فصل دوم

فساد و تقلبات شیر

هدف‌های رفتاری : در پایان این فصل، فراگیر باید بتواند :

۱ــ علت فساد شیر را توضیح دهد.

۲ــ انواع تقلبات شیر را توضیح دهد.

۳ــ ضمن آزمایش شیر، تقلبات آن را در آزمایشگاه تشخیص دهد.

۴ــ از گاوداری‌های صنعتی بازدید به‌عمل آورد و از مراحل تولید و نگهداری شیر، گزارش تهیه و تحویل نماید.

۱ــ۲ ــ فساد شیر
- باکتری‌های موجود درشیر
  - باکتری‌های مولد اسید لاکتیک
  - باکتری‌های کلیفرم

۲ــ۲ــ میکروبیولوژی شیر
- قارچ‌ها
- باکتریوفاژها
- باکتری‌های مولد اسید بوتیریک
- باکتری‌های مولد اسید پروپیونیک
- باکتری‌های مولد فساد

۳ــ۲ــ آلودگی شیر
- آلودگی خارجی
  - از طریق پوست
  - کارگران
  - تجهیزات و وسایل
  - هوا
  - آب
- آلودگی داخلی

۴ــ۲ــ راه‌های جلوگیری از آلودگی شیر

۵ــ۲ــ تقلبات شیر
- اضافه کردن آب به شیر
- گرفتن خامه یا چربی از شیر یا افزودن شیر پس چرخ

۶ــ۲ــ راه‌های کشف تقلب در شیر

۷ــ۲ــ تقلبات مضاعف

۱ــ۲ــ فساد شیر

وقتی شیر از پستان حیوان سالم ترشح می‌گردد، سترون[1] است، اما در هنگام خروج از پستان به‌وسیله‌ی میکروارگانیسم‌هایی که از محیطِ خارج وارد مجاری پستان می‌گردند آلوده می‌شود. در ورم‌های پستانی و عفونت‌ها، شیر به‌شدت توسط میکروارگانیسم‌ها آلوده می‌شود و آن را برای مصرف نامناسب می‌سازد.

در زیر، نمونه‌هایی از فساد شیر که موجب غیرقابل مصـرف شدن آن می‌شود، از نظر می‌گذرد.

۱ــ ترش شدن شیر در اثر به‌وجود آمدن اسیدلاکتیک

۲ــ وجود حباب‌های گاز در شیر

۳ــ وجود لخته در شیر در اثر فعالیت آنزیم‌های پروتئولتیک

۴ــ رشته‌ای یا کش‌دار شدن شیر

۵ــ تشکیل خامه به‌صورت ذرّات ریز و شکسته در سطح شیر

۶ــ ایجاد طعم کارامل و بوی بد در شیر

۲ــ۲ــ میکروب‌شناسی 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.

۱ــ۲ــ۲ــ باکتری‌های موجود در شیر : در یک دامداری بهداشتی ممکن است تعداد باکتری‌های شیر از چند هزار در هر میلی‌لیتر تجاوز ننمایند ولی درصورتی که موازین بهداشتی و سردکردن 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 ۱۰۰/۰۰۰ میکروارگانیسم در هر میلی‌لیتر است. سرد کردن سریع شیر (کم‌تر از ۴ $^{\circ}C$) در کیفیت شیر بسیار مؤثر است، زیرا باعث کندی رشد میکروارگانیسم‌های موجود و درنتیجه بالا بردن قابلیت نگهداری آن می‌گردد.

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

۱ــ بدون میکروب

باکتری‌هایی که در شیر وجود دارند عبارت‌اند از :

باکتری‌های اسیدلاکتیک : این باکتری‌ها همه‌جا در طبیعت یافت می‌شوند. این گروه شامل کوکسی‌ها و باسیل‌ها هستند که اغلب در دمای $70^{\circ}C$ از بین می‌روند و از لاکتوز به‌عنوان منبع کربن استفاده کرده و آن را به اسیدلاکتیک تبدیل می‌کنند. اکثر این باکتری‌ها بین ۰/۵ تا ۱/۵ درصد اسیدلاکتیک تولید کرده، برای رشد خود به مواد ازته آلی نیاز دارند که آن را با تجزیه‌ی کازئین شیر توسط آنزیم تهیّه 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 $37^{\circ}C$ 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 کلیفُرم در دمای پاستوریزاسیون (H.T.S.T.)[1] از بین می‌روند و به‌عنوان میکروارگانیسم‌های 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 میکروارگانیسم‌ها در خاک، گیاهان، مدفوع حیوانات، و غیره وجود دارند. از این‌رو به‌آسانی می‌توانند در شیر نفوذ کنند. باکتری‌های مولد اسیدبوتیریک تولید هاگ می‌کنند و بی‌هوازیند، درجه دمای مناسب برای رشد آن‌ها $37^{\circ}C$ است.

نظر به این‌که 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،

۱ــ High Temperature Short Time Pasteurization (H.T.S.T)

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

باکتری‌های اسیدپروپیونیک[1] : این باکتری‌ها گونه‌های بسیاری از میکروارگانیسم‌ها را با ویژگی‌های متغیّر تشکیل می‌دهند، ایجاد هاگ نمی‌نمایند و دمای مطلوب برای رشد آن‌ها حدود $30^{\circ}C$ 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 آنزیم‌های 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.

۲ــ۲ــ۲ــ قارچ‌ها : قارچ‌ها گروهی از میکروارگانیسم‌ها می‌باشند که اغلب در طبیعت، گیاهان، حیوانات و انسان یافت می‌گردند. قارچ‌ها به دو گروه مخمّرها و کپک‌ها تقسیم می‌شوند.

الف ــ مخمرّها : مخمرّها توانایی تجزیه پروتئین و چربی را دارند و هم‌چنین قادرند در اثر تخمیر، محلول قند را به الکل و گازکربنیک تبدیل نمایند (مانند تهیه نان) مخمرّها در محیط اسیدی بسیار خوب رشد می‌کنند و اغلب در فرآورده‌های اسیدی شیر مثل شیرهای تخمیر شده یافت می‌گردند. در دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد و در حضور اکسیژن خیلی خوب رشد می‌نمایند و در دمای پاستوریزاسیون از بین می‌روند.

مخمرّها، 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 ــ 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 اسیدیته 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

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

بدنمایی آن‌ها شده که حکایت از کهنگی محصول دارد. در بین کپک‌ها جنس‌های مختلفی از نظر صنایع شیر اهمیّت دارند که از آن جمله می‌توان جنس پنی‌سیلیوم[1] و کپک شیر[2] را نام برد.

۳ــ۲ــ راه‌های آلودگی شیر

میکروارگانیسم از دو طریق وارد پستان گردیده، درنتیجه باعث آلودگی شیر می‌شود :

۱ــ از محیط خارج و از طریق سر پستان : هر قدر عضله‌ی حلقوی سر پستان سالم‌تر و قوی‌تر باشد، میکروارگانیسم 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.

۲ــ از محیط داخلی بدن حیوان شیردهنده : بعضی از میکروارگانیسم‌های 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 :

۱ــ آلودگی از طریق پوست حیوان شیرده.

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

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

۴ــ آلودگی به واسطه‌ی هوای اصطبل و سالن شیردوشی.

۵ــ آلودگی شیر با آب‌های آلوده.

۴ــ۲ــ راه‌های جلوگیری از آلودگی شیر

رعایت اصول بهداشتی به هنگام شیردوشی تأثیر قاطعی در وضع یا کیفیت شیر دارد. از این‌رو، 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 :

۱ــ سالم‌بودن 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.

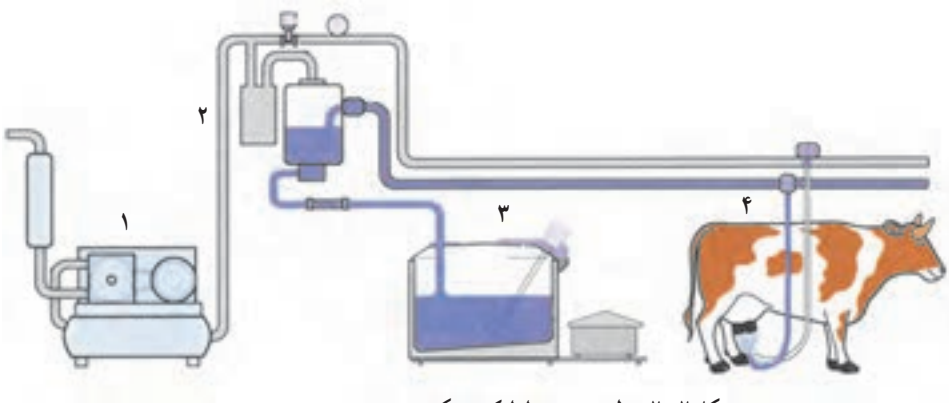
۱ــ Penisillium ۲ــ آئوسپورا Aospora

۲ــ تمیز و سترون‌سازی پیش و پس از شیردوشی دام : کثیف بودن پوست و پستان دام می‌تواند باعث آلودگی شیر شود. در صورت تمیز شدن کامل پستان گاو و استفاده از مواد ضدعفونی کننده بار آلودگی در حد قابل ملاحظه‌ای کاهش می‌یابد.

۳ــ ضدعفونی سر پستانک‌های ماشین شیردوشی : قبل از به‌کارگیری دستگاه برای شیردوشی دام دیگر، باید سرپستانک‌های ماشین را ضدعفونی کرد (شکل ۱ــ۲).

شکل ۱ــ۲

۴ــ 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 شده‌اند به درون ظرفِ نگهداری شیر، جلوگیری می‌کند. امروزه در دامداری‌های مدرن از روش مکانیکی شیردوشی استفاده می‌شود که در آن احتمال آلودگی شیر به مقدار بسیار زیادی کم می‌شود (شکل ۲ــ۲).



شکل ۲ــ۲ــ طرح عمومی لوله‌کشی یک سیستم شیردوش

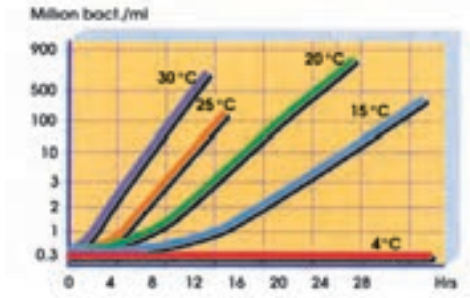
۱ــ پمپ خلأ ۲ــ خط لوله خلأ ۳ــ مخزن خنک‌کننده شیر ۴ــ خط لوله شیر

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 به‌وسیله‌ی دست یا منابع دیگر آلوده می‌شود پس از صاف کردن دیگر به حالت اولیه برنمی‌گردد.

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 به‌طورکلی 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 به‌اصطلاح 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.

۵ــ 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 $4^{\circ}C$ 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 ۳ــ۲). لازم به یادآوری است که در ضمن خنک کردن، باید ظروف شیر را متناوباً به هم بزنند تا شیر داخل ظرف مخلوط شود.

شکل ۳ــ۲



نمودار ۱ــ۲ــ نقش دما در سرعت رشد میکروارگانیزم در شیر خام

۶ــ تمیز کردن ظروف و دستگاه‌های شیردوشی : برای آن‌که شیر به‌دست 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 :

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

الف ــ ظرفی که حاوی آب سرد باشد.

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

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

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

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

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

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

۶ــ قسمت‌های لاستیکی دستگاه را باید روزانه یک بار درمحلول ماده‌ی تمیزکننده فرو برد و به‌خوبی شست‌وشو داد.

۷ــ بعد از سترون کردن، باید دستگاه را طوری قرار داد که آخرین قطرات محلول سترون‌کننده داخل آن بیرون بریزد.

۵ــ۲ــ تقلبات شیر

تقلب در شیر با گرفتن چربی آن، افزودن آب یا شیر پس‌چرخ[1] یا انجام دادن هر دو کار با هم صورت می‌گیرد. بعلاوه اضافه کردن آب پنیر به شیر، مخلوط کردن شیرها با یکدیگر و اضافه‌کردن 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

۱ــ شیری که چربی آن را گرفته باشند.

مقابل هر ۱۰ درصد آبی که به شیر اضافه می‌گردد وزن مخصوص آ ن حدود ۰/۰۰۳ 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 :

۱ــ پیکنومتر

۲ــ لاکتودانسیمتر

۳ــ ترازوی وستفالد[1]

فعالیت عملی شماره (۱ــ۲)

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

۶ــ۲ــ 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 (۲ــ۲)

اندازه‌گیری وزن مخصوص شیر به وسیله پیکنومتر

مواد و وسایل لازم : پیکنومتر ۵۰CC ــ ترازو با دقت ۰/۰۱ گرم ــ آب مقطر ــ الکل ــ استن ــ شیر

روش کار :

ابتدا نمونه شیر را هم‌زده و یکنواخت کنید تا چربی در همه‌ی نمونه پخش شود.

۱ــ vestfald

پیکنومتر را توسط الکل شست‌وشو دهید و چندین بار با آب مقطر بشویید و از استن برای خشک‌کردن آن استفاده کنید. سپس آن را داخل آون $105^{\circ}C$ قرار دهید تا به وزن ثابت برسد و پس از خنک‌کردن در دسیکاتور توزین نمایید.

داخل پیکنومتر را با آب جوشیده شده سردشده 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.

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

فعالیت عملی شماره (۳ــ۲)

تقلبات شیر

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

ــ وزن مخصوص ۵ کیلوگرم شیر را بدست آورید.

ــ آن‌را دما دهید و بگذارید تا خنک شود.

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

ــ با لاکتودانسیمتر مجدداً وزن مخصوص شیر را به‌دست آورید.

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

ــ وزن مخصوص آن‌را دوباره بدست آورید.

ــ تغییرات وزن مخصوص را در هر مرحله یادداشت کنید.

ــ از روی تغییرات وزن مخصوص میزان تقلب در چربی را مشخص کرده و گزارشی تهیه و به‌مربی خود تحویل دهید.

فعالیت عملی شماره (۴ــ۲)

اندازه‌گیری وزن مخصوص شیر به وسیله لاکتودانسیمتر

مواد و وسایل لازم : لاکتودانسیمتر ــ دماسنج جیوه‌ای ــ استوانه مدرج ۲۵۰ تا ۳۰۰ میلی‌لیتری بن ماری

روش کار :

ابتدا نمونه شیر را در بن‌ماری $40^{\circ}C$ ــ ۳۵ گرم نموده و شیر را یکنواخت کنید.

شیر را تا $20^{\circ}C$ 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.

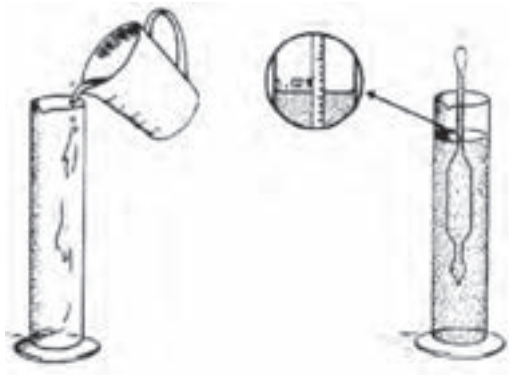
لاکتودانسیمتر را به آرامی داخل شیر درون استوانه رها کنید.

آن‌قدر 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 ۲۰ تا ۴۰ درجه‌بندی شده است و معادل وزن مخصوص ۱/۰۲۰ تا ۱/۰۴۰ در $20^{\circ}C$ می‌باشد. اگر دمای شیر بیش‌تر یا کم‌تر از $20^{\circ}C$ بود به ازای هر یک درجه افزایش یا کاهش ۰/۰۰۰۲ به عدد به‌دست آمده اضافه یا کم کنید.

به نمونه اصلی شیر ۳۰CC آب اضافه کنید و وزن مخصوص را در این حالت اندازه‌گیری کنید و با حالت قبل مقایسه نمایید.



شکل۴ــ۲ــ اندازه‌گیری دانسیته به وسیله لاکتودانسیمتر

برای مطالعه‌ی آزاد

در جدول‌های ۱ــ۲ و ۲ــ۲ 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 ۱ــ۲

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

جدول ۲ــ۲

نسبت درصد ماده‌ی خشک بدون چربی	احتمال اضافه‌کردن آب
ــ بیش از ۹ درصد	ــ احتمال اضافه‌کردن آب موجود نیست.
ــ ۸/۵ تا ۹ درصد	ــ کشف تقلب امکان‌پذیر نیست.
ــ ۸ تا ۸/۵ درصد	ــ مشکوک.
ــ ۷/۵ تا ۸ درصد	ــ احتمال اضافه‌کردن آب موجود است.
ــ ۷ تا ۷/۵ درصد	ــ احتمال اضافه‌کردن آب شدیداً موجود است.
ــ۶/۵ تا ۷ درصد	ــبه شیر یقیناً آب اضافه شده است.

خودآزمایی فصل دوم

۱ــ چهار نمونه از فساد شیر را بیان نمایید.

۲ــ تغییراتی را که باکتری‌های مولد اسیدلاکتیک و باکتری‌های مولد فساد، در شیر ایجاد می‌نمایند شرح دهید.

۳ــ سه نمونه از تقلبات رایج در شیر را نام ببرید.

۴ــ طرق مختلف آلودگی خارجی شیر را بنویسید.

۵ــ تقلب مضاعف یعنی چه؟ توضیح دهید.

فصل سوم

اصول نگهداری شیر

هدف‌های رفتاری : در پایان این فصل، فراگیر باید بتواند :

۱ــ اصول روش‌های نگهداری شیر را شرح دهد.

۲ــ روش‌های تهیّه شیرخشک را توضیح دهد.

۳ــ از کارخانجات شیر بازدید به‌عمل آورد و از مراحل مختلف پاستوریزاسیون و استریلیزاسیون و تغلیظ شیر و تولید شیرهای خشک گزارش تهیه و تحویل نماید.

۱ــ۳ــ روش‌های سالم‌سازی حرارتی شیر
- ــ پاستوریزاسیون
- ــ استریلیزاسیون

۲ــ۳ــ پاستوریزاسیون
- ــ تعریف
- ــ هدف
- ــ ارزش غذایی شیر پاستوریزه

۳ــ۳ــ روش‌های پاستوریزاسیون
- ــ پاستوریزاسیون سریع
- ــ پاستوریزاسیون در دمای بالا و زمان کوتاه

۴ــ۳ــ مسیر شیر در کارخانه
- ــ دریافت شیر
- ــ صاف کردن
- ــ سرد کردن
- ــ نگهداری شیر خام در تانک ذخیره
- ــ بخش پاستوریزه کردن

- ۳ـ۵ـ استریلیزاسیون
  - تعریف
  - استریلیزاسیون پیش از بسته‌بندی
  - استریلیزاسیون پس از بسته‌بندی
- ۳ـ۶ـ تأثیر فرآیند حرارتی بر ارزش غذایی شیر
- ۳ـ۷ـ تغلیظ شیر
  - تعریف
  - ویژگی‌های ماده اولیه
  - عملیات ابتدایی در تولید
  - شیر غلیظ شده غیر شیرین
  - انواع شیرهای کندانسه
  - شیر غلیظ شده شیرین
- ۳ـ۸ـ شیرهای خشک
  - انواع شیر خشک
  - ترکیب
  - روش‌های تهیه شیر خشک
    - روش استوانه یا غلتک
    - روش اسپری ← روش شیرخشک فوری شده
  - ارزش غذایی

۳ـ۱ـ پاستوریزاسیون

۳ـ۱ـ۱ـ 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.

۳ـ۱ـ۲ـ هدف از پاستوریزاسیون : هدف پاستوریزاسیون از بین بردن تمام عوامل بیماری‌زا و کاهش تعداد میکروب‌های غیربیماری‌زا می‌باشد.

۳ـ۲ـ مسیر شیر در کارخانه‌ی شیر پاستوریزه

شیر پس از تولید، جمع‌آوری و حمل، مراحل زیر را در کارخانه شیر پاستوریزه طی می‌نماید :

۱ـ دریافت شیر خام

۲ـ صاف کردن

۳ــ سرد کردن

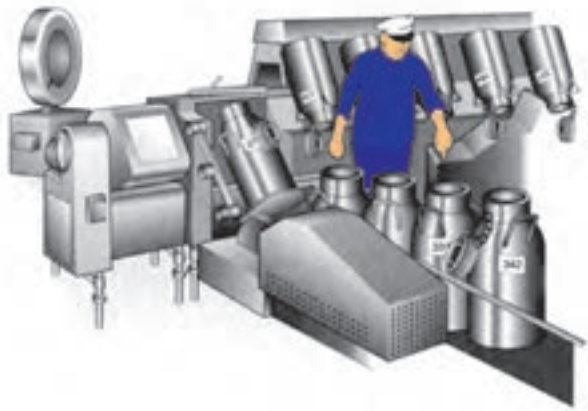
۴ــ نگهداری شیرخام در تانک‌های ذخیره

۵ــ پاستوریزاسیون شیر

۱ــ۲ــ۳ــ 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 ۱ــ۳ــ تحویل شیر به مراکز جمع آوری

شکل ۲ــ۳ــ جمع آوری شیر در مخزن، در دامداری



شکل ۳ــ۳ــ محل دریافت شیر در داخل بیدون براساس سیستم وزن‌سنجی

الف ــ آزمون حواس‌سنجی

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 ــ 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 به‌حد 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 به‌خوبی نشان می‌دهد.

سنجش اسیدیته‌ی شیر به‌خصوص در مورد شیرهایی که برای پاستوریزاسیون و استریلیزاسیون وارد کارخانه می‌گردند فوق‌العاده حایز اهمیّت است. هم‌چنین در پنیرسازی 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 (۱ــ۳)

اندازه‌گیری اسیدیته شیر به وسیله تیتراسیون با سود

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

مواد و وسایل لازم : سود ۰/۱ نرمال ــ معرف فنل‌فتالئین ــ پی‌پت ــ ارلن ۱۰۰CC بورت ــ شیر

روش کار :

۱۰CC شیر را داخل یک ارلن ۱۰۰ میلی‌لیتری بریزید.

۱۰CC آب مقطر جوشیده سرد شده که گازهای آن خارج شده باشد به شیر اضافه کنید.

۳ تا ۴ قطره معرف فنل‌فتالئین به آن اضافه کنید.

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

اسیدیته را برحسب اسیدلاکتیک بر طبق فرمول زیر محاسبه کنید :

$$\text{\% اسیدیته} = \frac{\text{۱۰۰} \times \text{۰/۰۰۹} \times \text{میلی‌لیتر سود مصرفی بورت}}{\text{حجم نمونه}}$$

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

پ ــ تعیین کیفیت میکروبی شیر خام

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

الف ــ شیرخام ممتاز : شیری است که معمولاً برای تولید شیر پاستوریزه ممتاز به‌کار رفته و تعداد میکروب‌های آن هنگام تحویل به کارخانه در هر سانتی‌متر مکعب از ۱۰۰۰۰۰ تجاوز ننماید.

ب ــ شیر خام : شیر خام معمولی شیری است که برای تولید شیر پاستوریزه‌ی معمولی به‌کار می‌رود.

روش‌های شمارش میکروب‌های شیر : روش‌های شمارش میکروب‌های شیر شامل سه دسته آزمایش‌های کلّی زیر می‌باشند :

۱ــ شمارش میکروبی روی محیط‌های جامد

۲ــ شمارش میکروبی مستقیم (شمارش مستقیم میکروسکوپی)

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

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

اساس آزمایش متکی به رشد و نمو میکروب‌ها 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 میکروب‌ها باعث آزاد شدن مقداری ئیدروژن می‌گردد و ئیدروژن

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، هرقدر تعداد باکتری‌های شیر زیادتر باشد بلودومتیلن زودتر احیا می‌گردد. و برعکس هرقدر 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 قابل‌قبول 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.

۲ــ 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.

۳ــ 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 ــ 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. به‌این‌ترتیب که نسبت به تمیز بودن صافی، شیر را تمیز، قابل استفاده، یا کثیف می‌گویند.

ث ــ اندازه‌گیری چربی شیر :یکی از مهم‌ترین آزمایش‌هایی که در کارخانه‌های شیر انجام می‌شود، اندازه‌گیری چربی شیر است. در بیش‌تر کشورها 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.

۱ــ Testresazurin ۲ــ Gerber ۳ــ Babcock

فعالیت عملی شماره (۲ــ۳)

اندازه‌گیری چربی شیر

مواد و وسایل لازم : بوتیرومتر ــ اسیدسولفوریک ــ الکل آمیلیک یا ایزوآمیلیک ــ سانتریفوژ ــ 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 به‌نام بوتیرومتر می‌توانید استفاده کنید. بوتیرومتر برای اندازه‌گیری چربی شیر ــ پنیر ــ خامه و کره استفاده می‌شود. بوتیرومتر دارای یک مخزن استوانه‌ای و یک ستون مدرّج است. تقسیم‌بندی ستون مدرّج 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

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

ــ ۱۱CC شیر روی اسید داخل بوتیرومتر می‌ریزیم. ریختن شیر باید به‌آرامی صورت گیرد. چون دانسیته شیر از دانسیته اسید کم‌تر است لذا در روی اسید قرار می‌گیرد.

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

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

ــ دهانه بوتیرومتر را کاملاً خشک کرده و آن‌را ببندید.

ــ آن‌را به‌آرامی تکان دهید.

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

را روی ۱۰۰۰ تا ۱۱۰۰ دور در دقیقه تنظیم کنید.

ــ عمل سانتریفوژ کردن را ۵ دقیقه ادامه دهید.

ــ مدت ۱۰ــ۵ دقیقه در حمام آب در دمای °۷۵ــ °۶۵ سانتی‌گراد قرار دهید.

ــ عدد درصد چربی را از روی ستون مدرّج قرائت کنید.

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

شکل ۴ــ۳ــ بوتیرومتر

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 گرم شست‌وشو داده و پس از آن برای پاک‌شدن باقی‌مانده چربی و پروتئین شیر از محلول سود با غلظت حدود ۴ــ۳ درصد استفاده می‌شود. برای پاک‌شدن 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.

۲ــ۲ــ۳ــ 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.

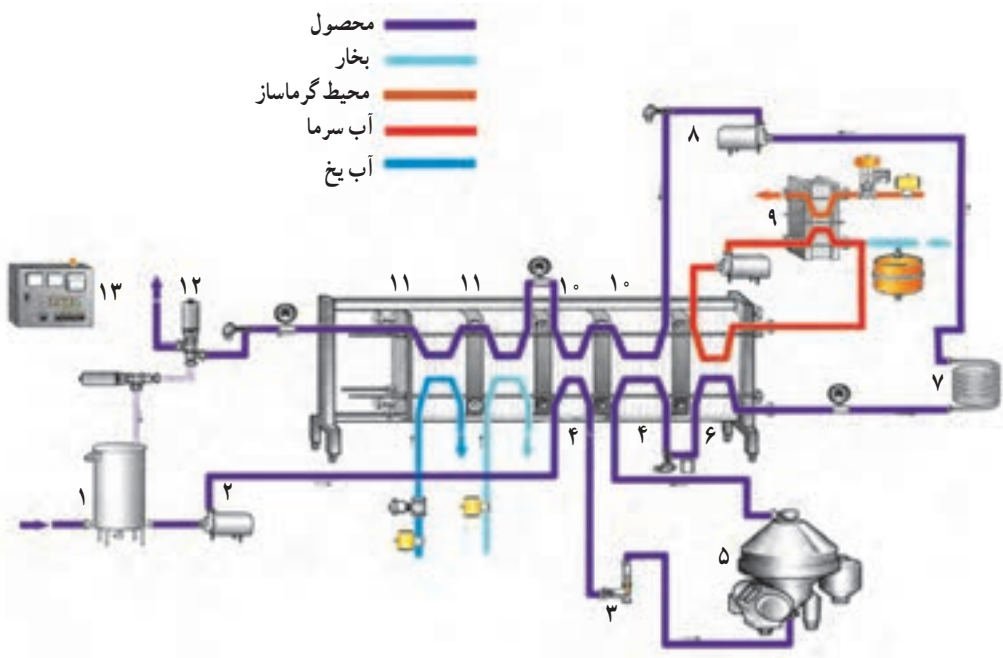
۳ــ۲ــ۳ــ سرد کردن شیر : قبل از این‌که شیر خام وارد تانک‌های ذخیره گردد، باید درجه دمای آن پایین آید و در تمام مدتی که در تانک‌ها نگهداری می‌شود در شرایط سرما باقی بماند.

۴ــ۲ــ۳ــ نگهداری شیر در تانک‌های ذخیره : تانک‌هایی که برای ذخیره‌ی شیرخام به‌کار می‌روند از فولاد زنگ‌نزن ساخته می‌شوند و دارای همزن، گرماسنج و آینه‌ی دید می‌باشند. تانک‌هایی که جدیداً برای ذخیره شیرخام ساخته می‌شوند معمولاً افقی و استوانه‌ای هستند.

۵ــ۲ــ۳ــ بخش پاستوریزاسیون شیر : در روش پاستوریزاسیون در دمای بالا زمان کوتاه (H.T.S.T) شیر از قسمت‌های زیر عبور می‌کند.

۱ــ ظروف تراز[۱] : 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.

۱ــ Balance Tank

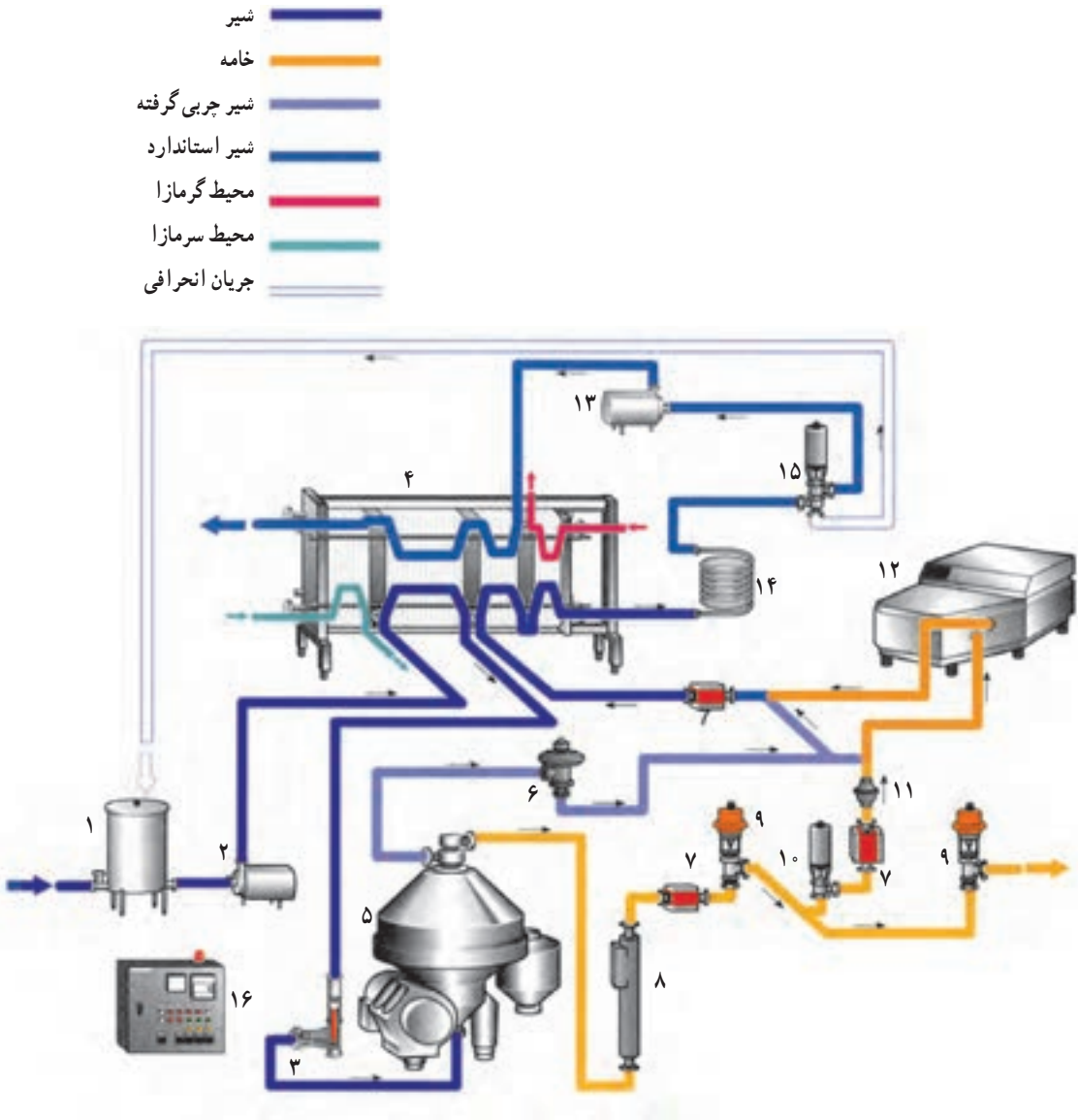


شکل ۵ــ۳ــ اجزای یک پاستوریزاسیون کامل

۱ــ مخزن تعادل
۲ــ پمپ تغذیه
۳ــ کنترل‌کننده جریان
۴ــ قسمت بازیابی دما، پیش‌گرم‌کن
۵ــ سپراتور آشغال‌گیر
۶ــ واحد گرمایی
۷ــ لوله هولدر
۸ــ پمپ تقویت‌کننده
۹ــ سیستم آب داغ
۱۰ــ قسمت بازیابی سرما
۱۱ــ قسمت سردکننده
۱۲ــ دریچه انحراف‌دهنده مسیر
۱۳ــ تابلو کنترل

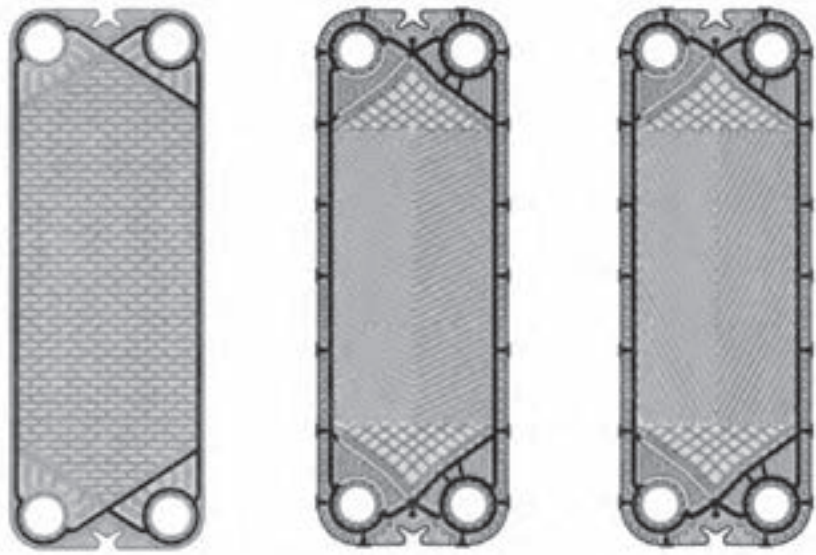
۲ــ پاستوریزاتور یا دستگاه تبادل دما[۱]: در واحد H.T.S.T دستگاه تبادل دما و پاستوریزاسیون از صفحات موج‌دار با فاصله کم و ساده‌ای که به آسانی قابل شست‌وشو و بازرسی می‌باشند تشکیل شده است. این صفحات ممکن است برای گرما دادن، سرد کردن، تبادل دما و یا عنوان اتاقک نگهداری به‌کار بروند، جنس صفحات مزبور از فلز ضد زنگ می‌باشد و شکل آن‌ها مربع مستطیل است.

۱ــ Heat exchanger

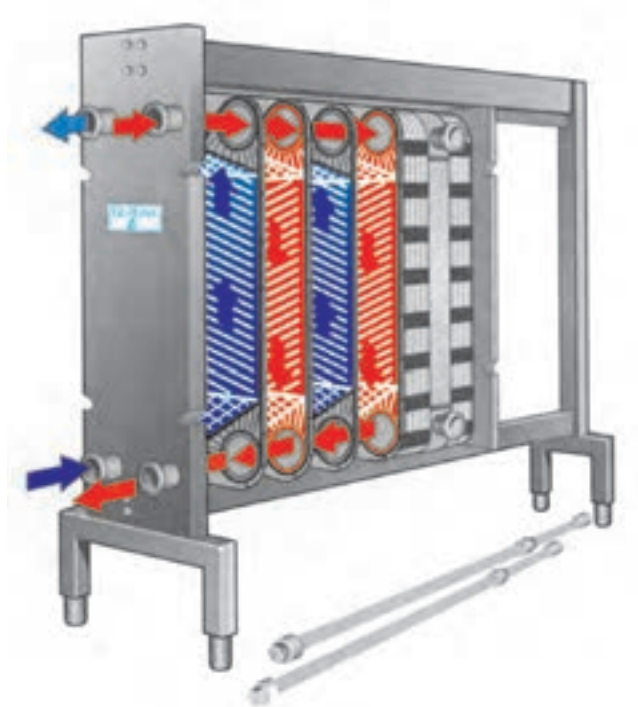


شکل ۶ــ۳ــ خط تولید شیر پاستوریزه و هموژنیزه

۱ــ مخزن تعادل ۲ــ پمپ تغذیه محصول ۳ــ کنترل‌کننده جریان ۴ــ تبادل‌کننده دما ۵ــ خامه‌گیر ۶ــ دریچه فشار ثابت ۷ــ جریان‌سنج ۸ــ چگالی‌سنج ۹ــ دریچه تنظیم‌کننده ۱۰ــ دریچه مسدود کننده ۱۱ــ دریچه‌ی کنترل ۱۲ــ هموژن‌کننده ۱۳ــ پمپ تقویت‌کننده ۱۴ــ لوله هولدر ۱۵ــ دریچه انحراف جریان ۱۶ــ کنترل‌کننده فرایند



شکل ۷ــ۳ــ شکل دیواره‌ها و تبادل‌کننده‌های دما ممکن است بسته به نوع عملیات و نیازمندی‌های دمای محصول، تفاوت داشته باشد.



شکل ۸ــ۳ــ جریان‌های اصلی و تبادل دما در تبادل‌کننده دمای صفحه‌ای

پاستوریزاسیون شیر به‌روش (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 به‌کمک یک پمپ به طرف پاستوریزاتور جریان می‌یابد، پاستوریزاتورهای صفحه‌ای از سه قسمت تشکیل شده‌اند :

۱ــ قسمت اصلی پاستوریزاتور که در آن آب گرم جریان دارد.[۱]

۲ــ قسمت اصلی خنک کردن شیر که در آن آب سرد صفر درجه جریان دارد.[۲]

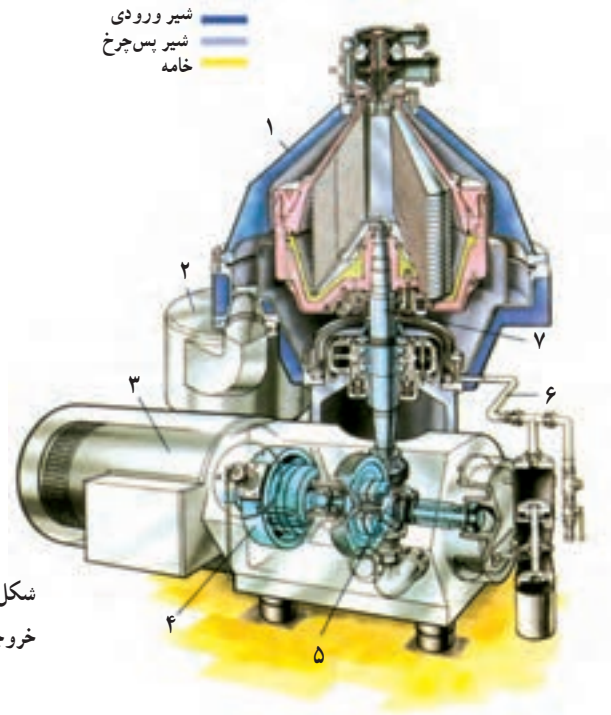
۳ــ قسمت تبادل دما[۳] که ممکن است شیر خام، فقط با شیر پاستوریزه و یا با آب و شیر پاستوریزه مجاور شود.

شیر خام با دمای ۴°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 °C۶۸ــ۵۷ می‌رسد. ممکن است شیر از این قسمت نیز برای همگن‌شدن 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 °C ۷۲ می‌رسد. سپس شیر در قسمت نگهداری قرار می‌گیرد یعنی به مدت ۱۶ ثانیه در دمای °C ۷۲ باقی می‌ماند. پس از این مرحله در صورتی‌که دمای شیر از دمای موردنظر کم‌تر 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 °C ۳۹ــ۳۲ می‌رسد. سپس شیر پاستوریزه شده به قسمت اصلی خنک‌کردن شیر که در آن آب سرد جریان دارد وارد می‌گردد و با استفاده از آب سرد دمای شیر را به °C ۴ می‌رسانند و سپس به تانک ذخیره شیر پاستوریزه وارد می‌گردد.

۱ــ Heating

۲ــ Cooling

۳ــ Regenerator



۱ــ کلاهک
۲ــ محفظه رسوب‌گیر
۳ــ موتور
۴ــ سیستم ترمز
۵ــ چرخ‌دنده
۶ــ سیستم آب متصل به دستگاه
۷ــ ناودان دوکی شکل بدنه

شکل ۹ــ۳ــ برشی مقطعی از بدنه با سیستم خروجی در یک نوع سپراتور بسته پیشرفته

شکل ۱۰ــ۳

شکل ۱۱ــ۳

۳ــ۳ــ روش‌های مختلف پاستوریزاسیون

۱ــ۳ــ۳ــ پاستوریزاسیون سریع[۱] (فوری) : در این روش دمای شیر را به‌طور خیلی سریع به حدود ۸۵°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.

۲ــ۳ــ ۳ــ پاستوریزاسیون با دمای بالا و زمان کوتاه[۲] (H.T.S.T) یا دمای بالا، زمان کم : در این روش شیر در مدت کوتاه (۱۶ــ۱۵ثانیه) دمای نسبتاً بالایی را دریافت می‌دارد (حدود°C ۷۴ــ°C ۷۱) پاستوریزاسیون H.T.S.T روش برگزیده‌ی امروز است و شیر را پس از پاستوریزاسیون بلافاصله تا دمای کم‌تر از °C ۴ 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 سالم سازی شیر بیش‌تر می‌باشد.

۴ــ۳ــ سترون‌سازی[۳] شیر

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

فرآورده‌های استریلیزه دارای قابلیّت نگهداری بسیار خوبی است و مدت زیادی در دمای محیط بدون تغییر نگهداری می‌شوند و شیرهای استریلیزه را می‌توان تا مسافات دور توزیع نمود و برای موارد اضطراری ذخیره کرد. سترون‌سازی شیر در دمای بالا حدود ۱۳۵ تا °C ۱۵۰ 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

۱ــ Flash pasteurization

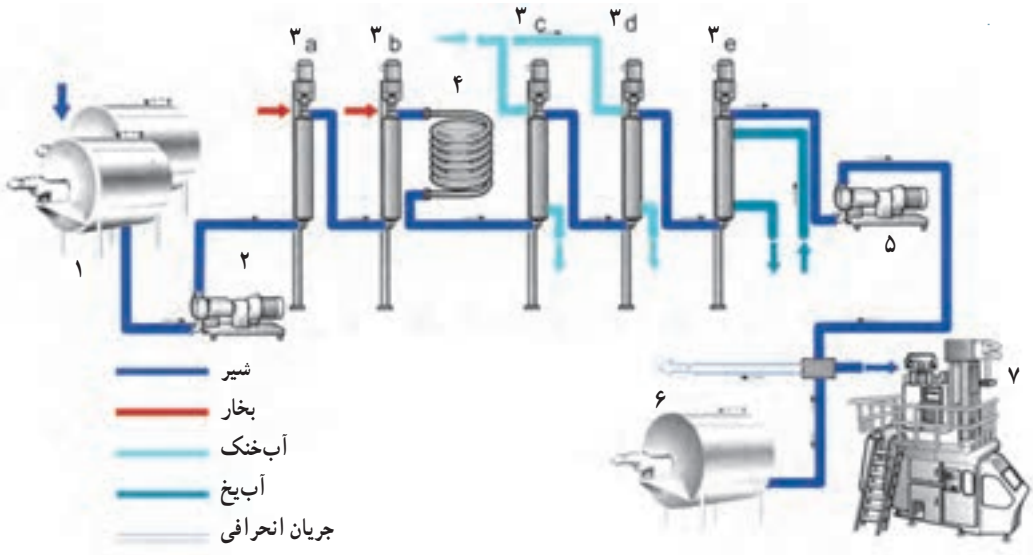
۲ــHigh Temperature Sort Time

۳ــ Sterilization

۴ــ اشکال مقاوم میکروب را اسپور نامند.

۵ــ Ultra High Temperature

۶ــ همگن یا یکنواخت کردن چربی شیر (هموژنیزاسیون) : همگن‌کردن یعنی خردکردن مکانیکی چربی که در شیر به شکل گویچه‌هایی با اندازه‌های متفاوت وجود دارند وزن مخصوص چربی شیر (که برابر ۰/۹۵ است) کم‌تر از وزن مخصوص شیر (حدود ۱/۰۳۰) می‌باشد از این‌رو، 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 جمع‌شدن بستگی به عوامل متعددی از جمله اندازه گویچه‌های چربی و دمای شیر دارد. هر چه اندازه‌ی گویچه‌های چربی بزرگ‌تر باشد سرعت جمع‌شدن آن‌ها بیش‌تر است در نتیجه‌ی همگن‌کردن تعداد موجود آن‌ها در هر سانتی‌متر مکعب شیر خیلی زیاد و رنگ شیر متمایل به سفید می‌شود. همگن‌کردن در مواد سفیده‌ای نیز مؤثر است و مدت انعقاد شیر ←



شکل ۱۲ــ۳ــ سیستم U.H.T غیرمستقیم براساس تبادل‌کننده تیغه تراش

۱ــمخزن محصول	**۲ــ پمپ تغذیه**	**۳ــ تبادل‌کننده با سطح تیغه تراش**
۳a ــ قسمت پیش‌دما	**۳b ــ قسمت دمای نهایی**	**۳c ــ قسمت خنک‌کننده**
۳d ــ قسمت خنک‌کننده	**۳e ــ قسمت خنک‌کننده**	**۴ــ لوله هولدر**
۵ــ پمپ	**۶ــ مخزن آسپتیک**	**۷ــ پرکن آسپتیک**

پیش از استریل کردن الزامی می‌باشد.

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

۵ــ۳ــ بسته‌بندی شیر سترون

برای بسته‌بندی شیر استریلیزه از ظروف مقوایی چندلایه و یا کیسه‌های پنج‌لایه استفاده می‌شود. کارتن یا مقوای مورد مصرف برای بسته‌بندی شیر استریلیزه به‌صورت رل (قرقره) در محل خود

→

را تقلیل می‌دهد. همگن‌کردن با ماشین همگن‌کننده در دمای ۶۰°C تا ۸۰°C و تحت فشار ۱۵۰ تا ۳۰۰ آتمسفر در اثرکتور یا شکافی که در دستگاه تعبیه شده انجام می‌شود.

از مزایای شیرهمگن شده می‌توان به مزه‌ی بهتر، رنگ سفیدتر، جمع‌نشدن روی سطح شیر و پخش یکنواخت گویچه‌های چربی در تمام شیر که به هضم بهتر آن کمک می‌کند می‌توان اشاره کرد. و از معایب آن می‌توان به هزینه‌ی بالای تولید، حساسیت بیش‌تر در برابر نور و افزایش سرعت اکسیداسیون و فساد چربی اشاره کرد و در ضمن از شیر همگن شده می‌توان خامه‌گیری کرد.

در دستگاه‌های پرکن قرار می‌گیرد و در موقع بسته‌بندی ابتدا سطح داخل کارتن که از جنس پلی‌اتیلن است به‌وسیله آب‌اکسیژنه ضدعفونی شده و سپس با استفاده از دما آب اکسیژنه تبخیر می‌گردد. برحسب دستگاه بسته‌بندی کارتن به‌صورت تتراپاک (هرمی، چهارسطحی) و یا تترابریک (مکعب‌مستطیل) 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.

۶ــ۳ــ 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 تغییری پیدا نمی‌کند ولی به‌علت دمای بالا، ارزش بیولوژیکی پروتئین کمی کاهش می‌یابد. از نظر مقدار ویتامین‌ها، حدود ۳۰ درصد ویتامین B_1 (تیامین) و مقدار کمی از ویتامین B_2 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_1 یا تیامین به علت حساسیت در مقابل دما در حدود ۲۵ــ۱۰ درصد از بین می‌رود. کاهش ویتامین B_2 یا ریبوفلاوین جزیی 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 به‌تغییر 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 (۳ــ۳)

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

۷ــ۳ــ تغلیظ شیر

۱ــ۷ــ۳ــ 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 کم‌چربی و به دو شکل شیر کندانسه شیرین و یا بدون شکر تهیه می‌نمایند. شیر تغلیظ شده به‌صورت تجارتی در هر دو نوع بیش‌تر به‌صورت استریل عرضه می‌گردد.

۲ــ۷ــ۳ــ ویژگی‌های ماده اولیه، شیر غلیظ شده : علاوه بر خصوصّیات ماده خام شیر می‌بایست دو نکته مهم را در مورد ماده خام شیرهای غلیظ شده در نظر گرفت.

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

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

۳ــ۷ــ۳ــ 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.

ــ ***استاندارد کردن شیر :*** چون شیر کندانسه باید دارای ترکیب معلوم و مشخصی باشد از این‌رو 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 به‌طور معمول چربی این نوع محصول ۸ درصد و ماده خشک آن ۱۸درصد می‌باشد.

ــ ***دما دادن اوّلیه 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 $140^{\circ}C$ــ$120^{\circ}C$به مدت ۱۵ثانیه و یا $120^{\circ}C$ــ$100^{\circ}C$به‌مدت ۳ــ۱دقیقه استفاده می‌شود.

ــ ***تغلیظ شیر :*** تغلیظ شیر با جوشانیدن و تبخیر آب اضافی آن صورت می‌گیرد، برای این‌که عمل تبخیر در درجه دمای کم‌تری صورت بگیرد، این عمل در دیگ‌های مخصوصی تحت خلأ انجام می‌گیرد و درنتیجه، شیر در $57^{\circ}C$ــ$43^{\circ}C$ به جوش می‌آید، دیگ خلأ که برای این منظور به‌کار می‌رود به نام‌های تبخیر کننده[۲]، تغلیظ کننده[۳] و ظرف خلأ[۴]معروف می‌باشد که ممکن است یک‌مرحله‌ای[۵] و چند مرحله‌ای[۶] باشد.

۱ــ Condensed Milk ۲ــ Evaporator ۳ــ Condensator

۴ــ Vaccum ۵ــ Single effect ۶ــ Multiple effect

ـ ***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 درنتیجه انعقاد آن‌ها در زمان استریلیزاسیون خواهد گردید.

ـ ***استاندارد کردن ثانویه***

ـ ***بسته‌بندی***

ـ ***استریلیزاسیون قوطی:*** شیر کندانسه بسته‌بندی شده را در دمای ۱۲۱°C ـ ۱۱۸°C درجه به‌مدت ۱۵ دقیقه استریلیزه می‌کنند.

۸ـ۳ـ شیرخشک

تهیّه‌ی شیرخشک از زمان‌های قدیم در بین مردم کشورهای شرقی مرسوم بوده است به‌طوری که مارکوپولو در سفرنامه خود نوشته است سربازان مغول در مأموریت‌های طولانی مقادیر زیادی شیرخشک 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.

۱ـ۸ـ۳ـ انواع شیرخشک : انواع شیرخشک عبارت‌اند از، شیرخشک کامل، شیرخشک کم‌چربی و شیرخشک بدون چربی، به‌علاوه بعضی از فرآورده‌های شیر نیز مانند خامه، دوغ، ماست، آب پنیر نیز به شکل خشک تهیه می‌گردد.

۲ـ۸ـ۳ـ ترکیب شیر خشک :نسبت درصد ترکیب شیرهای خشک به طورمتوسط به‌قرار زیر است :

	آب	چربی	ماده خشک بدون چربی
شیرخشک کامل (روش اسپری)	۲ـ۵	۲۶	۷۰ ـ ۷۲
شیرخشک پس چرخ	۴ـ۵	۱ـ ۱/۵	۹۴ـ۹۵

۳ـ۸ـ۳ـ روش‌های تهیه شیر خشک : روش‌های مهم تهیه شیر خشک عبارت‌اند از :

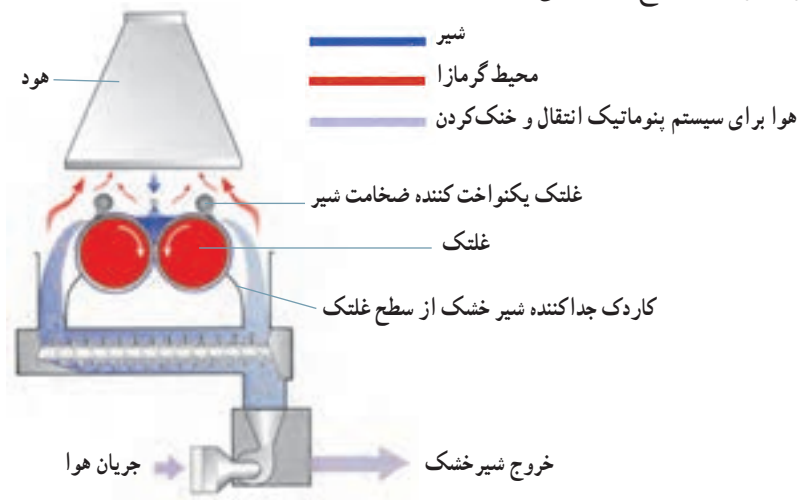
۱ـ روش استوانه یا غلتکی[۱]

۲ـ روش اسپری[۲]

۱ـ Drum Drying ۲ـ 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 ۱/۵متر تشکیل شده که به طور افقی و در فاصله کمی (۰/۵ تا ۰/۷۵ میلی‌متر) از هم قرار گرفته‌اند و در جهت مخالف یکدیگر به آهستگی حرکت می‌نمایند. استوانه‌ها ازداخل با بخار با دمای حدود ۱۴۳°C تا ۱۴۹°C گرم می‌شوند.

شیر که دمای آن به حدود ۷۱°C رسیده و تا حدودی نیز غلیظ شده بین دو غلتک دستگاه قرارگرفته و به شکل ورقه‌ی نازکی بر روی سطح استوانه پخش می‌گردد. پس از نیم دور استوانه شیر به‌سرعت خشک می‌شود و سپس به‌وسیله تیغه مخصوصی از روی سطح استوانه تراشیده شده، در ناودان جمع‌آوری می‌ریزد. بخار آب حاصله از تبخیر شیر به‌وسیله‌ی هواکشی که در بالای استوانه قرار گرفته به‌خارج کشیده می‌شود.



شکل ۱۳ــ۳ــ 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 فیزیکو شیمیایی شیر تغییر می‌کند و ضریب انحلال شیر خشک در آب کاهش می‌یابد. بدین‌جهت محصولی که با این روش تهیه می‌گردد به مصرف تغذیه دام‌ها می‌رسد و یا در تهیه بیسکویت و غیره به‌کار می‌رود.

روش اسپری (افشانکی) : اساس این روش عبارت است از این‌که شیر را در فضایی که جریان هوای گرم در آن برقرار است به شکل ذرّات بسیار ریز پراکنده نموده، خشک می‌نمایند.

محصولی که بدین‌طریق تهیه می‌شود دارای خواص ظاهری بهتری است ضریب انحلال شیرخشک اسپری تا ۹۹/۵ــ ۹۸درصد می‌رسد درحالی که ضریب انحلال بهترین نوع شیرخشک روش استوانه از ۸۵درصد تجاوز نمی‌کند. بدین جهت شیرخشکی که به مصرف انسان می‌رسد به‌روش اسپری تهیه می‌شود.

روش کار : پس از دریافت شیر، بسته به نوع محصول نهایی، چربی شیر را به‌طور نسبی یا کامل می‌گیرند. در مورد شیر خشک کامل یا کم چربی باید چربی شیر را همگن نمود. سپس شیر را در دمای ۱۱۰°C تا ۱۳۰°C به مدت چند لحظه پاستوریزه می‌نمایند. این عمل برای از بین‌بردن آنزیم‌های لیپاز و اکسیدازهای شیر و هم‌چنین قسمت‌اعظم میکروب‌های موجود در شیر ضروری است.

شیر پاستوریزه و غلیظ[1] شده به وسیله‌ی لوله‌ای به بالای برج خشک‌کننده‌ی 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 ۱۵۰°C گرم می‌شود.

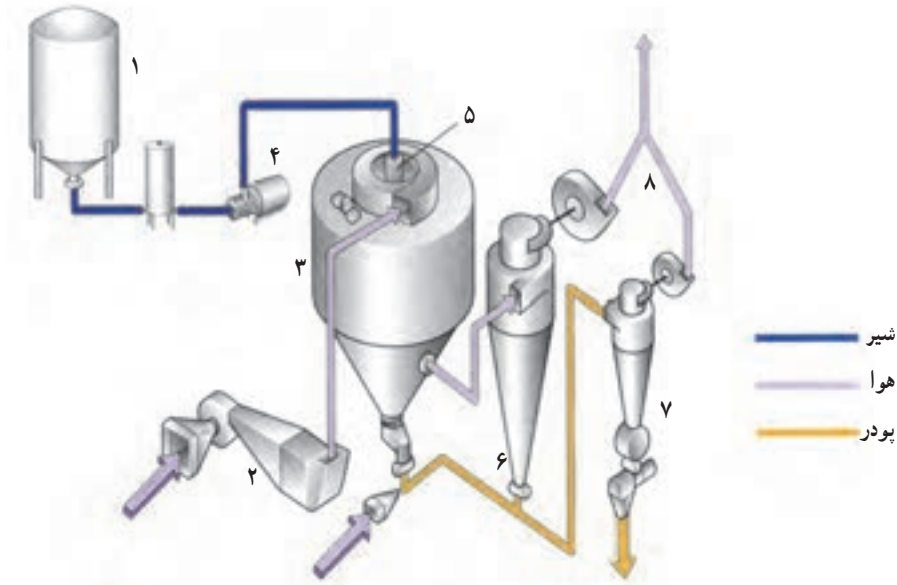
روش پراکندگی شیر در داخل برج و تماس آن با هوای گرم طوری است که سطح تبادل دما زیاد است و بدون این‌که درجه دمای هر قطره شیر از حدود ۷۰°C زیادتر شود شیر در عرض مدت بسیار کوتاهی و به‌طور آنی تبخیر و خشک می‌شود و به قسمت مخروطی برج می‌افتد و سپس به وسیله‌ی مکنده‌های مخصوص به قسمت بسته‌بندی کشیده می‌شود. از هر ۱۰۰ لیتر شیر پس چرخ ۹/۵تا ۹/۷کیلوگرم شیرخشک بدون چربی و از ۱۰۰ لیتر شیر ۳/۱درصد چربی ۱۲/۵ــ۱۲ کیلوگرم شیرخشک ۲۶درصد چربی به‌دست می‌آید.

شیر خشک فوری[2] : 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. بدین‌جهت 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.

شیرخشک فوری در حال حاضر از شیر پس چرخ تهیه شده، به مصارف خانگی می‌رسد.

۱ــ شیر پاستوریزه تا ۴۰ــ۳۰ درصد ماده خشک غلیظ شده که باعث کاهش حجم شیر و صرفه‌جویی در مصرف انرژی گرمایی می‌گردد.

۲ــ Instantized



شکل ۱۴ــ۳ــ خشک‌کن پاششی معمولی (یک مرحله‌ای) با محفظه مخروطی

۱ــ محفظه شیر مایع ۲ــ سیستم گرم‌کننده هوا ۳ــ مخزن خشک‌کن ۴ــ پمپ فشار با نازل
۵ــ ذره‌پاش یا نازل ۶ــ سیکلون میانی ۷ــ سیستم انتقال سیکلون ۸ــ صافی و فن‌مکنده هوا

روش تهیه شیرخشک فوری بدین ترتیب است که شیرخشکی را که تهیه شده دوباره مرطوب نموده و در خلأ نسبی خشک می‌نمایند. درنتیجه دانه‌هایی به‌دست می‌آید که منفذدار بوده و قابلیت جذب آب آن زیاد است.

۴ــ ۸ــ۳ــ موارد استفاده شیرخشک : ۱ــ در صنایع شیر برای تولید شیر باز ساخته شده و سایر فرآورده‌های لبنی و پس از اعمال فرآیندهای لازم دیگر برای سالم‌سازی و غنی‌سازی ۲ــ درصنایع فرآورده‌های غلات مانند تهیه انواع کیک، بیسکویت و نان ۳ــ خوراک دام

خودآزمایی فصل سوم

۱ــ هدف از پاستوریزاسیون را شرح دهید.

۲ــ مهم‌ترین روش‌های پاستوریزاسیون را نام ببرید.

۳ــ هدف از استریلیزاسیون را بیان نمایید.

۴ــ روش‌های متداول استریلیزاسیون را نام ببرید.

۵ــ اشکال مختلف تغلیظ شیر را نام ببرید.

۶ــ ویژگی‌های ماده اولیه برای تهیه شیر غلیظ شده را بیان کنید.

۷ــ معایب روش استوانه یا غلتک را در تهیه شیرخشک شرح دهید.

۸ــ مزایای شیرخشک فوری را نسبت به شیرخشکی که به روش اسپری تهیه می‌شود بنویسید.