

فصل دوم

فساد و تقلبات شیر

هدف های رفتاری : در پایان این فصل، فراگیر باید بتواند :

- ۱- علت فساد شیر را توضیح دهد.
- ۲- انواع تقلبات شیر را توضیح دهد.
- ۳- ضمن آزمایش شیر، تقلبات آن را در آزمایشگاه تشخیص دهد.
- ۴- از گاوداری های صنعتی بازدید به عمل آورد و از مراحل تولید و نگهداری شیر، گزارش تهیه و تحویل نماید.

- ۲-۱- فساد شیر
 - باکتری های مولد اسید لاکتیک
 - باکتری های موجود در شیر- - باکتری های کلیفرم
- ۲-۲- میکروبیولوژی شیر - قارچ ها
 - باکتری های مولد اسید بوتیریک
 - باکتری های مولد اسید پروپیونیک
 - باکتری های مولد فساد
- ۲-۳- آلودگی شیر
 - آلودگی خارجی _____ - از طریق پوست
 - کارگران
 - آلودگی داخلی - تجهیزات و وسایل
 - هوا
 - آب
- ۲-۴- راه های جلوگیری از آلودگی شیر
- ۲-۵- تقلبات شیر _____
 - گرفتن خامه یا چربی از شیر یا افزودن شیر پس چرخ
- ۲-۶- راه های کشف تقلب در شیر
- ۲-۷- تقلبات مضاعف

۱-۲- فساد شیر

وقتی شیر از پستان حیوان سالم ترشح می‌گردد، سترون^۱ است، اما در هنگام خروج از پستان به وسیله‌ی میکروارگانیسم‌هایی که از محیط خارج وارد مجاری پستان می‌گردند آلوده می‌شود. در ورم‌های پستانی و عفونت‌ها، شیر به شدت توسط میکروارگانیسم‌ها آلوده می‌شود و آن را برای مصرف نامناسب می‌سازد.

در زیر، نمونه‌هایی از فساد شیر که موجب غیر قابل مصرف شدن آن می‌شود، از نظر می‌گذرد.

۱- ترش شدن شیر در اثر به وجود آمدن اسیدلاکتیک

۲- وجود حباب‌های گاز در شیر

۳- وجود لخته در شیر در اثر فعالیت آنزیم‌های پروتئولیتیک

۴- رشته‌ای یا کش‌دار شدن شیر

۵- تشکیل خامه به صورت ذرات ریز و شکسته در سطح شیر

۶- ایجاد طعم کارامل و بوی بد در شیر

۲-۲- میکروب شناسی شیر

منظور از میکروبیولوژی شیر مطالعه موجودات ذره‌بینی شیر است که آن‌ها را فقط با میکروسکوپ می‌توان دید. در شیر علاوه بر باکتری‌ها، قارچ‌ها نیز دیده می‌شوند. میکروب شناسی شیر برای تمام کسانی که با بهداشت و صنایع شیر و فرآورده‌های آن ارتباط دارند حائز اهمیت است. شیر به علت دارا بودن ترکیبات مختلف، محیط مناسبی برای نشوونمای بسیاری از میکروب‌های بیماریزا، غیر بیماریزا و مفید می‌باشد.

۱-۲-۲- باکتری‌های موجود در شیر: در یک دامداری بهداشتی ممکن است تعداد

باکتری‌های شیر از چند هزار در هر میلی‌لیتر تجاوز نمایند ولی در صورتی که موازین بهداشتی و سرد کردن شیر مورد توجه قرار نگیرد تعداد باکتری‌ها از چند میلیون در هر میلی‌لیتر تجاوز خواهد نمود. شیری که بسیار خوب تهیه شود و کیفیت بهداشتی عالی داشته باشد حاوی کم‌تر از $100/000$ میکروارگانیسم در هر میلی‌لیتر است. سرد کردن سریع شیر (کم‌تر از $4^{\circ}C$) در کیفیت شیر بسیار مؤثر است، زیرا باعث کندی رشد میکروارگانیسم‌های موجود و در نتیجه بالا بردن قابلیت نگهداری آن می‌گردد.

بعضی از باکتری‌ها همیشه در شیر وجود ندارند ولی می‌توانند در شیر زنده مانده، تکثیر یابند.

۱- بدون میکروب

باکتری‌هایی که در شیر وجود دارند عبارت‌اند از :

باکتری‌های اسیدلاکتیک : این باکتری‌ها همه‌جا در طبیعت یافت می‌شوند. این گروه شامل کوسکی‌ها و باسیل‌ها هستند که اغلب در دمای 7°C از بین می‌روند و از لاکتوز به‌عنوان منبع کربن استفاده کرده و آن را به اسیدلاکتیک تبدیل می‌کنند. اکثر این باکتری‌ها بین $5/5$ تا $1/5$ درصد اسیدلاکتیک تولید کرده، برای رشد خود به مواد ازته آلی نیاز دارند که آن را با تجزیه‌ی کازئین شیر توسط آنزیم تهیه می‌نمایند. دی‌اکسیدکربن که نتیجه‌ی تخمیر اسیدسیتریک و لاکتوز با باکتری‌های مولد اسیدلاکتیک در فرآیند پنیرسازی است باعث تولید چشمک‌ها یا حفره‌های پنیر می‌گردد. وجود دی‌اکسیدکربن باعث ایجاد طعم مخصوصی در مایه‌های مورد استفاده در صنایع شیر و فرآورده‌های تخمیری آن می‌شود.

کلیفرم‌ها : این باکتری‌ها هوازی اختیاری هستند و درجه دمای مناسب برای رشد آن‌ها 37°C است. این باکتری‌ها که در روده‌ها، مدفوع، خاک، آب آلوده و گیاهان یافت می‌شوند، لاکتوز را به اسیدلاکتیک، دی‌اکسیدکربن و هیدروژن تبدیل می‌نمایند. پروتئین‌های شیر را تجزیه نموده، سرانجام باعث بروز بو و طعم نامطبوع در شیر می‌گردند. بعضی از انواع این باکتری‌ها مسئول ورم پستان می‌باشند. باکتری‌های کلیفرم در صنعت پنیرسازی ایجاد مزاحمت نموده، طعم نامطبوع و گاز نسبتاً زیادی ایجاد می‌کنند که بافت پنیر را در ابتدای فرآیند آن نامناسب ساخته، سرانجام ایجاد بادکردگی در پنیر می‌نمایند. باکتری‌های کلیفرم در دمای پاستوریزاسیون (H.T.S.T.)^۱ از بین می‌روند و به‌عنوان میکروارگانسیم‌های شاخص برای کنترل کیفی میکروبی شیر به‌طور روزمره مورد استفاده قرار می‌گیرد. وجود این باکتری‌ها در شیر پاستوریزه و لوله‌ها و وسایل بهسازی شیر که بعد از پاستوریزاتور قرار دارند نشان‌دهنده‌ی آلودگی بعدی است که مستلزم دقت بیش‌تر در نظافت و ضدعفونی کامل‌تر وسایل است.

باکتری‌های اسیدبوتیریک : معمولاً در طبیعت به فراوانی یافت می‌گردند و نظر به اینکه این گروه از میکروارگانسیم‌ها در خاک، گیاهان، مدفوع حیوانات، و غیره وجود دارند. از این‌رو به‌آسانی می‌توانند در شیر نفوذ کنند. باکتری‌های مولد اسیدبوتیریک تولید هاگ می‌کنند و بی‌هوازی درجه دمای مناسب برای رشد آن‌ها 37°C است.

نظر به این که شیر حاوی اکسیژن می‌باشد، این باکتری‌ها نمی‌توانند در آن به خوبی رشد کنند ولی پنیر شرایط بهتری را برای رشد آن‌ها فراهم می‌سازد، تخمیر بوتیریکی که در هفته‌های اولیه بعد از تهیه پنیر حاصل می‌گردد توسط آن گروه از باکتری‌های مولد اسیدبوتیریک که توانایی تخمیر لاکتوز را دارند ایجاد می‌گردد و گروه دیگری از باکتری‌های مولد اسیدبوتیریک است که لاکتات‌ها را تخمیر می‌نمایند،

این فرآیند تخمیر مقادیر زیادی دی‌اکسیدکربن، هیدروژن و اسیدبوتیریک تولید می‌کند و در نتیجه باعث تولید پنیر می‌گردد که دارای بافت تخمیری و ناصاف با مزه شیرین اسیدبوتیریک است.

باکتری‌های اسیدپروپیونیک^۱: این باکتری‌ها گونه‌های بسیاری از میکروارگانیسم‌ها را با ویژگی‌های متغیر تشکیل می‌دهند، ایجاد هاگ نمی‌نمایند و دمای مطلوب برای رشد آن‌ها حدود 30°C است، چندین گونه‌ی آن‌ها می‌توانند دمای پاستوریزاسیون (H.T.S.T) را تحمل کنند. این باکتری‌ها لاکتات را به اسیدپروپیونیک، دی‌اکسیدکربن و سایر محصولات تخمیر می‌نمایند و ایجاد چشمک‌ها یا حفره‌هایی در پنیر نموده، طعم خاصی به پنیر می‌بخشند.

باکتری‌های مولد فساد: این باکتری‌ها با ایجاد آزمون‌های هیدرولیزکننده‌ی پروتئین، آن را تجزیه و آمونیاک تولید می‌کنند. این نوع تجزیه را فساد می‌گویند. با این‌که بعضی از این باکتری‌ها در فرآیندهای شیر مورد استفاده قرار می‌گیرند، ولی اکثر آن‌ها در صنایع شیر ایجاد مزاحمت می‌نمایند. باکتری‌های این گروه می‌توانند به فرم هوازی و بی‌هوازی اختیاری رشد کنند، آن‌ها از طریق مدفوع، غذای خشک دام و آب وارد شیر می‌شوند، اغلب لیپاز تولید کرده چربی‌ها را هیدرولیز می‌نمایند.

۲-۲-۲ قارچ‌ها: قارچ‌ها گروهی از میکروارگانیسم‌ها می‌باشند که اغلب در طبیعت، گیاهان، حیوانات و انسان یافت می‌گردند. قارچ‌ها به دو گروه مخمرها و کپک‌ها تقسیم می‌شوند.

الف- مخمرها: مخمرها توانایی تجزیه پروتئین و چربی را دارند و هم‌چنین قادرند در اثر تخمیر، محلول قند را به الکل و گاز کربنیک تبدیل نمایند (مانند تهیه نان) مخمرها در محیط اسیدی بسیار خوب رشد می‌کنند و اغلب در فرآورده‌های اسیدی شیر مثل شیرهای تخمیر شده یافت می‌گردند. در دمای 30°C درجه سانتی‌گراد و در حضور اکسیژن خیلی خوب رشد می‌نمایند و در دمای پاستوریزاسیون از بین می‌روند.

مخمرها، از نظر صنایع شیر نامطلوب هستند زیرا باعث تخمیر شیر و فرآورده‌های آن شده، طعم و مزه آن را تغییر می‌دهند ولی گروهی از این میکروارگانیسم‌ها به‌طور دلخواه در فرآیندهای تخمیری شیر مورد استفاده قرار می‌گیرند.

ب- کپک‌ها: بیش‌تر کپک‌ها در اثر پاستوریزاسیون (H.T.S.T) از بین می‌روند و آلودگی شیر پاستوریزه ممکن است بعد از فرآیند ایجاد گردد. کپک‌ها معمولاً هوازی هستند و قادرند که در اسیدپتیه و دماهای بالا رشد کنند. وجود کپک‌ها در اغلب فرآورده‌های شیر نامطلوب است، چون طعم محصول را از بین برده، موجب تولید بوی بد می‌شوند. علاوه بر آن وقتی در سطح پنیر یا کره رشد نمایند باعث

۱- کشت خالص باکتری‌های مولد اسید پروپیونیک در تهیه پنیرهای امنتال (Emmenthal) مورد استفاده قرار می‌گیرد.

بدنمای آن‌ها شده که حکایت از کهنگی محصول دارد. در بین کپک‌ها جنس‌های مختلفی از نظر صنایع شیر اهمیت دارند که از آن جمله می‌توان جنس پنی‌سیلیوم^۱ و کپک شیر^۲ را نام برد.

۳-۲- راه‌های آلودگی شیر

میکروارگانسیم از دو طریق وارد پستان گردیده، در نتیجه باعث آلودگی شیر می‌شود:

۱- از محیط خارج و از طریق سر پستان: هر قدر عضله‌ی حلقوی سر پستان سالم‌تر و قوی‌تر باشد، میکروارگانسیم کم‌تری از خارج وارد پستان شده، کم‌تر شیر را آلوده می‌سازد. میکروب‌های بیماریزا و مولد ورم پستان نیز می‌توانند از طریق سر پستان وارد پستان شوند.

۲- از محیط داخلی بدن حیوان شیردهنده: بعضی از میکروارگانسیم‌های بیماریزا مثل میکروب سل و تب مالت ممکن است از طریق خون به پستان برسند و سپس وارد شیر گردند.

آلودگی شیر از محیط خارج

آلودگی شیر از این راه شدیدتر از آلودگی پستانی می‌باشد.

راه‌های مختلف آلودگی شیر از محیط خارج عبارت‌اند از:

۱- آلودگی از طریق پوست حیوان شیرده.

۲- آلودگی به واسطه‌ی کارگرانی که شیر را جابه‌جا می‌کنند و با آن سر و کار دارند.

۳- آلودگی از طریق تجهیزات و وسایلی که شیر در آن‌ها تهیه و تبدیل می‌شود.

۴- آلودگی به واسطه‌ی هوای اصطبل و سالن شیردوشی.

۵- آلودگی شیر با آب‌های آلوده.

۴-۲- راه‌های جلوگیری از آلودگی شیر

رعایت اصول بهداشتی به هنگام شیردوشی تأثیر قاطعی در وضع یا کیفیت شیر دارد. از این رو، به منظور کاهش بار میکروبی شیر و تهیه شیر بهداشتی با حداقل آلودگی، رعایت نکات زیر قبل از شیردوشی، موقع شیردوشی و بعد از شیردوشی لازم و ضروری می‌باشد:

۱- سالم بودن افرادی که با شیر سروکار دارند: رعایت بهداشت فردی شامل پوشیدن

کلاه، چکمه، روپوش و شست‌وشو و ضدعفونی کردن دست‌ها شرط اساسی برای به‌دست آوردن شیر قابل اطمینان است.

۱- Penicillium

۲- Aospora

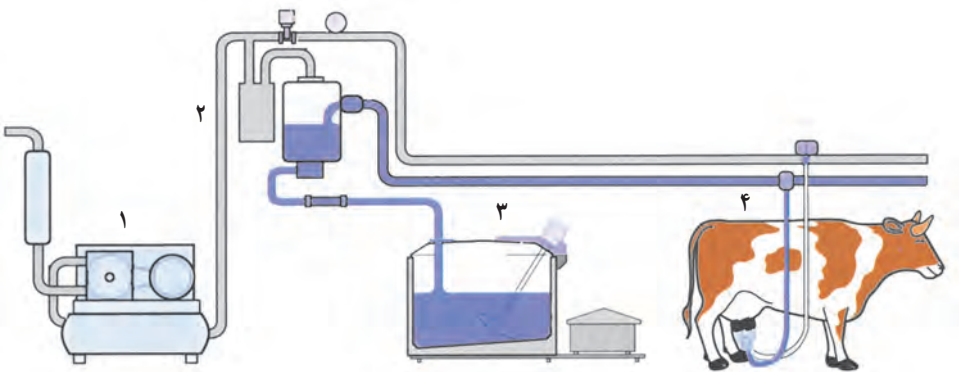
۲- تمیز و سترون سازی پیش و پس از شیردوشی دام : کثیف بودن پوست و پستان دام می تواند باعث آلودگی شیر شود. در صورت تمیز شدن کامل پستان گاو و استفاده از مواد ضدعفونی کننده بار آلودگی در حد قابل ملاحظه ای کاهش می یابد.



شکل ۲-۱

۳- ضدعفونی سر پستانک های ماشین شیردوشی : قبل از به کارگیری دستگاه برای شیردوشی دام دیگر، باید سر پستانک های ماشین را ضدعفونی کرد (شکل ۲-۱).

۴- صاف کردن شیر : در روش شیردوشی دستی به علت امکان آلودگی شیر با ذرات خارجی، صاف کردن شیر دوشیده شده، از ورود ذرات خارجی که در حین عمل شیردوشی با شیر همراه شده اند به درون ظرف نگهداری شیر، جلوگیری می کند. امروزه در دامداری های مدرن از روش مکانیکی شیردوشی استفاده می شود که در آن احتمال آلودگی شیر به مقدار بسیار زیادی کم می شود (شکل ۲-۲).



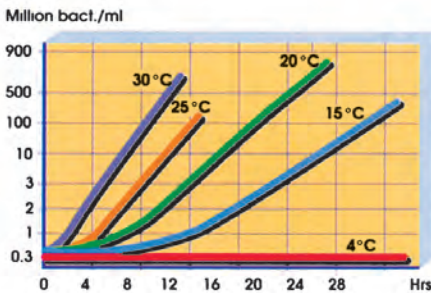
شکل ۲-۲ طرح عمومی لوله کشی یک سیستم شیردوش

۱- پمپ خلأ ۲- خط لوله خلأ ۳- مخزن خنک کننده شیر ۴- خط لوله شیر

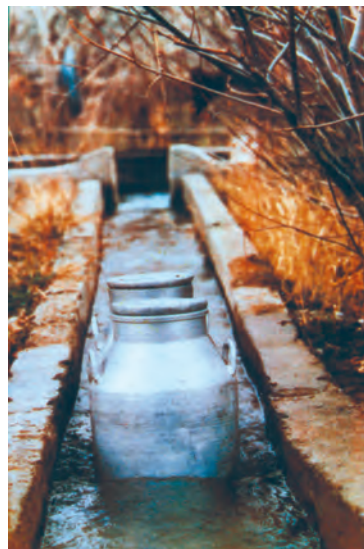
باید یادآوری کرد که صاف کردن شیر برای بهداشتی کردن آن که کاری مطلوب است کافی نیست، با صاف کردن شیر، فقط آلودگی‌های قابل رؤیت آن تفکیک می‌گردد. شیر سالمی که به وسیله‌ی دست یا منابع دیگر آلوده می‌شود پس از صاف کردن دیگر به حالت اولیه بر نمی‌گردد.

با هر ماده خارجی که وارد شیر می‌شود تعداد بی‌شماری باکتری همراه است که از بهترین صافی‌ها و پارچه‌ها نیز عبور می‌کنند. در تمیزترین و بهترین شرایط برای تولید شیر نمی‌توان از مقدار معینی آلودگی جلوگیری کرد و به‌طور کلی نمی‌توان در محل تولید شیر نسبت به صاف کردن اصولی شیر اقدام کرد. به مجرد این‌که یک ماده خارجی در شیر مشاهده شود باید بلافاصله و قبل از این‌که به اصطلاح خیس بخورد آن را جدا ساخت. برای صاف کردن شیر از پارچه‌های مخصوص یا صافی‌های پنبه‌ای استفاده می‌کنند، بهترین نوع آن‌ها صافی‌های پنبه‌ای فشرده‌ای هستند که بهتر است از طرف کارخانه‌ی لبنیات سازی تهیه شود و در اختیار دامداران قرار گیرد.

۵- سرد کردن شیر: برای جلوگیری از فساد شیر یا ترشیدن آن، باید دمای آن را بلافاصله بعد از شیردوشی در محل تولید و قبل از تحویل به کارخانه، پایین آورد. بهترین دما برای نگهداری شیر در محل تولید حدود 4°C است. راه‌های مختلفی برای خنک کردن شیر وجود دارد که ساده‌ترین آن‌ها قرار دادن ظروف شیر در مخازن بزرگ آب سرد است. در صورت امکان می‌توان برای خنک کردن شیر از آب جاری استفاده کرد (شکل ۳-۲). لازم به یادآوری است که در ضمن خنک کردن، باید ظروف شیر را متناوباً به هم بزنند تا شیر داخل ظرف مخلوط شود.



نمودار ۲-۱- نقش دما در سرعت رشد میکروارگانیسم در شیر خام



شکل ۲-۳

۶- تمیز کردن ظروف و دستگاه‌های شیردوشی: برای آن که شیر به دست آمده، عاری از آلودگی میکروبی باشد و با رعایت قواعد بهداشتی، سالم بماند باید در حفظ نظافت ظروف دستگاه‌های شیردوشی دقت مخصوص مبذول داشت.

با استفاده از مواد تمیزکننده و سترون کننده، می‌توان از هرگونه آلودگی و تکثیر باکتری‌ها جلوگیری کرد. در تمیز کردن دستگاه‌های شیردوشی رعایت نکات زیر ضروری است:

۱- برای تمیز کردن و سترون وسایل شیردوشی، به سه ظرف بزرگ نیاز است:

الف- ظرفی که حاوی آب سرد باشد.

ب- ظرفی که حاوی محلول گرم ماده‌ی تمیزکننده مانند محلول سود با غلظت مناسب باشد.

پ- ظرفی که دارای محلول سترون کننده (با غلظت مناسب) باشد.

۲- شست‌وشوی وسایل شیردوشی، باید به ترتیب با محلول‌های فوق و به مدت حداقل یک دقیقه در هر مرحله انجام گیرد.

۳- شست‌وشو با استفاده از دستگاه خلأ و داخل کردن سر پستانک‌ها در محلول‌های فوق انجام گیرد.

۴- موقع نظافت روزانه باید توجه داشت که هیچ مایعی بر روی قسمت‌های اصلی دستگاه نریزد.

۵- تمیز کردن اصولی باید در هر هفته انجام شود. برای این کار لازم است تمام قطعات را از یکدیگر جدا و پس از شست‌وشوی کامل با ماده‌ی تمیزکننده آن‌ها را دوباره به هم وصل کرد.

۶- قسمت‌های لاستیکی دستگاه را باید روزانه یک بار در محلول ماده‌ی تمیزکننده فرو برد و به خوبی شست‌وشو داد.

۷- بعد از سترون کردن، باید دستگاه را طوری قرار داد که آخرین قطعات محلول سترون کننده داخل آن بیرون بریزد.

۵-۲- تقلبات شیر

تقلب در شیر با گرفتن چربی آن، افزودن آب یا شیر پس چرخ^۱ یا انجام دادن هر دو کار با هم صورت می‌گیرد. بعلاوه اضافه کردن آب پنیر به شیر، مخلوط کردن شیرها با یکدیگر و اضافه کردن چربی‌های خارجی به شیر از جمله تقلبات شیر می‌باشد.

اگر به شیر آب اضافه شود چون دانسیته آب از شیر کم‌تر است وزن مخصوص آن کاهش می‌یابد. در

۱- شیری که چربی آن را گرفته باشند.

مقابل هر ۱۰ درصد آبی که به شیر اضافه می‌گردد وزن مخصوص آن حدود ۰/۰۳٪ واحد کم می‌شود. ولی در صورتی که خامه از شیر جدا شود چون وزن مخصوص خامه ۰/۹۵٪ می‌باشد وزن مخصوص شیر افزایش می‌یابد. برای تعیین وزن مخصوص شیر از وسایل زیر استفاده می‌گردد:

- ۱- پیکنومتر
- ۲- لاکتو دانسیومتر
- ۳- ترازوی وستفالد^۱

فعالیت عملی شماره (۱-۲)

از گاوداری‌های صنعتی بازدیدکنند و از مراحل تولید و نگهداری شیر گزارش تهیه و تحویل نمایند.

۲-۶-۲- تقلب مضاعف

وقتی همزمان، آب و شیر پس‌چرخ، به شیر اضافه شود و یا با گرفتن چربی و اضافه کردن آب وزن مخصوص شیر ثابت بماند در این صورت سنجش وزن مخصوص به‌تنهایی قادر به کشف تقلب نبوده و لازم است با استفاده از تعیین نسبت درصد چربی و ماده‌ی خشک یا آزمایش‌های دیگر تقلب را کشف نمود. وزن مخصوص شیرهای پرچربی معمولاً کم‌تر از ۱/۰۳۰ و وزن مخصوص شیرهای اواخر دوره‌ی شیردهی بیش‌تر از ۱/۰۳۳ است بدین‌جهت در موقع سنجش وزن مخصوص باید به این موضوع توجه نمود.

فعالیت عملی شماره (۲-۲)

اندازه‌گیری وزن مخصوص شیر به وسیله پیکنومتر
مواد و وسایل لازم: پیکنومتر ۵۰CC - ترازو با دقت ۰/۰۱ گرم - آب
مقطر-الکل - استن - شیر
روش کار:
ابتدا نمونه شیر را هم‌زده و یکنواخت کنید تا چربی در همه‌ی نمونه پخش شود.

پیکنومتر را توسط الکل شست و شو دهید و چندین بار با آب مقطر بشویید و از استن برای خشک کردن آن استفاده کنید. سپس آن را داخل آون 105°C قرار دهید تا به وزن ثابت برسد و پس از خنک کردن در دسیکاتور توزین نمایید.

داخل پیکنومتر را با آب جوشیده شده سرد شده در دمای دلخواه پر کنید و سعی کنید حباب تولید نشود. سپس آن را توزین نمایید.

پیکنومتر را خالی کرده و آن را در آون خشک کنید.

شیر را در همان دمایی که آب را پر کرده‌اید داخل پیکنومتر بریزید و توزین نمایید.

با استفاده از فرمول زیر وزن مخصوص را محاسبه کنید.

$$\text{وزن پیکنومتر خالی} - \text{وزن پیکنومتر و شیر} = \frac{\text{وزن مخصوص}}{\text{وزن پیکنومتر خالی} - \text{وزن پیکنومتر و آب مقطر}}$$

فعالیت عملی شماره (۲-۳)

تقلبات شیر

مواد و وسایل لازم: شیر ۵ کیلوگرم - شیر پس چرخ ۱ کیلوگرم - لاکتودانسیمتر -

ترازو

- وزن مخصوص ۵ کیلوگرم شیر را بدست آورید.

- آن را دما دهید و بگذارید تا خنک شود.

- مقداری از خامه جمع شده در سطح شیر را بگیرید.

- با لاکتودانسیمتر مجدداً وزن مخصوص شیر را بدست آورید.

- شیر باقی مانده را وزن کنید و به آن یک کیلوگرم شیر پس چرخ اضافه کنید.

- وزن مخصوص آن را دوباره بدست آورید.

- تغییرات وزن مخصوص را در هر مرحله یادداشت کنید.

- از روی تغییرات وزن مخصوص میزان تقلب در چربی را مشخص کرده و

گزارشی تهیه و به مربی خود تحویل دهید.

فعالیت عملی شماره (۲-۴)

اندازه‌گیری وزن مخصوص شیر به وسیله لاکتودانسیمتر

مواد و وسایل لازم: لاکتودانسیمتر - دماسنج جیوه‌ای - استوانه مدرج ۲۵۰

تا ۳۰۰ میلی‌لیتری بن ماری

روش کار:

ابتدا نمونه شیر را در بن ماری $35-40^{\circ}\text{C}$ گرم نموده و شیر را یکنواخت کنید.

شیر را تا 20°C خنک نموده حباب‌های گاز نیز خارج می‌گردد.

شیر را داخل استوانه مدرج بریزید به طوری که $\frac{2}{3}$ آن پر شود و دقت کنید که تولید

کف نشود.

لاکتودانسیمتر را به آرامی داخل شیر درون استوانه رها کنید.

آن قدر شیر داخل استوانه بریزید تا سطح شیر به دهانه استوانه برسد و پر شود.

چند دقیقه صبر کنید تا لاکتودانسیمتر ثابت بماند.

دمای دماسنج را خوانده و درجه لاکتودانسیمتر را در قسمتی که هم‌تراز شیر

است بخوانید. ستون مدرج لاکتودانسیمتر از 20° تا 40° درجه بندی شده است و معادل

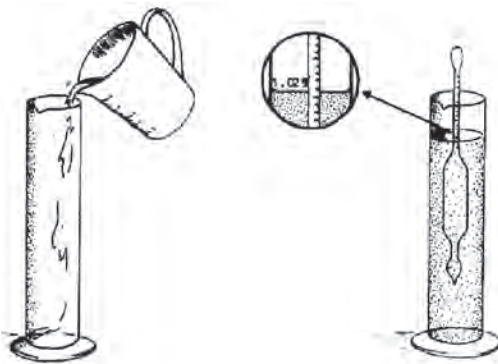
وزن مخصوص $1/20$ تا $1/40$ در 20°C می‌باشد. اگر دمای شیر بیش‌تر یا کم‌تر از

20°C بود به ازای هر یک درجه افزایش یا کاهش 0.0002 به عدد به دست آمده اضافه

یا کم کنید.

به نمونه اصلی شیر 30°C آب اضافه کنید و وزن مخصوص را در این حالت

اندازه‌گیری کنید و با حالت قبل مقایسه نمایید.



شکل ۲-۴ - اندازه‌گیری دانسیته

به وسیله لاکتودانسیمتر

برای مطالعه‌ی آزاد

در جدول‌های ۱-۲ و ۲-۲ ارتباط بین نسبت درصد چربی موجود در ماده خشک شیر و نسبت درصد ماده‌ی خشک بدون چربی شیر را با احتمال اضافه کردن آب نشان می‌دهد.

جدول ۱-۲

نسبت درصد چربی موجود در ماده‌ی خشک	احتمال گرفتن چربی شیر
بیش از ۲۷/۵ درصد	- احتمال گرفتن چربی موجود نیست.
۲۵ تا ۲۷/۵ درصد	- کشف تقلب میسر نیست.
۲۲/۵ تا ۲۵ درصد	- احتمال گرفتن چربی موجود است.
۲۰ تا ۲۲/۵ درصد	- احتمال گرفتن چربی شدید است.
کم‌تر از ۲۰ درصد	- چربی شیر یقیناً گرفته شده است.

جدول ۲-۲

نسبت درصد ماده‌ی خشک بدون چربی	احتمال اضافه کردن آب
- بیش از ۹ درصد	- احتمال اضافه کردن آب موجود نیست.
- ۸/۵ تا ۹ درصد	- کشف تقلب امکان پذیر نیست.
- ۸ تا ۸/۵ درصد	- مشکوک.
- ۷/۵ تا ۸ درصد	- احتمال اضافه کردن آب موجود است.
- ۷ تا ۷/۵ درصد	- احتمال اضافه کردن آب شدیداً موجود است.
- ۶/۵ تا ۷ درصد	- به شیر یقیناً آب اضافه شده است.

خودآزمایی فصل دوم ؟ ؟ ؟ ؟ ؟ ؟ ؟ ؟ ؟ ؟

- چهار نمونه از فساد شیر را بیان نمایید.
- تغییراتی را که باکتری‌های مولد اسید لاکتیک و باکتری‌های مولد فساد، در شیر ایجاد می‌نمایند شرح دهید.
- سه نمونه از تقلبات رایج در شیر را نام ببرید.
- طرق مختلف آلودگی خارجی شیر را بنویسید.
- تقلب مضاعف یعنی چه؟ توضیح دهید.

اصول نگهداری شیر

هدف های رفتاری : در پایان این فصل، فراگیر باید بتواند :

- ۱- اصول روش های نگهداری شیر را شرح دهد.
- ۲- روش های تهیه شیرخشک را توضیح دهد.
- ۳- از کارخانجات شیر بازدید به عمل آورد و از مراحل مختلف پاستوریزاسیون و استریلیزاسیون و تغلیظ شیر و تولید شیرهای خشک گزارش تهیه و تحویل نماید.

- ۱-۳ روش های سالم سازی حرارتی شیر
- پاستوریزاسیون
- استریلیزاسیون

– تعریف

- ۲-۳ پاستوریزاسیون
- هدف

– ارزش غذایی شیر پاستوریزه

- ۳-۳ روش های پاستوریزاسیون
- پاستوریزاسیون در دمای بالا و زمان کوتاه
- پاستوریزاسیون سریع

– دریافت شیر

– صاف کردن

- ۴-۳ مسیر شیر در کارخانه
- سرد کردن

– نگهداری شیر خام در تانک ذخیره

– بخش پاستوریزه کردن

- تعریف

۳-۵- استریلیزاسیون - استریلیزاسیون پیش از بسته بندی
- استریلیزاسیون پس از بسته بندی

۳-۶- تأثیر فرآیند حرارتی بر ارزش غذایی شیر

- تعریف

- ویژگی های ماده اولیه

۳-۷- تغلیظ شیر - عملیات ابتدایی در تولید

- شیر غلیظ شده غیر شیرین

- انواع شیرهای کندانسه

- شیر غلیظ شده شیرین

- انواع شیر خشک

- ترکیب

- روش استوانه یا غلتک

- روش اسپری ← روش

- شیر خشک فوری شده

- روش های تهیه شیر خشک

۳-۸- شیرهای خشک

- ارزش غذایی

۳-۱- پاستوریزاسیون

۳-۱-۱- تعریف پاستوریزاسیون : پاستوریزاسیون عبارت است از دما دادن یک ماده

غذایی (غذاهای مایع) در درجه دمای معین و مدت معین و سپس سرد کردن سریع آن.

۳-۱-۲- هدف از پاستوریزاسیون : هدف پاستوریزاسیون از بین بردن تمام عوامل

بیماری زا و کاهش تعداد میکروب های غیربیماری زا می باشد.

۳-۲- مسیر شیر در کارخانه ی شیر پاستوریزه

شیر پس از تولید، جمع آوری و حمل، مراحل زیر را در کارخانه شیر پاستوریزه طی می نماید :

۱- دریافت شیر خام

۲- صاف کردن

۳- سرد کردن

۴- نگهداری شیرخام در تانک‌های ذخیره

۵- پاستوریزاسیون شیر

۱-۲-۳- دریافت شیرخام : در این قسمت شیر خام با وسایل مختلف از قبیل بیدون

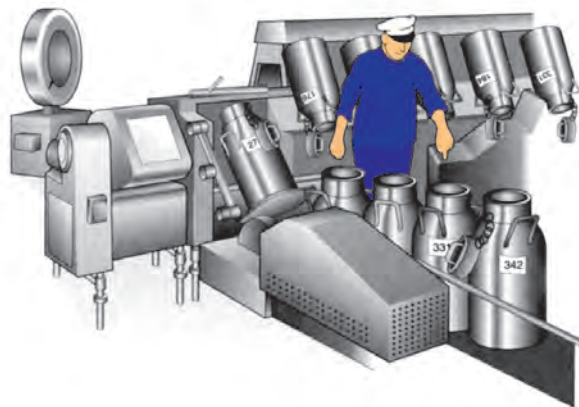
و کامیون مخصوص حمل شیر وارد کارخانه شده، دریافت می‌گردد. درموقع دریافت شیرخام موارد آزمون‌های زیر انجام می‌شود.



شکل ۲-۳- جمع‌آوری شیر در مخزن، در دامداری



شکل ۱-۳- تحویل شیر به مراکز جمع‌آوری



شکل ۳-۳- محل دریافت شیر در داخل بیدون براساس سیستم وزن‌سنجی

الف - آزمون حواس سنجی

به وسیله‌ی حواس می‌توان بسیاری از معایب شیر را تشخیص داد. با مشاهده‌ی وضع ظاهری شیر می‌توان به خونی بودن، کثیف بودن، داشتن آب اضافی، یا وجود ذرات لخته‌مانند در آن پی‌برد. به دلیل احتمال آلودگی شیر به میکروب‌های بیماری‌زا چشیدن شیر قبل از سالم‌سازی توصیه نمی‌شود.

ب - آزمایش قدرت اسیدی (تعیین درجه‌ی ترشی یا اسیدیته شیر)

واکنش شیر تازه و معمولی کمی بعد از دوشش اسیدی ضعیف یا خنثی است ولی در اثر دمای مساعد و فعالیت پاره‌ای از میکروب‌ها، لاکتوز شیر به اسیدلاکتیک تبدیل شده و در نتیجه واکنش شیر به طرف اسیدی گرایش می‌یابد و چنانچه مقدار اسیدی به حد معینی برسد، منجر به انعقاد شیر می‌گردد. دما، آلودگی خارجی و زمان باعث افزایش سرعت این عمل می‌گردند بنابراین تعیین درجه‌ی اسیدیته‌ی شیر حالت تازگی و کهنگی و نحوه‌ی تولید و نگهداری شیر را به خوبی نشان می‌دهد.

سنجش اسیدیته‌ی شیر به‌خصوص در مورد شیرهایی که برای پاستوریزاسیون و استریلیزاسیون وارد کارخانه می‌گردند فوق‌العاده حایز اهمیت است. هم‌چنین در پنی‌سازی تعیین ترشی دارای اهمیت زیادی است زیرا شیر ترش برای تهیه‌ی پنیر چندان مناسب نیست. برای سنجش اسیدیته شیر از روش‌هایی مثل آزمایش با کاغذ تورنسل، آزمایش جوش، آزمایش الکل و تیتراسیون با سود استفاده می‌کنند.

فعالیت عملی شماره (۱-۳)

اندازه‌گیری اسیدیته شیر به وسیله تیتراسیون با سود

اساس کار خنثی کردن اسیدلاکتیک موجود شیر توسط سود با غلظت معین می‌باشد.

مواد و وسایل لازم: سود ۱/۰ نرمال - معرف فنل فتالین - پی‌پت - ارلن

۱۰۰ CC بورت - شیر

روش کار:

۱۰۰ CC شیر را داخل یک ارلن ۱۰۰ میلی لیتری بریزید.

۱۰۰ CC آب مقطر جوشیده سرد شده که گازهای آن خارج شده باشد به شیر اضافه

کنید.

۳ تا ۴ قطره معرف فنل فتالین به آن اضافه کنید.

محلول را با سود ۱/۰ نرمال تا ظهور رنگ صورتی کم‌رنگ که ۳۰ ثانیه پایدار

بماند تیترا کنید.

اسیدیته را برحسب اسیدلاکتیک بر طبق فرمول زیر محاسبه کنید :

$$\% \text{ اسیدیته} = \frac{100 \times 0.009 \times \text{میلی لیتر سود مصرفی بورت}}{\text{حجم نمونه}}$$

نکته : ۱ میلی لیتر سود ۰/۱ نرمال معادل ۰/۰۰۹ گرم اسیدلاکتیک می باشد.

پ – تعیین کیفیت میکروبی شیر خام

براساس استانداردهای مربوط به شیر و فرآورده‌های آن، شیر خام را از لحاظ تعداد میکرورها به دو درجه طبقه‌بندی می‌کنند :

الف – شیر خام ممتاز : شیری است که معمولاً برای تولید شیر پاستوریزه ممتاز به کار رفته و تعداد میکرورهاى آن هنگام تحویل به کارخانه در هر سانتی‌متر مکعب از ۱۰۰۰۰۰ تجاوز ننماید.

ب – شیر خام : شیر خام معمولی شیری است که برای تولید شیر پاستوریزه معمولی به کار می‌رود.

روش‌های شمارش میکرورهاى شیر : روش‌های شمارش میکرورهاى شیر شامل سه دسته آزمایش‌های کلی زیر می‌باشند :

۱- شمارش میکروبی روی محیط‌های جامد

۲- شمارش میکروبی مستقیم (شمارش مستقیم میکروسکوپی)

۳- تعیین بار آلودگی میکروبی شیر با استفاده از خاصیت احیای رنگ (شمارش غیرمستقیم) متیلن آبی و رزازورین (آزمون‌های سریع).

۱- آزمایش متیلن آبی : متیلن آبی بهترین ماده‌ای است که برای آزمایش میکروبیولوژیکی شیر خام به کار برده می‌شود. مزیت آزمایش متیلن آبی ساده بودن، ارزان بودن، سهولت تهیه‌ی مجدد آن و پیدا کردن سریع کیفیت بد یا آلودگی شیر است. این آزمایش تعداد میکرورهاى موجود در شیر را به‌طور غیرمستقیم تعیین می‌نماید.

اساس آزمایش متکی به رشد و نمو میکرورها و مصرف اکسیژن محیط توسط آن‌ها می‌باشد. وقتی یک ماده‌ی رنگی مانند بلودومتیلن (متیلن آبی) به شیر اضافه گردد مصرف قسمتی از اکسیژن موجود در اثر فعالیت‌های تنفسی میکرورها باعث آزاد شدن مقداری تیدروژن می‌گردد و تیدروژن

با رنگ ترکیب شده، آن را احیا می‌نماید و بلودومتیلن بی‌رنگ می‌گردد. به‌طور کلی زمان احیای بلودومتیلن با تعداد میکروب‌های موجود در نمونه‌ی شیر نسبت عکس دارد. به‌عبارت دیگر، هر قدر تعداد باکتری‌های شیر زیادتر باشد بلودومتیلن زودتر احیا می‌گردد. و برعکس هر قدر شیر حاوی تعداد باکتری کم‌تری باشد مانند شیرهای پاستوریزه، عمل احیا دیرتر صورت می‌گیرد. شیری که بلودومتیلن را در فاصله‌ی کم‌تر از یک ساعت بی‌رنگ کند بسیار آلوده است و بین یک تا سه ساعت قابل قبول می‌باشد. شیری که بیش از سه ساعت معرف را احیا نماید دارای کیفیت خوبی است. چنان‌چه در هر سانتی‌متر مکعب شیر حدود ۲۰۰۰۰۰ باکتری وجود داشته باشد زمان لازم برای احیا تقریباً ۵/۵ ساعت خواهد بود.

۲- در صورت داشتن زمان کافی برای تعیین میکروب‌های شیر از کشت میکروبی روی محیط‌های جامد و یا از دستگاه‌های الکترونیک در کارخانجات بزرگ استفاده می‌شود.

۳- *آزمایش رزازورین*^۱: اساس این آزمایش شبیه آزمایش قبلی است ولی در این‌جا به‌جای بلودومتیلن از رزازورین به‌عنوان معرف رنگی استفاده می‌شود.

رزازورین در مراحل مختلفی که عمل احیا انجام می‌گیرد تغییر رنگ محسوسی از آبی تند تا بنفش، قرمز و بی‌رنگ می‌دهد.

ت- **تعیین درجه‌ی تمیزی شیر**: برای اجرای این آزمایش، احتیاج به یک دستگاه آزمایش شیر است. در این دستگاه، شیر از روی صافی‌های مخصوص عبور داده می‌شود، سپس صافی‌ها بر روی کاغذ سفید قرار می‌گیرند و پس از خشکاندن نسبت به آن‌ها قضاوت می‌شود. به این ترتیب که نسبت به تمیز بودن صافی، شیر را تمیز، قابل استفاده، یا کثیف می‌گویند.

ث- **اندازه‌گیری چربی شیر**: یکی از مهم‌ترین آزمایش‌هایی که در کارخانه‌های شیر انجام می‌شود، اندازه‌گیری چربی شیر است. در بیشتر کشورهای از جمله ایران، نسخه این آزمایش مبنای پرداخت قیمت شیر به دامدار خواهد بود. اهمیت این آزمایش آن است که نتایج به‌دست آمده از آن ارتباط مستقیم با وضع اقتصادی کارخانه دارد. اندازه‌گیری چربی با روش‌های آزمایشی ژربر^۲ و باب کاک^۳ انجام می‌گیرد که روش ژربر متداول‌تر است.

شست‌وشو و ضدعفونی شیردان‌ها: پس از نمونه‌برداری برای کنترل شیر، بیدون به‌وسیله‌ی دست یا به‌طور خودکار خالی می‌شود، بیدون‌ها با عبور از قسمتی که برای چکیدن آخرین قطرات شیر درست شده است، برای شست‌وشو و ضدعفونی به‌دستگاه شست‌وشو می‌رسد.

۱- Testresazurin

۲- Gerber

۳- Babcock

فعالیت عملی شماره (۲-۳)

اندازه‌گیری چربی شیر

مواد و وسایل لازم: بوتیرومتر - اسیدسولفوریک - الکل آمیلیک یا ایزوآمیلیک - سانتریفوژ - پی‌پت
برای اندازه‌گیری چربی شیر از دو روش: الف: ژربر، ب: باب کوک می‌توانید استفاده کنید.

روش ژربر سریع‌تر و متداول‌تر است. برای انجام این آزمایش از وسیله‌ای به نام بوتیرومتر می‌توانید استفاده کنید. بوتیرومتر برای اندازه‌گیری چربی شیر - پنیر - خامه و کره استفاده می‌شود. بوتیرومتر دارای یک مخزن استوانه‌ای و یک ستون مدرج است. تقسیم‌بندی ستون مدرج برحسب نوع بوتیرومتر متفاوت است طوری که بوتیرومتر شیر درجه‌بندی از صفر تا ۱۰ دارد و در خامه از صفر تا ۵۰ و در کره از صفر تا ۷۰ یا ۹۰ درجه‌بندی شده است.

برای انجام آزمایش

۱۰°C - اسید سولفوریک ۹۰ درصد با دانسیته ۱/۸۲ تا ۱/۸۴ را با پی‌پت برداشته و به داخل بوتیرومتر بریزید.

۱۱°C - شیر روی اسید داخل بوتیرومتر می‌ریزیم. ریختن شیر باید به آرامی صورت گیرد. چون دانسیته شیر از دانسیته اسید کم‌تر است لذا در روی اسید قرار می‌گیرد.

- یک سی‌سی الکل آمیلیک یا ایزوآمیلیک که دانسیته آن ۰/۸۳ تا ۰/۸۴ است اضافه کنید.

- الکل روی شیر قرار می‌گیرد. نقش الکل جلوگیری از سوخته شدن نمونه توسط اسید است.

- دهانه بوتیرومتر را کاملاً خشک کرده و آنرا ببندید.

- آنرا به آرامی تکان دهید.

- سپس بوتیرومتر را داخل دستگاه سانتریفوژ قرار داده و سرعت چرخش دستگاه



را روی ۱۰۰۰ تا ۱۱۰۰ دور در دقیقه تنظیم کنید.

– عمل سانتریفوژ کردن را ۵ دقیقه ادامه دهید.

– مدت ۱-۵ دقیقه در حمام آب در دمای ۷۵°-۶۵° سانتی گراد

قرار دهید.

– عدد درصد چربی را از روی ستون مدرج قرائت کنید.

گزارشی از فعالیت عملی یاد شده تهیه و به مربی تحویل دهید.

برای سهولت و سرعت کار در کارخانه‌ها، از ماشین‌های خودکار استفاده

می‌کنند. برای شست‌وشوی مؤثر بیدون‌ها ابتدا آن‌ها را با آب سرد و بعد با آب شکل ۴-۳ بوتیرومتر گرم شست‌وشو داده و پس از آن برای پاک شدن باقی‌مانده چربی و پروتئین شیر از محلول سود با غلظت حدود ۴-۳ درصد استفاده می‌شود. برای پاک شدن باقی‌مانده سود شست‌وشو با آب گرم ضروری است. سپس با روش‌های فیزیکی و شیمیایی کار سترون‌سازی بیدون‌ها انجام شده و در نهایت با آب تمیز شسته و خشک می‌شوند.

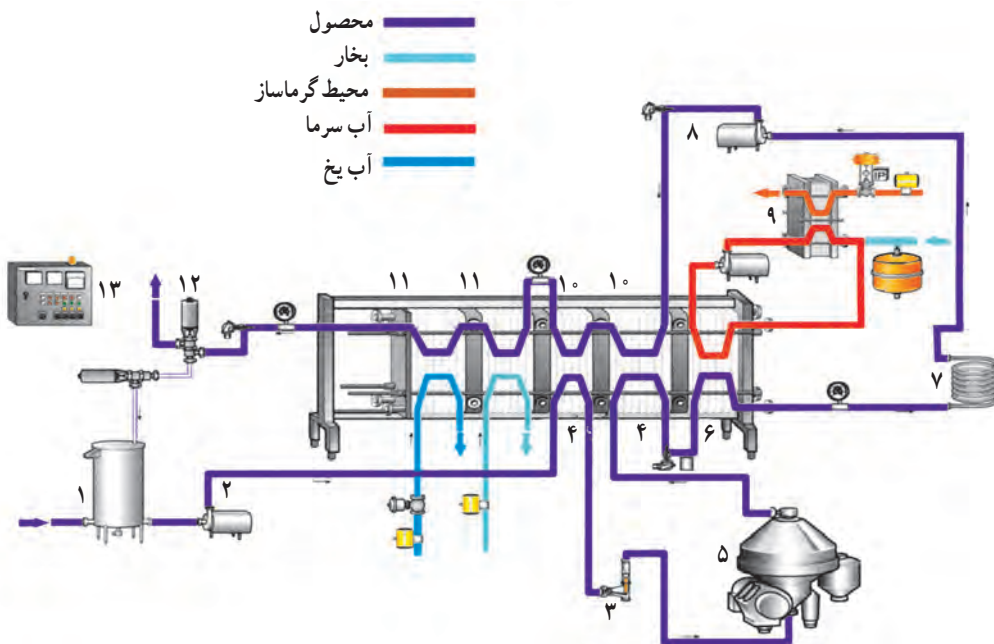
۲-۳-۲ صاف کردن شیر: شیر خامی که وارد کارخانه می‌گردد، حاوی تعدادی ذرات خارجی است که باید از این‌گونه ناخالصی‌ها صاف شود این عمل در دو مرحله صورت می‌گیرد بدین معنی که ناخالصی‌های بزرگ در موقع دریافت شیر به وسیله‌ی توری فلزی و ذرات و ناخالصی‌های کوچک‌تر با صافی پارچه‌ای یا سانتریفوژ از شیر گرفته می‌شوند.

۳-۲-۳ سرد کردن شیر: قبل از این‌که شیر خام وارد تانک‌های ذخیره گردد، باید درجه دمای آن پایین آید و در تمام مدتی که در تانک‌ها نگهداری می‌شود در شرایط سرما باقی بماند.

۴-۲-۳ نگهداری شیر در تانک‌های ذخیره: تانک‌هایی که برای ذخیره‌ی شیر خام به کار می‌روند از فولاد زنگ‌نزن ساخته می‌شوند و دارای همزن، گرماسنج و آینه‌ی دید می‌باشند. تانک‌هایی که جدیداً برای ذخیره شیر خام ساخته می‌شوند معمولاً افقی و استوانه‌ای هستند.

۵-۲-۳ بخش پاستوریزاسیون شیر: در روش پاستوریزاسیون در دمای بالا زمان کوتاه شیر از قسمت‌های زیر عبور می‌کند. (H.T.S.T)

۱- ظروف تراز: یا بالانس تانک، ظروف مخصوصی هستند که رابط مخزن ذخیره شیر خام و پاستوریزاتور می‌باشند و در نتیجه مقدار شیر ورودی به پاستوریزاتور را تنظیم می‌نمایند.

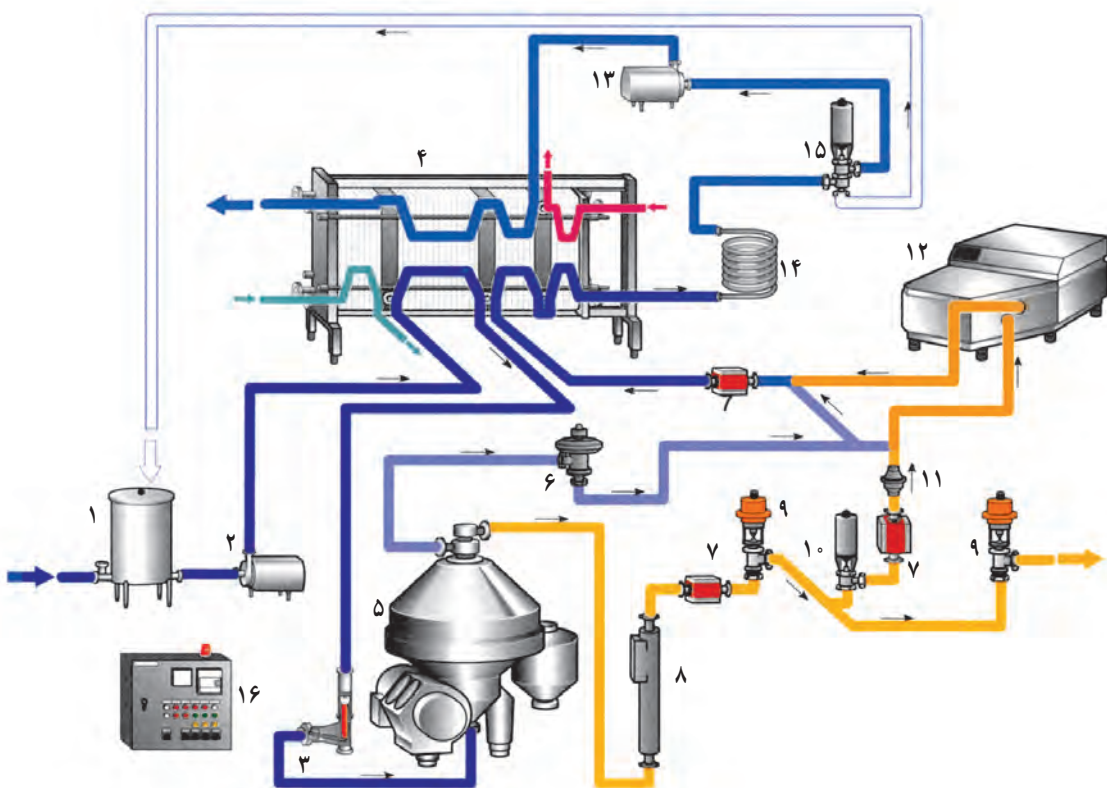


شکل ۵-۳- اجزای یک پاستوریزاسیون کامل

- | | |
|----------------------|---------------------------------|
| ۱- مخزن تعادل | ۲- پمپ تغذیه |
| ۳- کنترل کننده جریان | ۴- قسمت بازیابی دما، پیش گرم کن |
| ۵- سپراتور آشغال گیر | ۶- واحد گرمایی |
| ۷- لوله هولدر | ۸- پمپ تقویت کننده |
| ۹- سیستم آب داغ | ۱۰- قسمت بازیابی سرما |
| ۱۱- قسمت سردکننده | ۱۲- دریچه انحراف دهنده مسیر |
| ۱۳- تابلو کنترل | |

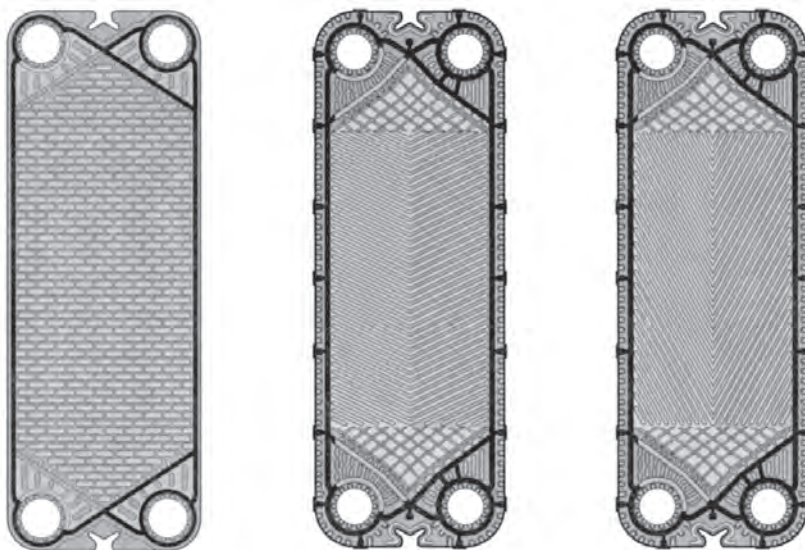
۲- پاستوریزاتور یا دستگاه تبادل دما: در واحد H.T.S.T دستگاه تبادل دما و پاستوریزاسیون از صفحات موج دار با فاصله کم و ساده ای که به آسانی قابل شست و شو و بازرسی می باشند تشکیل شده است. این صفحات ممکن است برای گرما دادن، سرد کردن، تبادل دما و یا عنوان اتاقک نگهداری به کار بروند، جنس صفحات مزبور از فلز ضد زنگ می باشد و شکل آنها مربع مستطیل است.

- شیر █
- خامه █
- شیر چربی گرفته █
- شیر استاندارد █
- محیط گرمازا █
- محیط سرمازا █
- جریان انحرافی █

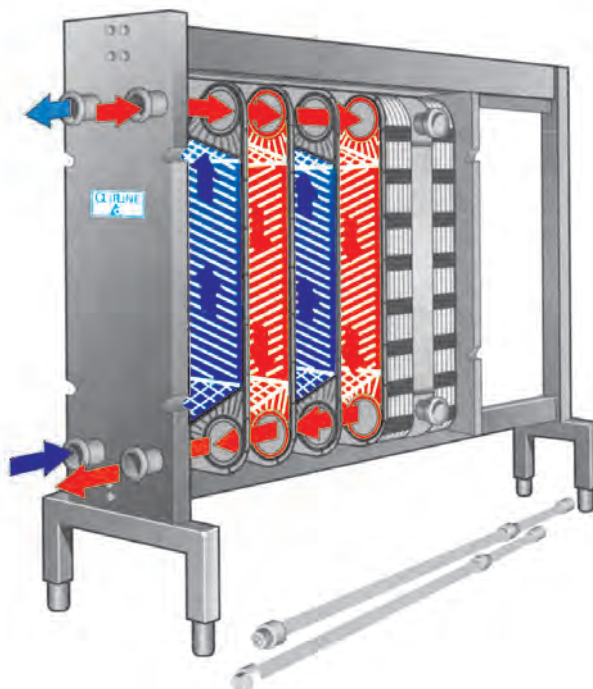


شکل ۳-۶ خط تولید شیر پاستوریزه و هموژنیزه

- ۱- مخزن تعادل ۲- پمپ تغذیه محصول ۳- کنترل کننده جریان ۴- تبادله کننده دما ۵- خامه گیر ۶- دریچه فشار نابت
 ۷- جریان سنج ۸- چگالی سنج ۹- دریچه تنظیم کننده ۱۰- دریچه مسدود کننده ۱۱- دریچه کنترل ۱۲- هموژن کننده
 ۱۳- پمپ تقویت کننده ۱۴- لوله هولدر ۱۵- دریچه انحراف جریان ۱۶- کنترل کننده فرایند



شکل ۷-۳- شکل دیواره‌ها و تبادل کننده‌های دما ممکن است بسته به نوع عملیات و نیازمندی‌های دمای محصول، تفاوت داشته باشد.



شکل ۸-۳- جریان‌های اصلی و تبادل دما در تبادل کننده دمای صفحه‌ای

پاستوریزاسیون شیر به روش (H.T.S.T): شیر خام از مخازن ذخیره‌ای به علت اختلاف سطح وارد ظرف تراز می‌شود (اگر مخازن ذخیره در سطح بالاتری قرار نداشته باشند این عمل با یک پمپ صورت می‌گیرد) و از طریق ظروف تراز نیز به کمک یک پمپ به طرف پاستوریزاتور جریان می‌یابد، پاستوریزاتورهای صفحه‌ای از سه قسمت تشکیل شده‌اند:

۱- قسمت اصلی پاستوریزاتور که در آن آب گرم جریان دارد.^۱

۲- قسمت اصلی خنک کردن شیر که در آن آب سرد صفر درجه جریان دارد.^۲

۳- قسمت تبادل دما^۳ که ممکن است شیر خام، فقط با شیر پاستوریزه و یا با آب و شیر پاستوریزه مجاور شود.

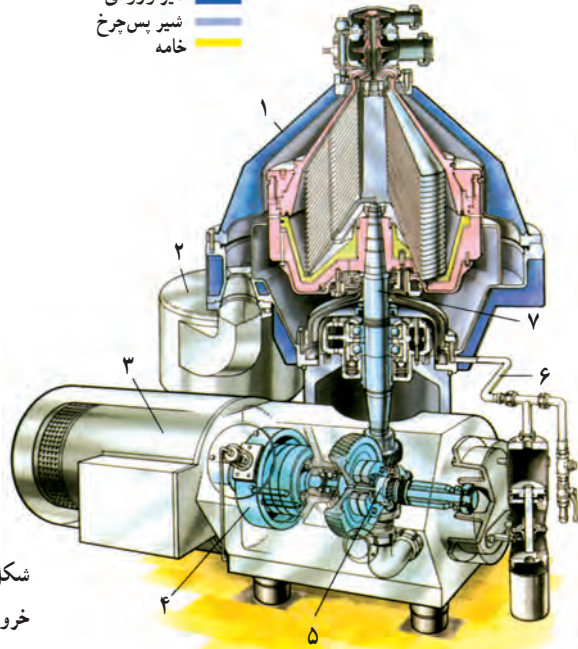
شیر خام با دمای 4°C از طریق ظروف تراز به کمک پمپ به قسمت تبادل حرارت پاستوریزاتور منتقل می‌شود. در این مرحله شیر سرد در مجاورت شیر پاستوریزه شده و گرم قرار می‌گیرد و دمای آن به حدود $57-68^{\circ}\text{C}$ می‌رسد. ممکن است شیر از این قسمت نیز برای همگن شدن گلبول‌های چربی به طرف همگن‌کننده برود. ولی چون در شیر هموژنیزه خط خامه تشکیل نمی‌شود و مردم هم علاقه به دیدن خامه روی سطح شیر دارند، در کارخانجات پاستوریزاسیون شیر این قسمت را حذف می‌کنند. بعد از این مرحله شیر گرم شده با آب داغ یا بخار آب مجاور می‌شود و دمای آن به 72°C می‌رسد. سپس شیر در قسمت نگهداری قرار می‌گیرد یعنی به مدت ۱۶ ثانیه در دمای 72°C باقی می‌ماند. پس از این مرحله در صورتی که دمای شیر از دمای مورد نظر کم تر باشد از طریق دریچه انحراف جریان شیر به صورت خودکار جریان قطع و شیر را به ظرف تراز هدایت می‌کند. اگر شیر به دمای مورد نظر رسیده باشد به قسمت تبادل دما وارد می‌گردد و حرارت آن در اثر مجاورت با شیر خام به حدود $32-39^{\circ}\text{C}$ می‌رسد. سپس شیر پاستوریزه شده به قسمت اصلی خنک کردن شیر که در آن آب سرد جریان دارد وارد می‌گردد و با استفاده از آب سرد دمای شیر را به 4°C می‌رسانند و سپس به تانک ذخیره شیر پاستوریزه وارد می‌گردد.

۱- Heating

۲- Cooling

۳- Regenerator

شیر ورودی
شیر پس چرخ
خامه

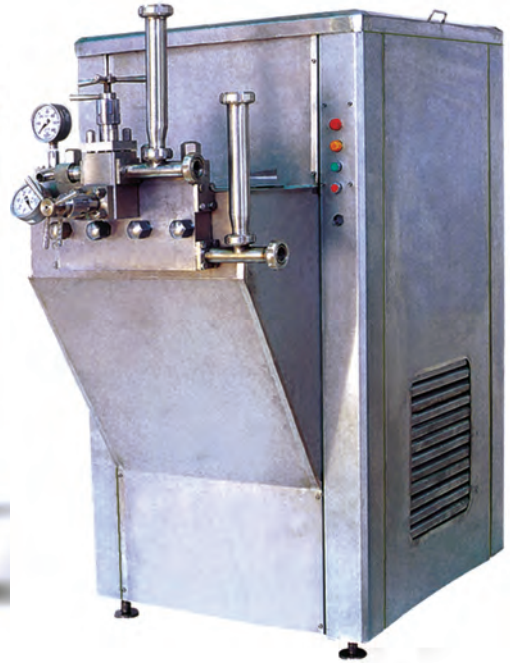


- ۱- کلاهک
- ۲- محفظه رسوب گیر
- ۳- موتور
- ۴- سیستم ترمز
- ۵- چرخ دنده
- ۶- سیستم آب متصل به دستگاه
- ۷- ناردان دوکی شکل بدنه

شکل ۹-۳- برشی مقطعی از بدنه با سیستم خروجی در یک نوع سپراتور بسته پیشرفته



شکل ۱۱-۳



شکل ۱۰-۳

۳-۳-۳ روش‌های مختلف پاستوریزاسیون

۳-۳-۱ پاستوریزاسیون سریع (فوری): در این روش دمای شیر را به‌طور خیلی سریع به حدود 85°C می‌رسانند و بلافاصله خنک می‌کنند با وجود این که زمان تأثیر از حدود ۲ ثانیه بیش‌تر نیست با این حال، بر روی بعضی ترکیبات شیر مانند لاکتوز و آلبومین اثر می‌گذارد.

۳-۳-۲ پاستوریزاسیون با دمای بالا و زمان کوتاه^۲ (H.T.S.T) یا دمای بالا، زمان کم: در این روش شیر در مدت کوتاه (۱۶-۱۵ ثانیه) دمای نسبتاً بالایی را دریافت می‌دارد (حدود 74°C - 71°C) پاستوریزاسیون H.T.S.T روش برگزیده‌ی امروز است و شیر را پس از پاستوریزاسیون بلافاصله تا دمای کم‌تر از 4°C سرد می‌کنند. دما و زمان فرآیند حرارتی برای سالم‌سازی شیر تابع میزان آلودگی شیر خام می‌باشد. هر چه میزان آلودگی بیش‌تر باشد دما و زمان لازم برای سالم‌سازی شیر بیش‌تر می‌باشد.

۳-۴ سترون‌سازی^۳ شیر

استریلیزاسیون شیر به معنی نابود کردن کلیه میکروب‌های بیماریزا و غیربیماریزا و اسپور^۴ آن‌ها می‌باشد.

فرآورده‌های استریلیزه دارای قابلیت نگهداری بسیار خوبی است و مدت زیادی در دمای محیط بدون تغییر نگهداری می‌شوند و شیرهای استریلیزه را می‌توان تا مسافتات دور توزیع نمود و برای موارد اضطراری ذخیره کرد. سترون‌سازی شیر در دمای بالا حدود 135°C تا 150°C به مدت ۲ تا ۵ ثانیه انجام می‌گیرد و به همین جهت این روش را روش فرادما^۵ می‌نامند که به روش زیر انجام می‌گیرد.

گویچه‌های بزرگ چربی پراکنده شده در شیر مانع انتقال یکنواخت دما شده و از نابودی کامل میکروب‌های موجود در شیر جلوگیری می‌کند. برای حل مشکل همگن کردن^۶ گویچه‌های چربی شیر

۱- Flash pasteurization

۲- High Temperature Short Time

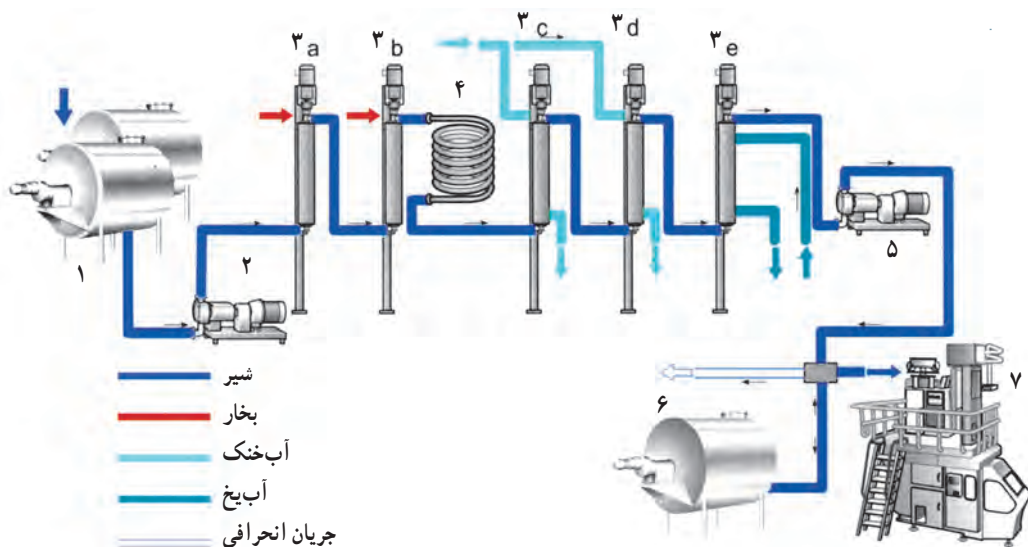
۳- Sterilization

۴- اشکال مقاوم میکروب را اسپور نامند.

۵- Ultra High Temperature

۶- همگن یا یکنواخت کردن چربی شیر (هموژنیزاسیون): همگن کردن یعنی خرد کردن مکانیکی چربی که در شیر به شکل گویچه‌هایی با اندازه‌های متفاوت وجود دارند وزن مخصوص چربی شیر (که برابر $950/1000$ است) کم‌تر از وزن مخصوص شیر (حدود $1030/1000$) می‌باشد از این رو، بعد از قراردادن شیر در محل ثابت و به حالت سکون، چربی آن تحت تأثیر نیروی به هم چسبیدن که در پوسته‌ی چربی وجود دارد با اتصال به همدیگر به تدریج در سطح شیر جمع می‌شود. سرعت جمع شدن بستگی به عوامل متعددی از جمله اندازه گویچه‌های چربی و دمای شیر دارد. هر چه اندازه‌ی گویچه‌های چربی بزرگ‌تر باشد سرعت جمع شدن آن‌ها بیش‌تر است در نتیجه‌ی همگن کردن تعداد موجود آن‌ها در هر سانتی‌متر مکعب شیر خیلی زیاد و رنگ شیر متمایل به سفید می‌شود. همگن کردن در مواد سفیده‌ای نیز مؤثر است و مدت انعقاد شیر





شکل ۱۲-۳ سیستم U.H.T غیر مستقیم بر اساس تبادل کننده تیغه تراش

- | | | |
|--------------------|---------------------|---------------------------------|
| ۱- مخزن محصول | ۲- پمپ تغذیه | ۳- تبادل کننده با سطح تیغه تراش |
| ۳a- قسمت پیش دما | ۳b- قسمت دمای نهایی | ۳c- قسمت خنک کننده |
| ۳d- قسمت خنک کننده | ۳e- قسمت خنک کننده | ۴- لوله هولدر |
| ۵- پمپ | ۶- مخزن آستیک | ۷- پرکن آستیک |

پیش از استریل کردن الزامی می باشد.

استریلیزاسیون با روش فرادما (U.H.T): استریلیزاسیون U.H.T به روش زیر می باشد:

۳-۵ بسته بندی شیر سترون

برای بسته بندی شیر استریلیزه از ظروف مقوایی چند لایه و یا کیسه های پنج لایه استفاده می شود. کارتن یا مقوای مورد مصرف برای بسته بندی شیر استریلیزه به صورت رل (قرقره) در محل خود

را تقلیل می دهد. همگن کردن با ماشین همگن کننده در دمای 60°C تا 80°C و تحت فشار 150 تا 300 اتمسفر در انژکتور یا شکافی که در دستگاه تعبیه شده انجام می شود.

از مزایای شیر همگن شده می توان به مزه ی بهتر، رنگ سفیدتر، جمع نشدن روی سطح شیر و پخش یکنواخت گویچه های چربی در تمام شیر که به هضم بهتر آن کمک می کند می توان اشاره کرد. و از معایب آن می توان به هزینه ی بالای تولید، حساسیت بیش تر در برابر نور و افزایش سرعت اکسیداسیون و فساد چربی اشاره کرد و در ضمن از شیر همگن شده می توان خامه گیری کرد.

در دستگاه‌های پرکن قرار می‌گیرد و در موقع بسته‌بندی ابتدا سطح داخل کارتن که از جنس پلی‌اتیلن است به وسیله آب اکسیژنه ضد عفونی شده و سپس با استفاده از دما آب اکسیژنه تبخیر می‌گردد. بر حسب دستگاه بسته‌بندی کارتن به صورت تتراپاک (هرمی، چهار سطحی) و یا تترایریک (مکعب مستطیل) شکل گرفته و در شرایط بهداشتی و بدون آلودگی دوباره شیر داخل آن پر شده و در آن با استفاده از نوار پلی‌اتیلن و دما پرس می‌گردد.

۶-۳- تأثیر فرآیند حرارتی بر ارزش غذایی شیر

شیر استریل در اثر اعمال دما که بر روی آن انجام می‌گردد تغییراتی پیدا می‌کند. از نظر ارزش غذایی، چربی، لاکتوز و نمک‌های معدنی تغییر نمی‌یابد، فقط تغییر مختصری در بعضی از ویتامین‌ها و پروتئین‌ها در آن مشاهده می‌گردد. پروتئین اصلی شیر (کازئین) در فرآیند U.H.T تغییر پیدا نمی‌کند ولی به علت دمای بالا، ارزش بیولوژیکی پروتئین کمی کاهش می‌یابد. از نظر مقدار ویتامین‌ها، حدود ۳۰ درصد ویتامین B_۱ (تیامین) و مقدار کمی از ویتامین B_۶ از بین می‌رود.

تحقیقات زیادی بر روی ارزش غذایی شیر پاستوریزه صورت گرفته و معلوم گشته است که این حد دما اثر کمی بر روی ارزش غذایی شیر می‌گذارد. در شیر پاستوریزه ویتامین B_۱ یا تیامین به علت حساسیت در مقابل دما در حدود ۲۵-۱۰ درصد از بین می‌رود. کاهش ویتامین B_۶ یا ریوفلاوین جزئی است. در روش جدید پاستوریزاسیون (دمای بالا زمان کوتاه) نابودی ترکیبات ذکر شده بسیار ناچیز است، پاستوریزاسیون اثر مختصری روی رنگ شیر دارد و تغییراتی که در اثر دماهای بالا در رنگ شیر ایجاد می‌شود، بیش‌تر مربوط به تغییر حالت لاکتوز، پروتئین و نمک‌های شیر می‌باشد. قهوه‌ای شدن شیر مربوط به کاراملیزه شدن لاکتوز می‌باشد (سوختن قند) تغییرات طعم و بوی شیر پاستوریزه در صورتی که مراحل پاستوریزاسیون به‌طور صحیح انجام شده باشد ناچیز است.

فعالیت عملی شماره (۳-۳)

بازدید از کارخانجات شیر پاستوریزه‌ی صنعتی و مشاهده پاستوریزاسیون، استریلیزاسیون، تغلیظ شیر و تولید شیر خشک و تهیه گزارش.

۳-۷-۳- تغلیظ شیر

۳-۷-۱- شیرهای تغلیظ شده (کندانسه)^۱: محصولاتی از شیر هستند که قسمتی از آب آنها

به کمک تبخیر خارج شده است، تبخیر آب شیر با دما دادن تحت شرایط خلأ و تجهیزات مخصوصی صورت می‌گیرد، شیر کندانسه را از شیر کامل یا کم چربی و به دو شکل شیر کندانسه شیرین و یا بدون شکر تهیه می‌نمایند. شیر تغلیظ شده به صورت تجارتهای در هر دو نوع بیش تر به صورت استریل عرضه می‌گردد.

۳-۷-۲- ویژگی‌های ماده اولیه، شیر غلیظ شده: علاوه بر خصوصیات ماده خام شیر

می‌بایست دو نکته مهم را در مورد ماده خام شیرهای غلیظ شده در نظر گرفت.

۱- باید تعداد هاگ یا اسپور و باکتری‌های مقاوم به دما در شیر کم باشد.

۲- قابلیت شیر برای تحمل گرمای زیاد و پایداری پروتئین زیاد باشد.

۳-۷-۳- عملیات ابتدایی در تولید شیرهای غلیظ شده: عملیات ابتدایی برای هر دو

نوع شیر غلیظ شده (شیرین و غیر شیرین) مشابه است و شامل آزمایشات کیفی، توزین، عبور از صافی یا فیلترها، استاندارد کردن شیر از نظر چربی و ماده خشک و دما دادن شیر می‌باشد.

— استاندارد کردن شیر: چون شیر کندانسه باید دارای ترکیب معلوم و مشخصی باشد از

این رو شیر خام وارد تانک‌های بزرگ ذخیره شده و بر حسب نسبت چربی به مواد جامد آن با افزودن خامه یا شیر پس چرخ استاندارد می‌گردد و به طور معمول چربی این نوع محصول ۸ درصد و ماده خشک آن ۱۸ درصد می‌باشد.

— دما دادن اولیه شیر: قبل از استریلیزاسیون، به شیری که استاندارد شده است دما داده

می‌شود. این عمل با از بین بردن مقدار زیادی از میکروارگانیسم‌ها و ثبات پروتئین‌های شیر باعث بالا بردن غلظت و کیفیت شیر می‌گردد.

از دمای 14°C — 12°C به مدت ۱۵ ثانیه و یا 12°C — 10°C به مدت ۳—۱ دقیقه استفاده

می‌شود.

— تغلیظ شیر: تغلیظ شیر با جوشانیدن و تبخیر آب اضافی آن صورت می‌گیرد، برای این که

عمل تبخیر در درجه دمای کم‌تری صورت بگیرد، این عمل در دیگ‌های مخصوصی تحت خلأ انجام می‌گیرد و در نتیجه، شیر در 57°C — 43°C به جوش می‌آید، دیگ خلأ که برای این منظور به کار می‌رود به نام‌های تبخیر کننده^۲، تغلیظ کننده^۳ و ظرف خلأ^۴ معروف می‌باشد که ممکن است یک مرحله‌ای^۵ و چند مرحله‌ای^۶ باشد.

۱- Condensed Milk

۲- Evaporator

۳- Condensator

۴- Vacuum

۵- Single effect

۶- Multiple effect

— همگن کردن شیر: عمل یکنواخت کردن گویچه‌های چربی معمولاً در دو مرحله انجام می‌گیرد، همگن کردن نباید خیلی شدید باشد زیرا موجب کاهش پایداری پروتئین و در نتیجه انعقاد آن‌ها در زمان استریلیزاسیون خواهد گردید.

— استاندارد کردن نانویه

— بسته‌بندی

— استریلیزاسیون قوطی: شیر کندانسه بسته‌بندی شده را در دمای 121°C — 118°C درجه

به مدت ۱۵ دقیقه استریلیزه می‌کنند.

۸-۳- شیر خشک

تهیه‌ی شیر خشک از زمان‌های قدیم در بین مردم کشورهای شرقی مرسوم بوده است به طوری که مارکوپولو در سفرنامه خود نوشته است سربازان مغول در مأموریت‌های طولانی مقادیر زیادی شیر خشک همراه خود حمل می‌نموده‌اند.

تهیه شیر خشک امروزه مخصوص کشورهای پر تولید است و به منظور ذخیره شیر از فصلی به فصل دیگر یا صدور به کشورهای با تولید کم صورت می‌گیرد.

۸-۳-۱ انواع شیر خشک: انواع شیر خشک عبارت‌اند از، شیر خشک کامل، شیر خشک

کم چربی و شیر خشک بدون چربی، به علاوه بعضی از فرآورده‌های شیر نیز مانند خامه، دوغ، ماست، آب پنیر نیز به شکل خشک تهیه می‌گردد.

۸-۳-۲ ترکیب شیر خشک: نسبت درصد ترکیب شیرهای خشک به طور متوسط به قرار

زیر است:

ماده خشک بدون چربی	چربی	آب	
۷۰-۷۲	۲۶	۲-۵	شیر خشک کامل (روش اسپری)
۹۴-۹۵	۱-۱/۵	۴-۵	شیر خشک پس چرخ

۸-۳-۳ روش‌های تهیه شیر خشک: روش‌های مهم تهیه شیر خشک عبارت‌اند از:

۱- روش استوانه یا غلتکی^۱

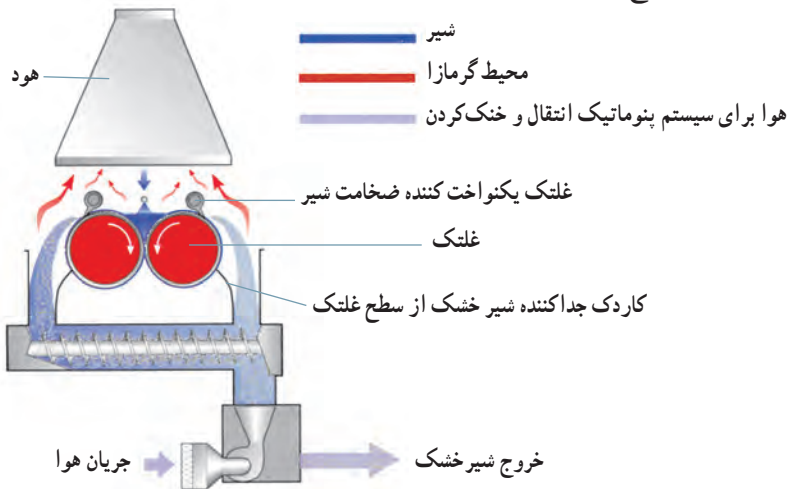
۲- روش اسپری^۲

۱- Drum Drying

۲- Spray

روش استوانه یا غلتکی: این روش قدیمی‌ترین روش تهیه شیر خشک است که از یک یا دو استوانه‌ی فلزی به طول حدود ۴ متر و قطری حدود ۱/۵ متر تشکیل شده که به طور افقی و در فاصله کمی (۵/۷ تا ۷۵/۰ میلی‌متر) از هم قرار گرفته‌اند و در جهت مخالف یکدیگر به آهستگی حرکت می‌نمایند. استوانه‌ها از داخل با بخار با دمای حدود 143°C تا 149°C گرم می‌شوند.

شیر که دمای آن به حدود 71°C رسیده و تا حدودی نیز غلیظ شده بین دو غلتک دستگاه قرار گرفته و به شکل ورقه‌ی نازکی بر روی سطح استوانه پخش می‌گردد. پس از نیم دور استوانه شیر به سرعت خشک می‌شود و سپس به وسیله تیغه مخصوصی از روی سطح استوانه تراشیده شده، در ناودان جمع‌آوری می‌ریزد. بخار آب حاصله از تبخیر شیر به وسیله‌ی هواکشی که در بالای استوانه قرار گرفته به خارج کشیده می‌شود.



شکل ۱۳-۳- اصول کار در خشک‌کن غلتکی با تغذیه ریزشی

نوع دیگری از این دستگاه وجود دارد که برای تولید کم‌تر به کار می‌رود و فقط دارای یک استوانه فلزی است. در این صورت توزیع شیر به وسیله‌ی استوانه‌ی کوچکی که در قسمت پایین استوانه اصلی قرار دارد انجام می‌شود.

معایب روش غلتکی: در روش استوانه اثر دما شدید است و ویژگی‌های فیزیکی شیمیایی شیر تغییر می‌کند و ضریب انحلال شیر خشک در آب کاهش می‌یابد. بدین جهت محصولی که با این روش تهیه می‌گردد به مصرف تغذیه دام‌ها می‌رسد و یا در تهیه بیسکویت و غیره به کار می‌رود.

روش اسپری (افشانکی): اساس این روش عبارت است از این که شیر را در فضایی که جریان هوای گرم در آن برقرار است به شکل ذرات بسیار ریز پراکنده نموده، خشک می‌نمایند. محصولی که بدین طریق تهیه می‌شود دارای خواص ظاهری بهتری است ضریب انحلال شیر خشک اسپری تا ۹۹/۵-۹۸ درصد می‌رسد در حالی که ضریب انحلال بهترین نوع شیر خشک روش استوانه از ۸۵ درصد تجاوز نمی‌کند. بدین جهت شیر خشکی که به مصرف انسان می‌رسد به روش اسپری تهیه می‌شود.

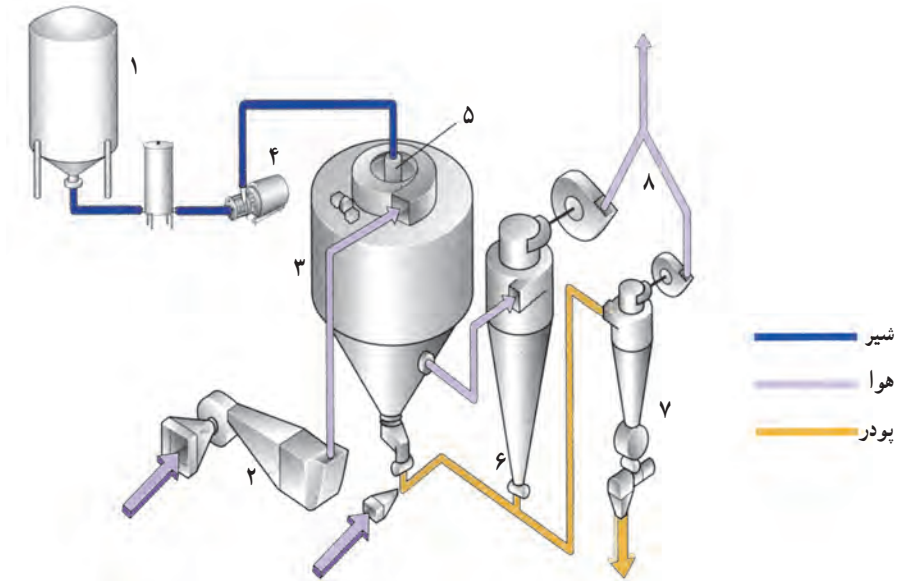
روش کار: پس از دریافت شیر، بسته به نوع محصول نهایی، چربی شیر را به طور نسبی یا کامل می‌گیرند. در مورد شیر خشک کامل یا کم چربی باید چربی شیر را همگن نمود. سپس شیر را در دمای 110°C تا 130°C به مدت چند لحظه پاستوریزه می‌نمایند. این عمل برای از بین بردن آنزیم‌های لپاز و اکسیدازهای شیر و همچنین قسمت اعظم میکروب‌های موجود در شیر ضروری است.

شیر پاستوریزه و غلیظ شده به وسیله لوله‌ای به بالای برج خشک کننده‌ی شیر هدایت می‌شود. آن‌گاه به کمک توربینی که با سرعت ۶۰۰۰ تا ۲۰۰۰۰ دور در دقیقه می‌چرخد به شکل گرد و غبار درآمده، در جریان هوای گرم و خشک پراکنده می‌شود. هوایی که در داخل برج جریان دارد قبلاً از صافی عبور کرده، تا حدود 15°C گرم می‌شود.

روش پراکنده‌ی شیر در داخل برج و تماس آن با هوای گرم طوری است که سطح تبادل دما زیاد است و بدون این که درجه دمای هر قطره شیر از حدود 7°C زیادتر شود شیر در عرض مدت بسیار کوتاهی و به طور آبی تبخیر و خشک می‌شود و به قسمت مخروطی برج می‌افتد و سپس به وسیله‌ی مکنده‌های مخصوص به قسمت بسته‌بندی کشیده می‌شود. از هر 100 لیتر شیر پس چرخ ۹/۵ تا ۹/۷ کیلوگرم شیر خشک بدون چربی و از 100 لیتر شیر ۳/۱ درصد چربی ۱۲/۵-۱۲ کیلوگرم شیر خشک ۲۶ درصد چربی به دست می‌آید.

شیر خشک فوری^۲: با وجود پیشرفت‌های زیادی که در طرز تهیه شیرهای خشک به خصوص روش اسپری حاصل شده، این نوع شیر خشک در آب به خوبی حل نمی‌شود و همیشه مقداری از ذرات آن در آب باقی می‌مانند. بدین جهت در سال‌های اخیر محصول جدیدی به نام شیر خشک فوری تهیه می‌گردد که قابلیت جذب آب آن زیاد است و در آب سرد یا گرم حل می‌شود. شیر خشک فوری در حال حاضر از شیر پس چرخ تهیه شده، به مصارف خانگی می‌رسد.

۱- شیر پاستوریزه تا 40° - 30° درصد ماده خشک غلیظ شده که باعث کاهش حجم شیر و صرفه‌جویی در مصرف انرژی گرمایی می‌گردد.



شکل ۱۴-۳ خشک کن پاششی معمولی (یک مرحله ای) با محفظه مخروطی

- ۱- محفظه شیر مایع ۲- سیستم گرم کننده هوا ۳- مخزن خشک کن ۴- پمپ فشار با نازل
 ۵- ذره پاش یا نازل ۶- سیکلون میانی ۷- سیستم انتقال سیکلون ۸- صافی و فن مکنده هوا

روش تهیه شیر خشک فوری بدین ترتیب است که شیر خشکی را که تهیه شده دوباره مرطوب نموده و در خلأ نسبی خشک می نمایند. در نتیجه دانه‌هایی به دست می‌آید که منفذدار بوده و قابلیت جذب آب آن زیاد است.

- ۱-۳-۸-۴ موارد استفاده شیر خشک : ۱- در صنایع شیر برای تولید شیر باز ساخته شده و سایر فرآورده‌های لبنی و پس از اعمال فرآیندهای لازم دیگر برای سالم سازی و غنی سازی
 ۲- در صنایع فرآورده‌های غلات مانند تهیه انواع کیک، بیسکویت و نان ۳- خوراک دام

خودآزمایی فصل سوم؟

- ۱- هدف از پاستوریزاسیون را شرح دهید.
- ۲- مهم‌ترین روش‌های پاستوریزاسیون را نام ببرید.
- ۳- هدف از استریلیزاسیون را بیان نمایید.
- ۴- روش‌های متداول استریلیزاسیون را نام ببرید.
- ۵- اشکال مختلف تغلیظ شیر را نام ببرید.
- ۶- ویژگی‌های ماده اولیه برای تهیه شیر غلیظ شده را بیان کنید.
- ۷- معایب روش استوانه یا غلتک را در تهیه شیرخشک شرح دهید.
- ۸- مزایای شیرخشک فوری را نسبت به شیرخشکی که به روش اسپری تهیه می‌شود بنویسید.