مداوم اتوکلاو و با محوردوار ۴) روش مستقیم UHT

۲۵ ـ ژله‌ای شدن شیر استریلیزه نتیجه چیست؟

۱) فعالیت پروتئازهای طبیعی شیر ۲) فعالیت پروتئازهای میکروبی در شیر

۳) نتیجه فعالیت E.coli در شیر ۴) عدم رعایت صحیح د جه حرارت در UHT

۲۶ ـ چرا شیر استریلیزه باید هموژنیزه باشد؟

۱) برای ثبات دادن به فاز سوسپانسیون ۲) به منظور جلوگیری از تند شدن چربی‌ها

۳) به منظور جلوگیری از اکسیداسیون چربی‌ها ۴) به منظور ثبات دادن به فاز امولسیون

۲۷ ـ عامل فساد شیر پاستوریزه شده سرد شده در حین نگهداری به چه دلیل می‌باشد؟

۱) باکتری‌های اسپورزا ۲) باکتری‌های لاکتیکی ۳) E coli ۴) باکتری‌های سرمادوست

۲۸ ـ کدام ویتامین در شیر استریلیزه بهتر حفظ می‌شود؟

۱) B_2 ۲) نیامین ۳) B_1 ۴) B_{12}

۲۹ ـ چه فرآورده‌ای برای رشد استرپتوکوکوس ترموفیلوس مناسب‌تر است؟

۱) شیر خام ۲) شیر پاستوریزه L.T.L.T ۳) شیر استریلیزه اتوکلاو ۴) شیر استرلیزه UHT

۳۰ ـ شیراستریلیزه .....

۱) شیری است که میکروب‌ها و اسپورها در آن قابل ازدیاد نباشند.

۲) شیری است که میکروب‌ها و اسپورها برای مدت خاصی قابل ازدیاد نباشند.

۳) شیری است که تمام میکروپ‌ها و اسپورها از بین رفته‌اند.

۴) شیری است که تمام میکروب‌ها، اسپورها و آنزیم‌های شیر از بین رفته‌اند.

۳۱ ـ کدام‌یک از جملات زیر در مورد استریلیزاسیون با اتو کلاو درست نمی‌باشد؟

۱) کاراملیزاسیون لاکتوز در این شیر وجود دارد. ۲) راندمان این روش پایین است.

۳) ویتامین‌ها به طور کامل از بین می‌روند. ۴) امکان آلودگی ثانویه این شیرها وجود ندارد.

۳۲ ـ روش پولاریزه کردن شیر polarization به چه معنی است؟

۱) استریل کردن شیر با تزریق بخار $145^\circ C$ به مدت 3s

۲) استریل کردن شیر با تزریق شیر به داخل محفظه بخار $145^\circ C$ به مدت 3s

۳) استریل کردن با حرارت دادن تا درجه $121^\circ C$ به مدت 15s

۴) استریل کردن شیر با حرارت دادن آن در $90^\circ C$ ، سرد کردن و مجدداً حرارت دادن تا 3s

۳۳ ـ در اپریزاسیون (uperization) شیر استریل می‌شود به صورت .....

۱) تزریق بخار $145^{\circ}C$ به مدت 3s

۲) تزریق شیر به داخل بخار $145^{\circ}C$ به مدت 3s

۳) حرارت دادن تا درجه 121.1 به مدت 15s

۴) حرارت دادن شیر تا $90^{\circ}C$ و سپس سرد کردن و مجدداً حرارت دادن تا 3s

۳۴ ـ خصوصیت بخار تزریقی برای شیر استریلیزه به طریقهٔ مستقیم باید چگونه باشد؟

۱) بخار بایستی کاملاً خشک باشد.

۲) عاری از هر ترکیب خارجی باشد.

۳) بخار سبک باشد.

۴) هر سه خصوصیت ذکر شده می‌باشد.

۳۵ ـ کدام جمله زیر در مورد ساختمان آردی مشاهده شده در شیرهای UHT صحیح نیست؟

۱) این امر مربوط به ذرات خرد شده چربی و پروتئین است.

۲) فشار هموژنیزاسیون بیش از 200 بار در هموژنیزاسیون قبل از استریلیزاسیون باعث تقویت آن می‌شود.

۳) هموژنیزاسیون قبل از استریلیزاسیون باعث تقویت آن می‌گردد.

۴) هموژنیزاسیون بعد از استریلیزاسیون باعث تقویت آن می‌گردد.

۴-۱	۱-۲	۴-۳	۴-۴	۲-۵	۴-۶	۴-۷	۲-۸
۲-۹	۱-۱۰	۳-۱۱	۳-۱۲	۳-۱۳	۱-۱۴	۴-۱۵	۲-۱۶
۲-۱۷	۳-۱۸	۱-۱۹	۳-۲۰	۲-۲۱	۴-۲۲	۴-۲۳	۴-۲۴
۲-۲۵	۱-۲۶	۴-۲۷	۱-۲۸	۴-۲۹	۲-۳۰	۳-۳۱	۲-۳۲
۱-۳۳	۴-۳۴	۴-۳۵					

تکنولوژی شیرهای غلیظ (Concentrated milks)

در ابتدا بایستی گفته شود که تحولات شیر تغلیظ شده در راستای حرارت دادن شیر می‌باشد.

* تحولات شیر تغلیظ شده
  - ۱ـ افزایش کلسیم کلوییدی
  - ۲ـ افزایش اندازه مسیل‌ها
  - ۳ـ کاهش هیدراتاسیون
  - ۴ـ کاهش PH شیر یا افزایش اسیدیته شیر نسبت به شیر معمولی

لازم به ذکر است که با تغلیظ، تراکم یون هیدروژن در واحد حجم یا وزن زیاد می شود. لذا ضریب یونیزاسیون کاهش می‌یابد و در نهایت میزان یون‌های هیدروژن واحد حجم شیر بیش از شیر معمولی می‌شود.

* کاهش pH باعث محلول شدن برخی از ترکیبات کلوییدی می‌شود؛ لذا در طول تغلیظ شدن دو عمل متناقض صورت می‌گیرد؛ یعنی از یک طرف افزایش Ca و P کلوییدی و در جهت عکس، محلول شدن نسبی بخشی از آن‌ها در ار باط با کاهش PH است. با وجودی که کاهش PH موجب محلول شدن نسبی Ca می‌شود، ولی افزایش کلی اندازه مسیل‌ها شرایط ناپایداری برای شیر غلیظ شده به‌وجود می‌آورد.

عواملی که باعث افزایش ثبات شیر غلیظ می‌شوند:
- ۱ـ افزودن نمک‌های پایدار کننده از طریق تبادل یونی K و Na با Ca که در نتیجهٔ افزایش Ca، شیر پایدار می‌گردد.
- ۲ـ حرارت مقدماتی: که باعث تشکیل کمپلکس بین کاپاکازئین و بتالاکتوگلوبولین می‌شود و هم‌چنین باعث دناتوره شدن پروتئین‌های سرمی می‌گردد.

۱- شیر تبخیر شده

ترکیب شیر تبخیر شد، در کشورهای تولید کنندهٔ آن را قانون مشخص می‌کند و معمولاً به گونه زیر است:

چربی	۷/۵ تا ۹٪
مواد جامد بدون چربی	۱۷/۵ تا ۲۲٪
کل مواد جامد	۲۵ تا ۳۱٪

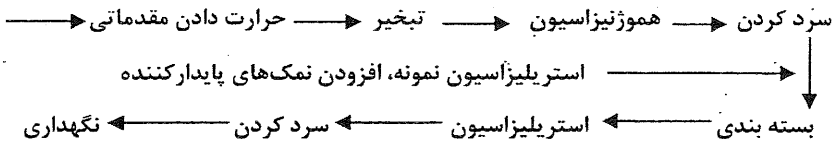
وجود رنگ روشن و ظاهری شبیه به خامه در محصول مطلوب است.

روند تولید شیر تبخیر شده در تصویر زیر نشان داده شده است. استاندارد نمودن دقیق نسبت چربی به مواد جامد غیرچربی، اولین مرحله را به خود اختصاص می‌دهد. حرارت دادن مقدماتی[20] شیر، مرحله بعد را تشکیل می‌دهد که هدف اصلی آن، افزایش ثبات حرارتی شیر، قبل از استریلیزاسیون اصلی است. درجه حرارت و زمان مربوطه بر حسب میزان مواد جامد در محصول نهایی، میزان پروتئین (اختلاف‌های فصلی)، ویسکوزیته مطلوب و .... به ترتیب بین ۹۳ تا ۱۲۰ °C و ۱ تا ۲۵ دقیقه متغیر است.

افزایش دما، ثبات حرارتی را بهبود می‌بخشد، ولی ویسکوزیته را کاهش می‌دهد. ثبات حرارتی بالا در تولید شیر تبخیر شده حاوی میزان زیاد مواد جامد، امری است ضروری که از این نظر، استفاده از درجه حرارت بالا را می‌طلبد. البته، افزایش بیش از اندازه درجه حرارت منجر به کاهش بسیار زیاد ویسکوزیته می‌شود و این عیب به کرات مشاهده شده است.

---

20 - Preheating



روند تولید شیر تبخیر شده

عمل تغلیظ در گذشته توسط تبخیر کننده‌های غیر مداوم انجام می گرفت، ولی امروزه بیشتراز تبخیرکننده‌های فالینگ فیلم، با کنترل مداوم دانسیته استفاده می‌شود.

کنسانتره پس از تغلیظ، در درجه حرارت حدود ۵۵ °C هموژنیزه می‌گردد (۱۲۵۰۰ تا ۲۵۰۰۰ kPa). هدف از انجام این مرحله، جدا نشدن چربی در فراوردهٔ نهایی است. هموژنیزاسیون منجر به افزایش ویسکوزیته می‌شود و در مقابل، ناپایدار شدن پروتئین‌ها را به دنبال دارد. افزایش میزان فشار هموژنیزاسیون باعث افزایش ناپایداری می‌گردد.

درجه حرارت محصول، پس از هموژنیزاسیون به حدود ۱۴ °C رسانیده شده، بلافاصله بسته‌بندی می‌شود. چنان‌چه بسته‌بندی به علت استریلیزاسیون نمونه به تعویق افتد، لازم است محصول تا دمای ۵ تا ۸ °C خنک گردد.

علاوه بر اثر پروتئین‌های سرمی، تعادل نمکی که عبارت است از نسبت کلسیم و منیزیم به فسفات و سیترات نیز پایداری حرارتی محصول را کنترل می‌نماید. نقش سایر عوامل تا حد زیادی به اثر آن‌ها بر تعادل نمکی وابسته است. با افزایش فسفات‌ها و سیترات‌ها، و کاهش مقدار کلسیم، پایداری شیر تغلیظ شده در برابر استریلیزاسیون، بالا می‌رود. میزان مورد نیاز نمک‌های تثبیت کننده به کمک استریلیزاسیون نمونه‌ای از محصول، مشخص و به آن اضافه می‌گردد. ویتامین نیز هم‌زمان به آن افزوده می‌شود و پس از انجام استاندارد نهایی چربی و مواد جامد، بسته‌بندی و دربندی صورت می‌گیرد.

قوطی‌ها با پشت سرگذاشتن ماشین پرکن به اتوکلاو که ممکن است مداوم یا غیرمداوم باشد، می‌روند. درجه حرارت و زمان استریلیزاسیون در حدود ۱۱۰ تا ۱۲۰ °C و ۱۵ تا ۲۰ دقیقه است. در مرحله بعد، دمای قوطی‌ها به ۱۵ تا ۲۰ °C کاهش می‌یابد. این امر باید در عرض کمتر از ۱۰ دقیقه صورت پذیرد، تا احتمال تخریب کیفی محصول، دراثر فرایند قهوه‌ای شدن و ایجاد بافت نامناسب به حداقل برسد.

هم‌چنین، فرایند UHT (دمای ۱۴۰ °C به مدت ۳ ثانیه) و سپس بسته‌بندی اسپتیک نیز ممکن است مورد استفاده قرار گیرد. شیر تبخیر شده را می‌توان برای مدت زیادی در دمای ۰ تا ۱۵ °C نگهداری نمود. در درجه حرارت‌های بالاتر شاهد رخداد واکنش‌های قهوه‌ای شدن و هم‌چنین کاهش سریع‌تر ویسکوزیته خواهیم بود.

۲- شیر کندانسه شیرین

فرمول شیر کندانسه شیرین (SCM [۲۱])، عموماً به صورت زیر است :

چربی	۸ تا ۹٪
مواد جامد بدون چربی	۲۰ تا ۲۲٪
ساکارز	۴۳ تا ۴۶٪

قابلیت نگهداری مناسب SCM به فشار اسمزی بالای آن مربوط می‌شود که ناشی از غلظت زیاد قند است. بدین معنی که غلظت بیش از ۶۲/۵٪ قند در فاز آبی، مانع رشد اغلب میکروارگانیسم‌های مولد فساد می‌شود. لذا این شیرها استریل نمی‌شوند. در صورت غیرفعال

21 - Sweetened Condensed Milk

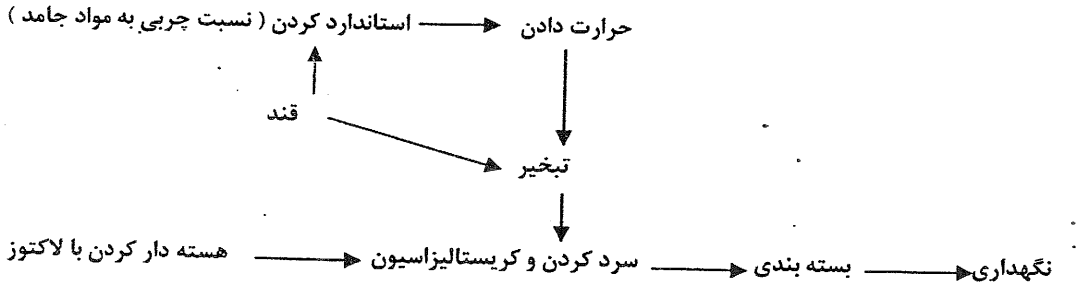
شدن قارچها و مخمرها در طول فرآیند و همچنین اجتناب از آلودگی مجدد در حین بسته‌بندی، SCM از عمر نگهداری خوبی برخوردار خواهد بود.

همان‌طور که در تصویر زیر ملاحظه می‌شود، شیر پس از استاندارد شدن میزان چربی و مواد جامد بدون چربی، پاستوریزه می‌گردد.

هدف از فرایند حرارتی فوق :

- ✓ نابود کردن میکروارگانیسم‌ها و بویژه مخمرها و کپک‌ها
- ✓ تنظیم ویسکوزیته محصول نهایی است.
- ✓ غیرفعال کردن لیپاز شیر در نتیجه جلوگیری از تند شدن شیر
- ✓ آسان نمودن انحلال قند در شیر
- ✓ حذف قسمت اعظم میکروب‌های شیر
- ✓ ارسال شیر گرم به مرحله تبخیر آب Vaccum در نتیجه صرفه جویی در انرژی
- ✓ پایداری لازم به شیر در برابر شرایط حرارتی و تغلیظ
- ✓ جلوگیری از رسوب نیترات و فسفات کلسیم و منیزیم در بسته‌بندی در طول نگهداری

درجه حرارت مورد استفاده تا حدی به کیفیت محصول از نظر ویسکوزیته و « حالت ژله‌ای[۲۳] » آن بستگی دارد. درجه حرارت‌های ۹۰ تا ۱۲۰ °C طی زمان نگهداری صفر ثانیه تا ده دقیقه معمولاً مورد استفاده قرار می‌گیرد.



روند تولید شیر کندانسه شیرین

مشخص شده است که درجه حرارت‌های پایین ـ نظیر ۷۵ درجه سانتی‌گراد ـ سبب کاهش ویسکوزیته و حالت ژله‌ای می‌شود که این امر به لحاظ جدا شدن شکر و همچنین جدا شدن چربی در فراورده‌های حاوی چربی، پدیده‌ای ناخوشایند محسوب می‌گردد.

افزایش دما در محدوده ۸۰ تا ۱۰۰ °C، افزایش ویسکوزیته و ژله‌ای شدن را به دنبال دارد. در درجه حرارت‌های بالای نقطه جوش، ژله‌ای شدن، مجدداً کاهش می‌یابد، در صورتی که ویسکوزیته تغییر محسوسی نمی‌کند یا تنها کمی افزایش می‌یابد.

در مواقعی که شیر، از حداقل پایداری برخوردار است، دماهای بین ۱۱۰ تا ۱۲۰ °C برای تنظیم شدت ژله‌ای شدن مناسب می‌باشند.

نگهداری شیر، برای مدت بیشتری در یک درجه حرارت خاص، باعث افزایش ویسکوزیته خواهد شد. این بدین معنی است که می‌توان به ترکیبی از درجه حرارت و زمان دست یافت که تحت آن شرایط، بهترین کیفیت به دست آید.

قند، قبل از فرایند تبخیر یا به هنگام آن اضافه می‌گردد. معمولاً ساکارز برای این منظور به کار برده می‌شود، زیرا خواص مفیدی دارد که عبارتند از:

- حلالیت زیاد که اجازه می‌دهد فشار اسمزی مورد نیاز تأمین شود.
- قندی است غیر احیا که از این رو در واکنش‌های قهوه‌ای شدن شرکت نمی‌کند.

---

22 - age - thickening

23 - Hunziker, 1949

- تخمیر پذیری کمی دارد.

برای افزودن قند از یک شربت کاملاً استریل ۷۰٪ و بسیار خالص استفاده می‌شود. مقدار قند از رابطه زیر قابل محاسبه است:

$$S = K \times G$$

در این رابطه، K ،برابر است با نسبت قند به چربی در شیری که هدف، تولید آن است و G مقدار چربی است در شیر استاندارد شده مورد استفاده؛ معمولاً برای هر صد لیتر شیر حدود ۱۷ کیلوگرم ساکارز خالص به‌کار می‌رود.

افزودن قند به سه طریق امکان‌پذیر است :

۱ ـ اضافه کردن آن به شیر قبل از حرارت دادن مقدماتی: دراین صورت، لازم است درجه حرارت و زمان آن افزایش یابد، چرا که افزودن قند، مقاومت حرارتی میکروارگانیسم‌ها را زیادتر می‌کند. این روش هم‌چنین ژله‌ای شدن را افزایش می‌دهد.

۲ـ محلولی از قند با غلظت ۶۰٪ تهیه کرده، سپس آن را درست قبل از این که شیر، وارد تبخیر کننده شود بدان می‌افزایند. این باعث تغییر ژله‌ای شدن در جهت مثبت می‌شود.

۳ـ اختلاط قند و شیر در خاتمه عمل تبخیر، که حالت ژله‌ای را بیشترکاهش می‌دهد.

سرد کردن بلافاصله، از جمله مهم‌ترین عملیات در تولید SCM به شمار می‌رود، زیرا باقی ماندن محصول به مدت طولانی در درجه حرارت بالا، ژله‌ای شدن را افزایش می‌دهد. مهم‌تر این که کنترل سرد کردن، بر روی کریستالیزاسیون لاکتوز و در نتیجه بافت محصول مؤثر است.

عمل سرد کردن، معمولاً در یک سردکن تحت خلأ و تا دمای حدود ۳۰ °C انجام می‌شود. SCM در این مرحله دارای حالت فوق اشباع لاکتوز است و در صورت عدم کنترل دقیق کریستالیزاسیون، کریستال‌های بزرگی (بیش از ۱۰ µm) تشکیل می‌شود که به محصول، بافتی شنی می‌بخشند. دست‌یابی به بافتی مطلوب، زمانی میسر می‌گردد که بیشترین تعداد ممکن کریستالهای کوچک به دست آید. نیل به این هدف، با هسته‌دار کردن کریستالیزاسیون با ذرات بسیار ریز لاکتوز که اندازه آنها حداکثر ۱۰ µm باشد و میزان قابل توجهی از آن‌ها نیز دارای قطر کمتر از ۱ µm باشند، عملی گردد. میزان پودر یا محلول لاکتوز اضافه شده در حدود ۰/۰۵ تا ۰/۱ ٪ می‌باشد. انجام موفق کریستالیزاسیون نیاز به آن دارد که عمل توزیع و پراکندگی به نحو مطلوبی صورت پذیرد که این خود، تابع اضافه کردن هسته لاکتوز در حین هم زدن مداوم محصول می‌باشد.

درجه حرارت پس از هسته دار کردن و هم زدن مداوم، به مدت یک ساعت ثابت باقی می‌ماند تا زمان لازم برای تشکیل حداکثر تعداد ممکن هسته لاکتوز تأمین گردد. سپس، مخلوط فوق همان‌طور که به‌طور مداوم هم زده می‌شود، به سرعت به درجه حرارت نهایی (۲۰ °C) خنک می‌گردد و در این دما باقی می‌ماند تا کریستالیزاسیون به انجام رسد. حال، محصول آماده بسته‌بندی در قوطی یا ظروف بزرگ‌تر است.

عمل پر کردن باید در اتاق‌هایی انجام شود که عاری از آلودگی بوده، هوای آن فیلتر شده باشد. قوطی‌ها نیز پس از استریل شدن با بخار، شعله یا اشعه UV پر می‌شوند.

کنترل قوطی

برای کنترل کردن قوطی‌ها بعد از استریلیزاسیون، آن‌ها را در مخزن آب ۸۰ °C می‌گذارند، اگر در آن‌ها حباب وجود داشته باشد ظرف را شناسایی و جدا می‌کنند.

شیر باید در زیر ۱۵ °C تا مرحله مصرف نگهداری شود. در این نوع شیر، انعقاد نسبی مکرراً مشاهده شده و در خصوص علل انعقاد فرضیاتی ارایه شده که بیشتر بر پایهٔ تحولات کاپاکازئین و ساختمان میسلی قرار دارد، با افزودن بعضی از مواد شیمیایی توانسته‌اند جلوی انعقاد را بگیرند.

شیرخشک - Dried Milk

شیر خشک از چندنظر نسبت به شیرهای معمولی مزیت دارد:

۱- قابلیت نگهداری برای مدت طولانی است.

۲- حمل و نقل آسان و اقتصادی

۳- حجم کمی اشغال می‌کند.(میزان شیرخشک بی چربی حاصل از صد کیلوگرم شیر اولیه فقط حدود ۹ کیلوگرم است)

۴- هم نیازی هم به ماشین‌های سردخانه‌دار ندارد.

شیر خشک دارای کاربرد زیادی است نظیر:تولید شیر باز ساخته، استفاده در ماست، بستنی ، حتی صنایع گوشت و فرآورده‌های دیگر غذایی مثل شیرینی و ... .

شیر خشک به چند صورت وجود دارد:

۱- شیرخشک بی‌چربی

۲- شیرخشک نیم چرب

۳- شیرخشک پرچربی (یا شیر خشک ۲۶٪ یا ۲۶٪ چربی)

در مورد شیرهای دارای چربی هم خطر اکسیداسیون وجود دارد و هم خطر تند شدن، به همین دلیل، بسته‌بندی آن‌ها باید در شرایط به‌خصوصی انجام شود. شیرخشک پرچربی و بی‌چربی دارای ترکیب تقریباً ثابت زیر هستند و ضمناً شیرخشک پرچربی را با عناوینی مانند ۲۶٪ مشخص می‌کنند؛ یعنی میزان چربی ۲۶٪ است و در مورد این نوع محصولات حتماً این رقم روی بسته نوشته می‌شود.

ترکیب شیرهای خشک					
	آب (رطوبت)	ماده چرب	لاکتوز	مواد ازته	املاح
شیر خشک بی‌چربی	۳/۵-۴	۱-۱/۵	۵۰-۵۲	۳۴-۳۷	۹/۵-۱۰
شیر خشک۲۶٪	۲-۴	۲۶	۳۵-۳۷	۲۷-۲۹	۷/۵-۸

روش‌های خشک کردن

این روش‌ها را می‌توان با توجه به نوع خشک کن به چند گروه تقسیم نمود ولی دو روش زیر دارای کاربرد وسیع‌تری می‌باشند:

۱- روش استوانه یا غلطک (Drum Drying Process (Roller Drying Process

۲- روش پاششی یا اسپری (Spray Drying Process)

روش استوانه یا غلطک

این روش در کشور ما برای غذای کودک و کازئینات سدیم به‌کار گرفته می‌شود. غلطک غذای کودک عمدتاً تک غلطکی است که خمیر غذای کودک یا خمیر بخش غلات فرمولاسیون غلات روی آن خشک می‌شود. ولی اگر روش غلطکی، برای خشک کردن شیر مورد استفاده قرار بگیرد، دو غلطکی است نه تک علطکی. دو غلطک به‌صورت افقی و برخلاف جهت هم حول محور افقی گردش می‌کنند. شیری که قبلاً غلیظ شده در فاصله بین ان دو فرو می‌ریزد و به‌صورت قشر یکنواخت در سطح آنها توزیع می‌شود. شیرخشک شده، به‌وسیله یک تیغه یا کارد سراسری تراشیده می‌شود بخار آب موجود، به‌وسیله یک دانتیلاتور که در بالای غلطک‌ها قرار گرفته، به‌خارج کشیده می‌شود. مدت خشک شدن در فشار معمولی ۳-۲ ثانیه است که معادل با نیم دور چرخش استوانه‌ها است. دمای بخار

داخل استوانه‌ها ۱۴۹°C-۱۴۳ و فشار این بخار حداقل ۲/۸ و حداکثر ۶/۳ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع است. فاصله دو استوانه ۰/۷۵-۰/۵ میلی‌متر می‌باشد. جنس استوانه‌ها آهن با سطح خارجی صاف و صیقلی شده از فولاد زنگ نزن است. مصرف بخار برای خشک کردن هر لیتر شیر حدود ۱/۲ kg می‌باشد. به‌دلیل صرفه‌جویی در مصرف انرژی، شیر قبلاً تا ۲۵-۱۸٪ ماده خشک غلیظ می‌شود.

عیوب روش غلطکی: تماس مستقیم شیر با فلز داغ سطح غلطک و در نتیجه تغییرات شدید در ساختمان شیمیایی شیرباعث کاهش حلالیت شیرخشک می‌شود، زیرا پروتئین‌های محلول دناتوره می‌شود همچنین در این روش، مواد معدنی دچار تغییر شده و به ویتامین‌ها و مواد حساس لطمه وارد می‌شود.

پارامترهای قابل اندازه‌گیری شیر خشک:

برای مقایسه شیرهای خشک باید مشخصه‌ها و یا پارامترهای زیر را اندازه گیری کرد و با هم مقایسه نمود.

1- Solubity Index اندیس حلالیت

2- Dispersibility Index اندیس پخش در آب

3- Burned Particle ذرات سوخته

4- Bulk Density وزن مخصوص توده

5- Whey Protein Nitrogen اندیس نیتروژن پروتئین محلول

مهم‌ترین مسئله، اندیس حلالیت یا S.I می‌باشد و تمام تحولات سیستم‌های خشک کردن شیر بر این مبنا انجام شده‌اند. مثلاً در شیرخشک غلطکی SI = %85 است؛ یعنی ۱۵٪ آن حل نمیشود که D.I آن مطلوب نیست و به همین دلیل این نوع شیر بیشتر دارای موارد استعمال صنعتی است تا غذای انسان، برای خوراک دام نیز از آن استفاده می‌شود.

روش پاششی

این روش عبارت است از پاشیدن شیر قبلاً تغلیظ شده، به‌صورت قطرات بسیار ریز به‌داخل یک فضا یا برج .

این سیستم با یک جریان هوای گرم که با شیر برخورد می‌کند، به‌صورت لحظه‌ای رطوبت آن‌را جدا می‌کند و شیرخشک شده به‌صورت غبار در ته برج که مخروطی است، سقوط می‌کند. اتاق یا برج خشک کن معمولاً به شکل استوانه‌ای است که به مخروط ختم می‌شود ارتفاع برج، بسته به ظرفیت، بین ۳۰-۱۰ متر متغیر است. در بخشهای مختلف شیشه‌هایی برای مشاهده داخل برج کار گذاشته شده است و همینطور دری به مظور ورود به داخل برج، جهت شستشو، نظافت و یا کنترل شستشو دستگاه مه‌پاش یا Atomizer که معمولاً در بالای برج کار گذاشته می‌شود و شیر غلیظ بصورت ذرات کوچکی بوسیله اتمایزر بداخل فضا پخش می‌شود اتمایزر به شکل Nozzle و یا توربین ساخته می‌شود و در هر دو صورت شیر غلیظ را تحت فشار زیاد بصورت قطرات بسیار کوچکی در می‌آورد در صورت استفاده از توربین سرعت متوسط گردش آن ۲۵۰۰۰ RPM است سرعت توربین، غلظت اولیه، دمای هوای ورودی، دمای هوای مرطوب خروجی، از جمله عواملی هستند که وضعیت خشک کردن و بنابراین اندیس‌های گفته شده را مشخص می‌کنند در این روش شیر اولیه می‌تواند حتی تا ۵۰٪ ماده خشک غلیظ شده باشد. مشکل غلظت زیاد این است که سرعت سقوط ذرات زیادتر می‌شود و ممکن است براساس قوانین فیک بخشهای درونی آن کاملاً رطوبت خود را از دست نداده باشد ماده گرم کننده یا هوای صاف شده و گرم شده توسط الکتریسیته تا ۱۶۰-۱۵۰°C ممکنست از همان جهت خروج شیر یا از روبرو یا با زاویه 90° به شیر دمیده شود هر یک از این شکلها منجر به طراحی‌های متفاوتی می‌شوند و البته می‌توانند در سرعت سقوط ذرات تأثیر بگذارند. برحسب نوع شیری که هدف تهیه آن است دمای هوای تمیز داغ ورودی، می‌تواند از ۱۵۰ تا ۲۰۰ درجه متغیر باشد. رطوبت جدا شده از شیر هنوز دارای ذرات

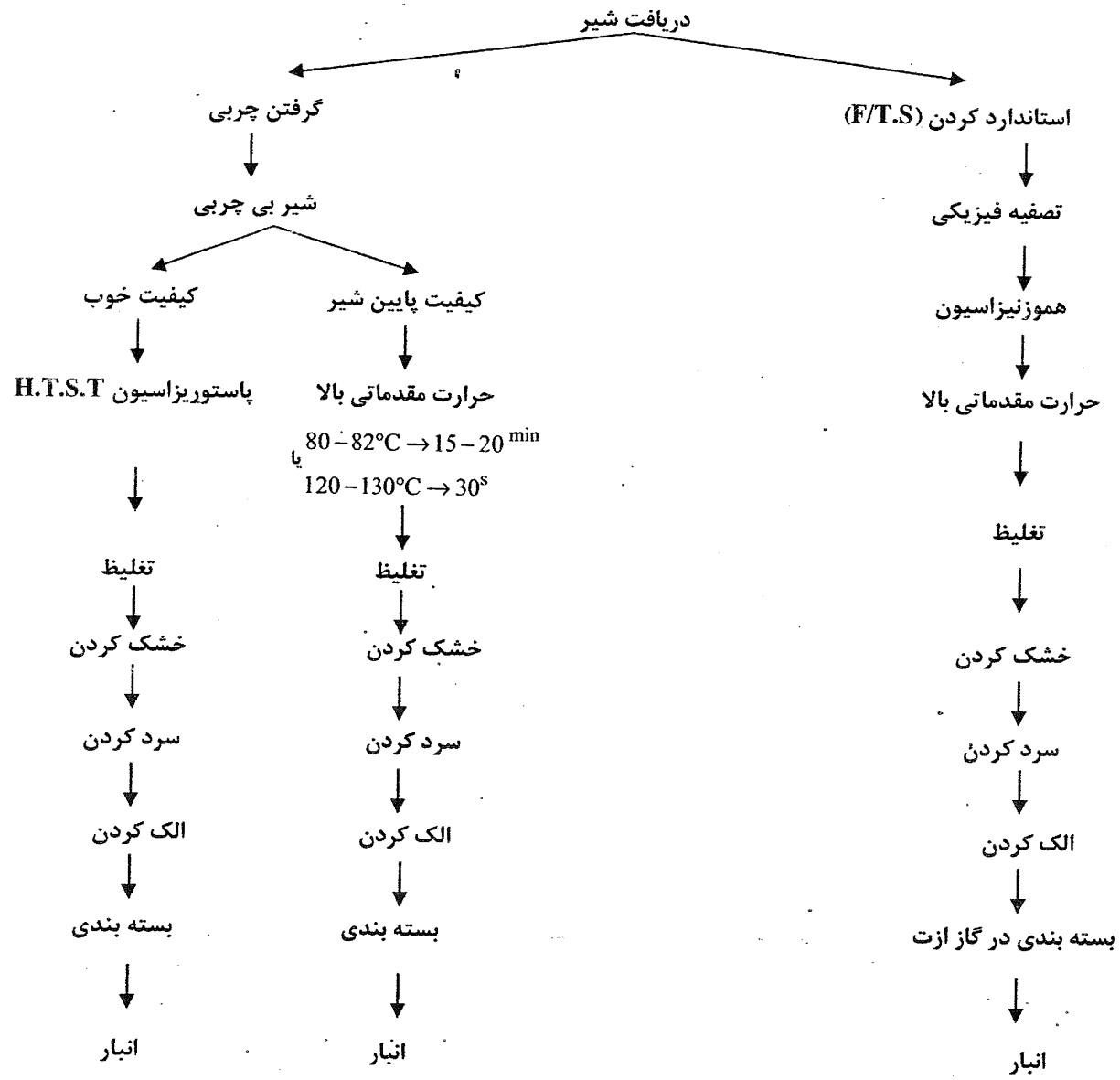
سبک شیر خشک می‌باشد این ذرات در یک سیکلون از شیر جدا می‌شوند به همین دلیل در کنار برج اصلی همواره یک یا دو سیکلون با اندازه‌های متفاوت و تقریباً به همان شکل اصلی وجوددارد. در این سیکلون‌ها، صافی‌هایی وجود دارد که رطوبت را عبور می‌دهند ولی شیرخشک را عبور نمی‌دهند و با سیستم‌های ضربه‌ای متناوب، شیرخشک چسبیده به صافی‌ها به داخل سیکلون ریخته شده و وارد مسیر عمومی شیر خشک خروجی میگردد. شیر خشک اسپری می‌تواند تا نزدیک به ۱۰۰٪ در آب بازسازی شود. شکل ذرات در بازسازی بعدی مؤثر است هر چقدر اندازه ذرات بزرگتر باشد و بی‌شکل‌تر باشد بهتر آب جذب می‌کند به همین دلیل است که به این سیستم گاهی اوقات، سیستمی موسوم به بستر سیال اضافه می‌شود. اگر ذرات کاملاً کروی و یا بیضوی شکل و اندازه آن کوچک باشد پخش ذره در آب و جذب آب بداخل ذره خوب انجام نمی‌شود اینجاست که بایستی ترتیبی داد که اندازه ذره بزرگتر شده و شکل هندسی منظمی هم نداشته باشد به همین دلیل شیرخشک را در بخش بعدی ممکن است با افزودن آب، مجدداً مرطوب کنند این رطوبت بین ۱۲-۱۰٪ است و این‌بار بر روی یک تقاله با جریان هوا خشک نمایند و بعد آسیاب کنند گاهی، مرحله آسیاب وجود ندارد چنین شیری به سرعت در آب پخش شده و حل می‌شود به همین دلیل به آن شیرخشک فوری نیز می‌گویند در حالیکه وزن مخصوص شیر خشک ۱/۳۲-۱/۲۶ است اما عملاً می‌بینیم که bulk density ۰/۸-۰/۵ است زیرا شیر خشک مقدار زیادی هوا را به صورت محبوس در خود نگه می‌دارد و این وضعیت هم در پخش شیر در آب مزاحمت ایجاد می‌کند و هم در نفوذ شیر به داخل ذره، بستر سیال می‌تواند این مشکلات را حل کند در این روش نیز پروتئنیهای محلول کم و بیش دناتوره می‌شوند درصد دناتوراسیون تابعی است از دمای هوای خشک ورودی و هوای مرطوب خروجی، هرچه دناتوراسیون، بیشتر باشد حلالیت، کمتر می‌شود. بطور کلی در فرآیند خشک کردن، اگر چربی وجود داشته باشد و هم‌چنین لاکتوز و سایر ترکیبات ممکنست تحولاتی را تحمل کنند که برروی S.I آنها مؤثر باشد مهمترین فاکتور نگهداری شیرخشک، رطوبت است که نباید بیش از ۵٪ وزن آن باشد اگر رطوبت، بالا باشد هم کریستالیزاسیون لاکتوز انجام می‌شود و هم قهوه‌ای شدن آغاز می‌شود و در نتیجه تولید عطر نامطلوب، باد کردن، افزایش اسیدیته، کاهش حلالیت و تغییر رنگ از عوارض افزایش رطوبت شیر هستند.

در تولید شیر خشک کامل هموژنیزاسیون باید انجام پذیرد تا از جدا شدن چربی شیر جلوگیری به عمل آید. بسته‌بندی این‌گونه شیرها بایستی حاوی گاز ازت و یا گازهای بی‌اثر باشد تا از اکسیداسیون و تند شدن آن‌ها جلوگیری شود.

اگر شیر اولیه، دارای کیفیت میکروبی و شیمیایی مطلوبی باشد، می‌توان با یک پاستوریزاسیون معمولی کیفیت میکروبی آنرا بهبود داد که در این صورت تحول شدیدی در ترکیبات شیر به‌وجود نمی‌آید. اما اگر بار میکروبی زیاد باشد بناچار باید شرایط فرایند را شدیدتر کرد. طبعاً ترکیب شیمیایی و خواص شیرخشک، تحت تأثیر قرار می‌گیرد. شیرخشک با حرارت کم براحتی می‌تواند بازسازی شود و پس از بازسازی کاملاً شبیه شیر پاستوریزه است در شرایطی ممکن است حرارت مقدماتی به ۸۲°C-۸۰ بمدت ۲۰-۱۵ دقیقه و حتی ۱۳۰°C-۱۲۰ بمدت ۳۰ ثانیه برسد. در نگهداری شیر، رطوبت باید کمتر از ۳/۵٪ باشد معمولاً ذرات شیر در این روش هرگز دمای بیش از ۷۲°C را دریافت نمی‌کنند. این نوع شیرخشک برای فرمولاسیون غذای کودک و مواد حساس دیگر کاربرد دارد. در مورد شیرخشک کامل، اولاً: اسیدیته باید کمتر از 20D° باشد، ثانیاً: حرارت مقدماتی در 95°C به‌مدت ۳-۲ دقیقه یا در ۱۱۰ الی 130°C بمدت ۲۰-۱۵ ثانیه است. این حرارت شدید ،لیپاز را کاملاً غیرفعال می‌کند. مهم‌تر از همه بسته‌بندی باید در اتمسفر ازت باشد و به‌خصوص باید مسائلی مانند نفوذ نور، اسیدیته زیاد و حضور فلزاتی مانند آهن و به‌خصوص مس را در نظر گرفت.

معمولاً از ۱۰۰ لیتر شیر با ۳۱ گرم ماده چرب در لیتر ۱۲/۵-۱۲ کیلوگرم شیرخشک با ۲۶٪ چربی به‌دست می‌آید.

نمودارهای زیر مراحل اساسی ساخت شیرخشک بی‌چربی و کامل را نشان می‌دهد.



Low Heat skim milk powder **Medium Or High Heat Milk powder**

شیرخشک دیگری به‌نام شیرخشک فوری یا لحظه‌ای تهیه می‌شود که قابلیت جذب آب آن، یعنی نفوذ سریع آب در آن بسیار زیاد است. به سرعت این نوع شیرخشک در آب پخش شده و آب جذب می‌کند و تقریباً نیازی به‌هم زدن ندارد. دمای بازسازی ۲۰-۵۰ °C است. البته در صنعت به‌همزن‌های قوی شیرخشک را در آب پخش می‌کند. یکی از فاکتورهای عمده در بازسازی شیر نسبت وزن شیر است، به سطح کلی که با آب در تماس قرار می‌گیرد. شیرخشک فوری را ممکن‌است با روش‌های یک مرحله‌ای و یا دو مرحله‌ای تهیه کنند. در بعضی سیستم‌ها ابتدا شیرخشک اسپری تهیه می‌کنند، سپس مجدداً در خروج از برج آن‌را مرطوب کرده و در یک بستر سیال در ۸۰-۸۵ °C خشک می‌کنند. ممکن است به‌جای یک بستر از دو یا سه بستر استفاده شود و در مرحله پایانی با هوای سرد، شیرخشک را سرد یا خنک می‌کنند. در روش یک مرحله‌ای، ترتیبی می‌دهند که در خروج از برج، رطوبت شیر حدود ۱۲٪ باشد و

سپس آن‌را وارد بستر سیال می‌کنند. در کشورهای تولید کننده شیرخشک روش‌های جدیدی برمبنای تزریق ازت به شیر غلیظ، تولید کف و سپس خشک کردن کف ابداع شده است که نتیجه از لحاظ سرعت بازسازی بسیار جالب توجه بوده است.

استفاده از شیرهای تقلیدی Imitation Milks And Imitation Dairy Product

امروزه در بیش از صد کشور جهان، بیش از ۲۰۰ کارخانه وجود دارد که فقط با شیرخشک بازسازی شده کار می‌کنند. شیرخشک را می‌توان با آب و چربی گیاهی یا حیوانی مخلوط کرد و از آن محصولات مختلفی نظیر شیر پاستوریزه، شیر UHT و حتی پنیر می‌توان درست کرد. ولی پنیر را فقط از شیر خشک Low Heat می‌توان تهیه نمود. شیر خشک غلطکی با حلالیت کم ۶۰٪ و در بهترین شرایط حداکثر ۸۵٪، می‌تواند در نانوایی، ماست‌سازی یا مصارف دامی به‌کار رود. در حالی‌که پودر اسپری، دارای کاربردهای متنوع بسیار وسیع‌تری به‌خصوص برای غذاهای انسان است. بازسازی شیر عبارت است از اختلاط ماده چرب شیر، شیر خشک و آب به طوری‌که نسبت ماده چرب به ماده خشک بی‌چربی و از طرف دیگر ماده خشک کل به آب با شیر تازه برابری کند. خامه بازساخته نیز وجود دارد که در تولید آن حتماً باید از استابیلایزر نیز استفاده شود.

فرآورده‌های چرب شیر

از این‌گونه فرآورده‌ها می‌توان خامه، کره و روغن حیوانی را نام برد.

خامه: عبارت است از شیرغنی شده از چربی که از نظر فازها با شیر تفاوتی ندارد، زیرا فاز پیوسته آن، بخش محلول آب و فاز غیر پیوسته همان چربی است

سیستم‌های جداکننده خامه از شیر

امروزه دستگاهی که با استفاده از آن چربی شیر را جدا می‌کند سپراتور می‌باشد. این دستگاه با استفاده از نیروی گریز از مرکز و با توجه به اختلاف دانسیته مواد موجود در شیر باعث جداسازی چربی از شیر می‌گردد. سپراتور شامل بخش‌های زیر است:

۱ـ جام یا کاسه اصلی سانتریفوژ: در کاسه بشقابها یا دیسکهای سپراتور جا می‌گیرند. تعداد آنها در انواع مختلف متفاوت است و معمولاً به بیش از 40 عدد می‌رسد و ممکن است به 120 عدد نیز برسد. قطر این بشقابها بسته به ظرفیت دستگاه بین 20-30cm است. سرعت این دستگاه‌ها 7000-6000 دور در دقیقه است. این بشقابها مسطح نیستند و حالت نیم مخروطی دارند و در انواع مختلف آنها علاوه بر یک سوراخ بزرگ در رأس مخروط، سوراخ دیگری در وسط بشقاب وجود دارد که شیر از آن راه وارد فضای بین صفحات می‌شود.

تفاوت کلاریفایر با سانتریفوژ

۱- سرعت کلاریفایر کمتر از سانتریفوژها است.

۲- سطح مخصوص گل شیر در آنها بیشتر از سانتریفوژها است.

۳- کلاریفایرها بدون بشقاب و یا بشقابهای کمی دارد حدوداً حاوی ۱۰-۶ عدد و حداکثر ۲۰ عدد می‌باشد.

۴- این دستگاه‌ها اگر یک کاره باشند برای جداسازی مواد ناخالصی جامد ریز استفاده می‌شوند.

عوامل موثر در جدا شدن خامه

۱- دما: تمام سپراتورها در دمای بالای ۱۰۰°F بهترین راندمان را دارند. بهترین دما برای خامه‌گیری حدود ۴۰°C است هر قدر دما افزایش یابد راندمان خامه‌گیری افزایش می‌یابد.

۲- سرعت کاسته سپراتور: هرچقدر سرعت بالاتر باشد چربی بیشتری جدا می‌شود ولی اگر سرعت آن بیش‌از اندازه بالا رود باعث می‌شود که مقداری از ترکیبات ازته شیر وارد خامه شده در نتیجه میزان مواد از ته شیر پس چرخ کاهش یابد.

سپراتورهای دیگری نیز علاوه بر سپراتورهای مخصوص خامه‌گیری طراحی شده است که یکی از آن‌ها:

۱- Clarifixation می‌باشد. این دستگاه برای جدا کردن سرم آبی از چربی شیر در تهیه روغن حیوان استفاده می‌شود.

جداسازی چربی شیر به دو صورت می‌باشد:

۱- استاتیک ۲- دینامیک

استاتیک

در حالت استاتیک، گویچه‌های چربی شیر براساس رژیم خطی و بدون غلیان به سطح شیر، صعود می‌کنند و جدا می‌شوند. در این‌حالت سرعت جداسازی طبق قانون استوک به‌دست می‌آید:

$$V_s = \frac{D^2(\ell_1 - \ell_2)g}{18\mu}$$

در اینجا D= قطر گویچه است و ℓ_1: دانسیته سرم یا فاز محلول است و ℓ_2 دانسیته چربی است. μ، ویسکوزیته شیر می‌باشد و g شتاب ثقل زمین.

دینامیک

$$F = \frac{\Pi}{6} D^3 (\ell_1 - \ell_2)\omega^2 L$$

در اینجا ω سرعت زاویه‌ای است و L شعاع جام است.

سرعت جداسازی خامه در روش دینامیک از فرمول زیر بدست می‌آید:

$$V_d = \frac{D^2(\ell_1 - \ell_2)W^2 L}{18\mu C}$$

در اینجا C ضریب ثابت است.

با تقسیم سرعت جداسازی دینامیک به استاتیک رابطه زیر حاصل می‌شود:

$$\frac{V_d}{V_s} = \frac{\omega^2 L}{g}$$

ملاحظه می‌شود که هرچه سرعت زاویه‌ای یا w بیشتر گردد، سرعت جداسازی بیشتر تحت تاثیر قرار می‌گیرد که البته سرعت زاویه‌ای نباید بیشتر از ۸۰۰۰ دور در دقیقه باشد زیرا مشکلات فنی بوجود می‌آورد.

در روش دینامیک، جداسازی چربی بر اساس رژیم غلیانی است. در این روش به علت تصادم بین گویچه‌های چربی ممکن است سرعت جداسازی پایین آید. بنابراین برای رفع این مشکل صفحات سپراتور را به فاصله کم حدوداً ۲ میلی‌متر در نظر می‌گیرند تا اینکه وقتی که خامه‌گیر یا سپراتور کار می‌کند، شیر در فضای بین این صفحات پخش شوند و اجازه ندهند که ذرات به هر سو حرکت کنند، در واقع این صفحات به آن‌ها جهت می‌دهند و از تصادم بیش از حد جلوگیری می‌کند.

در سپراتور چربی یا خامه به قسمت‌های مرکزی‌تر و شیر بی‌چربی به علت وزن مخصوص بیشتر و عمل نیروی گریز از مرکز به قسمت‌های دورتر از محور سانتریفوژ هدایت می‌شوند و از راهی که برای آن در نظر گرفته‌اند خارج می‌شوند. این نکته قابل ذکر است که شیر بی‌چربی مطلق را نمی‌توان به‌وجود آورد، زیرا در شیر همواره مقداری گویچه با قطر کوچک کمتر از ۲ میکرون و حتی یک میکرون وجود دارد و خامه‌گیر نمی‌تواند آنها را جدا کند. به همین دلیل شیر بی‌چربی حداقل دارای ۳٪ چربی می‌باشد.
در خامه‌گیری، کیفیت شیر بسیار حائز اهمیت است، زیرا در شیرهای ترش شده مقداری از کازئین جدا می‌شود و رسوب باقی می‌گذارد.

انواع مختلف خامه

۱- خامه قهوه: چربی آن کم است و حدود ۱۰ درصد می‌باشد و برای تولید آن، خامه معمولی را با شیر بی‌چربی و شیر کامل رقیق می‌نمایند.

۲- خامه ترش: بر حسب مورد ممکن است دارای چربی حدود ۱۰٪ یا ۳۰-۲۰٪ باشد که بیشترین مصرف همان غلظت ۱۰٪ دارا می‌باشد.
در تهیه این نوع خامه ابتدا درصد چربی تنظیم می‌شود و بعد از پاستوریزه کردن خامه به آن حدود ۱ الی۲ درصد وزن خامه، مایه ترش اضافه می‌نمایند که باعث رسیدن یا می‌شود. طول مدت ۲۴ ساعت است و دمای مناسب ۲۰ °C است. میکروارگانیسم‌های مناسب استارتر این خامه از نوع میکروبهای لاکتیکی مزوفیل هستند مانند استرپتوکوکوس کرمویس و استرپتوکوکوس لاکتیس واریته لاکتیس و استرپتوکوکوس لاکتیس واریته کرموریس.
اسیدیته این خامه در انتهای فرآیند باید به 25-30SH برسد که بعد از آن باید عمل تخمیر را متوقف کرد.

۳- خامه قنادی یا خامه زده bitten cream
عبارت است از خامه‌ای که در اثر زدن انبساط می‌یابد که به این انبساط over run گفته می‌شود زدن باعث می‌شود که غشاء لیپوپروتئین
با توجه به خاصیت کاری آن تورم یابد برای استاندارد کردن چربی بهتر است که از خامه کم چرب و یا پرچرب استفاده شود.
اگر خامه را پاستوریزه کنیم over run کاهش می‌یابد. به همین دلیل گاهی اوقات در قنادیها از خامهٔ خام استفاده می‌شود که بهتر باد می‌کند و در چنین مواردی خامه می‌تواند ناقل بعضی از بیماریها باشد. برای کاهش آثار پاستوریزاسیون بر روی over run بهتر است در خروج از سانتریفوژ کمی مایه لاکتیکی به خامه اضافه شود و آنرا در ۲۲ °C آنقدر نگهداری نمائیم که اسیدیتهٔ آن حدود ۳ °D افزایش یابد و در این حالت خاصیت زدن و بادکردن آن در حد مطلوبی خواهد بود وآثار منفی پاستوریزاسیون نیز از بین خواهد رفت:
کیفیت خامه‌زده شده تابع شرایط زیر است:

۱- زمان زدن
۲- درصد چربی
۳- استقامت کف
۴- جداسازی سرم از ترکیب
۵- درجه حرارت
۶- پراکندگی گویچه‌های چربی
۷- ترکیبات امولسیون کننده
۸- اسیدیته

۱- زمان زدن Whipping cream

زمان زدن خامه تابع موارد زیر است:

الف: تابع کیفیت خامه است: خامه ای که برای زدن مصرف می‌شود بایستی دارای کیفیت بالایی باشد. چربی شیر زمستان over run کمتری دارد، در حالیکه استقامت کف آن بیشتر است زیرا اسیدهای چرب اشباع‌تری دارد. چربی شیر تابستان برعکس است.

ب: تابع نحوه زدن خامه است که ممکن است به صورت مکانیکی یا با استفاده از سایرروش‌ها باشد.

۲- درصد چربی:

با افزایش درصد چربی، استقامت کف افزایش می‌یابد در حالیکه افزایش حجم کاهش می‌یابد. معذلک افزایش چربی، استقامت و over run دارای رابطه زیر هستند. حداقل درصد چربی در این خامه باید ۳۰٪ باشد و اپتیمم درصد چربی ۳۵٪ باشد.

$$\text{Over run} = \frac{\text{حجم خامه نزده شده} - \text{حجم خامه زده شده}}{\text{حجم خامه نزده شده}} \times ۱۰۰$$

بهترین over run بین ۱۵۰-۱۰۰ است. اگر کمتر از ۸۰ باشد ایده‌آل نیست.

۳- استقامت کف:

۴- جداسازی سرم: آب انداختن کف یا تبدیل شدن کف به آب، جداسازی سرم نامیده می‌شود. در دمای ۱۸°C بعد از یک ساعت بایستی سرمی جدا نشده باشد و در عرض ۲ ساعت حداکثر یک سانتی‌متر مکعب باید باشد.

۵- درجه حرارت:

هرچقدر دما پایین آید فرآیند whipping یا زدن کاهش می‌یابد ولی کف مقاومتر می‌شود.

۶- پراکندگی گویچه‌های چربی:

هموژنیزاسیون بر روی whipping اثر منفی دارد و زمان زدن را طولانی می‌کند. ظاهراً تغییراتی که در دیوارهٔ غشاء گویچه‌های چربی بوجود می‌آید روی فرآین whipping اثر منفی دارد.

۷- ترکیبات امولسیون کننده:

این ترکیبات اگر اضافه شوند دارای اثر مثبت می‌باشد.

۸- اسیدیته:

در صورت کاهش PH به 6.4 – 6.2 ثابت شده که از یک طرف حلالیت پروتئین‌های غشاء افزایش می‌یابد و از طرف دیگر قدرت هیدراتاسیون سرم پروتئین بالا می‌رود که در نهایت بر روی فرآیند WHIPPING اثر مثبت دارد.

کره

کره و محصولات مشابه آن، در سه گروه دسته‌بندی می‌شوند که عبارتند از: انواع متداول کره؛ روغن کره و فرآورده‌های شبه کره. چربی شیر تأثیر عمده‌ای بر روی ظاهر، قوام و مزهٔ محصولات یاد شده دارد.

**کره طبق تعریف کمیسیون غذایی کدکس (Codex Alimetariuy commission) فرآوردهٔ چربی است که منحصراً از شیر به‌دست می‌آید. کره، می‌باید حاوی بیش از ۸۰ درصد چربی شیر و بالغ بر ۲ درصد از مواد جامد غیرچربی شیر باشد. حد استاندارد آب در آن، حداکثر ۱۶٪ است. هرچه قدر میزان مواد غیرچرب کمتر باشد عمر نگهداری کره و کیفیت آن بهتر خواهد بود.

** روغن کره، روغن کرهٔ غیر هیدراته و چربی غیر هیدراتهٔ شیر طبق تعریف کمیسیون مذکور، محصولاتی هستند که صرفاً از کره یا خامه پس از حذف آب و مواد جامد غیر چربی به‌دست می‌آیند. حداقل مقدار چربی در روغن کره، ۹۹/۳٪ و حداکثر میزان آب در آن، ۰/۵٪ می‌باشد. روغن کرهٔ غیرهیدراته و چربی غیر هیدراته شیر متشکل از حداقل ۹۹/۸٪ چربی شیر و حداکثر ۰/۱٪ آب هستند.

**محصولات شبه کره مانند انواع مختلف کره‌های ادویه‌دار یا کره‌های حاوی افزودنی‌هایی چون توت‌فرنگی و غیره

کره معمولی به چهار صورت مختلف تولید می‌شود:

۱- کره نمکی حاصل از خامهٔ شیرین

۲- کره نمکی حاصل از خامه کشت داده شده

۳- کره غیر نمکی حاصل از خامه شیرین

۴- کره غیر نمکی حاصل از خامه کشت داده شده

خط تولید کره معمولاً همراه با شیرخشک و یا کازئین تولید می‌شود. به این ترتیب که خامه جدا شده از شیر به بخش کره‌سازی برده می‌شود و شیر بی‌چربی بعد از تغلیظ خشک می‌شود.

در این‌جا ابتدا مراحل اصلی تهیه کره را به صورت صنعتی ارایه می‌دهیم سپس شرایط مراحل اصلی را مورد بحث قرار می‌دهیم. بنابراین خط تولید کره به صورت زیر است:

خشک‌کردن یا کازئین‌سازی ← شیر پس‌چرخ ← خامه‌گیری ← گرم‌کردن ← توزین‌وکنترل ← دریافت‌شیر

خامه ۳۵٪ چربی

پاستوریزاسیون ← هواگیری ← خنک‌کردن ← مایه‌زنی

مصرف ← بسته‌بندی ← مالش‌دادن ← شستشو ← زدن ← رسیدن

۱- کیفیت مواد خام

خامه‌ای که تهیه می‌شود، باید دارای کیفیت و استانداردهای خاصی باشد. ۸۰٪ معایبی که در کره به‌وجود می‌آیند. در اثر عملیاتی است که روی خامه صورت می‌گیرد و قسمت اعظم بوهای نامطبوعی که در شیر است به خامه منتقل می‌شود. کیفیت شیر استفاده شده در تولید کره برروی خاصیت گسترش‌پذیری (spreadability) کره تأثیر می‌گذارد؛ چرا که مقادیر نسبتاً بالای چربی با نقطه ذوب پایین در شیر باعث بروز این ویژگی می‌شود. از آن‌جایی که ترکیب شیر، تابع نوع غذایی است که حیوان می‌خورد، لذا با کنترل دقیق تغذیه آن می‌توان به این خاصیت دست یافت.

تغییر طعم ناشی از فاز چربی ،از اهمیت بیشتری برخوردار است؛ زیرا در این صورت، مواد مولد طعم نامطلوب در کره متمرکز می‌شوند. این حالت، غالباً به تغذیه دام نسبت داده می‌شود. به عنوان مثال، انواع مشخصی از چغندر و دانه‌های روغنی متعلق به گروه چلیپاییان، نظیر کلزا، حاوی مقادیر زیادی از اسیدهای آمینهٔ گوگرد دار هم‌چنین گلوکوزینولات‌ها (glucosinolate) هستند که به هنگام تجزیه، در فاز چربی شیر تجمع پیدا می‌کنند.

تغییر طعم‌هایی که بعد از شیردوشی صورت می‌گیرد، نیز ممکن است به کره منتقل شود. تند وتیز شدن ناشی از آزاد گردیدن اسیدهای چرب کوتاه در حضور آنزیم لیپاز نمونه‌ای از این تغییرات طعمی به شمار می‌آید.

سایکروتروف‌ها، مهم‌ترین منبع این لیپازهای مقاوم به حرارت هستند که می‌توانند در درجه حرارت یخچال رشد کنند.

در بعضی از کارخانجات جهت تولید کره، به جای شیر، خامه‌ای را تحویل می‌گیرند که دارای شرایط زیر باشد:

۱- درجه حرارت آن از ۱۰°C بیشتر نباشد. ۲- اسیدیته آن از ۶SH بیشتر نباشد. ۳ـ فاقد آنتی‌بیوتیک باشد.
۴- Total Count آ ن از ۱۰۰ ۰۰۰ بیشتر نباشد. ۴- فاقد آنتی‌بیوتیک باشد. ۵- در ۰/۰۱ میلی‌لیتر آن E coli منفی باشد.

۲- انتقال و فرآیند خامه

الف: جداسازی

تغلیظ امولسیون چربی شیر، توسط سانتریفوژ، قبل از کره‌زنی (churning) منجر به کاهش حجم مادهٔ ورودی به دستگاه کره‌زنی (چرن) می‌شود؛ سرعت فرآیند کره‌زنی افزایش می‌یابد؛ و از میزان دوغ کره کاسته می‌گردد.
درصد چربی خامه تأثیر زیادی برمیزان چربی دوغ کره دارد. میزان مطلوب چربی خامه بستگی به عملیات حرارتی خامه و روش تولید کره دارد. به‌علاوه نوع خامه که ممکن است شیرین یا کشت دادهٔ شده باشد برمیزان چربی دوغ کره مؤثر است.
چنان‌چه از روش غیرمداوم کره‌زنی که معمولاً به کاربرده می‌شود، استفاده گردد، وجود ۳۳٪ چربی در خامه، ضروری است در صورتی‌که در روش مداوم، این میزان معمولاً ٪۴۲-۳۸ می‌باشد. خامه کشت داده شده با درصد چربی کمتر، در مقایسه با خامه شیرین، کارایی مشابهی از نظر تولیدکره دارد.
نکته بسیار مهم این است که از طریق اختلاط خامه حاوی درصد چربی بالا با خامهٔ دارای میزان چربی کم، نمی‌توان به خامه‌ای با درصد چربی مورد نظر دست یافت؛ زیرا در این حالت، پایداری امولسیون کاهش یافته، برمیزان ویسکوزیته افزوده می‌گردد و در نتیجه پمپ کردن خامه با اشکال مواجه می‌شود.
به منظور افزایش کارایی جداسازی و به عبارت دیگر، کاهش میزان چربی ورودی به شیر پس چرخ، شیر قبل از ورود به سپراتور، حرارت داده می‌شود. البته، درجه حرارت جداسازی باید به قدری بالا باشد که لیپازهای تجمع یافته در خامه، غیرفعال گردند. اگر آنزیم در این جا غیرفعال نشود، عمل لیپولیز قبل از پاستوریزاسیون، به سرعت در بالانس تانک صورت می‌پذیرد. درجه حرارت ۵۰ تا ۵۵°C در هنگام جداسازی برای این منظور، کافی به نظر می‌رسد.

پ: پاستوریزاسیون (حرارت دادن)

هدف از این کار:
۱- نابودی کلیه میکروارگانیزم‌های پاتوژن و کاهش میکروارگانیزم‌های ساپروفیت
۲- نابودی آنزیم‌های پروتئولیتیک و لیپولیتیک که منجر به تجزیه چربی و پروتئین می‌شوند.
۳- کاهش ویسکوزیته
پاستوریزاسیون خامه سبب ایجاد طعم پخت در خامه و بالطبع در کره می‌شود. طعم پخت ناشی از سولفیدهای فراری است که از اسیدهای آمینه گوگرددار پروتئین‌های شیر به‌وجود آمده‌اند. هم‌زمان با وجود آمدن سولفیدهای فرار، گروههای سولفیدریل در اسیدهای آمینه فعال می‌شوند. ناپایداری این گروه‌ها در مقابل اکسیژن باعث کاهش پتانسیل اکسیداسیون احیای خامه و کره می‌شود که به این ترتیب، اثر آنتی اکسیدانی پاستوریزاسیون آشکار می‌شود.
برای خامه، از پاستوریزاتور صفحه‌ای که فاصله صفحات آن بیشتر از پاستوریزاتور شیر و هم‌چنین پاستوریزاتور دو جداره می‌باشد؛ استفاده می‌شود. هر چند بهتر است از پاستوریزاتور صفحه‌ای استفاده شود. بهترین دما ۶۰°C و بهترین زمان ۳۰ ثانیه است. ملاحظه می‌شود که این شرایط از شرایط پاستوریزاسیون شیر، قوی‌تر است. علت این است که در محیط چرب، مقاومت میکروب بیشتر می‌شود.

لازم به‌ذکر است که مرحلهٔ انجام پاستوریزاسیون نیز حائز اهمیت است. اجتناب از هرگونه عملیات حرارتی شیر قبل از جداسازی به استثنای حرارتی که به هنگام جداسازی اعمال می‌شود، ضروری می‌باشد، زیرا عملیات حرارتی بر توزیع مس که یک پرواکسیدان قوی است، بین فاز سرمی و گلبول‌های چربی اثر می‌گذارد. هم‌چنین پاستوریزاسیون شیر قبل از سانتریفوژ باعث تولید میزان نسبتاً بالای مس در خامه می‌گردد.

ج: هواگیری

کلیه بوهای نامطبوعی که از تغذیه حیوان یا در اثر فرآیند آماده‌سازی به خامه منتقل شده باشد، به کره نیز انتقال می‌یابد. بنابراین در حین هواگیری بوهای نامطبوع نیز از خامه جدا خواهد شد.

خنک کردن

اهمیتی که خنک کردن در فرآیند عمل‌آوری خامه دارد عبارت است از:

۱- تنظیم درجه حرارت کریستالیزاسیون

۲- هدایت کریستالیزاسیون

۳- هدایت فاز اول رسانیدن خامه

کریستالیزاسیون چربی شیر، تابع اسیدهای چرب سازنده چربی است که در دامنه کریستالیزاسیون $10-25^{\circ}C$ در نظر گرفته می‌شود. چربی تابستان چون دارای اسیدهای چرب غیر اشباع و زنجیر بلند بیشتری است، دارای نقطه ذوب پایین‌تری از کریستالیزاسیون چربی زمستان است که دارای اسیدهای چرب زنجیر کوتاه و اشباع می‌باشد.

امروزه برای به‌دست آوردن کیفیت کره یکسان (کره تابستان نرم‌تر و کره زمستان سخت‌تر) با هدایت حرارتی کریستالیزاسیون می‌توان برروی کیفیت کره اثر گذاشت. این کار از طریق انتخاب درجه حرارت صحیح برای رسانیدن خامه صورت می‌گیرد. انتخاب درجه حرارت صحیح را می‌توان به کمک عدد یدی، عدد رفراکتومتر، یا منحنی ذوب و کریستالیزاسیون چربی مشخص کرد، که رایج‌ترین و ساده‌ترین روش، عدد رفراکتومتری می‌باشد.هر چه عدد یدی کاهش یابد، درجه حرارت کریستالیزاسیون افزایش می‌یابد.

با افزایش درصد چربی خامهٔ کره‌زنی، تغییراتی در خصوصیات فیزیکو شیمیایی آن به‌وجود می‌آید:

۱- میزان سرم کاهش می‌یابد که این امر برروی اسیدیته خامه در حین رسانیدن مؤثر است.

۲- با افزایش درصد چربی، ویسکوزیته خامهٔ افزایش می‌یابد که باعث می‌شود نقل و انتقال خامه دشوارتر و خامه بیشتر به بدنه ظروف بچسبد.

۳- با افزایش چربی، وزن مخصوص خامه کاهش می‌یابد.

رسانیدن

رسانیدن شامل دو بخش است:

۱- بخش فیزیکی یا کریستالیزاسیون

۲- بخش بیوشیمیایی (تولید اسید و آروما)

رسانیدن به دو صورت ممکن است باشد:

۱- به صورت اسیدی

۲- به صورت غیر اسیدی

رسانیدن غیراسیدی (رسانیدن شیرین):

در این فرآیند رسانیدن خامه، واکنش‌های بیو شیمیایی نقشی ندارند، بلکه رسانیدن به کمک واکنش فیزیکی صورت می‌گیرد. برای آماده‌سازی خامه، خامه را به تانک‌های تخمیر هدایت کرده و تا دمای $^{\circ}C$ ۶-۱٫۲ کاهش می‌دهند و به مدت ۴-۲ ساعت عمل کریستالیزاسیون انجام می‌شود. اگر چه خامه آماده کره‌زنی است، ولی معذالک ۱۴ تا ۱۵ ساعت خامه را در حالت کریستالیزاسیون نگه‌داشته و روز بعد عمل کره‌زنی در آن صورت گرفته می‌شود.

در فرآیند رسانیدن شیرین، معمولاً خامه دارای pH=۶/۲-۶/۳ بوده و در اثر کریستالیزاسیون چربی، حجم گویچه‌ها کاهش می‌یابد. در نتیجه کشش سطحی بین غشاء و سرم کاهش می‌یابد که این امر موجب ناپایداری غشاء خواهد شد.

امروزه، قسمت اعظم کره‌های صادراتی به صورت شیرین نگهداری می‌شود، چون زمان نگهداری بیشتری نسبت به کره ترش دارد.

فرآیند رسانیدن اسیدی (ترش)

در این فرآیند هم کریستالیزاسیون و هم واکنش‌های بیوشیمیایی صورت می‌گیرد. در این روش، کشت دادن خامه وجود دارد که هدف تولید کره‌ای با طعم و آرومای مطلوب می‌باشد. طعم کم اسید و آجیل مانند کره کشت داده شده را به حضور دی‌استیل همراه با اسید لاکتیک، انواع اسیدهای فرار (پروپیونیک و کربونیک)، دی‌اکسید کربن و محصولات حد واسط نظیر آستالدئید و دیگر مواد معطر نسبت می‌دهند. دی‌استیل، ظاهراً مهم‌ترین ترکیب طعم‌زایی است که در اثر کشت دادن خامه به‌وجود می‌آید.

عمل رسیدن خامه، متأسفانه حتی در کارخانجات به صورت خود به‌خودی انجام می‌شود. یعنی خامه را چند روز در سردخانه به حال خود رها می‌کنند تا در آن اسیدیته لازم به وجود آید. طبیعی است تحت این شرایط، تندی و تلخی و کاهش راندمان می‌تواند خودش را نشان بدهد. معمولاً خامه را دو هفته در $^{\circ}C$ ۵ نگهداری می‌کنند سپس از آن کره درست می‌کنند. در حالی که می‌بایستی خامه را بلافاصله پاستوریزه نمود و سپس کشت داد.

مایه کشتی (استارتر) که برای کشت خامه به‌کار برده می‌شود، حاوی باکتری‌های مولد اسیدلاکتیک، نظیر استرپتوکوکوس لاکتیس، استرپتوکوکوس کرموریس و باکتری‌های تخمیر کنندهٔ اسید سیتریک، از جمله استرپتوکوکوس دی‌استی‌لاکتیس و لویکونستوک سیتروروم می‌باشد. باکتری های اخیر، عامل اصلی عطر کره یعنی دی‌استیل هستند.

برحسب نوع کره که به صورت تازه خوری مصرف می‌شود و یا برای صادرات، زمان طولانی نگهداری می‌شود؛ استارتر مورد استفاده متفاوت است. در کره‌هایی که برای مدت طولانی‌تر نگهداری می‌شوند؛ از کشت L و DL استفاده می‌شود.

موارد زیر برای ایجاد آرومای مناسب توصیه می‌شود:

۱) PH< ۵/۳

۲) اسیدیته کمتر از $^{\circ}D$ ۶۰

۳) حضور اکسیژن شدید

۴) در درجه حرارت زیر $^{\circ}C$ ۱۵ در فاز دوم رسانیدن (تولید آروما) صورت بگیرد. ($^{\circ}C$ ۱۳-۱۱)

۵) برای تولید آرومای بیشتر می‌توان به محیط اسید سیتریک (٪۰/۲ – ۰/۱) اضافه کرد.

در فرآیند اسیدی کردن خامه، انعقاد پروتئین‌ها موجب خواهد شد که هنگام‌زدن خامه، چربی آسان‌تر از سرم شیر جدا شود.

برای رسانیدن خامه، خامه را به تانک تخمیر هدایت می‌کنند. زمانی‌که تانک تا $\frac{1}{3}$ پر شد برحسب شرایط ٪۸-۲ استارتر به خامه افزوده خواهد شد. بعد از خوب بهم‌زدن مابقی خامه به تانک افزوده می‌شود و بعد از مخلوط کردن خوب، خامه وارد فاز کریستالیزاسیون خواهد شد و بعد از آن وارد فاز اسیدی و کاهش pH می‌گردد و نهایتاً وارد فاز تولید آروما می‌گردد.

در روش قدیمی اسیدی کردن، معمولاً خامه به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۱۸°C-۱۵ تا زمانی که اسیدیته به ۶۰ °D برسد عملیات تداوم می‌یابد و وقتی که PH به کمتر از ۵ رسید آروما به حداکثر می‌رسد. اشکال چنین کره‌ای shelf life کوتاه آن است.
اگر کره‌ای برای مدت طولانی باید نگهداری شود، رسیدن را یا باید محدود نمود یا حذف کرد. معمولاً در چنین شرایطی مدت کشت فقط ۲ ساعت و دما ۲۰ °C بوده و اسیدیته چندان زیاد نخواهد شد. هم‌چنین ممکن است از زمان ۱۶-۱۲ ساعت و دمای ۱۵°C-۱۱ استفاده می‌شود. در تابستان باید از دمای کم و در زمستان از دمای بالا استفاده نمود.
برای رسیدن خامه ۴ روش پیشنهاد می‌گردد.

۱- روش آلنارپ (Alnarp): اساس آن به صورت سرد، گرم، سرد می‌باشد و معمولاً برای خامهٔ زمستانه مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این روش کریستال‌های روغن کمتری حاصل می‌شود.

۲- روش گرم، سرد، سرد: که برای خامه‌های تابستانی معمولاً به کار می‌رود. در این روش کریستال‌های بیشتری از آلنارپ حاصل می‌شود.

۳- روش گرم

۴- روش سرد

روش سوم و چهارم از نظر ساعت کار، پرسنل و سهولت کار، آسان‌تر است ولی کره دارای یک کیفیت ثابت نخواهد بود و میزان چربی دوغ کره، همواره بالاست. چون در این روش‌ها عمل کریستالیزاسیون به خوبی صورت نمی‌گیرد، پس راندمان این روش‌ها پایین می‌باشد.

زدن (کره‌زنی)

بعد از این‌که خامه رسید، آن را می‌زنند. این کار در گردونه کره‌زنی (چرن) انجام می‌شود. زدن، غشاء گویچه را پاره می‌کند. در نتیجه تری‌گلیسریدهای درون گویچه آزاد شده و بهم ملحق می‌شوند و از بقیه بخش‌های خامه به نام دوغ کره (Butter milk) جدا می‌گردند.
فرآیند کره‌زنی، با به‌هم‌زدن و نفوذ حباب‌های کوچک هوا و به تعبیر دیگر ایجاد کف آغاز می‌شود. هم‌زمان با تولید کف، چربی مایع از گلبول‌های چربی خارج شده، در سطح حباب‌های هوا پخش می‌شود. این عمل باعث ترکیدن حباب‌ها و نزدیک‌تر شدن گلبول‌های چربی به یکدیگر می‌گردد. توده‌ای شدن گلبول‌های چربی و هم‌چنین شناور شدن مجدد آن‌ها به کمک نیروی کره‌زنی.هم‌چنان ادامه می‌یابد تا این‌که دانه‌های کره تشکیل شوند. این تئوری را شناوری خود بخودی « Auto Flotation Theory » گویند.
در گذشته، از چرن‌های چوبی استفاده می‌شد. این نوع چرن‌ها به سختی قابل شستشو و ضدعفونی بودند. سپس چرن‌های استوانه‌ای که در درون آن‌ها پره‌هایی وجود داشت به بازار آمدند. این پره‌ها برای شدت دادن به شوک استخراج سریع تری‌گلیسیریدها مورد استفاده قرار می‌گیرند. چرن‌های جدید، معمولاً استوانه‌ای است که به یک مخروط وصل شده و فاقد پره می‌باشد تا نقاط مرده وجود نداشته باشد.
جنس دستگاه کره‌زنی (چرن) از فولاد ضد زنگ است و سطح داخلی آن دندانه‌دار است تا مانع از چسبیدن کره به دیواره شود.
برروی چرن، شیشه‌ای برای ملاحظه شکل‌گیری کره و مجرایی برای خروج دوغ کره وجود دارد.
گردونه‌های کره‌زنی معمولاً با سرعتی بین ۵۰-۳۰ دور در دقیقه دور خود می‌چرخند.
زمان مورد نیاز تبدیل خامه به دوغ کره و دانه‌های کره به اندازه مناسب به عوامل زیر بستگی دارد:
۱- میزان چربی خامه ۲- مقدار چربی جامد ۳- درجه حرارت کره‌زنی ۴- میزان پر بودن دستگاه کره‌زنی
برای این‌که میزان چربی ورودی به دوغ کره به حداقل ممکن رسانیده شود. مقداری از چربی راه یافته به دوغ کرهٔ شیرین را می‌توان با سانتریفوژ باز یافت نمود، ولی انجام این کار در مورد دوغ کرهٔ کشت داده شده بسیار مشکل است.

عواملی که در از دست دادن چربی در دوغ کره مؤثر هستند:

۱- درصد چربی خامه ۲- درجه حرارت کره‌زنی ۳- میزان چربی جامد ۴- pH خامه ۵- مقدارخامه پرشده در چرن

۱ـ درصد چربی خامه

در صورت کم بودن مقدار چربی خامه، میزان چربی وارد شده به دوغ کره کاهش پیدا می‌کند، ولی بر مقدار کل دوغ کره افزوده می‌گردد؛ به طوری‌که در نهایت مقدار چربی از دست رفته بیشتر می‌شود. بنابراین، میزان چربی خامه نباید از ۳۳٪ کمتر باشد. چنان‌چه میزان چربی خامه از ۴۰ تا ۴۲٪ بالاتر باشد. کارایی فرآیند کره‌زنی پایین می‌آید. علاوه بر این که کار کردن با خامهٔ حاوی بیش از ۴۰٪ چربی – به‌خصوص اگر کشت داده شده باشد – بسیار مشکل است.

۲ـ درجه حرارت کره‌زنی

درجه حرارت مطلوب برای کره‌زنی در صورت بالا بودن عدد یدی ۸-۱۰°C می‌باشد و در مواردی که عدد یدی پایین باشد، لازم است که از دمای ۱۲ تا ۱۴°C استفاده شود مثلاً توصیه می‌شود که در تابستان دما برروی ۱۰°C و در زمستان ۱۳°C کنترل شود. البته، اگر این دما بسیار پایین باشد، یک کره خشک با قابلیت شکل‌پذیری بسیار ضعیف به‌دست می‌آید و اگر دما زیاد باشد یک کرهٔ شل با درصد آب زیاد و افت چربی در دوغ کره به میزان زیاد حاصل می‌شود.

اگر خامه کشت نشده باشد و یا شیرین باشد، بهتر است دما در حدود ۶-۷°C و به ناچار زمان طولانی‌تر باشد؛ با افزایش درصد چربی خامه، درجه حرارت کره‌زنی باید کاهش یابد.

۳ـ میزان چربی جامد

انجام کریستالیزاسیون مناسب چربی کره قبل از شروع فرآیند کره‌زنی، نکته‌ای بسیار مهم در مورد کارآیی فرآیند کره‌زنی است و بایستی یک نسبت مناسب بین کریستال و چربی مایع موجود باشد تا قوام خوبی داشته باشد. اگر چربی مایع ۳۰٪ باشد حالت مطلوب است و اگر چربی مایع زیاد باشد، کره حالت مایع و روان پیدا می‌کند و قوام خوبی ندارد.

۴ـ PH خامه

۱- دانه‌های کره در خامه کشت داده شده، سریع‌تر از خامه شیرین تشکیل می‌شوند.

۲- چربی راه یافته به دوغ کرهٔ آن نیز کمتر است از کرهٔ شیرین است. دلیل اصلی این امر، کاهش بار الکتریکی گلبول‌های چربی و در نتیجه نیروی دافعهٔ بین آن‌ها در اثر کاهش PH می‌باشد. علاوه بر این، پروتئین‌های منعقد شده در خامهٔ کشت داده شده، اثر هم‌زدن مکانیکی را افزایش می‌دهند.

۵ ـ مقدار خامه پرشده در دستگاه کره‌زنی

خامه در هنگام فرآیند کره‌زنی، از یک سو به سوی دیگر و از بالا به پایین پرتاب می‌شود. شدت بهم‌زدن متأثر از عواملی چون زمان لازم فرآیند کره‌زنی و میزان خامهٔ موجود در دستگاه می‌باشد.

برای تنظیم حجم خامهٔ درون گردونه به صورت زیر عمل می‌کنیم:

درصد چربی خامه ضرب‌در حجم گردونه پرشده بایستی برابر با ۱۰۰۰ باشد. پس خامه‌ای با ۲۵٪ چربی بایستی ۴۰٪ حجم گردونه پر شود.

$$25\times x = 1000 \Rightarrow x = \frac{1000}{25} = 40\%$$

به هر حال نبایستی بیش از ۵۰٪ حجم گردونه پر شود. بیش از اندازه پرکردن دستگاه، جای آزاد، برای پرتاب خامه را کاهش می‌دهد که در نتیجه، خامه به اندازه کافی تکان داده نمی‌شود. این امر باعث افزایش زمان فرآیند کره‌زنی و هم‌چنین افزایش میزان چربی دوغ کره می‌گردد.

قبل از اینکه دستگاه چرن، کار کند بایستی آن‌را ضدعفونی کرد و قبل از استفاده، دستگاه را باآب سرد شستشو داده، تا هم موجب خنک شدن دستگاه شود و هم آب به صورت یک لایه نازکی روی سطح زبر و خشن دستگاه منتشر شود و از چسبیدن خامه به بدنه جلوگیری کند.

در شروع کار چرن، ابتدا آن را چند دقیقه می‌چرخانیم و بعد متوقف کرده و در آن را باز می‌نماییم که گازهای حاصل تخلیه شده و فشار در داخل گردونه برابر فشار اتمسفر شود. دوباره در گردونه را بسته و با سرعتی که سازنده معین کرده گردونه به حرکت در می‌آید ۴۰ـ۳۰ دقیقه طول می‌کشد تا دانه‌های کره(Butter Grains) تشکیل گردد. سپس شیشه روی گردونه شروع به روشن شدن می‌کند. در این مرحله باید در صورت امکان سرعت را کم کرد، تا دو فاز شدن، بهتر انجام شود و بعد گردونه را متوقف می‌کنیم و مقدار آب خیلی خنک به آن اضافه می‌کنیم و دوباره گردونه را راه می‌اندازیم تا وقتی که اندازه دانه به اندازهٔ یک دانه گندم بشود. مجدداً دستگاه متوقف شده، دوغ کره را تخلیه می‌نماییم.

موفقیت ما بستگی به چربی دوغ کره دارد که هرگاه از $3\ gr/liter$ کمتر باشد کل عملیات قابل قبول است (جزوه تهران). می‌توان گفت؛ اگر چربی دوغ کره ۰/۶۰٪ باشد، مطلوب است. ولی اگر بیشتر باشد بایستی عمل کره‌زنی را متو قف کرد (جزوه مشهد وکتاب شیر و تکنولوژی آن).

شستشو

پس از اتمام فرآیند و تخلیهٔ دوغ کره، دانه‌های کره با آب سرد شستشو داده می‌شوند تا دوغ کره باقی مانده بر سطح آن‌ها نیز برطرف گردد. بدین منظور، پس از بستن شیر تخلیه، هم اندازهٔ خامه اولیه یا حداقل تا اندازه‌ای که سطح دانه‌های کره پوشانیده شود، به آن آب اضافه می‌گردد.

شستشو می‌تواند یک‌بار و یا چند بار صورت گیرد که شستشو دوبار و هر بار به مدت ۱۰ دقیقه جواب خوبی می‌دهد. شستشوی طولانی به کیفیت کره لطمه می‌زند. اما اگر کیفیت خامه پایین باشد، ناچاریم شستشو را طولانی‌تر بنماییم. برای کره‌هایی که مدت طولانی نگهداری می‌شوند، ۳ـ۲ بار عمل شستشو صورت می‌گیرد. بعد از اتمام شستشو، دوباره آب اضافه کرده و آن قدر گردونه را می‌چرخانیم تا بزرگی دانه‌ها به اندازه‌ها یک مشت شود.

درجه حرارت آب شستشو، تابعی از شرایط دانه‌های کره است به طوری‌که اگر کره سفت باشد، از آب معمولی ولی اگر نرم باشد، از آب ۶ـ۴ درجه سانتی‌گراد استفاده می‌کنیم. کیفیت آب شستشو بایستی بالا باشد. سرعت و تعداد گردش دستگاه چرن، معمولاً حدود ۱۵ـ۱۰ بار گردش با سرعت کمتر از مرحله کره‌زنی به‌کار می‌رود.

دلایل شستشو:

۱ـ کاهش بدطعمی حاصل تغذیه حیوان و یا کیفیت پایین خامه

۲ـ کاهش مواد جامد شیر از از روی سطح دانهٔ کره

۳ـ کاهش بار میکروبی

۴ـ خنک کردن

۵ـ کاهش اسیدیته کره

۶ـ آسان‌تر کردن کاهش رطوبت کره، چرا که دوغ کره در مقایسه با آب خالص، اتصال قوی‌تری با دانه‌های کره برقرار می‌کند و از این رو جایگزین کردن آب خالص به جای دوغ کره به‌وسیله شستشو پیش از مالش دادن، کاهش میزان رطوبت را آسان‌تر می‌کند.

معایب شستشو:

۱ـ مصرف آب و انرژی
۲ـ کاهش مواد مولد آروما در تولید کره
۳ـ کاهش راندمان، به علت حذف مواد جامد شیر
۴ـ طولانی شدن فرآیند

به نظر می‌رسد که مطالب اخیر،دلایل اصلی حذف مرحله شستشوی دانه‌های کره در تولیدصنعتی این فرآورده تحت شرایط کنونی باشد.

نمک‌زنی:

برای تهیه کره‌های نمکی، اضافه کردن نمک به دو صورت انجام می‌گیرد که پس از خروج آب شستشو اضافه می‌گردد.
۱ـ روش خشک که برروی کره پاشیده می‌شود.
۲ـ روش مرطوب که به صورت محلول نمک، به کره اضافه می‌شود.
اگر میزان سختی یا نرمی کره به حدی باشد که باعث کاهش شدت مالش‌دهی شود بهتر است از روش مرطوب استفاده گردد.
حفظ کیفیت کره ایجاب می‌کند که نمک به کاربرده شده از درصد خلوص شیمیایی بالایی برخوردار باشد و به‌ویژه نمک‌های مس و آهن که باعث تسریع اکسیداسیون چربی کره می‌شوند، در آن یافت نشوند.

مالش دادن (mixing)

پس از عمل شستشو و یا در کره‌های نمکی بعد از عمل نمک‌زنی، مالش دادن در همان دستگاه چرن و با سرعت کمتری انجام می‌شود؛ که مالش دادن به‌وسیله ضربات وارده به تودهٔ کره با جدار گردونه انجام می‌شود.
مقدار آب تودهٔ کره روی ۱۶٪ تنظیم می‌شود که تنظیم درصد رطوبت در کره در همین مرحله با افزودن آب لازم صورت می‌گیرد.
مالش دادن کره به‌طور معمول در درجه حرارت‌های نسبتاً پایین ـ زیر ۱۴ درجه سانتی‌گراد ـ انجام می‌شود و لذا در برخی موارد لازم است، سطح خارجی دستگاه را با پاشیدن آب خنک کرد.
قطر ذرات آب کمتر از ۷ میکرون باعث می‌شود میکروب در کره رشد نکند ـ هرچه قدر قطر این قطرات بیشتر باشد آسیب‌پذیری کره در برابر میکروب و لیپولیز در برابر آنزیم، بیشتر خواهد بود ـ در کتاب تکنولوژی فرآورده‌های لبنی قطر ذرات فوق را کمتر از ۱۰ µm مناسبت‌تر ذکر کرده است.
میزان مالش دادن در یک حد مناسب، اثر محسوسی بر طعم کره ندارد. اما اگر میزان مالش به حدی زیاد باشد که قطرات رطوبت بیش از اندازه پراکنده شده باشند، از شدت طعم کاسته می‌شود؛ زیرا مواد طعم زای موجود در قطرات تقسیم شدهٔ نهایی، قابلیت دسترسی کمتری را برای پرزهای چشایی خواهند داشت.
مقدار هوای محبوس در کره ۵ـ۳ میلی‌متر در هر صد گرم است و این مقدار تابعی از مدت زمان زدن می‌باشد. فرآیند مالش دهی در برخی از کشورها تحت خلأ انجام می‌شود که در نتیجه، میزان هوای کره کاهش می‌یابد و وزن هر یک از بسته‌ها بیشتر است. میزان خلأ در ابتدای مالش دهی، ۲۵ cmHg و در انتهای آن ۱۲cmHg است. میزان هوای موجود در کره‌های تولید شده تحت خلأ ،کمتر از ۱٪ و در حضور هوا تقریباً ۵٪ حجمی می‌باشد.
در انتها می‌توان اهداف عمل mixing را چنین بیان کرد:
۱ـ ایجاد یک بافت هموژن در کره
۲ـ تثبیت امولسیون آب در چربی و تنظیم درصد آب

بسته‌بندی:

بعد از اینکه کره، زده شد، از چرن خارج شده جهت بسته‌بندی انتقال داده می‌شود.

نکته : اگر کره کم رنگ باشد، می‌توان با استفاده از مواد رنگی، ظاهر آن را بهبود بخشید. رنگ، بهتر است بلافاصله قبل از کره‌زنی به خامه افزوده شود. افزودن مستقیم رنگ به کره، عمل چندان مناسبی نیست، زیرا مالش دادن کره به اندازهٔ کافی برای توزیع یکنواخت و کامل رنگ در آن، کار مشکلی است. از جمله رنگ‌هایی که استفاده می‌شود می‌توان موارد زیر را نام برد:

۱- کاروتن ۲- بیکسین

تولید کره به روش مداوم

سیستم‌های مداوم تبدیل خامه و کره را می‌توان به سه روش مختلف تقسیم کرد :

روش ایجاد امولسیون[۲۴]، روش تغلیظ[۲۵] و روش کره‌زنی[۲۶].

۱ـ روش ایجاد امولسیون

اساس این روش بر استفاده از چربی بسیار تغلیظ شده شیر استوار گردیده است. توجه به این نکته از اهمیت بالایی برخوردار است که خامه در این روش باید قبل از سرد شدن و مالش دیدن، ناپایدار شده باشد.

کره‌ای که طبق این روش، تولید می‌گردد دارای توزیع مناسب آب و هم‌چنین ظاهری یکنواخت می‌باشد، در حالی که استحکام آن در مقایسه با کره‌ای که به روش سنتی تولید می‌شود، تفاوت زیادی دارد. این کره در درجه حرارت‌های پایین، بسیار سخت، و در دماهای بالا، خیلی نرم است. در حال حاضر، کارخانه‌هایی که با تکیه بر این تکنیک کار می‌کنند، انگشت شمارند.

۲ـ روش تغلیظ

در این روش، خامه دارای ۳۰ تا ۴۰٪ چربی در یک سپراتور ویژه به حدود ۸۲٪ چربی، تغلیظ شده، سپس به درصد مورد نیاز در کره، استاندارد و آنگاه سرد می‌گردد. خامه پس از این مرحله، در معرض فرایند مکانیکی قوی‌ای قرار می‌گیرد تا به کره تبدیل شود(تغییر فاز). ذکر این نکته ضروری است که خامه در این روش به هنگام سرد کردن و مالش دادن، ناپایدار می‌گردد. در سالهای اخیر، توجه کمتری به این روش شده است.

کره‌ای که طبق این روش تولید می‌شود، دارای توزیع بسیاز مناسب می‌باشد، ولی بافت سخت و شکننده‌ای دارد.

۳ـ روش کره‌زنی

در این روش، جریان مداومی از خامه حاوی حدود ۳۸٪ چربی توسط یک همزن با سرعت دورانی بالا، تا حدی زده می‌شود که به خوبی کف کند. دانه‌های کره طی مدت ۳ ثانیه تشکیل می‌شوند و از طریق بخش جدا کننده، مستقیماً به قسمت مالش دهنده منتقل می‌گردند. بنابراین، دانه‌های کره در اصل به روش مشابه کره‌زنی سنتی تشکیل می‌شوند و بافت و قوام کره حاصل نیز همانند کره‌ای است که در روش سنتی تولید شده است.

---

24 - emulsification method
25 - concentration method
26 - churing method

این روش، برای اولین بار در کشور آلمان ابداع گردید و به نام مخترع آن «فریتز [۲۷]» خوانده شد. روش کره‌زنی در طی سال‌های اخیر گسترش زیادی پیدا کرده و امروزه، کارخانه‌های صنعتی متعددی، هر یک با اعمال تغییراتی در این روش، آن را مورد استفاده قرار داده‌اند.

این دستگاه از سه قسمت پیاپی تشکیل شده است : (۱) بخش کره‌زنی (Churning section)؛ (۲) بخش جدا کننده (Seperation section)؛ و (۳) بخش مالش دهنده (Working section).

بخش کره‌زنی از یک استوانه افقی تشکیل شده است که در داخل آن، یک همزن با سرعت بالا دوران می‌کند. فاصلهٔ بین دیواره استوانه و همزن، فقط چند میلی‌متر می‌باشد و سرعت همزن نیز قابل تنظیم است. سرعت همزن باید به گونه‌ای تنظیم شود که دانه‌های کره همراه با دوغ کره در هنگام انتقال به بخش جدا کننده دارای اندازه مناسبی باشند. علاوه بر تخلیه دوغ کره در قسمت جدا کننده، دانه‌های ریز کره نیز دراین جا به یکدیگر متصل می‌شوند و توده‌های بزرگ‌تری را به وجود می‌آورند.

بخش جدا کننده متشکل از استوانه افقی دواری است که با یک توری دارای سوراخ‌های ریز جفت شده است و عمل جداسازی دوغ کره از دانه‌های کره را انجام می‌دهد. فضای درونی استوانه را می‌توان با لوله‌ای افقی به منظور پاشیدن آب سرد و شستشوی دانه‌های کره تجهیز کرد. هم‌چنین، می‌توان از دوغ کره‌ای که با یک خنک‌کن صفحه‌ای بین ۰ تا ۲°C سرد شده است بدین منظور استفاده نمود. دانه‌های کره بر اثر پاشیدن آب یا دوغ کره سرد شده، قبل از رسیدن به قسمت مالش دهنده خنک می‌شوند.

دانه‌های کره که تا این مرحله به صورت توده‌های بزرگی درآمده‌اند، از قسمت جدا کننده به **بخش مالش دهنده** منتقل می‌شوند و در این جا به وسیله یک مارپیچ دوار به حرکت در می‌آیند. کره با گذر از میان صفحات مشبکی که در بین آنها تیغه‌های چرخانی وجود دارد، کاملاً مالش داده می‌شود. در این بخش می‌توان با تزریق آب، میزان رطوبت کره را تنظیم نمود. به علاوه، اضافه کردن آب نمک نیز امکان‌پذیر است. برای تنظیم بسیار دقیق درصد رطوبت و نمک، از پمپهای «دوزینگ [۲۸]» (پمپ‌های دقیقی که در مدت زمان مشخص، مقدار معینی از مایع را پمپ می‌نمایند.)خاصی استفاده می‌شود.

بخش مالش دهنده، را می‌توان با یک محفظه خلأ تجهیز نمود. این محفظه در جایی کار گذاشته می‌شود که کره به شکل لایه‌های بسیار نازکی در آمده و سطح آن به‌طور قابل توجهی افزایش پیدا کرده است. استفاده از خلأ در این مرحله باعث می‌شود که میزان هوای موجود در کره به ۱٪ حجمی کاهش پیدا کند.

قسمت مالش دهنده ممکن است از یک یا دو بخش که به وسیله محفظه خلأ از یکدیگر جدا می‌شوند، تشکیل شده باشد. در حالت اخیر، کنترل سرعت مارپیچ و هم‌چنین سرعت تیغه‌های دوار در هر دو بخش سیستم، بطور مجزا امکان‌پذیر است. امکان تنظیم مالش دادن مکانیکی کره، قبل از آن که محصول نهایی سیستم را ترک نماید، مزیتی برای این سیستم محسوب می‌شود.

رسیدن یکنواخت خامه به ماشین، نکته‌ای بسیار مهم در تولید کرهٔ به روش مداوم است. البته، چنانچه خامه از ویسکوزیته بالایی برخوردار باشد(نظیر خامه کشت داده شده) ـ بویژه زمستان ـ ایجاد جریان مداومی از آن دشوار خواهد بود. برای دست یافتن به جریان یکنواخت خامه کشت داده شده، لازم است که فرایند کشت دادن به دقت کنترل شود. ویسکوزیتهٔ خامه شیرین نیز تحت شرایط خاصی افزایش پیدا می‌کند که به «ژله‌ای شدن[۲۹]» معروف است. مطالعات، حاکی از آن است که تشکیل چربی آزاد دراثر تلاطم به عنوان دلیل اصلی ژله‌ای شدن مطرح می‌باشد و شکستن مکانیکی گلبول‌های چربی، تأثیری در این پدیده ندارد. به منظور جلوگیری از بروز حالت ژله‌ای، توصیه می‌شود خامه، حاوی بیش از ۴۲٪ چربی نباشد و فرایند آن نیز در دامنه حرارتی ۲۰ تا ۴۵°C صورت نپذیرد.

---

27 - Fritz
28 - Dosing pumpe
29 - gelling

میزان زیاد چربی راه یافته به دوغ کره در سیستم‌های مداوم کره‌زنی، مشکلی بود که از سال‌ها پیش، مانع پیشرفت این تکنیک می‌شد. البته این مشکل، امروزه حل شده است؛ به گونه‌ای که میزان چربی هدر رفته در انواع جدید سیستم‌های مداوم کره‌زنی با مقدار آن در روش سنتی برابر است.

تزریق نمک نیز از جمله مسائل بغرنج در زمینه پیشرفت این سیستم بوده است. یکی از تفاوت‌های مهم بین نمک‌زنی کره در سیستم‌های مداوم و روش سنتی، عبارت از آن است که نمک در فرایند مداوم باید طی زمان کوتاهی در کره حل و پخش شود. در حالی که در شیوه سنتی، مالش دادن کره ممکن است بیش از یک ساعت به طول انجامد.

محلول نمک حتی در حالت اشباع (۲۵٪) حاوی مقدار زیادی آب است که باعث افزایش میزان رطوبت کره می‌شود. بنابراین، فقط میزان محدودی از نمک را می‌توان به صورت محلول اشباع به کره افزود. به عنوان مثال، اگر کره‌ای با ۱٪ نمک و کمتر از ۱۶٪ رطوبت مورد نیاز باشد، کاهش میزان آب پایه آن به حدود ۱۳٪ ضروری است، که رسیدن به این حد رطوبت ممکن است بسیار مشکل باشد. در صورت نیاز به میزان بیشتر نمک، لازم است مخلوطی از نمک حل نشده در محلول اشباع آن را به کره افزود. در عین حال، با انجام این کار، احتمال آن وجود دارد که محصول نهایی در هنگام خروج از دستگاه حاوی کریستال‌ها، حل نشده نمک باشد. این کریستال‌ها آب موجود در مناطق مختلف کره را جذب خود می‌نمایند. نقاطی که آب آنها به این ترتیب از دست رفته است، به صورت لکه‌های زرد رنگ‌تری ظاهر می‌شود.

اجتناب از این مشکل، زمانی میسر می‌گردد که ذرات نمک تا حد امکان کوچک شده باشد. حداکثر اندازه ذرات نمک به توصیه سازندگان سیستم‌های مداوم ۵۰ µm می‌باشد، ولی Jebson در سال ۱۹۶۷ بیشترین مقدار آن را ۱۰۰ µm معرفی کرده است. ذرات بسیار ریز نمک را می‌توان با استفاده از آسیاب مرطوب، آسیاب خشک یا به کمک روش خشک کردن پاششی به دست آورد. Jebson در سال ۱۹۶۸ اظهار داشت؛ نمکی که به خوبی دانه‌ای شده است را می‌باید در درجه حرارت‌های نسبتاً بالا ـ حداقل ۵ °C بالاتر از دمای محیط ـ نگهداری کرد تا رطوبت نسبی آن از ۷۵٪ تجاوز نکند. کلوخه‌ای شدن[30] نمک، در این صورت به حداقل مقدار خود می‌رسد. به گفته Russel در سال ۱۹۷۱ نگهداری طویل‌المدت آب نمک منجر به افزایش اندازه ذرات نمک می‌شود که باید از آن پرهیز کرد. چنان‌چه مقدار بسیار زیادی آب نمک در یک وهله تهیه شود، ممکن است شاهد تعداد قابل ملاحظه‌ای از ذرات بیش از حد درشت شده نمک در انتهای کار باشیم.

تنظیم درصد رطوبت کره در فرایند مداوم به دقت ویژه‌ای احتیاج دارد و لازم است به‌طور دایم کنترل شود. از این رو، کنترل دستی سیستم مداوم بسیار مشکل بوده، نیاز مبرم به تجهیزات تنظیم کننده و رطوبت سنج‌های خودکار بیشتر احساس می‌شود. تجهیزات مذکور، میزان رطوبت کره و خروجی از ماشین را دایماً اندازه‌گیری می‌نمایند و با بهره‌گیری از پمپ‌های تزریقی که خود، تحت کنترل یک میکروپروسسور می‌باشند، مقدار نهایی آن را تنظیم می‌کنند. ثابت دی‌الکتریک کره، عاملی است که معمولاً به منظور اندازه‌گیری درصد رطوبت به کار برده می‌شود.

بسته‌بندی

کاغذ و ورقه‌های نازک آلومینیوم، بیشترین کاربرد را در بسته‌بندی به خود اختصاص داده‌اند. آلومینیوم، بسیار گران‌تر از کاغذ است، ولی محافظ بهتری در برابر نفوذ بخار آب می‌باشد و بنابراین تبخیر آب از سطح کره کاهش می‌یابد؛ افزون بر این که از رسیدن نور به کره ممانعت بهتری به عمل می‌آورد. این موضوع به ویژه در زمانی که بسته‌های کره مستقیماً در معرض نور قرار گرفته باشند، از اهمیت بیشتری برخوردار است، زیرا نور به لحاظ تسریع اکسیداسیون چربی، اثر نامطلوبی بر کیفیت نگهداری کره می‌گذارد.

سرد کردن کره بلافاصله بعد از بسته‌بندی حایز اهمیت فراوان است، چرا که کاهش دما، افزایش کیفیت نگهداری و پایداری فیزیکی فراورده‌های خیلی نرم را به دنبال دارد.

---

30 - caking

معایب و محاسن روش مداوم و سنتی

محاسن روش سنتی

- ✓ عمل آماده‌سازی خامه اگر به طور مطلوب صورت نگیرد تأثیر چندانی روی فرآیند ندارد.
- ✓ درصد چربی کم آب کره
- ✓ بدلیل شستشو میزان ماده خشک بدون چربی کره کمتر است.
- ✓ تنظیم آسان‌تر درصد آب کره
- ✓ ساده بودن روش

معایب روش سنتی:

- ✓ زمان‌بر است.

محاسن روش مداوم:

- ✓ مقایسه فرایند مداوم و سنتی کره‌زنی، نشان می‌دهد که دستگاه‌های مداوم از هزینه بالاتری برخوردارند، ولی هزینه تولید هر کیلوگرم کره به دلیل ظرفیت بالای تولید در سیستم‌های مداوم، کمتر از روش‌های سنتی است.
- ✓ نیروی انسانی مورد استفاده به ازای هر کیلوگرم محصول نیز به طور قابل ملاحظه‌ای کمتر می‌باشد.
- ✓ هرز نرفتن ساعات کاری در سیستم‌های مداوم، عامل دیگری است که هزینه تولید را تحت تأثیر قرار می‌دهد، زیرا ماده ورودی به دستگاه فقط چند دقیقه بعد از شروع به کار آن، آماده بسته‌بندی می‌شود.
- ✓ مساحت و ارتفاع لازم برای سیستم‌های مداوم در میزان مساوی محصول، کمتر از سیستم سنتی است.

معایب سیستم :

- ✓ کار کردن با تجهیزات پیچیده سیستم مداوم، حرفه‌ای است که به افراد تحصیل کرده و مجرب نیاز دارد.
- ✓ خامه بایستی آمادگی خوبی داشته باشد.
- ✓ هزینه بالاتری برای راه‌اندازی می‌خواهد.

قابلیت نگهداری کره:

با افزایش میزان نمک کره، از فعالیت لیپولیز کاسته می‌شود حال آنکه کاهش PH به تنهایی اثر ندارد. اما نمک‌زدن و کشت دادن توأم با آن اثر زیادی دارد. بنابراین کره نمک‌دار و کشت داده شده در مقابل لیپولیز نسبتاً مقاوم است.

کشت دادن و اضافه کردن نمک به میزان معینی، از رشد باکتری‌ها جلوگیری به عمل می‌آورد.

High quality life (HQL) طبق تعریف، عبارت است از مدت زمانی که کیفیت محصول دستخوش ۱۰۰٪ کاهش می‌شود.

HQL برای محصولات مختلف بدین صورت است:

کره کشت شده و دارای نمک < کره کشت شده و فاقد نمک <کره نمک دار خامه شرین < کره فاقد نمک حاصل از خامه شیرین

پس کره فاقد نمک حاصل از خامه شیرین، پایدارترین نوع کره در نگهداری سرد است.

اکسیداسیون چربی، عامل محدود کنندهٔ اصلی در قابلیت نگهداری کرهٔ کشت داده شده نمک‌دار است در حالی که این عامل در مورد سایر کره‌ها به لیپولیز نسبت داده می‌شود.

معایب کره

مهم‌ترین معایبی که کره می‌تواند پیدا کند، عبارتند از عیوب مربوط به مزه و یا طعم مانند مزه پیاز، سیر و شلغم و غیره که مربوط به تغذیه دام با علوفه بودار است که حذف این بو، مشکل است.

مزه ترش: وقتی ظاهر می‌شود که خامه بیش از حد ترش شده باشد و یا شستشوی آن کامل نباشد و در نتیجه اسیدهایی در محیط باقی‌مانده باشند.

مزه کهنگی:این مزه منشاء میکروبی دارد و هرگاه خامه را به صورت خود به خود در زمان طولانی تخمیر کنند، چنین مزه‌ای در کره پیدا می‌شود.

مزه پخته:مربوط به پاستوریزاسیون شدید است. این مزه به‌تدریج کم می‌شود. فعالیت باکتری‌های لاکتیکی و تابش نور نیز مزه‌ای مشابه ایجاد می‌کند.

مزه تلخ:ناشی از فعالیت باکتری‌های تجزیه کننده پروتئین است و معمولاً از کره‌های تهیه شده از خامه کهنه به‌وجود می‌آید.

مزه فلزی:مربوط است به مقادیر بیش از حد مس و آهن در کره به‌دلیل تأثیر این دو عنصر در شکل‌گیری پدیدهٔ اکسیداسیون ممکن است به مرور زمان مزهٔ فلزی، جای خود را به مزهٔ بدتری مانند مزهٔ ماهی بدهد.

مزه روغنی: مربوط به اکسیداسیون چربی کره است و معمولاً در این حالت کره در موقع مصرف به لب‌ها و زبان می‌چسبد.

مزه تند:مربوط به فعالیت لیپازهای طبیعی یا میکروبی شیری است که تری‌گلیسیریدها را تجزیه کرده و اسیدهای فرار از قبیل بوتیریک – کاپریک – کاپرلیک و ... تولید می‌کنند.

مزه صابونی:این طعم مربوط است به صابونی شدن اسیدهای چرب کره توسط موادی مانند سود که برای پاک کردن لوازم، ظروف و وسایل به کار می‌رود و ممکن است به خوبی عمل شستن برای حذف سود و یا کربنات سدیم انجام نشده باشد.

طعم پنیر:با توجه به اینکه در خامه اولیه، کمی مواد ازته هست و بخشی از این مواد را کازئین تشکیل می‌دهد؛ احتمال دارد در اثر باکتری‌های پروتئولیتیک پپتیدهایی تولید شوند که در کره باقی‌بمانند و به آن طعم پنیر بدهند.

مزهٔ مخمری:آلودگی به مخمر

بوی ماهی:تغذیه، درصد چربی بالای خامه، اسیدیته بالا خامه، وجود تری‌متیل آمین در اثر حضور باسیل سرئوس که دارای آنزیم لستیناز است و کولین را به TMA تجزیه می‌کند.

مزهٔ مالتی (مزه سمنو):در اثر آلودگی به استرپتوکوکوس لاکتیس واریته مالتیجنس

در کنار این عیوب، کره ممکن است بوی محیط اطراف خود را جذب کند؛ مثلاً بوی اسطبل پیدا کند یا شستشوی ناقص یا شستشوی با آب‌های آلوده، منشاء بوهای غیرعادی بشود.

همچنین ممکن است در اثر فعالیت میکروب‌های مختلف، رنگ کره سیاه – صورتی – آبی و زرد شود که کلیه این عیوب مربوط به فعالیت میکروارگانسیم‌ها است.

*** کره نرم و روغنی باشد:** چربی مایع زیاد بوده و(عمل کریستاسیزاسیون به خوبی صورت نگرفته است) و یا درجه حرارت کره‌زنی بالا بوده است.

ارزش غذایی کره:

کره دارای ارزش انرژی‌زایی زیادی است و هر ۱۰ گرم آن معادل ۷۶ کیلو کالری انرژی تولید می‌کند. ارزش هضمی آن بسیار خوب است و ضریب هضمی در حدود ۹۵٪ است و منبع مهم ویتامین A است.

محاسبهٔ راندمان کره‌سازی

این امر به ما اجازه می‌دهد که افت اجتناب‌پذیر را محاسبه کنیم و اگر در خط تولید ایرادی است آن را بر طرف سازیم. با مقایسه راندمان نظری و آنچه که واقعاً در عمل ملاحظه می‌شود، می‌توانیم درصد افت را محاسبه نماییم و بعد با کنترل بخش‌های مختلف خط تولید مشخص نماییم که در چه نقطه یا نقاطی بخشی از چربی از خط تولید خارج می‌شود.

برای محاسبه راندمان کره‌سازی راه‌های مختلفی هست که ساده‌ترین آن‌ها بدین صورت است. میزان چربی وارد شده به خط تولید را در یک روز یا یک هفته و یا یک ماه محاسبه نموده و در ضریب ۱/۱۸ ضرب می‌کنیم.

راندمان قابل قبول در تولید کره = ۱/۱۸×مقدار چربی

(به شرطی که چربی کره ۸۲٪ باشد)

۳/۵ تن چربی در روز ⇐ ۳/۵٪ fat با ← ۱۰۰ Ton شیر در روزمثلاً

راندمان کرهٔ این شیر در روز = ۱/۱۸×۳/۵ تن در روز

هرگاه مثلاً چربی کره ۸۰٪ باشد برای به‌دست آوردن ضریب بدین صورت عمل می‌کنیم: ضریب ۱/۱۸ را در ۸۲ ضرب می‌کنیم. تقسیم بر ۸۰ می‌کنیم که ضریب جدید به‌دست می‌آید. حالا ضریب جدید را در مقدار چربی ضرب می‌کنیم.

اگر این ضریب تا ۱/۱۵ کاهش یابد هنوز خط تولید به شکل قابل قبول، نه مطلوب عمل می‌کند. اما اگر از این هم کمتر باشد ایراد عمده‌ای در خط تولید می‌باشد.

روغن حیوانی یا روغن کره(anhydors milk fat (Butter oil

این روغن از ذوب کره به‌دست می‌آید که در قدیم، ذوب کره باعث می‌شد که مواد سنگین‌تر از چربی در زیر آن جمع شوند و کف و مواد سبک‌تر روی آن قرار گیرند که با جداسازی این دو بخش روغن با درجه خلوص زیاد به‌دست می‌آید. با وجودی که این روش عمر نگهداری را زیاد می‌کند ولی منجر به حذف تمامی آب و مواد خارجی نمی‌شود. به‌همین دلیل در صنعت روغن از تبخیر در خلأ و نیروی گریز از مرکز استفاده می‌شود. که در نهایت، درجه خلوص به بیش از ۹۹/۸ می‌رسد و هرچه قدر ناخالصی کمتر باشد، دورهٔ نگهداری بیشتر خواهد بود.

امروزه، در بعضی اوقات به جای کره، از این محصول برای تنظیم چربی محصولات شیر استفاده می‌شود.

روش تهیهٔ روغن کره:

۱- کره را تا ۷۵ الی ۸۰ °C گرم کرده و ذوب می‌نمایند. این محصول چند ساعت به حال خود گذاشته می‌شود و بعد قسمت‌های کف را جدا می‌کنند؛ مجدداً آن را تا همان دما گرم کرده و وارد سانتریفوژ خاص روغن می‌کنند و معمولاً درخروج از سانتریفوژ درجه خلوص چربی به ۹۹-۹۸ می‌رسد، هرگاه سانتریفوژ کردن دو مرحله‌ای باشد، در بین دو مرحله روغن با آب گرم شستشو می‌شود و محصول خالص‌تر به‌دست می‌آید. د رخروج سانتریفوژ دوم، روغن به اواپراتور خاص خود ارسال می‌شود و در آن جا آب باقی مانده درخلاء نسبی جدا می‌شود. سرد کردن نیز در یک پلیت کولر و یا یک مبدل صفحه‌ای انجام می‌شود. این محصول کمتر از ۰/۱٪ ناخالصی دارد و در ۱۰ °C به مدت یک سال یا بیشتر قابل نگهداری است.

خط تولید روغن از خامه نیز وجود دارد که در آن هموژنیزاسیون دارای جایگاه مهمی است و نیز سانتریفوژ و اواپراتور نیز وجود دارد.

روغن، مورد حمله میکروب ها واقع نمی‌شود ولی نسبت به اکسیداسیون و فلزات، حساس است. یک فاکتور بسیار مهم، میزان مس است که باید کمتر از 25 ppm باشد. راه جلوگیری از اکسیداسیون، نگهداری روغن در دمای کم می‌باشد.

تحقیقات برروی قابلیت نگهداری روغن کره، مشخص می‌نماید که اتواکسیداسیون، عامل اصلی فساد در این محصولات است. بخش اعظم طعم ویژه این محصول، از سوختن مواد جامد غیرچربی باقی‌مانده در آب به‌دست می‌آید.

* ممکن است برای طعم بهتر روغن کره، شیرخشک بدون چربی را قبل از حرارت دادن به آن اضافه نمایند.

* گاهی اوقات برای بهتر شدن طعم روغن، پس از حرارت دادن و اتوکلاو کردن آن، حدود ۱٪ از کشت باکتری‌های لاکتیک را به‌آن اضافه می‌نمایند.

سئوالات چهار گزینه‌ای

۱ ـ مهم‌ترین اختلاف خط تولید شیر غلیظ شیرین و غیرشیرین چیست؟

۱) شیر غلیظ شیرین استریل می‌شود.
۲) شیر غلیظ شیرین هموژنیزه می‌شود.
۳) شیرغلیظ غیرشیرین استریلیزه می‌شود.
۴) شربت قند شیر غلیظ شیرین استریلیزه می‌شود.

۲ ـ مهم‌ترین اختلاف خط تولید شیرخشک 26% با شیرخشک بی‌چربی چیست؟

۱) کاربرد حرارت مقدماتی ملایم‌تر در خط تولید شیر خشک کامل
۲) استفاده از بسته سیل در تولید شیر خشک کامل
۳) بسته‌بندی شیرخشک کامل در اتمسفر گاز خنثی
۴) بسته‌بندی شیرخشک با چربی دراتمسفر گاز بی‌اثر

۳ ـ چه نوع شیرخشکی برای تهیه پنیر می‌توان استفاده کرد؟

۱) low heat چون پروتئین‌های محلول آن کمتر دناتوره شده‌اند.
۲) medium heat چون بهره پنیرسازی بالا می‌رود.
۳) low heat چون تعادل نمک در آن متحمل تغییر قابل توجهی می‌شود.
۴) low heat زیرا کمپلکس کازئین کاپا و بتالاکتوگلوبولین انجام نمی‌شود.

۴ ـ مهم‌ترین اختلاف در تولید شیر خشک low heat با High heat چیست و میزان دناتوراسیون پروتئین‌های شیرخشک heat low چگونه است؟

۱) low heat در خلأ کمتری تغلیظ می‌شود ـ میزان دناتوراسیون کمتر از 10% کل پروتئین محلول است.
۲) low heat در اتمسفر ازت بسته‌بندی می‌شود ـ میزان دناتوراسیون کمتر از 10% کل مواد ازته است.
۳) حرارت مقدماتی low heat کمتر است ـ دناتوراسیون کمتر از 10% کل پروتئین‌های محلول است.
۴) حرارت مقدماتی low heat کمتر است ـ دناتوراسیون کمتر از 10% کل پروتئین‌های شیر است.

۵ ـ برای تهیه شیر غلیظ شیرین با 40% قند و 10% چربی از شیری با 4% چربی به ازای هر 100 کیلوگرم شیر اولیه، میزان شربت قند 80% لازم برابر است با؟

۱) 20 kg ۲) 16 kg ۳) 18 kg ۴) 14 kg

۶ ـ حلالیت شیرخشک ناشی از Drum dryer در آب بیشتر است یا از spray dryer، به چه دلیل؟

۱) Drum dryer، به علت تغییر کمتر در تعادل نمک
۲) splay dryer به علت تغییر کمتر در تعادل نمک
۳) Drum dryer، به علت دناتوراسیون کمتر پروتئین‌های محلول
۴) spray dryer، به علت دناتوراسیون کمتر پروتئین‌های محلول

۷ ـ به‌کارگیری اندیس (whey protin nitrogen Index) برای تعیین نوع کدام‌یک از محصولات زیر به‌کار برده می‌شود؟

۱) شیر پاستوریزه ۲) شیرخشک ۳) شیر غلیظ شده ۴) محصولات استریلیزه

۸ ـ بهترین پایدار کننده برای شیرهای معطره کدام گزینه می‌باشد؟

۱) آلژینات سدیم ۲) پکتین ۳) نشاسته ۴) کاراجینان

۹ ـ جرارت دادن شیر در طی فرآیند تهیه شیر غلیظ شده، به چه مقدار می‌بایست انجام شود؟

۱) پایدار کردن پروتئین ۲) جداکردن لیپوپروتئین‌ها از یکدیگر

۳) جدا کردن گلبول‌های چربی از هم‌دیگر ۴) یکنواخت کردن شیر

۱۰ ـ کدام جمله زیر در فرآیند تولید کره صحیح نمی‌باشد؟

۱) می‌توان مقداری از چربی دوغ کره کشت داده شده را با استفاده از دستگاه سانتریفوژ کاهش داد.

۲) در خامه کشت داده شده چربی راه یافته به دوغ کره در فرآیند کره زنی کمتر از کره شیرین است.

۳) مرحله شستشوی فرآیند کره‌سازی، باعث کاهش رطوبت در کره می‌گردد.

۴) درجه حرارت مطلوب برای کره زنی در صورت پایین بودن عدد یدی $8-10^{\circ}C$ است.

۱۱ ـ عامل اصلی آروما‌ی کره چیست؟

۱) دی‌استیل ۲) استآلدئید ۳) اسید لاکتیک ۴) اسید کربنیک

۱۲ ـ کدام‌یک از گزینه‌های زیر در میزان چربی دوغ کره مؤثر است؟

۱) درجه حرارت کره‌زنی ۲) درصد چربی خامه ۳) نوع خامه (شیرین یا ترش) ۴) هر سه گزینه

۱۳ ـ کدام جمله زیر در مورد پاستوریزاسیون خامه برای تهیه کره صحیح نمی‌باشد؟

۱) پاستوریزاسیون خامه سبب ایجاد طعم پخت در خامه و بالطبع در کره می‌گردد.

۲) پاستوریزاسیون کره خاصیت آنتی‌اکسیدانی به خامه می‌دهد.

۳) برای پاستوریزه کردن خامه از پاستوریزاتور صفحه‌ای که فاصله صفحات آن بیشتر از پاستوریزاتور شیر است؛ می‌توان استفاده کرد.

۴) پاستوریزاسیون باعث افزایش پتانسیل اکسیداسیون ـ احیاء خامه می‌گردد.

۱۴ ـ برای تولید یک کره با آروما‌ی مناسب کدام گزینه زیر صحیح می‌باشد؟

۱) $PH>5.3$ ۲) حضور اکسیژن کم

۳) فاز دوم رسانیدن در درجه حرارت $11-13^{\circ}C$ صورت می‌گیرد. ۴) اسیدیته بیشتر از $60^{\circ}C$ در خامه ترش

۱۵ ـ برای طولانی کردن مدت زمان نگهداری کره چه عملیاتی بهتر است انجام دهیم؟

۱) فاز دوم رسیدن را انجام دهیم. ۲) فاز اول رسیدن را حذف کنیم.

۳) فقط فاز غیراسیدی را در کره‌سازی انجام دهیم. ۴) فقط فاز اسیدی را در کره‌سازی انجام دهیم.

۱۶ ـ کدام جمله زیر صحیح نمی‌باشد؟

۱) آب کرهٔ ترش، کاربرد کمتری نسبت به آب کره شیرین دارد.

۲) می‌توان مقداری از چربی دوغ کره شیرین را با استفاده از دستگاه سانتریفوژ کاهش داد.

۳) معمولاً میزان چربی دوغ کره کشت داده شده را با استفاده از دستگاه سانتریفوژ کاهش می‌دهند.

۴) درصد میزان چربی خامه برای کره‌زنی نبایستی کمتر از 33% باشد.

۱۷ ـ سرعت چرن در کدام‌یک از فرآیندهای زیر بالاتر است؟

۱) کره‌زنی ۲) شستشو ۳) مالش‌دادن ۴) در هر سه مورد یکسان است.

۱۸ ـ حداکثر حجم قابل پر شدن در دستگاه کره‌زنی، زمان زدن بایستی چه مقدار باشد؟

۱) 50 ۲) 80 ۳) 40 ۴) 60

۱۹ ـ دلیل عمدهٔ عمل مالش‌دادن در فرایند کره زنی چیست؟

۱) حل کردن و توزیع نرمال نمک در کره
۲) کاهش رطوبت آب در کره
۳) ایجاد امولسیون یکنواخت آب در چربی
۴) کاهش گازهای نامطبوع در کره

۲۰ ـ میزان مایه مصرفی، زمان ترش شدن و درجه حرارت ترش کردن خامه جهت تولید خامه ترش کدام‌اند؟

۱) 3%، 24 ساعت، $20^{\circ}C$
۲) 2-1%، 24 ساعت، $20^{\circ}C$
۳) 2 – 1%، 20 ساعت، $24^{\circ}C$
۴) 3%، 20 ساعت، $24^{\circ}C$

۱-۸	۲-۷	۴-۶	۱-۵	۳-۴	۴-۳	۳-۲	۳-۱
۳-۱۶	۳-۱۵	۳-۱۴	۴-۱۳	۴-۱۲	۱-۱۱	۱-۱۰	۱-۹
				۲-۲۰	۳-۱۹	۱-۱۸	۱-۱۷

۱۸ ـ حداکثر حجم قابل پر شدن در دستگاه کره‌زنی، زمان زدن بایستی چه مقدار باشد؟

۱) 50 ۲) 80 ۳) 40 ۴) 60

۱۹ ـ دلیل عمدهٔ عمل مالش‌دادن در فرایند کره زنی چیست؟

۱) حل کردن و توزیع نرمال نمک در کره
۲) کاهش رطوبت آب در کره
۳) ایجاد امولسیون یکنواخت آب در چربی
۴) کاهش گازهای نامطبوع در کره

۲۰ ـ میزان مایه مصرفی، زمان ترش شدن و درجه حرارت ترش کردن خامه جهت تولید خامه ترش کدام‌اند؟

۱) 3%، 24 ساعت، 20 °C
۲) 1-2%، 24 ساعت، 20 °C
۳) 1 – 2%، 20 ساعت، 24 °C
۴) 3%، 20 ساعت، 24 °C

۱-۸	۲-۷	۴-۶	۱-۵	۳-۴	۴-۳	۳-۲	۳-۱
۳-۱۶	۳-۱۵	۳-۱۴	۴-۱۳	۴-۱۲	۱-۱۱	۱-۱۰	۱-۹
				۲-۲۰	۳-۱۹	۱-۱۸	۱-۱۷

بستنی

اجزای تشکیل دهندهٔ بستنی:

۱- مواد جامد بدون چربی : اکثر بستنی‌ها حاوی حداقل ۱۰٪ مادهٔ جامد بدون چربی شیر می‌باشد و طبق استاندارد حداقل بایستی ۷/۵٪ ماده جامد بدون چربی داشته باشد. که شامل مواد زیر است:

۱- ماده خشک بدون چربی شیر مایع Skim Milk

۲- شیرخشک بدون چربی

۳- پودر آب پنیر

۴- ماد خشک بدون چربی شیر پس چرخ کندانسه

نکته : اگر پودر آب پنیر تا حد ۲٪ از کل آمیختهٔ بستنی مورد مصرف قرار گیرد، شوری مربوط به مواد معدنی موجود در آن در طعم نهایی محصول تأثیر منفی نخواهد داشت. در حالی‌که مصرف بیشتر آن موجب تغییر طعم محصول نهایی و افزایش لاکتوز در بستنی می‌شود که نهایتاً ایجاد بافت شنی می‌کند.

۲- چربی بستنی: می‌تواند شامل موارد زیر است:

۱- خامه ۲- کره ۳- روغن کره ۴- روغن‌های نباتی

چربی، موجب تقویت طعم، نرمی بافت می‌شودو ایجاد بافت مناسبی در بستنی می‌کند که در دهان قابل احساس باشد.

نکته : روغن‌های نباتی، بستنی‌های مطلوبی تولید می‌کنند ولی فاقد عطر و طعم و مزهٔ مخصوص کره یا روغن حیوانی است.

۳- قندها:

۱- ساکارز ۲- گلوکز مایع ۳- دکستروز

۴- پایدار کننده‌ها:

در این زمینه پایدارکننده‌های مختلفی وجود دارند نظیر:

۱- پروتئین‌ها: نظیر ژلاتین

۲- صمغ گیاهی: نظیر دانهٔ اقاقیا و دانهٔ گوار و ...

صمغ گوار در آب سرد هیدراته می‌شود، در حالی که اقاقیا فقط در آب داغ هیدراته می‌شود.

گاهی این صمغ‌ها باعث رسوب پروتئین‌های شیر می‌شوند و مشکل بزرگی تحت عنوان سینرزیس یا دو فازه شدن به وجود می‌آورند. این عیب را می‌توان توسط افزودن مقدار کمی صمغ کاراگینان رفع نمود.

۳- صمغ حاصل از عصاره جلبک‌های دریایی که شامل کاراگینان و آلژینات‌ها و... است؛ بهترین پایدار کننده در بستنی، آلژینات سدیم می‌باشد. مزیت استفاده از این عصاره این است که قوام و پیکرهٔ خوبی در بستنی ایجاد می‌کند.

۴- مشتقات سلولز:مزیت استفاده از مشتقات سلولز، اصلاح شکل ظاهری و قوام بستنی است ولی متأسفانه گاهی اوقات باعث دوفازه شدن بستنی و رسوب پروتئین‌ها می‌گردد که می‌توان این عیب را با افزودن صمغ کاراجنیان رفع کرد.

۵- صمغ‌های میکروبی مانند گزانتان.

نقش پایدار کننده‌ها در بستنی:

۱- جذب هرچه بیشتر آب و جلوگیری از رشد هرچه بیشتر کریستال های یخ می‌باشد زیرا تشکیل شبکهٔ سه بعدی می‌دهند و باعث کاهش تحرک آب می‌گردند و نهایتاً از تشکیل کریستال‌های بزرگ یخ جلوگیری می‌کنند.

۲- اصلاح عمل هوادهی

۳- اصلاح بافت و خصوصیات ذوب‌شدگی

۵- امولسیون کننده‌ها

از جمله امولسیون کننده‌های مورد مصرف در بستنی عبارتند از:

۱- مونو و دی‌ساکاریدها

۲- استرهای پلی‌گلیسرول

۳- استرهای سوربیتان

۴- استرهای پروپیلن گلیکول

۵- استرهای پلی‌اکسی‌اتیلن سوربیتان (پلی سوربات)

۶- گاهی وقت‌ها از تخم‌مرغ به صورت منجمد یا خشک استفاده می‌شود.

امروزه، امولسیون کننده‌ها به صورت تنها مصرف نمی‌شوند، بلکه می‌توان ترکیبی از آن‌ها را مورد مصرف قرار داد. می‌توان هر کدام از ترکیبات پایدار کننده را به تنهایی در داخل امولسیون کننده‌ها به حالت تعلیق درآورد و به صورت مجموع دو مادهٔ امولسیون کننده و پایدار کننده به شکل ذرات همگن مورد مصرف قرار داد.

۶- مواد طعم‌دهنده و رنگ‌ها در بستنی:

طعم بستنی از مجموع قندها، مواد جامد بدون چربی شیر، چربی و طعم دهنده‌ها حاصل می‌شود. طعم هر کدام از طعم دهنده‌های بستنی نبایستی بر طعم دیگر غلبه نماید.

درجه حرارت بستنی، در هنگام مصرف، بر طعم بستنی مؤثر می‌باشد. معمولاً برحسب نوع بستنی مصرفی فرق می‌کند و متوسط آن بین ۱۲- تا ۸- درجهٔ سانتی‌گراد است؛ یعنی ۱۰ تا ۱۷ درجهٔ فارنهایت. اگر بستنی زیاد سرد باشد، سقف دهان بی‌حس می‌شود و در نتیجه عدم درک صحیح مزهٔ بستنی را به دنبال دارد. وقتی که در بستنی از چربی‌های دیگر به جای چربی شیر استفاده می‌شود؛ باعث طعم ملایمی غیر از طعم بستنی طبیعی می‌گردد. بنابراین در چنین مواردی بایستی از طعم دهنده‌ها استفاده کنیم. بعضی از طعم دهنده‌ها عبارتند از:

۱- وانیل: که رایج‌ترین مادهٔ طعم دهنده در بستنی است.

۲- وانیلین

۳- استفاده از میوه چه به صورت سالم چه به صورت له شده: جهت جلوگیری از یخ‌زدن قطعات میوه، پسته و انواع محصولات دیگری که به صورت جامد در داخل بستنی‌های طعم دار استفاده می‌شود، بایستی نسبت بالایی سیروپ قند استفاده کرد.

طرز تهیهٔ بستنی:

قبل از هر چیز، بایستی میزان مواد مورد نیاز برای مخلوط بستنی‌ها محاسبه شود و اگر اشتباهی در امر محاسبهٔ این مواد رخ دهد، عیوبی در بستنی به وجود خواهد آمد.

طرز تهیهٔ آمیختهٔ بستنی:

بعد از محاسبهٔ دقیق مواد، بایستی تمام آن‌هایی را که جزء ترکیباتی هستند که در طی پاستوریزاسیون صدمه نمی بینند؛ مخلوط نماییم و سپس پاستوریزه کنیم. پاستوریزاسیون در حدود ۶۸ °C به مدت ۳۰ دقیقه صورت می‌گیرد. (متغیر است) بعد از آن پایدار کننده‌ها را به صورت محلول در می‌آورند و سپس در هموژنایزر، هموژنیزه می‌کنند. میزان فشار مورد استفاده در هموژنیزاتور برای حصول نتایج مطلوب، مهم است ولی برای آن نمی‌توان مقدار ثابتی مشخص نمود، زیرا مقدار فشار بستگی به چندین عامل به شرح ذیل دارد:

۱ـ نوع هموژنیزاتور و طراحی شیر آن

۲ـ یک مرحله‌ای یا دو مرحله‌ای بودن شیر هموژنیزاتور

۳ـ نوع چربی مورد استفاده (روغن نباتی، کره یا خامه)

به عنوان مثال، در هموژنیزاتور یک مرحله‌ای، اگر روغن نباتی مورد استفاده قرار گیرد، بهتر است فشاری حدود ۱۲۰ بار (۱۷۰۰ پوند بر اینچ مربع) و اگر چربی شیر استفاده گردد، فشاری در حدود ۱۶۰ بار (۲۳۰۰ پوند بر اینچ مربع) اعمال شود(اصولاً برای چربی‌های حاوی چربی شیر، فشار هموژنیزاسیون بالاتر است) . در صورت استفاده از هموژنیزاتور دو مرحله‌ای، مقدار فشار پیشنهادی به نوع چربی، بستگی کمتری داشته، در مرحلهٔ اول، حدود ۱۷۰ بار (۲۵۰۰ پوند بر اینچ مربع) و در مرحلهٔ دوم، حدود ۳۵ بار (۵۰۰ پوند بر اینچ مربع) فشار اعمال می‌شود. در صورتی که آمیخته، محتوی مقدار چربی بیشتری باشد، لازم است از فشار کمتری استفاده شود. بعد از هموژنیزاسیون، مخلوط را تا ۵ °C سرد می‌کنند و به مدت ۱۲ ساعت آن را در همین دما نگهداری می‌نمایند تا استابیلایزرها یا پایدار کننده‌ها فرصت تورم پیدا کنند. یعنی در این مدت به حداکثر بادکردگی خود برسند و به‌طور کامل هیدراته گردند. در صورتی که از پایدار کنندهٔ خوب مانند آلژینات سدیم استفاده شده باشد، مدت رسیدن کوتاه‌تر می‌شود. بایستی بدانیم بعضی از پایدار کننده‌ها؛ به کندی باد می‌کنند به عمل باد کردن یا تورم بستنی Over run گفته می شود.

$$\text{Over run} = \frac{\text{حجم مخلوط اولیه} - \text{حجم مخلوط باد کرده}}{\text{حجم مخلوط اولیه}} \times ۱۰۰$$

$$\text{oVer run} = \frac{\text{وزن هم حجم آمیخته بستنی} - \text{وزن حجم معینی از آمیخته}}{\text{وزن هم حجم آمیخته بستنی}} \times ۱۰۰$$

اگر over run، ۱۰۰-۹۵٪ باشد، عمل، به خوبی انجام گرفته است. حداقل over run قابل قبول، ۵۰ ٪ است که در این صورت به ضرر تولید کننده خواهد بود. بعد از این عمل، مخلوط را تا صفر درجه سرد می‌کنند و به آن وانیل یا موادی مانند مواد رنگی، قهوه، توت‌فرنگی، اضافه می‌کنند. سپس نوبت به مرحلهٔ انجماد یا بستن می‌رسد که برای این کار از فریزرهای مدوام استفاده می‌شود . بعد از این مرحله، مخلوط باد کرده و شکل گرفته و به اتاق ۲۵ °C- برای ۱۲ الی ۲۴ ساعت منتقل می‌شود که عمل سخت شدن انجام می‌گیرد. می‌توان به جای سردخانه در این مرحله از تونل هوا یا هوای متحرک ۳۵ °C- تا ۴۰ °C- استفاده شود؛ در ادامه، بسته‌بندی و انبار کردن در ۲۵ °C- یا کمتر انجام می‌شود.

بایستی توجه شود اگر به بستنی بخواهند میوه اضافه نمایند، این کار را در حین انجماد انجام می‌دهند.

عیوب بستنی:

از لحاظ میکروبی در یک میلی‌لیتر بستنی نبایستی اشرشیاکلی یا میکروارگانیزم بیماری‌زا وجود داشته باشد و در یک دهم میلی لیتر بستنی نبایستی استافیلوکوکوس اورئوس وجود داشته باشد و در ۲۵ میلی‌لیتر نیز نبایستی سالمونلا وجود داشته باشد.

عیوب بافت بستنی:

بافت زبر یا یخی:

که از تشکیل کریستال‌های یخ در بستنی تشکیل می‌شود. دلایل تشکیل آن‌عبارتند از:

الف) بالا بودن آب محتوای مخلوط

ب) ناکافی بودن مواد جامد بدون چربی و مواد پایدار کننده و نیز انجماد کند در فریزر بستنی.

ج) انجماد ناکافی در بستنی و خروج بستنی قبل از انجماد کامل و شوک حرارتی که ایجاد نوسانات حرارتی می‌کند.

بافت برفی یا فلسی:

به دلایل زیر به‌وجود می‌آید:

الف- هوادهی بیش از حد

ب ـ پایین بودن بیش از اندازهٔ مادهٔ خشک

ج ـ خروج بستنی از فریزر قبل از حصول درجه حرارت لازم

بافت شنی:

الف ـ در اثر تشکیل کریستال‌های بسیار سخت لاکتوز ایجاد می‌شود که در اثر عوامل زیر است:

الف- بالا بودن مقدار مواد جامد بدون چربی شیر

ب ـ شوک حرارتی

ج ـ عدم وجود مواد پایدار کنندهٔ مناسب

د ـ استفادهٔ بیش از حد از پودر آب پنیر

بافت کره‌ای:

۱ـ هموژنیزاسیون ضعیف آمیخته

۲ـ کمبود مواد امولسیون کننده

۳ـ هم‌زدن طولانی آمیخته در هنگام انجماد

۴ـ وجود ذرات سفت چربی حاصل از churn

عیوب پیکره و ذوب شدن بستنی:

۱ـ پیکرهٔ سنگین و تر: در اثر عدم هوادهی و عدم انجماد کامل به‌وجود می‌آید.

۲ـ پیکرهٔ سنگین و پفی: این عیب، مکمل حالت قبل است و در اثر هوادهی بیش از حد ایجاد می‌شود.

۳ـ پیکرهٔ صمغی: بعضی مواقع بستنی کاملاً ذوب نمی‌شود. علت اصلی این عیب، زیادی مصرف مواد پایدار کننده در بستنی است که بستنی به حالت ژل در می‌آید.

۴ـ پیکرهٔ شکننده: اکثر بستنی‌ها در هنگام مصرف، ابتدا اندکی شکننده به نظر می‌رسند. اگر قطعات آن به جای به هم چسبیدن، به ذرات کوچکتر بشکنند، مسلماً عیب خاصی دارد. عیب مزبور ممکن است در اثر مصرف خیلی کم پایدار کننده، شکر یا مادهٔ خشک توأم با هوادهی بیش از حد ایجاد شود.

۵ ـ پیکرهٔ ضعیف و آبکی: در این حالت، بستنی طعم و پیکرهٔ ضعیف دارد و سریعاً ذوب می‌شود. عامل اصلی این عیب ناکافی بودن مادهٔ خشک و عدم انجماد ناکافی است.

۶ ـ کف کردن بستنی در هنگام ذوب شدن: در اثر ذوب شدن بستنی بایستی مایه‌ای همگن و غلیظ مشابه آمیختهٔ اولیه، تولید شود. بعضی مواقع در هنگام ذوب شدن، هوا به طور یکنواخت از بستنی خارج نمی‌شود و موجب کف آلود شدن آمیخته می‌گردد. عیب مزبور احتمالاً در اثر ناکافی بودن مواد پایدار کننده و درشت بودن حباب‌های هوا در داخل بستنی است.

۷ ـ ذوب شدن دلمه‌ای: در این حالت، هنگام ذوب شدن بستنی، مایه‌ای نسبتاً روشن متمایل به سبز تولید می‌کند که شبیه به آب پنیر است. این عیب می‌تواند در اثر جدا شدن آب پنیر حاصل شود که در نتیجه رسوب پروتئین‌های شیر به وسیلهٔ مواد پایدار کننده هستند.

۸ ـ انقباض: این عیب در اثر کم شدن حجم بستنی و تغییر شکل آن در اثر نگهداری محصول نهایی در سردخانه است. جلوگیری از این عیب در نگهداری طولانی مدت بستنی تقریباً غیرممکن است و برای جلوگیری از آن نکاتی که بایستی در نظر گرفته شود: استفاده از آمیخته با کیفیت بالا و مادهٔ خشک کافی،

- ✓ عدم هوادهی بیش از حد
- ✓ استفاده از مواد بسته‌بندی سخت و مقاوم که بتواند از شوک‌های حرارتی یا مکانیکی در هنگام نگهداری یا جابه‌جایی جلوگیری کند.

فرآورده‌های تخمیری شیر

اهمیت فرآورده‌های تخمیری:

۱- زمان نگهداری شیر طولانی خواهدشد.

۲- ارزش تغذیه‌ای را افزایش می‌دهد.

۳- از نظر طعم و مزه مطلوب‌تر می‌شود.

۵- به ماده غذایی ارزش پزشکی می‌دهد(زیرا باکتری‌های اسید لاکتیک در دستگاه گوارش، باعث کاهش PH شده، در نتیجه، اجازهٔ رشد
به E. coli و سالمونلا را نمی‌دهد.)

۶- مواد تخمیری در زمان کمبود مواد غذایی یا قحطی در نجات مردم مؤثر هستند.

۷- افزایش جذب در Ca و بعضی از ویتامین‌ها مثل ویتامین‌های گروه B در فرآورده‌هایی مثل ماست.

تخمیر fermentazion

تخمیر، عبارت است از فرآیند کسب انرژی، به‌صورتی‌که یک ترکیب آلی به‌عنوان پذیرنده $\bar{e}$ و دیگری دهندهٔ $\bar{e}$ عمل نماید.

در شیر و فرآورده‌های شیر شش تخمیر مهم و عمده اتفاق می‌افتد:

۱- تخمیر لاکتیکی:

این تخمیر مهم‌ترین تخمیر در فرآورده‌های لبنی است. استرپتوکوکوس‌ها، لاکتوکوکوسها و لاکتوباسیلوس‌ها قادرند که کربوهیدرات‌ها را به اسیدلاکتیک هیدرولیز کنند. اسید لاکتیک در دامنه $10-50^{\circ c}$ تولید می‌شود.

۲- تخمیر پروپیونیکی:

برخی از پنیرها به خاطر رایحهٔ اسیدپروپیونیک معروف‌اند. Propionibacterium shermanii در پنیر سوئیسی مورد مصرف قرار می‌گیرد؛ که معمولاً بعد از ۳-۲ هفته، تولید اسیدپروپیونیک و چشمک یا eye hole در قالب پنیر می‌نماید. اسید پروپیونیک از اسید لاکتیک ولاکتات‌ها به‌وجود می‌آید و درکنار آن اسیداستیک،اسید لاکتیک و Co_2 تولید می‌شود.

۳- تخمیر سیتریک:

در شیر حدود ۰/۲ ٪ اسیدسیتریک وجوددارد. اسیدسیتریک در فرآیند تولید دی استیل دارای اهمیت قابل توجه‌ای است. در برخی از فرآورده‌ها برای تولید دی استیل بیشتر، حدوداً ۰/۱۵٪ اسیدسیتریک به شیر اضافه می‌کنند.

۴- تخمیر الکلی:

برخی از فرآیندهای تخمیری شیر مانند kefir و kumis در آن‌ها یک تخمیر الکلی نیز صورت می‌گیرد، زیرا در استارتر آنها مخمر نیز حضور دارد.

۵- تخمیر بوتیریک:

در پنیرهای نیمه‌سخت و سخت این تخمیر به‌وجود می‌آید و عامل اصلی این تخمیر، کلستریدیوم‌ها هستند؛ این میکروارگانیزم‌ها در اثر تولید گاز Co_2 و H_2 و آرومای نامطبوعی که تولید می‌کنند؛ باعث وازدگی محصول می‌شوند و حتی در مواردی ممکن است قالب پنیر را متلاشی کنند. تخمیر بوتیریکی را بادکردن دیررس در پنیر نیز می‌گویند، چون در حین فرآیند، رسانیدن پنیر در انبارها حاصل می‌شود.

۶- تخمیر کلی فرم‌ها:

معمولاً در اثر عدم رعایت بهداشت در شیر و فرآورده‌های آن حاصل می‌گردد. کلی فرم‌ها ایجاد طعم و مزه نامطبوع در محصول می‌کند. به‌دلیل ایجاد گاز Co_2 و H_2 در فرآیند پنیرسازی ایجاد بادکردن زودرس می‌کند(در درس میکروبیولوژی توضیح داده شده).

فرآیند تخمیردر شیر به‌طور کلی تابع عوامل زیر است :

۱- نوع میکروارگانیزم ۲- حضور هوا یا عدم حضور هوا ۳- درجه حرارت

۴- مواد بازدارنده ۵ - منبع انرژی ۶- درجه pH

استارتر:

استارتر، مجموعه‌ای از میکروارگانیزم ها است که بدون آنها نمی‌توان محصولی با کیفیت عالی به‌دست آورد.به‌طور کلی یک کشت استارتر باید دارای خصوصیات زیر باشد:

۱ـ حاوی انواع میکروارگانیزم‌های مطلوب، در نسبت‌های معین باشد.

۲ـ قدرت ایجاد مواد مورد نظر در شرایط وفرآیند را به خوبی داشته باشد.

۳ـ عاری از آلودگی بوده و خالص باشد.

معمولاً مخلوط میکروارگانیزم ها به گونه‌ای عمل می‌کنند که همگی در یک زمان، شروع به رشد و تولید مواد و ترکیبات مورد نظر نمی‌کنند.

برای این‌که استارتر را در صنعت یا کارخانه آماده کنیم ۴ مرحله وجود دارد:

۱- کشت تجارتی (Commercial culture):

تولید در آزمایشگاه‌های ویژ و به‌عنوان مایه ماست تجارتی عرضه می‌شود.

۲- استارتر مادر (Mother cultuer)

این مایه از مایه کشت تجارتی تهیه شده و به عنوان ذخیره مایه، هر هفته یک‌بار در آزمایشگاه کارخانه تهیه می‌شود.

۳- مایه حد واسط Intermediate cultuer:

این مایه در آزمایشگاه کارخانه برای آماده‌سازی مایه فله‌ای استفاده می‌شود.

۴- مایه فله‌ای Bulk starter:

از این مایه برای تولید فرآورده‌های لبنی استفاده می‌شود.

آماده‌سازی استارتر

برای آماده‌سازی استارتر، از شیر کم‌چرب یا شیر « باز ساخته» استفاده می‌شود، که به مدت ۶۰ دقیقه در $85^{\circ c}$ حرارت می‌بینند. شیرهایی که به این صورت آماده می‌شوند در $4^{\circ c}$ تا ۱۰ روز قابل استفاده می‌باشند. اگر از سوش‌های لیوفیلیزه استفاده شود، تحت

شرایط اسپتیک، یک آمپول را به داخل این شیرها می‌ریزند و در 22^{oc} به مدت ۲۴ ساعت نگهداری می‌کنند و ۳ بار عمل پاساژ (انتقال از یک محیط به محیط دیگر) برای فعال شدن استارتر انجام می‌دهند. به این استارترها، استارتر فعال گویند.

شیری که برای کشت آغازگر استفاده می‌شود؛ باید خصوصیات زیر را داشته باشد:

۱- شیر بدون چربی باشد.

۲- شیر دارای ca کم باشد (برای ساختن محیط کشت‌های اولیه و ثانویه

شیر کم‌چرب معمولاً برای باکتری‌های لاکتیکی به‌کار می‌رود؛ ولی بعد از مدتی نسبت باکتری‌ها در این محیط به‌هم می‌خورد. بنابراین می‌توان از سولفات منگنز ۰/۰۲ مولار در محیط کشت استفاده کرد تا باعث ثابت نگهداشتن نسبت باکتری‌ها شود. گاهی فسفات‌ها و اکسالات‌ها به شیر اضافه می‌شود تا خود به عنوان عامل تحریک‌کننده‌ای جهت به هم‌زدن نسبت باکتریها باشد.

عواملی که بر روی رشد باکتری‌های لاکتیکی اثر دارند:

۱- طبیعت و نوع شیر

۲- شیر پرچرب که بر روی باکتری‌ها اثر دارد.

۳- شیرهای ورم پستان، که مانع رشد باکتری‌های لاکتیکی می‌شود.

۴- شیرهای تند شده که اثر بازدارندگی روی رشد باکتری‌ها دارند، خصوصاً استرپتوکوکوس لاکتیس

۵- وجود آنتی بیوتیک، ترکیبات ضد باکتری و باکتریوسید که دسته اخیر، معمولاً از مزرعه به شیر وارد می‌شوند؛ نظیر علف‌کش‌ها

۶- نگهداری طولانی کشت‌ها باعث می‌شود که pH کشت تغییر کند و مقداری از سلول‌ها از بین برود.

انتخاب سوش‌های استارتر

تابع فاکتورهای زیر است:

۱- سرعت رشد

۲- تولید اسید و رایحه

۳- مقاومت به فاژ و ایجاد اسلایم

۴- تولیدگاز Co_2

برحسب نوع معمول، سوش نیز تغییر می‌کند. برای مثال، در تهیهٔ خامهٔ ترش نیاز به تولید اسید سریع، رایحه و ایجاد اسلایم هست، بنابراین، بایستی سوشی استفاده شود که دارای این خصوصیات باشد. در حالی‌که در پنیر چدار به تولید اسید به آرامی نیاز هست و رایحه از منابع دیگر تأمین می‌شود. بنابراین سوش‌های را انتخاب می‌کنند که اسید طولانی مدت تولید می‌نماید.

عوامل مختلفی که ممکن است در طول زمان باعث تغییر ماهیت استارترها شوند عبارتند از:

۱- پاساژهای مکرر

۲- جهش یا عواملی که بر روی رشد مؤثر می‌باشند.

۳- نسبت سطح ظرف به عمق آن

۴- حمله باکتریوفاژها به آن‌ها

۵- حضور آنتی‌بیوتیک

۶- حضور دترژنت و بازدارنده‌ها

کفیر

کفیر kefir: عبارت است از یک نوشیدنی گازدار، اسیددار و الکل‌دار. در واقع کفیر، دوغی است دارای الکل وگاز. در روش سنتی در یک مشک، شیر گاو را می‌ریزند و بخشی از معده گوساله یا گوسفند را می‌خیسانند. آنزیم‌های موجود در معده باعث می‌شود که شیر به‌طور لحظه‌ای منعقد شود. شیر منعقد شده را خالی می‌کنند و مجدداً مشک را پر می‌کنند و این کار چندین هفته طول می‌کشد، تا این‌که به تدریج قشری اسفنجی در جدار مشک ظاهر گردد. این قشر را می‌برند و خشک می‌نمایند و به آن دانه‌های کفیر می‌گویند، که رنگ آن زرد است و در ترکیب آن یک دی‌ساکارید با پایه گلوکز و گالاکتوز است. در این دانه‌های کفیر معمولی، مخمرها، باکتری‌های اسید لاکتیک و هم‌چنین کلی فرم‌ها وجود دارند.

مخمر دانه کفیر، لاکتوز را تبدیل به الکل وگازکربنیک می‌کند و میکروارگانیزم‌های لاکتیکی نیز بخشی از آن را تبدیل به اسیدلاکتیک و ترکیبات آروما می‌کنند. پس، دانه کفیر می‌تواند موجب هر دو تخمیر لاکتیکی و الکلی شود. اخیراً این دانه‌ها به صورت خالص تولید می‌شوند که به روش freez dryer خشک می‌شوند. استارترهایی که در تولید کفیر دخالت دارند، مجموعه‌ای از اسید لاکتیک باکتری‌ها و مخمرها هستند که شامل موارد زیر هستند:

۱- لاکتوکوکوس لاکتیس
۲- لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس
۳- لاکتوباسیلوس برویس
۴- لاکتوباسیلوس کاکازیکوس (caucasicus)
۵- لویکونستوک کفیر
۶- کلی فرم‌ها که بعضاً دیده می‌شوند
۷- ساکارومایسس سرویزیه
۸- ساکارومایسس لاکتیس
۹- ساکارومایسس کفیر
۱۰- کاندیدا کفیر
۱۱- تورولوپسیس کفیر

میکروارگانیسم ها در این دانه‌ها یک حالت هم‌زیستی دارند. بدین ترتیب که مخمرها عناصر کمیاب باکتری‌ها را تهیه می‌کنند و باکتری‌های لاکتیکی، لاکتوز را تبدیل به گلوکز و گالاکتوز و تخمیر می‌کنند. و مخمرها ترکیبات اخیر را به مصرف تولید الکل می‌رسانند.

در روش سنتی دانه‌های کفیر را از شیر منعقد شده جدا می‌کنند و با محلول‌های خاص شستشو می‌دهند و برای مصارف بعد نگهداری می‌نمایند. یک کفیر خوب دارای ۶۰ الی ۹۰ درجه دورنیک اسیدیته، ۰/۶۰ الی ۰/۸٪ الکل و ۵۰٪ حجم خود ، Co_2 است. با کم و یا زیاد کردن زمان تخمیر، می‌توان تخمیر الکلی را شدت داد یا تضعیف کرد.

به‌دلیل تشکیل گاز، توسط مخمرها و باکتری‌ها معمولاً این نوشیدنی گازدار و کف‌دار است. کفیر دارای خواص درمانی نیز می‌باشد. و در شرایطی که مصرف سرانهٔ آن زیاد باشد، امراض عفونی وکبدی را کمتر می‌کند.

کومیس koumise

این فرآورده، شبیه کفیر است. در تولید کومیس نیز هر دو تخمیر الکلی و لاکتیکی وجود دارد که برحسب مقدار الکل تولیدی، ممکن است ملایم، متوسط یا قوی باشد. هم‌چنین، میکروب‌های لاکتیکی آن نیز ازاستریتوکوک‌ها ولاکتوباسیل‌ها و مخمرهای آن از جنس میکودرم‌ها و تورولاها می‌باشند. از کومیس، در زمینه معالجهٔ امراض ریوی استفاده می‌شود. کومیس اصلی از شیر مادیان و بعد ازآن از شیر الاغ و شتر تهیه می‌شود.

دوغ:

در روستا به‌صورت زیر تهیه می‌شود: ابتدا از شیر، ماست درست می‌شود، ماست را به نسبت مساوی با آب مخلوط می‌نمایند و در یک مشک یا خیک ریخته و مشک را تکان می‌دهند. وجود اسیدیته از یک طرف و شوک‌های ناشی از تکان دادن مشک از طرف دیگر موجب پاره‌شدن غشای گویچه می‌شود. بنابراین چربی‌ها بهم پیوسته و دانه‌های کره را به صورت یک فاز مجزا به‌وجود می‌آورند. مایع باقی‌مانده به نام دوغ مصرف می‌شود. پس می‌توان گفت دوغ روستایی، زیرفرآوردهٔ کره‌سازی است و دارای اسیدیتهٔ کافی، کلیه پروتئین‌ها و کمی چربی است.

طرز تهیه دوغ در صنعت: ابتدا ماست تهیه شده که ممکن است ماست پرچرب و یا بی‌چربی باشد؛ را در یک مخزن مجهز به بهم‌زن می‌ریزند و آن‌را به ترتیبی با آب مخلوط می‌کنند که ماده خشک ناشی از شیر، حداقل ۴٪ باشد. در همین مرحله به آن نمک اضافه می‌نمایند(حدود ۱٪). ممکن است به آن ادویه نیز اضافه نمایند. در موقع بسته‌بندی ممکن است به آن گاز نیز تزریق شود.

اگر منظور، پایدار کردن دوغ باشد، بهتر است به آن تثبیت کننده اضافه شود و هم‌چنین هموژنیزه گردد.

ماست yoghurt

در این فرآورده تخمیری، نیز شبیه بقیه فرآورده‌های ذکر شده فوق، از استارتر استفاده می‌شود. نقش اولیهٔ استارترهای ماست، ایجاد ترکیبات طعم دهنده در ماست است؛ این ترکیبات به چهارگروه اصلی زیر تقسیم می‌شوند:

۱- اسیدهای غیر فرار؛ مانند لاکتیک، پیرویک، اگزالیک و سوکسینیک

۲- اسیدهای فرار؛ مانند فرمیک، استیک، پروپیونیک و بوتیریک

۳- ترکیبات کربونیل؛ مانند استآلدئید، استن، استوئین یا دی‌استیل

۴- سایر ترکیبات، مانند برخی اسیدهای آمینه و یا ترکیبات حاصل از تجزیهٔ حرارتی پروتئین، چربی، لاکتوز

به‌طور کلی می‌توان گفت که مهم‌ترین عامل طعم و مزهٔ ماست «استآلدئید» می‌باشد.

اقسام ماست:

۱- ماست بهم زده نشده Gelled yoghurt یا set yoghurt که در این فرآورده، شیر بلافاصله بعد از مایه‌زنی، بسته‌بندی شده و گرمخانه‌گذاری می‌شود.

۲- ماست بهم زده شده stirred yoghurt که در این ماست، افزودن مایه به شیر در تانک مخصوصی انجام می‌شود و شیر حاوی مایه، گرم خانه‌گذاری می‌شود و بعد از سردکردن ماست، بسته‌بندی می‌گردد.

۳- ماست نوشابه Beverage drink

ماست به صورت نوشابه تهیه می‌شود که تولید آن بر اساس نوع بهم زده شده است که در اینجا ماست به صورت مایع تهیه شده و بسته‌بندی می‌گردد.

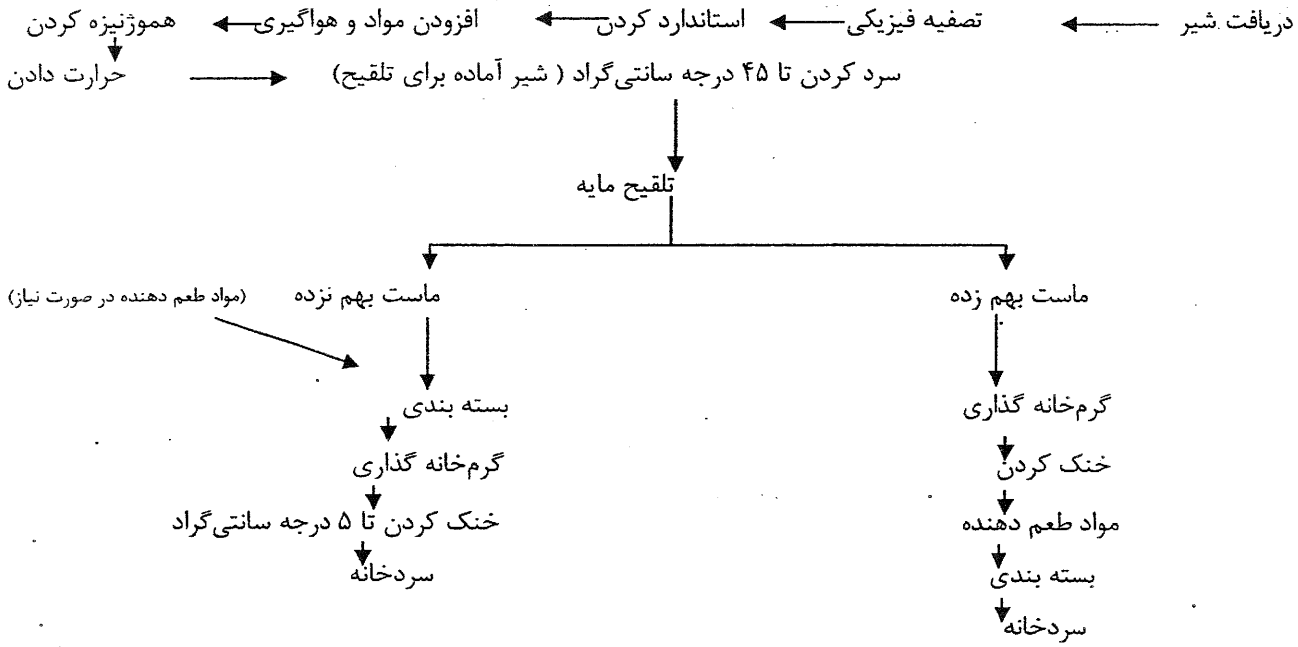
۴- ماست یخزده شده Frozen yoghurt

۵- ماست خشک شده dried freeze yoghurt

ماست بهم زده نشده

۱- انتخاب شیر: شیری که برای فرآورده‌های تخمیری انتخاب می‌شود؛ بایستی بار میکروبی آن پایین باشد؛ چون بار میکروبی بالا روی آرومای شیر اثر نامطلوب دارد و تولید اسیدهای چرب مانند کاپریلیک، کاپریک و لوریک می‌کند که بر روی استارترها اثر منفی

دارد. فعالیت زیاد این میکروارگانیزم‌ها، باعث کاهش pH می‌شود. شیری که از حیوان مبتلا به ورم پستان تهیه می‌شود، برای ماست مناسب نیست. هم‌چنین شیر، بایستی فاقد مواد ضدعفونی کننده و سایر مواد بازدارنده باشد.



۲- استاندارد کردن: شیر از دو جهت استاندارد می‌شود: الف ـ چربی ب) ماده خشک

الف: استاندارد کردن چربی: چربی و مواد جامد شیر در طی تولید ماست، استاندارد می‌شوند و ماست بر حسب میزان چربی به‌صورت زیر طبقه‌بندی می‌گردد:

۱- ماست چرب حداقل ۳٪

۲- ماست نیم چرب حداکثر ۳٪ و حداقل ۰/۵٪

۳- ماست بدون چربی حداکثر چربی ۰/۵٪ باشد.

ب) استانداردکردن ماده خشک: اگر شیر ماست به حد کافی ماده خشک نداشته باشد، انسجام ماست در حد کافی نخواهد بود. وقتی ماست، انسجام کافی را خواهد داشت که در خصوص ماست بی‌چربی، ماده خشک بی‌چربی در جدود ۱۱۰ گرم در لیتر بوده و در مورد شیر کامل $150-140 \frac{gr}{liter}$ باشد. بدین ترتیب لازم است، حداقل $20 \frac{gr}{liter}$ ماده خشک بی‌چربی اضافه شود. این کار به ۳ صورت انجام می‌شود:

۱- به‌وسیله تبخیر ٪۲۰-۱۰ آب شیر که باعث افزایش ٪۲/۳-۱ ماده خشک می‌شود.

۲- افزودن شیر غلیظ شده

۳- افزودن شیر خشک بی‌چربی به میزان ۰/۵ الی ۲/۵٪ و هم‌چنین پودر آب پنیر یا پودر کره.

در صورت استفاده از پودر آب پنیر، ماده خشک آن نباید بیشتر از ۳٪ باشد، زیرا باعث ایجاد پتپیدهای تلخ Bitter peptid می‌شود که پروتئین‌های آب پنیر در اثر تجزیه آنزیمی، این تلخی را ایجاد می‌کنند.

۳- مواد افزودنی: از پایدارکننده‌ها و شیرین‌کننده‌ها به عنوان مواد افزودنی در شیر استفاده می‌شود. ویتامین C، گاهی به عنوان یک افزودنی به ماست اضافه می‌شود. مواد پایدارکننده باعث افزایش ویسکوزیته، جذب آب و ممانعت از آب انداختگی ماست می‌شوند.

اگر از پایدار کننده، به‌طور صحیح استفاده نشود یا مقدار آن زیاد باشد، ماست دارای قوام بسیار سخت و لاستیکی خواهد شد. اصولاً ماست معمولی، احتیاج به پایدارکننده ندارد و اگر با توجه به نکات خاص تولید، خوب تهیه شود، قوام آن نیز مناسب خواهدبود. ازاین رو از مواد پایدارکننده مثل ژلاتین، پکتین و آگار اغلب در ماست میوه‌ای به میزان ۰/۵-۰/۱ درصد استفاده می‌شود.

در طی فصول خاصی از سال، قدرت لخته‌شدن شیر به علت کمبود یون‌های مثبت (عمدتاً یون‌های کلسیم) کاهش پیدا می‌کند که در این حالت از یک نمک پایدار کننده مثل کلرید کلسیم $Cacl_2$ به میزان ۰/۰۴ – ۰/۰۲ درصد استفاده می‌شود. مواد شیرین‌کننده به شکل ساکاروز یاگلوکز به ماست میوه اضافه می‌گردند.

۴- هواگیری: حتماً ضرورتی ندارد. اما در شیرهایی که به کمک شیر خشک و یا فرآورده‌های پودری، مادهٔخشک آنها بالا می‌رود، هواگیری ضروری است. چون در حین عمل، نیاز به هم‌زدن دارند مقداری هوا وارد شیر می‌شود.

۵- هموژنیزاسیون: پایداری و قوام خوب ماست، با عمل هموژنیزاسیون حاصل می‌شود و با افزایش فشار هموژنیزاسیون، لخته نیز محکم‌تر می‌شود. شیر مورد استفاده برای تهیه ماست در حرارت ۵۵ الی $70^{\circ}C$ و در فشار ۲۰۰ بار، هموژنیزه می‌شود. هموژنیزه کردن باعث افزایش ویسکوزیته و در نتیجه کاهش آب انداختگی ماست و هم‌چنین سفیدتر شدن آن می‌گردد.

۶- حرارت دادن: حرارت دادن شیر برای تهیهٔ ماست، از پاستوریزاسیون شدیدتر است و بین $90-85^{\circ c}$ به مدت ۱۵-۱۰ ثانیه می‌باشد و UHT $150^{\circ c}$ به مدت ۲ ثانیه است.

اثرات حرارت دادن :

۱- کلیه میکروارگانیزمهای پاتوژن و رقیب از بین می‌رود.

۲- اکسیژن را خارج می‌کند.

۳- موجب تخریب یک سری ترکیبات بازدارنده می‌شود. مانند آب اکسیژنه و آگلوتینین‌ها

۴- موجب ایجاد یک سری ترکیبات تقویت‌کننده خواهد شد. مثلاً باعث فعال‌شدن گروههای SH می‌شود که این گروه‌ها در اثر تماس با اکسیژن Eh محیط را کاهش می‌دهد.

۵- موجب یک‌سری تغییرات فیزیکوشیمیایی بر روی ترکیبات شیمیایی به‌خصوص بر روی پروتئین‌ها می‌شود و آلفالاکتالبومین و به‌ویژه بتالاکتوگلوبولین دناتوره می‌شود و با کازئین ایجاد کمپلکس می‌کند.

در نتیجه این واکنش:

۱- خاصیت هیدروفیل کازئین بالا می‌رود.

۲- در اثر قرارگرفتن در سرما، تفکیک و مجزا شدن پروتئین‌ها صورت نمی‌گیرد.

۳- از توده‌ای شدن میسل‌های کازئین جلوگیری می‌شود.

دناتوراسیون نسبی پروتئین‌های محلول، برای رسیدن به بافت مناسب، وقتی است که زمان و دما اجازه دهد که نزدیک به ۱۰۰٪ پروتئین‌های محلول دناتوره شوند، هر چند، اگر حرارت زیاد باشد، مشکلات خود را در پی خواهد داشت.

عکس‌های میکروسکوپ الکترونی نشان می‌دهدکه شیرهایی که به این صورت حرارت دیده‌اند؛ در زیر میکروسکوپ یک سری ضمایمی بر برروی کازئینات دیده می‌شود که همان بتالاکتوگلوبولین می‌باشد. بهترین درجه حرارت برای گرم کردن و ویسکوزیتهٔ بیشتر، $85^{\circ}C$ است.

بعد از اینکه عمل حرارت انجام گرفت، شیر را تا $45^{\circ c}$ خنک می‌کنند که این کار می‌تواند در خنک‌کننده‌های صفحه‌ای و یا یکی از sections های پاستوریزاتورهای صفحه‌ای انجام گیرد. سپس به سرعت یک مایه کشت به نسبت مساوی ۵۰:۵۰ یا نسبت ۱ به ۱ از استرپتوکوکوس ترموفیلوس و لاکتوباسیلوس بولگاریکوس به شیر اضافه می‌شود و مقدار آن حدود ۲ تا ۳٪ وزن شیر است. هم‌زدن بایستی سریع و کامل باشد و بعد از آن به سرعت، شیر در ظروف مورد نظر، مانند لیوان یا شیشه ریخته می‌شود و سپس بسته‌بندی و

دربندی می‌کنند و بعد از آن دسته‌بندی در گرم‌خانه می‌گذارند. دمای گرم‌خانه گذاری $45^{\circ c}$ و زمان انکوباسیون، ۲ الی ۳ ساعت است و وقتی اسیدیته به ۱۰۰-۸۰ درجه دورنیک رسید، می‌بایستی ماست را سرد نمود. نیازی به سردکردن بسیار سریع وجود ندارد. ضمناً سردکردن بسیار کند، موجب آب انداختن ماست می‌شود و همچنین اگر ظروف بسته‌بندی زیاد تکان داده شود آب انداختگی در ماست به‌وجود می‌آید.

تخمیر ماست در زمان گرمخانه گذاری

در ابتدای تخمیر، استرپتوکوکوس به سرعت رشد می‌کند؛ به صورتی که تعداد آن تا ۵ برابر لاکتوباسیلوس افزایش می‌یابد؛ و pH را به حدود ۵/۵ کاهش می‌دهد و مقدار اکسیژن موجود در محیط را مصرف می‌کند. براثر فعالیت استرپتوکوکوس، مقداری اسید، خصوصاً اسید فرمیک تولید می‌شود که کاهش O_2 وحضور اسید خصوصاً اسید، فرمیک، رشد لاکتوباسیلوس را تقویت می‌نماید. از طرف دیگر لاکتوباسیلوس به دلیل خاصیت پروتئولیتیک بیشتری که دارد، باعث تجزیهٔ پروتئین ها شده و با ایجاد اسید آمینه والین و هیستیدین رشد استرپتو کوکوس را تقویت می‌کند. در اثر تولید اسید، به تدریج رشد استرپتوکوکوس کم می‌شود؛ در حالی که رشد لاکتوباسیلوس ادامه می‌یابد. به طوری‌که در انتهای فاز تخمیر، تعدادشان مساوی خواهد شد. باکتری اصلی تولید آرومای ماست، «لاکتوباسیلوس بولگاریس» است. اپتیمم درجه حرارت برای استرپتوکوکوس $38^{\circ c}-37$ ولی برای لاکتوباسیلوس $43^{\circ c}$ است .

اگر مایه پنیر، پیر یا ترش باشد، لاکتوباسیلوس در آن غالب خواهدبود و اگر دمای انکوباسیون بالا باشد، لاکتوباسیلوس‌ها بهتر رشد می‌کنند.

اگر هدف، تولید ماست شیرین باشد؛ بایستی از مایهٔ جوان، دمای انکوباسیون پایین مانند $40^{\circ c}-38$ و مدت انکوباسیون کوتاه‌تر و در نهایت، اسیدیته بین $80^{\circ c}-70$ استفاده کرد.

لاکتوباسیلوس بولگاریکوس، تولید اسیدلاکتیک می‌کند که این اسید به ماست، مزه خاص و مشخصی مثل مزه اسیدی و ترش می‌دهد و همچنین باعث تشدید طعم‌های معطر و آجیلی در محصول می‌شود. اسیدلاکتیک به فرم‌های مختلف L(+) و D(-) تولیدمی‌شود.

در استارترهای ماست؛ استرپتوکوکوس ترموفیلوس عمدتاً اسید لاکتیک نوع L(+) و لاکتوباسیلوس بولگاریکوس، اسید لاکتیک نوع D(-) تولید می‌کند. در ضمن، استرپتوکوکوس ترموفیلوس سریع‌تر از لاکتوباسیلوس بولگاریکوس رشد می‌کند پس ابتدا اسید لاکتیک L(+) و سپس اسید لاکتیک D(-) تولید می‌شود.

در سال‌های اخیر، تولید ماست بیشتر به سمت Bioghurd یا Biogurd می‌رود، به طوری‌که در ژاپن حدود ۷۰ فرآورده در این زمینه وجود دارد.

سوش‌های عامل بیوگارد Bifidiubacterium longum و B.infantis و Bifidium . B و غیره می‌باشد که تولید اسیدلاکتیک نوع L می‌کند. این نوع اسید لاکتیک از نظر فیزیولوژیکی مهم است.

مهم‌ترین خصوصیاتی که این باکتری‌ها نسبت به لاکتوباسیلوس و استرپتوکوکوس دارند، این است که این سوش‌ها نسبت به نمک‌های صفراوی مقاوم هستند در حالی که لاکتوباسیلوس‌ها واسترپتوکوکوس‌ها مقاوم نیستند. علاوه بر این، این باکتری‌ها نسبت به اسیدهای چرب زنجیر کوتاه حساس نیستند؛ در حالیکه ترموفیلوس و بولگاریکوس حساس هستند. این باکتری‌ها مدت زیادی می‌توانند در سیستم‌های گوارشی انسان باقی بمانند. بنابراین به‌دلیل خاصیت تقویت ایمونولوژیکی بدن و خاصیت ضد سرطانی آن و کاهش کلسترول خون دارای ارزش پزشکی نیز هستند.

تلخی در ماست:

این یکی از عیوبی است که به‌خصوص در صنایع لبنی وجود دارد و عامل اصلی آن استفاده از سوش‌ها یا میکروب‌های موسوم به سوش‌های تلخ هستند. برخی از میکروارگانیزم‌ها دارای فعالیت پروتئولتیک خاصی هستند و باعث می‌شوند که کازئین‌ها تجزیه شوند و پتپیدهای تلخ ظاهر گردند. بنابراین در صورتی که مشکلات مربوط به نوع شیر در بین نباشد، بایستی میکروارگانیزم‌های مایه را عوض کرد. گاهی ممکن است یکی از دو میکروب به شدت رشد کرده باشند و موجب ظهور تلخی شود.

این دو میکروب دارای فعالیت پروتئولیتیک یکسانی نیستند. لاکتوباسیلوس‌ها از این نظر قوی‌تر هستند؛ بنابراین، استفاده از مایه‌ای که دارای مقدار بیشتر لاکتوباسیلوس باشد و شرایط اثر آن نیز فراهم باشد، می‌تواند منجر به ظهور تلخی شود. ضمناً اگر مدت گرم‌خانه‌گذاری بیش از حد طولانی باشد، این میکروبها می‌توانند پروتئاز بیشتری ترشح کنند که با توجه به فعالیت آنزیم حتی در سرما، خطر ظهور تلخی یا Bitterness زیاد خواهد بود.

روش‌های طولانی نگهداری ماست:

در این زمینه دو روش وجود دارد:

۱- کارکردن یا تولید ماست تحت شرایط اسپتیک و بسته‌بندی اسپتیک؛ این روش نیاز به تجهیزات زیاد و هزینه سنگین دارد.

۲- روش حرارت دادن: اثر نابودکنندگی $65^{\circ c}$ در زیر pH =4.5 معادل اثر نابودکنندگی $75^{\circ c}$ در بالای pH = 7.5 می‌باشد بنابراین تحت شرایط اسیدی اثر حرارت بیشتر می‌شود:

الف) در صورتی که عمل پاستوریزاسیون در ظروف انجام شود(یعنی ابتدا بسته‌بندی و سپس پاستوریزاسیون) از $72^{\circ c}$ الی $75^{\circ c}$ به مدت ۱۰-۵ دقیقه استفاده می‌شود. این ماست تولید شده ۳ الی ۴ هفته نگهداری می‌شود.

ب) در روش دیگر با استفاده از حرارت دهنده‌های صفحه‌ای، ابتدا پاستوریزه می‌کنند که فرآیند در دمای $65^{\circ c}$ الی $68^{\circ c}$ به مدت ۸ الی ۱۰ ثانیه انجام شده و بعد بسته‌بندی می‌شود.

ج) روش UHT: ماست را تحت شرایط UHT حرارت می‌دهند و بسته‌بندی می‌کنند. این ماست به مدت ۱۰ هفته قابل نگهداری است.

پنیرسازی

عوامل مختلفی بر روی فرآیند انعقاد آنزیمی مؤثرند:

۱- نوع آنزیم ۲- قدرت آنزیم ۳- غلظت سوبسترا ۴- pH
۵- درجه حرارت ۶- میزان کلسیم ۷ـ میزان فسفات کلسیم
۸- پراکندگی یا اندازهٔ میسل ۹- نوع کازئین ۱۰- حضور اسیدهای چرب

غیر از عوامل فوق، عوامل دیگری نیز بر انعقاد مؤثر هستند.

۱- نوع آنزیم:

آنزیم‌های زیادی برای انعقاد آنزیمی وجود دارد که دارای منشاء مختلفی هستند:

۱- منشأ حیوانی دارند.

۲- منشأ گیاهی دارند.

۳-منشأ میکروبی دارند.

۴- آنزیم‌هایی که از طریق بیوتکنولوژی و مهندسی ژنتیک به دست می‌آیند.

آنزیم‌های حیوانی:

عوامل منعقد کنندهٔ شیر که در سطح وسیعی به کار برده می‌شوند، از بدن حیوانات استخراج می‌گردد. مایه پنیر(رنت) عامل اصلی انعقاد می‌باشد که از معدهٔ چهارم نشخوارکنندگان به دست می‌آید. چنان‌چه مایه پنیر مایع در pH=6.4 به شیر اضافه شود، ۸۰٪ از فعالیت دلمه سازی مشاهده شده، در اکثر موارد ناشی از کیموزین و ۲۰٪ آن مربوط به به‌پپسین خواهد بود، در صورت بالاتر بودن pH از این حد مثلاً ۶/۶، نسبت فعالیت لخته‌سازی کیموزین افزایش می‌یابد. در حالی‌که فعالیت پپسین تحت تأثیر آن به شدت کاهش می‌یابد. نسبت کیموزین و پپسین گاوی در آماده‌سازی تجارتی برحسب کیفیت شیردان و روش استخراج و غیره تغییر می‌نماید. در بعضی از کشورها، مایه پنیری که نسبت کیموزین به پپسین گاوی آن بیش از ۱/۳۸ می‌باشد استفاده می‌شود. در معده نشخوارکنندگان علف‌خوار این نسبت معادل ۰/۱۵۴ یا کمتراست.

رنین در معده نشخوارکنندگان شیرخوار ابتدا به صورت پرو رنین وجود دارد و غیر فعال می‌باشد ولی در شرایط اسیدی معده به صورت رنین فعال، درمی‌آید.

رنین یک اندوپپتیداز اسیدی است. و دارای انوا ع مختلفی است که فراوان‌ترین آن نوع A می‌باشد و فعال‌ترین نوع B می‌باشد. اپتیمم درجه pH فعالیت آنزیم ۵/۵ می‌باشد و هر چه به طرف قلیایی پیش برویم، از فعالیت آن کاسته می‌شود. به طوریکه در pH = 7.5 فعالیتش متوقف می‌شود و در pH = 8 عملاً دناتوره می‌شود. آنزیم رنین به صورت خالص وجود ندارد. بلکه معمولاً همراه پپسین موجود است و هر اندازه که حیوان از رودهٔ شیرخواری به علف‌خواری نزدیک می‌شود، میزان پپسین زیاد می‌شود. در رنین معدهٔ نشخوارکنندگان شیرخوار حدود ۶ درصد از میزان آنزیم را، پپسین تشکیل می‌دهد.

اوره بر روی این آنزیم اثر غیرفعال کنندگی دارد. پپسین در pH زیر ۵، موجب کاهش کیموزین می‌شود و در pH بالای ۵، کیموزین موجب تخریب پپسین می‌شود.

آنزیم رنین که مستقیماً از شیردان به دست می‌آید، در مقایسه با آنزیمی که در معده نشخوارکنندگان شیرخوار به دست می‌آید، فعالیت بالاتری دارد. به طوری‌که اگر قدرت آنزیمی آنزیم معده نشخوارکنندگان، حدود ۲۰۰ واحد باشد؛ آنزیم شیردان، ۶۰۰ واحد است.

اپتیمم فعالیت حرارتی آنزیم رنین $42^{\circ c}$ است و آنزیم در دامنهٔ حرارتی $70^{\circ c}-62$ غیر فعال می‌شود. آنزیم‌های پروتئولتیک سیستم گوارشی، نظیر تریپسین و کیموتریپسین، در فرآیند پنیرسازی به چند دلیل کاربرد ندارند:

۱- به دلیل فعالیت شدید پروتئولیتیکی

۲- دامنه pH فعالیت آنها در pH قلیایی است .

از آنزیم‌های گوارشی که کاربرد دارند می‌توان پپسین گاو، خوک و طیور را نام برد.

آزمایشات نشان می دهد که پپسین خوک به تنهایی به دلیل کندی انعقاد، همراه با رنین مصرف می‌شود و در پنیر چدار، به خوبی از آن استفاده می‌شود.

از پپسین گاو در تهیه پنیرهای مختلف مانند چدار، کاممبرت و ... استفاده می‌کنند.

مزیت پپسین طیور نسبت به پپسین گاوی، اپتیمم درجه pH آن می‌باشد که ۶/۸ است .

جانشین گیاهی:

از گیاهانی که در ایران استفاده می‌شود یکی انجیر است که آنزیم فیسین ficin دارد، پاپایین که در خربزه درختی می‌باشد، بروملین (Bromelin)که در آناناس وجود دارد . در کشور پرتقال، از عصاره‌های گیاهی برای تهیهٔ پنیر استفاده می‌کنند. عصاره‌های گیاهی در مقادیر زیاد سبب پروتئولیز شدید و ایجاد طعم تلخ در پنیر می‌شوند ولی در مقادیر پایین آن پنیری با کیفیت بالا حاصل می‌شود.

کنگر وحشی، دارای آنزیم پروتئولیتیک قوی است.

یکی از بهترین نرم‌کننده‌ها، میوهٔ کیوی است. این میوه دارای آنزیم پروتئولیتیک قویی است که برای نرم کردن گوشت به کار می‌رود.

نقاط قوت این آنزیم‌ها:

اپتیمم درجه حرارت $70^{\circ c}-65$

نقاط ضعف:

نقطهٔ ضعف آن‌ها در رابطه با فعالیت پروتئولیتیک شدید آن‌ها است. به طوری‌که عمل پروتئولیز را در حین نگهداری نیز ادامه می‌دهند.

نکته مهمی که در فرآیند پنیرسازی و آنزیم‌های مورد استفاده وجود دارد این است که این آنزیم‌ها بایستی فعالیت پروتئولیتیک را در پیوند ۱۰۶-۱۰۵ قطع نمایند. آنزیم‌های گیاهی دارای فعالیت پروتئولیتیک شدید هستند که در حین نگهداری شیر منجر به تجزیهٔ پروتئین‌ها شده و تولید بوی گندیدگی می‌نماید. بنابراین آنزیم‌های گیاهی کاربرد چندانی در پنیرسازی ندارند.

آنزیم‌های میکروبی:

کپک‌ها از جمله میکروارگانیسم‌هایی هستند که مصرف پروتئاز آنها رایج است.

مورکو مهی M . miehei

موکور پوسیلوس M . pusillus

اندویتا پاراسیتیکا E . parasitica

مایه پنیر تهیه شده از این سه قارچ، اختلاف عمده‌ای با هم دارند. آنزیم **«اندویتا پاراسیتیکا»** در پنیرهایی که دارای مادهٔ خشک متوسطی می‌باشند؛ کاربرد بهتری نسبت به پنیرهای سخت دارد.

«موکور پوسیلوس» در کلیهٔ پنیرها مورد استفاده قرار می‌گیرد. اما ظاهراً دلمهٔ ایجاد شده شکننده‌تر می‌باشد؛ به‌خصوص اگر در موقع بریدن دلمه، ضربات مکانیکی زیادی به دلمه وارد شود. در نتیجه روی بهره‌وری اثر نامطلوب دارد.

«موکور مهمی» نسبت به آنزیم‌های دیگر ، بیشتر به آنزیم رنین نزدیک می‌باشد و از نظر بهره‌وری تقریباً به نام آنزیم رنین فروخته می‌شود. آزمایشات انجام شده، مشخص کرده است که شیر خام گاو، میش، بز، اثرات بازدارنده روی فعالیت آنزیم‌های قارچی دارند و این اثر بازدارندگی بر روی «موکور مهی» بیشتر از «موکور پوسیلوس» و «اندوتیا پاراسیتیکا» می‌باشد.

M.M⟩M.P⟩E.P

پاستوریزاسیون شیر این اثر بازدارندگی را از بین می‌برد.

نکته۱: یکی از معایب این مایه پنیرها این است که به‌صورت غیر اختصاصی (unspesific) عمل کرده و باعث ایجاد پپتیدهای کوچک و تلخ محلول در آب در پنیرها می‌کند.

نکته ۲: رنین در مقایسه با مایه پنیرها میکروبی از قدرت انعقاد بالاتر و قدرت پروتئولیتیکی کمتری برخوردار است در حالیکه در مایه پنیرهای میکروبی قدرت انعقاد کمتر و قدرت پروتئولیتیکی بیشتر است که این مسئله باعث کاهش راندمان پنیر در حدود ۲-۱٪ می‌شود.

آنزیم‌های باکتریایی:

باسیلوس سوبتیلس وباسیلوس سرئوس، خاصیت پروتئولتیک قوی دارند. ولی از آنجایی‌که هیدرولیز را ادامه می‌دهند، موجب تلخ شدن پنیر می‌شوند و در صنعت، استفاده چندانی ندارند.

آنزیم‌هایی مهندسی ژنتیک و بیوتکنولوژی

امروزه به کمک انتقال ژن،ژن تولید کنندهٔ آنزیم رنین را از معدهٔ گوساله به میکروب‌هایی نظیر اشرشیاکلی و کلایورمایسیس گونهٔ لاکتیس انتقال داده‌اند و آنزیم رنین تولید می‌کنند. ولی این آنزیم‌ها هیچ‌کدام نتوانسته‌اند به خوبی، جانشین رنین شوند.

قدرت آنزیم

آنزیم‌ها ممکن است به صورت پودر و یا به صورت مایع عرضه شوند. آنزیم‌های مایع را با قدرت $\frac{1}{15000}$ و یا $\frac{1}{20000}$ و آنزیم‌های پودری را با قدرت $\frac{1}{100000}$ به بازار عرضه می‌کنند. زمان نگهداری در حالت پودری طولانی‌تر است و اگر در شرایط خشک و خنک نگهداری شود، تا ۲ سال قابلیت نگهداری دارد. معمولاً در طول نگهداری از قدرت آنزیم کاسته می‌شود.

روش‌های مختلفی برای اندازه‌گیری قدرت آنزیم وجود دارد که متداول‌ترین آنها روش سوکسله می‌باشد.

تعریف قدرت آنزیمی: یعنی چه وزنی یا چه حجمی از آنزیم در $35^{\circ c}$ در مدت ۴۰ دقیقه در PH =7، چه حجمی از شیر را منعقد می‌کند.

۳- غلظت سوبسترا

منظور از غلظت سوبسترا، بیشتر غلظت کازئین و در درجهٔ دوم، املاح به‌خصوص کلسیم است.

معتقدند که در استاندارد کردن پروتئین شیر، در دامنهٔ غلظت ۳/۵ الی ۲۰ درصد، زمان انعقاد به صورت لگاریتمی تغییر می‌کند. بنابراین، می‌توانیم از طریق غلظت سوبسترا و میزان آنزیم بر روی زمان انعقاد اثر بگذاریم.

۴- درجه حرارت

اپتیمم درجه حرارت آنزیم‌زنی $^{oc}34-28$ می‌باشد. اگر چه اپتیمم فعالیت درجه حرارت آنزیم، $^{oc}42$ است. درجهٔ حرارت بر روی ظرفیت نگهداری آب، اسیدیته و هم‌چنین سینرزیست آب پنیر از دلمه تأثیر می‌گذارد.

اگر آنزیم‌زنی در درجه حرارت بالاتری صورت گیرد، زمان لخته شدن طولانی‌تر می‌شود و لختهٔ مرغوبی ایجاد نمی‌شود.

۵- درجهٔ pH :

اپتیمم درجه pH فعالیت آنزیم ۵/۵ است اما معمولاً در دامنه ۶/۳ – ۶/۲ شرایط برای آنزیم زنی از همهٔ ابعاد بهتر می‌باشد. با کاهش درجهٔ pH شیر:

الف) به درجهٔ اپتیمم pH آنزیم می‌رسیم.

ب) از بار الکتریکی میسل کاسته می‌شود .

۶- تغییرات جزیی در میزان کلسیم

بر روی زمان انعقاد مؤثر است.

۷- کلسیم فسفات کلوییدی

هر چه میزان فسفات کلسیم کلوییدی بیشتر باشد زمان انعقاد، کمتر می‌شود. البته این مورد، در صورتی رخ می دهد که بالا رفتن کلسیم فسفات کلوییدی به ضرر میزان کلسیم یونیزه نباشد.

۸- اندازهٔ میسل کازئین:

اندازهٔ مسیل کازئین برروی زمان انعقاد اثر دارد. به طوری‌که هر چقدر اندازهٔ آن بیشتر باشد، زمان انعقاد کمتر می‌شود، زیرا میسل‌های درشت‌تر، کلسیم فسفات کلوییدی بیشتری دارند.

انواع کازئین: انواع کازئین هم‌چنین بر روی سرعت انعقاد مؤثر است؛ مثلاً α_{S1} کندتر از α_{S2} منعقد می‌شود.

پروتئین‌های محلول درآب:

افزایش پروتئین‌های محلول در شیر، معمولاً به ضرر میزان کلسیم آن می‌باشد. بنابراین افزایش آن‌ها، زمان انعقاد را طولانی‌تر می‌کند. از طرف دیگر افزایش پروتئین‌های محلول، موجب افزایش درجه pH می‌شود.

اسیدهای چرب:

در شیرهایی که عمل لیپولیز صورت گرفته است، بررسی‌های انجام شده نشان می‌دهد که اسیدهای چرب می‌توانند موجب یونش میسل‌ها شوند.و زمان انعقاد را به عقب اندازند. علاوه بر این، بیماری‌های دامی، تغذیه یا برخی عوامل دیگر می‌توانند روی زمان انعقاد اثر گذارند.

تولید پنیر

در فرآیند تولید و ساخت پنیر، یک‌سری مراحل اصلی وجود دارد که در تهیهٔ تمام پنیرها انجام می‌گیرد. گروهی از پنیرها نیز دارای مراحل اختصاصی مربوط به خود می‌باشند.

اولین مرحله در تهیه پنیر، انتخاب شیر می‌باشد.

انتخاب شیر:

شیر مورد نیاز برای پنیرسازی بایستی شیر دریافتی همان روز باشد و دارای خصوصیات زیر باشد:

۱- شیر عاری از آنتی‌بیوتیک باشد، زیرا وجود آن باعث جلوگیری و یا از بین بردن باکتری‌های مایه لاکتیکی می‌گردد.

۲- شیر مورد استفاده نباید آغوز باشد.

۳- حاوی لاکتوز کافی در شیر باشد، چون لاکتوز در تولید پنیر نقش مهمی دارد هرچند در مرحله آب‌گیری از لخته از پنیرخارج می‌شود ولی در تخمیر بسیار موثر است.

یکی از ویژگی‌های مهم شیر مورد استفاده برای تولید پنیر، قدرت انعقاد آن به‌وسیله رنت و هم‌چنین توانایی لخته برای خروج آب پنیر از آن است. این ویژگی در شیر نژادهای گوناگون گاو و در بین افراد یک نژاد متغیر است، این تفاوت را می‌توان با مخلوط کردن شیر دام‌دارهای مختلف از بین برد ولی تغییرات فصلی نیز وجود دارد که باید مد نظر گرفته شود. از فاکتورهای مؤثر بر قدرت انعقاد شیر می‌توان موارد زیر را نام برد:

۱- نژاد حیوان شیرده ۲- آب و هوا ۳- خصوصیات زمین و خاک منطقه ۴- بیماری‌های دامی
۶- تغذیه و شرایط نگهداری ۷- ترکیبات شیمیایی ۸- خصوصیات فیزیکو شیمیایی شیر (تعادل املاح)
۹- میزان پروتئین‌های محلول ۱۰- بار میکروبی

عملیات مقدماتی :

عملیات مقدماتی عبارتند از : صاف کردن، احتمالاً ترمیزاسیون، استاندارد کردن از نظر چربی هموژنیزاسیون، پاستوریزاسیون یا سالم‌سازی شیر با روش باکتوفوگاسیون و سپس تنظیم نهایی ترکیب شیر با افزودن کلراید کلسیم، مواد رنگ دهنده و یا بی‌رنگ کننده.

مراحل تولید پنیر به شرح زیر می‌باشد:

۱- صاف کردن شیر:

جهت جدا کردن ناخالصی‌ها در شیر به‌کار می‌رود.

۲- ترمیزاسیون:

این فرآیند، همیشه در کارخانجات پنیرسازی صورت نمی‌گیرد. در صورتی که بخواهیم شیر را سیلو کنیم و برای مدتی از آن استفاده نکنیم، این فرآیند را انجام می‌دهیم. بعد از این مرحله، شیر خنک شده و وارد تانک ذخیره می‌گردد.

۳- خنک کردن و نگهداری:

شیری که برای پنیرسازی مورد استفاده قرار می‌گیرد، توصیه می‌شود که درجه حرارت آن کمتر از ۶°C و بیشتر از ۸°C نباشد.

- بررسی‌ها نشان می‌دهد که شیرهایی که در زیر ۶°C نگهداری شده‌اند، مقداری از بتاکازئین، Ca ، Mg و فسفرشان از میسل جدا و وارد سرم می‌شود. این تفکیک‌پذیری ممکن است به‌دلیل تغییر نمک‌ها و افزایش pH باشد که روی خاصیت هیدروفوبیک میسل اثر دارد.
- پروتئاز قلیایی به‌نام پلاسمین از میسل جدا و وارد سرم می‌شود و موجب هیدرولیز β کازئین به γ کازئین و پروتئوزپپتون نمی‌شود. این فراکسیون‌هایی که در شیر ایجاد می‌شود؛ بعداً می‌تواند توسط پروتئازهای دیگر تجزیه و ایجاد پپتیدهای تلخ در پنیر بنماید.

اگر شیر در بالای ۸°C نگهداری شود؛ بار میکروبی و فعالیت میکروبی بالا می‌رود.

۴- پاستوریزاسیون یا سالم‌سازی با روش باکتوفوگاسیون

سالم‌سازی شیر به صورت مداوم دردمای پاستوریزاسیون HTST صورت می‌گیرد. ولی در بسیاری از مناطق که پنیر را به صورت سنتی تهیه می‌کنند، پاستوریزاسیون شیر صورت نمی‌گیرد. در مورد بعضی از پنیرها هم «مثل امانتال و «پارمزان» شیر نباید بیش از ۴۰°C حرارت داده شود. از شیری که پاستوریزه نشده، می‌توان پنیری با طعم بهتر و مزهٔ مطبوع‌تر تولید کرد. اما این کار در صورت پایین بودن کیفیت شیر ممکن است مشکلاتی ایجاد کند(گونه‌های پاتوژن).

در بعضی مواقع ارگانسیم‌های هاگ‌زا ممکن است در حین پاستوریزاسیون از بین نروند. در نتیجه، هنگام رسیدن پنیر، مشکل ایجاد کنند و بادکردگی دیررس به‌وجود آورند. «کلستریدیوم تایروبوتیریکوم» یکی از این باکتری‌ها است که تولید اسید بوتیریک می‌کند، تخمیر این اسید با تولید گاز هیدروژن همراه است؛ در نتیجه در پنیر ایجاد مشکل می‌کند. در این صورت اگر از حرارت‌های بالاتر استفاده شود به شیر آسیب می‌رسد؛ بنابراین برای کاهش شدت حرارتی از دستگاه بکتوفوگاسیون استفاده می‌نمایند که باعث کاهش حدود ۹۰ درصد باکتری‌ها و حدود ۹۹٪ اسپورها به‌دلیل وزن مخصوص بالاتر می‌گردد. و بعد از این عمل، پاستوریزاسیون را انجام می‌دهیم.

عمل حرارت دادن ضمن سالم سازی شیر اثرات نامطلوبی هم دارد نظیر:

۱- آنزیم‌های طبیعی شیر را از بین می‌برد. این آنزیم‌ها در دورهٔ رسیدن می‌توانند مفید باشند.

۲- تعادل املاح بهم می‌خورد: کلسیم یونیزه به‌صورت کلوییدی در می‌آید.

۳- پروتئین‌های محلول را دناتوره می‌نماید و باعث افزایش غلظت ویسکوزیته دلمه می‌گردد؛ در نتیجه خروج آب پنیر را تا حدودی دشوار می‌کند. بررسی‌های انجام شده نشان می‌دهد که حرارت پاستوریزاسیون بالا اثر منفی روی انعقاد دارد و باعث شل شدن دلمه تولید شده می‌گردد و راندمان را کم می کند. مناسب‌ترین دما برای پاستوریزاسیون در روش Batch دمای ۶۵°C به مدت ۵ دقیقه می‌باشد و در روش مداوم ۷۲°C به مدت ۱۵ثانیه می‌باشد.

۵- استاندارد کردن شیر:

چربی در بافت پنیر نقش مهمی دارد و اگر میزان آن خیلی کم باشد بافت آن دچار اشکال می‌شود و ایجاد بافت‌شکننده می‌کند. با توجه به اینکه امروزه چربی بالا برای سلامتی انسان مضر است سعی بر این است که تولید مواد کم‌چرب نظیر پنیر کم‌چرب افزایش پیدا کند. لذا برای جلوگیری از مشکل شکنندگی در پنیر از جانشین‌های چربی (fat replacer) استفاده می‌شود یکی از این مواد صمغ‌ها، نظیر کتیرا،... هستند این ترکیبات با جذب آب نسبت رطوبت به پروتئین را در پنیرها افزایش داده و در نتیجه باعث کاهش شکنندگی می‌شوند.

تنظیم درصد چربی شیر در پنیرسازی به آسانی صورت نمی‌گیرد زیرا:

۱- چربی در رابطه با ماده خشک است.

۲- مقداری از چربی وارد آب پنیر می‌شود.

۳- درصد چربی در پنیرهای مختلف متفاوت است.

استاندراد کردن پروتئین شیر ممکن است با افزودن پودر شیرخشک و یا با افزودن شیر تغلیظ شده صورت گیرد، اما بهترین روش، استفاده از سیستم UF می‌باشد.

۶- هموژنیزاسیون:

معمولاً در روش‌های سنتی، شیر مورد مصرف در شیرسازی هموژن نمی‌شود. زیرا هموژنیزاسیون بر روی شبکه پروتئینی اثر می‌کند و قابلیت انعقاد را تضعیف می‌کند. البته در پنیر فتایی که با روش uf تغلیظ می‌شود، هموژنیزاسیون انجام می‌شود.

۷- اضافه کردن مایه لاکتیک (preripening)

اصطلاح «پیش رسیدن» در تولید پنیر شامل دو عمل زیر است:

- تلقیح مایه لاکتیک به شیر خام یا پاستوریزه و نگهداری شیر برای چند ساعت در حرارت کم. این عمل باعث بهبود و افزایش ویژگی شیر برای تولید شیر می‌گردد.
- افزودن مایه لاکتیک (استارتر) به شیر، درست قبل از شروع فرآیند پنیرسازی است که موجب می‌شود در مرحله رسیدن پنیر، باکتری‌ها فعالیت تخمیری خود را انجام دهند. مقدار مایه کشت بستگی به نوع پنیر دارد. در پنیرهای سفت مقدار مایه کشت کمتر و حدود ۰/۴ -۰/۱ درصد است که در پنیرهای نرم تا ۱٪ اضافه می‌شود.

فاصله زمانی بین افزودن استارتر و اضافه کردن رنت را به نام مرحله «پیش رسیدن» می‌نامند. این دوره با توجه به نوع پنیر و وضعیت میکروبی شیر از صفر تا ۶۰ دقیقه فرق می‌کند.

استارترهایی که در پنیرسازی استفاده می‌شود و برحسب نوع پنیر متفاوت است.

در پنیرهای سخت از ترموفیل‌ها استفاده می‌شود مانند:

Streptococucus thermophilus - Lactobacillus helveticus - Lactobacillus bulgaricus - Lactobacillus lactis

هم‌چنین در پنیرهای سخت، می‌توان برای رسیدن، از باکتری‌های lactobacillus casei به‌دلیل خاصیت پروتئولیتیک قوی و propionibacterium shermanii به‌دلیل تولید اسید پروپیونیک و هم‌چنین eye hole (چشمک) در برخی پنیرها نظیر امانتال استفاده کرد. مزوفیل‌ها معمولاً به شیرهای اضافه می‌شوند که در آنها مسئله اسکالدینگ وجود ندارد در ایران در تهیه پنیرهای سفید از مخلوط مزوفیل و ترموفیل استفاده می‌شود.

در پنیرها می‌توان، ماست را به‌دلیل تقلیل نسبی pH و جبران فلور میکروبی از دست داده استفاده کرد.

اهمیت استارتر در فرآیند پنیرسازی

۱- تولید مستمر اسید، از زمان اضافه کردن آن به شیر تا انتهای فاز نمک‌زنی می‌باشد.

۲- تنظیم درجه PH اپتیمم فعالیت آنزیم‌های انعقاد.

۳- تولید اسید برروی سینرزیسی (synersis) یا خروج آب پنیر از دلمه اثر دارد.

۴- سوش‌ها هم‌چنین در تولید آروما پنیر مؤثر هستند.

۵- سوشها از رشد باکتریهای مزاحم جلوگیری می‌نمایند.

۶- کمک به از هم پاشیدگی کلسیم – فسفات کلوئیدی و ایجاد تغییر در بافت و خمیرهٔ پنیر می‌باشد در واقع اسید تولیدی توسط استارترها موجب تغییراتی در ساختمان کلسیم فسفات کلوئیدی می‌شود.

لازم به توضیح است که استارتر را در درجه حرارت ۳۵°C-۳۲ وارد تانک پنیرسازی می‌کنند که بایستی در هر ساعت اسیدیته به میزان ۲ درجه دورنیک بالا رود که در این صورت نشان می‌دهد استارتر، زنده و فعال است.

نکته: امروزه برای صرفه‌جویی در هزینه کارگر و صرفه‌جویی در وقت و فضای لازم از استارتری DVS (Direct vat set culture) استفاده می‌شود. میکروارگانیزم‌های زنده به صورت لیوفیلیزه، تهیه شده و نیاز به آماده سازی ندارند و مستقیماً به شیری که داخل مخزن تهیه پنیر است اضافه می‌شود.

۷- مواد افزودنی مورد استفاده در تولید پنیر

الف- کلرید سدیم

اگر کیفیت شیر اولیه نامناسب باشد، لخته حاصله شل خواهد بود و این امر در طول تولید پنیر موجب از دست دادن کازئین و چربی و خروج ناقص سرم از لخته خواهد گردید.

برای بالا بردن کیفیت شیر از کلرید کلسیم ۲۰-۱۰ گرم برای هر ۱۰۰ کیلوگرم شیر استفاده می‌شود. مقدار زیاد کلسیم، باعث سخت شدن لخته و هم‌چنین تلخ شدن آن می‌گردد.

زمانی که از شیر کم چرب برای تهیه پنیر استفاده می‌شود، توصیه می‌شود به ازای هر کیلوگرم شیر قبل از اضافه کردن کلرید سدیم، مقدار ۲۰-۱۰ گرم دی‌سدیم فسفات به آن افزوده شود و نیز توصیه می‌شود به ازاء هر ۱۰۰ kg شیر، ۲۰ gr فسفات کلسیم اضافه شود.

ب:مواد نگاهدارنده

برای جلوگیری از رشد باکتری‌های کلستریدیوم و باکتری‌های مولد اسیدبوتیریک و جلوگیری از بادکردگی دیررس می‌توان از مواد نگاه‌دارنده مثل نیترات سدیم و پتاسیم استفاده کرد که مقدار آن برحسب پنیرهای مختلف فرق می‌کند. اگر بیش از حد متعارف استفاده گردد ممکن است باعث جلوگیری از رشد باکتری‌های مولد اسید لاکتیک گردد، در بعضی موارد، حتی وقتی در شرایط متعارف استفاده می‌شود؛ می‌تواند باعث تغییر رنگ پنیر گردد مثلاً ایجاد رگه‌های مایل به قرمز و طعم نامطبوع نماید. حداکثر حد مجاز نمک‌های نیترات، ۵ گرم برای هر ۱۰۰ کیلوگرم می‌باشد.

استفاده از باکتوفوگاسیون در مراحل تولید می‌تواند مقدار مصرف نگاه‌دارنده را کاهش و یا حذف نماید.

امروزه یک ماده تجارتی به‌نام chlorophate به بازار عرضه شده که مخلوطی از $CaCl_2$ و نمک نیترات می‌باشد.

ج: مواد رنگ دهنده:

رنگ پنیر ارتباط زیادی به چربی شیر دارد و هم‌چنین متأثر از شرایط فصلی نیز هست از رنگ‌های مجاز آن می‌توان بیکسین و کاروتئویید را نام برد.

از مواد رنگ‌بر یا بی‌رنگ کننده نیز در تولید بعضی از پنیرها استفاده می‌شود، برای مثال در فرآیند پنیرهای رگه‌دار آبی به شیر، مواد بی‌رنگ کننده اضافه می‌شود تا رنگ آبی کپک، تضاد زیادتری با رنگ سفید زمینه پنیر نداشته باشد.

د- آنزیم‌های مورد استفاده در رسیدن پنیر:

به‌منظور کوتاه کردن زمان رسیدن در بعضی از پنیرها آنزیم‌های خاصی استفاده می‌شود که بعد از پاستوریزاسیون شیر و قبل از شروع تولید لخته به آن اضافه می‌گردد. این روش، زیاد متداول نیست.

۸- تولید لخته

این مرحله از فرآیند خود شامل مراحل زیر است:

- افزودن رنت - بریدن لخته - به‌هم‌زدن اولیه - حرارت دادن لخته - خارج کردن نهایی آب پنیر

یکی از نکات مهم در تولید پنیر، انجام دقیق مراحل مختلف ایجاد لخته است، معمولاً این مرحله در یک تانک مخصوص پنیرسازی انجام می‌گیرد. در کارخانه‌ای مدرن پنیرسازی از ابزار مخصوص دو کاره برای بریدن و به‌هم زدن لخته استفاده می‌شود.

افزودن رنت

انعقاد شیر یکی از مراحل اساسی در تولید پنیر است. که اغلب با اضافه کردن رنت به شیر انجام می‌گیرد.
بعد از افزودن استارتر و رسیدن به درجه pH ضروری مرحله آنزیم‌زنی یا عمل لخته شدن شروع می‌گردد.
آنزیم‌ها یا به‌صورت مایع یا به‌صورت پودر است که پودر را در آب ولرم ۳۵-۴۰ °c حل کرده و بعد برحسب شرایط هر چقدر امکان داشته باشد آنزیم را رقیق کرده و مصرف می‌کنند، در واقع عصاره مایه پنیر (رنت) را به منظور پخش یکنواخت در شیر، ابتدا با ۴۰ برابر حجم خود با آب سرد رقیق و سپس اضافه می‌کنند.
لازم به توضیح است بعد از این‌که اسیدیته توسط استارتر بالا رفت، $CaCl_2$ اضافه کرده و بعد از آن رنت اضافه می‌نماییم.
بعد از عمل اختلاط، بایستی تا موقع انعقاد و تبدیل به دلمه ظرف آرام بماند؛ حتی مختصر ارتعاش‌هایی که از ماشین آلات سنگین به‌وجود می‌آید، از توسعهٔ دلمهٔ یکنواخت جلوگیری کرده و باعث شکستن دلمه می‌گردد.
بعد از نیم ساعت لخته را امتحان می‌کنیم که آیا برای بریدن مناسب هست یا نه، در صورت مناسب بودن، عمل بریدن را انجام می‌دهیم.

بریدن لخته:

زمان بریدن به صورت زیر مشخص می‌شود:
۱- با وارد کردن دماسنج مخصوص لبنیات‌سازی به داخل دلمه می‌توان تشخیص داد. اگر شکستگی لخته بدون له شدگی باشد و فقط لخته شکسته شود انعقاد کامل در غیر اینصورت انعقاد کامل نیست.
۲- زمان جداشدن دلمه از بدنه ظرف، یکی دیگر از راه‌های تشخیص زمان بریدن است. زمانی‌که دلمه به راحتی از بدنه ظرف جدا شد، نیروی کشش انقباضی دلمه بیشتر از چسبندگی ظرف می‌باشد که در این صوررت می‌توان دلمه را برید.
۳- اگر دلمه را روی یک جسم سفت بریزیم، مانند گلوله شیشه‌ای، دلمه خرد می‌شود و سرایزر نخواهد شد.
۴- اندازه‌گیری درجه اسیدیتهٔ دلمه
۵- به‌وسیله پنترومتر pentrometer و یا texturo meter می‌توان زمان بریدن را مشخص کرد. بریدن ممکن است با ابزار دستی و یا این‌که در cheese vat به‌صورت اتوماتیک صورت گیرد.

هدف از بریدن:

هدف از بریدن، بزرگتر کردن سطح خارجی دلمه و خروج بهتر آب از دلمه می‌باشد.
برحسب نوع پنیر، نحوه برش تا اندازه‌ای با یکدیگر متفاوت است ولی در هر صورت، عمل بریدن باید با ظرافت و آرامش خاصی صورت گیرد. دلمه بایستی در قطعات ۲-۳cm به‌صورت یکنواخت بریده و از dust forming (ذرات ریز کازئین در آب پنیر را گویند.) جلوگیری شود. برای پنیرهای ایرانی برش درشت‌تر است هرچه برش کوچک‌تر باشد آب بیشتری خارج می‌شود.

به‌هم‌زدن اولیه دانه‌های پنیر

دانه‌های لخته بلافاصله بعد از برش نسبت به اعمال مکانیکی، حساس می‌باشند بنابراین به‌هم زدن، ابتدا باید به آرامی شروع و به اندازه‌ای سرعت یابد که دانه‌ها به طور معلق در سرم قرار گیرند. اگر لخته در قسمت ته تانک پنیرسازی قرار گیرد یا در زمان خروج سرم بی‌حرکت بماند، به صورت کلوخه به‌هم چسبیده و باعث خروج کازئین همراه با سرم و تأثیر نامطلوب در بافت پنیر خواهد شد.

اعمال مکانیکی که برروی لخته انجام می‌گیرد، به همراه تولید مداوم اسیدلاکتیک به‌وسیله باکتری‌ها، موجب جدا شدن سرم شیر از دانه‌های لخته می‌گردد.

در خروج آب پنیر، شرایط بایستی به‌صورتی باشد که آب به‌صورت یکنواخت از قطعات خارج شود، نه اینکه آب لبه‌های قطعات خارج شود و باعث ایجاد مقاومت در مقابل خروج آب پنیر قسمت میانی شود.

- در صورتی‌که لبه‌های قطعات پنیر آب خود را سریع‌تر از دست دهند، یک غشای ضخیم در سطح لخته ها ایجاد می‌شود.

عواملی که برروی خروج آب پنیر از قطعات مؤثرند:

الف:درجه حرارت آنزیم‌زنی: اگر در درجه بالا صورت گیرد، پوسته ایجاد شده ضخیم‌تر است و تأثیر می‌گذارد.

مقدار آنزیم زیاد: اگر زیاد باشد پوسته ضخیم‌تر ایجاد می‌شود.

ج:اندازه بزرگ قطعات

د:زمان بریدن دوم و سوم:

در پنیرهای سخت که برای خروج بهتر آب پنیر ۳-۲ بار بریده می‌شوند، اگر فاصله زمانی بین برش‌ها زیاد باشد. ایجاد پوسته ضخیم در سطح قطعات خواهد کرد.

هـ :به‌هم‌زدن شدید: اگر به‌هم‌زدن، شدید باشد، موجب ایجاد پوسته‌های قوی و ضخیم در سطح قطعات خواهد کرد. محبوس شدن آب پنیر در داخل قطعات، موجب گچی شدن بافت شیر می‌شود و پنیر در حین نگهداری اصطلاحاً آب پس می‌دهد.

پختن دلمه:

حرارت دادن، بیشتر در پنیرهای سخت و نیمه سخت برای خروج بهتر آب پنیر بکار می‌رود. این کار را در داخل وتهای پنیر انجام می‌دهند. وتهای پنیر دو جداره است و در اطراف آن آب گرم جریان دارد که به همراه به‌هم‌زدن ملایم به خروج بهتر آب پنیر کمک می‌کند.

درجه حرارت مورد استفاده ۵۰-۴۲ درجه سانتی‌گراد است- نظر به اینکه در پنیرهای سخت از استارترهای ترموفیل استفاده می‌شود، بنابراین در این دامنه حرارتی، شرایط برای این باکتری‌ها مناسب شده و برای باکتری‌های عامل فساد مثل کلی فرم‌ها نامساعد می‌شود. علاوه بر این، فعالیت این، باکتری‌ها موجب افزایش اسیدیته خواهد شد. که اسیدیته، خود می‌تواند اثر بازدارندگی برروی باکتری‌های عامل فساد داشته باشد.

درجه حرارت محل یا محیط پنیرسازی، نبایستی کمتر از درجه حرارت دلمه باشد در غیراین‌صورت دلمه سرد شده و ایجاد پوسته روی آن، شدید می‌شود.

روش حرارت دادن برای هر پنیری فرق می‌کند. برای پنیر چدار، درجه حرارت پختن کمتر از پنیر سوئیسی می‌باشد. درجه حرارت برای پنیر سوئیسی حدود ۴۲-۵۸ °C می‌باشد. حرارت بیش از ۴۴ درجه به‌نام پز کردن scalding موسوم است. برای پنیرهای ایرانی عمل پختن انجام نمی‌گیرد، بلکه فرصت می‌دهیم که لخته حدود ۱۵-۱۰ دقیقه در آب پنیر بماند، بعد آب پنیر را خارج می‌نماییم. زیرا نگهداری در سرم باعث خروج بیشتر آب پنیر و هم‌چنین تولید اسیدلاکتیک شده که در نهایت باعث سفت‌تر شدن لخته می‌گردد.

خارج کردن آب پنیر یا بیرون آوردن دلمه

پس از جدا کردن آب پنیر آنچه که همراه گازئین باقی می‌ماند همان لخته پنیر تازه یا green cheese می‌باشد.

خروج آب پنیر به چند صورت انجام می‌شود:

۱- قرار دادن یک صافی در جلوی خروجی وت پنیرسازی
۲- قرار دادن صافی به‌طور افقی در طول کف منبع پنیرسازی
۳- بیرون آوردن دلمه با بیلچه و ریختن آن در قالب‌های سوراخ‌دار (برای تهیه پنیر کاممبرت)
۴- وارد کردن یک قطعه پارچه در دیگ و کیسه کردن تمام دلمه (تهیه پنیر سوئیسی یا امنتال)

در برخی از پنیرها برای خروجی بهترآب ا زدلمه، دلمه را با آب شستشو می‌دهند. البته آبی که درجه حرارت آن معادل درجه حرارت دلمه است. میزان آب مصرفی برای پختن ۲۵-۲۰٪ حجم شیر مصرفی است.

۹- قالب‌گیری (جمع‌آوری و تغییر شکل)

جمع‌آوری یا تغییر شکل دلمه، مرحله‌ای است که معمولاً بعد از کشیدن یا خارج کردن دلمه صورت می‌گیرد، طی این مرحله تغییرات شیمیایی به‌وسیله اسید لاکتیک موجود انجام می‌شود.

این اعمال شامل چداری شدن پنیر چدار، بسته‌بندی یا فشردن مقدماتی دلمه‌های پنیرهای امنتال، بریک و پنیر آبی، و کشیدن و عمل‌آوری پنیرهای پروولون (provolone) و موزارلا (Mozzarella) است که با اسیدی شدن می‌رسند.

نکته : منظور از اصطلاح چدار کردن، انباشتن یا تل کردن قطعات بریدهٔ دلمه گرم روی هم‌دیگر در منبع پنیرسازی و تکرار این کار به مدت تقریباً ۲ ساعت است. در این مدت، مقدار اسید لاکتیک به سرعت اضافه می‌شود، به حدی که با کتری‌های کلی فرم از بین بروند.

علاوه بر آن با انباشتن مکرر قطعات دلمه، خمیرهٔ پنیر سست می‌شود و هرگونه سوراخ یا منفذی که در قطعات دلمه وجود دارد، از بین می‌رود. در ضمن به هنگام چداری شدن تنظیم رطوبت بافت نیز وجود دارد.

نکته : Thermal time؛ فاصله زمانی بعد از قالب‌گیری تا نمک‌زدن را thermal time گویند. در این زمان دلمه به اسیدیته مطلوب می‌رسد.

لازم به توضیح است که قالب در پنیرهای نرم کوچک‌تر است؛ چون دلمه نرم‌تر است و آب بیشتری دارد و باید زاحت‌تر آب را از دست بدهد. در حالی‌که در پنیرهای سخت و نیمه سخت قالب‌ها بزرگتر است.

در قالب‌گیری به‌خصوصی در پنیرهای نرم، باید در یکنواخت پر شدن قالب‌ها دقت شود تا فضای خالی در قالب ایجاد نشود. که این فضای خالی یا از آب پنیر یا از گازها پر می‌شود که در هر صورت در طی رسیدن اثرات نامطلوب دارد.

۱۰- نمک زدن

نمک‌زدن در پنیر با اهداف زیر دنبال می‌شود.

۱- کاهش رطوبت و کنترل اسیدیته
۲- جلوگیری از فعالیت میکروارگانیزم‌های مزاحم
۳- باعث افزایش طعم و مزه می‌شود.
۴- به‌عنوان یک نگاه‌دارنده استفاده می‌شود.
۵- موجب توقف فعالیت استارترها می‌شود و اتولیز کردن سلول را آسان کرده و آنزیم‌های داخل آن آزاد می‌شوند.
۶- موجب تغییرات فیزیکو شیمیایی در بافت پنیر خواهد شد.
۷- موجب سختی دلمه می‌شود.
۸- برروی ایجاد پوسته مؤثر است.

نمک‌زدن در پنیر به چند صورت انجام می‌گیرد.

۱- افزودن نمک به تانک ذخیره
۲- افزودن نمک به آب پنیر
۳- افزودن نمک به لخته
۴- افزودن نمک برروی پنیر
۵- قرار دادن لخته در آب نمک

افزودن نمک به تانک ذخیره

افزودن نمک به تانک ذخیره (کمتر از ۱٪) فواید زیر را به‌دنبال دارد:

۱- انقباض دلمه راحت‌تر است.
۲- آدابتاسیون میکروارگانیزم‌ها راحت‌تر است.
۳- انتشار نمک به‌صورت یکنواخت صورت می‌گیرد.
۴- برروی راندمان اثر مثبت دارد.
۵- از هیدرولیز بتا کازئین که عامل اصلی تلخی در پنیر است؛ تا اندازهٔ زیادی جلوگیری می‌شود.

افزودن نمک به آب پنیر:

بعد از خروج اولیه آب پنیر، به لخته‌ای که در تانک مانده نمک اضافه شود که در حدود ۱۰ دقیقه با لخته مخلوط می‌شود و سپس به‌هم زدن نهایی و خروج آب پنیر را انجام می دهیم. پنیر حاصل، در این روش نمک‌زدن دارای مقدار رطوبت بیشتری و قوام نرم‌تر می‌باشد، برای تولید پنیرهای چشمک دار و دانه‌دار از این روش استفاده می‌شود.

یکی از معایب این روش محتوای نمک موجود در سرم است که در امر بهسازی و تیمار بعدی آب پنیر مشکل ایجاد می‌کند.

۳- افزودن نمک به لخته:

در این روش، نمک هنگامی اضافه می‌شود. که آب پنیر از آن خارج شده است. این روش برای تهیه پنیر چدار و انواع مشابه آن انجام می‌شود. نمک‌زدن بایستی به صورت یکسان صورت گیرد؛ در غیراین صورت ظاهر پنیر ترک‌دار یا لکه‌دار می‌شود.

۴- افزودن نمک برروی لخته (نمک پاشی).

در این روش، نمک خشک به روی سطح پنیر پاشیده شده و رطوبت موجود در پنیر، باعث حل شدن نمک و انتقال آن به‌داخل لخته می‌شود. رطوبت اتمسفر، در این روش باید نسبتاً بالا باشد. پنیرهای سخت را با این روش نمک‌زنی می‌کنند. برای توقف ایجاد چشمک در پنیرهای مثل امانتال، از این روش می‌توان استفاده نمود.

۵-قرار دادن لخته در آب نمک:

در این روش پنیر را در ظروف حاوی آب نمک با غلظت ۲۳-۱۶ درصد قرار می‌دهند. پنیر، نمک را جذب و همزمان با آن رطوبت و آب را خارج می‌سازد. زمان نمک‌زنی برحسب مقدار نمک موجود در آب نمک، درجه حرارت، وزن و اندازه قالب پنیر و همچنین مقدار نمک مورد نظر در محصول نهایی متفاوت است.

لازم به توضیح است که سه روش اول، را زود نمک‌زدن و دو روش آخر را دیر نمک‌زدن می‌نامند. در زود نمک‌زدن قبل از اینکه تخمیر لاکتیک کامل شود، نمک اضافه می‌شود؛ در نتیجه میزان تولید اسید را تحت تأثیر قرار می‌دهد. می‌توان از هر دو روش دیر و زود نمک‌زدن در تولید پنیر بهره جست.

مکانسیم عمل، در فرآیند نمک‌زنی یک تبادل اسمزی است. که آب نمک به داخل بافت، وارد شده و سرم خارج می‌شود. این عمل تا زمانی صورت می‌گیرد که یک تعادل اسمزی بین غلظت آب نمک و سرم داخل بافت به‌وجود آید. پارامترهایی که برروی فرآیند نمک‌زنی مؤثر هستند:

۱- غلظت آب نمک: در پنیرهای سخت ۲۲-۱۹٪، در پنیرهای نرم ۱۸-۱۶٪

۲- درجه حرارت: افزایش درجه حرارت سرعت جذب نمک را افزایش می‌دهد. درجه حرارت مناسب در پنیرهای سخت ۱۲-۱۷ °C و در پنیرهای نرم ۱۹-۲۲ °C است

۳- اسیدیته: در اثر فعالیت میکروارگانیزم‌ها به‌خصوص در طی thermal time درجه pH کاهش می‌یابد. در پنیرهای سخت، درجه pH مناسب ۵/۲ و در پنیرهای نرم ۴/۷-۴/۸ است. اگر درجه pH بالاتر از این حد باشد. فعالیت پروتئولیتیک تشدید می‌شود و بافت پنیر گچی و شکننده می‌شود.

۴- زمان نمک‌زنی: در پنیرهای سخت مانند «امنتال» ۶ روز و در پنیرهای نرم مانند «کاممبرت» ۱۰۰-۲۰ دقیقه می‌باشد.

برحسب نوع پنیر، خواباندن در آب نمک نیز متفاوت است در پنیرهای ایرانی حدود ۱۸-۱۴ ساعت لخته خوابانده می‌شود.

نکته: در انواع مختلف پنیر درصد نمک باید بین ٪۴-۱ باشد و از ٪۴ نباید بیشتر باشد.

۱۱- پرس کردن

فشردن عبارت است از محدود کردن رطوبت دلمهٔ گرم نمک‌زده یا نمک‌نزده در جعبه‌های چوبی یا فلزی یا در کیسه‌های پارچه‌ای بدون گذراندن وزنه‌های اضافی یا با استفاده از آنها برای مدتی معین.

در بعضی از پنیرها مثل پنیر آبی یا «رکفورت» احتیاج به وزن اضافی روی قالب‌ها نیست. زیرا در صورت فشردن زیاد هوا وارد آن‌ها نشده و از طرفی خروج CO_2 با مشکل مواجه می‌شود.

در مورد پنیرهایی نظیر چدار، بایستی در ابتدای پروسس و قبل از قرار دادن لخته‌ها در اطاق پروردن (رسیدن) کاملاً سفت شده و هیچ‌گونه فضای خالی داخل لخته نباشد. بدین منظور، ظروف هوپ (ظروف حاوی لخته) را به مدت ۲۴ ساعت تحت فشارهای مکانیکی و هیدرولیکی قرار می‌دهند. (۴-۲ kg/cm^2)

در مورد پنیرهای ایرانی لخته‌ها را با استفاده از وزنه‌های ۱۵-۱۰ kg پرس می‌کند؛ به طوری‌که آنها را روی لخته جمع شده قرار می‌دهند و بعد از پرس کردن و برش در قطعات ۲-۱ kg آنها را وارد آب نمک می‌کنند.

اقدامات مخصوص:

این مرحله، حوزهٔ عمل وسیع با امکانات زیادی را در بر می‌گیرد؛ از آن جمله، خامه زدن به دلمه پنیر کوتیج، همگن کردن دلمه برای پنیر خامه، استفاده از موجودات ذره‌بینی مخصوصی جهت رسیدن پنیر، و دقت در انجام همهٔ اقدامات مذکور است.

اقدامات، مخصوصاً شامل تلقیح اسپورهای کپک آبی به شیر یا دلمه آزاد برای تهیهٔ پنیرهای آبا یارکیوفورت و سپس سوزن زدن به این نوع پنیرها برای نفوذ هواست.

پاشیدن اسپورهای کپک سفید روی پنیر کاممبرت، وبری و اندود کردن دلمهٔ پنیرهای بریک و لیمبورگر،برای فراهم آوردن امکان رشد باکتری‌های هوازی – استفاده از موجودات ذره‌بینی تولید کنندهٔ گاز در مورد پنیر سوئیسی و قرار دادن آن‌ها در اتاق‌های گرم برای به وجود آمدن سوراخ یا حفره‌های پنیر، نیز از جمله اقدامات مخصوصی به شمار می‌آیند و بالاخره افزودن آنزیم‌های میکروبیایی همراه با نمک به دلمه به منظور توسعهٔ سریع رایحه، نیز جزء اقدامات مخصوص خواهد بود.

رسانیدن:

کلیه تحولات فیزیکی، شیمیایی، میکروبی و آنزیمی که در پنیر صورت می‌گیرد؛ تا از یک ماده خام تقریباً بدون هیچ گونه آروما، یک ماده نهایی با کیفیت از پیش تعیین شده ایجاد شود، رسانیدن می‌گویند.

عواملی که در رسانیدن پنیر دارای اهمیت هستند:

۱- میزان آنزیم باقی‌مانده در دلمه

۲- میزان آنزیم‌های طبیعی شیر

۳- میزان یا نسبت نمک به رطوبت

۴- درجه حرارت

۵- درجه pH در دوران رسانیدن

۶- Eh

۷- میزان کلسیم

۸- فعالیت میکروارگانیسم‌ها (لیپولیز، گلیکولیز، تولید آروما و گاز)

در پنیرهایی که از استارتر در آماده سازی آن‌ها استفاده می‌شود (پنیرهای اسیدی – آنزیمی) فرآیند رسانیدن از زمان افزودن استارتر شروع شده و تا موقع نمک‌زدن ادامه دارد.

در پنیرهای نمک زده شده، نمک در دوران رسانیدن یا انبار داری باعث اتولیز کردن سلول‌ها شده در نتیجه آنزیم‌های سلولی آزاد شده و عمل رسانیدن را آنزیم‌ها ادامه می‌دهند.

پروتئولیز:

فعالیت‌های آنزیماتیکی یا بدلیل حضور آنزیم‌های طبیعی شیر هستند (اگر در شرایط پاستوریزاسیون از بین نروند) و یا به وسیله آنزیم‌های میکروارگانیسم‌ها و هم‌چنین آنزیم‌هایی که به‌صورت دستی اضافه می‌شود.

آنزیم‌هایی که در فرآیند انعقاد کاربرد دارند بخشی در دلمه باقی می‌ماند و بخشی وارد آب پنیر می‌شود.

باقی‌ماندن آنزیم در قالب پنیر تابع عوامل زیر است:

الف:منشاء آنزیم ب:درجه pH دلمه ج:درجه pH آب پنیر د: روش تهیه پنیر

میزان آنزیم باقی‌مانده در پنیرهای پروسس شده، منفی است و در پنیرهای اپرانی ٪۲۰-۱۵ است.

آنزیم‌های قارچی (پروتئولتیک) فعالیت‌شان یکسان نیست؛ بلکه دارای فعالیت متفاوتی هستند، مثلاً «اندوتیا پاراسیتکا» تا اندازه‌ای به whey Protein حمله کرده و موجب تغییرات آروماتیک نامطلوب در پنیر خواهد شد. لذا باید در پنیرهای UF سعی شود از این آنزیم استفاده نگردد.

در طی رسیدن، غلظت پپتیدها، اسیدهای آمینه‌های آزاد، آمونیاک افزایش می‌یابد.

در طی رسیدن، از کازئین نامحلول در آب، ترکیبات ازته محلول در آب یا ترکیبات حد واسط ایجاد می‌شود. در طی رسیدن، در پنیرها اسید آمینه‌هایی ایجاد می‌گردد که در شیر وجود نداشته، نظیر گاما آمینو بوتیریک اسید. در حالی‌که اسید آمینه‌هایی مانند آرژنین، هیستیدین، سرین در بین اسیدهای آمینه‌های آزاد پنیر دیده نمی‌شود. میزان لوسین، اسید گلوتامیک، لیزین در پنیر بالاست، تیروزین و تریپتوفان از تجزیه B کازئین حاصل می‌گردد.

نکته: نقش پروتئولیتیک رنین محدودتر از نقش پروتئولیتیک آنزیم‌های میکروبهای موجود در پنیر است زیرا رنین ایجاد پپتیدهایی با وزن مولکولی بالا می‌کند در حالیکه آنزیم‌های میکروبها تولید پپتیدهای درشت کرده سپس آنها را تجزیه کرده و تبدیل به پپتیدهای کوچکتر، اسیدهای آمینه و حتی ترکیبات ازته غیرپروتئینی می‌کند.

نکته : برخی از استارترها را سوش‌های تلخ گویند؛ چون ایجاد پپتیدهایی می‌کنند که عامل تلخی هستند. در حالی‌که سوش‌هایی موجودند که قادرند پپتیدهای تلخ را هیدرولیز کنند به این سوش‌ها سوش‌های شیرین گویند.

در طی رسیدن ممکن است اسیدهای آمینه در اثر دکربوکسیلاسیون تبدیل به آمینهای بیوژنیک شوند. مثلاً

تیروزین ← تیرامین ← هیستیدین ← هیستامین

یا در اثر دآمیناسیون، تبدیل به آمونیاک و اسیدهای چرب آزاد شوند.

ایجاد تلخی در پنیر ممکن است به‌دلایل ذیل باشد.

۱- منشاء تغذیه‌ای داشته باشد.

۲- تجمع پپتیدهایی با وزن مولکولی ۳۰۰۰-۲۰۰۰ که در بخش انتهایی N آن‌ها اسید گلوتامیک وجود دارد.

۳- استارترهایی که تولید پپتیدهای تلخ می‌کنند و یا استارترهایی که قادر نیستند پپتیدهای تلخ را هیدرولیز نمایند.

۴- درجه PH: اپتیمم درجه PH فعالیت پروتئازهای لاکتو باکتریاها، ۵/۵-۵ است. در بالاتر از آن شرایط فعالیت برای آنزیم‌های پروتئولیتیک فلور غیرطبیعی پنیر آماده است.

۵- کاهش درجه حرارت: در استارتر ترموفیل‌ها استرپتوکرکوس‌ها کمتر از لاکتو باسیلوس‌ها می‌توانند درجه حرارت را تحمل کنند، از طرفی استرپتوکوکوس‌ها بیشتر، عامل ایجاد پپتیدهای تلخ هستند و لاکتوباسیلوس‌ها بیشتر، هیدرولیز کننده هستند. بنابراین، اگر حداقل درجه حرارت، با توجه به لاکتو باسیلوسها در نظر گرفته نشود پپتیدهای تلخ هیدرولیز نمی‌گردند.

۶- غلظت نمک: اگر درصد نمک، کمتر از ۱/۷٪ باشد هیدرولیز کازئین و پپتیدهای تلخ تشدید می‌یابد. و اگر بالای ۳/۵ ٪ باشد فعالیت آنزیم‌های تجزیه کننده پپتیدهای تلخ کاسته می‌شود.

۷- نمک‌های مختلف مانند نمک منیزیم، تجمع آب پنیر و میزان نیترات‌ها در مقادیر بالا می‌تواند در تلخی مؤثر باشد.

به‌طور کلی عمل پروتئولیز را Background flavour در پنیر می‌نامند و عامل اصلی آروما در پنیر نیست.

عمل لیپولیز:

مهم‌ترین عامل ایجاد آروما در پنیر را عمل لیپولیز می‌دانند. چون در فرآیند پاستوریزاسیون، آنزیم لیپاز طبیعی شیر غیرفعال می‌شود. بنابراین، عامل اصلی لیپولیز در شیر آنزیم‌های میکروبی هستند.

مثلاً در پنیر راکیوفورت توسط پنی‌سیلیوم راکیوفورت، آنزیم لیپاز سنتز می‌شود که نقش مهمی در تولید آروما ایفا می‌کند. این پنیر دارای بالاترین میزان اسیدچرب آزاد می‌باشد.

در بسیاری از پنیرها، رابطه تنگاتنگی بین حضور اسیدهای چرب آزاد و آروما در پنیر وجود دارد. ولی مهم‌ترین عاملی که در طعم نهایی پنیر دخیل است، میزان اسیدهای چرب نیست بلکه توزیع اسیدهای چرب آزاد بین فازهای آب و چربی می‌باشد.

منشاء اسید استیک در پنیرها همواره لیپولیز نیست بلکه در اثر تجزیه لاکتوز ممکن است اسید استیک حاصل شود.

به‌طور کلی در اثر لیپولیز، آلدئیدها، کتون‌ها، لاکتون‌ها، هیدروکربن‌های آروماتیک، کتواسید، متیل کتون‌هاو الکل‌ها ایجاد می‌شوند.

گلیکولیز:

در عمل انعقاد در طی رسانیدن، استارترها، لاکتوز را هیدرولیز می‌کنند و تولید اسید لاکتیک می‌نمایندکه با این کار شرایط رسانیدن را در پنیر فراهم می‌کنند. بدیهی است که بسیاری از باکتری‌های آلوده کننده، مانند کلی فرم‌ها دارای خاصیت تبدیل لاکتوز به اسیدهای مختلف‌اند و در کنار ایجاد این اسیدها، اندول و ترکیبات نامطبوع دیگر در پنیر ایجاد می‌شود.

نکته: فاکتور رسیدن پنیر: نسبت ازت محلول به ازت کل می‌باشد، هرچه نسبت بیشتر باشد درجه رسیدن بیشتر است.

آب پنیر:

- آب پنیر ماده‌ای است که پس از جداسازی دلمه به‌دست می‌آید.
- در آب پنیر اگر میزان چربی بیش از ۰/۱٪ باشد بایستی سپراتور گردد.

در آب پنیر، پروتئین‌های محلول، ویتامین C و ویتامین‌های محلول یافت می‌شود و رنگ زرد مایل به سبز آن به خاطر ویتامین B_2یا ریبوفلاوین است .

اندازه‌گیری راندمان پنیر:

$$Y = \frac{\text{وزن پنیر تولیدی}}{\text{وزن شیر مصرفی}} \times ۱۰۰$$

پروسه‌های غشایی

استفاده از تکنولوژی غشایی در صنایع غذایی از حدود سه دهه پیش آغاز گشت. اصول این فرآیند، بر پایه عبور مواد به‌صورت جریان عرضی از یک غشاء نیمه تراوا است که در طی آن اجزای موجود در خوراک به دو بخش فاز عبوری یا فیلتر شده یا پرمیت (Permeate) و فاز ماندگار یا تغلیظ شده و یا رترنتات (Retrntate) بر حسب اندازهٔ ذرات تفکیک می‌شوند.

امروزه، بیشترین کاربرد فیلتراسیون غشایی در صنایع غذایی را صنایع شیر به خود اختصاص داده است. براساس اندازه منافذ صافی و خواص کاربردی تکنیک‌های فیلتراسیون غشایی را به انواع زیر تقسیم بندی می‌کنند:

۱- اسمز معکوس (Reverse Osmosis) یا Hyperfiltration

در این فرآیند اندازه منافذ غشاء به اندازهٔ (10^{-3}– 10^{-4} میکرومتر) است که فقط به آب یا حلال اجازه عبور می‌دهد. در این حالت در یک طرف غشاء ،محلول و در طرف دیگر آن حلال در جریان است، به منظور رسیدن به تعادل اسمزی، حلال که اغلب آب است تمایل دارد تا از غشاء عبور کرده و وارد محلول شود تا در نهایت فشار اسمزی در دو طرف غشاء یکسان گردد. چنان‌چه روی محلول فشاری بیشتر از فشار اسمزی وارد گردد حلال در جهت عکس مسیر عادی جریان یافته و از محلول جدا خواهد شد. به این دلیل این فرآیند را اسمز معکوس می‌نامند.

امروزه از این روش برای تغلیظ آب میوه‌ها و شیر و.. استفاده می‌شود. فشار اسمزی شیر معمولاً حدود ۷ بار است که عمدتاً از لاکتوز و املاح آن ناشی می‌شود. لذا فشار فرآیند اسمز معکوس باید بیشتر از ۷ بار باشد . البته محدودهٔ فشار مورد استفاده در فرآیند اسمز معکوس ۴۵ – ۱۵ بار است. این روش تا حداکثر غلظت ۳۰ درصد ماده جامد، تغلیظ را انجام می‌دهد.

۲- نانو فیلتراسیون (Nano Filtration)

این پروسه «غشایی» اجازهٔ عبور به آب، مواد معدنی محلول و یون‌های دو ظرفیتی را می‌دهد. از این رو کاربرد عمدهٔ این سیستم در نمک زدایی محلول‌ها است. اندازهٔ منافذ این فیلترها حدود ($10^{-2}-10^{-3}$ میکرومتر) می‌باشد.

۳- اولترا فیلتراسیون (Ultera Filtration)

یک روش جداسازی و تغلیظ است که بیشترین کاربرد را درمیان تکنیک‌های غشایی در صنایع لبنی دارد. اندازه منافذ صافی آن از ($10^{-1}-10^{-2}$ میکرومتر) است. مقدار فشار هیدرولیکی در این روش بین از ۱ تا ۱۰ بار است. در این روش آب، املاح و لاکتوز شیر عبور می‌کنند و وارد پرمیت می‌شوند ولی مولکول‌های درشت، نظیر چربی و یا پروتئین پشت صافی مانده و Retentate را تشکیل می‌دهند، از این نوع غشاها در تهیه پنیرهای فتا استفاده می‌شود برای تهیهٔ این پنیرها شیر را با uf، ۵ مرتبه تغلیظ می‌نمایند سپس به آن رنین اضافه می‌کنند و بدون آبگیری آنرا تبدیل به پنیر می‌نمایند، در واقع شیر تغلیظ شده دارای ماده خشک برابری با پنیر است(۴۰٪). در این روش آب‌پنیر نداریم.

پنیر چدار ۶۴٪ ماده خشک دارد لذا برای تهیه ان با استفاده از uf شیر باید ۹ مرتبه تغلیظ شود که این موضوع عملی نیست. اگر بخواهیم تا ۵ مرتبه آنرا تغلیظ کنیم و بعد پنیر چدار تهیه کنیم باز بدلیل تولید آب‌پنیر و ورود پروتئین به آب‌پنیر راندمان کاهش می‌یابد لذا برای این منظور بایستی بعد از تغلیظ شیر بوسیله uf ، از طریق اواپوراسیون مابقی آب آنرا بگیریم.

از مزایای uf برای تهیه پنیر می‌توان موارد زیر را ذکر کرد:

۱- کاهش مصرف استارتر و رنت به میزان ۸۰٪

۲- کاهش فاضلاب و کاهش BOD فاضلاب کارخانجات پنیرسازی

۳- افزایش راندمان بدلیل ورود پروتئین‌های محلول به درون لخته.

معایب uf:

۱- عدم اختلاط کامل مایه پنیر و استارتر با شیر تغلیظ شده

۲- ظرفیت تامپونی شیر افزایش می‌یابد و علی‌رغم تولید اسید لاکتیک به میزان زیاد ممکن است PH همچنان بالا بماند(ظرفیت تامپونی بدلیل افزایش پروتئین افزایش می‌یابد)

۳- سیرکولاسیون مداوم ریتنتیت حتی در فشارهای پایین ممکن است منجر به هموژنیزاسیون بخشی از چربی شود. قرار گرفتن ریتنتیت در معرض حرارت و هوا ممکن است موجب صدمه به پروتئین‌های محلول در آب شده و رطوبت پنیر و بافت آنرا تحت تاثیر قرار دهد.

۴- پنیرهای سخت و نیمه سخت رطوبت پایین و ماده خشک بالایی دارند برای تهیه چنین پنیرهایی نمی‌توان با استفاده از UF به آن مقدار ماده خشک رسید لذا ناگزیر مقداری آب پنیر خواهیم داشت.

۴- دیافیلتراسیون (Diafiltration)

نوع خاصی از اولترافیلتراسیون است که رتنتیت حاصله را با آب رقیق کرده و دوباره با اولترافیلتراسیون فیلتر می‌نمایند تا مواد محلول در پرمیت نظیر لاکتوز را دررتنتیت کاهش دهند.

۵- میکروفیلتراسیون (Microfilteration)

این فیلترها فقط مولکول‌های درشت نظیر گلبول‌های چربی و باکتری‌ها را در بر می‌گیرد و پروتئین‌ها، لاکتوز، املاح و آب پرمیت را تشکیل می‌دهند. منافذ در این دستگاه‌ها از (10^{0}– 10^{-1} میکرومتر) می‌باشد. مهم‌ترین کاربرد این تکنیک در صنایع غذایی استریلیزاسیون سرد شیر بدون چربی(Skim milk) است. مقدار فشار مورد استفاده در صافی‌های میکروفیلتراسیون ۳ – ۲ و کمتر از ۱ بار است.

۶-الکترودیالیز (Electrodialysis)

اساس این روش استفاده از غشایی است که در میدان الکتریکی قرار گرفته است. یون‌ها بر اساس بارشان از غشاء عبور کرده و به سمت الکترود مخالف می‌روند. کاربرد عمدهٔ این سیستم جهت دیونیزه کردن محلول‌ها بوده و به‌ویژه در تهیه غذاهای رژیمی یا غذای کودک به‌کار برده می‌شوند.

خصوصیات غشاها:

۱- غشاها را بر اساس وزن مولکولی موادی که جدا می‌کنند طبقه‌بندی می‌نمایند (molecular weigh cut of (MWCF))

۲- مهمترین خاصیت غشاها برای صنایع لبنیات مقاومت غشاها به PH و به حرارت می‌باشد.

۳- سرعت حجمی غشاها را بر اساس m^2 بیان می‌کنند و در واقع میزان پرمیت عبوری از غشاء در واحد زمان‌بر m^2 است که در طول زمان بعد از هر شستشو باید یکسان باشد.

تمیزکردن و ضدعفونی کردن:

۴ نوع رسوب در صنایع لبنیات وجود دارد:

۱- رسوب لاکتوز: این رسوب با آب شسته می‌شود.

۲- رسوب پروتئین: این رسوب با مواد قلیایی شسته می‌شود.

۳- رسوب چربی: این رسوب با مواد قلیایی شسته می‌شود.

۴- رسوب مواد معدنی: این رسوب با اسیدها برطرف می‌شود.

همانطوریکه گفته شد برای برطرف کرن این مواد بطور کلی نیاز به آب، سود و اسید می‌باشد البته علاوه برآنها نیاز به برخی از مواد کمکی نظیر امولسیون کننده و خیس کننده و ... نیز هست، ترکیباتی که در فرمولاسیون مواد تمیز کننده مورد استفاده می‌شود عبارتند از:

۱- تمیزکننده‌های قلیایی

۲- عوامل جدا کننده

۳- اسیدهای آلی و معدنی

۴- عوامل فعال سطحی

۱- تمیزکننده‌های قلیایی:

- هیدرواکسید سدیم: این ماده از خاصیت تمیزکنندگی خوب، قدرت خیس کنندگی پایین و قدرت امولسیون کنندگی متوسط برخوردار است آثار باقی مانده سود به راحتی پاک نمی‌شود. مهمترین مزایای آن خاصیت خیلی بالای قلیایی ونتیجتاً قدرت بالای آن در صابونی کردن چربی‌های شیر و تجزیه پروتئین‌ها و خواص میکروب‌کشی آن است.

- کربنات سدیم: نسبت به سود از قدرت تمیزکنندگی کمتری برخوردار است و در مواردی که نمی‌توان از سود بدلیل خاصیت خورندگی بالا استفاده کرد از کربنات سدیم در تمیز کردن سطوح آلومینیوم و قلع استفاده می‌شود.
- متاسیلیکات سدیم: دارای قدرت تمیزکنندگی و خیس‌کنندگی خیلی خوب می‌باشد. همچنین خصوصیات امولسیون‌کنندگی و پخش‌کنندگی آن عالی است و با آب شستشو می‌شود و در برطرف کردن آثار سود از سطوح استیل کمک می‌کند.
- فسفات تری سدیم: دارای قدرت تمیزکنندگی، پخش‌کنندگی و امولسیون کنندگی خوبی برخوردار است و خصوصیات پاک شوندگی، قلیائیت فعال، خیس شوندگی و خورندگی آن متوسط است.

بطور کلی قلیایی‌های قوی برای صابونی‌کردن چربی‌ها و انحلال آنها و قلیایی‌های ضعیف برای حل کردن پروتئین‌ها استفاده می‌شود.

۲- عوامل جدا کننده:

- سدیم هگزامتاسدیم(Calgon) دارای قدرت تمیزکنندگی متوسط و قدرت پخش‌کنندگی خوب است. این ماده ذاتاً قلیایی نیست و همچنین خیلی خورنده نمی‌باشد.
- سدیم تری پلی فسفات: شبیه ماده قبل است و از مزایای خوب آن می‌توان پایداری بالا در محلول‌های قلیایی را نام برد.
- ترا سدیم پیروفسفات (tetron).
- EDTA

۳- اسیدهای آلی و معدنی : شامل اسید فسفریک، تارتاریک، سیتریک، گلوکونیک و هیدرواستیک و اسید نیتریک است. از اسیدهای آلی بیشتر برای سطوح غیر استیل و از اسید نیتریک برای شستشوی مواد معدنی از سطوح استیل استفاده می‌شود.

۴- عوامل فعال سطحی: (Surhace active agent)

این ترکیبات در مولکول خود دارای یکی انتهای قطبی هیدروفیل و یک انتهای هیدروفوب هستند. اتصال انها به چربی و آب محکم‌تر از اتصال آنها به دیواره و موجب تمیزشدن خوب آنها می‌شود. عوامل فعال سطحی شامل ترکیبات آینونی، کاتیونی و عوامل غیرقابل یونیزه است.

عوامل آنیونی در محلولهای آبی تولید یونهای با بار منفی می‌نمایند نظیر سدیم الکیل سولفاتها، الکیل سولفانات‌ها، الکیل آریل سولفونات‌ها.

عوامل کاتیونی ایجاد یونهای مثبت در محلول‌ها می‌کنند نظیر ترکیبات آمونیوم ۴ ظرفیتی که شدیداً خاصیت باکتری کشی دارند. ولی خاصیت تمیزکنندگی ضعیفی دارند.

عوامل غیر یونیزه: دارای خاصیت امولسیون کنندگی خوبی هستند نظیر الکیل فنل‌ها و آمیدها.

برای تمیزکردن دستگاههای لبنیات از روشهای زیر استفاده می‌شود:

۱- دستی ، ۲- مکانیکی، ۳- CIP(Cleaning In Place)

شستشوی دستی با محلول‌های قلیایی انجام می‌شود، برای شستشوی مکانیکی بیدون از محلول‌های مناسب برای ظروف آلومینیومی استفاده می‌شود و در این‌حالت بیدون به‌صورت وارونه در دستگاه شستشو قرار می‌گیرد و محلول شوینده داغ بصورت نازل با فشار از پایین بداخل بیدون فرستاده می‌شود. ضد عفونی کردن بیدون فقط با آب داغ انجام می‌شود و از محلول کلر بدلیل خاصیت خورندگی استفاده نمی‌شود.

شستشوی بطری‌ها بصورت مکانیکی نیز به دو روش jetting و soaking (خیس کردن) و یا ترکیبی از این دو انجام می‌شود. مراحل شستشوی مکانیکی بطری‌ها به صورت زیر است:

۱- شستشوی مقدماتی با اب ولرم ^{oC} ۳۸-۳۲ (در حرارت‌های بالاتر پروتئین‌ها به شیشه می‌چسبند و به‌خوبی جدا نمی‌شوند به‌همین دلیل با آب سرد شسته می‌شود.)

۲- شستشو با مواد تمیزکننده معمولاً از سودسوزآور+ شلات کننده و عوامل خیس کننده استفاده می‌شود.

۳- شستشو با آب گرم برای حذف آثار باقی مانده مواد تمیز کننده .

شستشوی CIP:

این شستشو عبارت است از شستشوی دستگاههای نصب شده و ثابت در محل، بدون بازکردن آنها می‌باشد.

مزایا: این شستشو همگن است و نیازی به کارگر ندارد و خسارت کمتری به دستگاهها وارد می‌شود، صرفه‌جویی در هزینه و نیروی انسانی (۲۵٪) و خطر اشتباه کارگر نیز کمتر می‌شود.

CIP دستگاه پاستوریزاسیون صفحه‌ای به صورت زیر است:

۱- شستشو با آب ولرم بطوریکه آب خروجی از دستگاه کاملاً زلال باشد.

۲- شستشو با مواد قلیا در دمای ^{oC} ۸۰-۷۰ برای مدت نیم ساعت یا بیشتر در یک سیکل بسته.

۳- خروج مواد قلیایی و شستشوی مختصری با آب

۴- شستشو با اسید: دمای سیرکولاسیون نباید از ^{oC} ۳۸ بیشتر باشد.

شستشو با اسید بطور روزانه انجام نمی‌شود بلکه بعضی از روزها حذف می‌شود در حالیکه شستشو با مواد قلیا هر روز بعد از اتمام کار باید انجام شود:

۵- شستشو با آب داغ (^{oC} ۸۰-۷۱) تا زمانی که دمای کل سیستم به آن برسد.

ضد عفونی کردن خط تولید:

ضد عفونی کردن خط تولید بلافاصله بعداز شستشو انجام نمی شود ضدعفونی کردن قبل از شروع به کار در صبح روز بعد انجام می‌شود و به دو روش حرارت و استفاده از مواد ضدعفونی کننده شیمیایی انجام می‌پذیرد.

حرارت:

معمولاً از آب داغ با دمای ^{oC} ۸۲ برای ضدعفونی کردن استفاده می‌شود. در این روش دمای سیستم باید به مدت 20 دقیقه 82°C باشد.

❖ استفاده از مواد شیمیایی ضد عفونی کننده:

معمولی‌ترین ماده شیمیایی مورد استفاده محلول هیپوکلریت سدیم با قدرت حداکثر ۲۵۰ ppm کلر آزاد است. کلر باید در دستگاه‌های سرد مورد استفاده قرار گیرد. و از حرارت دادن کلر باید جلوگیری شود. چون کلر باعث خورندگي می‌شود. مواد آلی موجود در محیط از خاصیت استریلیزه کنندگی کلر می‌کاهد بنابراین توصیه می‌شود که کلر در دستگاه‌های کاملاً تمیز فقط به کار گرفته شود. برای ظروف آلومینیومی غلظت کلر آزاد نباید از ۲۰۰ ppm بیشتر باشد.

ترکیبات آمونیومی ۴ ظرفیتی (Quaternry ammonium Compound) یکی دیگر از ترکیبات شیمیایی ضدعفونی کننده است که از خاصیت خورندگی کمتری برخوردار است و برای شستشوی طولانی با درجه حرارت بالا مناسب است. برای عمل باکتری کشی کامل غلظت ۱۵۰-۲۵۰pmm دردمای بالای ^{oC} ۴۰.به مدت ۲ دقیقه یا بیشتر نیاز هست خاصیت باکتری کشی در مجاورت پروتئین‌ها کاهش می‌یابد زیرا مواد پروتئینی ترکیبات کاتیونی را جذب می‌کنند.

سئوالات چهار گزینه‌ای

۱ ـ افزودن ماست چه نقشی در کیفیت پنیر دارد؟

۱) ایجاد لخته سفت
۲) ایجاد طعم
۳) تقلیل نسبی PH و جبران فلور میکروبی از دست رفته
۴) افزایش ماده خشک و افزایش PH

۲ ـ متابولیسم کدام اسید در ایجاد طعم مطبوع پنیر نقش عمده دارد؟

۱) Acetic
۲) citric
۳) lactic
۴) malic

۳ ـ اصطلاح چداری کردن (cheddaring) در تهیه پنیرهای صنعتی یعنی :

۱) پخت لخته در آب پنیر
۲) ذوب و بی شکل نمودن لخته به صورت توده‌ای چسبنده و فیبری
۳) خرد کردن لخته پس از خروج آب پنیر
۴) قالب کردن مخصوص لخته‌ها

۴ ـ در عملیات پنیرسازی کدام‌یک از انواع شیرهای ذکر شده زودتر از شیر تازه منعقد می‌گردد؟

۱) شیرهای حاوی کلسیم کمتر
۲) شیرهایی که به وسیله مخمرهای لاکتیک ترش شده‌اند.
۳) شیرهای حاوی مقدار زیاد آلبومین و گلوبولین
۴) شیرهای دارای PH قلیایی

۵ ـ مهم‌ترین فرایندهایی که لخته را به پنیر تبدیل می‌کنند عبارتند از:

۱) پروتئولیز ـ لیپولیز ـ جذب نمک
۲) پروتئولیز ـ لیپولیز ـ گلیکولیز
۳) تجزیه کازئین کاپا ـ لیپولیز ـ تجزیه کازئین B
۴) تبادل یون کلسیم و سدیم ـ لیپولیز ـ گلیکولیز

۶ ـ کدام آنزیم باید در تولید پنیر راکوفورت، توسط پنی سیلیوم راکوفورت سنتز شود؟

۱) پراکسیداز
۲) فسفاتاز
۳) لاکتاز
۴) لیپاز

۷ ـ مهم‌ترین عامل در تولید آروما در پنیر کدام‌یک از واکنش‌های زیر است؟

۱) گلیکولیز
۲) لیپولیز
۳) پروتئولیز
۴) گلیکولیز و پروتئولیز

۸ ـ حرارت دادن پنیر به چه مقدار صورت می‌گیرد؟

۱) افزایش فعالیت‌های شیمیایی در پنیر
۲) خروج بهتر آب پنیر از لخته
۳) شکل‌پذیری پنیر
۴) از بین بردن میکروب‌های عامل فساد در پنیر

۹ ـ در تهیه کدام‌یک از پنیرهای زیر، از مایه پنیری استفاده می‌شود که CO_2 ایجاد نمی‌کند و یا به مقدار کم تولید می‌کند؟

۱) پنیر گودا (Gouda)
۲) پنیر تیلسیت (Tilsit)
۳) پنیر سوئیسی
۴) پنیر چدار

۱۰ ـ کدام‌یک از موارد زیر در جهت کاهش تولید لخته عمل می‌کند؟

۱) اضافه کردن کلرید کلسیم به شیر
۲) افزودن مایه پنیر
۳) نگهداری شیر در زیر $6^\circ C$
۴) هموژنیزه کردن شیرکاربردی

۱۱ ـ عامل آروما در ماست ـ کره و پنیر به ترتیب در کدام گزینه آمده است؟

۱) دی‌استیل ـ استالدئید ـ واکنش‌های پروتئولیز

۲) استالدئید ـ دی‌استیل - واکنش‌های لیپولیز

۳) استالدئید ـ دی استیل ـ پپتیدهای کوچک حاصل از پروتئولیز

۴) دی‌استیل ـ استالدئید ـ اسیدهای چرب حاصل از واکنش‌های لیپولیز

۱۲ ـ حداکثر استفاده پودر آب پنیر در بستنی چند درصد می‌باشد. و چه تأثیری بر بستنی دارد؟

۱) 2% ـ تأثیر منفی در طعم ندارد.

۲) 5% ـ تأثیر منفی در طعم

۳) 0.5% ـ تأثیر منفی ندارد.

۴) 4% ـ تأثیری ندارد.

۱۳ ـ کدام‌یک از مواد زیر در کاهش نقطه انجماد آمیخته بستنی به‌طور مستقیم تأثیر ندارد؟

۱) لاکتوز ۲) نمک‌های معدنی ۳) انواع شیرین کننده‌ها ۴) چربی و پروتئین

۱۴ ـ افزودن پایدارکننده‌ها به بستنی باعث تمام موارد زیر بجز:

۱) اصلاح عمل هوادهی

۲) تقویت طعم

۳) جلوگیری از تشکیل کریستال‌های یخ

۴) اصلاح بافت و خصوصیات ذوب‌شدگی

۱۵ ـ کدام ماده افزودنی در صنعت بستنی سازی باعث تطبیق و یکنواختی ذرات چربی می‌شود؟

۱) پلی‌سربات ۲) ژلاتین ۳) ثعلب ۴) شیر خشک بدون چربی

۱۶ ـ افزودن میوه‌ها در تهیه بستنی در چه مرحله‌ای انجام می‌شود؟

۱) در حین انجماد

۲) در زمان بسته‌بندی

۳) بعد از عمل سرد کردن

۴) در زمان مخلوط کردن.مایعات و جامدات مواد بستنی

۱۷ ـ حداقل over run قابل قبول در بستنی چند می‌باشد؟

۱) 80 درصد ۲) 50 درصد ۳) 95 درصد ۴) 70 درصد

۱۸ ـ مراحل اساسی تولید بستنی کدام‌اند؟

۱) تهیه مخلوط، پاستوریزاسیون، هموژنیزاسیون، سردکردن، رسیدن، افزودن مواد مجاز، منجمد کردن، سخت شدن، بسته‌بندی، انبار

۲) تهیه مخلوط، پاستوریزاسیون، هموژنیزاسیون، سردکردن، رسیدن، منجمد کردن، افزودن مواد مجاز، سخت شدن، بسته‌بندی انبار

۳) تهیه مخلوط، پاستوریزاسیون، افزودن مواد مجاز، هموژنیزاسیون، سردکردن، رسیدن، منجمدکردن، سخت‌شدن، بسته‌بندی انبار

۴) تهیه مخلوط، پختن، سردکردن، افزودن مواد مجاز، گرم‌کردن، هموژنیزاسیون، سرد کردن، رسیدن، منجمد کردن، بسته‌بندی، انبار

۳-۱	۲-۲	۲-۳	۲-۴	۲-۵	۴-۶	۲-۷	۲-۸	۴-۹
۳-۱۰	۲-۱۱	۱-۱۲	۴-۱۳	۲-۱۴	۱-۱۵	۱-۱۶	۲-۱۷	۱-۱۸

سوالات آزمون (سراسری-۸۶)

۱ ـ کدام آنزیم طبیعی در شیر معمولاً مقاوم به حرارت بوده و امکان باز ماندن آن در شرایط درجه حرارت و زمان استریلیزاسیون به روش UHT بوده و لذا دوره نگهداری محصول را کاهش می‌دهد؟ (سراسری -۸۶)

۱) Amylase
۲) Lipase
۳) Lactoperoxides
۴) plasmin

۲ ـ اسید آلی اصلی غیر از لاکتیک در پنیرهای سویسی حفره‌دار (swiss cheese) کدام است؟

۱) استیک ۲) بوتیریک ۳) پروپیونیک ۴) فرمیک

۳ ـ ایجاد خصوصیات کش آمدن(Stretching) در پنیر پیتزا مربوط به چیست؟ (سراسری – ۸۶)

۱) اثر متقابل کازئین و پروتئین‌های محلول در آب
۲) تغییر در ساختار پروتئین در حین ساخت
۳) بالا بودن سطح چربی در شیر اولیه
۴) ذوب کردن دلمه پنیر در طی مراحل تولید

۴ ـ کدام یک از گزینه‌های زیر نادرست است؟ (سراسری-۸۶)

۱) ماده خشک شیر کامل پس از حداکثر درجه تغلیظ به روش UF، معادل ماده خشک پنیر سفید ایرانی است.
۲) سیرکولاسیون مداوم رتنتات (Retentate) حتی در فشارهای نسبتاً کم ممکن است منجر به هموژنیزاسیون قسمتی از چربی و نامطلوبی دربافت پنیرهای سفت گردد.
۳) در روش UF بجای آب‌پنیر، پرمیات (Permeat) تولید می‌شود که از BOD نسبتاً پایینی برخوردار بوده و دفع آن آسانتر از آب‌پنیر است.
۴) ظرفیت تامپونی شیر تغلیظ شده به روش UF افزایش یافته و با تولید اسید لاکتیک PH کاهش می‌یابد.

۵ ـ مهمترین کاربرد میکروفیلتراسیون MF در صنایع شیر کدام است؟ (سراسری-۸۶)

۱) جدا کردن انواع پروتئین ها از همدیگر
۲) جدا کردن چربی شیر و میکروارگانیزم‌ها از بقیه اجزاء شیر
۳) جدا کردن آب، لاکتوز و املاح شیر از بقیه اجزاء آن
۴) جدا کردن چربی و پروتئین‌های محلول از بقیه اجزاء شیر

سوالات آزمون (سراسری – ۸۷)

۱ ـ کدام پدیده زیر باعث ایجاد مشکل شنی شدن (Sandiness) در شیر تغلیظ شده می‌شود؟ (سراسری -۸۷)

۱) بزرگ شدن اندازهٔ مسیل‌های کازئین دردمای بالا

۲) رسوب کازئین بتادر دمای بالا

۳) تبدیل فرم بتا – لاکتوز به آلفا – لاکتوز (موتاروتاسیون)

۴) واکنش بین بتالاکتوگلوبولین و کازئین کاپا در دمای بالا

۲ ـ در تکنولوژی تولید پنیرکم‌چرب هدف از کاربرد جانشین چربی (Fat replacer) چیست؟ (سراسری -۸۷)

۱) تنظیم میزان مواد معدنی در دلمه پنیر

۲) افزایش نسبت رطوبت به پروتئین

۳) کاهش رفع آب‌پنیر و افزایش بازده پنیرسازی

۴) کاهش خاصیت کشانی(Elasticify) لخته از راه افزایش پروتئین در آن

۳ ـ هدف اصلی از هموژنیزاسیون شیر قبل از خشک کردن آن هنگام تهیه پودر شیرخشک کامل چیست؟ (سراسری-۸۷)

۱) اصلاح عطر و طعم

۲) کمتر جدا شدن چربی آزاد

۳) سفیدتر شدن پودر شیرخشک

۴) خشک شدن یکنواخت شیر

۴ ـ کدام دو عامل در انتخاب ممبران برای استفاده در صنایع شیر بیشتر اهمیت دارد؟ (سراسری -۸۷)

۱) آسانی تمیز کردن و ارزانی قیمت

۲) مقاومت به حرارت و گستردگی وسیعی از PH

۳) قابل دسترس بودن و عدم کاهش میزان فلاکس

۴) مقاومت در برابر خشک‌شدگی و نتیجتاً ترکیدگی

۵ ـ توزیع آب دریافت کرده مربوط به کدام‌یک از مراحل زیر می‌باشد؟

۱) Working

۲) churning

۳) Vacuum dearation

۴) Crystallization

سوالات آزمون (سراسری ۸۸)

۱ ـ برای پاستوریزاسیون شیر پنیرسازی کدام‌یک از شرایط ذیل توصیه می‌شود؟ (سراسری-۸۸)

۱) ۶۵^{oC} به مدت ۵ دقیقه
۲) ۶۷^{oC} به مدت ۳۰ دقیقه
۳) ۷۵^{oC} به مدت ۱۵ ثانیه
۴) ۸۰^{oC} به مدت ۱۵ ثانیه

۲ ـ اگر سرعت دوران سپراتور در فرآیند خامه‌گیری بیش از حد افزایش پیدا کند چه مشکلی در فرآورده پیش می‌آید؟ (سراسری -۸۸)

۱) ورود هوا به مجاری جدا کننده
۲) افزایش درصد چربی شیر پس چرخ
۳) کاهش مادهٔ خشک بدون چربی شیر پس چرخ
۴) تغلیظ اضافی خامه و حساسیت آن به اکسیداسیون

۳ ـ میزان ازت محلول در PH = ۴/۶ در پنیر، شاخص مقدار کدام ترکیبات است؟

۱) مواد ازته غیر پروتئینی
۲) مواد ازته آمونیاکی
۳) مواد ازته غیر کازئینی
۴) کل پروتئین‌های شیر

۴ ـ در تهیه پنیر کم چرب کدام‌یک از ترکیبات ذیل به عنوان جایگزین چربی بکار گرفته می‌شود؟ (سراسری-۸۸)

۱) ملانین
۲) صمغ کتیرا
۳) روغن معدنی
۴) کنسانتره پروتئینی آب‌پنیر

۵ ـ می‌خواهیم با اضافه کردن مقدار ۸۴ کیلوگرم خامه ۳۹٪ چربی به شیر پس چرخ ۰/۲ درصد چربی ، شیر استاندارد ۳٪ چربی تهیه کنیم. چند کیلوگرم شیر پس‌چرخ لازم است؟ (سراسری -۸۸)

۱) ۹۸۰
۲) ۱۰۸۰
۳) ۱۲۵۰
۴) ۱۱۶۰

۶ ـ دلیل کمتر حل شدن شیرخشک تهیه شده به روش غلطکی چیست؟ (سراسری-۸۸)

۱) اثر متقابل WP و کاپاکازئین.
۲) دناتوره شدن پروتئین‌های محلول در آب پنیر
۳) سوختن شیرخشک تهیه شده به روش غلطکی
۴) بالا بودن چربی آزاد محتوای شیرخشک تهیه شده به روش غطکی

۷ ـ کدام گزینه در مورد ترمیزاسیون صحیح نیست؟

۱) ترمیزاسیون می‌تواند در بعضی موارد جایگزین پاستوریزاسیون شیرگردد.
۲) ترمیزاسیون عملی است که به منظور اعمال شوک حرارتی به اسپورها و جوانه‌زنی آنها به کار برده می‌شود.
۳) ترمیزاسیون فرآیندی است که به منظور جلوگیری از ایجاد پپتیدهای تلخ ناشی از فعالیت پروتئازهای مقاوم به حرارت به کار برده می‌شود.
۴) ترمیزاسیون در مواردی که بدلایلی شیرخام بایستی برای مدت کوتاهی در محل کارخانه نگهداری گردد به منظور کاهش تعداد باکتری‌های سرماگرا به کار می‌رود.

۸ ـ اصطلاح Hyperfiltration به کدام‌یک از تکنیک های ذیل اطلاق می‌گردد؟

۱) MF
۲) NF
۳) UF
۴) RO

۹ ـ در عمل Clarification شیرکامل، کدام‌یک از موارد زیر می‌تواند از خروجی‌های دستگاه باشد؟ (سراسری-۸۸)

۱) اسپورها
۲) ذرات چربی
۳) ناخالصی‌های جامد
۴) شیرکم چرب

۱۰ ـ هدف از افزودن نیترات به پنیر که دربعضی کشورها مجاز می‌باشد عبارتست از:

۱) جلوگیری از تخمیرزودرس در پنیر
۲) جلوگیری از فعالیت کپک‌ها در پنیر
۳) جبران پایین بودن غلظت آب نمک
۴) جلوگیری از تخمیر دیررس در پنیر

پاسخ سوالات (آزمون سراسری – ۸۶)

۱) گزینه ۴ صحیح می‌باشد.
پروتئازهای موجود در شیر دارای فعالتی بسیار پایینی هستند یکی از این آنزیم‌ها پلاسمین است این آنزیم مقاومت بالایی نسبت به حرارت دارد و در فرآیند UHT از بین نمی‌رود. و این آنزیم در فرآیند استریلیزاسیون درون بطری از بین می‌رود، فعالیت این آنزیم نیز کم است و در شیر پاستوریزه و پنیرها عملاً اهمیت چندانی ندارد ولی در شیرهای UHT می‌تواند با همان فعالیت اندک خود لخته شدن را ایجاد کرده و مدت ماندگاری آنها را کاهش دهد.

۲) گزینه۳ صحیح می‌باشد.
در پنیرهای سویسی از استارترهای باکتریهای پروپیونی باکتریوم نظیر شرمانی استفاده می‌شود این باکتریها علاوه بر تولید گاز که باعث ایجاد چشمک در این گونه پنیرها می‌شود تولید اسید پروپیونیک نیز می‌کنند.

۳) گزینه ۲ صحیح می‌باشد.
در تولید پنیرپیتزا پس از چداری کردن، تراشه‌های پنیر توسط یک نقاله پیچی به داخل محفظه دریافت کننده برای طی مراحل پخت و کشدار شدن وارد می‌شوند. در این مرحله اسید پنیر باعث تبدیل کازئینات دی‌کلسیم به کازئینات مونوکلسیم می‌شود می‌شود که این موضوع بدلیل تغییر در ساختمان پروتئین کازئین باعث کشدار شدن آن می‌شود.

۴) گزینه ۴ صحیح می‌باشد.
ظرفیت تامپونی شیر تغلیظ شده به روش UF افزایش می‌یابد زیرا غلظت پروتئین‌ها در آن زیاد می‌شود این موضوع ممکن است علی‌رغم تولید اسید لاکتیک به به میزان زیاد، در PH تغییر ایجاد نکند.

۵) گزینه ۲ صحیح می‌باشد.
مهمترین کاربرد این فیلترها در صنایع غذایی جدا کردن میکروارگانیزم‌ها در غذاها است که باعث استریلیزاسیون سرد می‌شود. در صنایع لبنیات، از شیر دو جزء میکروارگانیزم و چربی را از مابقی ترکیبات بدلیل بزرگ بودن اندازهٔ آنها جدا می‌کند. منافذ غشاء این فیلترها از ۰/۱ تا ۱۰ نانومتر است.

پاسخ سوالات (آزمون سراسری – ۸۷)

۱)گزینه ۳ صحیح می‌باشد.

لاکتوز یک قند احیا کننده و دی‌ساکارید است که از دو مونوساکارید به نام های گلوکز وگالاکتوز تشکیل شده است. گالاکتوز همیشه به شکل B در ساختمان لاکتوز وجود دارد در حالیکه گلوکز بسته به نوع لاکتوز (αلاکتوز یا βلاکتوز) به شکل‌های α یا β یافت می‌شود. افزایش بیش از حد بلورهای α لاکتوز هیدراته منجر به پیدایش بافت شنی می‌شود بنابراین این بلورها در شیرهای تغلیظ شده، بستنی و آب‌پنیر کنسانتره، بایستی کنترل شوند تا اندازه آنها از حدی بزرگتر نشود.

۲) گزینه۲ صحیح می‌باشد.

هرچقدر چربی در پنیرها کمتر باشد بافت پنیرسخت می‌شود و شکننده‌تر می‌گردد از آنجائیکه چربی در مواد غذایی مشکلاتی را از نظر فشارخون و بیماری‌های قلبی و عروقی ایجاد می‌کند سعی بر این است که تولید مواد کم‌چرب افزایش یابد. لذا برای اصلاح این عیب در پنیرهای کم‌چرب از جایگزین‌های چربی استفاده می‌شود که صمغ‌ها از آن دسته هستند. هنگامیکه از این مواد استفاده می‌شود رطوبت بیشتری در پنیر حفظ می‌شود و در نتیجه سختی آنها کمتر می‌شود. بنابراین استفاده از آنها باعث افزایش نسبت رطوبت به پروتئین می‌شود.

۳) گزینه ۲ صحیح می‌باشد.

شیر کامل دارای چربی بالایی است لذا هنگامیکه آن خشک می‌شود چربی آن خیلی زیاد می‌شود لذا در تولید این شیر خشک قبل از خشک کردن بایستی آنرا هموژنیزه نمایند تا از جدا شدن جلوگیری به عمل آید.

۴) گزینه ۲ صحیح می‌باشد.

بیشترین کاربرد غشاها در صنایع غذایی مربوط به صنایع لبنیات است این غشاها بایستی خصوصیات خاص داشته باشند تا برای این منظور بکار گرفته شوند. مهمترین این خصوصیات مقاومت به حرارت و مقاومت به رنج گسترده PH است.

۵) گزینه ۱ صحیح می‌باشد.

پس از عمل شستشو یا در کره‌های نمکی بعد از عمل نمک‌زنی، مالش دادن در همان دستگاه چرن با سرعت کمتری انجام می‌شود. در این مرحله مقدار آب تودهٔ کره روی ۱۶٪ تنظیم می‌شود. همین‌طور با عمل مالش دادن توزیع آب در بافت کره صورت می‌گیرد و به این ترتیب قطر ذرات آب به اندازه مطلوب می‌رسد قطر ذرات آب باید کمتر از μ_m ۱۰-۷ باشد هرچقدر قطر این ذرات بزرگتر باشد احتمال فساد در آن بیشتر صورت می‌گیرد.

پاسخ آزمون (سراسری – ۸۸)

۱) گزینه ۱ صحیح می‌باشد.

بدلیل ایجاد کمپلکس بین بتالاکتوگلوبولین و کاپاکازئین و اثر منفی آن بر تولید لخته و راندمان پنیرسازی سعی بر این است که حداقل شرایط پاستوریزاسیون برای شیر پنیرسازی استفاده شود. مناسب‌ترین دمای پاستوریزاسیون در روش 65°C Batch و 5 دقیقه و در روش مداوم 72^{oC} به مدت 15^{s} می‌باشد.

۲) گزینه ۳ صحیح می‌باشد.

از جمله عوامل موثر بر جداشدن چربی شیر در سپراتور یا دستگاه خامه‌گیر، سرعت کاسه سانتریفوژ است بطوریکه هرچقدر سرعت آن بیشتر باشد راندمان جداسازی افزایش می‌یابد. سرعت اکثر دستگاه‌های خامه‌گیری ۵۰۰۰-۴۰۰۰ دور در دقیقه است و در مقایسه با سانتریفوژهای ساخت قدیم که سرعت 3000 دور در دقیقه داشتند از راندمان بسیار خوبی برخوردار هستند. اگر سرعت دوران این سانتریفوژها بیش از حد افزایش یابد ممکن است مقدار بیشتری از کازئین شیر وارد خامه گردد. این موضوع باعث می‌شود که ماده خشک بدون چربی شیر پس چرخ کاهش یابد.

۳) گزینه ۳ صحیح می‌باشد.

PH، ۴/۶ نقطه ایزوالکتریک کازئین است لذا در این pH، کازئین تشکیل لخته می‌دهد و به صورت غیرمحلول درمی‌آید. در حالیکه سایر ترکیبات ازته شیر به صورت محلول می باشند. به همین دلیل میزان ازت محلول در PH=۴/۶ در پنیر، شاخص مواد ازته غیر کازئینی می‌باشد.

۴) گزینه ۲ صحیح می‌باشد.

همانطوریکه در سوالات قبل توضیح داده شد در پنیرهای کم‌چرب برای تنظیم سختی بافت پنیر از جایگزین‌های چربی استفاده می‌شود یکی از این جایگزین‌ها صمغ‌ها هستند. این ترکیبات با جذب آب باعث کاهش سختی بافت پنیر شده و مطلوبیت این‌گونه پنیرها را افزایش می‌دهند بنابراین در میان گزینه‌های نام برده فقط کتیرا یک نوع صمغ می‌باشد و می‌تواند بدین منظور استفاده گردد.

۵) گزینه۲ صحیح می‌باشد.

از موازنه جرم استفاده می‌کنیم:

چربی خامه + چربی شیر پس چرخ = چربی شیر استاندارد

$$(84\times\%39)+(X\times\%2)=((84+X)\times\%3)\Rightarrow$$

$$X=1080kg$$ شیر پس چرخ

۶) گزینه ۲ صحیح می‌باشد.

دناتوره شدن پروتئین‌های محلول در آب‌پنیر علت کمتر حل شدن شیرخشک تهیه شده به روش غلطکی در آب می‌باشد.

۷) گزینه ۱ صحیح می‌باشد.

ترمیزاسیون فرآیندی است که در دمای 65^{oC} برای چند ثانیه اعمال می‌شود همانطوریکه دیده می‌شود این مقدار دما برای از بین بردن میکروبهای بیماریزا در شیر کافی نیست بنابراین ترمیزاسیون به هیچ وجه نمی‌تواند جایگزینی پاستوریزاسیون شود.

۸) گزینه ۴ صحیح می‌باشد.

فرآیندهای معکوس فرآیندی است که در آن بیشترین فشار برای انجام فیلتراسیون نسبت به فرآیندهای دیگر غشایی نیاز می‌باشد. لذا با توجه به این موضوع Hyperfiltration به سیستم Ro اطلاق می‌شود.

۹) گزینه ۳ صحیح می‌باشد.

Clarification فرآیندی است که با استفاده از دستگاه کلاریفایر انجام می‌شود. این دستگاه با استفاده از نیروی گریز از مرکز مواد ناخالصی ریز یا جامد را خارج می‌کند. این دستگاه شبیه به خامه‌گیر است ولی در آن دیسک یا بشقاب وجود ندارد و سرعت آن ۴۰۰۰-۳۰۰۰ دور در دقیقه است. مواد خارجی به جداره داخلی کلاریفایر می‌چسبند و یک توده گل مانند خاکستری رنگ را تشکیل می‌دهند.

۱۰) گزینه ۴ صحیح می‌باشد.

در بعضی از کشورها قبل از مایه‌زنی مقداری نیترات اضافه می‌شوند این ماده بدلیل جلوگیری از رشد باکتریهای کلستریدیوم از تخمیر دیررس جلوگیری می‌کند.

منابع

۱ـ احسانی، محمدرضا (۱۳۸۲). جزوه درسی صنایع لبنیات برای دوره کارشناسی رشته علوم و صنایع غذایی. گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی دانشکده کشاورزی. دانشگاه تهران، چاپ نشده.

۲ـ اوربای، آنکورژول، (۱۳۷۵). تکنولوژی شیر و فرآورده‌های لبنی، مترجم: علی مرتضوی و همکاران. انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.

۳ـ تعمیم، ای.وای؛ آر.کی. رابینسون. (۱۳۷۹). تولید پنیرفتا. مترجم: حمید بهادر قدوسی و همکاران، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.

۴ـ دخانی، شهرام، (۱۳۷۹). جزوه درسی صنایع لبنیات برای دوره کارشناسی رشته علوم و صنایع غذایی. گروه علوم و صنایع غذایی دانشکده کشاورزی صنعتی اصفهان. چاپ نشده.

۵ـ کریم، گیتی، (۱۳۷۴). شیر و فرآورده‌های آن، انتشارات دانشگاه تهران.

۶ـ مرتضوی، علی، (۱۳۷۹). جزوه درسی صنایع لبنیات برای دوره کارشناسی رشته علوم و صنایع غذایی گروه علوم و صنایع غذایی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد. چاپ نشده.

۷ـ هاردینگ، اف . (۱۳۸۰). بهبود و کیفیت شیر. مترجم: شهریار دبیریان و لادن ربیعی. ناشر نوربخش.

8 – Early, Ralph. (1992). The Technology of Dairy products. Blackie Academic and Professional.

9- Fox, P.F. (1997). Advanced Dairy chemistory. Vol.3. Secand dition. Chapman and Hall

یادداشت