فصل چهارم

اصول و روشهای نگهداری و تبدیل مواد غذایی

هدفهای رفتاری: پس از پایان این فصل از فراگیر انتظار می‌رود که بتواند :

۱ــ اصول اساسی که روشهای مختلف نگهداری مواد غذایی بر آن استوار است را شرح دهد.

۲ــ با روشهای مختلف نگهداری مواد غذایی آشنا شود.

۳ــ عملیات لازم برای نگهداری غذا با استفاده از گرما را شرح دهد.

۴ــ مزایای نگهداری مواد غذایی با سرما را توضیح دهد.

۵ــ اصول تبدیل فرآورده‌های شیر را ذکر کند.

۴ــ اصول و روشهای نگهداری و تبدیل موادغذایی

مقدمه: نگهداری موادّ غذایی در طول تاریخ همواره یکی از بزرگترین مشکلات اکولوژیکی انسان را تشکیل می‌داده است، زیرا بشر برای نگهداری مواد غذایی خود از فصل برداشت و وفور موادغذایی برای فصلهای دیگر سال، همواره، با موجودات کوچک و بزرگ مزاحمی که خود را شریک غذای او می‌دانسته‌اند مواجه بوده است و بسیاری از این موجودات هنوز مغلوب بشر نشده‌اند و پیش‌بینی می‌شود که در آینده روزی غالب گردند.

بدیهی است برای نگهداری موادغذایی با استفاده از روشهای مناسب وقتی، تاریخ دقیق و معیّنی را نمی‌توان ارایه نمود ؛ زیرا این روشها بسته به شرایط محیط زندگی انسانها در نقاط مختلف دنیا متفاوت و روزبه‌روز درحال تحول بوده است و گاه هدفهای دیگری مانند تبدیل مواد اولیه به فرآورده‌های گوناگون با آنها همراه گردیده است. به‌طورکلّی می‌توان گفت انجام هرکاری که موجب افزایش زمان قابلیت نگهداری موادغذایی شود در واقع نوعی روش نگهداری است که ممکن است

فرآیندی ساده یا پیچیده باشد.

این روشها برسه اصل مهم زیر استوار هستند :

۱ــ نابود کردن میکروارگانیسمهای موجود در مواد غذایی یا جلوگیری از رشدونمو فعالیّت آنها ؛

۲ــ جلوگیری از آلودگی دوبارهٔ مواد غذایی سالم‌سازی شده، به‌وسیلهٔ میکروبها و سایر عوامل مؤثّر بر فساد که با انجام نوعی بسته‌بندی عملی می‌شود ؛

۳ــ عقیم کردن آنزیمها و ازبین بردن سایر عوامل مؤثّر در واکنشهای شیمیایی منجر به فساد.

بدیهی است در طول تاریخ در نقاط مختلف دنیا روشهای نگهداری گوناگونی مورد استفاده قرار گرفته است که در این‌جــا به‌طورخلاصه دربارهٔ پاره‌ای از مهم‌ترین و رایجترین آنها بحث می‌شود.

۱ــ انبار کردن موادغذایی

انبار کردن، یکی از قدیمترین و رایجترین روشهای نگهداری مواد غذایی در تمام دنیاست. از انبارهای ساده، فنّی و سیلوها می‌توان برای نگهداری مواد اولیه و فرآورده‌های مواد غذایی گوناگون استفاده نمود.

به‌طورکلّی انبارهای مناسب برای نگهداری مواد غذایی باید دارای ویژگیهای زیر باشند :

ــ نفوذناپذیری در برابر رطوبت ؛

ــ نفوذناپذیری در برابر دما ؛

ــ نفوذناپذیری در برابر حشرات، جوندگان و آفات انباری ؛

ــ مجهز بودن به سیستمهای طبیعی و مصنوعی تهویه ؛

ــ مجهز بودن به سیستمهای جستجو، شناسایی و مبارزه با آفات انباری ؛

ــ برخورداری از انبارهای قرنطینه برای نگهداری کوتاه مدت و اطمینان از سالم بودن مواد غذایی ؛

ــ مجهز بودن به وسایل لازم برای اندازه‌گیری و ثبت دما و رطوبت نسبی.

برای رسیدن به هدفهای بالا طراحی انبار به‌ویژه موقعیت اقلیمی، نوع مصالح ساختمانی، سیستمهای عایق‌بندی، روش انبارکردن و سیستمهای کنترل، نقش بسیار مهمی دارد که در کتاب جداگانه‌ای در ارتباط با درس سردخانه و انبار دربارهٔ آنها به‌تفصیل بحث خواهد شد.

تأثیر شرایط انبارهای نگهداری بر روی موادغذایی

مواد غذایی در حین نگهداری در انبارها ممکن است به‌وسیلهٔ عوامل گوناگون دستخوش تغییرات نامطلوب شوند. این تغییرات به واسطهٔ آنزیمها، میکروارگانیسمها و تنفس انجام می‌گیرد که در بخش عوامل مؤثّر بر فساد درباره آنها بحث شده است.

اما در طی زمان نگهداری مواد غذایی در انبارها عوامل دیگری نیز ممکن است موجب تغییرات مواد غذایی شوند که مهم‌ترین آنها عبارتند از :

ــ تغییر موادمغذّی مانند چربیها، پروتئینها و کربوهیدراتها ؛

ــ واکنشهای بین اجزای غذایی مانند مایارد ؛

ــ واکنش بین مواد مغذّی و عوامل محیطی مانند، اکسیژن، گاز کربنیک ؛

ــ آب و مواد بسته‌بندی به‌ویژه مواد پلاستیکی، نایلونی و فلزی بدون محافظ ؛

ــ واکنش بین مواد مغذّی و مواد افزودنی عمدی و غیرعمدی ؛

ــ واکنشهای فیزیکوشیمیایی که در اثر تغییر شرایط اقلیمی اتفاق می‌افتد ؛ مانند ذوب چربیها در اثر بالا رفتن دما و تشدید فعالیت آنزیمها و میکروارگانیسمها و تشدید واکنشهای اکسیداتیو، تغییرات حاصل در تابش نور، بیات شدن، دفع یا جذب رطوبت و مانند اینها ؛

ــ تغییر pH در اثر رشد میکروارگانیسمها و سنتز اسیدهای آلی به‌واسطهٔ آنها ؛

ــ تغییرات ناشی از رشدونمو و تکثیر آفات انباری.

بنابراین برای اینکه موادغذایی در فاصلهٔ نگهداری در انبارها سالم بمانند باید شرایط انبار به‌دقّت کنترل شود، از طرف دیگر، برای هریک از موادغذایی شرایط ویژه‌ای لازم است که باید به‌طور صحیح گزینش و به‌کار گرفته شود.

مهمترین عواملی که در انبارهای نگهداری باید کنترل شوند عبارت‌اند از :

الف ــ دما: دمای انبارهای نگهداری، تابعی است از دمای موادی که وارد آنها می‌شود و دمای انبار که خود تابعی از دمای هوا و سیستمهای سرمایش احتمالی است، دربارهٔ برخی از موادغذایی مانند غلات، دمای ناشی از تنفّس و رشد و نمو و تکثیر آفات انباری نیز در این مورد مؤثر می‌باشند. تغییر دما در انبار موجب افزایش یا کاهش واکنشهای بیوشیمیایی (فعالیت آنزیم) و بیولوژیکی (رشد و نمو باکتریها) و تنفّس می‌شود و در نتیجه این واکنشها و تغییرات زیر در مواد غذایی نگهداری شده در انبارها رخ می‌دهد :

ــ کاهش وزن در اثر تنفس و تبدیل کربوهیدراتها به‌گازکربنیک، دما، آب و همچنین تغذیهٔ آفات انباری ؛

ـ کاهش کیفیّت خوراکی مواد غذایی ؛
ـ کاهش زمان قابلیت نگهداری.

برای کم کردن این تغییرات بهترین راه کاهش دمای محل نگهداری مواد غذایی است.

ب ـ رطوبت نسبی هوای انبار: درطول زمان نگهداری مواد غذایی در انبارهای نگهداری، بین رطوبت مواد غذایی و رطوبت نسبی هوای انبار تبادل صورت می‌گیرد. مواد غذایی با رطوبت زیاد مانند سبزیها و میوه‌ها رطوبت خود را از دست می‌دهند و بخشی از رطوبت آنها تبخیر و وارد فضای انبار می‌شود و میوه و سبزی، پلاسیده و پژمرده می‌گردد و گاه این رطوبت با تغییر دما و سرد شدن متراکم شده، به‌صورت قطرات آب در جایی از محصول جذب می‌گردد و با این عمل، میکروارگانیسم به‌ویژه کپکها در این نقاط رشد می‌کنند. در مورد دانه‌هایی مانند غلات، تنفس در این نقاط تشدید می‌شود و فساد تسریع می‌گردد.

برعکس، نگهداری مواد غذایی خشک یا خشک شده که هیگروسکوپیک[1] هستند در انبارهایی که دارای هوا با رطوبت نسبی بالایی هستند موجب می‌شود که مقداری از رطوبت نسبی هوا جذب این مواد شده، شرایط فساد آنها فراهم گردد.

برای جلوگیری از این تغییرات، لازم است بین رطوبت نسبی هوای انبار و رطوبت مواد غذایی موردنظر تعادل برقرار باشد.[2]

پ ـ ترکیب هوای انبار: مقدار اکسیژن گازکربنیک، بخار آب و سایر گازهای موجود در هوای انبار در حالت طبیعی برای نگهداری بسیاری از مواد غذایی مناسب نیست و باید آنها را به‌نحوی تغییر داد که تغییرات مواد غذایی نگهداری شده در انبار به حداقل برسد.

به همین دلیل، امروزه برای نگهداری بسیاری از مواد غذایی، ترکیب هوای انبار را تغییر می‌دهند و این عمل را «نگهداری در انبار با اتمسفرکنترل شده[3] یا اتمسفر تغییر یافته[4]» می‌گویند.

در بیشتر موارد، لازم است مقدار گاز کربنیک افزایش داده شود، برای نمونه با اضافه کردن CO_2 به اتمسفر انبارهای نگهداری غلات، می‌توان زمان نگهداری آنها را به میزان قابل ملاحظه‌ای بالا برد و اساس نگهداری غلات و حبوبات در ظروف سربسته یا کندوهای گلی وانبارهای زیرزمینی برهمین مبناست. در ظروف و محلهای سربسته تنفس کند می‌شود و به‌علت کم شدن تدریجی اکسیژن در اثر تنفس دانه و آفات، کم‌کم شرایط به سمت بی‌هوازی پیش می‌رود و آفات انباری خفه می‌شوند و واکنشهای اکسیداسیون هم متوقف می‌گردند. در نتیجه عمل فساد هم متوقف می‌گردد.

۱ـ Hygroscopic
۲ـ Equilibrium Relative Humidity
۳ـ Controlled Atmospher - storage (CA)
۴ـ Modified Atmospher - storage (MA)

گذشته از کنترل اکسیژن و گازکربنیک هوای انبار، در پاره‌ای موارد می‌توان با اضافه یا کم کردن گازهایی که در هوا وجود ندارند (مانند اتیلن) عمل رسیدن میوه و سبزی را سرعت بخشید یا متوقّف نمود ؛ همچنین می‌توان از جوانه‌زدن سیب‌زمینی و پیاز جلوگیری نمود.

۲ــ نگهداری غذا با استفاده از گرما

همان‌طورکه گفته شد عوامل فساد عبارت‌اند از : موجودات ذره‌بینی، اکسیداسیون غذا و سایر واکنشهای شیمیایی که بیشتر نیاز به وجود آنزیم دارند، در اثر دما موجودات ذره‌بینی ازبین رفته و آنزیم غیرفعال می‌شوند.

بنابراین چنانکه غذایی در ظروف نفوذناپذیر بسته‌بندی شده باشد دیگر علتی برای تغییر یا فساد آن باقی نخواهد ماند و تنها ممکن است پس از مدتهای بسیار طولانی در اثر واکنشهای بسیار کند شیمیایی که احتیاج به آنزیم ندارند تغییر مزه داده، تا حدی از نظر طعم نامطلوب شوند.

در تمام فرآیندهای آماده‌سازی غذا و سترون‌سازی سعی بر این است که حداقل صدمه به ارزش غذایی و خوراکی آن وارد شود بنابراین مقدار دمایی که به غذا داده می‌شود باید حداقل مقدار لازم برای ازبین بردن میکروبها و آنزیمها و خروج اکسیژن باشد.

عملیات لازم برای نگهداری غذا با استفاده از گرما: فرآیندهای لازم برای کنسروکردن غذاهای مختلف با یکدیگر متفاوت می‌باشد.

این فرآیندها عبارت‌اند از :

۱ــ گزینش گونهٔ مناسب و تعیین برنامهٔ کاشت و داشت و حمل به کارخانه ؛

۲ــ عملیات آماده‌سازی غذا (درجه‌بندی، تمیزکردن، جداسازی، خردکردن و غیره) ؛

۳ــ پرکردن (مایع، جامد، گاز و غیره) دربسته ؛

۴ــ خارج کردن اکسیژن و سایر گازها از بسته ؛

۵ــ دربندی و نشانه‌گذاری ؛

۶ــ استریل کردن (سترون کردن) ؛

۷ــ سرد کردن ؛

۸ــ برچسب زدن و انبار کردن ؛

۹ــ نمونه‌گیری و کنترل کیفی و کمی.

الف ــ سترون‌سازی

سترون‌سازی: منظور از سترون‌سازی غذاهای بسته‌بندی شده، جلوگیری از تغییر حالت و فساد آنها در شرایط انبارداری، پخش و فروش است. طبق این تعریف، چنانچه موجود زندهٔ غیرمضری در غذا یافت شود که تحت شرایط فوق نتواند سبب فساد غذا و به خطرافتادن سلامت مصرف‌کننده شود، وجودش در غذا قابل تحمل خواهد بود. به‌همین سبب برای نگهداری غذاهای اسیدی که pH آنها زیر ۴/۵ باشد دمای پاستوریزه کردن قوی، یعنی گرما دادن آنها به حدود ۹۰°C کافی خواهد بود. درحالی که برای حفاظت غذاهای کم‌اسید، با pH بالاتر از ۴/۵، که اسپورباکتریهای بیماریزا می‌توانند در آنها رشد و فعالیت کنند دمای بالاتر از ۱۰۰°C لازم است.

طبق تعریف تنها ازبین بردن میکروبهای بیماریزا برای انسان را «پاستوریزه‌کردن» می‌گویند، درحالی که ازبین بردن کلیه میکروبهای فعال و اسپورهایی را که در چنین غذایی می‌توانند رشد و فعالیت کنند را «استریلیزاسیون تجارتی» می‌نامند.

اصول سترون‌سازی: برای استریل‌کردن غذاهای قوطی‌شده، از گرما استفاده می‌کنند.

عوامل مؤثّر در استریلیزه کردن عبارت‌اند از :

۱ــ تعداد میکروبها در واحد حجم ؛

۲ــ شرایط محیط (pH ، وجود نمکها و مواد شیمیایی) ؛

۳ــ وضعیّت میکروبهای موجود (آیا قبلاً به گرما یا سرما مأنوس شده‌اند یا نه) ؛

۴ــ دما و زمان استریلیزاسیون.

برای استریلیز کردن غذاهای کم‌اسید و غیراسیدی باید فرض را بر این گذاشت که مقاومترین میکروبها نسبت به گرما در آنها موجود است. برای این منظور مبنای کار را بر روی میکروب اسپورساز بی‌هوازی به‌نام کلستریدیوم بوتولینیوم[1] که در غذاهای غیراسیدی سم بسیار خطرناکی تولید می‌کنند، قرار داده‌اند.

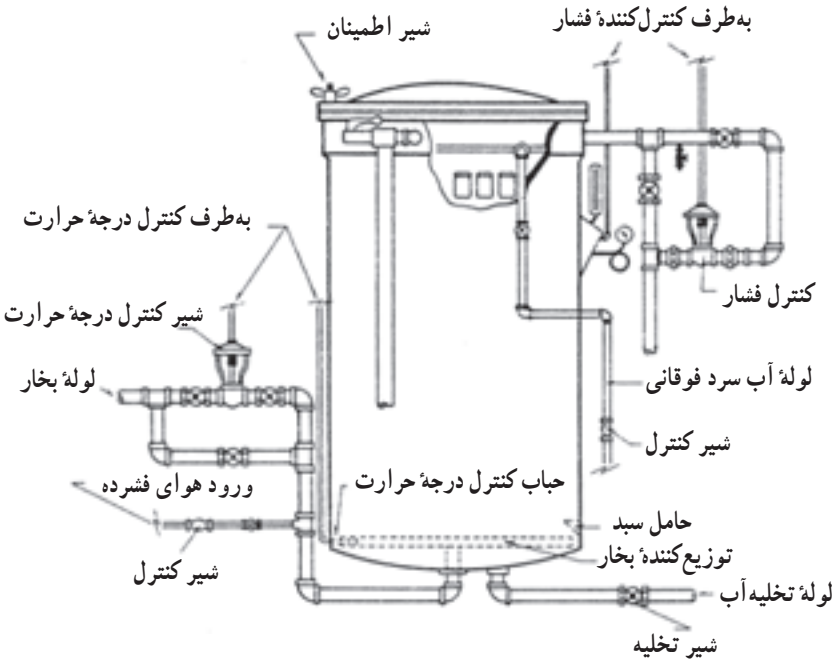
طرق مختلف سترون‌سازی: دستگاههای مختلفی که به کمک آنها غذا را سالم‌سازی می‌کنند به‌دو گروه تقسیم می‌شوند :

۱ــ اتوکلاو (Retorts) : انواع مختلف اتوکلاو برای استریل کردن غذاهای بسته‌بندی شده در شیشه، قوطی حلبی و یا کیسه‌های پلاستیکی به‌کار می‌روند.

الف ــ اتوکلاو ثابت افقی یا عمودی: که با بخار آب کار می‌کند. این نوع اتوکلاو ممکن است به هوای فشرده متصل باشند که در حین سرد شدن بسته‌ها، از آن برای خنثی کردن فشار داخل

۱ــ Clostrnidium botulinum

قوطیها استفاده شود.



شکل ۱ــ۴ــ اتوکلاو عمودی با ملحقات متعدد کنترل کننده

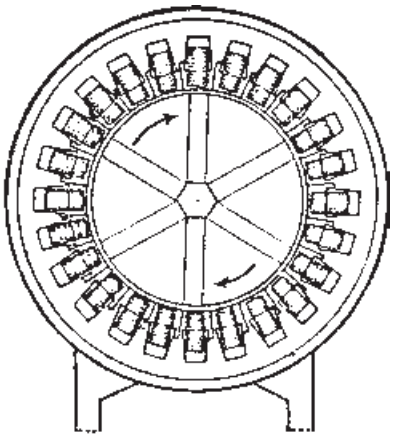
ب ــ اتوکلاو افقی متحرّک: که سبدهای غذا حین استریل شدن در آن می‌چرخند و تحت فشار بخار آب کار می‌کنند.

پ ــ اتوکلاو مداوم: که قوطیها یا شیشه‌های غذا از یک طرف وارد شده، مسیرهای مختلف استریلیزه شدن، سرد شدن و خشک کردن را طی کرده، از طرف دیگر خارج می‌شوند.

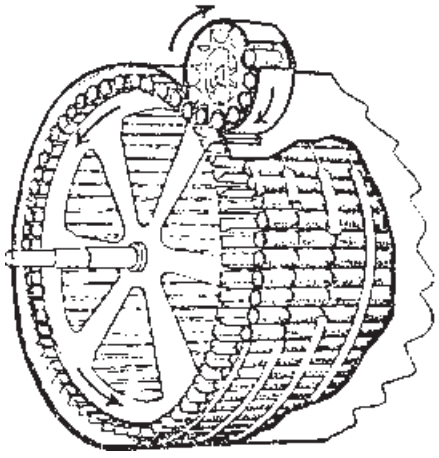
ت ــ اتوکلاوهای هیدرواستاتیک: که ظروف غذا از سویی وارد شده، پس از طی مراحل مختلف از طرف دیگر خارج می‌شوند. فشار بخار آب در این سیستم به کمک ستون آب تنظیم می‌شود.

۲ــ دستگاههای استریل‌کننده غذاهای مایع و نیمه‌مایع: از این دستگاهها برای پاستوریزه کردن یا استریل کردن غذاهای مایع استفاده می‌شود و انواع آن عبارت‌اند از :

الف ــ دستگاههای تبادل دمای صفحه‌ای: مانند آنچه در کارخانه‌های شیر پاستوریزه یا کارخانه‌های تهیه آب‌میوه کاربرد دارد. در این سیستمها یک لایهٔ نازک غذا به‌وسیلهٔ دو لایهٔ ماده‌ی گرم کننده و سردکننده احاطه می‌شود و در زمان بسیار کوتاه به‌دمای استریل رسیده، فوری سرد می‌شود.



الف ــ اتوکلاو چرخان غیردایم (تحرک انتها به انتها)

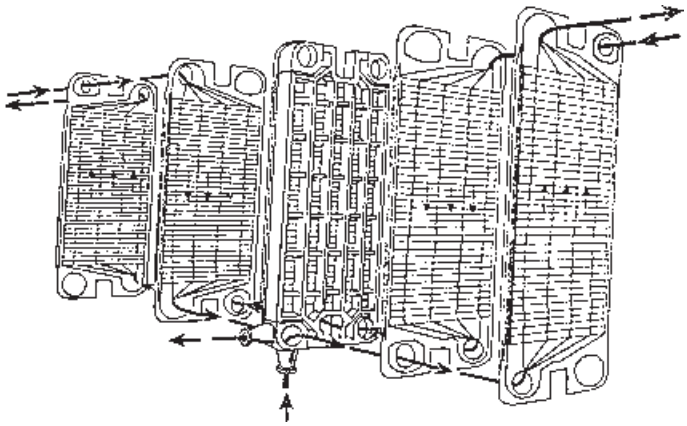


ب ــ اتوکلاو چرخان دایم (تحرک جدار به جدار)

شکل ۲ــ۴ــ شمای اتوکلاوهای فشاری که در آن قوطیها درحین فرآیند متحرک هستند.

ب ــ دستگاه استریل‌کنندهٔ لوله‌ای: این سیستم بیشتر برای غذاهایی با غلظت بیشتر به‌کار می‌رود، در این روش مواد غذایی مانند رب گوجه‌فرنگی از داخل لوله‌های نازک عبور کرده و از خارج با بخار آب دما داده می‌شود.

برای جلوگیری از سوختگی سطحی یک سری تیغه‌های ویژه، غذا را از جدار تراشیده، به‌جلو می‌رانند.



شکل ۳ــ۴ــ مسیر شیر در صفحات پاستوریزاتور صفحه‌ای

پ ــ *دستگاه استریل‌کنندهٔ مجهز به خلأ*: در این سیستم که باز برای غذاهای مایع مانند شیر به‌کار می‌رود، غذا با بخار فوق‌العاده گرمی مخلوط شده، در زمانی بسیار کوتاه (حدود یک دهم ثانیه) دما تا حد گرمای استریل بالا می‌رود و آنگاه در شرایط خلأ، مقدار آب مخلوط شده با شیر از آن گرفته می‌شود و بدین ترتیب، شیر سرد و آماده بسته‌بندی می‌شود.

این روشها را که در آنها غذاهای مایع یا نیمه‌مایع به یکی از شیوه‌های مذکور استریل شده، تحت شرایط استریل در ظروفی که جداگانه استریل شده‌اند، پرو بسته‌بندی می‌شوند، روش «اسپتیک[1]» می‌گویند.

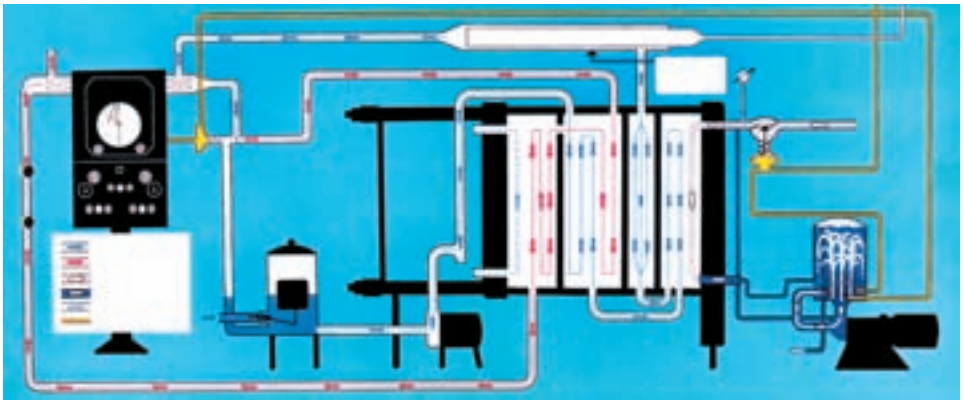
ب ــ پاستوریزه کردن

پاستوریزه کردن، روشی است که در آن از دماهای کمتر از ۱۰۰°C برای ازبین بردن باکتریهای بیماریزا برای انسان و غیرفعال نمودن آنزیمها استفاده می‌شود.

در این روش، تعدادی از میکروبهای غیربیماریزا باقی می‌مانند که برای جلوگیری از فعالیت آنها پس از پاستوریزه کردن باید فرآوردهٔ پاستوریزه شده مانند شیر در سرما نگهداری شود. گزینش دما و زمان در پاستوریزه کردن، رابطهٔ عکس دارند.

در دمای کم، زمانی طولانی[2] و در دمای زیاد، زمان کوتاهتر H.T.ST[3] است.

در مورد شیر، در روش اول دمای ۶۶°C ــ ۶۳°C و به مدت ۳۰ دقیقه و در روش دوم دمای ۷۲°C در مدت ۱۵ ثانیه یا ۸۲°C به مدت ۲ ثانیه به‌کار می‌رود یا این که در پاستوریزهٔ سریع (Flash pasteurization) شیر را تا حدود ۸۵°C حرارت داده، بلافاصله خنک می‌کنند.



شکل ۴ــ۴ــ دیاگرام یک سیستم پاستوریزه کردن مداوم شیر

۱ــ Aseptic
۲ــ Low Temperature long Time
۳ــ High Temperature Short Time

پ ــ بلانچینگ[1]

از این روش برای ازبین بردن آنزیمهای طبیعی میوه‌ها و سبزیها استفاده می‌شود. چون انجماد فعالیت آنزیمها را کاملاً متوقف نمی‌کند. «بلانچینگ» را معمولاً قبل از یخ زدن سبزی و میوه و فرآیندهای آماده‌سازی انجام می‌دهند.

مزایای این عمل عبارت‌اند از :

۱ــ غیرفعال کردن آنزیمها و جلوگیری از تغییر طعم، بو و رنگ مواد غذایی ؛

۲ــ از بین بردن تعداد زیادی از میکروبهای موجود در سطح محصول ؛

۳ــ تثبیت رنگ بعضی سبزیها مانند هویج ؛

۴ــ شستن و جدا کردن گل و مواد خارجی از روی محصول ؛

۵ــ خارج کردن هوای محبوس در بافت محصول ؛

۶ــ ازبین بردن طعم و بوی نامطبوع خارجی ؛

۷ــ نرم شدن بافت، کم شدن حجم و آسان کردن بسته‌بندی مانند کنسرو اسفناج.

مقاومترین آنزیمهایی که باید در بلانچینگ ازبین بروند، کاتالاز و پراکسیداز هستند که با از بین رفتن آنها، آنزیمهای دیگر نیز بی‌اثر می‌شوند.

روشهای بلانچینگ

الف ــ بلانچینگ با آب داغ یا آب جوش: این روش ساده‌ترین روش بلانچینگ است که می‌توان با یک ظرف آب داغ و یک آبکش آن را انجام داد. میوه یا سبزی را در آبکش ریخته، حدود یک یا چند دقیقه (بسته به اندازهٔ قطعات) در آبِ داغ فروبرده، نگاه می‌دارند سپس آن را در آب سرد فروبرده، به‌سرعت سرد می‌کنند.

با این روش رنگ سبزی، طی مراحل نگهداری بعدی بهتر حفظ می‌شود.

معایب این روش عبارت‌اند از :

۱ــ در این روش مصرف آب زیاد است و بهتر است برای صرفه‌جویی از روشهای دیگر استفاده شود.

۲ــ مقداری از اجزای غذایی در آب جوش وارد می‌شود.

ب ــ بلانچینگ با بخــار آب: این روش، اشکـال نشتِ مواد مغذّی به داخل آب را ندارد. سرعت آن بیشتر از روش پیشین است و برای سبزیهایی مانند مارچوبه، گوجه‌فرنگی و نخودسبز مناسب است.

۱ــ Blanching

پ ــ بلانچینگ خشک: این روش که در انتهای عمل خشک کردن به‌وسیلهٔ گاز گوگرد و اسیدسیتریک و یا نمک صورت می‌گیرد در مقایسه با روشهای قبلی بافت بیش از حد لازم نرم نمی‌شود ولی باعث تغییر طعم و بوی فرآورده می‌شود.

روشهای دیگر استفاده از دما

امروزه روشهای جدیدی برای تأمین دمای سالم‌سازی بسته‌های کنسرو به‌کار می‌رود که عبارت‌اند از :

۱ــ شعله مستقیم: قوطیها را مستقیماً در معرض شعله قرار می‌دهند تا استریل شود. استفاده از این روش احتیاج به (Retort) و دیگ بخار ندارد. اما هنوز استفادهٔ تجارتی از آن محدود است.

۲ــ میکروویو[1]**:** در این روش، پدیدهٔ نقطهٔ سرد حذف می‌شود. چون تمام نقاط را بدون اختلاف دما گرم می‌کند. استفاده از میکروویو به تأسیسات دقیق و گران احتیاج دارد. با این همه، چون این امواج از ورقهٔ فلزی عبور نمی‌کند از این روش نمی‌توان برای استریل کردن قوطیهای فلزی کنسرو استفاده نمود.

محاسبهٔ مقدار دمای لازم برای استریل کردن یا پاستوریزه کردن

چنانکه گفته شد، حرارت دادن محصولات غذایی علاوه بر کشتن میکروبها، ترکیبات غذایی را نیز تجزیه کرده، ارزش غذایی را پایین می‌آورد. بنابراین در فرآیندهای حرارتی، باید به کمترین دما که برای کشتن میکروبها کافی است، اکتفا کرد تا حداقل آسیب به ترکیبات غذایی وارد شود.

برای محاسبهٔ دما و زمان لازم باید دو فاکتور مهم و تعیین‌کننده را درنظر گرفت که عبارت‌اند از :

۱ــ تعیین توأم حدّاقل زمان و دما برای غیرفعال کردن مقاومترین ارگانیزمهای بیماریزا و فاسدکننده در یک ماده غذایی ؛

۲ــ تعیین ویژگیهای انتشار گرما در یک قوطی مادهٔ غذایی.

در اجرای روشهای دمایی سالم‌سازی، قوطیهای کنسرو، زمان و دمای لازم طوری انتخاب می‌شود که مقاومترین میکروبهای بیماریزا و فاسدکننده، غیرفعال شوند. در مواد غذایی مختلف میکروبهای بیماریزا و فاسدکنندهٔ متفاوتی رشد می‌کنند. از این‌رو برای رسیدن به اهداف بالا نوع ماده غذایی نیز دارای اهمیّت است.

۱ــ Microwave

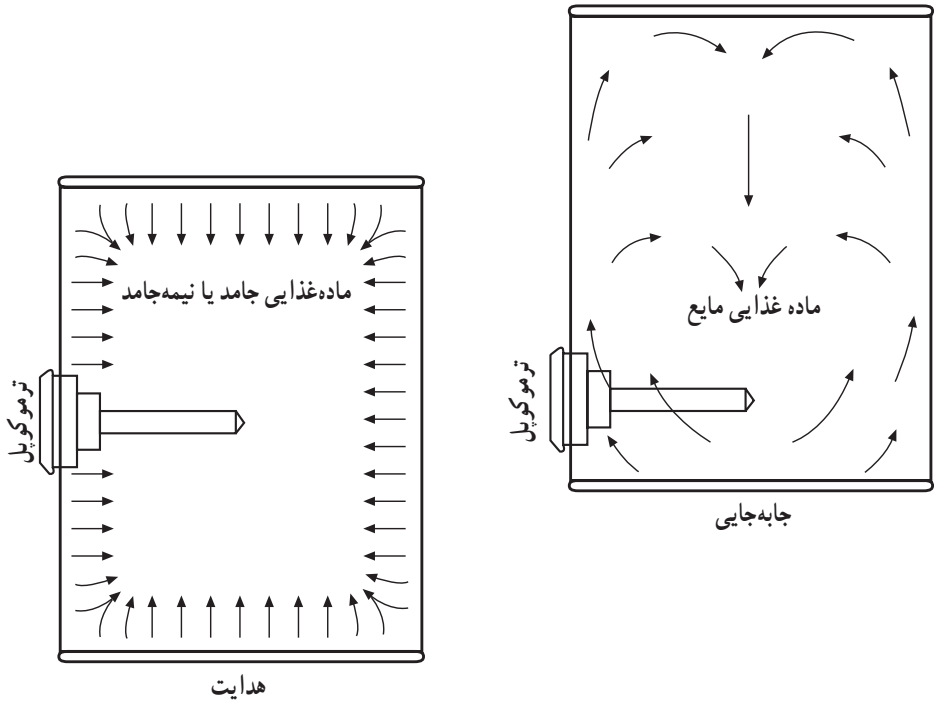
نکات مهم در فرآیندهای دمایی

علاوه بر میزان آلودگی محصول و نوع میکروب آلوده‌کننده، زمان گرما دادن برای استریل کردن محصول به عوامل دیگری نیز بستگی دارد که مهمترین آنها عبارت‌اند از :

۱ــ نوع محصول ازنظر ویسکوزیته (لزج بودن): فرآورده‌های غذایی، ممکن است مایع یا نیمه‌جامد و یا سفت باشند. این ویژگیها، تعیین‌کنندهٔ نوع جابه‌جایی دما در فرآورده است. در فرآورده‌های مایع جابه‌جایی دما از راه جابه‌جایی فرآورده در بسته و به سرعت انجام می‌گیرد، ولی در فرآورده‌های سفت این عمل به‌وسیلهٔ هدایت انجام می‌شود و نسبت به جابه‌جایی کندتر صورت می‌گیرد. در برخی از فرآورده‌های غذایی، جابه‌جایی دما از هردو راه یعنی هم جابه‌جایی و هم هدایت انجام می‌شود.

برای این که سرعت انتقال دما افزایش یابد از دیگهای چرخان استفاده می‌شود که با چرخاندن قوطی، محتویات آن را به‌هم زده، به جابه‌جایی دما در آن کمک می‌کنند.

موادی مانند قند و نشاسته، گرانروی فرآورده را بالا برده، جابه‌جایی دما را کُند می‌نماید. شکل ۵ــ۴ نوع محصول را که به‌وسیلهٔ جابه‌جایی و هدایت گرم می‌شوند و محل نقطهٔ سرد آنها را نشان می‌دهد.



شکل ۵ــ۴ــ محل قرار گرفتن ترموکوپل، زمانی که حرارت بیشتر به شیوهٔ هدایت یا جابه‌جایی منتقل می‌شود.

۲ــ اندازهٔ قوطی یا شیشه: سرعت جابه‌جایی دما تابعی از سطح تماس با منبع گرمادهنده است. هرقدر قوطی بزرگتر باشد نسبت سطح تماس به وزن محتویات قوطی کم می‌شود و بنابراین زمان زیادتری برای گرم شدن لازم است. به‌علاوه محتویات قوطی در نقطه‌ای که در فرآورده‌های غذایی جامد در وسط قوطی و در فرآورده‌های مایع در قسمت پایین قرار دارد و «نقطهٔ سرد» نامیده می‌شود که دیرتر از نقاط دیگر گرم و دیرتر استریل خواهد شد. البته اشکال نقطهٔ سرد بیشتر در فرآورده‌ای سفت مطرح است و در فرآورده‌های مایع که از راه جابه‌جایی گرم می‌شوند کمتر وجود دارد. برای اطمینان از انجام استریل تجارتی باید از استریل شدن فرآورده درنقطهٔ سرد اطمینان حاصل کنیم. برای نمونه اگر جهت استریل کردن فرآورده‌ای ۲/۴ دقیقه در ۱۲۱°C لازم باشد باید قوطی را آن‌قدر دما دهیم تا نقطهٔ سرد آن به ۱۲۱°C برسد و از آن پس ۲/۴ دقیقه در این دما بماند و سپس گرم کردن متوقف شود. در این‌صورت می‌توان گفت نقاط دیگر قوطی نیز دمای لازم را دریافت کرده، استریل شده‌اند.

ترکیبهای مختلف دما ــ زمان

برای استریل کردن یک فرآورده می‌توان از زمانها و دماهای گوناگون استفاده نمود. برای نمونه اگر در دمای ۱۲۱°C ، ۲۰ دقیقه برای سالم‌سازی لازم باشد به‌جای این دما می‌توان از دمای ۱۱۰°C به مدت بیشتر و یا دمای ۱۲۵°C به مدّت کوتاهتر استفاده کرد. بدیهی است برای هر اندازه قوطی و هر دما، زمانهای رسیدن به مرکز سرد، بسته به دمای سالم‌سازی باید از پیش تعیین شده باشد و در این صورت زمانهای نگهداری در دمای مورد نظر در دماهای گوناگون به‌شرح زیر خواهد بود :

جدول ۱ــ۴ــ دما و زمان استریل کردن

کمتر از یک دقیقه در ۱۲۷°C	۱/۵ دقیقه در ۱۲۴°C
۲/۴ دقیقه در ۱۲۱°C	۵/۳ دقیقه در ۱۱۸°C
۱۰ دقیقه در ۱۱۶°C	۳۶ دقیقه در ۱۱۰°C
۱۵۰ دقیقه در ۱۰۴°C	۳۳۰ دقیقه در ۱۰۰°C

دماها و زمانهای مربوط در جدول بالا، ترکیبهای مختلف دما ــ زمان نامیده می‌شود که اثر هرکدام در از بین بردن میکروبها یکسان است ولی از نظر اثراتی که روی مواد غذایی یا ترکیبات غذایی می‌گذارند متفاوتند. از جدول بالا معلوم می‌شود که هرچه دما بالاتر باشد زمان لازم برای ازبین بردن

میکروبها کوتاهتر می‌شود و این امر برای کلیّه میکروبها اعم از گرمادوست، اسپورها و غیره صادق است.

از طرف دیگر آنچه به کیفیّت ماده غذایی مانند رنگ، طعم، بافت و ارزش غذایی آن آسیب می‌رساند بیشتر زمان طولانی است تا دمای زیاد.

۳ــ نگهداری موادغذایی با سرما

نگهداری غذا به کمک یخ‌زدن یا انجماد، یکی از روشهای متداول حفظ غذا از فساد است.

از مزایای این روش نگهداری غذا می‌توان به چند نکتهٔ زیر اشاره کرد. بسیاری از غذاهایی که با این روش نگهداری می‌شوند حالت طبیعی خود را حفظ می‌کنند و بقیه نیز با تغییرات بسیار جزیی فرآیند می‌شوند که اگر فرآیند ما به‌طور صحیح انجام شود کیفیّت غذاهای نگهداری شده با این روش بهتر از هر روش دیگری است.

بسته‌بندی غذاهای یخ‌زده اغلب ساده است و به همین جهت تأثیر چندانی روی قیمت غذاها ندارد. روش یخ‌زدن، روشی نسبتاً ساده و سریع است و احتمال فساد میکروبی و مسمومیت در حین نگهداری در آن بسیار پایین است.

بزرگترین اشکال این روش، انبارداری و پخش مواد غذایی منجمد است که ناگزیر نیاز به انبارها و کامیونهای زیرصفر دارد که آن هم با امکانات امروزی هر روز بهتر و آسانتر می‌شود. به‌همین دلیل امروزه این روش نگهداری جای بسیار مهمی دربین روشهای نگهداری غذا باز کرده است و با سیستمهای دیگر به‌خوبی رقابت می‌کند.

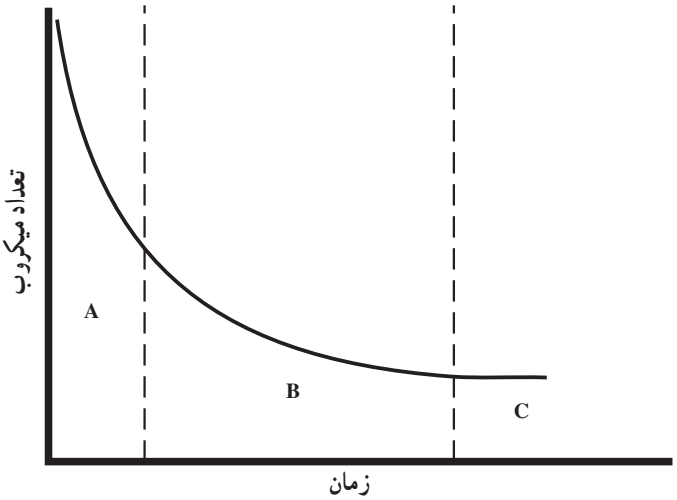
اصول نگهداری با استفاده از یخ زدن و طرز کار یخچالها

از عوامل مهم کنترل‌کنندهٔ سرعت فساد مواد غذایی یعنی واکنشهای شیمیایی و بیولوژیکی می‌توان گرما و مقدار آب آزاد موجود در یک سیستم را نام برد. برای هر واکنش شیمیایی و یا بیولوژیکی دمای ویژه‌ای لازم است.

چنانچه دمای محیط، کمتر یا بیشتر از آن باشد از شدّت آن کاسته یا تشدید می‌شود. بنابراین می‌توان تجسم کرد هنگامی که دما به زیر صفر برسد این واکنشها متوقف می‌شوند و یا به حداقل می‌رسند.

شکل ۶ــ۴ تأثیر زمان نگهداری مواد غذایی به حالت منجمد را بر روی تعدادی از میکروبها نشان می‌دهد. چنانکه مشاهده می‌شود جمعیت میکروبها هیچگاه به صفر نمی‌رسد. یعنی اگر چه اثر

سرما بر روی تعداد میکروبها قابل ملاحظه است ولی تأثیر استریل شدن غذا را ندارد. علاوه بر این کلیهٔ واکنشهای شیمیایی (به استثنای اکسیداسیون) و بیولوژیکی در محیطی که دارای مقدار کافی آب آزاد باشد رخ می‌دهند و از آنجایی که انجماد، سبب کریستاله شدن آب آزاد و غیرقابل مصرف بودن برای چنین واکنشهایی می‌شود. بنابراین فعالیتهای بیولوژیکی در غذاهای منجمد یا کاملاً متوقف می‌گردند و یا به حداقل می‌رسند. این دو عامل یعنی دمای پایین و فقدان مقدار آب آزاد لازم برای فعالیتهای بیولوژیکی و شیمیایی، اساس نگهداری غذاها را با روش یخ زدن تشکیل می‌دهند.



شکل ۶ ــ۴ــ اثر مراحل مختلف یخ‌زدن و نگهداری در انبار روی کاهش میکروبها، A ـ مرحله تقلیل درجه حرارت، B ـ اثر انبارداری، C ـ میکروبهای مقاوم.

اثر زمان انجماد و باز شدن یخ روی کیفیت نهایی مواد غذایی

هنگامی که دمای یک مادهٔ غذایی مانند سبزی، میوه یا گوشت تا حدّ نقطهٔ انجماد تقلیل می‌یابد، ابتدا هسته‌هایی از مولکولهای متراکم شدهٔ آب تشکیل می‌شوند و بعد کریستالهای یخ به‌وجود می‌آیند و کم‌کم حالت انجماد روبه تکامل می‌گذارد و چون همواره کریستالهای یخ از آب خالص ساخته می‌شوند درحین بزرگ شدن کریستالهای یخ مواد جامد محلول در آب به بیرون رانده می‌شوند و درنتیجه غلظت مواد یخ‌نزده به‌تدریج افزایش می‌یابد.

هنگامی که آب بین سلولها یخ زد به علت پیدایش اختلاف فشار اسمزی، مقداری از آبِ داخل سلول به خارج نفوذ می‌کند و سبب رشد کریستالهای یخ می‌شود. این امر بیشتر در مواردی که سرعت انجماد کُند است اتفاق می‌افتد و سبب تغییر حالت فیزیکی در بافت سلولها می‌گردد و پس از آب شدن

یخ غذا، مقدار بیشتری از آب و محتویات سلولی آزاد می‌شود.

هنگامی که سرعت یخ زدن سریع بوده باشد مقدار بیشتری از محتویات سلولها در جای خود یخ می‌زنند و اگر باز شدن یخ نیز به‌طور صحیحی انجام شود آسیب کمتری به بافت غذا وارد می‌شود.

غذا، درحین یخ‌زدن از نظر تغییرات دما، چهار مرحله را می‌گذراند که عبارت است از :

۱ــ تقلیل از دمای اولیه به درجات زیر صفر درجه Supercooling در حالت مایع،

۲ــ بالا رفتن دما تا حدّ صفر درجه هنگام کریستالیزه شدن ؛

۳ــ ثابت ماندن دما طی مراحل بعدی انجماد آب در مورد آب خالص ؛

۴ــ سرد شدن غذا تا درجه‌های زیر صفر درجه در اثر تداوم عمل.

باز کردن یخ غذاهای منجمد

عمل رفع انجماد باید به‌سرعت انجام گیرد ولی سرعت زیاد نباید توأم با گرمای زیاد باشد، چون موجب فساد ماده غذایی در طول زمان رفع انجماد می‌شود برای باز شدن یخ غذاهای منجمد باید آنها را حرارت داد که اجزای آن عبارت‌اند از :

۱ــ دمای لازم برای گرم کردن ماده از دمای یخچال تا نقطهٔ ذوب ؛

۲ــ دمای نهایی برای بازشدن یخ ؛

۳ــ گرم شدن غذا از نقطهٔ ذوب یخ به دمای نهایی.

روشهای یخزدن غذا

انواع مختلف سیستمهای یخزنی غذا را می‌توان به چهار گروه زیر تقسیم کرد :

یخزنهای هوای ساکن[۱]، متحرک[۲]، صفحه‌ای[۳] و غوطه‌وری[۴].

الف ــ یخزنهای هوای ساکن: این یخزنها در کارخانه‌های مواد غذایی که فرآورده‌های غذایی منجمد تولید می‌کنند مورد استفاده قرار نمی‌گیرند زیرا سرعت کار کُند و کیفیّت غذا پایین و فرآیند آن اقتصادی نیست. از این سیستم بیشتر برای نگهداری غذاهای یخزده در صنایع، خانه و هنگام جابه‌جایی استفاده می‌شود.

ب ــ یخزنهای هوای متحرک: این سیستم که انواع بسیار دارد رایجترین نوع یخزدن غذاست چون هم سریع است و هم برای بسیاری از غذاها قابل استفاده می‌باشد. از اشکالات این سیستم امکان از دست رفتن مقداری از رطوبت غذا می‌باشد که آن هم با بسته‌بندی مناسب و یا دمای

۱ــ Still freezers

۲ــ Blast freezers

۳ــ Contact freezers

۴ــ Immersion freezers

شکل ۷ــ۴

خیلی پایین یا مرطوب کردن هوا قابل اصلاح است. اصول کار این دستگاهها چنین است که غذا در اتاقها یا تونلهای ویژه‌ای، در مسیر هوای بسیار سرد (۲۰°C− تا ۴°C−) قرار گرفته، با از دست دادن دما از طریقهٔ هدایت با سرعت زیاد یخ می‌زند.

پ ــ یخزنهای صفحه‌ای: این قبیل یخزنها از صفحات مسطح و توخالی تشکیل شده‌اند که داخل آنها یک ماده سرد کننده جریان دارد. در عمل، بسته‌های غذا ممکن است با سینی و یا با دست بین صفحات قرار گیرند و یا به‌طور خودکار به‌وسیلهٔ نقاله‌های ویژه بین صفحات پر شوند.

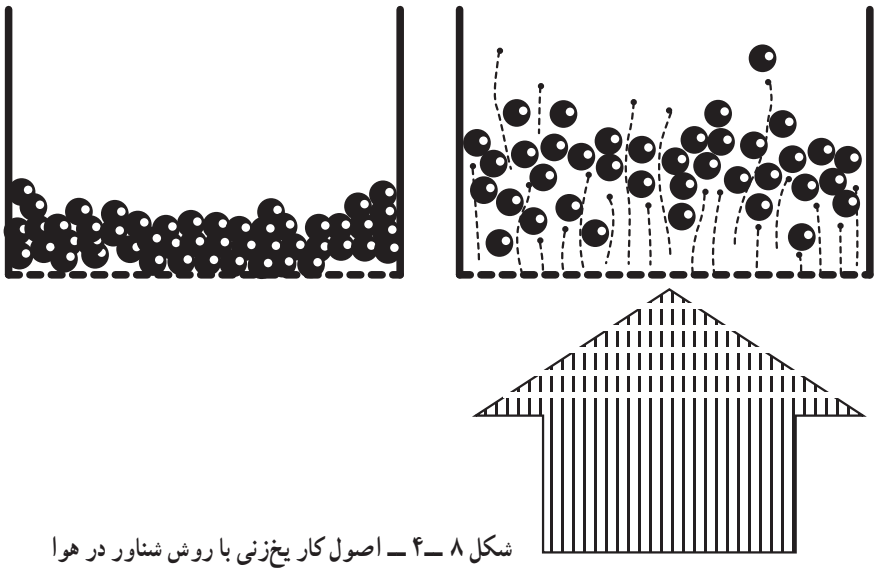
ت ــ یخزنهای غوطه‌وری: در این سیستم تماس غذا و مادهٔ سردکننده همه‌جانبه است و به‌علت تماس مستقیم سرما با ماده غذایی، تبادل دما بسیار سریع صورت می‌گیرد. هم‌چنین با تشکیل یک لایهٔ نازک یخ در سطح غذا، در لحظات اولیه، امکان هیچ تبخیر رطوبتی در غذا نیست و مانند سیستم یخزنی هوای متحرک، هر شکل و نوع غذایی را می‌توان با آن منجمد کرد. در حقیقت در این سیستم یخزنی، بیشتر غذاها بدون بسته‌بندی منجمد گشته، آنگاه براساس تقاضای بازار به‌هر شکل و اندازه‌ای که لازم باشند بسته‌بندی می‌شوند. این سیستم انجماد را می‌توان به‌سه گروه تقسیم کرد.

۱ــ استفاده از مواد سرمازای مایعی که در تمام طول کار به‌حالت مایع باقی می‌مانند، آب‌نمک،

آب‌قند، مخلوطی از آب قند و نمک گلسیرین و پروپیل گلایکل ؛

۲ــ آنهایی که به‌حالت مایع روی غذاها پاشیده می‌شوند ولی پس از تماس با غذا به‌حالت بخار درآمده و از آن مرحله به بعد از سرمازایی بخار آنها استفاده می‌شود. این مواد که آنها را «کرایوژن» می‌گویند عبارت‌اند از : ازت مایع و فریون ؛

۳ــ سرد کردن هوا و گذراندن آن از لای توده‌ای از مواد غذایی به‌طوری که آن مواد را به‌حالت شناور در هوا درآورد. این روش را که مشابه آن با استفاده از هوای گرم برای خشک کردن مواد نیز به‌کار می‌رود «یخ‌زنهای با بستر سیال[1]» می‌نامند.



شکل ۸ ــ۴ ــ اصول کار یخ‌زنی با روش شناور در هوا

سرد شدن: سرد شدن، عبارت است از کاهش گرمای محصول و سرد نگهداشتن، ملایمترین روش نگهداری مواد غذایی است که در آن، تغییر طعم، بافت، ارزش غذایی و سایر تغییرات در مقایسه با روشهای گرمایی، خشک کردن و سایر روشهای نگهداری کمتر می‌باشد. به‌علّت تأثیر بسیار اندک این روش در مقایسه با روشهای نامبرده، انهدام میکروبها هم کم است و امکان فساد مواد غذایی در آن وجود دارد.

سرد کردن باید سریع و بدون وقفه و بلافاصله پس از برداشت محصولات و یا ذبح دامها صورت گیرد و طی جابه‌جایی و نگهداری در انبارها و محل فروش تا آنجا که ممکن است سرد و خشک نگهداری شوند.

۱ــ Fluidized bed Freezing

شرایط نگهداری مواد غذایی در سردخانه‌ها عبارت‌است از :

۱ــ پایین‌نگهداشتن دمای هوا ؛

۲ــ جریان هوا به‌وسیلهٔ تهویه و جابه‌جایی ؛

۳ــ کنترل رطوبت نسبی ؛

۴ــ تغییر گازهای آتمسفر محیط سردخانه.

کنترل دمای هوا: طرح درست سردخانه و عایق‌بندی اتاقهای آن باعث می‌گردد که ظرفیّت کافی برای سردکردن به‌وجود آمده، دمای هوا تا $\pm 1^{\circ}C$ حفظ شود.

جریان مصنوعی هوا در سردخانه‌ها: جریان مناسب هوا به یکنواخت شدن دمای محیط نگهداری مواد غذایی کمک می‌کند. هوایی که در سردخانه جریان دارد باید دارای رطوبت نسبی مناسب باشد. در شرایط نامناسب رطوبت هوا در سطح مواد غذایی سرد تقطیر می‌شود. در صورت ازدیاد رطوبت هوا کپکها شروع به رشد و نمو می‌کنند از طرفی اگر هوای سردخانه خیلی خشک شود، رطوبت سطح محصول کاهش می‌یابد.

۴ــ خشک کردن مواد غذایی

مقدمه: نگهداری مواد غذایی به‌طریقهٔ خشک کردن یکی از قدیمیترین روشهاست. در گذشته، مردم میوه‌ها، سبزیها و حتی گوشت و ماهی را در فصول پربار، در گرمای خورشید و یا کنار آتش و دود خشک می‌کردند تا در سایر فصل‌های سال به‌مصرف برسانند.

علل اصلی خشک کردن مواد غذایی: به‌طورکلّی مواد غذایی را به دلایل زیر خشک می‌کنند :

۱ــ نگهداری آنها در برابر عوامل فساد مانند میکروبها و آنزیمها ؛

۲ــ کاهش سرعت واکنشهای شیمیایی مضر مانند قهوه‌ای شدن غیرآنزیمی[۱] و اتواکسیداسیون[۲]

۳ــ کم کردن وزن و حجم مواد غذایی برای سهولت بسته‌بندی و کاهش هزینه‌های حمل و نقل و انبارداری ؛

۴ــ نگهداری و حفظ مواد غذایی از فصل برداشت برای زمانهای بعدی.

سرعت خشک کردن مواد غذایی: به‌طورکلّی درحین خشک کردن، مقدار آبی که از مادهٔ غذایی خارج می‌شود، سرعت عمل خشک کردن را نشان می‌دهد. عواملی مانند بافت یا ترکیب مادهٔ غذایی، دمای خشک کن، مقدار رطوبت هوای خشک‌کن، سرعت جریان هوایی که از روی مواد غذایی

۱ــ Non – enzymatic browning ۲ــ Autoxidation

عبور می‌کند و بالاخره سطح ماده غذایی که در معرض خشک شدن قرار دارد، در سرعت خشک کردن بسیار مؤثر هستند.

عوامل مؤثر در خشک کردن موادغذایی: دو عامل بسیار مهم در سرعت خشک شدن مواد غذایی عبارت است از :

۱ــ جابه‌جایی گرما از منبعِ دما به مادهٔ غذایی، برای تأمین گرمای نهان تبخیر[۱] یعنی گرمایی که باعث تغییر حالت فیزیکی آب به بخار می‌شود، این پدیده را «انتقال گرما»[۲] می‌گویند.

۲ــ خارج کردن آب یا بخار آب از محل برای جلوگیری از بالارفتن رطوبت نسبی آن و فراهم شدن امکان ادامهٔ عمل تبخیر.

بنابراین خشک کردن مواد غذایی، ترکیبی از جابه‌جایی دما و آب موجود در مواد غذایی است و زمانی که انرژی لازم برای تبخیر آب تأمین شود آب موجود، به‌ویژه آب موجود در سطح، تبخیر می‌شود و درنتیجه خارج شدن مقدار بخار آب از سطح، مقدار آب در سطح کمتر از داخل خواهد بود. بنابراین، در اثر این تغییر مقدار آب موجود در ماده‌غذایی به‌طور مرتّب به خارج کشیده شده به‌صورت بخار آب خارج می‌شود.

بخار آب تولیدشده به‌طریقی باید از سطح ماده غذایی دورشود. معمولاً در خشک‌کنهایی که در فشار اتمسفر کار می‌کنند. جریان هوای خشک کار انتقال گرما و انتقال بخار آب به‌خارج از خشک‌کن را به‌طور همزمان انجام می‌دهد.

انواع آب در موادغذایی

در منحنی ایزوترمی سه ناحیه نشان داده شده است که طبق آن، آب موجود در ماده غذایی را به‌سه دسته تقسیم می‌کنند.

۱ــ آب یک‌لایه‌ای[۳]: این نوع آب فقط به‌صورت یک‌لایه‌ای بر روی مولکولهای مواد غذایی قرار گرفته است. مقدار آن ۵ تا ۱۰ درصد می‌باشد این لایه به سختی جذب مولکولهای پروتئینی و یا پلی‌مرهای دیگر شده است و جدا کردن آن در شرایط عادی و خشک‌کنهای معمولی بسیار مشکل است. مواد غذایی که تحت عمل خشک کردن تصعیدی تهیّه شده‌اند ازنظر مقدار آب، در این دسته قرار می‌گیرند.

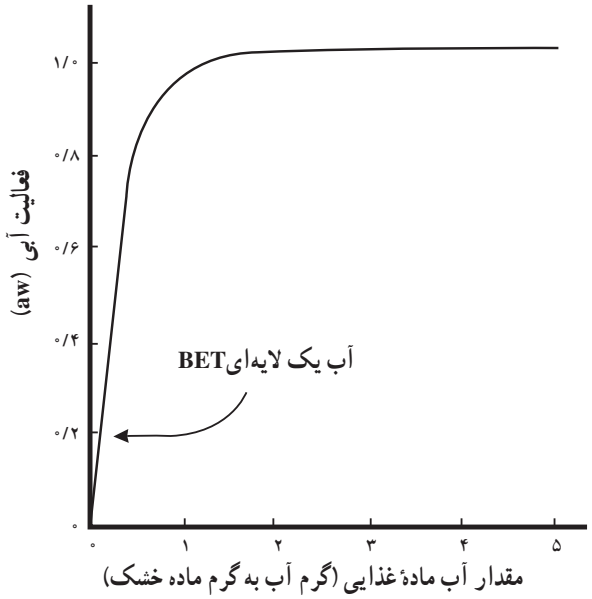
۲ــ آب چندلایه‌ای[۴]: در این ناحیه آب به‌صورت لایه‌هایی چند روی مولکولهای غذا جذب

۱ــ latent heat of vaporization
۲ــ Heat transfer
۳ــ Mono layer water
۴ــ Multilayer water

شده است. اکثر مواد غذایی خشک که بین ۱۰ تا ۲۰ درصد آب دارند، در این دسته جا دارند.

۳ــ آب آزاد[1]: آبی است که در منافذ مواد غذایی جادارد و هیچ‌گونه پیوندی با ترکیبات مواد غذایی ندارد و بر روی آن چند لایه به‌صورت آزاد قرار گرفته است.

این نوع آب را به‌سادگی می‌توان از مواد غذایی تازه خارج ساخت. مواد غذایی نیمه‌خشک که بین ۲۰ تا ۴۰ درصد آب دارند، در این دسته قرار می‌گیرند.



شکل ۹ــ ۴ــ نموداری از یک منحنی جذب ایزوترمی

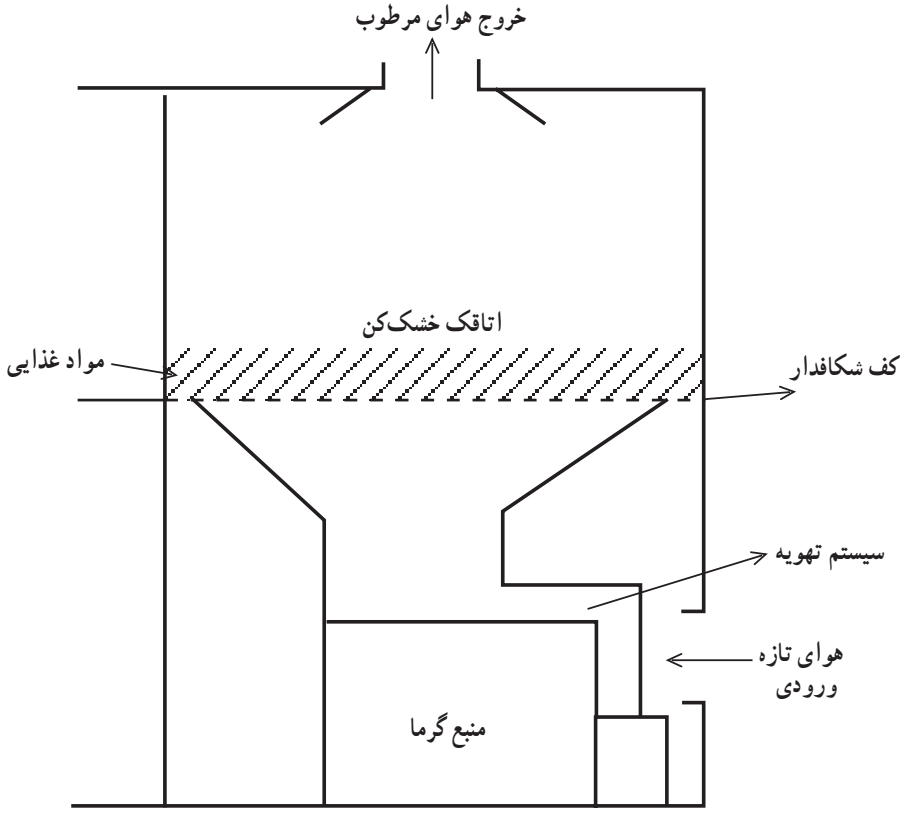
انواع خشک‌کنهای مواد غذایی

۱ــ خشک‌کردن سیلویی[2]: این شیوه که ابتدا برای خشک کردن حبوبات و غلّات تازه درو شده به کار می‌رفت، امروزه برای خشک کردن مرحلهٔ نهایی سبزیها هم کاربرد دارد. این خشک‌کن شبیه مخازن سیلویی است. کف آن مشبک است و هوای خشک گرم ۵۰°C تا ۶۵°C از پایین به بالا وارد شده، از بین قطعات مواد غذایی عبور می‌کند تا عمل خشک کردن انجام گیرد.

۲ــ خشک کن کیلن[3]: اتاقهای نسبتاً بزرگی است با دو طبقهٔ پایینی و بالایی که به وسیلهٔ جدار چوبی که دارای شکافهای باریکی است از هم جدا می‌شوند. در طبقه پایینی یک منبع دمایی (شعله‌افکن)، هوا را گرم کرده، از بین شکافها به طبقه بالایی می‌رساند. در این قسمت مواد غذایی

۱ــ Capillary condensation water ۲ــBIM - dryers ۳ــ Kiln dryer

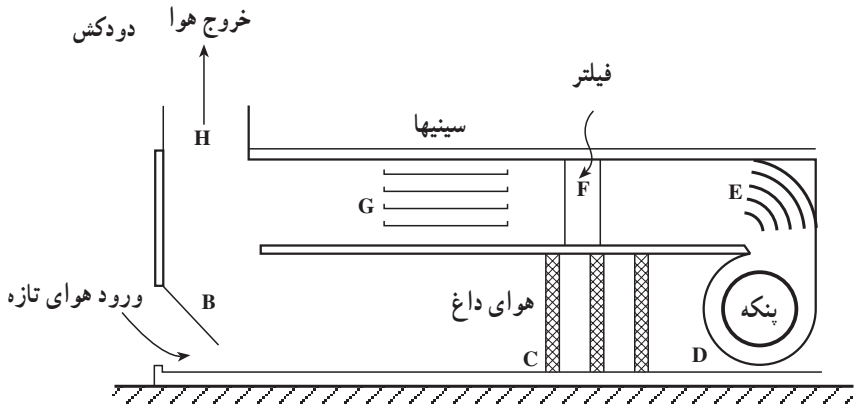
(سبزیها و میوه‌ها) را روی سطح شکافدار پخش کرده، تا در ضمن عبور هوای گرم از بین آنها خشک گردند.



شکل ۱۰ــ ۴ ــ شمایی از خشک کن کیلن

۳ــ خشک‌کن کابینی: این خشک کنها، برای خشک کردن سبزیها، میوه‌ها و گوشت به کار می‌روند. مواد غذایی تهیه شده را به مقدار ۵ تا ۱۰ کیلو سبزی و یا ۱۰ تا ۲۰ کیلو میوه در سطح یک‌مترمربع از این سینیها پخش کرده، تعداد ۱۰ تا ۲۵ سینی را در خشک‌کن قرار می‌دهند و هوای خشک را که باید رطوبت نسبی بسیار کمی داشته باشد (کمتر از ۲۰٪) از دریچه‌ای به داخل خشک‌کن هدایت می‌کنند و از بین صفحات رادیاتوری که با بخار داغ، گرم می‌شود عبور می‌دهند. پس از گرم شدن، هوای خشک به وسیلهٔ پنکه‌ای روی سینیها هدایت می‌شود تا قطعات مواد غذایی خشک گردد.

دمای هوایی که بدین گونه استفاده می‌شود بین ۶۵°C تا ۹۰°C می‌باشد.



شکل ۱۱ــ ۴ــ یک نوع خشک‌کن سینی‌دار با کابینتی

۴ــ خشک‌کن تونلی: اساس کار این خشک کن با تفاوتی که در ساختمان آن نسبت به خشک کن کابینی وجود دارد مانند خشک‌کن کابینی است با این تفاوت که در این طریق جابه‌جایی مواد غذایی از خارج به داخل خشک‌کن به روش نیمه خودکار یا نیمه مداوم[۱] صورت می‌گیرد. این نوع خشک کردن در یک یا چند تونل به طول ۱۸ تا ۶۲ متر انجام می‌گیرد. مواد غذایی، طبق روش قبل (خشک کردن کابینی)، در سینیها گذارده شده، این سینیها در طبقات واگنها که ارتفاع آن ۲ تا ۳ متر می‌باشد قرار می‌گیرند. سپس این واگنها از یک طرف تونل وارد می‌شوند تا با سرعتی ثابت و مناسب با زمان خشک کردن، ماده غذایی را حرکت دهند. مواد غذایی در طول تونل با برخورد به‌جریان هوای داغ و خشک، خشک شوند. بسته به جهتِ حرکت هوا و واگنها، این خشک‌کنها را به‌دو گروه تقسیم می‌کنند.

الف ــ اگر جهت حرکت واگنهای مواد غذایی در تونل با جریان هوای داغ یکی باشد خشک‌کن تونلی را «هم‌جهت[۲]» می‌گویند.

ب ــ در صورتی که جهت حرکت آن دو بر خلاف یکدیگر باشد آن را خشک‌کن تونلی «غیرهم‌جهت[۳]» می‌گویند.

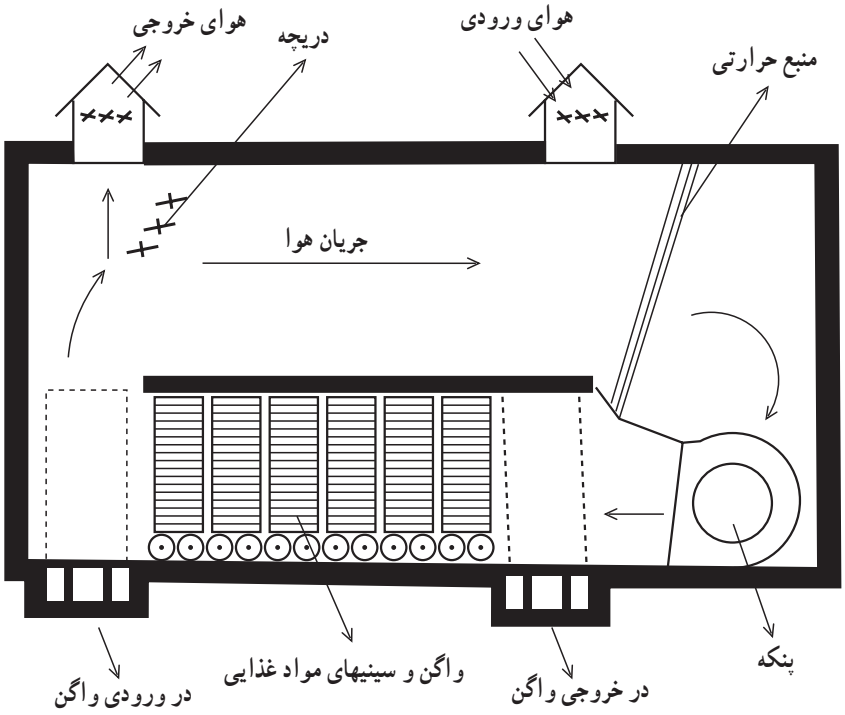
در روش اوّل، اختلاف دمای هوای داغ و دمای موادغذایی تازه هنگام ورود به تونل، زیاد است و به تدریج که مواد غذایی به آخر تونل می‌رسد این اختلاف دما کم می‌شود.

در خشک‌کنهای غیر هم جهت، زمانی که مواد غذایی وارد تونل می‌شوند با هوای مرطوب و

۱ــ Semi - continuous
۲ــ Co - current tunnel drying
۳ــ Counter - current tunnel drying

سردتری (نسبت به روش هم جهت) برخورد کرده، همانطورکه ماده غذایی در تونل جلوتر می‌رود با هوای خشک‌تر و داغتری مواجه می‌شود تا اینکه در انتهای تونل هوای کاملاً داغ و خشک با مواد غذایی خشک برخورد می‌کند.

در نتیجه، بازدهی خشک کنهای غیر هم‌جهت، بیشتر است.

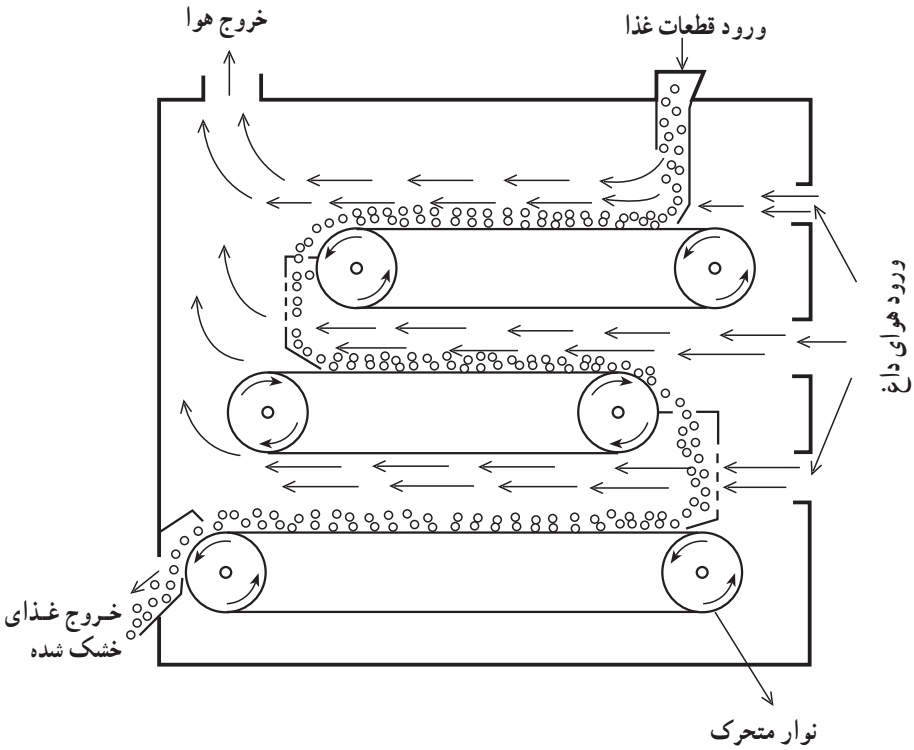


شکل ۱۲ــ ۴ــ شمایی از یک خشک‌کن تونلی غیر هم جهت

۵ــ خشک‌کنهای نواری متحرک[1]: این نوع خشک‌کنها بدون دخالت دست و به طور مداوم عمل خشک کردن را انجام می‌دهند و از آنها بیشتر برای سبزیها استفاده می‌شود. به علت نیاز به فضای زیاد در این شیوه، این خشک‌کنها را در چند طبقه روی هم می‌سازند.

قطعات مواد غذایی آماده شده بر روی نوارهای پهنی که سوراخهای ریزتری در آن تعبیه شده، ریخته می‌شوند. این نوارها قطعات مواد غذایی را در طول یک یا چند خشک‌کن حرکت داده، پس از زمان معین قطعات خشک شده را به انتهای خشک‌کن منتقل می‌کنند و در آن‌جا برای بسته‌بندی، از دریچه‌ای به خارج هدایت می‌نمایند.

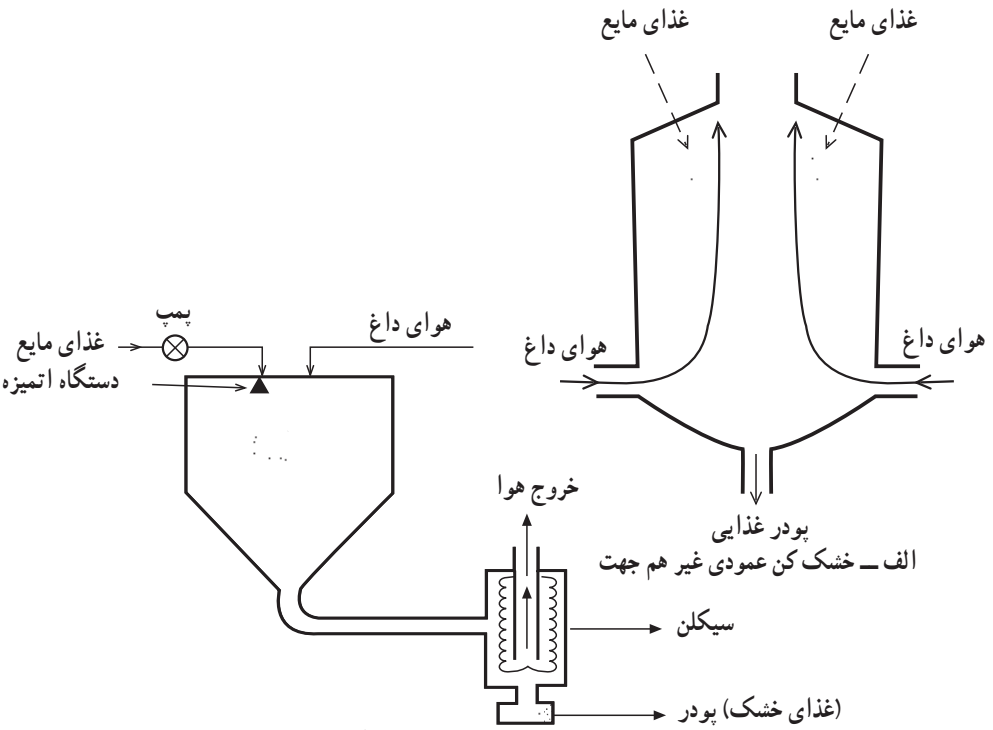
۱ــ Continuous conveyer belt dryer



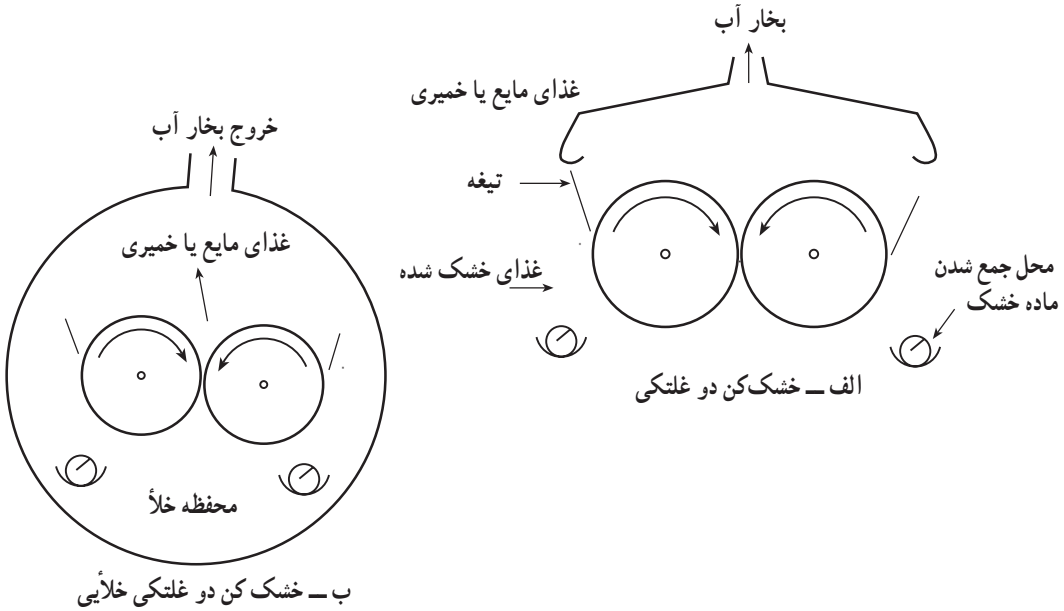
شکل ۱۳ــ۴ــ شمایی از یک خشک‌کن نواری مداوم

۶ــ خشک‌کن غلتکی: اساس کار این خشک‌کنها برخلاف روشهای پیشین که با جریانی از هوای داغ و خشک مواد غذایی را خشک می‌کنند، تماس مواد غذایی خمیری یا مایع با یک سطح بسیار داغ است. جابه‌جایی دما در این روش، از سطح داغ به مادهٔ غذایی و سپس به درون مادهٔ غذایی از طریق هدایت انجام می‌گیرد. در نتیجه، آب به صورت بخار از سطح مادهٔ غذایی خارج می‌شود.

۷ــ خشک‌کن پاشنده: مواد غذایی از قبیل شیر، تخم‌مرغ، چای و قهوهٔ فوری را بدین وسیله خشک می‌کنند. اساس کار این خشک‌کنها عبارت است از پمپ کردن موادّ غذایی مایع و بعضی اوقات غلیظ شده با فشار زیاد به داخل Atomizer که در آن موادّ مورد نظر برای خشک شدن به‌صورت گرد یا ذرات بسیار ریزی درآمده، در برخورد با هوای داغ به دلیل سطح زیاد فوری خشک می‌شوند.



شکل ۱۴ــ۴ــ شمایی از انواع مختلف خشک‌کن پاشنده



شکل ۱۵ــ۴ــ شمایی از چند نمونهٔ خشک‌کن غلتکی

جدول ۲ــ۴ــ مراحل مختلف خشک کردن چند مادهٔ غذایی **(مطالعهٔ آزاد)**

(۱) هویج	(۲) زردآلو	(۳) آب پرتقال	(۴) گوشت جوجه	(۵) شیر گاو	(۶) مخلوط سفیده و زرده تخم‌مرغ
شستن	شستن	غلیظ کردن	تمیز کردن	پاستوریزه کردن	بازرسی
↓	↓	↓	↓	↓	↓
پوست‌گیری با سودسوزآور	نصف کردن	ایجاد کف با ماده تثبیت‌کننده	خرد کردن	گرفتن خامه شیر	شکستن تخم‌مرغ
↓	↓	↓	↓	↓	↓
لکه‌گیری	گاز گوگرد دادن	پهن کردن روی نوارهای خشک‌کن	پختن	غلیظ کردن شیر بی‌چربی	مخلوط کردن
↓	|	|	|	|	|
خرد کردن آنزیم‌کشی			یخ‌زدن	اتمیزه کردن	اتمیزه کردن
↓	↓	↓	↓	↓	↓
خشک کن تونلی	خشک کردن آفتابی	خشک کن نواری	خشک کن تصعیدی	خشک کن پاشنده	خشک کن پاشنده
|	↓	↓	|	↓	↓
	متعادل کردن رطوبت	پودر کردن		جمع کردن پودر شیر	جمع کردن پودر
	↓	|		|	|
	پاک کردن				
	↓				
	شستشوی سطحی				
	↓				
	نم‌گیری				
↓	↓	↓	↓	↓	↓
بسته‌بندی	بسته‌بندی	بسته‌بندی	بسته‌بندی	بسته‌بندی	بسته‌بندی

شکل ۱۶ــ۴ ــ خشک کردن هویج و پیاز

آماده‌سازی مواد غذایی برای خشک کردن

بیشتر فرآیندهای لازم برای آماده‌سازی مواد غذایی گوناگون، برای خشک کردن همانهایی است که برای کنسرو کردن با استفاده از حرارت و یخزدن انجام می‌شود. فرآیندهای ویژه‌ای که برای آماده‌سازی مواد غذایی برای خشک شدن و یا پس از آن، لازم است انجام گیرد عبارت است از :

بخار دادن به منظور بلانچینگها یا فروبردن در محلول قلیا برای پوست‌گیری، استفاده از SO_2 یا دود گوگرد برای جلوگیری از تغییر رنگ، تغلیظ و انبار کردن تا هنگام بسته‌بندی نهایی.

جدول ۳ــ۴ ــ خلاصه مراحل مختلف کشمش‌سازی

چیدن انگور با دقت و بدون صدمه‌زدن و انتقال آن به کارگاه خشکبار سازی

↓

فرو بردن در محلول سود داغ و رقیق یا آب داغ جهت از بین بردن لایه واکسی و ایجاد شکافهای ریز در پوست

↓

شستشو با آب سرد در صورت لزوم

↓

گاز گوگرددار در صورت لزوم

↓

خشک‌کردن زیر آفتاب یا به طریق مصنوعی تا رطوبت ۱۰ تا ۲۰٪

↓

انتقال به اتاقک‌های عرق‌گیری جهت یکنواخت کردن رطوبت

↓

جدا نمودن خرابیها و کثافات

↓

انبار کردن

خشک کردن

↓

جدا کردن ساقه و دم کشمش

↓

جدا کردن کشمشهای خراب و توخالی و دمهای مانده و خار و خاشاک با استفاده از فشار و هوا در چند مرحله

↓

شستشوی سطحی و جذب حدود ۱۰٪ آب به کشمش

↓

نم‌گیری و گرفتن آب سطحی

↓

پاک‌کردن نهایی کشمش

↓

بسته‌بندی

عملیات آماده‌سازی

۵ــ تغلیظ

مواد غذایی به دلایلی مشابه خشک کردن تغلیظ می‌شوند. از تغلیظ کردن می‌توان برای معدودی از مواد غذایی به عنوان روش نگهداری استفاده کرد. با تغلیظ، از وزن و حجم محصول کاسته و محصول، در فضای کمتری نگهداری می‌شود. تقریباً تمام مواد غذایی مایع که باید خشک شوند قبل از این مرحله تغلیظ می‌گردند. علت این است که هزینهٔ تبخیر آب فرآورده در مراحل اولیه به وسیلهٔ تبخیر کننده کمتر از خشک‌کن است.

از این روش بیشتر برای تولید شیر کندانسهٔ شیرین، عصارهٔ میوه و سبزی، شربت قند و شربتهای معطر، مربا، ژله، رب گوجه‌فرنگی، رب انار و مانند اینها استفاده می‌شود.

نقش تغلیظ در نگهداری: میزان آب در فرآورده‌های تغلیظ شده ممکن است در حدّی باشد که میکروبها بتوانند در آنها رشد کنند. فرآورده‌های تغلیظ شده حاصل از میوه‌های غیر اسیدی و پوره‌های تولید شده از سبزی در اثر آلودگی میکروبی ممکن است فاسد شوند. مگر اینکه فرآیند بیشتری بر روی آنها انجام گیرد. برعکس، فرآورده‌هایی مانند شربت قند، ژله‌ها و مرباها در صورتی که مقدار موادّ جامد محلول در آنها در حدّ لازم باشد در برابر فساد میکروبی ایمن هستند. زیرا قند در مقادیر زیاد، فشار اسمزی زیادی ایجاد می‌کنند. وقتی مقدار این موادّ در حدود ۶۵ تا ۷۰ درصد باشد آب موجود در پیکر میکروب، به خارج از سلول آن منتقل می‌شود و سلول میکروبی عقیم می‌گردد. از طرفی، تبخیر آب باعث افزایش اسیدهای مواد غذایی می‌شود که این موضوع در مورد عصاره‌های تغلیظ شدهٔ آب میوه‌های اسیدی نقش نگهدارنده دارد. این نکته قابل ذکر است که شیوهٔ تغلیظ، گرچه از نظر نگهداری اهمیّت دارد ولی اکنون کاهش وزن و حجم اهمیّت بیشتری پیدا کرده است.

شیوه‌های تغلیظ

تغلیظ در برابر اشعهٔ خورشید: یکی از ساده‌ترین شیوه‌های تبخیر آب، استفاده از انرژی آفتاب است. از زمانهای قدیم آب دریا را تغلیظ می‌کرده و نمک آن را مورد استفاده قرار می‌داده‌اند یا رب‌گوجه‌فرنگی را در برابر انرژی خورشید تغلیظ می‌کردند. زمان تغلیظ مواد غذایی از این راه طولانی است و امکان آلودگی مواد غذایی با گرد و غبار و سایر عوامل وجود دارد و کنترل دقیقی برروی انجام کار اعمال نمی‌شود.

تغلیظ با استفاده از دیگ پخت: بعضی از مواد غذایی را می‌توان به شیوه‌های مطلوبی در دیگهای پخت دو جدارهٔ سرباز با بخار حرارت داده، تغلیظ نمود. ژله ها و مرباها را با این شیوه می‌توان تهیّه کرد. از معایب این شیوه یکی آن است که به دلیل بالا بودن دما و طولانی بودن زمان، از کیفیّت فرآورده و ارزش غذایی آن کاسته می‌شود و دیگر آنکه، سفتی محلول و چسبیدن آن به دیوارهٔ

ظرف از بازدهی جابه‌جایی گرما می‌کاهد در نتیجه عمل تغلیظ به کندی صورت می‌گیرد.

اواپراتور تزریقی: در این روش، بخار خالص، با دمای ۱۵۰°C به حالت اشباع داخل مادهٔ غذایی تزریق می‌شود. عمل تماس در داخل لوله‌های اواپراتور بین ماده غذایی و بخار انجام می‌شود و بعد از به جوش آمدن آن و انجامِ تغلیظ، به داخل سپراتور منتقل می‌گردد و در آنجا مادهٔ غذایی تغلیظ شده در قسمت پایین جمع‌آوری می‌شود و بخار توأم با آب از ماده غذایی از مجرای جداگانه خارج می‌گردد.

۶ــ استفاده از نمک برای نگهداری مواد غذایی

استفاده از نمک‌زدن و شور کردن برای نگهداری مواد غذایی گوناگون مانند گوشت، ماهی، پنیر و سبزیها از حدود ۳۵۰۰ سال پیش در کشورهایی مانند، مصر، یونان، چین و سایر نقاط جهان، رایج بوده است. امروزه در کشورهای صنعتی از کلرورسدیم یا نمک طعام برای تغییر طعم و مزه و تردی فرآورده‌ها استفاده می‌شود. کلرورسدیم کمتر به صورت خالص وجود دارد و از هر منبعی که به‌دست آمده باشد با ناخالصیهای مختلف مانند باکتریها، پروتوزوآها و مواد آلی که به صورت معلق هستند و مواد محلول مانند سولفات، کلرورکلسیم و منیزیوم و مواد نامحلول مانند کربنات کلسیم و کربنات منیزیوم همراه می‌باشد.

ناخالصیهای کلرورسدیم اثرات نامطلوبی دارند. مثلاً :

ــ بر روی میزان نفوذ آن، داخل محصول اثر می‌گذارند.

ــ بر روی رنگ و حالت فیزیکی محصول اثر می‌کنند.

ــ مزه و طعم فرآورده‌ها را تحت تأثیر قرار می‌دهند.

کلرورسدیم به صورت پودر، حلالیت بیشتری دارد، اما به همان نسبت هم، از قابلیت جذب رطوبت بیشتری برخودار است و ذرّات آن به همدیگر می‌چسبند. این پدیده را در اصطلاح «کلوخه‌شدن[۱]» می‌نامند.

رنگ زرد برخی از انواع نمکها، به‌وجود یونهای آهن و مس در آن، مربوط است. این نکته، موجب می‌شود که نتوان از آن با موفقیت برای شور کردن گوشت و ماهی و سایر مواد استفاده نمود.

کلرورسدیم از منابع گوناگون مانند نمکِ معدن و نمک دریا به دست می‌آید که درجهٔ خلوص و نوع آلودگی آنها متفاوت است، کریستالهای شفّاف نمک معدن از درجهٔ خلوص بالاتری برخوردارند و نمک دریا به مقدار بیشتری آلوده به میکروارگانیسمهای نمک دوست[۲] می‌باشد، برای به دست

۱ــ Caking ۲ــ Halophyl

آوردن نمک با درجهٔ خلوص بالا و معین، لازم است نمک را از هر منبع که باشد در آب خالص کرد و ناخالصیهای موجود در آن را با روشهای فیزیکی و شیمیایی مناسب جدا نمود.

شور کردن مواد غذایی به منظور نگهداری

در بیشتر موارد برای شور کردن، از نمک استفاده می‌شود اما در مورد گوشت گاهی همراه نمک از نیترات سدیم و نیتریت سدیم به منظور تثبیت رنگ و بهبود طعم نیز استفاده می‌شود. گاهی نیز از شکر و چاشنی‌های دیگر برای بهبود طعم استفاده می‌گردد.

طی عمل شور کردن مواد غذایی تحت تأثیر عوامل فیزیکی و شیمیایی مانند دیفوزیون و اسمز، مقداری از محلول نمک به داخل بافتها و نسوج نفوذ کرده، بر عکس، مقداری از آب و پروتئینهای محلول بافتها خارج می‌گردد و وارد آب نمک می‌شود. اما پس از مدتی جریان معکوس می‌شود زیرا نمک با پروتئینهای نسوج کمپلکس می‌سازد که نسبت به آب نمک دارای اسمزیته بیشتری است. در بیشتر موارد سرعت نفوذ کلرورسدیم به داخل عضله سریع است و در محلول ۲۵٪ کلرور سدیم تعادل اسمزی ظرف ۴۸ ساعت برقرار می‌شود. هر قدر سرعت نفوذ کلرورسدیم کمتر باشد نسوج، آب کمتری از دست می‌دهند و از طرفی هر قدر غلظت کلرورسدیم کمتر باشد مقدار بیشتری از پروتئینهای محلول نسوج از آنها خارج می‌شوند و در غلظت ۹ــ۶ درصد، بیشترین مقدار آب عضله از دست می‌رود و امکان فساد میکروبی زیادتر می‌شود.

در مورد شور کردن مواد غذایی اگر اصول علمی این کار رعایت شود و نگهداری بهتری هم در شرایط مطلوب انجام گیرد مواد غذایی شور شده دارای قابلیت نگهداری دراز مدت هستند اما در شرایط نامطلوب امکان فساد میکروبی وجود دارد.

۷ــ دود دادن مواد غذایی

دود دادن به عنوان روشی برای نگهداریِ مواد غذایی از زمانهای پیش از تاریخ مرسوم بوده است. به احتمال زیاد بشر اولیه که در غارها زندگی می‌کرده مازاد گوشت شکار و صید خود را از سقف غار آویزان می‌کرده و همزمان، برای گرم کردن محل زندگی خود از سوزاندن چوب بهره می‌گرفته است. کم‌کم به این نتیجه رسیده که دودِ بعضی از انواع چوب‌ها، موجب بالا رفتن زمان قابلیت نگهداری مواد غذایی می‌شود. اما امروزه، با وجود این که روشهای نگهداری مؤثرتر و بهتری اختراع گردیده، این روش هنوز هم متداول است. زیرا دود دادن اثرات مطلوب دیگری غیر از بالا بردن زمان قابلیت نگهداری مواد غذایی هم دارد که مهم‌ترین آنها عبارت‌اند

از :

الف ــ خشک کردن مواد غذایی در اثر دمای بالا ؛

ب ــ تغییر رنگ در اثر نفوذ ترکیبات دود به داخل بافت ؛

پ ــ ترد شدن بافت در اثر واکنشهای آنزیمهای پروتئولیتیک ؛

ت ــ پیدایش حالت ظاهری مطلوب ؛

ث ــ ایجاد طعم و مزهٔ مطلوب ؛

ج ــ وارد شدن آنتی‌اکسیدانهای دود به داخل بافت مواد غذایی ؛

چ ــ کاهش بار میکروبی فرآورده.

مواد اولیه برای ایجاد دود: در بیشتر موارد، مادهٔ اولیه لازم برای ایجاد دود عبارت است از : خاکه اره، قطعات خرد شدهٔ چوبهای سفت با حدود ۶۰ ــ ۴۰٪ سلولز و ۳۰ ــ ۲۰٪ همی سلولز و ۳۰ــ ۲۰٪ لیگنین[۱]، برای بهبود طعم، رنگ و مزه و سایر ویژگیها بهتر است از دود حاصل از چند نوع چوب استفاده شود.

روشهای دود دادن مواد غذایی

الف ــ روش معمولی: در این روش از سوخت ناقص قطعات چوب یا خاکه ارهٔ چوبهای موردنظر استفاده می‌شود و مواد غذایی مورد نظر برای دود دادن در معرض دود حاصل قرار می‌گیرند.

ب ــ دود سرد: در این روش محل ایجاد دود با محل دود دادن مواد غذایی جداست بدین‌ترتیب که دود به وسیلهٔ لوله‌هایی به اتاقک ویژهٔ دود دادن موادّ غذایی منتقل می‌شود و از این راه دمای خود را از دست داده، سرد می‌شود. از این نوع دود که دمای پایینی دارد برای دود دادن مواد غذایی منجمد هم می‌توان استفاده نمود.

پ ــ دود مایع: دود مایع از تقطیر و جدا ساختن مواد ویژه‌ای از دود چوب معمولی به دست می‌آید. در این روش می‌توان مواد مضر و زاید دود را از آن جدا کرده، به مصرف رساند. امروزه در صنعت با استفاده از ترکیبات شیمیایی خالص که در دود چوب هم وجود دارد دود مصنوعی ایجاد می‌کنند و چون در این مورد گزینش مواد ایجاد کننده ویژگیهای مورد نظر در اختیار کارشناسان مربوط است و بسته به مورد انجام می‌گیرد، می‌توان تنها از ترکیبات مورد نظر استفاده نمود.

ترکیبات دود: دود، یک سیستم کلوییدی است که شامل دو فاز، یکی فاز دایم که گاز است و دیگری فاز پراکنده شده که ترکیبات جامد به صورت معلق در گاز است، می‌باشد.

۱ــ Lignine

سیستم کلوییدی دود حاوی متجاوز از دویست ترکیب شیمیایی است که مهمترین آنها عبارت‌اند از :

ــ **اسیدها** مانند، فرمیک، استیک، بوتریک، کاپریلیک، وانیلیک ؛

ــ **فنلها**، که از لیگنین حاصل می‌شوند مانند دی‌متواکسی فنل ؛

ــ **الکل‌ها** مانند، متانول، اتانول، آلتانول، فورفورول ؛

ــ **هیدروکربورهای حلقوی؛**

ــ **ترکیباتی** مانند ؛ دی استیل، استن، استالدئید و مانند اینها.

گفتنی است که دود برخی از چوبها دارای مواد سرطان‌زاست که در دمای بالاتر از ۳۵۰°C از لیگنین حاصل می‌شود. البته این مواد را می‌توان از دود جدا ساخت، موادی مانند بنز پایرن[۱]، فنانتراسن[۲] و دی‌بنزاترن[۳] جزو این ترکیبات هستند.

دود دادن گوشت و ماهی

برای دود دادن این مواد، ابتدا آنها را به خوبی تمیز کرده، در مورد ماهی محتویات شکم را نیز خالی کرده، بعد آنها را شور می‌کنند و در اتاقکهای ویژهٔ دود دادن از نرده‌های خاص آویزان می‌نمایند و در معرض دود حاصل از سوخت ناقص چوبهای ویژه قرار می‌دهند. طی عمل دود دادن دمای اتاقکها باید حدود ۵۵°C باشد تا از رشد میکروارگانیسمها و واکنشهای آنزیمی جلوگیری شود. عمل دود دادن با این روش زمانی حدود ۲۰ ساعت به طول می‌انجامد.

شکل ۱۷ــ۴ ــ دود دادن کالباس

۱ــ Benzpyren ۲ــ Phenanthracen ۳ــ Dibenzanthren

در اثر دود دادن، بخشی از آب مواد غذایی تبخیر می‌شود و مقداری از ترکیبات دود از جمله ترکیبات آنتی‌اکسیدان، ضد میکروب، طعم دهنده و عامل رنگ، جذب آنها می‌شود و مجموع این تغییرات موجب بالا رفتن زمان قابلیت نگهداری و بهبود ویژگیهای خوراکی می‌گردد.

بدیهی است با توجه به این که ممکن است بخشی از ترکیبات مضرّ دود هم جذب مواد غذایی شوند لازم است از زیاده‌روی در مصرف و تکرار مصرف مواد دود داده شده خودداری گردد.

۸ــ استفاده از اشعهٔ یونیزه برای نگهداری مواد غذایی

استفاده از اشعهٔ حاصل از روشهای سنتی برای هدفهای گوناگون سابقه‌ای برابر تاریخ پیدایش انسان دارد، زیرا فرآیندهایی مانند کباب کردن گوشت و مواد غذایی مشابه در واقع نوعی کاربرد اشعه برای پختن و نگهداری است. چون اشعه حرارتی مادون قرمز حاصل از آتش به وسیلهٔ گوشت جذب می‌شود و انرژی آن موجب انهدام میکروارگانیسمها و عقیم شدن آنزیم می‌گردد.

اما استفاده از پرتوهای یونیزه که با روشهای مصنوعی تولید می‌شوند از حدود سالهای ۱۸۹۵ معمول گشته و کاربرد آنها برای نگهداری مواد غذایی مربوط به سالهای پس از جنگ جهانی است.

امروزه در صنعت منظور از استفاده از اشعه یونیزه برای نگهداری مواد غذایی به کار بردن اشعه گاما، حاصل از کبالت ۶۰ یا سزیوم ۱۳۷ است که انرژی متوسط دارد و ضمن نابود کردن میکروارگانیسمها و آنزیمها اثرات تخریبی کمتری بر روی بافت مواد غذایی بر جای می‌گذارد و برای هدفهای زیر مورد استفاده قرار می‌گیرد.

الف ــ حشره‌زدایی و انگل‌کشی به ویژه در غلات و حبوبات ؛

ب ــ جلوگیری از سبز شدن و جوانه‌زدن به ویژه در موادی مانند پیاز و سیب‌زمینی ؛

پ ــ ضدّ عفونی مواد غذایی خشک و منجمد شده ؛

ت ــ پاستوریزه کردن میوه‌ها و سبزی‌ها ؛

ث ــ استریل کردن موادی مانند گوشت و ماهی بدون حرارت دادن آنها.

مزایای استفاده از اشعهٔ یونیزه برای سالم‌سازی و نگهداری مواد غذایی

الف ــ چون در این روش، سالم‌سازی بدون استفاده از حرارت انجام می‌گیرد، در نتیجه تغییرات کمتری در مواد غذایی اشعه‌دیده صورت می‌گیرد.

ب ــ از این روش می‌توان برای سالم سازی مواد غذایی منجمد شده و بسته‌بندی شده هم

استفاده نمود.

پ ــ برای سالم سازی میوه‌ها و سبزیها کاربرد دارد و به بافت آنها آسیب نمی‌رساند.

ت ــ در مقایسه با سایر روشها در این روش نیاز به نیروی انسانی و انرژی کمتری است.

معایب استفاده از اشعهٔ یونیزه

الف ــ احتمال مقاوم شدن میکروارگانیسمها در اثر تابش اشعه وجود دارد.

ب ــ امکان کاهش ارزش غذایی وجود دارد.

پ ــ راه ساده‌ای برای شناسایی مواد غذایی اشعه دیده وجود ندارد.

ت ــ امکان به خطر افتادنِ سلامت مصرف‌کننده با استفاده از این روش وجود دارد.

واحد اندازه‌گیری دُز اشعه

واحد اندازه‌گیری مقدار دُز اشعهٔ جذب شده توسط مواد غذایی Gray (Gy) است که عبارت است از جذب یک ژول انرژی به ازای یک کیلوگرم مادهٔ غذایی.

در گذشته از واحد Rad استفاده می‌شد که صد برابر گری بود $1\ Rad = 10^{-2}\ Jkg^{-1}$

براساس مصوبات سازمان بهداشت جهانی (WHO) حداکثر دُز مجاز برای مواد غذایی مورد مصرف انسان، ۱۵ کیلوگری و متوسط مقدار مجاز آن ۱۰ کیلوگری است.

نحوهٔ تأثیر اشعه بر روی مواد غذایی

بیشترین تأثیر اشعه یونیزه در مواد غذایی، در اثر رادیولیز آب انجام می‌گیرد به این نحو که :

$$H_2O \xrightarrow{\text{اشعه}} H_2O^+ + e^-$$

$$e^- + H_2O \longrightarrow H_2O^-$$

$$H_2O^- \longrightarrow H^\circ + OH^-$$

$$H_2O^+ \longrightarrow H^+ + OH^\circ$$

$$H^\circ + H^\circ \longrightarrow H_2$$

$$OH^\circ + OH^\circ \longrightarrow H_2O_2$$

$$H^\circ + OH^\circ \longrightarrow H_2O$$

$$H^\circ + H_2O \longrightarrow H^2 + OH$$

$$OH^\circ + H_2O_2 \longrightarrow H_2O + H_2O$$

رادیکالهای حاصل و بنیانهای به دست آمده در اثر رادیولیز آب، دارای میل ترکیبی شدیدی با ترکیبات مواد غذایی هستند.

از طرف دیگر زمانی که مواد غذایی در معرض تابش اشعه قرار می‌گیرند برخورد بین اشعه و اتمها و ملکولهای مواد غذایی منجر به ایجاد رادیکالها و بنیانهای جدیدی می‌شود و در نتیجهٔ واکنشهای بین رادیکالها و بنیانهای آب و مواد غذایی که میل ترکیبی شدیدی دارند تغییرات ملکولی زیادی رخ می‌دهد. این تغییر تا آنجا که مربوط به از بین بردن باکتریها، قارچها، کپکها، انگل‌ها و آنزیمها می‌شود مفید هستند اما تغییرات احتمالی نامطلوبی هم رخ می‌دهد که می‌توان از شدت آنها کاست.

راههای کم کردن اثرات اشعه در مواد غذایی

الف ــ انجماد: انجماد موجب می‌شود که رادیکالهای آزاد، کمتر به وجود آیند و کمتر واکنش بدهند.

ب ــ استفاده از خلأ: اگر مواد غذایی در خلأ، اشعه داده شوند رادیکالها و بنیانهای آزادشده خارج می‌شوند و فرصت واکنش پیدا نمی‌کنند.

پ ــ استفاده از مواد احیاکننده: مانند ویتامین C که مواد اکسیدکننده را جذب نموده، مانع اثر آنها می‌شوند.

۹ــ استفاده از تخمیر برای نگهداری مواد غذایی

تخمیر به فرآیندی گفته می‌شود که در آن میکروارگانیسمهای مفید و مورد نظر در شرایط مساعد رشد و نمو و تکثیر کرده، در محیط مسلط می‌شوند و با این عمل :

الف ــ مانع رشد و نمو و تکثیر میکروارگانیسمهای مضر و بیماریزا می‌شوند.

ب ــ تغییرات مطلوبی در طعم، بو، رنگ، مزه و بافت فرآورده ایجاد می‌کنند.

امروزه در کشورهای صنعتی پیشرفته، تخمیر نقش خود را به عنوان یک روش نگهداری از دست داده است و هر جا از آن استفاده می‌شود، برای ایجاد تنوّع در ذائقهٔ مصرف کننده است اما در کشورهای در حال توسعه تخمیر هنوز هم یکی از مهمترین و متداول‌ترین روشهای نگهداری موادغذایی به شمار می‌رود.

مزایای تخمیر: ارزش غذایی مواد غذایی تخمیر شده بالاتر است زیرا میکروارگانیسم، طی

رشد و نمو و تکثیر جزو مقداری مواد مغذی نظیر ویتامینهای گروه ب و اسیدهای آمینه سنتز می‌کنند و از طرفی تخمیر موجب بالا رفتن قابلیت هضم و جذب مواد می‌شود.

مواد غذایی تخمیر شده دارای طعم و مزه بهتری هستند، زیرا طی عمل تخمیر واکنشهای شیمیایی زیادی صورت می‌گیرد و متابولیتهای مفیدی حاصل می‌شود که در طعم و مزه اثرات مطلوبی دارند.

از نظر ایمنی مصرف مواد غذایی تخمیر شده نسبت به مواد اولیه خود شرایط مطلوب‌تری دارند زیرا میکروارگانیسمها طی مراحل تکثیر خود مقداری از ترکیبات مضر را تجزیه می‌کنند. برای نمونه تخمیر خمیر نان موجب از بین رفتن اسید فیتیک می‌شود و چنانچه این اسید در خمیر باقی بماند کلسیم و آهن را جذب کرده، با آنها کمپلکسهای غیر قابل جذب تشکیل می‌دهند. همچنین متابولیتهای حاصل از تخمیر موجب تجزیهٔ پاره‌ای از سموم طبیعی و سموم میکروبی موجود در مواد غذایی می‌شود.

قابلیت نگهداری مواد غذایی تخمیر شده نسبت به مواد اولیه آنها بیشتر است، زیرا میکروارگانیسمهای عامل تخمیر طی مراحل تکثیر خود مقداری اسیدهای آلی و الکل سنتز می‌کنند و بالا رفتن مقدار این ترکیبات در مواد غذایی موجب می‌شود که میکروارگانیسمهای بیماریزا و عامل فساد مواد غذایی نتوانند تکثیر نمایند.

عمل تخمیر را می‌توان روی باقیمانده‌های سایر کارخانه‌های صنایع غذایی مانند ملاس چغندر قند، تفاله و پوست میوه‌ها و سبزیها انجام داد و مواد مفیدی تولید نمود.

عوامل مؤثر بر تخمیر

الف ــ اسیدیته محیط: رشد و نمو و تکثیر مخمرها تا حد زیادی بستگی به pH محیط دارد. بنابراین، از این عامل می‌توان برای کنترل عمل تخمیر استفاده نمود. مخمرها و کپک‌ها در pH اسیدی به خوبی قادر به رشد هستند اما باکتریها درجاتِ pH نزدیک به خنثی را ترجیح می‌دهند، بنابراین برای تغییر شرایط محیط به نفع مخمرها باید محیط را اسیدی نمود، هر چند مخمرها خود در شرایط طبیعی مقداری اسیدهای آلی، برای این منظور سنتز می‌نمایند.

ب ــ الکل: الکلها نیز دارای اثر ممانعت‌کنندگی بر روی بعضی از میکروارگانیسمها هستند. مخمرها قادر به تحمل مقدار بیشتری الکل‌اند و خود عامل سنتز آن در محیط می‌باشند و گاهی آنقدر الکل ترشح می‌کنند که قادر به تحمل آن نیستند و رشدشان متوقف می‌شود.

پ ــ عامل تخمیر کننده (استارتر): به میکروارگانیسمهایی که عمل تخمیر را انجام می‌دهند و به صورت دستی به محیط اضافه شده باشند، «استارتر» گفته می‌شود. در عمل پس از گزینش عامل تخمیرکننده آن را به تعداد زیاد تکثیر نموده، به محیط اضافه می‌نمایند تا با سرعت بیشتری بر محیط غالب شوند و مانع تکثیر سایر میکروارگانیسمها گردند و تخمیر به نحو بهتر و مؤثّرتری انجام گیرد. بدیهی است برای هر یک از انواع مواد غذایی و اشکال تخمیر، مخمر ویژه‌ای لازم است و نوع عاملِ تخمیرکنندهٔ خمیر نان، ماست، پنیر و سرکه متفاوت است.[1]

ت ــ منبع انرژی: مهم‌ترین مادّه مورد نیاز مخمرها برای رشد و نمو و تکثیر، منبع انرژی است. لاکتوز در شیر، فروکتوز در میوه‌ها، نشاسته در خمیر برای این منظور به کار می‌روند اما تمام منابع کربوهیدرات برای نوعی تخمیر مناسب هستند، البته منابع دیگری مانند الکل هم گاهی مورد استفاده قرار می‌گیرند. از این ماده در تولید سرکه استفاده می‌شود.

ث ــ مقدار اکسیژن: میزان اکسیژن موجود در محیط نقش مهمی در عمل تبخیر دارد. مخمرها در محیط هوازی کامل کربوهیدرات را به اسید پیرووِیک و بعد به گاز کربنیک و آب تبدیل می‌کنند و انرژی زیادی هم تولید می‌کنند. در محیط نیمه هوازی یا اختیاری مقدار بیشتری الکل سنتز می‌شود. بنابراین با تنظیم اکسیژن محیط می‌توان نوع تخمیر و متابولیتهای آن را تغییر داد.

ج ــ دمای محیط: دمای بهینه برای رشد مخمرها تابع نوع تخمیر و متابولیتهای مورد نظر است. برای نمونه مخمرها در دمای بالا، اسیدهای آلی بیشتری سنتز می‌کنند و در دمای متوسط متابولیتهای دیگری را که در بو، طعم و مزه دخالت دارند، می‌سازند.

ح ــ مقدار کلرورسدیم: مخمرها مانند سایر میکروارگانیسمها در حضور مقدار زیاد نمک قادر به رشد نیستند و بنابراین از این ماده می‌توان برای مهار تخمیر استفاده نمود.

۱۰ــ استفاده از مواد شیمیایی برای نگهداری مواد غذایی

استفاده از مواد شیمیایی برای نگهداری مواد غذایی، سابقه‌ای بسیار طولانی دارد و بشر در طول تاریخ زندگی خود از مواد گوناگونی برای این منظور استفاده نموده است. شاید اولین مواد، خاکهای معدنی باشند که هنگام برداشت پاره‌ای از محصولات کشاورزی مانند غلات و حبوبات با این مواد مخلوط می‌شوند. وجود خاکهای معدنی در غلات و حبوبات موجب می‌شود که آفات انباری در آنها تخم‌گذاری و رشد و نمو و تکثیر نکند و در نتیجه، این مواد فاسد نشوند.

۱ــ برای بیشتر اشکال تخمیر از باکتریهای اسیدلاکتیک، اسید استیک، ساکارمیسه و سرویسیه یا yeast استفاده می‌گردد.

در مرحلهٔ بعد، اثر نمک، شوره، اسیدهای آلی و محلولهای قندی برای طولانی کردن زمان قابلیت نگهداری مواد غذایی شناخته شد و کاربرد این مواد روز به روز افزایش یافت.

با پیشرفت علم و تکنیک، بتدریج موادی شناخته شدند که به مقدار بسیار کم دارای اثرات بسیار بیشتری هستند و مهمترین آنها عبارت‌اند از :

الف ــ اسید بنزویک و ترکیبات سدیم و آمونیوم آن: این مواد را «پارابنها» نامند. پارابنها، دارای اثرات ضد میکروبی بسیار قوی هستند، از این مواد بیشتر به عنوان ضد قارچ، در رب‌گوجه‌فرنگی برای مصارف صنعتی، انواع سُس، مارگارین، مربا، ژله، انواع کیک، پنیر، خامه، عصارهٔ میوه‌ها و مانند اینها استفاده می‌شود، در بسیاری از کشورها برای جلوگیری کردن از کپک‌زدگی رب‌گوجه‌فرنگی برای مصارف خانگی هم از این مواد استفاده می‌شود، در کشور ما در حال حاضر این کار مجاز نیست، اسید بنزویک به طور طبیعی در بعضی از غذاها مانند توت‌فرنگی، آلو، ادویه‌ها، گوجه‌فرنگی و پاره‌ای از گیاهان که به مصرف خوراک دام می‌رسند وجود دارد بنابراین برای بدن‌انسان نامأنوس نیستند. ترکیبات اسید بنزویک مانند بنزوات سدیم، در عمل تبدیل به اسید بنزویک می‌شود و همیشه عامل فعال این اسید است. مقدار مجاز مصرف این مواد ۰/۱ درصد است و برای مواد غذایی که pH حدود اسیدی تا خنثی دارند مناسب هستند اما در غذاهای اسیدی اثرشان بیشتر است.

مصرف این مواد در حد مجاز برابر مقررات بهداشتی کشورهای پیشرفته ایمن قلمداد می‌شود (GRAS)[۱].

ب ــ اسید سوربیک و نمک‌های سدیم، پتاسیم و کلسیم آن: به عنوان مادهٔ ضد کپک برای نگهداری مواد غذایی کاربرد دارد. اثر آنها در غذاهای اسیدی بیشتر است، بر روی مخمرها و کپکها به خوبی مؤثّرند اما بر روی باکتریها تأثیر چندانی ندارند. از این مواد برای جلوگیری از کپک‌زدن پنیرهای سخت، فرآورده‌های غلات، نوشابه‌ها، آب‌میوه، خیار شور، کیک‌ها، میوه‌های خشک، مربا، ژله‌ها و شربت‌ها استفاده می‌شود. اسید سوربیک و نمکهای آن در مقایسه با اسید بنزویک و ترکیبات آن، تأثیر سمی کمتری دارند و به همین جهت حد مجاز مصرفشان تا حدود ۰/۲ درصد است. این مواد از نظر ایمنی مصرف، جزو ترکیبات GRAS به حساب می‌آیند و مصرفشان در حدّ مجاز ایمن است به شرط این که مقدار مصرف از حداکثر ۱۰ میلی‌گرم به ازای کیلوگرم وزن بدن در روز تجاوز ننماید.

پ ــ انیدریدسولفورو (SO_2) و نمک‌های سدیم و پتاسیم آن: مانند سولفیتها، بی‌سولفیتها و متا بی‌سولفیتها همگی دارای اثرات ضد میکروبی هستند.

۱ــ Generally Regarded As Safe

همچنین دارای اثر آنتی‌اکسیدانی بوده، مانع واکنش آنزیمی می‌شوند، این مواد هم بر روی کپک‌ها و هم بر روی باکتریها مؤثرند اما بر روی مخمرها اثر چندانی ندارند و از آنها برای نگهداری میوه‌ها، عصاره‌میوه‌ها، ملاس، همچنین برای جلوگیری از تغییر رنگ آب‌میوه‌ها استفاده می‌شود. SO_2 و ترکیبات آن از نظر ایمنیِ مصرف جزو مواد افزودنی GRAS هستند. بخشی از ترکیبات SO_2 طی مراحل نگهداری مواد غذایی تبخیر شده، بخش دیگری از آنها طی عمل پخت از بین می‌روند و باقیماندهٔ آنها در بدن تبدیل به سولفاتهای بدون ضرر شده، از راه ادرار از بدن خارج می‌شوند.

ت ــ پروپیوناتها، اسید پروپیونیک و نمکهای کلسیم، سدیم، پتاسیم آن: برای جلوگیری از کپک‌زدن نان، انواع کیک و انواع پنیر کاربرد دارند. این ترکیبات بر روی مخمرها اثری ندارند، به‌همین جهت در فرآورده‌های تخمیر بهتر است از این مواد استفاده شود در غیر این صورت سایر ترکیبات ضد کپک بر روی مخمرها هم اثر کرده، عمل تخمیر را متوقّف می‌سازند.

پروپیوناتها از نظر ایمنی مصرف جزو ترکیبات GRAS هستند و اگر مقدار مصرفشان از حدود ۱۰ میلی‌گرم به ازای کیلوگرم وزن بدن تجاوز نکند بی‌ضرر هستند و حداکثر مقدار مصرف مجاز آنها ۰/۳ درصد است.

به طور طبیعی در برخی از غذاها مانند پنیر وجود دارند، مانند اسیدهای چرب در بدن تجزیه می‌شوند. اثر این ترکیبات در pH حدود ۵، بیشتر است.

ث ــ اکسید اتیلن و اکسید پروپیلن: این اکسیدها به صورت گازی شکل به عنوان ضد کپک و آنتی اکسیدان به کار می‌روند. برای مواد غذایی که دارای مقدار زیادی رطوبت باشند مناسب نیستند، بر روی تمام میکروارگانیسمها مؤثّرند و چون گازی شکل هستند پس از ختم عمل و جانشین کردن هوای تازه از محیط خارج می‌شوند و اثری از آنها به جا نمی‌ماند. چنانچه مقداری از آنها در مواد غذایی باقی‌مانده، وارد بدن شوند سمیت ناچیزی دارند اما باقیماندهٔ آنها نباید از ۳۰۰ قسمت در میلیون بیشتر باشد.

ج ــ نیتریتها و نیتراتها: نیترات سدیم و نیتریت سدیم، همچنین نیترات و نیتریت پتاسیم در شور کردن گوشت مورد استفاده قرار می‌گیرند. این مواد در تثبیت رنگ قرمز گوشت مؤثّرند اما علاوه بر این از رشد و نمو و تکثیر میکروبها هم جلوگیری می‌کنند و به ویژه مانع جوانه زدن اسپرم می‌شوند، اثرشان در حضور نمک و قندهای ساده تشدید می‌شود. مقدار مجاز مصرف آنها حداکثر ۲۰۰ قسمت در میلیون است. در اثر دمای بالا و طی زمان نگهداری موادّ غذایی، به مرور از مقدار این مواد کاسته می‌شود.

چ ــ اسید استیک و استاتها: استفاده از اسیداستیک به صورت سرکه برای نگهداری برخی از مواد غذایی مانند سبزیها و میوه‌ها، سابقه‌ای بسیار دراز دارد اما امروزه از ترکیبات آن مانند استات سدیم، استات کلسیم، دی‌سدیم استات استفاده می‌شود، این مواد از نظر ایمنی مصرف جزو ترکیبات GRAS هستند و از آنها برای نگهداری سوپها، سُسها، شورجات، سبزیها و میوه‌ها استفاده می‌شود.

اسیداستیک بر روی مخمرها و باکتری مؤثّرتر است اما دی‌سدیم استات بر روی کپکها تأثیر بیشتری دارد. مقدار مجاز مصرف این ماده حدود ۰/۰۸ درصد است. این ترکیبات در pH پایین دارای اثر میکروب‌کشی بیشتری هستند و پس از ختم عمل مربوط به خود، هیدرولیز شده، تبدیل به‌اتانول و گاز کربنیک می‌شوند.

ح ــ دی‌فنیلها: دی‌فنیلها یا بی‌فنیلها به عنوان مادهٔ ضد کپک در کاغذ بسته‌بندی پرتقال به کار می‌روند. بدین ترتیب که کاغذهای بسته‌بندی پرتقال را به محلولهای آن آغشته کرده، پرتقال را در آن می‌پیچند. وجود این ماده در کاغذ، مانع رشد کپکهای سبز و آبی و قارچهای عامل قهوه‌ای شدن گوشت پرتقال پیچیده در آن می‌شود. از بخار این ماده در غلظت ۰/۰۸ میلی‌گرم در لیتر هوا برای جلوگیری از کپک‌زدن پرتقال در انبارها هم استفاده می‌شود. مقدار بی‌فنیل مصرفی باید به نحوی تنظیم شود که از ۰/۸ گرم به ازای هر کیلو پرتقال بیشتر نشود. با این غلظت مقدار دی‌فنیل جذب شده به وسیلهٔ گوشت میوه بسیار ناچیز است و ضرری برای سلامت مصرف کننده ندارد. دی‌فنیل در بدن متابولیزه می‌شود و تبدیل به ترکیبات گوناگون فنلی می‌گردد، مقدار قابل تحمل آن برای بدن انسان ۰/۰۵ میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن است. مصرف مقدار بیشتر برای کودکان و کسانی‌که با بسته‌بندی پرتقال (در کاغذ پیچیدن آن) سر و کار دارند، ممکن است مخاطره‌آمیز باشد.

خ ــ فسفین یا فوستوکسین: گازی است با وزن مولکولی کم و نقطهٔ جوش پایین و با قابلیت نفوذ بسیار زیاد در توده‌های مواد غذایی مانند غلات و حبوبات و همچنین اماکن نگهداری و وسایل حمل و نقل که ظرف ۳ تا ۱۵ روز حشرات و آفات انباری را نابود می‌کند. در تجارت مخلوطی از فسفید آلومینیوم، کربنات آمونیوم و پارافین به صورت قرصهای ۰/۶ گرمی و ۳ گرمی و به صورت پودر در بسته‌بندیهای کوچک و غیر قابل نفوذ به بازار عرضه می‌شود. دُز مؤثر آن ۰/۰۱۰ تا ۰/۰۲۴ میلی‌گرم به ازای لیتر است، در دمای ۲۵°C زمانی حدود ۱۵ روز و در دمای بالاتر در زمان کوتاهتری حشره‌زدایی با این ماده انجام می‌شود.

قرصهای این حشره‌کش دارای پوششی است که در مجاورت هوا ظرف حدود یک‌ساعت

باز شده و گاز حشره کش‌آزاد می‌گردد و در توده‌های محصول یا خلل و فرج و منافذ آن نفوذ کرده، آفات را نابود می‌کند. شرط موفقیت در انجام این روش، نفوذناپذیر بودن محل انجام عمل است به‌نحوی که گاز حاصل از محیط خارج نشود. برای حشره‌زدایی مقادیر کم‌محصول نحوهٔ عمل به‌این‌ترتیب است که قرص را در دستمال کاغذی یا پارچه پیچیده در داخل یک قوطی کبریت قرار می‌دهند و آن را روی سطح محصول مانند برنج می‌گذارند. سپس مجموعه را در یک کیسهٔ نایلونی گذاشته سر آن را بسته و به‌صورت وارونه قرار می‌دهند تا پس از تصعید، گاز از پایین به بالا حرکت کرده، در مسیر، آفات را نابود کند. پس از سپری شدن زمان لازم، بسته را به حالت اولیه قرار داده، کبریت را از روی آن برمی‌دارند و محصول را در معرض هوای تازه قرارمی‌دهند تا گاز فسفین از لابه‌لای آن خارج شود.

برخی از روشهای تبدیل مواد غذایی

۱ــ شیر و فرآورده‌های آن

تعریف شیر: شیر محصول دوشش کامل و مداوم یک دام مادهٔ شیردهٔ سالم است که به‌خوبی تغذیه شده و درموقع دوشیدن خسته نباشد و با رعایت اصول بهداشتی جمع‌آوری شده بدون آغوز باشد.

ارزش غذایی شیر: شیر یکی از کامل‌ترین و پرارزش‌ترین موادغذایی است. به‌عبارت دیگر شیر دارای کلیه مواد مغذی لازم برای رشد و نمو بافتهای بدن می‌باشد. بنابراین می‌توان گفت که شیر غذای منحصربه‌فرد نوزاد هر پستاندار است. زیرا به‌تنهایی می‌تواند همه نیازهای غذایی او را تأمین کند. ارزش غذایی شیر مبتنی بر سه اصل علمی زیر است :

الف ــ شیر منبع خوب و استثنائی پروتئین است که ارزش بیولوژیکی آن بالا بوده و باعث رشد نوزاد می‌شود.

ب ــ شیر منبع بسیار مهم کلسیم و فسفر است و به همین دلیل مصرف آن برای تمام سنین به‌ویژه سن رشد و سالخوردگی جهت جلوگیری از بروز بیماری پوکی استخوان ضروری است.

پ ــ شیر محتوی مجموعه‌ای از ویتامینها به‌ویژه ویتامینهای D و A و املاح به‌ویژه کلسیم می‌باشد.

ویژگیهای شیر

۱ــ ویژگیهای ظاهری شیر

الف ــ رنگ شیر: رنگ شیر بیشتر سفیدکدر و یا سفید چینی است که علت آن وجود کازئین و کلسیم در شیر می‌باشد.

ب ــ بوی شیر: شیر دارای بوی مخصوص نیست ولی معمولاً دراثر تماس با ظروف و اماکن کثیف بوهای گوناگون به وسیله چربی شیر جذب شده و شیر بوی نامطبوع به‌خود می‌گیرد. همچنین تغذیه دام با انواع کلم و شلغم، چغندر علوفه‌ای و تفاله باعث پیدایش بوی علوفه در شیر می‌گردد. به‌همین علت تغذیه دام باید همیشه بعد از شیردوشی انجام گیرد چون بو و مزهٔ علوفه تأثیر آنی و بدی در شیر می‌گذارد. علاوه‌بر آن در اثر فساد و تجزیه ترکیبات شیر بوهای مختلفی ازقبیل ترشیدگی و گندیدگی در شیر پیدا می‌شود.

پ ــ طعم شیر: مزهٔ شیر در اثر وجود لاکتوز کمی شیرین است. در بیماریهای ورم پستان، به‌علت ازدیاد محسوس کلریدها (و به‌ویژه کلرورسدیم) مزه شیر کمی شور می‌گردد. همچنین در اثر تجزیه چربی در اثر عوامل مختلف ممکن است طعم نامطبوعی در شیر ایجاد شود.

۲ــ خواص فیزیکی شیر

الف ــ وزن مخصوص یا وزن حجمی شیر: وزن واحد حجم شیر را وزن مخصوص شیر نامند. وزن حجمی شیر عادی گاو در $15^{\circ}C$ بین ۱/۰۳۴ ــ ۱/۰۲۸ (به‌طور متوسط ۱/۰۳۱) است. بدین‌معنی که یک لیتر شیر در دمای $15^{\circ}C$، ۱۰۲۸ تا ۱۰۳۴ گرم وزن دارد.

pH و اسیدیته شیر: pH شیر نژادهای مختلف گاو در دوره‌های مختلف شیردهی بین ۶/۴ تا ۶/۸ در نوسان است. بنابراین شیر تازه که از پستان می‌چکد اسیدیته ضعیفی دارد.

پ ــ نقطه انجماد: نقطه انجماد شیر همواره ثابت و به علت دارابودن مولکولهای محلول در آن (وجود نمکها و قند شیر) پایین‌تر از صفردرجه و در حدود $-0/54^{\circ}C$ ($-0/57^{\circ}C$ تا $-0/53^{\circ}C$) می‌باشد. بنابراین از نقطه انجماد آب پایین‌تر است.

ت ــ گرمای ویژه: برحسب تعریف، مقدار کالری که لازم است تا گرمای یک گرم جسم را یک درجه سانتی‌گراد افزایش دهد گرمای ویژه آن جسم نامیده می‌شود. گرمای ویژه شیر کامل $0/93-0/94\ cal/g^{\circ}C$ می‌باشد. شناخت گرمای ویژه شیر ازنظر محاسبه تبادلات حرارتی در صنایع شیر به‌ویژه در پاستوریزه‌کردن و استریل کردن دارای اهمیت زیادی است.

ث ــ نقطه جوش: چون شیر به مقدار خیلی جزیی از آب سنگین‌تر است از این‌رو دردرجه حرارت کمی بالاتر از آب به‌جوش می‌آید.

ترکیبات شیر: مواد تشکیل دهنده شیر عادی گاو سالم به‌شرح زیر می‌باشد.

۱ــ آب: قسمت اعظم (حدود ۸۷ درصد) شیر را آب تشکیل می‌دهد.

۲ــ مادهٔ خشک و ماده خشک بدون چربی: ماده خشک به مجموعه موادی گفته می‌شود که پس از خروج آب در شیر باقی می‌ماند. ماده خشک بدون چربی عبارتست از مقدار کل ماده خشک شیر منهای مقدار چربی آن و مقدار آن در شیر از ۸۵ تا ۹۴ گرم در لیتر تغییر می‌نماید.

۳ــ چربی شیر: چربی شیر به حالت امولسیون و به‌صورت گویچه یا ذرات بسیار ریز در شیر دیده می‌شود و مقدار آن از یک طرف با مقدار شیر در نژادهای مختلف یک دام رابطه معکوس دارد و ازطرف دیگر به دورهٔ شیردهی، سن دام، تغذیه، فصل و محیط شیردوشی بستگی دارد.

۴ــ مواد ازته (مواد پروتئینی): مواد ازته شیر بدون شک پیچیده‌ترین و مهمترین قسمت از ترکیبات شیر را تشکیل می‌دهد. به‌طور کلی ۹۵ــ۹۲ درصد از مواد ازته شیر را پروتئینها و ۵ تا ۸ درصد کل مواد ازته شیر را مواد ازته غیرپروتئینی تشکیل می‌دهد که مهمترین آنها اوره می‌باشد. همچنین مهمترین مواد پروتئینی شیر عبارتند از کازئین ــ لاکتالبومین و لاکتوگلوبولین که از آن میان کازئین شیر (پروتئین اختصاصی شیر) دارای اهمیت خاصی می‌باشد.

۵ــ لاکتوز: لاکتوز قند اختصاصی شیر است که از گلوکز ساخته می‌شود و مقدار آن در شیر گاو از ۴۷ تا ۵۲ گرم در لیتر تغییر می‌کند.

۶ــ املاح موجود در شیر: از املاح موجود در شیر می‌توان کلسیم، فسفر، کلر، سدیم، منیزیم و به علاوه در شیر مقدار ناچیزی آلومینیم، برم ، مس، آهن، فلوئور، روی، ید، منگنز، مولیبدن، سیلیسیوم و استرانسیوم وجود دارد که در بین مواد معدنی، کلسیم دارای اهمیت ویژه‌ای است و همچنین مقدار خاکستر شیر گاو بین ۰/۷۲ تا ۰/۷۵ درصد می‌باشد.

۷ــ ویتامینها : ویتامینهای شیر به دو دسته تقسیم می‌شوند : الف : ویتامینهای محلول در چربی مانند ویتامینهای A، D ، E و K.

ب ــ ویتامینهای محلول در آب مانند ویتامینهای گروه B (B_1 ، B_2 ، B_6 و B_{12}) و ویتامین C.

۸ــ گازهای محلول در شیر: در شیر گازهای مختلفی مانند دی‌اکسید کربن، گاز ازت و گاز اکسیژن وجود دارد.

۹ــ آنزیمهای شیر: آنزیمها، پروتئینهایی هستند که نظیر کاتالیزورهای معدنی عمل می‌کنند یعنی در واکنشهای شیمیایی دخالت نموده، بدون آن که تغییری در ترکیب آنها به وجود آید باعث تسریع در واکنشهای شیمیایی می‌شوند. آنزیمهای موجود در شیر عبارتند از : لیپاز، فسفاتاز، پروتئازها و کاتالاز.

راههای آلودگی شیر: میکروارگانیسمها از چند طریق شیر را آلوده می‌نمایند.

الف ــ از محیط داخلی بدن حیوان شیرده: بعضی از میکروارگانیسمهای بیماریزا مثل میکروب سل و تب مالت ممکن است از طریق خون به پستان برسند و سپس وارد شیر گردند.

ب ــ از محیط خارج: ۱ــ از طریق پوست حیوان شیرده، ۲ــ به واسطه کارگرانی که شیر را جابه‌جا و با آن کار می‌کنند، ۳ــ از طریق تجهیزات و وسایلی که شیر در آنها تهیه و تبدیل می‌شود، ۴ــ از هوای اصطبل و سالن شیردوشی و ... ۵ــ از طریق آبهای آلوده.

روشهای سالم‌سازی و نگهداری شیر

۱ــ نگهداری شیر به وسیله گرما: در صنعت برای به تأخیر انداختن فساد شیر آن را پاستوریزه و برای نگهداری طولانی مدت استریلیزه می‌نمایند و برای آسان کردن حمل و نقل آن را تغلیظ یا خشک می‌کنند.

الف ــ پاستوریزه‌کردن: پاستوریزه کردن شیر عبارت است از استفاده صحیح از گرما برای از بین بردن کلیه میکروبهای بیماریزای شیر و همچنین حدود ۹۹/۵ درصد میکروبهای غیر بیماریزا برای این منظور از دمای کمتر از $100^{\circ}C$ استفاده می‌گردد.

روشهای مختلف پاستوریزه کردن شیر عبارتند از :

۱ــ پاستوریزه کردن پست یا کند یا روش L.T.L.T[1](دمای کم ــ زمان زیاد) ؛ ۲ــ پاستوریزه کردن پست مداوم ؛ ۳ــ پاستوریزه کردن شیر در داخل بطری ؛ ۴ــ پاستوریزه‌کردن سریع ؛ ۵ــ روش پاستوریزه‌کردن بالا یا روش H.T.S.T[2] (حرارت بالا ــ زمان کم).

ب ــ استریل کردن شیر: استریل کردن شیر به معنی نابود کردن کلیه میکروبهای بیماریزا و غیربیماریزا و اسپور (اشکال مقاوم میکروب) آنها می‌باشد.

روشهای استریل کردن شیر عبارتند از :

الف ــ روشهایی که در آنها ابتدا شیر بسته‌بندی (در داخل بطری) و سپس استریل می‌گردد.

ب ــ روشهایی که در آنها شیر قبل از بطری کردن به طور مداوم و در حرارتهای خیلی بالا استریل می‌گردد (U.H.T)[3].

۱ــ Low Temperature Long Time

۲ــ High Temperature Short Time

۳ــ Ultra High Temperature

اصول تبدیل فرآورده‌های شیر

۱ــ خامه

الف ــ تعریف: وقتی شیر را به حال خود بگذاریم بعد از ۱۲ ساعت حدود نصف و بعد از ۲۴ ساعت قسمت عمدهٔ چربی آن به خودی خود بالا آمده، در سطح شیر لایه‌ای را تشکیل می‌دهد. این لایه که از تراکم گویچه‌های چربی تشکیل شده است «خامه» نامیده می‌شود.

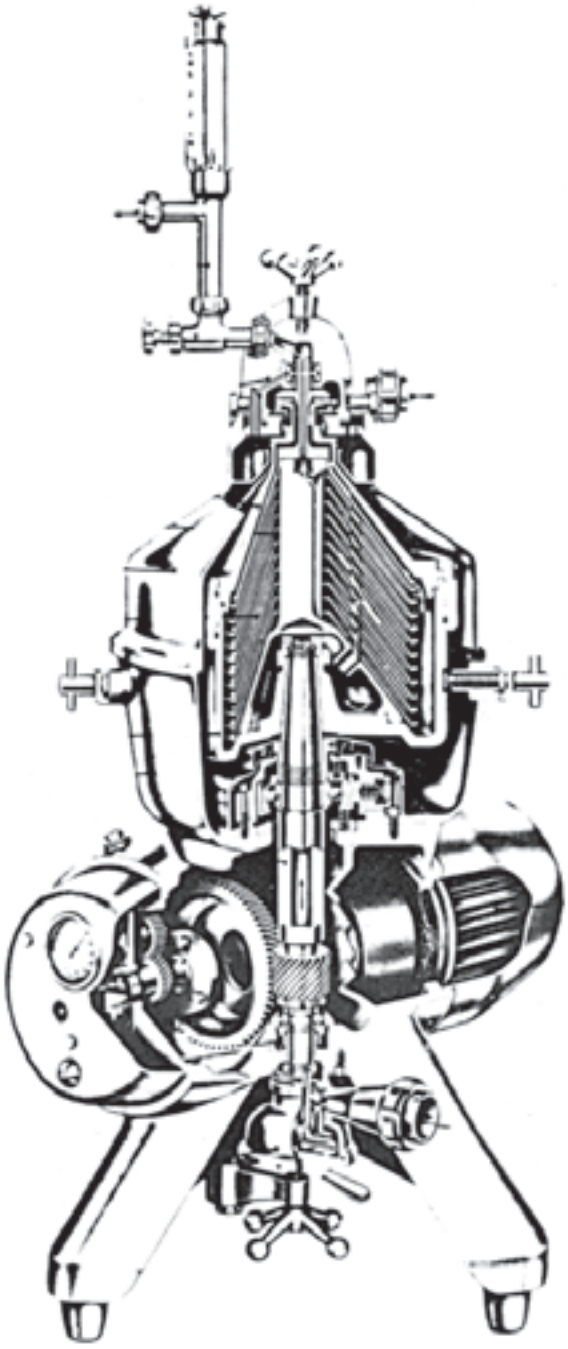
ب ــ روشهای خامه‌گیری: خامه‌گیری به دو روش انجام می‌شود :

۱ــ روش سنتی: این روش قدیمی، خود به دو صورت انجام می‌شود : نخست آن که شیر را در ظروف کم عمق (۶ــ۴ سانتیمتر) ریخته، برای سهولت انجام کار، آن را کمی گرم می‌کنند و به حال خود می‌گذارند و بعد از ۲۴ تا ۳۶ ساعت خامه را از سطح شیر برمی‌دارند و دیگر آن که شیر را به‌وسیلهٔ یخ در ظرفهای بزرگی (۵۰ ــ ۳۰ لیتری) خنک کرده، بعد از ۱۲ ساعت خامهٔ آن را می‌گیرند. در این روش به علت سرعت عمل، خامهٔ شیرین به دست می‌آید.

روشهای بالا ناقص است و حدود ۲ تا ۳ گرم (و غالباً تا ۱۰ گرم) چربی در هر لیتر شیر، باقی می‌ماند.

شکل ۱۸ــ۴

۲ــ استفاده از میان‌گریز (سانتریفوژ): در این روش از نیروی گریز از مرکز استفاده می‌شود. اساس این روش عبارت‌است از اینکه وقتی دو مایع غیر قابل اختلاط و با وزن مخصوص متفاوت را در ظرفی بریزیم و ظرف را حول محوری به سرعت بچرخانیم شدّت نیروی گریز از مرکز به تناسب وزن مخصوص آنها اثر می‌کند و مایع سبک در اطراف محور و مایع سنگین‌تر دورتر از محور جمع می‌شود. بدین ترتیب چنانچه شیر کامل را در حول محوری به دوران درآوریم به دو قسمت تقسیم می‌گردد : یکی خامه (به وزن مخصوص $d = ۰/۹۳$ در $۱۵^{\circ}C$) که تراکم چربی است و به علت سبک بودن در اطراف محور جمع می‌شود و دیگری شیر پس چرخ (به وزن مخصوص $d = ۱/۰۳۶$) که سنگین‌تر از چربی می‌باشد و در اطراف پراکنده می‌گردد.



شکل ۱۹ــ ۴

ج ــ شرایط خامه‌گیری

عوامل زیر در عملِ خامه‌گیری مؤثّرند :

الف ــ سرعت چرخش یا سرعت خامه‌گیری: سرعت چرخش کاسهٔ خامه‌گیر باید مطابق دستور کارخانهٔ سازنده باشد. کاهش سرعت موجب نقص خامه‌گیری می‌گردد و افزایش آن نه‌تنها در خامه‌گیری تأثیری ندارد بلکه باعث فرسودگی دستگاه می‌شود.

ب ــ دما: گرم‌بودن شیر در بازدهی تأثیر زیادی دارد و موجب سهولت جداشدن گویچه‌های چربی می‌شود.

پ ــ قطر گویچه‌های چربی: هرقدر قطر گویچه‌های چربی بزرگتر باشد عمل خامه‌گیری سریعتر صورت می‌گیرد. با دستگاههای خامه‌گیری جدید می‌توان چربی شیر را به‌طور کامل گرفت و میزان چربی را در شیر پس‌چرخ به ۰/۱ درصد رسانید.

ت ــ میکروب‌شناسی خامه: چنانچه خامه را مدتی به‌حال خود بگذاریم تغییر و تحولاتی در آن به‌وجود می‌آید. بعضی از میکروبهای پروتئولیتیک یا کلی فرمها مانند Klebsiella aerogenes در سه یا چهار ساعت اول در محیط، رشد و نمو و تکثیر می‌نمایند. پاره‌ای از این میکروبها مواد معطری مانند دی‌استیل تولید می‌نمایند. کمی بعد استرپتوکوکهای لاکتیک به‌ویژه گونهٔ Strep Cremoris شروع به ازدیاد نموده، ۹۸ تا ۹۹ درصد بار میکروبی خامه را تشکیل می‌دهد. این مرحله، مرحلهٔ ماتوراسیون (Maturation) یا رسیدن خامه است. دراین مرحله اسیدیته کم‌کم بالا می‌رود و در اثر انعقاد کازئین موجود در شیر اطراف گویچه‌های چربی ضخامت خامه زیادتر می‌گردد و تولید اسیدلاکتیک بازهم ادامه می‌یابد و همین‌که به حد معیّنی رسید لاکتوباسیلها که در pH پایین مقاومت بیشتری دارند وارد عمل می‌گردند. در این مرحله تعداد زیادی از میکروبهای اسید دوست مخمرها، قارچها که تعداد و انواع آنها بسیار متنوّع‌تر از شیر است در سطح خامه رشد کرده، ایجاد طعم و بوی نامطبوع می‌نمایند و در اثر مصرف اسیدهای آلی موجود در محیط، ابتدا مرحلهٔ خنثی‌شدن و سپس مرحلهٔ گندیدگی را به‌وجود می‌آورند. بدیهی است بسته به موارد کاربرد خامه می‌توان در صنعت از تحول میکروبی آن استفاده نمود یا آن را متوقف ساخت. برای نمونه در تبدیل خامه به کره مرحلهٔ ماتوراسیون یا پرورش خامه لازم است. در حالی‌که در خامه‌هایی که تازه به‌مصرف می‌رسند باید با استفاده از سرما، پاستوریزه‌کردن یا سایر روشهای نگهداری فعالیتهای میکروبها را متوقّف ساخت و خامه را از خرابی و فساد دور نگهداشت. به‌علاوه میکروبهای مختلف بیماری‌زا مانند ــ Eberthella Micrococcus Pyogenes و Typhosa و سالمونلاهای دیگر ممکن است در مراحل تولید خامه از راه دست یا ترشحات دهان انسان وارد خامه شوند و مصرف آن موجب بیماریهای عفونی یا مسمومیت گردد.

ث ــ ویژگیها و ترکیبات خامه: ترکیب شیمیایی خامه مشابه ترکیب شیمیایی شیر است با این تفاوت که مقدار چربی آن خیلی بیشتر است. ازنظر فیزیکی خامه مانند شیر، حالت امولسیون چربی درآب است. نسبت درصد چربی در خامه برحسب نوع و شدّت خامه‌گیری متفاوت است.

۲ــ سرشیر یا قیماق

در روش محلّی وقتی شیر را برای تهیّه ماست می‌جوشانند در فاصلهٔ زمانی که طول می‌کشد تا شیر به دمای ۵۰°C ــ۴۵ برسد مقداری از چربی به‌صورت لایهٔ نسبتاً سفتی بر سطح شیر جمع می‌شود و می‌بندد که این لایه متراکم را «سرشیر» می‌گویند.

۳ــ کره

الف ــ تعریف: کره محصولی است که از زدن خامه و شیر (یا فرآورده‌های آن مانند ماست، دوغ و ...) به‌دست آمده و در هر ۱۰۰گرم دارای حدود ۸۲گرم چربی و ۱۸ گرم مواد غیرچربی (۱۶گرم آب) می‌باشد.

ب ــ طرز تهیه کره از خامه

الف ــ پاستوریزه کردن خامه: منظور از پاستوریزه‌کردن خامه از یک طرف، ازبین بردن تمام میکروبهای بیماریزایی است که ممکن است در آن موجود باشد و ازطرف دیگر، بی‌اثرکردن آنزیمهای تجزیه‌کنندهٔ چربی که احتمالاً موجب فساد و خرابی کره و مانع نگهداری آن می‌گردند، می‌باشد و چون چربی در برابر دمای بالا مقاوم می‌باشد بهتر است پاستوریزه کردن را در دمای بالا انجام داد. برای این‌منظور می‌توان از دمایی که حدود ۹۰°C ــ ۸ بیشتر از دمای پاستوریزه‌کردن است، استفاده نمود.

عده زیادی از صاحب‌نظران معتقدند که دمای پاستوریزه‌کردن کره نباید از ۸۰°C کمتر باشد و دمای ۹۰°C تا ۹۵°C به مدت ۳۰ ثانیه را پیشنهاد می‌نمایند. در سالهای اخیر برای پاستوریزه‌کردن خامه از دمای بالاتر و برای مدت کوتاه نیز استفاده می‌گردد.

ب ــ کشت خامه: پاستوریزه کردن، بیشتر میکروبهای موجود در خامه را ازبین می‌برد. بدین‌جهت برای پرورش یا رسیدن خامه باید مجدداً آن را با مایه‌های ویژه مانند Sterp.Lactis و Sterp.Cremoris کشت داد. این دو باکتری در خامه فعالیت کرده، ترشی و عطر لازم را در خامه ایجاد می‌نمایند و خامه را برای تولید آماده می‌سازند. خامه‌ای که نرسیده باشد به‌سختی تبدیل به کره می‌شود و فاقد عطر ویژه و موردنظر می‌باشد.

شکل ۲۰ــ ۴

پ ــ تولید کره از خامه و شرایط آن: پس از اینکه ترشی و عطر لازم در خامه به‌وجود آمد خامه وارد دستگاهی به‌نام «گردونه کره‌زنی» شده، تبدیل به کره می‌گردد.

شرایط لازم برای کره‌زنی عبارت‌اند از :

۱ــ *تکان‌دادن:* هرقدر خامه در گردونهٔ کره‌زنی بیشتر تکان داده شود عمل کره‌زنی سریعتر انجام می‌شود. این امر از یک طرف به سرعت چرخش گردونه (۲۰ تا ۳۰ دور در دقیقه) برحسب حجم دستگاه و ازطرف دیگر به مقدار خامه بستگی دارد. (مقدار خامه نباید از ۵۰٪ حجم گردونه تجاوز نماید.)

۲ــ *دمای عمل:* در دمای بالاتر عمل کره‌زنی سریعتر انجام می‌شود اما در این‌حالت احتمال واردشدن مقداری از کره در دوغ نیز وجود دارد. دمای مناسبِ کره‌زنی در زمستان حدود $13^{\circ}C$ــ۱۲ و در تابستان $10^{\circ}C$ــ ۸ است.

۳ــ *ترشی خامه:* اسیدیته خامه با تغییراتی که در ساختمان فیزیکوشیمیایی پروتیدهای اطراف گویچه‌های چربی ایجاد می‌نماید موجب تسهیل و تسریع عمل کره‌زنی می‌گردد.

۴ــ *غلظت چربی:* در خامه‌های غلیظ به‌علت ویسکوزیتهٔ زیاد عمل کره‌زنی به‌سختی انجام می‌شود. خامه‌های رقیق نیز حجم زیادی را در داخلِ گردونه اشغال کرده، در نتیجه عمل کره‌زنی به‌درستی صورت نمی‌گیرد. بدین‌جهت خامهٔ ۳۵ تا ۴۰ درصدچربی را برای کره‌زنی مورداستفاده قرار می‌دهند.

ت ــ مدت کره‌زنی: عمل کره‌زنی ۳۵ تا ۴۵ دقیقه طول می‌کشد. جریان کره‌زنی و پایان کار را می‌توان به‌وسیلهٔ دریچهٔ شیشه‌ای که در بدنهٔ گردونه تعبیه شده است مشاهده نمود. در روی دریچهٔ شیشه‌ای گردونه ابتدا خامه چون شیر جریان پیدا می‌کند و رنگ شیری مات به شیشه می‌دهد سپس کم‌کم دانه‌های کره روی شیشهٔ شفاف ظاهر می‌شوند. پس از تشکیل دانه‌های کره، سرعت چرخش گردونه را کند کرده، آن را چند دقیقه دیگر به آهستگی می‌چرخانند و سپس متوقف ساخته، دوغ حاصله از کره‌زنی را خارج می‌سازند.

ث ــ شستشوی دانه کره: پس از اینکه دوغ از گردونه خارج گردید باید دانه‌های کره شسته شوند. آبی که برای شستشو به‌کار برده می‌شود باید خالص و عاری از آلودگی شیمیایی و میکروبی باشد. دمای آب باید نزدیک به دمای دانه‌های کره و در حدود $12^{\circ}C$ باشد. مقدار آب لازم در هر بار شستشو باید معادل یک چهارم حجم گردونه باشد. به‌طور کلّی دو بار شستشو و هر بار به‌مدت ۱۰ دقیقه کافی است زیرا شستشوی زیاد موجب خرابی نسج کره می‌گردد.

ج ــ نمک‌زدن کره: در بعضی ازکشورها، کره‌های نمک‌دار تهیه می‌کنند. مقدار این نمک، در حدود ۲درصد مناسب است. نمک علاوه‌بر طعم ویژه، مانع رشد و نمو میکروبها می‌گردد. رطوبت کلی کره نیز تغییر می‌نماید زیرا نمک موجب خروج آب گردیده، درنتیجه مقدار وزن کره کاهش می‌یابد. برای نمک‌زدن کره می‌توان از نمک خشک و نرم یا از آب‌نمک استفاده نمود.

چ ــ مالش دادن کره: این عمل باعث چسبیدن دانه‌های کره به یکدیگر و پخش یکنواخت آب در بستر چربی می‌شود. مالش‌دادن کره در نگهداری و کیفیّت بهداشتی آن، تأثیر دارد. زیرا با پخش یکنواخت و درنتیجه کوچک شدن قطرات آب فعالیت باکتریها کمتر می‌شود. امروزه مالش‌دادن کره در داخل خود گردونه صورت می‌گیرد. بدین‌ترتیب که پس از خروج آب شستشوی دانهٔ کره گردونه را به آهستگی به چرخش درآورده، درنتیجهٔ فشار توده کره و ضرباتی که در اثر برخورد با دیوارهٔ گردونه حاصل می‌شود کره مالش داده می‌شود.

ح ــ بسته‌بندی کره: بسته‌بندی کره به دو صورت به‌شرح زیر صورت می‌گیرد :

۱ــ *بسته‌بندی کلی:* در این روش از کارتنهای مقوایی یا از بشکه‌های چوبی به اندازه‌های ۲۵ــ۲۰ کیلوگرم یا بیشتر استفاده می‌شود. برای جلوگیری ازتماس مستقیم کره با چوب و درنتیجه ممانعت از انتقال طعم و بوی مخصوص چوب به کره، در قسمت داخلی پوششی از کاغذ پارافینه یا سولفوریزه یا از ورقه‌های نازک قلع یا آلومینیم یا سلولز به‌کار برده می‌شود.

۲ــ *بسته‌بندی قالبی:* در این طریقه از دستگاههای بسته‌بندی که به‌طور خودکار کره را به اندازه‌های مختلف در حدود ۱۲۵ تا ۲۵۰گرم در کاغذهای سولفوریزه یا آلومینیومی بسته‌بندی می‌کند، استفاده

می‌شود. در سالهای اخیر بسته‌بندی کره در قالبهای کوچکتر ۲۰ تا ۵۰ گرمی برای مراکز تغذیه گروهی عرضه می‌شود. دستگاههای بسته‌بندی که با کره تماس مستقیم دارند باید از فلز زنگ‌نزن ساخته شوند و رعایت جنبه‌های بهداشتی در آنها الزامی است.

۳ــ طرز تهیه کره از ماست یا دوغ (روش سنتی) : در این روش، شیر را تا حدود دمای بدن (۳۷°C) گرم کرده، مقداری ماست به‌عنوان مایه به آن می‌افزایند. پس از آنکه مدّتی در همان دما نگهداری گردید منعقد می‌شود و تبدیل به ماست می‌گردد. بعد آن‌را خنک کرده، پس از انعقاد، آن‌را با اندکی آب رقیق می‌کنند (اگر اهمیتی به استفاده از دوغ باقیمانده داده نشود، می‌توان تا دو سه برابر حجمِ ماست به آن آب اضافه کرد اما در بیشتر موارد نسبت آب و ماست برابر است تا دوغ حاصله نیز قابل استفاده باشد). سپس مخلوط را در ظرفی سربسته (مشک) ریخته، آن را آنقدر تکان می‌دهند یا به‌اصطلاح «می‌زنند» تا چربی آن جدا شود. زدن دوغ باعث می‌شود که ذرات چربی به‌هم چسبیده، به‌صورت دانه‌های کوچک کره درآیند. چنانچه محتویات مشک را درظرفی ریخته، به‌حال خود بگذاریم دانه‌های حاصلهٔ کره خیلی زود بر سطح مایع جمع می‌شوند که می‌توان به‌راحتی از آن جدا کرد. آنچه در ظرف باقی می‌ماند دوغ کره است.

۴ــ روغن حیوانی

برای اینکه کره فاسد نشود آن‌را تبدیل به روغن می‌کنند. برای این‌کار کره را به ملایمت حرارت می‌دهند تا چربی آن ذوب شود. در اثر ذوب، در سطح مایع کف پیدا می‌شود که باید آنها را از روغن جدا کرد و دور ریخت. آب و سایر مواد اضافی آن (مواد پروتئینی، لاکتوز و نمکها) که دوغ نامیده می‌شود درته ظروف باقی می‌ماند. این مواد ته‌نشین‌شده را به کمک صافی از روغن جدا می‌کنند. این روغنِ کره در ایران به‌نام «روغن‌حیوانی» معروف است که قابلیت نگهداری آن بیشتر از کره، خامه یا سرشیر است و درصورتی که خوب تهیه شده باشد (باحداکثر ۰/۵٪ آب و حداقل ۹۹/۳٪ چربی) در دمای حدود ۰°C در ظروف مناسب ۱ تا ۲ سال و بیشتر قابل نگهداری است. چون از یک‌طرف در اثر صاف‌کردن مقدار عمدهٔ مواد غیرچربی آن جدا شده است و از طرف‌دیگر محیط چندان مناسبی برای فعالیت باکتریها وجود ندارد و آلودگی میکروبی آن ضمن حرارت دادن از بین رفته است. مهمترین عامل فساد روغن اکسیدشدن آن می‌باشد که در مجاورت نور و هوا صورت می‌گیرد.

۵ــ ماست

الف ــ تعریف: ماست فرآورده‌ای‌است که از شیر، تحت تأثیر باکتریهای لاکتیک و باکتریهای ویژهٔ ماست (استرپتوکوکوس ترموفیلوس و لاکتوباسیلوس بولگاریکوس) بر بعضی مواد موجود در آن به‌دست می‌آید.

ب ــ ویژگیهای شیری که در تهیّه ماست بکار می‌رود:

۱ــ از دام سالم دوشیده شده، تازه و تمیز باشد و بار آلودگی میکروبی آن کم باشد.

۲ــ حالت طبیعی داشته باشد و دارای طعم و بوی نامطبوع نباشد.

۳ــ مقدار آلبومین و کازئین آن زیاد نباشد.

۴ــ هیچگونه تقلب (گرفتن چربی، مخلوط‌نمودن آب و یا جوش‌شیرین) در آن اعمال نشده باشد.

۵ــ بدون آنتی‌بیوتیک باشد.

ج ــ روشهای تهیّه ماست:

۱ ــ روش تهیه ماست پاستوریزه (صنعتی)

۱ــ۱ــ *پاستوریزه‌کردن شیر:* در روش نیمه‌صنعتی تغلیظ و پاستوریزه‌کردن شیر در دیگهای دوجداره و در دمای $85^{\circ}C$ به‌مدت ۱۵ دقیقه یا $80^{\circ}C$ به‌مدت نیم ساعت انجام می‌شود. چنانچه از پاستوریزاتورهای صفحه‌ای استفاده شود پاستوریزه کردن در دمای $82^{\circ}C$ و به مدت ۲ دقیقه صورت می‌گیرد. پاستوریزه‌کردن شیر از دو جهت در کیفیّت ماست مؤثّر است، از یک‌طرف با ازبین بردن باکتریهای رقیب، محیط مساعدی برای رشد و نمو و فعالیت میکروبهای موجود در مایه ماست فراهم می‌شود و ازطرف دیگر با تبخیر آب، غلظت و قوام ماست افزایش می‌یابد.

۱ــ۲ــ *سردکردن شیر تا دمای مایه‌زنی:* دمای مناسب مایه‌زنی $45^{\circ}C$ــ۴۲ است که این دما با عبوردادن آب سرد ازبین دو جدارهٔ دیگ و یا با عبوردادن شیر از سردکننده‌های ویژه تأمین می‌گردد.

۱ــ۳ــ *مایه‌زنی:* مایهٔ ماست، مادّه‌ای است که سبب بالارفتن اسیدیتهٔ شیر و به‌وجود آمدن طعم و مزهٔ ویژهٔ ماست می‌شود. درمورد میکروارگانیسمهای موجود در مایه ماست نظریه‌های مختلفی ابراز شده امّا بیشتر صاحب‌نظران معتقدند که درجریان تبدیل شیر به ماست، دو باکتری استرپتوکوکوس ترموفیلوس Str.thermophilus و لاکتوباسیلوس بولگاریکوس L.Bulgaricus نقش مهمی را ایفا می‌کنند. بعد از اینکه شیر را به ترتیبی کـه ذکر شد تا دمای $45^{\circ}C$ــ۴۲ سرد کردند از یک کشت خالص باکتریهای ماست که به نسبت ۴۵٪ و ۵۵٪ قرار دارند شیر را کشت

داده، یا به اصطلاح به آن مـایه مـی‌زنند. مقدار این مایه حـدودِ ۲ تا ۳ درصدِ شیر مصرفی می‌باشد.

۱ــ۴ــ *بسته‌بندی:* پس از اینکه مایه به شیر افزوده شد آن‌را مدتی خوب به‌هم زده، سپس بسته‌بندی می‌نمایند. برای بسته‌بندی ماست می‌توان از ظروف شیشه‌ای، مقوایی یا پلاستیکی استفاده نمود.

۱ــ۵ــ *نگهداری در گرمخانه:* نگهداری شیر مایه‌زده‌شده در گرمخانه، مهمترین مرحلهٔ تهیّه ماست است. زیرا در این مرحله اسیدهای آلی، عطر و طعم، انعقاد پروتئینهای شیر و مانند اینها انجام می‌شود که هریک در کیفیت ماست اهمیّتِ زیادی دارند. عواملی مانند : مقدار مایه، دمای گرمخانه، مدّت نگهداری ماست در گرمخانه در این عمل تأثیر دارند. بدین‌معنی که کم یا زیاد شدن هریک از سه عامل بالا در شیرینی، ترشی و عطر ماست تأثیر زیاد دارند. چنانچه دمای گرمخانه پایین باشد استوپتوکوکوس ترموفیلوس آن بیشتر رشد و نمو کرده، ماست حاصله شیرین و معطر خواهد بود، در حالی‌که اگر دمای گرمخانه بالا باشد لاکتوباسیلوس بولگاریکوس بیشتر رشد و نمو نموده، ماست بدست آمده ترش خواهد شد.

۱ــ۶ــ *سردکردن ماست:* بعد از اینکه ترشی ماست به میزان موردنظر رسید بلافاصله باید ماست را تا کمتر از ۱۰°C سرد نمود. اگر این عمل زودتر از موقع انجام شود طعم ماست خوب نخواهد بود و قوام آن کم است و به‌زودی آب می‌اندازد و اگر این عمل دیر انجام گیرد ماست دارای طعم ترش یا تلخ خواهد بود.

۲ــ تهیه ماست به روش سنّتی: در این روش ابتدا شیر را می‌جوشانند، بعد آن‌را تا دمای حدود ۳۷°C و یا کمی بیشتر سرد می‌کنند. سپس مقداری از ماست روزهای قبل (۳ــ۲ قاشق غذاخوری برای هر کیلوگرم شیر) به‌عنوان مایه به آن می‌افزایند و خوب مخلوط می‌کنند. پس از آن ظرف را در جای گرم قرارمی‌دهند و یا روی آن‌را طوری می‌پوشانند که دمای آن پایین نیاید. شیر مایه‌زده پس از چند ساعت به‌تدریج منعقد می‌شود و تبدیل به ماست می‌گردد. در ماست‌بندیهای بزرگ شیر را مدتی می‌جوشانند تا کمی غلیظ شود و بعد از خنک‌شدن تا دمای حدود ۴۲°C آن را مایه می‌زنند و در ظروف ویژه ریخته، برای ثابت نگهداشتن دما از اتاقهای کوچک گرم استفاده می‌کنند.

د ــ ارزش غذایی ماست: ماست، علاوه براینکه یک ماده‌غذایی خوش‌طعم و گواراست از نظر بهداشتی هم اهمیّت به‌سزایی دارد به‌طوری‌که عده‌ای معتقدند مصرف آن در ازدیاد طول‌عمر مؤثّر می‌باشد زیرا اسیدلاکتیک حاصله از فعالیت مخمرهای لاکتیک در روده، مانع تکثیر میکروبهای ناخواسته می‌شود و محیط را برای رشد و نمو باکتریهای مفید مساعد می‌سازد. ازنظر غذایی،

ماست یکی از بهترین فرآورده‌های شیر می‌باشد و دارای تمامی عناصر غذایی موجود در شیر است و در بعضی از مناطق گرمسیر که عده‌زیادی از مردم در فقرپروتئینی بسر می‌برند و امکانات لازم برای سالم‌سازی و توزیع شیر وجود ندارد می‌توان ازاین محصول به‌نحو شایسته استفاده نمود.

۶ــ پنیر

الف ــ تعریف: پنیر یکی از فرآورده‌های شیر است که درنتیجهٔ انعقاد کازئین به‌وسیلهٔ مایه پنیر یا اسیدلاکتیک و جداکردن آن از سایر قسمتهای شیر، تولید می‌شود و هنگام صاف‌کردن آنچه همراه کازئین منعقد شده، روی صافی می‌ماند و دلمه یا پنیر تازه به‌دست می‌آید. بنابراین منظور از پنیرسازی، تبدیل شیر به مادّه‌ای است متراکم که زمان بیشتری قابل نگهداری است و به‌علت فعالیتهای میکروبی و آنزیمی که در آن صورت می‌گیرد دارای طعم ویژه خود می‌باشد.

ب ــ مراحل تهیه پنیر

۱ــ پاستوریزه کردن شیر: تهیّه پنیر از شیر غیرپاستوریزه معایب زیادی دارد. برای اینکه باکتریهای بیماریزای شیر که ممکن است در پنیر تا هنگام مصرف زنده بمانند ازبین بروند و باکتریهای مضر برای پنیرسازی نابود شوند شیر را پاستوریزه می‌کنند. براثر پاستوریزه‌کردن شیر موردنظر برای پنیرسازی، از قابلیت انعقاد شیر کاسته می‌شود که این عیب را می‌توان با افزودن املاح کلسیم (کلرور یا فسفات) به‌مقدار ۳۰ــ۲۰ گرم در صد لیتر شیر تا حدود زیادی برطرف نمود. عیب دیگر، کشته‌شدن میکروارگانیسمهای مفید و لازم برای پنیرسازی است اما این نقص را نیز می‌توان با افزودن کشت خالص باکتریهای لازم حتی در شرایطی بهتر از وضع طبیعی جبران کرد زیرا در این‌صورت در محیط فقط باکتریهای مفید و مطلوب وجود خواهند داشت.

۲ــ انعقاد با مایه پنیر: مایهٔ پنیر که قسمت عملکردی آن آنزیمی به‌نام رنین[1] می‌باشد، از معدهٔ دامهای جوان ازجمله گوساله و بره به‌دست می‌آید. مقدار اندکی از این آنزیم مانند سایر آنزیمها قادر است مقدار زیادی شیر را منعقد سازد و بیشتر روی کازئین اثر کرده، آن‌را به دو قسمت کلسیم پاراکازئین و پروتئین آب‌پنیر تجزیه کند. قسمت عمده که همان کلسیم پاراکازئین می‌باشد به‌صورت لختهٔ شفّاف چینی‌مانندی جدا می‌شود. بهترین دما برای تأثیر مایه پنیر دمای ۴۰°C ــ۳۸ است ولی درعمل انعقاد در دمای ۳۵°C ــ۲۸ صورت می‌گیرد. مقدار مایهٔ پنیر که به‌شیر افزوده می‌شود برحسب انواع پنیرِ موردنظر متفاوت است و البته به‌قدرت انعقاد مایه پنیر بستگی دارد. برای

۱ــ Renine

هرصدکیلوگرم شیر حدود ۱۰ تا ۱۵ میلی‌لیتر عصاره یا ۳ــ۲ گرم گرد آن استفاده می‌شود.

۳ــ بریدن دلمه یا لخته: وقتی انعقاد به حدّ مطلوب رسید باید دلمه را برید. برای این کار از چاقوی ویژه استفاده می‌کنند و محتوی ظرف را در طول و عرض آن به فواصل ۳ــ۲ سانتیمتر یا اندازه‌های دیگر می‌برند. در کارخانه‌ها برای بریدن دلمه از ابزار برش سیمی که شبیه چنگ است و سیمهایی به فواصل معیّن به‌طورافقی یا عمودی روی آن قرار دارد استفاده می‌کنند. به این ترتیب دلمه به‌دست آمده به قطعاتی به ابعاد حدود ۱ سانتیمتر تقسیم می‌گردد.

۴ــ آب‌گیری نسبی لخته: پس از اینکه شیر منعقد و بریده شد باید آب پنیر یا به‌اصطلاح لاکتوسرم لابه‌لای لخته‌ها را خارج نمود. این عمل در انواع مختلف پنیر متفاوت است. در مورد پنیرهای نیمه‌سخت دلمه را روی صافی داخل قالب می‌ریزند و بدین‌طریق آب پنیر خارج می‌شود و پنیر شکل موردنظر را به‌خود می‌گیرد. در پنیرهای سخت دلمه را بعد از آنکه در صافی پارچه‌ای ریخته شد زیر فشار قرار می‌دهند تا آب اضافی پنیر خارج شود. در انواع پنیر برای آب‌گیری لخته از دستگاههایی که فشار آنها قابل تنظیم است، استفاده می‌کنند.

۵ــ نمک‌زدن: برای نمک‌زدن پنیر در بعضی از انواع پنیر مقدار نمک لازم را (برای هر ۱۰۰ کیلوگرم دلمه ۲/۳ کیلوگرم نمک) روی خرده دلمه‌ها پاشیده و خوب مخلوط می‌کنند و مالش می‌دهند. در روش نمک‌زنی خشک، قطعات قالب پنیر را در نمک می‌غلتانند و مقدار نمکی را که روی پوست پنیر چسبیده، به‌خوبی روی آن مالش می‌دهند تا در سطح پنیر که پوست آن را تشکیل می‌دهد جذب شود. تعداد دفعات و مقدار نمکی که باید برای این کار مصرف شود متفاوت است و به نوع پنیر بستگی دارد. استفاده از آب‌نمک بیشتر از سایر روشها معمول است. در این‌طریقه قالبهای پنیر را در ظرف حاوی آب‌نمک قرار می‌دهند. غلظت آب‌نمک و مدتی که پنیر باید در آن بماند در انواع پنیرها متفاوت است و از چند ساعت تا چند روز ممکن است طول بکشد. این مدت به غلظت آب‌نمک، دمای آن و مقدار نمکی که پنیر باید داشته باشد، بستگی دارد.

برای پنیرهای سخت آب‌نمک غلیظ یعنی حدود ۲۳ــ۱۸ درصد و برای پنیرهای نرم آب‌نمک کمی رقیق‌تر ۱۸ــ۱۶ درصد مصرف می‌کنند. دمای مناسب برای آب‌نمک برحسب شرایط و نوع پنیر متفاوت است و بین ۱۰°C تا ۲۲°C تغییر می‌کند.

۶ــ رسیدن پنیر: رسیدن پنیر نوعی تغییر و تبدیل شیمیایی در بعضی از مواد شیر است که براثر فعالیت باکتریها و گاهی قارچها و یا تحت تأثیر آنزیمهای آنها انجام می‌شود که در آن ابتدا لاکتوز یا قند شیر به اسیدلاکتیک تبدیل می‌شود. در پنیرهایی که با استفاده از مایهٔ پنیر تولید می‌شوند این تغییر و تبدیل در عرض چند روز اول انجام می‌شود سپس در مرحلهٔ دومِ رسیدن، اسیدلاکتیک موجود

به‌وسیلهٔ باکتریها مصرف شده، تجزیه مواد سفیده‌ای شروع می‌گردد. این عمل ممکن است به وسیلهٔ مخمرها و یا قارچها صورت گیرد. درنتیجهٔ این تغییرات مواد سفیده‌ای ازت‌دار از شکل غیرمحلول به محلول تبدیل می‌گردد. در چربی پنیر نیز ممکن است تغییراتی به‌وجود آید که «لیپولیز» نامیده می‌شود. از تجزیه شیمیایی بالا موادی به‌وجود می‌آیند که بو و طعم مطلوب پنیر از آنها حاصل می‌گردد.

براثر رسیدنِ بعضی از انواع پنیر، مقداری گازکربنیک درآنها به‌وجود می‌آید که موجب حفره‌دار شدن پنیر می‌شود و مقدار و اندازهٔ آنها در انواع پنیر باتوجه به نحوهٔ تهیّه و نوع شیر متفاوت است.

در فرآیند تولید پنیر انواع مختلف تخمیر صورت می‌گیرد که بعضی مطلوب و مفید و برخی مضر و نامطلوب هستند. از باکتریهای مفید باکتریهای لاکتیک و پروپیونیک، و از باکتریهای مضر کولی آئروژنس و کلستریدیوم تیروبوتریک را می‌توان نام برد. زمان لازم برای رسیدن انواع پنیر از ۳ هفته تا ۱۰ ماه تغییر می‌کند. برای رسیدن پنیر از انبارهای ویژهٔ مجهز به سیستم تهویه و تنظیم رطوبت و دما استفاده می‌شود. دما و رطوبت این انبارها برای انواع پنیر متفاوت است. در پنیرهای مختلف دمای نگهداری مناسب از $18^{\circ}C$ ــ ۸ و رطوبت نسبی از ۹۵ــ۸۰ درصد تغییر می‌کند. شکل ۲۱ــ۴ مراحل مختلف تهیه پنیر را نشان می‌دهد.

ج ــ اثرات نمک بر روی پنیر: نمک اثرات متعدّدی بر روی پنیر دارد که در زیر به اختصار توضیح داده می‌شود.

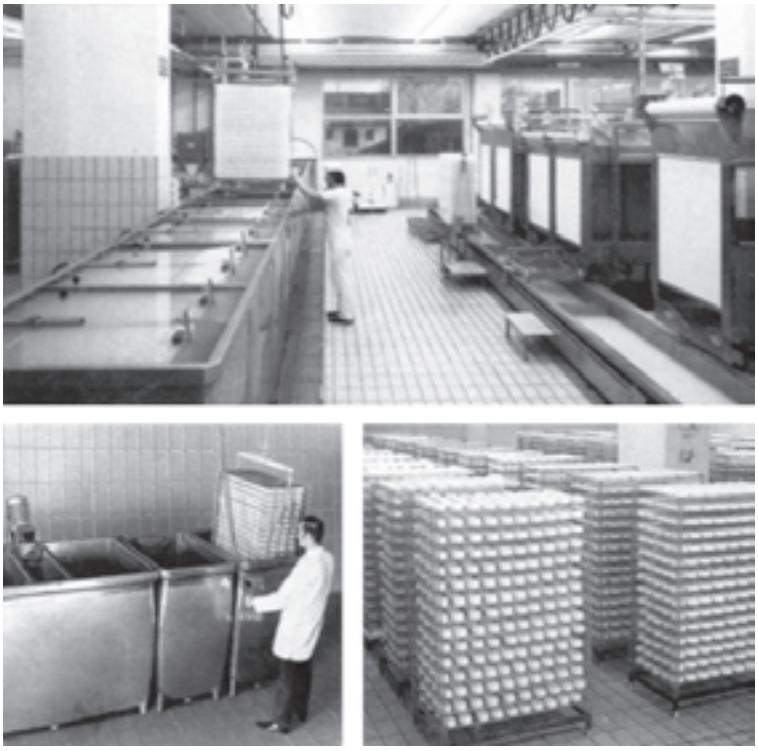
ــ طعم پنیر را به‌طور مطبوعی تغییر می‌دهد.

ــ دراثر بروز پدیدهٔ اسمز، آب اضافی را از داخل لخته به‌خارج کشیده، بدین‌ترتیب عمل آب‌گیری را تکمیل می‌نماید.

ــ دراثر تماس طولانی مدّت نمک با پنیر، انحلال سطحی کازئین انجام شده، قشری روی سطح آن ظاهر می‌شود که به پنیر قوام و استحکام می‌بخشد.

ــ نمک بر روی بعضی از آنزیمها اثر می‌کند و اثر آن بر روی انواع مختلف میکروبها انتخابی است.

د ــ ارزش غذایی پنیر: پنیر ازجمله فرآورده‌های شیر و دارای ارزش غذایی بسیار بالایی است. ارزش غذایی پنیر در درجه اول مربوط به مواد پروتئینی آن است. ارزش مواد پروتئینی پنیر کم‌وبیش برابر ارزش پروتئینهای شیر و مقدار آن به‌مراتب بیشتر است. همچنین پنیر یکی از مهم‌ترین منابع غذایی کلسیم است.



شکل ۲۱ــ ۴

۷ــ کشک

کشک را به دو روش تهیه می‌کنند : در روش اول دوغ کره را به ملایمت می‌جوشانند و خوب به‌هم می‌زنند تا غلظت آن به ماست برسد سپس آن را در صافی پارچه‌ای ریخته، باقیماندهٔ روی صافی را به‌صورت گلوله یا قطعات کوچک درمی‌آورند و در آفتاب یا روش مناسب دیگر خشک می‌نمایند. روش دوم، ساختنِ کشک از شیر پس‌چرخ است که به آن مایهٔ ماست می‌زنند تا تبدیل به ماست بی‌چربی یعنی دوغ غلیظ شود سپس این دوغ را به کمک دما غلیظ می‌کنند و مانند روش پیش گفته، از آن کشک به‌دست می‌آورند. رنگ کشک طبیعی سفید مایل به زرد است.

ارزش غذایی کشک: کشک به‌جز چربی و مقداری از ویتامینهای محلول در چربی، حاوی تمام مواد موجود در شیر به‌طور متراکم است، لذا ارزش غذایی فراوانی دارد و به‌علاوه برای مدت‌زیادی قابل‌نگهداری است. از کشک برای تغذیهٔ انسان و مکمل غذایی طیور به‌عنوان مادهٔ پروتئینی استفاده می‌شود.

۸ــ قره‌قروت

چنانچه، آب مادهٔ قوام آمدهٔ کشک را جدا کنند که به «آب‌کشک» معروف است و در ظرفی ریخته، بجوشانند پس از چندین ساعت تبخیر، مادهٔ زرد متمایل به‌قرمزرنگی از آن حاصل می‌شود که «قره‌قروت» نامیده می‌شود. مزهٔ این نوع قره‌قروت بسیار ترش است.

از آب پنیر هم به همین روش می‌توان قره‌قروت تهیه کرد که چون چندان ترش نیست به قره‌قروت شیرین موسوم است.

تکنولوژی فرآورده‌های گوشت

پیش‌گفتار: گوشت، که مجموعه‌ای شامل عضلات مختلف، بافت پیوندی، چربی و استخوان، پوست، عصب، رگ و پی است یکی از باارزشترین مواد غذایی محسوب می‌شود. مصرف حداقل گوشت به‌علت غنی‌بودن از پروتئینها، اسیدهای آمینه، چربی و ویتامینها، مواد معدنی، گلیکوژن و همچنین مواد حیاتی دیگر در رژیم غذایی روزانه ضروری است.

گوشت، یکی از اجزای مهم غذای انسان به‌شمار می‌رود و دارای ارزش غذایی بالایی است. مصرف گوشت مقدار زیادی از نیازهای بدن راتأمین می‌کند و منبع بسیار خوبی از پروتئین با کیفیت

بالا ازنظر اسیدهای آمینهٔ ضروری است. به‌علاوه در گوشت ویتامینهای گروه ب و املاح به‌ویژه آهن، به‌مقدار فراوان وجود دارد.

جدول ۴ــ۴ــ میانگین درصد ترکیبات موجود در گوشت دامهای مختلف

نوع گوشت	درصد پروتئین	درصد آب	درصد چربی	درصد املاح	کالری در ۱۰۰ گرم گوشت
گاو	۲۱/۵	۶۰/۵	۸	۱	۱۶۰
گوساله	۲۰	۷۵	۳/۵	۱	۱۳۰
گوسفند	۱۹/۵	۷۱/۵	۷/۵	۱/۵	۱۴۵

شایان ذکر است که ترکیبات شیمیایی در عضله به‌عوامل گوناگونی چون نژاد، سن، جنس، وضعیّتِ تغذیهٔ دام و همچنین برخی واکنشهای فیزیکی و شیمیایی بستگی دارد که در زمان نگهداری لاشه هم ممکن است ادامه داشته باشد.

فرآورده‌های گوشت

فرآورده‌های گوشتی (سوسیس، کالباس و همبرگر) جزو فرآورده‌های نیمه کنسرو هستند. امروزه این فرآورده‌ها با گسترش شهرنشینی گوشه‌ای از بازار مصرف را به‌خود اختصاص داده‌اند.

کالباس و سوسیس عبارتست از خمیر حاصل از گوشتِ حیوانات حلال‌گوشت به‌ویژه گاو و گوساله و موادی مانند ادویه، رنگها، مواد نگهدارنده و امولسیفایر که به‌صورت امولسیون درآمده، در داخل پوششهای طبیعی یا مصنوعی در شرایط مناسب با بخار یا دود یا آب‌گرم پخته و به بازار عرضه می‌گردد.

مصرف این فرآورده‌ها ساده است و به‌راحتی در اختیار مصرف‌کنندگان قرار می‌گیرد.

فرآورده‌های گوشتی سوسیس و کالباس چنانچه ازنظر بهداشتی در شرایط مناسب تولید شوند به دلیل استفاده از انواع متنوّع مواد پروتئینی در تولیدشان (مانند گوشت، کازئین، شیرخشک، روغن، آرد، نشاسته و سویا) دارای ارزش غذایی کم‌وبیش بالایی هستند.

مواد اولیه مصرفی در فرآورده‌های گوشتی به‌طورعمده در سه گروه به شرح زیر طبقه‌بندی می‌شوند.

۱ــ مواد اولیه اصلی: شامل انواع گوشت که درکشور ما سوسیس و کالباس بیشتر با

گوشت گاو و گوسفند تولید می‌شوند، انواع روغن و چربیهای حیوانی و گیاهی، آب‌یخ، ادویه، چاشنیها و نمک.

۲ــ مواد اولیه پرکننده: شامل پروتئینهای گیاهی (سویا)، آرد، نشاسته، کازئینات و شیرخشک.

۳ــ افزودنیها: فسفات، نیترات، نیتریت، گلوتامات سدیم و ضدکپک.

نقش و اثر بعضی از موادّ اولیه مصرفی در فرآورده‌های گوشتی به شرح زیر است :

۱ــ گوشت ماده اولیه اصلی فرآورده‌های گوشتی است و در کلیّه عوامل کیفی محصول نهایی نقش اساسی دارد. مهمترین اثرات آن به‌طور خلاصه عبارت‌اند از :

الف ــ تشکیل و ثبات امولسیون خمیر سوسیس و کالباس که به مقدار و نوع پروتئینهای قابل‌حل در آن بستگی دارد.

ب ــ رنگ فرآورده‌های گوشتی در غیاب مواد رنگی افزودنی، بیشتر به Myoglobin و به مقدار کمتر به Haemoglobin خون باقیمانده در عضله بستگی دارد.

پ ــ قدرت جذب آب گوشت در خمیر سوسیس و کالباس بستگی به pH محیط دارد. حداکثر جذب آب را حدود pH ۶/۴ گزارش کرده‌اند.

ث ــ نوع و کیفیت گوشت اثر قابل‌ملاحظه‌ای بر روی بافت و طعم فرآورده دارد. از آنجا که مقدار آب موجود در فرآوردهٔ نهایی علاوه‌بر جنبهٔ اقتصادی نقش مهمی در لطافت بافت فرآورده دارد سعی می‌گردد که مقدار آن در فرآورده نهایی در حد بالایی نگه داشته شود. به‌طور معمول مقداری از آب به‌صورت یخ به فرمول اضافه می‌شود. این کار برای جلوگیری از بالارفتن دما و شکسته‌شدن امولسیون انجام می‌گیرد.

۲ــ روغنها و چربیهای گیاهی و حیوانی: باتوجه به اینکه خمیر سوسیس و کالباس، امولسیون چربی‌دار است، مقدار و نوع چربی اهمیّت خاصی در کیفیت نهایی فرآورده دارد. مقدار چربی باید طوری انتخاب شود که گلبول آن از لایه‌ای از پروتئین پوشیده شود. چنانچه مقدار چربی زیادتر از حد و یا کمتر باشد یا دما به‌قدری بالا برود که سیال‌بودن آن زیادتر از حدّ لازم شود تشکیل امولسیون مختل می‌شود و ممکن است چربی محصول نهایی جدا گردد. بنابراین بهترین نقطهٔ ذوب چربیهای مورداستفاده در فرمول سوسیس و کالباس ۲۵°C ــ ۱۰ و مقدار آن حداکثر تا حدود ۲۰٪ است.

۳ــ نمک: به‌میزان حدود ۲ تا ۲/۵ درصد نسبت به مقدار گوشت و چربی برای بهبود طعم، مزه و افزایش مدت نگهداری افزوده می‌گردد. نمک همچنین موجب افزایش قدرت یونی و درنتیجه بالابردن ظرفیّت نگهداری آب خواهد شد.

۴ــ امولسیفایرها: امولسیفایرها، سبب پخش‌شدن چربی به صورت یکنواخت می‌گردند و

مقدار مصرفشان، حداکثر به میزان ۰/۳ درصد نسبت به گوشت و چربی است.

۵ــ نیتریت و نیترات: استفاده از نیتریت و نیترات در خمیر سوسیس و کالباس رنگ قرمز گوشت را تثبیت کرده، مانع از اکسیده‌شدن، فساد میکروبی و قهوه‌ای یا خاکستری شدن محصول می‌شود. در مصرف نیتریت باید به مسألهٔ سرطان‌زایی که در اثر ترکیب نیتریت با گروههای ثانوی آمین مطرح می‌شود توجه کرد. این مواد بیشتر در اثر دمای بالاتر از ۱۸۰°C به‌وجود می‌آیند و از این‌رو استفاده از نیتریت برای انواع سوسیسهایی که باید سرخ شوند ممنوع است. استفاده از ویتامین C به‌ازای هر ۱۰۰ کیلوگوشت ۵۰۰ میلی‌گرم تشکیل مواد نیتروزامین را کم می‌کند.

۶ــ فسفاتهای مجاز: بیشتر از املاح سدیم و پتاسیم، اسیدپیروفسفریک به‌میزان حدود ۰/۵ درصد استفاده می‌شود. افزودن این مواد علاوه بر تغییر pH و قدرت یونی گوشت، بر روی مواد چربی و پروتئینی اثر کرده، باعث پخش یکنواخت چربی در فرآورده و بهبود بافت آن می‌شود. همچنین این مواد به‌عنوان مادهٔ نگهدارنده اثر کرده، مانع اکسیداسیون اسیدهای چرب غیراشباع و رشد میکروارگانیسمهای عامل فساد می‌گردند.

۷ــ گلوتامات سدیم: استفاده از این ماده هنگام مصرف، موجب تحریک پرزهای چشایی شده، مواد طعم‌دهندهٔ فرآورده بهتر حس می‌شوند و از طرفی بوی نامطلوبی را که در مراحل مختلف تهیّه فرآورده ایجاد می‌شود برطرف می‌سازد.

۸ ــ مواد نگهدارنده: برای پیشگیری از فساد فرآورده، طی مراحل مختلف از مواد نگهدارنده استفاده می‌شود. مهمترین ماده نگهدارنده نیتریت سدیم به مقدار ۱۲۰ قسمت در یک میلیون (P.P.m) است. همچنین در بیشتر کشورها از SO_2 یا انیدریدسولفورو به میزان ۴۵۰ قسمت در یک میلیون (P.P.m) استفاده می‌گردد. علاوه بر مواد باید از نمکهای اسیدهای آلی خوراکی مانند نیترات، تارتارات، استات و لاکتات سدیم یا پتاسیم که دارای طعمی خنثی و قدرت یونی هستند به میزان حداکثر ۰/۳ درصد نسبت به میزان گوشت و چربی استفاده شود.

۹ــ پرکننده‌ها: پرکننده‌ها، اثرات متفاوتی روی فرآورده‌ها دارند. برای نمونه آرد و نشاسته در سفتی بافت و جذب آب و روغن اثر مطلوبی دارد. پروتئین سویا به مقدار حداکثر ۵درصد اثر مفیدی بر روی بافت و قابلیت برش دارد. کازئینات کلسیم باعث پخش بهتر چربی و تثبیت امولسیون می‌شود که درنتیجه قابلیت نگهداری را بیشتر می‌کند. این ماده علاوه بر مزایای بالا دارای کازئین است و افزودن آن به علت داشتن خاصیت چسبندگی سبب فرم گرفتن محصول خواهد شد.

مهمترین پرکننده‌ها عبارتند از : پروتئین سویا، پروتئین شیر (کازئین)، پروتئین گندم (گلوتن)، پروتئین تخم‌مرغ (سفیده تخم‌مرغ، نشاسته و آرد سیب‌زمینی)

الف

ب

شکل ۲۲ــ ۴

۱۰ــ ادویه‌ها و چاشنیها: این مواد علاوه بر ایجاد طعم مطبوع در فرآورده، مانند مادهٔ نگهدارنده عمل کرده، در نگهداری فرآورده نیز مؤثرند. مهمترین ادویه‌هایی که در تهیه کالباس و سوسیس مصرف می‌شوند عبارتند از : فلفل سفید، فلفل سیاه، پودر سیر، پودر پیاز، جوزهندی، تخم‌خردل، تخم‌کرفس، هل، میخک، دارچین، گشنیز، زیره سبز، زنجبیل، گلپر و مانند اینها.

جدول ۵ــ۴ــ فرمول استاندارد سوسیس و کالباس

فرمول ساخت تدوین شده در ستاد بسیج اقتصادی کشور (۱۳۶۰) و استاندارد اجباری

شرح مواد	سوسیس آلمانی درصد ترکیب	کالباس معمولی درصد ترکیب	کالباس مارتادلا درصد ترکیب	کالباس خشک درصد ترکیب	کالباس لیونر درصدترکیب
گوشت	٪۳۵	٪۳۰	٪۴۰	٪۶۰	٪۶۴
کازئین	٪۳	٪۳	٪۳	٪۳	٪۴
آرد	٪۵	٪۵	٪۵	–	–
سویا پروتئینی	٪۵	٪۵	٪۵	٪۵	–
روغن‌نباتی	٪۱۸	٪۱۸	٪۱۸	–	–
فسفات	٪۰/۵	٪۰/۵	٪۰/۵	٪۰/۵	٪۰/۵
نشاسته	٪۵	٪۵	٪۵	–	–
شیرخشک	٪۲	٪۲	٪۲	٪۲	٪۲
نمک	٪۲	٪۲	٪۲	٪۱	٪۲
ادویه‌جات	٪۲/۵	٪۲/۵	٪۲/۵	٪۲	٪۱
آب‌یخ	٪۲۲	٪۲۷	٪۱۹	٪۱۴	٪۱۸
پودر سیر	٪۱	٪۱	٪۱	٪۰/۵	٪۰/۵
تخم‌مرغ	–	–	–	٪۳	٪۳
کره	–	–	–	٪۱۲	٪۵
نیتریت و اسیداسکربیک			٪۰/۷۷		

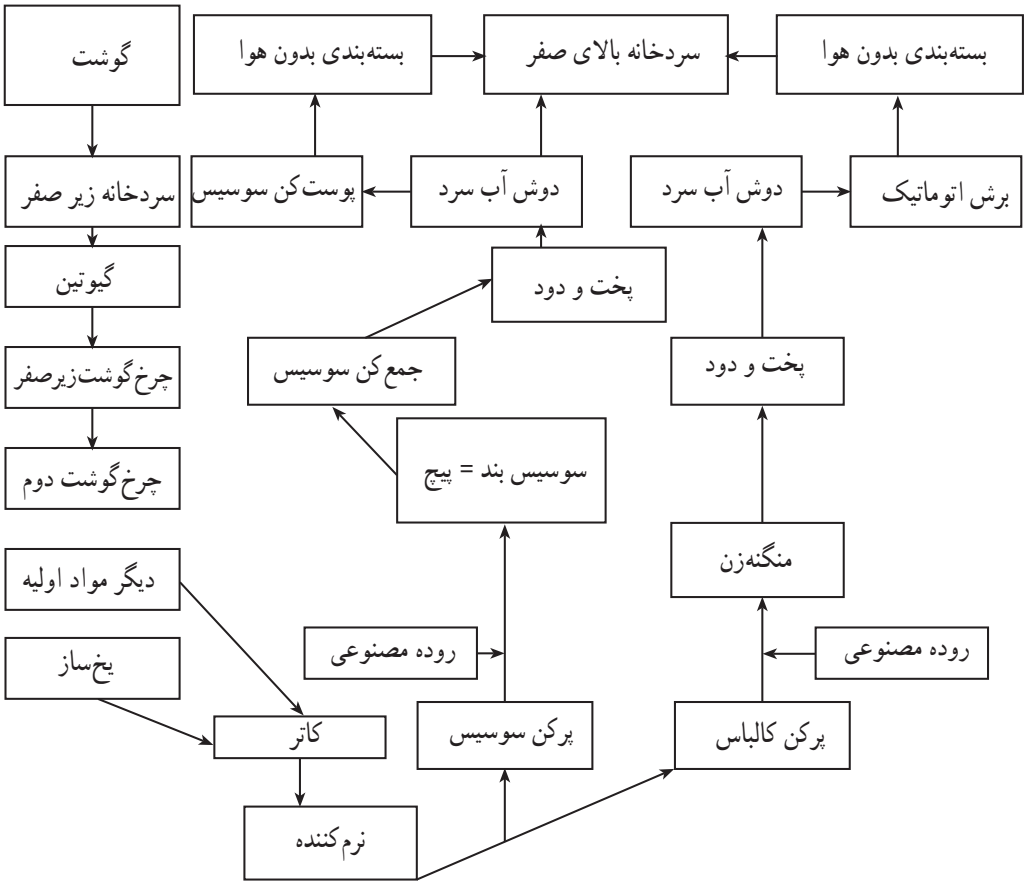
روش مخلوط کردن اجزا و تشکیل امولسیون

پس از جداکردن گوشت از استخوانها و چربیها آن را قطعه قطعه کرده، برحسب نوع فرآورده موردنظر به‌طور جداگانه یا آمیخته (به نسبت معیّن) در دستگاه خردکن اولیه یا خردکن درشت چرخ کرده، سپس در دستگاه خردکن نرم (کاتر) به مادهٔ یکنواخت یا امولسیون تبدیل می‌نمایند. ضمن خردکردن و یکنواخت کردن گوشت و بافت چربی، مواد افزودنی شامل مواد نگهدارنده، مواد عمل‌ـ آورنده، مواد پرکننده و خرده‌یخ یا برف مصنوعی (جهت پایین آوردن دمای مخلوط) را اضافه می‌کنند. خمیر آماده یا امولسیون را برای پرکردن درپوششهای طبیعی (رودهٔ گاو و گوسفند) یا مصنوعی (سلولزی یا پلاستیک) به دستگاه پرکن منتقل می‌نمایند. پوششهای پرشده از ماده گوشتی را با دستگاه گره‌زن در فواصل معین گره می‌زنند و برای مرحلهٔ بعدی در ظروف یا روی پایه‌های ویژه قرار می‌دهند. ناگفته نماند که به‌علت افزایش مصرف این‌گونه فرآورده‌ها، روده‌های طبیعی تکافوی احتیاجات را نمی‌نمایند و آماده کردن آنها برای این‌منظور مشکل است به‌همین جهت استفاده از پوششهای مصنوعی روزبه‌روز افزایش یافته است.

مرحله بعدی یا تکمیلی، در مورد انواع مختلف سوسیس تا حدودی متفاوت است. در مورد سوسیس خام به شستشوی فرآورده با دوش آب سرد و انتقال آن به سردخانه محدود می‌گردد ولی در سوسیس حرارت دیده بسته به نوع آن، فرآورده به‌مدت $\frac{1}{2}$ تا ۳ ساعت در $85^{\circ}C$ ـ $75^{\circ}C$ حرارت داده می‌شود و پس از شستشو با آب سرد، در سردخانه با دمای $4^{\circ}C$ ـ ۲ نگهداری می‌شود. همچنین در سوسیس حرارت دیده و دود داده شده بسته به نوع فرآورده موردنظر میزان و مدت حرارت دادن و دود دادن و ترتیب دود و حرارت متفاوت می‌باشد. در بعضی از انواع ابتدا دود داده می‌شود و سپس تحت تأثیر حرارت قرار می‌گیرد و در برخی دیگر حرارت دادن قبل از دود دادن انجام می‌پذیرد. گاهی نیز مراحل دود دادن و حرارت دادن توأماً انجام می‌شود. برای سرد کردن سوسیس حرارت دیده و دود داده شده نیز از دوش آب سرد استفاده می‌شود.

جدول ۶ــ۴ــ مراحل کلی تولید

مراحل مختلف تولید انواع سوسیس و کالباس به‌صورت رایج در ایران



خودآزمایی

۱ــ ویژگیهای انبارهای نگهداری مواد غذایی را بیان نمایید.
۲ــ عوامل مؤثر در استریلیزه کردن را توضیح دهید.
۳ــ پاستوریزاسیون را تعریف نمایید.
۴ــ مزایای بلانچینگ را شرح دهید.
۵ــ نکات مهم در فرآیندهای دمایی را ذکر کنید.
۶ــ روشهای یخزدن غذا را نام ببرید.
۷ــ شرایط نگهداری موادغذایی در سردخانه‌ها را بیان کنید.
۸ــ علل اصلی خشک کردن موادغذایی را توضیح دهید.
۹ــ انواع خشک‌کنهای موادغذایی را نام ببرید.
۱۰ــ شیوه‌های تغلیظ را بیان نمایید.
۱۱ــ مهمترین مزایای روش دوددادن مواد غذایی را توضیح دهید.
۱۲ــ اهداف استفاده از اشعه یونیزه برای نگهداری موادغذایی را شرح دهید.
۱۳ــ مزایای تخمیر را شرح دهید.
۱۴ــ عوامل مؤثر بر تخمیر را نام ببرید.
۱۵ــ مهمترین مواد شیمیایی مورد استفاده درنگهداری مواد غذایی را ذکر کنید.
۱۶ــ تعریف شیر را بیان نمایید.
۱۷ــ روشهای سالم‌سازی و نگهداری شیر را بیان کنید.
۱۸ــ دو روش سنتی خامه‌گیری را نام ببرید.
۱۹ــ طرز تهیه کره از خامه را شرح دهید.
۲۰ــ ویژگیهای شیری که در تهیه ماست به‌کار می‌رود را بیان کنید.
۲۱ــ مراحل تهیه پنیر را توضیح دهید.
۲۲ــ اثرات نمک بر روی پنیر را توضیح دهید.
۲۳ــ مواد اولیه مصرفی در فرآورده‌های گوشتی را بیان نمایید.