

## اصول کلی نگهداری مواد غذایی

مقدمه :

تاریخ نگهداری مواد غذایی با تاریخ پیدایش انسان و تغذیه وی همراه بوده، یکی از بزرگترین مشکلات اکولوژیکی وی را تشکیل داده است زیرا بشر به منظور نگهداری مواد غذایی برای سایر فصول همواره با موجودات مزاحمی که خود را شریک غذای او می دانستند مواجه بوده. حیوانات مختلف مانند سگ، گربه، جوندگان و حشرات و سرانجام باکتری ها، قارچها و کپکها همیشه در کمین خوردن و از بین بردن یا آلودگی غذای انسانها بوده اند. تعداد بسیاری از این موجودات هنوز هم مغلوب بشر نگردیده اند و از این رو به نظر می رسد که جدال انسان با آنها ابدی خواهد بود.

تاریخچه و وضعیت سردخانه در ایران

ایران از جمله کشورهای پیشکسوت در امر استفاده از سرما به منظور نگهداری مواد غذایی است. نگهداری مواد غذایی به روش سنتی در مناطق مختلف کشور به طریق چال کردن در خاک و یا بسیاری از نقاط قرار دادن آنها در داخل زیرزمینهای خنک و دور از نور رایج بوده است. قرائن موجود حاکی از استفاده از زیرزمینها در ذخیره مواد غذایی در زمانهای هخامنشی است از جمله مدارک موجود در مورد خنک کردن اماکن، وجود آثاری نظیر زاغه های نگهداری پنیر در آذربایجان همچنین باد گیرهای حواشی کویر مرکزی ایران می باشد. اولین سردخانه صنعتی با اعتبار وزارت صنایع و معادن، به وسیله دولت روسیه، در بندر انزلی برای شیلات شمال، ساخته شد. تأسیس آن به حدود سال ۱۲۹۰ ه. ش نسبت داده می شود. نوع مبرد در سیستم سرماسازی این واحد مخلوطی از آب و نمک می باشد.

طبقه بندی مواد غذایی براساس نحوه فساد پذیری بر اساس مقاومت در مقابل فساد، غذاها را به سه گروه تقسیم می کنند :

۱. مقاوم یا فسادناپذیر : این غذاها فسادناپذیر هستند مگر اینکه در هنگام تهیه و جابجایی آنها توجه لازم به عمل نیاید که شامل : شکر، آرد و حبوبات خشک می باشد.

۲. نیمه مقاوم : چنانچه این غذاها به طور مناسب تهیه، جابجا و نگهداری شوند، برای مدت زمان نسبتاً طولانی فساد ناپذیر باقی می مانند. مثل: سیب زمینی، انواع بخصوص از سیب درختی، نوعی کلم مومی شده و مغز آجیلها

۳. فسادپذیر : این گروه شامل اکثر غذاهای روزانه هستند که به آسانی فاسد می شوند. مگر اینکه روشهای بخصوص برای نگهداری آنها به کار برده شود. مثل : گوشت، ماهی، طیور، اکثر میوه ها و سبزیها، تخم مرغ و شیر.

بیشتر غذاها در این سه گروه قرار می گیرند، اما برخی به اندازه های به یکی از سه گروه نزدیکند که بسختی می توان آنها را در گروه بخصوصی قرارداد. مواد غذایی پس از تولید باید به طریق مناسب برای زمان کمبود نگهداری شود در غیر این صورت دچار فساد و

۲ درصد از مواد غذایی تولید - ضایعات خواهد شد. طبق آمار در دنیا همه ساله حدود ۳۰ شده به علت عدم استفاده از روشهای مناسب فرایند و نگهداری دستخوش آلودگی و فساد می شوند و خسارات مالی و جانی و بهداشتی فراوانی از این عمل به وجود می آید.

بطور کلی عوامل مؤثر در فساد مواد غذایی شامل: سرما، گرما، رطوبت، خشکی، نور، هوا(اکسیژن)، موجودات ذره بینی (باکتری ها، قارچها، کپکها،)، حشرات و آفات، جوندگان می باشند. بیشتر آلودگی مواد غذایی در اثر بی احتیاطی در مراحل مختلف تهیه تا هنگام مصرف غذا به وجود می آید.

## نگهداری به وسیله حرارت دادن :

حرارت دادن به علت قدرت تخریب خوب بر روی میکروارگانیسم ها در نگهداری برخی مواد غذایی کاربرد بیشتری دارد. مثل: پاستوریزاسیون و استریلیزاسیون نگهداری با استفاده از سرما :

در این روش، سرما واکنشهای شیمیایی و فعالیت آنزیمی مواد غذایی را به تأخیر انداخته و همچنین سبب توقف یا کاهش رشد و تکثیر میکروارگانیسم ها می گردد.

نگهداری با استفاده از خشک کردن :

نگهداری مواد غذایی به طریقه خشک کردن، یکی از قدیمی ترین روشهای نگهداری می باشد. در این روش آب مواد غذایی به وسیله حرارت از طریق تبخیر و یا تصعید، گرفته می شوند.

نگهداری با استفاده از روش تغلیظ :

برای نگهداری معدودی از مواد غذایی می توان از غلیظ کردن استفاده کرد. با افزایش غلظت از وزن و حجم محصول کاسته می شود و در فضای مناسب نگهداری می شوند.

نگهداری مواد غذایی با استفاده از نمک:

امروزه به منظور بهبود طعم غذا و خاصیت ذخیره کردن، نمک موارد استفاده زیادی دارد. نگهداری با استفاده از مواد افزودنی :

بعضی از مواد افزودنی شیمیایی به تنهایی و یا با سایر روشها میتوان مدت زمان نگهداری مواد غذایی را بیشتر کرد. مثل: دود دادن، اسید بنزوئیک و ترکیبات آن، اسید سوربیک، دی اکسید گوگرد، پروپیوناتها و آنتی بیوتیکها

## نگهداری به وسیله تشعشع (میکروموج) :

نگهداری مواد غذایی با استفاده از فرایند پرتو دادن روش کاملاً متفاوت در مقایسه با سایر روشها می باشد. مواد غذایی نقش بسیار مهمی در اقتصاد ملی دارد. برای مثال در حال حاضر در کشور ما تولید داخلی بعضی از محصولات غذایی نزدیک به ۷۰ درصد نیاز کنونی کشور را تأمین میکند و بقیه نیز طی سال از خارج و از طریق مرزهای آبی، زمینی و هوایی به کشور وارد میشود. با توجه به فسادپذیر بودن محصولات غذایی؛ به طور معمول آنها را در سردخانه های موجود در مبادی ورودی و سایر مراکز، ذخیره میکنند و به تدریج بر حسب نیاز در شبکه توزیع قرار میدهند. به علاوه، قسمتی از تولیدات داخل کشور نیز در فصل فراوانی و عرضه زیاد محصول، در سردخانه ذخیره میشود؛ ولی متأسفانه طبق برآوردهای انجام شده، هر سال حدود از محصولات کشاورزی و دامی به سبب مشکلات حمل و نقل و دور بودن مراکز تولید از مراکز مصرف، نبودن انبار و سردخانه و رعایت نکردن اصول فنی و بهداشتی در نگهداری آنها، در نقاط گوناگون کشور، فاسد میشود و از بین میرود. هر علمی که نگهداری غذا را طولانی میکند، کنسرواسیون یا نگهداری غذا نامیده میشود. که امکان دارد روشهای گوناگون نگهداری نظیر یکفرآیند ساده حرارتی باشد مانند پاستوریزه کردن شیر یا یک رشته عملیات پیچیده و کنترل شده باشد مانند تبدیل گندم به نام یا خشک کردن در سرما.

در تمام روشهای مورد اشاره، نگهداری غذا بر ۳ اصل کلی استوار است:

۱. از بین بردن میکروبها و جلوگیری از فعالیت آنها:

۲. از بین بردن عوامل مؤثر در فعل و انفعالات شیمیایی مانند، آنزیمها و اکسیژن یا جلوگیری از ایجاد

ترکیبات شیمیایی؛

۳. بسته بندی برای جلوگیری از آلودگی مجدد غذا با میکروبها و عوامل مؤثر در فعل و انفعالات شیمیایی.  
مثال:

برای قوطی کردن، ابتدا غذا را حرارت میدهیم تا هوای بین سلولی و محلول در غذا خارج شود. سپس قوطی را از غذا پر و هوای سر آن را به نحوی خالی میکنیم. آنگاه در قوطی را تحت خلأ به طور غیر قابل نفوذ میبندیم و در نهایت، آن را استریلیزه میکنیم (در مورد غذاهای اسیدی پاستوریزه کردن کافی است). به این طریق با دو عمل اول اکسیژن را، که عامل اکسیداسیون غذا یا احیاناً جداره قوطی است، بیرون میرانیم و با در بندی از ورود اکسیژن و هوای آلوده و میکروب به داخل قوطی جلوگیری میکنیم. با استریل و یا پاستوریزه کردن، عوامل فساد از جمله میکروبها و آنزیمهای موجود در غذا از بین میروند و از آلوده شدن مجدد غذا نیز جلوگیری میشود. با این روش انتظار میرود که غذا برای همیشه سالم بماند؛ ولی به دلیل بعضی از فعل و انفعالات شیمیایی، که به اکسیژن و آنزیم احتیاجی ندارد و به کندی عمل میکنند، عمر پیش بینی شده برای بیشتر قوطیهای غذا حدود دو سال ذکر میشود. در فرآیند **انجماد** و یخ زدن، برای فعل و انفعالات شیمیایی و زیست شناختی آب آزاد بین سلولی را با کریستاله کردن غیر قابل استفاده میکنند. در مورد خشک کردن و تغلیظ، مقدار آب را از حداقل مورد نیاز فعالیتهای میکروبی یا شیمیایی کمتر میکنند. در تخمیز و روشهای شیمیایی نیز با بالا بردن مقدار اسیدیته یا ماده دیگر شیمیایی مانند الکل، محیط را برای فعالیتهای میکروبی و شیمیایی نامناسب میسازند.

### روشهای کلی نگهداری مواد غذایی

به منظور نگهداری مواد غذایی به روشهای گوناگون، اصولی را باید در نظر گرفت که عبارتند از:

۱. جلوگیری یا به تأخیر انداختن تجزیه و فساد میکروبی از طریق:  
الف) دور نگهداشتن مواد غذایی از میکرو ارگانیسمها (آسپسی)؛  
ب) جدا ساختن موجودات ریزبینی مثلاً با صاف کردن؛  
پ) به تأخیر انداختن رشد و فعالیت میکرو ارگانیسمها مانند استفاده از حرارتهای پایین، خشک کردن، ایجاد شرایط بیهوازی یا به کمک مواد شیمیایی؛  
ت) کشتن و از بین بردن موجودات ذره بینی با استفاده از حرارت یا اشعه.
۲. جلوگیری یا به تأخیر انداختن تجربه خود به خودی مواد غذایی از راه:  
الف) تخریب یا غیر فعال کردن آنزیمهایی غذایی مانند بلانچینگ؛  
ب) جلوگیری یا به تأخیر انداختن واکنشهای شیمیایی مانند جلوگیری از اکسیداسیون مواد غذایی با استفاده از مواد آنتی اکسیدان.
۳. جلوگیری از خسارات وارده از حشره ها، حیوانات، دلایل مکانیکی و ...  
روشهایی که برای کنترل فعالیت میکرو ارگانیسمها به کار میرود، معمولاً روی فعالیت آنزیمی مواد غذایی یا واکنشهای شیمیایی نیز مؤثر است. به هر حال در روشهایی مثل خشک کردن یا استفاده از حرارت پایین، چنانچه احتیاط و اقدام خاصی صورت نگیرد، تجزیه خودبه خودی مواد غذایی ادامه خواهد داشت. برای مثال بیشتر سبزیها را قبل از **انجماد** به منظور غیر فعال کردن آنزیمها، حرارت میدهند. اکثر روشهای متداول نگهداری مواد غذایی براساساز بین بردن و تخریب یا جدا ساختن میکرو ارگانیسمها نیست؛ بلکه شروع رشد آنها را به تأخیر میاندازد و مانع از تکثیر میکروبهایی میشود که در آنها رشد آغاز شده است.  
منحنی رشد میکروبها در محیط مغذی

هنگامی که میکروارگانیسمها وارد مواد غذایی شوند، اگر شرایط برای رشد آنها مطلوب باشد، تکثیر خواهند یافت و مراحلی را خواهند گذراند. چنانچه تعداد میکروبها را در زمانهای مشخص بشماریم، لگاریتم تعداد آنها را در یکسانتیمتر مکعب در محور طولی و واحد زمان را به شکل محور عرضی نمایش بدهیم، منحنی رشد میکروب به دست خواهد آمد این منحنی معمولاً به مراحل تقسیم میشود.

۱. مرحله سکون: در این مرحله، رشدی صورت نمیگیرد و حتی ممکن است در تعداد میکروبها کاهش مشاهده شود.

۲. مرحله سرعت مثبت: میزان رشد میکروبها به طور مداوم در حال افزایش است.

۳. مرحله رشد لگاریتمی: در این مرحله میزان تکثیر میکروبها بسیار سریع و ثابت است

۴. مرحله سرعت منفی: در این مرحله میزان تکثیر میکروبها روبه کاهش است.

۵. مرحله ثابت: در این مرحله تعداد میکروبها ثابت باقی میماند.

۶. مرحله سرعت مرگ: در این مرحله کم کم مرگ میکروبها آغاز و از تراکم آنها کم میشود.

۷. مرحله مرگ یا مرحله کاهش: طی این مرحله تعداد میکروبها به تدریج کاهش مییابد

در مورد بسیاری از باکتریها یا میکروارگانیسمها تعداد میکروبها، همانطور که با خط پیوسته در شکل نمایش داده شده است، به طور ثابت تا صفر کاهش نمی یابد؛ ولی تدریجاً به تعداد کمی میرسند و متوقف میشوند که به صورت خط منقطع نشان داده شده است و در نتیجه تعداد سلول زنده برای مدتی باقی میماند. مهمترین مسئله در نگهداری مواد غذایی، تا آنجا که امکان دارد، طولانی کردن مراحل سکون و سرعت مثبت است که اغلب توأم است و مرحله سکون نامیده میشود. ممکن است این کار به روشهای متفاوتی انجام گیرد:

۱. کاهش میکروارگانیسمهای عامل فساد تا حدی که امکان دارد. مثلاً کاهش مقدار آلودگی؛ یعنی هرچه تعداد میکروبهای موجود کمتر باشد، مرحله سکون طولانی تر میشود.

۲. اجتناب از اضافه شدن میکروارگانیسمهای فعال و در حال رشد (میکروبهایی که در مرحله رشد لگاریتمی هستند). چنین موجوداتی ممکن استروی ظروف کثیف و وسایل یا لوازمی که در تماس با غذا هستند، در حال رشد باشند.

۳. ایجاد شرایط محیطی نامناسب برای رشد، مانند رطوبت، دمای نامناسب، قدرت اکسید و احیا یا وجود عوامل بازدارنده که هرچه محیط نامساعدتر باشد، تأخیر در شروع رشد میکروبی طولانی تر میشود.

۴. ایجاد صدمه حقیقی در میکروارگانیسمها از طریق روشهایی مثل حرارت یا اشعه. بنابراین باکتریهای یا هاگ آنها که تحت حرارت کمتر از مرحله مرگ قرار گرفته اند، برای رشد احتیاج به محیط کشت بهتری دارند. اغلب آمیزهای از روشها برای تأخیر در شروع رشد کافی است و عمر نگهداری مطلوب را افزایش میدهد.

در صنعت تولید غذا، نگهداری طولانی مدت از مواد غذایی به فرایندهایی اطلاق می شود که طی آنها، مواد غذایی را طعم دار کرده و به علاوه با استفاده از این روشها می توان مواد غذایی را برای مدت طولانی نگهداری کرد. این روشها مخصوصاً برای نگهداری گوشت و ماهی و با اضافه نمودن نمک، شکر و انواع نیتراها و یا نیتريتها صورت می گیرد. بسیاری از روشهای نگهداری طولانی مدت از غذاها شامل دودی کردن هم می شود.

نگهداری مواد غذایی با استفاده از نمک را نمک سود کردن می نامند. خیساندن ماده غذایی در سرکه را هم ترشی گذاشتن می گویند.

نمک و شکر با تخلیه آب موجود در مواد غذایی طبق پدیده اسمز، از رشد موجودات ریز زنده داخل غذا جلوگیری نموده و بنابراین مانع فساد آنها می شوند. محلولی که غلظت نمک موجود در آن بیش از ۲۰ درصد باشد، قادر است تا هر نوع باکتری را نابود کند. روش دودی کردن، مواد شیمیایی خاصی را به ماده غذایی اضافه می کند که در آن صورت، می توان از محلول آب نمک با غلظت پایین تر هم استفاده نمود.

گوشت و ماهی نمک سود شده از غذاهای رایج در رژیم غذایی مردمان آفریقای شمالی، قسمت جنوبی چین و مناطق اطراف اقیانوس منجمد شمالی می باشد. در این مناطق، سرطان های مربوط به حلق و بینی «Epstein-Barr» که آنرا با سرایت ویروس به بدن مرتبط می دانند دیده شده است.

تحقیق نشان می دهد که عامل اصلی ابتلا به این سرطان ها، نوعی باکتری است که در ماهی نمک سود شده یافت می شود.

نیتراتها و نیتریتها نه تنها به نابودی باکتری های موجود در ماده غذایی کمک می کنند، بلکه عطر و طعم و همچنین رنگ قرمز یا صورتی خوشرنگی را به گوشت می دهند. استفاده از این مواد در صنعت غذاسازی بسیار جنجال برانگیز می باشد. در روشهای نگهداری طولانی مدت از غذا، عملیاتی انجام می دهند که ضمن آن، از فساد غذا جلوگیری نموده و یا فرایند فساد را بسیار کند می نمایند و از ابتلا به بیماری های ناشی از غذا جلوگیری می کنند؛ در عین حال که سعی شده غذا طعم، بافت و مواد مغذی خود را حفظ نماید.

نگهداری طولانی مدت از غذا به منظور جلوگیری رشد باکتری، قارچ، و دیگر موجودات ریز زنده انجام می گیرد و همچنین این فرایند، اکسید شدن چربی ها که باعث ترشیده شدن غذا می شود را بسیار کند می کند. برخی از این روشهای نگهداری، خشک کردن، فریز نمودن، بسته بندی در خلا، کنسرو کردن و یا اضافه نمودن مواد نگهدارنده به ماده غذایی می باشد. دودی کردن، ترشی گذاشتن و نمک سود کردن، علاوه بر نگهداری طولانی مدت از ماده غذایی طعم و مزه غذا را هم بهبود می بخشند. یکی از قدیمی ترین این روش ها، خشک کردن مواد غذایی می باشد که با گرفتن آب موجود در غذا، از رشد و فعالیت باکتری ها جلوگیری می نمایند.

گاهی همراه با خشک کردن ماده غذایی، آنرا دودی هم می کنند. اگرچه دودی کردن به تنهایی برای نگهداری طولانی مدت از ماده غذایی کافی نیست، این روش، مواد شیمیایی خاصی به ماده غذایی اضافه می کند که از رشد موجودات ریز زنده جلوگیری به عمل می آورد.

## ۱- نگهداری مواد غذایی به روش انجماد :

انجماد یکی از روش های نگهداری مواد غذایی برای مدت طولانی است. در این روش ماده غذایی دچار فعل و انفعالاتی می شود که در صورت رعایت اصول انجماد این تغییرات را می توان به حداقل رساند.

تغییرات مواد غذایی در طول انجماد :

اگر مواد غذایی به مدت طولانی در درجات حرارت بالاتر از ۲۰- درجه سانتیگراد مثلاً در ۱۰- درجه در فریزر حفظ و نگهداری شوند و بخصوص چنانچه شرایط نگهداری مناسب نباشد و فرضاً در طی نگهداری مواد غذایی در فریزر قطع و وصل جریان برق اتفاق افتاده باشد یا درب فریزر زیاد باز و بسته باشد یا مواد غذایی به نحوی مطلوب در آن چیده نشده باشند که سرما نتواند به تمام قسمتها بطور یکنواختی برسد به تدریج تغییرات نامطلوبی در آنها رخ می دهد که مهمترین آنها عبارتند از : تغییرات رنگ، طعم، بو، مزه از دست رفتن تردی و آب داری و کاهش ارزش غذایی، از جمله کاهش مقدار بعضی از مواد محلول در آب نظیر ویتامینها، مواد معدنی و اسیدهای آمینه.

این مواد بخصوص هنگام خارج کردن مواد غذایی از حالت انجماد همراه خون آبه یا عصاره هایی که از ماده غذایی هنگام خارج کردن از حالت انجماد دفع می شود خارج می شوند.

در اثر طولانی شدن زمان نگهداری به حالت انجماد هم کم و بیش مقداری از ویتامینها به خصوص مقدار ویتامینهای گروه B و ویتامین C در مواد غذایی کاهش می یابد و بنابراین هر قدر زمان نگهداری طولانی تر باشد احتمال کاهش ارزش غذایی محصول بیشتر است و طبعاً از ارزش ظاهری طعم و رنگ و بطور کلی خصوصیات کیفی کاسته می شود.

برای جلوگیری از این تغییرات نامطلوب می توان:

۱- مواد غذایی را قبل از نگهداری در فریزر حرارت داد. حرارت، آنزیمها و میکروبها را از بین می برد و اینها بعداً در طی زمان نگهداری محصول در یخچال، نمی توانند آنرا فاسد نمایند. این امر بخصوص در مورد سبزیها، ماهی و میوه ها هم که دارای تعدادی از انواع میکروبها هستند و هم محتوی مقداری آنزیمهای متفاوتند حائز اهمیت بیشتری است.

۲- در مواردی که هنگام خارج کردن از حالت انجماد مقداری عصاره یا خون آبه از مواد غذایی خارج می شود، بهتر است خون آبه یا عصاره خارج شده را مجدداً به مواد غذایی اضافه کرده و از دور ریختن آنها خودداری نمود زیرا مواد دفع شده از با ارزشترین قسمت های محصول بوده و حاوی مقداری ویتامینهای محلول در آب، مقداری مواد معدنی و مقداری اسیدهای آمینه است.

۳- مواد غذایی که از حالت انجماد خارج شده اند در طی عمل پختن مقداری بیشتر از رطوبت خود را همراه با مواد محلول در آب مثل ویتامینها، مواد معدنی و اسیدهای آمینه از دست می دهند. بنابراین باید سعی کرد این مواد غذایی در حداقل زمان، حداقل درجه حرارت و بخصوص با اضافه کردن حداقل مقدار آب پخته شوند. بعلاوه از دور ریختن آب پخت این مواد جداً خودداری شود.

۴- هر قدر سرعت انجماد مواد غذایی بیشتر باشد تغییرات نامطلوب در اثر انجماد کمتر اتفاق می افتد.

۵- روش خارج کردن مواد غذایی از حالت انجماد :

۶- عمل انجماد اگر به نحو مطلوبی انجام پذیرد چندان اثر نامطلوبی بر روی محصول ندارد، اما عواملی از قبیل سرعت انجماد ، شرایط نگهداری بعدی و شرایط خارج کردن از حالت انجماد ممکن است هر یک دارای اثرات نامطلوبی باشند. به طور کلی هر قدر عمل خارج کردن از حالت انجماد سریع تر باشد از اثرات نامطلوب آن کاسته می شود اما در حالت عادی زمان خارج کردن از حالت انجماد بسیار طولانی است، از طرفی خارج کردن از حالت انجماد به کمک آب داغ و یا قرار دادن در زیر آب هم مناسب نیست زیرا خون آبه و عصاره محصول خارج می شود، بنابراین چنانچه مواد غذایی برای پخت آماده باشند بهتر است آنها را مستقیماً به ظرف پخت غذا اضافه کرده و عمل حرارت دادن را ادامه داد که در اینصورت اولاً تغییرات نامطلوب به حداقل می رسد و ثانیاً خون آبه و عصاره در صورت خارج شدن از محصول وارد ظرف غذا شده و در هر حال به مصرف می رسند.

۷- بعضی از خانواده ها عادات دارند که مثلاً گوشت خریداری شده را در فریزر قرار داده و هر چند بار آنرا از فریزر خارج کرده و مقدار لازم را برای مصرف آن روز را از آن جدا کرده و بقیه را باز در فریزر می گذارند. و این کار را تا تمام شدن گوشت ادامه می دهند، اثرات نامطلوب این روش بر روی کیفیت محصول به حداکثر می رسد، بنابراین در عمل بهتر است گوشت را قبل از قرار دادن در فریزر به قطعات کوچک تقسیم نموده و حتی در صورت لزوم آنرا خرد کرده و به همان صورتی که بعداً مورد

استفاده قرار می گیرد در آورده و در فریزر قرار داد، در این صورت اولاً "عمل انجماد با سرعت بیشتری انجام می گیرد که مزایای مربوط به این امر قبلاً ذکر شده است، ثانیاً "هنگام مصرف، لازم نیست تمام گوشت را از فریزر خارج کرد چون در این حالت هر بار مقداری از یخ ذوب شده و مجدداً در فریزر منجمد می شود و این انجماد و خارج شدن از حالت انجماد اثرات بسیار سوئی بروی کیفیت محصول دارد.

۸- به تجربه ثابت شده که تغییرات ناچیز درجه حرارت کیفیت محصول را تغییر می دهد مثلاً اگر در اول کار، گوشت در ۲۰- درجه سانتیگراد منجمد شود، بعد حرارت آن به ۱۵- درجه سانتیگراد برسد و باز به ۲۰- درجه افزایش یابد و این عمل چند بار صورت گیرد کیفیت محصول کاهش می یابد و طبعاً گوشت های یخ زده که از نقاط دور دست وارد کشور می شوند، ابتدا از کشتارگاه ها به کشتی و از کشتی به کامیونهای حمل و نقل و سپس به مراکز توزیع... و از آنجا به فروشگاه ها منتقل می شوند. در هر یک از این مراحل ممکن است تغییرات درجه حرارت رخ دهد و مجموعه این عوامل کیفیت محصول اولیه را کاهش دهد در حال که خود عمل انجماد اگر در شرایط مطلوب صورت گیرد تاثیر چندان سوئی بر روی محصول ندارد.

۹-

انجماد و تاثیر آن بر نگهداری مواد غذایی

کیفیت محصولات منجمد و مشتری پسندی آنها بوسیله بهینه کردن روش ها و جریان فرآیند شامل سرعت انجماد، کیفیت مواد اولیه و شرایط انبارش و ذخیره سازی افزایش می یابد.

به هر حال، فاکتورهای مهمی که در کیفیت محصول دخیل می باشند در گروهی جمع بندی می گردند که شامل ویژگی های حسی ( شامل ویژگی های فیزیکی و شیمیایی)، ویژگی های میکروبی و ویژگی های تغذیه ای محصولات منجمد می باشند.

ویژگی های حسی ( Quality Sensory )

مولفه های اصلی این گروه همان مزه و بو و طعم محصول می باشند. تجزیه و تحلیل ها و آزمایشاتی جهت تعیین تاثیر فرآیند انجماد، انبارش و سردخانه گذاری محصول و نیز از حالت انجماد در آمدن ( ذوب شدن محصول منجمد) با توجه به تغییراتی که در ترکیبات شیمیایی محصول رخ می دهد، انجام گردیده است. اصولاً ویژگی های حسی با توجه به شکل ظاهری و مزه محصول مشخص می گردد.

جنبه های فیزیکی انجماد

مهمترین تغییر فیزیکی که در غذاهای منجمد اتفاق می افتد مهاجرت رطوبت می باشد که خصوصیات بیوشیمی، فیزیکی و شیمیایی مواد غذایی و در نهایت بافت ماده غذایی و طعم و دلچسبی آنرا تحت تاثیر قرار می دهد.

بافت مواد غذایی

بیش از ۹۰٪ بافت اغلب سبزی و میوه جات را آب تشکیل می دهد. در طی فرآیند انجماد، بدلیل ایجاد حالت انبساط دیواره سلولی می ترکد.

Freezer Burn: یکی از متداولترین موارد در کاهش کیفیت محصولات منجمد است که به سبب مهاجرت رطوبت در مواد غذایی اتفاق می افتد. حالتی که کریستال های یخ در سطح ماده غذایی تشکیل می گردد. نقاطی که به صورت دانه دانه و قهوه ای رنگ در سطح محصول مشاهده می شود سبب خشک و سفت شدن

و نیز از بین رفتن عطر و طعم محصول می گردد. از این نقص می توان بوسیله استفاده از بسته بندی های ضخیم و ضد آب ( جلوگیری کننده از خروج رطوبت ) در فرآیند **انجماد** جلوگیری نمود.

#### جنبه های شیمیایی **انجماد**

تغییرات شیمیایی که پس از برداشت محصول ( میوه و سبزی ) آغاز می گردد می تواند سبب بروز خسارات و ضایعات بسیاری گردد. به همین دلیل می باید بلافاصله پس از برداشت میوه و سبزی، کارهای مقدماتی جهت منجمد کردن سبزی و میوه را انجام داد. برخی آنزیمها می توانند سبب کاهش کیفیت در رنگ و مواد غذایی، تغییرات شیمیایی و تغییر رنگ در میوه و سبزیجات منجمد گردند و می باید توسط عملیات آنزیم بری و حرارت دادن غیر فعال گردند. در اغلب موارد عمل بلانچینگ در سبزیجات جهت حفظ کیفیت سبزیجات منجمد الزامی است. همچنین این عمل سبب کاهش میکروارگانیسم های موجود در سطح محصول می گردد. در مورد میوه جات عمل بلانچینگ ( حرارت دادن ) می تواند سبب افت شدید کیفیت محصول گردد. در این موارد جهت کنترل فعالیت آنزیم ها از ترکیبات شیمیایی استفاده می گردد. یکی از ترکیباتی که بصورت جداگانه و یا بصورت مخلوط با شکر جهت جلوگیری از فعالیت آنزیم ها استفاده می شود آسکوربیک اسید می باشد.

ایجاد بوی ترشیدگی و اکسید شدن که بر اثر تماس هوا با محصول منجمد بوجود می آید نیز از دسته تغییرات شیمیایی می باشد. این نقص توسط خارج کردن اکسیژن از داخل بسته بندی و نیز استفاده از بسته بندی های مقاوم به نفوذ اکسیژن جلوگیری می گردد.

#### جنبه های ایمنی و بهداشتی **انجماد**

عموماً فرایند **انجماد** بطور قابل ملاحظه ای سبب نابودی میکروارگانیسم های موجود در میوه و سبزی نمی گردد. عمل بلانچینگ قبل از **انجماد** سبب از بین رفتن برخی میکروارگانیسم ها و کاهش آن ها در عملیات ذخیره سازی در سردخانه می گردد. با این وجود شماری از میکروارگانیسم های موجود می توانند تکثیر یافته و در جریان درآمدن از حالت **انجماد** (آب شدگی محصول) سبب آلودگی و ضایعات گردند. ایجاد نوسان در دمای انبار سردخانه یکی از مهمترین دلایل بروز آلودگی میکروبی در طی ذخیره سازی می باشد. بنابراین مراقبت های ویژه ای جهت حفظ محصول در شرایط یکنواخت در سردخانه لازم می باشد.

#### میوه های منجمد

الف) باید از میوه های تازه یا از قبل منجمد شده تهیه شوند.

ب) باید به همراه یا بدون استفاده از یک شیرین کننده بصورت پودر خشک و یا در بسته بندی داخل آب همراه و یا بدون ترکیبات شیرین کننده و یا در داخل یک نوع آبمیوه و یا مخلوطی از چند آب میوه، کنسانتره آب میوه، عصاره میوه، پوره یا نکتار همراه و یا بدون شیرین کننده بسته بندی شوند. ج) ممکن است همراه سیتریک اسید یا آسکوربیک اسید باشد

د) همچنین ممکن است همراه موادی باشد که بصورت افزودنی جهت بهبود و حفظ کیفیت استفاده می گردند.

#### سبزیجات منجمد

الف) باید از سبزیجات تازه یا مخلوطی از سبزیجات از قبل منجمد شده تهیه شوند  
ب) ممکن است به همراه نمک باشد

ج) همچنین ممکن است همراه موادی باشد که بصورت افزودنی جهت بهبود حفظ و کیفیت استفاده می گردند.



## کیفیت غذایی

میزان انرژی و ارزش تغذیه ای محصولات منجمد به شرط رعایت شرایط ذکر شده در تهیه مواد اولیه و نیز فرایند انجماد، به نسبت سایر روش های نگهداری بیشتر است.

میوه جات: اغلب میوه جات منجمد تقریباً به مدت ۸-۱۲ ماه با کیفیت مطلوب باقی می ماند. میوه جاتی که به همراه شکر و یا شربت بسته بندی شده اند نسبت به میوه جاتی که بدون استفاده از شیرین کننده ها بسته بندی و منجمد گردیده اند از کیفیت بالاتری برخوردار می باشند.

سبزیجات: اغلب سبزیجات با کیفیت مطلوب می توانند بمدت ۱۲-۱۸ ماه در دمای ۱۸- درجه سانگراد و یا پایین تر باقی بمانند

میوه ها و سبزیجات منابع مهمی از ویتامین ث، مواد معدنی و رنگ هستند. همچنین میوه جات و سبزی ها منبع کارتنوئید هستند.

فرآیند انجماد تاثیری بر روی مواد مغذی ندارد، اما در طی فرآیند بلانچینگ ( قبل از انجماد ) ترکیبات محلول در آب از ماده غذایی خارج می گردند.

بسته بندی و عرضه به بازار

بسته بندی مواد منجمد باید به گونه ای باشد که در بالاترین زمان نگهداری، کیفیت محصول را تا حد امکان بهتر نگهداری نماید. لفافها و بسته بندی های مقاوم به رطوبت و بخار، همانند فویل های آلومینیوم ضخیم، پلاستیکهای پوشانیده شده با کاغذ مخصوص فریزر و فیلم های پلاستیکی در مقابل اکسیژن مقاوم می باشند

لفافها جهت سبزی و میوه جات همانند کیفهای پلاستیکی مناسب نمی باشند، بنابراین کیفهای پلاستیکی از جنس پلی اتیلن جهت فرآورده های منجمد استفاده می شوند.

کیفهای ساخته شده از فیلم های پلاستیکی مخصوص نگهداری محصولات منجمد در دسترس می باشند. جعبه های (کارتن ها) مقوایی مخصوص جهت جلوگیری از وارد آمدن ضربه به بسته های پلاستیکی و نیز حمل و نقل آسان نیز استفاده می شود.

پس از بسته بندی می باید برچسب های حاوی اطلاعات را بر روی محصول قرار داد که شامل موارد ذیل می باشد:

نام مواد متشکله محصول که شامل سبزی و میوه جات بصورت درسته، برش زده و یا نصف شده می باشد. در مورد سبزیجات و میوه جات، وارپته یا رنگ محلولی که سبزی در آن بسته بندی شده کنار نام محصول باید قرار گیرد. وزن خالص باید بر حسب گرم عنوان گردد. در صورت نیاز می توان اطلاعات تکمیلی را در هر قسمتی از بسته بندی قرار داد. ( ترکیبات شامل ادویه جات، طعم دهنده، رنگهای خوراکی یا شیرین کننده های خاص، تاریخ انقضاء، شرایط و دمای نگهداری، روشهای تهیه مواد غذایی، ارزش غذایی و ...)

آنزیم ها در سبزیجات :

آنزیم ها توسط بلانچ کردن، یعنی قرار دادن سبزیجات در معرض آب داغ و یا بخار آب بمدت کوتاهی غیر فعال می گردند.

سپس باید سبزیجات بلانچ شده را در آب سرد قرار داد تا از پخته شدن بیش از حد جلوگیری گردد. بلانچ کردن میکروارگانیزم های موجود در سطح سبزیجات را از بین می برد، همچنین رنگ آن ها را روشن نموده و نیز سرعت تخریب ویتامین ها را کاهش داده، نهایتاً تراکم پذیری برخی سبزیجات مانند اسفناج و کلم بروکلی ( کلم بروسل Broccoli) را افزایش می دهد.

آنزیم ها در میوه جات :

اصلی ترین مشکل وجود آنزیم ها در میوه جات، ایجاد رنگ قهوه ای و تخریب ویتامین ث می باشد، زیرا میوه جات معمولاً بصورت تازه مصرف می شوند و آنها را مانند سبزیجات نمی توان بلانچ کرد. در عوض، آسکوربیک اسید ( ویتامین ث) جهت کنترل فعالیت آنزیم ها استفاده می گردد. روش های دیگر جهت کنترل قهوه ای شدن شامل خیساندن میوه در محلول سرکه یا پوشاندن میوه با شکر و آبلیمو می باشد، ولی بهترین روش همان استفاده از آسکوربیک اسید می باشد.

جلوگیری از ایجاد طعم ترشیدگی (اکسید شدگی) :

ایجاد طعم و بوی ترشیدگی در اثر تماس محصول منجمد شده با هوا می باشد. این عمل با استفاده از لفافههایی که از ورود هوا به داخل محصول جلوگیری می نمایند و نیز خارج کردن هوای داخل بسته های منجمد شده صورت می پذیرد.

تغییرات در بافت محصول :

از آنجایی که بیشتر وزن میوه و سبزیجات را آب تشکیل می دهد، هنگام انجماد بدلیل انبساط مولکول های آب یخ زده، دیوار سلولی ترکیده و هنگام خارج شدن از حالت انجماد، بافت کمی حالت لهیده و آبدار پیدا می کند. مثلاً هنگامیکه گوجه فرنگی منجمد از حالت انجماد خارج می گردد بصورت توده ای لهیده و آبدار درمی آید. بهمین خاطر برخی میوه و سبزیجات همانند گوجه فرنگی، کرفس و کاهو را منجمد نمی کنند و در صورت لزوم، پس از انجماد هنگام مصرف قبل از آنکه کاملاً از حالت انجماد خارج شوند مورد استفاده قرار می گیرند. تغییر در بافت در اثر انجماد نسبت به هنگامیکه سبزیجات قبل از مصرف پخته می شوند کمتر می باشد زیرا پختن سبب نرم شدن دیواره سلولی می گردد. در سبزیجاتی که میزان نشاسته آنها بالا است. همانند نخود سبز، ذرت و لوبیا این حالت کمتر مشهود می باشد.

هنگامی که عمل انجماد به سرعت انجام گیرد، سبب تشکیل تعداد زیادی کریستال های ریز یخ می گردد. این کریستالهای ریز یخ ایجاد شده به دیواره سلولی خسارت کمتری می زنند نسبت به حالتی که عمل انجماد به آهستگی انجام گیرد.

از دست دادن رطوبت :

از دست دادن رطوبت یا تبخیر کریستال های یخ از سطح ماده غذایی، سبب ایجاد حالت دانه دانه و نقاط قهوه ای رنگ می گردد که بافت ماده غذایی سفت و خشک گردیده که به آن Freezer Burn گویند. این نقاط بتدریج عطر و مزه خود را از دست می دهند. بسته بندی در پاکتهای ضخیم و لفافه های ضد آب می تواند از این عمل جلوگیری نماید.

فعالیت میکروارگانیسم ها در فریزر :

فرآیند انجماد نمی تواند بطور حتم سبب نابودی میکروارگانیسم ها گردد. عمل بلانچینگ سبب نابودی میکروارگانیسم های موجود بر روی سطح سبزیجات می گردد و بدین ترتیب شمار میکروارگانیسم ها در زمان ذخیره سازی محصول منجمد بسیار کاهش می یابد. هر چند میکروارگانیسم های باقیمانده می توانند بلاخص در زمانی که محصول از حالت انجماد خارج می گردد سریعاً تکثیر یافته و سبب آلودگی می گردند. ماندگاری و ذخیره سازی محصولات منجمد :

نگهداری طولانی سبب فساد این محصولات نمی شود ولی کیفیت آنها کاهش می یابد.

زمان نگهداری میوه های منجمد شده با بهترین کیفیت ۸-۱۲ ماه می باشد. میوه جات منجمد شده ای که به همراه ترکیبات شیرین کننده بسته بندی می شوند ( و یا به همراه شربت) از کیفیت به مراتب بالاتری نسبت به سایر میوه جات برخوردار می باشند.

در مورد سبزیجات منجمد شده با بهترین کیفیت ۱۲-۱۸ ماه در درجه حرارت صفر درجه فارنهایت یا پایین تر می باشد.

لفاف های ضد آب و بخار :

فویل های آلومینیوم ضخیم، پاکت های فریزر پلاستیکی و ساران در مقابل نفوذ اکسیژن مقاوم باشند. این بسته بندی ها علاوه بر مقاومت در مقابل ضربه خوردگی، انعطاف پذیر می باشند.

بسته بندی های مخصوص فریزر و پختن

این نوع کیف ها حرارت کمتر از صفر درجه فارنهایت و نیز حرارت آب جوش را به راحتی تحمل می کنند و برای هر دو نوع فرآیند انجماد و پختن مناسب هستند.

## ۲- پرتو دهی مواد غذایی :

### نگهداری مواد غذایی به روش پرتو دهی

در خصوص فرآیند اشعه دهی پژوهش های زیادی صورت گرفته و اطلاع رسانی در این زمینه به خصوص جهت نگهداری مواد غذایی برای کارشناسان لازم و مفید می باشد .

اشعه دهی مواد غذایی نوعی فرآیند سرد برای سالم سازی مواد غذایی محسوب می شود .

بر اساس اتفاق نظر اعضای سازمان غذا و کشاورزی و مجمع کدکس غذایی، سازمان بهداشت جهانی در سال ۱۹۸۳ اشعه دهی مواد غذایی به عنوان فن آوری سالم و موثر جهت نگهداری غذا پذیرفته شد و برای آن استاندارد عمومی کدکس با کد مخصوص تدوین گردید . اشعه دهی مواد غذایی و فرآیند مربوطه را به طور مختصر و مزایا و محدودیت های اشعه دهی را بررسی می کنیم .

تاریخچه

اشعه دهی مواد غذایی یک فن آوری خیلی جدید نیست . در واقع اشعه دهی مواد غذایی پدیده ای است که پژوهش های بسیاری در باره آن صورت گرفته است .

از اشعه دهی جهت سترون کردن تجهیزات پزشکی استفاده می شود .

اجازه استفاده از فرآیند اشعه دهی مواد غذایی در سال ۱۹۰۵ برای دو دانشمند انگلیسی صادر شد . اشعه X توسط روننگن در سال ۱۸۹۵ کشف شد .

در امریکا در سال ۱۹۲۱ برای غیر فعال کردن انگل تریشینلا در گوشت خوک استفاده شد .

دهه ۱۹۴۰ و ۱۹۵۰ زمان توسعه پژوهش های مربوط به زمینه مواد غذایی است .

در سال ۱۹۶۳ در امریکا برای کنترل حشرات در گندم و آرد گندم از این روش استفاده شد .

در سال ۱۹۷۲ فضا نوردان امریکا از غذاهای اشعه دیده استفاده کردند .

در سال ۱۹۸۷ اتحادیه اروپا به جز انگلستان و آلمان غربی استفاده از فرآیند اشعه دهی را تنها برای مواد غذایی خاصی تصویب کرد . امروزه حدود ۴۰ کشور جهان ۱۰۰ نوع غذای اشعه دیده را به صورت مشورت و غیر مشروط پذیرفته اند .

پرتو دهی مواد غذایی :

پرتو دهی مواد غذایی فرآیندی است کاربردی که بر اساس استفاده از یکی از چشمه های پرتوزا (کبالت ۶۰ یا سزیم ۱۳۷) یا پرتو های ایکس و الکترون های تولید شده از منابع ماشینی (چشمه های یونساز) که در

پرتو فرآوری مواد غذایی، برای کاهش بار میکروبی مواد غذایی و انهدام میکروب های بیماریزای خاص و جلوگیری از جوانه زدن محصولات غده ای مانند سیب زمینی و پیاز و جلوگیری از خسارات آفات و حشرات انباری در زمان رسیدن محصول و نیز افزایش زمان نگهداری بعضی از محصولات فاسد شدنی از طریق به تاخیر انداختن فعالیت های آنزیمی و کاهش بار میکروبی بکار می رود .

در انواع تجهیزات پرتو دهی ، کنترل فرآیند پرتو دهی مواد غذایی، مستلزم استفاده از روش های مورد قبول برای پایش عوامل فیزیکی فرآیند و اندازه گیری دز جذب شده است .

منابع اشعه یا پرتو

اشعه دهی مواد غذایی نوعی روش فیزیکی برای فرآوری محسوب می شود که شامل قرار دادن ماده غذایی بسته بندی شده در برابر اشعه های گاما، اشعه ایکس و الکترون می باشد .

۱- مواد غذایی معمولاً با اشعه گاما و از طریق یک منبع رادیوایزوتوپ الکترون ها و یا اشعه تولید شده از طریق یک شتاب دهنده الکترونی اشعه دهی می شود . رادیوایزوتوپی که در اغلب تجهیزات تجاری اشعه گاما بکار می رود کبالت ۶۰ است که قسمت عمده آن از طریق اشعه دهی کبالت طبیعی تولید می گردد و بعد از آن سزیم ۱۳۷ حاصل از سوخت های هسته ای مصرف شده را می توان نام برد .

۲- شتاب دهنده های تجاری الکترون : پرتوهای الکترونی را با سطح انرژی مورد قبول قوانین اشعه دهی مواد غذایی تولید می کند . (با انرژی ۱۰ مگا الکترون ولت ۱۰ MeV یا کمتر کار کنند). شتاب دهنده های الکترونی معمولاً برای اشعه دهی لایه های نسبتاً نازک مورد استفاده می شوند با قطر حداکثر ۸ سانتی متر. ژنراتور های Van de Craff و شتاب دهنده های خطی از منابع تجاری اشعه کاتدی (اشعه بتا) هستند .

۳- اشعه ایکس : این اشعه از طریق بمباران فلزات سنگین توسط الکترون هایی با سرعت زیاد (اشعه کاتدی) در یک لوله خلاء تولید می شود. اشعه ایکس تولید شده از منابع ماشینی با انرژی ۵ مگا الکترون ولت ۵ MeV یا کمتر کار می کنند .

تعاریف اساسی و اصطلاحات :

پرتو دهی : منظور از پرتو دهی ، تاباندن پرتوهای یونساز مانند، گاما ، ایکس، و یا الکترون است . پرتو دهی مواد غذایی : فرآوری محصولات غذایی با پرتو های یونیزه کننده به ویژه اشعه های گاما، ایکس، و یا باریکه الکترون را پرتو دهی مواد غذایی می نامند .

مواد غذایی پرتو دیده : عبارت است از محصولات غذایی پرتو فرآوری شده که بر اساس مقررات قانونی کشور انجام شود .

پرتوهای یونساز : پرتوهایی است که موجب یونیزه شدن اتم ها می شود .

دز جذب شده : مقدار انرژی جذب شده در واحد جرم محصولات غذایی پرتو دیده را دز جذب شده می نامند . یا میزان تغییرات فیزیکی و شیمیایی ایجاد شده به هنگام قرا گرفتن مواد غذایی در برابر اشعه پرتو دهی ، از طریق انرژی جذب شده اندازه گیری می شود . به این انرژی، دوز جذب شده می گویند که بر اساس واحد کیلو گری KGY اندازه گیری می شود .

دز سنجی : سنجش دز جذب شده ناشی از تابش در نقاط مشخصی از محیط جاذب و در طیف جذبی معینی را دز سنجی می نامند .

نسبت یکنواختی دز : نسبت بیشینه به کمینه دز جذب شده در بهر محصول را نسبت یکنواختی دز می

نامند

گری : واحد اندازه گیری دوز جذب شده است که معادل یک ژول انرژی جذب شده در هر کیلو گرم ماده غذایی پرتو دیده می باشد .

هر گری معادل ۱۰۰ راد می باشد .  $1 \text{ J/KG} = 10000 \text{ GY} = 1 \text{ erg/gr}$   
راد : واحد اندازه گیری جذب انرژی می باشد . این واحد معادل ۱۰ ژول ( ۱۰۰ ارگ ) انرژی جذب شده به ازای هر گرم ماده که تشعشع یونیزه را جذب می کند

بکرل : واحد اندازه گیری مقدار پرتوزایی است که معادل یک واپاشی در هر ثانیه می باشد .  
حدود دز : حد فاصل بیشینه و کمینه دز جذب شده در محصولات غذایی می باشد که در مقررات قانونی تعیین شده و برای دست یابی به مصرف خاص بکار می رود . این حدود دز بر حسب میانگین کل دز جذب شده با تعیین بیشینه و کمینه آن تعریف می شود . به این معنا که هیچ بخشی از ماده غذایی نمی تواند کمتر و یا بیشتر از مقادیر تعیین شده دز دریافت نماید .

چشمه های پرتو زا : هسته های ناپایدار از اتم ها هستند که پرتو های یون ساز گسیل می کنند .  
چشمه های پرتو ساز : مجموعه تجهیزات و دستگاه هایی هستند که در آن ها پرتو های یون ساز تولید می شوند . چشمه های پرتوزای مورد استفاده در پرتو دهی مواد غذایی ، فوتون هائی با انرژی مشخص گسیل می کنند . نوع مواد چشمه ، نفوذ پرتو گسیل شده را کاملا تعیین می کند . پرتوزائی چشمه با واحد بکرل اندازه گیری می شود .

رادیسیداسیون : پرتو دهی در سطح ۰/۱ تا ۸ کیلو گری در تخریب میکروارگانیسم های بیماری زا غیر اسپورزا موثر است و هیچ خطری برای سلامتی انسان ندارد . و نوعی پاستوراسیون محسوب می شود . این روش برای کنترل طیور بسیار مناسب است . هدف از بین بردن میکروارگانیسم های بیماریزا و غیر فعال کردن انگل ها می باشد . این روش قادر نیست ویروس ها را نابود کند .

رادوریزاسیون : این فرآیند پرتو دهی باعث افزایش زمان ماندگاری فرآورده های دریائی، سبزی ها و میوه ها میشود و عمر ماندگاری آنها را بالا می برد ۰/۴ تا ۱۰ کیلو گری . عمر میگو و خرچنگ با دز ۱ تا ۴ کیلو گری ۲ تا ۶ برابر می شود . در میوه ها با دز ۱ تا ۳ گیلو گری زمان نگهداری را به حداقل ۱۴ روز افزایش می دهد . تخم و لارو حشرات با استفاده از ۱ گیلو گری اشعه از بین می رود . تخم کرم های کدوی خوک و گاو با دز کمتر اشعه نابود می شوند . با ( ۰/۲ تا ۰/۵ ) کیلو گری عاری از انگل می شوند .

رادوپرتیزاسیون : معادل استریلیزاسیون توسط اشعه و یا به عبارت دیگر استریلیزاسیون تجارتي است که به آن استریلیزاسیون سرد می گویند .

مقدار اشعه برای این منظور ( ۱۰ تا ۵۰ ) یا ( ۳۰ تا ۴۰ ) کیلو گری می باشد . دز پرتو یونیزه به مقداری است که تعداد و یا فعالیت میکروارگانیسم های زنده ( غیر از ویروس ها ) را تا حد بسیار زیادی کاهش می دهد . با این روش با توجه به زمان و شرایط نگهداری غذا ، هیچگونه سم یا فساد غذایی با منشاء میکروبی مشاهده نمی شود .

در این روش پرتو دهی تحت شرایط **انجماد** انجام می شود تا اثرات ناخوشایند به حداقل برسند علاوه براین مواد غذایی استریل تولید شده نسبت به دیگر روشهای نگهداری تنوع زیاد و کیفیت عالی دارند . و اخیرا به وسیله مسافران فضائی برنامه شاتل فضائی ناسا مصرف شده اند . پرتو دهی با دز بالا برای شرایطی نیاز است ، که مواد غذایی در دمای محیط به مدت طولانی نگهداری شوند و برای افرادی که به ماده غذایی استریل با کیفیت بالا نیاز دارند مناسب می باشد . مانند اردوگاههای نظامی و برای بیمارانی که بدن آنها مشکل حاد

سیستم ایمنی دارند. سربازان و مجروحین با شدت جراحت زیاد . FDA به ناسا اجازه داده است تا گوشت منجمد را جهت استریل کردن تا حداقل ۴۴ KGY پرتو دهی کند .

طبق نظر سازمان جهانی بهداشت اشعه دهی مواد غذایی با میانگین دز ۱۰ کیلو گری هیچگونه سمی به همراه ندارد و مشکل میکروبی و تغذیه ای ندارد . سطح ۱۰ کیلو گری بالاترین سطح ایمنی نیست بلکه سطحی است که ایمنی در آن سطح اثبات شده است .

میزان اشعه تعیین شده از طرف سازمان جهانی بهداشت که در تمام شرایط برای انسان بی ضرر است تا ۷ کیلو گری یا ۰/۷ مگا راد است .

اشعه دهی جایگزینی برای روش های مناسب سالمسازی بهداشتی مواد غذایی نمی باشد . بلکه این شیوه در ترکیب با فرآیند های مناسب ، خطر بیماری های ناشی از مواد غذایی را کاهش می دهد .

اشعه دهی مواد غذایی در رنج استاندارد هر ماده غذایی بی خطر بوده و مزایای آن بیشتر از معایب آن است .

فرآیند اشعه دهی می تواند جایگزین افزودنی های مواد غذایی، گاز های ضد عفونی کننده مواد غذایی شود . و یا اینکه استفاده از آن ها را کاهش دهد .

مزایای اشعه دهی مواد غذایی :

می تواند کیفیت مواد غذایی را تا مدت های زیادی ثابت نگاه دارد .

در کنترل میکروارگانیسم های عامل فساد با منشاء غذایی موثر است .

مواد غذایی را عاری از وجود باکتری های بیماریزا ، مخمر ها ، کپک ها و حشرات می کند .

رسیدگی ، پیری و جوانه زنی میوه ها و سبزی های تازه را کنترل می کند .

ترکیب مواد غذایی را در جهت بهبود کیفیت تغییر می دهد .

هیچ سمی در ماده غذایی باقی نمی گذارد .

ارزش مواد غذایی را تقریباً حفظ می کند .

فرآیند پرتو دهی جایگزین مناسبی برای گاز دادن به مواد غذایی و ترکیبات تشکیل دهنده آنهاست که در بسیاری از کشورهای پیشرفته به دلیل سلامتی محیط ممنوع شده است .

گاز دادن به مواد غذایی و ترکیبات تشکیل دهنده آنها با مواد شیمیائی مختلف نظیر اتیلن بروماید ، اکسید اتیلن که در بسیاری از کشورهای پیشرفته به دلایل سلامتی محیط ممنوع یا محدود شده است . فرآیند پرتو دهی جایگزین مناسبی برای آنها می باشد .

به نظر بسیاری از دانشمندان علوم غذایی اشعه دهی مواد غذایی می تواند جایگزین افزودنی های غذایی شود . (مانند جایگزین نگهدارنده ها )

مواد غذایی در حین اشعه دهی چندان گرم نمی شود .

اشعه دهی مواد غذایی ، تنها روش نگهداری برای غیر فعال کردن میکروارگانیسم های بیماریزا در مواد غذایی منجمد می باشد .

یکی از مزایای اشعه دهی امکان استفاده از آن بعد از بسته بندی است . از این رو از آلودگی مجدد جلوگیری می کند

معایب اشعه دهی مواد غذایی

بعضی از میوه ها و سبزی ها هنگامی که در معرض اشعه قرار می گیرند نرم شده و خصوصیات بافتی خود را از دست می دهند .

چربی ها در اثر اشعه دهی رادیکال های آزاد ایجاد می کنند . این رادیکال ها سبب اکسید و تند شدن چربی می شوند

دز بالای اشعه طعم های نامطلوب شدید تولید می کند .

اشعه دهی به ویتامین ها آسیب می رساند . بعضی ویتامین ها مانند ریوفلاوین ، نیاسین و ویتامین D به پرتو دهی حساس نیستند . ولی ویتامین های A B E K آسانتر از بین می روند .

همه مواد غذایی جهت اشعه دهی مناسب نمی باشند . البته هیچ روش نگهداری وجود ندارد که برای همه مواد غذایی کاربرد داشته باشد .

تخم مرغ پوسته دار را نمی توان در معرض اشعه قرار داد .

شیر در اثر اشعه دارای طعم ناخوشایند می شود

بعضی از غذاها حتی در مقادیر کم پرتو دهی به طور نامطلوب واکنش نشان می دهند . شیر وسایر فرآورده های لبنی در بین حساس ترین مواد غذایی نسبت به پرتو دهی قرار دارند. مقادیر پرتو کم در حدود ۰/۱ کیلو گری طعم نامطلوبی را در شیر ایجاد خواهد کرد به طوری که اکثر مصرف کننده ها آن را غیر قابل پذیرش می دانند ..

فرآورده های لبنی نسبت به طعم اکسیداتیو در حین پرتوتابی با اشعه یونیزه حساس هستند .

اشعه دهی برخی مواد غذایی در دز های پیشنهادی تمام میکروارگانیزم ها یا توکسین آنها را حذف کند .

به کار گیری مقدار بالا پرتو دهی به منظور استریلیزاسیون به طور نا خواسته ، تغییرات نامطلوبی را در طعم گوشت ایجاد می کند.

رنگ گوشت خصوصیات دیگری است که می تواند در اثر پرتو دهی تغییر کند . امکان دارد مقادیر پرتو دهی بالاتر از ۱/۵ کیلوگری باعث تغییر رنگ قهوه های گوشت قرار گرفتنی در معرض هوا شود .

دز پایین اشعه تمام اسپور های باکتریایی را تخریب نمی کند .

در بالاترین حد، دز مجاز پیشنهاد شده ، نیز اسپور کلستریدیوم ها زنده می مانند .

یکی از معایب آشکار فرآیند اشعه دهی در مقایسه با فرآوری حرارتی ، عدم قابلیت آن در جاو گیری از فعالیت آنزیمی می باشد

اگر فساد در مواد غذایی شروع شده باشد ، پرتو دهی نمی تواند کاری برای معکوس کردن این اتفاق انجام دهد ..

بزرگترین عیب اشعه دهی مواد غذایی نام آن است ، اشعه یونیزه یادآور موارد نامطلوب در ارتباط با اثرات رادیواکتیویته و خطرات هسته ای فن وری پیشرفته ، وجهش ژنتیکی و سرطان است .

اثرات اشعه دهی بر کیفیت مواد غذایی :

تغییرات نامطلوبی که در برخی از مواد غذایی اشعه داده ظاهر می شود ، ممکن است به طور مستقیم به علت اشعه و یا به طور غیر مستقیم در نتیجه واکنش هائی که پس از اشعه دادن اتفاق می افتد ایجاد می شود . در صورت انجام فرآیند پرتو دهی در شرایط بی هوازی تولید طعم و آرومای نامطلوب به حداقل می رسد . جهت به حداقل رسانیدن طعم نامطلوب ، لازم است فرآیند پرتو دهی در دمای انجماد انجام شود. علاوه برآب، پروتئین هاوسایر ترکیبات نیتروژن دار حساسترین ترکیبات مواد غذایی نسبت به تشعشع میباشند در اثر پرتو ساختار حلقوی اسید امینه دچار تغییر میشوند.

گاهی وقتها ۵۰ درصد بعضی از اسید آمینه های گوشت از بین میروند (تیروزین، میتونین و . . .) پرتو دهی لیپیدها و چربی ها بویژه وقتی که پرتو دهی و یا نگهداری پس از آن در حضور اکسیژن انجام گیرد، منجر به تولید ترکیبات اکسید کننده نظیر پرواکسیدها میشود که باعث طعم تند در چربی ها میشود. سطوح بالای اشعه دهی منجر به تولید طعم اشعه ای در بعضی از مواد غذایی بویژه گوشت میشود پرتو دهی اثرات نامطلوبی بر میوه ها و سبزی ها برجای میگذارد. باعث نرم شدن فرآورده ها میشود (بعثت تغییر ساختار پکتین و سلولز).

دز زیاد اشعه بر روی رنگدانه ها و مواد معطرو آنتی بیوتیک ها اثر دارد و همچنین دز زیاد باعث تغییر خواص بعضی مواد بسته بندی مانند فیلم های پلاستیکی و لاک داخل قوطی میشود

چگونگی تاثیرات ضد میکروبی پرتو دهی

در این فرآیند انرژی به ماده غذایی نفوذ کرده و در حین عبور از آن رادیکال آزاد تولید می کند. رادیکال های آزاد تولید شده بسیار واکنش پذیر بوده و طول عمر بسیار کوتاهی دارند. علاوه بر این الکترونهای آزاد که در نتیجه پرتو دهی مانند پرتو گاما تولید می شوند، مواد حساس سلول را دنا توره کرده و بسیار موثر هستند. از مهمترین مواد حساس درون سلولی می توان به DNA و RNA اشاره کرد. پرتو دهی با تخریب پیوند های هیدروژنی موجود در ساختار DNA. از رونویسی آن جلوگیری کرده و باعث مرگ سلول می شود. در حالیکه در بافت غیر زنده تاثیرات جزئی ایجاد می کند. آرگانسیم های زنده ای که DNA و RNA سالم نداشته باشند عملکرد خود را از دست می دهند.

تغییرات میکروبی

خوشبختانه متداولترین و مشکل سازترین باکتری های بیماری زا، نسبت به اشعه حساس هستند و با دزهای کمتر از ۱۰ کیلو گری از بین میروند. بیماریزاهای مقاوم تر ممکن است از لحاظ تعداد کاهش یابند. برای غیرفعال کردن میکروارگانسیم های بیماریزا میتوان از ترکیب اشعه با سایر روش های نگهداری استفاده کرد.

اشعه یونیزه برای باکتری ها کشنده است. کروموزوم ها تحت تاثیر اشعه آسیب می بینند. آسیب دیدن DNA میکروبی که سبب از بین رفتن توانایی تکثیر باکتری میشود، دلیل اصلی مرگ باکتری است. مقاومت میکروارگانسیم های مختلف به اشعه دهی معمولاً به ترتیب زیر است:

گرم منفی ها کمتر از گرم مثبت ها

گرم مثبت ها معادل کپک ها

اسپورها معادل مخمرها و کمتر از ویروس ها میباشند

اسپور داخلی باکتری ها نسبت به سلول های رویشی ۵ تا ۱۵ برابر مقاومترند.

دزهایی از اشعه که باکتری ها را از بین میبرند، نمیتوانند ویروس ها را کاملاً غیرفعال سازند

اثر باکتری کشی دز مشخصی از اشعه، بستگی به عواملی نظیر، نوع و گونه میکروارگانسیم، تعداد میکروارگانسیم های موجود، شرایط محیطی، PH، دما و ترکیب شیمیایی ماده غذایی دارد.

ارزش D برای اغلب باکتری های بیماریزا کمتر از یک کیلو گری و برای باکتری های عامل فساد کمتر از ده کیلو گری میباشد.

D دز اشعه لازم برای نابودی نود درصد جمعیت باکتریایی است.



پرتو دهی با اشعه گاما روش موثری برای غیرفعال کردن میکروارگانیسم ها در فرآورده های دریایی می باشد. اشعه دهی شیوه موثری برای غیرفعال کردن باکتری استافیلوکوک طلایی موجود در فرآورده های گوشتی میباشد.

فرایند اشعه دهی باکتری سالمونلا و E.coli را در مواد غذایی از بین میبرد. اشعه دهی شیوه موثری برای کاهش قابل توجه میکروب های بیماری زای سرما دوست است ( لیستریا مونوسیتوز، یرسینیا آنترولایتیکا) است. اشعه دهی بر اسپور باسیلوس سرئوس اثری ندارد. طرح ۱۲ D فرایند رادار پرتیزاسیون (کاهش تعداد اسپورهای زنده کلستریدیوم بوتولینیوم از ۱۰ به ۱۰ استفاده میشود.

دز ۱۰ کیلو گری اشعه احتمالاً اسپورباکتری های مسمومیت زا نظیر کلستریدیوم بوتولینیوم را غیر فعال نمیکند، مگر اینکه تعداد اسپورها در مواد غذایی کم باشد. سموم میکروبی نسبت به اشعه یونیزه مقاومت زیادی دارند و از بین نمیروند. اندیس DM به دزی اطلاق میشود که باعث انهدام نود درصد جمعیت میکروبی گردد. ماده اولیه گوشت گوساله ( PH=۴/۶ دارای اندیس DM مساوی ۰/۴ مگاراد است در صورتیکه یک نمونه قوطی هزار گرمی حاوی یک میلیون اسپور کلستریدیوم بوتولینیوم باشد و ماده غذایی تحت دز دوازده DM قرار گیرد در آن صورت تنها یک بیلیونیوم شانس وجود خواهد داشت که از هر هزار قوطی یک اسپور باقی بماند. دز DM (مگاراد ۰/۴ ضرب در ۱۲) معادل ۴/۸ مگاراد میشود. چنین دزی طیف وسیعی از ایمنی را بوجود میآورد

برای مواد غذایی با PH=۶/۴ و پایین تر که اسیدی هستند باکتری کلستریدیوم مشکل ایجاد نمیکند ولی میکروب فاسد کننده اهمیت دارند. مقاومترین ارگانیسم ها دارای اندیس DM = ۲/ مگاراد هستند. جهت استریلیزاسیون و ایجاد ایمنی، پرتویی با قدرت دوازده DM معادل ( ۱۲ ضربدر ۲/۸) مگاراد بکار می رود.

#### مقاومت آنزیم ها

اغلب آنزیم های مواد غذایی در مقابل پرتوهای یونیزه مقاوت بیشتری نسبت به کلستریدیوم ها دارند اندیس DM حدود ۵ مگاراد تا ۹۰ درصد آنزیم ها را خنثی میکند. اگر میزان دز به ۲۰ مگاراد برسد، سایر ترکیبات مواد غذایی صدمه دیده و محصول ایمنی خود را از دست میدهد.

فرآوری مواد غذایی به منظور پرتو دهی

قبل از اینکه ماده غذایی در معرض تشعشعات یونیزه کننده قرار گیرد، انجام چندین مرحله فرآوری ضروری است که در اکثر موارد مشابه آماده سازی مواد غذایی جهت انجماد یا کنسرو کردن میباشد.

الف - انتخاب مواد غذایی :

مواد باید از لحاظ تازگی و کیفیت عمومی به دقت انتخاب شوند، نباید فاسد باشند.

ب - تمیز کردن مواد غذایی :

لازم است تمام ذرات و ناخالصی ها جدا گردند و بار میکروبی را پایین آورد.

ج - بسته بندی مواد غذایی :

باید در ظروفی بسته بندی گردند که از آنها در برابر آلودگی ثانویه محافظت گردد.

د- بلانچ کردن و یا فرآیند حرارتی:

به منظور جلوگیری از تغییرات نامطلوب پس از تاباندن اشعه لازم است که آنزیم مواد غذایی از بین برود بهترین روش استفاده از فرایند حرارتی قبل از عمل تشعشع میباشد شناسایی فرآورده های غذایی اشعه دیده :

تشخیص فرآورده های غذایی اشعه دیده جهت آگاه کردن مصرف کنندگان و کنترل تجارت آنها لازم است. توانایی تشخیص مواد غذایی و ترکیبات فرآورده های غذایی اشعه دیده از فرآورده های غذایی اشعه ندیده برای اطمینان از اینکه حقوق مصرف کننده رعایت شده است، بسیار مهم است در حال حاضر هیچ روش عمومی برای شناسایی مواد غذایی اشعه دیده وجود ندارد. روش آزمونی که برای تمام مواد غذایی قابل اجرا باشد بعید بنظر میرسد. ترکیباتی که در اثر اشعه دهی ظروف بسته بندی فرآورده های غذایی تولید میشود، نشان دهنده اشعه دهی به ماده غذایی بسته بندی شده میباشد قوانین :

تفاوت قوانین در کشورهای مختلف تجارت فرآورده های اشعه دیده را محدود میکند توصیه سازمان جهانی بهداشت دز حداکثر ۱۰ کیلو گری برای مواد غذایی اشعه دیده میباشد بعضی کشورها دزهای پایین تر را رعایت میکنند مانند دز برای گوشت و ماکیان در امریکا و هلند ۳ کیلو گری در فرانسه ۵ کیلو گری و در برزیل ، شیلی ، آفریقای جنوبی و انگلستان حداکثر ۱۰ کیلو گری است دز اشعه دهی را میتوان به کمک مواد حساس به اشعه ( دز سنج ) تعیین نمود. دز سنج ها میتوانند فرایند اشعه دهی را تایید کرده و دز اشعه را مشخص نمایند. عمل برچسب زنی برای هماهنگ شدن فرآورده های اشعه دیده مسئله مهمی است در بعضی کشورها برچسب زنی غذاهای اشعه دیده با علامت سبز رادورا و عباراتی نظیر: اشعه دیده، تیمار شده باشعه، محافظت شده با پرتیزاسیون الزامی است در آمریکا وقتی یک ماده غذایی اشعه دیده، میتواند فروخته شود که FDA آن غذا را بی خطر تشخیص داده و دستورالعمل شرایط ایمنی اشعه دهی در آن مورد را صادر کرده باشد و برچسب ماده غذایی باید نشان دهنده آن باشد

در ایران بر طبق استاندارد ملی ایران به شماره ۳۱۰۲ آیین کار پرتو دهی ادویه باید به شکل زیر باشد: برچسب گذاری باید حاوی اطلاعات مناسبی در موارد زیر باشد:

الف - نام مرکز پرتو دهی ب - تاریخ یا تاریخ های پرتو دهی ج- مشخصات بهر پرتو دیده

قید عبارت پرتو دیده و میزان دز در نزدیکی نام کالا حتی اگر علامت خاصی هم برای نشان دادن این امر به کار رفته باشد ضروری است .

اگر کالایی فقط از یک ماده خام پرتو دیده تهیه شده باشد این موضوع باید در برچسب قید گردد.

### ۳- نگهداری مواد غذایی به روش کنسرو کردن :

یکی از روشهای نگهداری مواد غذایی برای مدت طولانی کنسرو کردن (قوطی کردن) آنها با بهره گیری از حرارت است . این روش اقدام موثری در جهت نابودی کلیه عواملی است که ممکن است در حین نگهداری و حمل و نقل به طریقی مواد غذایی را فاسد نمایند .

بطور کلی در عمل کنسرو سازی جهت نگهداری مواد غذایی :

- ۱- عوامل بیماری زای احتمالی موجود در مواد غذایی توسط حرارت از بین رفته و یا غیر فعال می شوند
- ۲- با قوطی کردن مواد غذایی (بسته بندی ماده غذایی) از آلودگی ثانوی آنها جلوگیری می شود بطوریکه:
- ۳- الف) از قرار گرفتن ماده غذایی در معرض میکرو ارگانیسم ها و آلودگی در اثر حشرات مگس ، موش ، پرندگان و حیوانات خانگی جلوگیری می شود .
- ۴- ب) از قرار گرفتن ماده غذایی در معرض عوامل فیزیکی از جمله نور ، گرد و غبار تبخیر و در نتیجه خشک کردن سطحی و آسیب دیدن در اثر ضربه محفوظ می ماند .
- ۵- ج) از مجاورت ماده غذایی با هوا و گازهای دیگر جلوگیری می شود
- ۶- فرایند حرارتی تولید کنسرو : استریلیزاسیون فرایند حرارتی است که در صنعت کنسرو سازی برای تهیه کنسرو مواد غذایی گوشتی و پروتئنی (مواد غذایی دارای pH بالا ) از جمله کنسرو های ماهی ، حبوبات ، رب گوجه فرنگی و سایر میوه جات بکار برده می شود .
- ۷- در این فرایند عملاً تمام میکرو ارگانیسم های بیماریزا و همچنین ارگانیسم های مولد سم و فاسد کننده مواد غذایی از بین رفته و تنها ممکن است تعداد بسیار معدودی اسپور مربوط به میکرو ارگانیسم های مقاوم به حرارت در آن باقی بمانند که این عوامل هم در شرایطی که نگهداری می شوند قادر به رشد و تکثیر نخواهند بود .
- ۸- از آنجائیکه حرارت زیاد سبب کاهش ارزش غذایی واز بین رفتن برخی از مواد مغذی غذاها می گردد لذا در عملیات استریلیزاسیون مواد غذایی سعی می شود از اعمال درجه حرارت های بسیار بالا اجتناب گردد ( معمولاً حرارت ۱۳۰ تا ۱۵۰ درجه سانتیگراد بکار برده می شود) . با این وجود در عملیات استریلیزاسیون مواد غذایی حدود ۲۰ درصد ویتامین A و ریوفلاوین ، ۳۰ تا ۳۵ درصد پیریدوکسین ، اسیدنیکوئینیک و اسید فولیک و ۶۵ درصد تیامین موجود در مواد غذایی از بین خواهد رفت.
- ۹- مراحل تولید کنسرو مواد غذایی :
- ۱۰- مرحله اول : در مورد مواد غذایی گوشتی این مرحله شامل جدا کردن امعاء و احشاء ، استخوان گیری مخلوط و یکنواخت کردن گوشت ، شستشو و ... می باشد . در مورد سایر مواد غذایی اعمال مشابه خاص آن فرآورده انجام می گیرد .
- ۱۱- مرحله دوم : قوطی ها از مواد غذایی آماده شده در مرحله اول و سایر مواد افزودنی با در نظر گرفتن حدود ۵/۰ تا ۱ سانتیمتر فضای خالی در بالای قوطی پر می شوند .
- ۱۲- مرحله سوم : به منظور ممانعت از عمل تخریبی اکسیژن روی جدار داخلی قوطی ، جلوگیری از عمل اکسیداسیون مواد غذایی و غیر هوازی نمودن محیط داخل قوطی و همچنین ایجاد خلاء نسبی جهت جلوگیری از تورم طرفین قوطی بعلت تغییرات جزئی دما یا فشار در حین انبارداری عمل هواگیری انجام می شود.
- ۱۳- مرحله چهارم : درب قوطی ها بسته می شود .
- ۱۴- مرحله پنجم : جهت نابود کردن میکروارگانیسم هایی که ممکن است همراه مواد غذایی وارد قوطی شده باشند حرارت لازم به قوطی ها داده می شود ( عمل استریلیزاسیون انجام می شود ) . در این مرحله به کمک حرارت عمل پخت ماده غذایی هم اتفاق می افتد .

- ۱۵- مرحله ششم: جهت جلوگیری از ادامه پخت، محتویات قوطی بعد از عمل استریلیزاسیون قوطی ها به کمک پاشیدن آب سرد روی آنها سریعاً تا دمای حدود ۳۸ تا ۴۳ درجه سانتیگراد سرد می شوند آبی که برای سرد کردن قوطی ها استفاده می شود بایستی مشخصات آب آشامیدنی را داشته و عاری از هرگونه آلودگی باشد. چرا که ممکن است آب از منافذ بسیار ریز احتمالی قوطی ها به داخل نفوذ کرده و محتویات آنها سریعاً آلوده نماید.
- ۱۶- میکروب شناسی مواد غذایی کنسرو شده: کلستریدیوم بوتولینیوم، کلستریدیوم پرفرنزانس، استافیلوکوکوس اورئوس، سالمونلا و شیگلا از جمله میکرو ارگانیسم های بیماریزایی هستند که می توانند در صورت مساعد بودن شرایط بهداشتی در مواد غذایی کنسرو شده رشد و تکثیر نموده و باعث فساد آنها شوند.
- ۱۷- کلستریدیوم بوتولینیوم یکی از انواع میکرو ارگانیسم های بی هوازی است که تولید هاگ می نمایند و بیشتر از سایر میکروارگانیسم ها بهداشت و سلامت کنسروها را تهدید می کنند.
- ۱۸- سم تولید شده توسط این باکتری با اثر بر روی اعصاب بسیار کشنده است. در صنعت کنسروسازی با پائین آوردن pH محیط و بالا بردن غلظت کلرور و نیتريت سدیم افزودن نیتريت و نمک ( شرایط را برای رشد کلستریدیوم بوتولینیوم نامساعد می نماید).
- ۱۹- البته در مورد مواد غذایی که دارای pH بالاتر از ۴/۵ هستند ( مواد غذایی گوشتی و حبوبات ) و عمل کنسروسازی تحت فرایند استریلیزاسیون انجام می شود این میکروارگانیسم ( حتی بصورت هاگ ) در اثر حرارت بالا از بین می رود.
- ۲۰- بازرسی کنسروهای مواد غذایی: مشهورترین علامت ظاهری جهت اظهار نظر در مورد فساد کنسروها تورم قوطی آنهاست. ممکن است قوطی کنسرو هر دو طرف آن متورم شده باشد یا اینکه یک طرف قوطی متورم شده باشد بطوریکه اگر قسمت متورم فشرده شود طرف دیگر برجسته شود و بالاخره اینکه ممکن است جداره قوطی در اثر حمل و نقل و ... ضربه دیده و در محل وارد شدن ضربه فرورفتگی ایجاد شده باشد و در نتیجه طرفین قوطی برجسته و متورم به نظر برسد.
- ۲۱- چنانچه طرفین و یا تنها یک طرف قوطی متورم شده باشد و علت آن هم ضربه خوردن نباشد ( فرورفتگی در بدنه قوطی دیده نشود ) و از طرفی از تاریخ تولید آن کمتر از یکسال گذشته باشد علت تورم قوطی ها را می توان در موارد زیر جستجو نمود:
- ۲۲- ۱- بیش از حد لازم قوطی از ماده غذایی پر شده باشد. البته در مورد کنسروهایی که یک طرف آنها برآمده شده است چنانچه با سوراخ کردن قوطی مقدار زیادی گاز خارج شود دلیل بر فاسد بودن محتوی قوطی است در غیر اینصورت مربوط به پر بودن زیاده از حد آن می باشد. باید توجه داشت که موقع باز کردن قوطی های سالم به علت وجود مقدار کمی خلا در بالای آنها مقدار ناچیزی هوا به داخل آنها کشیده می شود که نباید آنها را با خروج گاز اشتباه نمود.
- ۲۳- ۲- حرارت دادن و تخلیه هوای آنها ( ایجاد خلا نسبی ) در حد لازم صورت نگرفته است.
- ۲۴- ۳- کنسرو به ارتفاعات زیاد برده شده باشد.
- ۲۵- ۴- درجه حرارت محل نگهداری آنها بالا می باشد.
- ۲۶- معمولاً بیشتر برآمدگی و تورم ها خصوصاً در مورد کنسروهایی که بیش از یکسال از تاریخ تولید آنها گذشته باشد مربوط به تولید گاز هیدروژن در نتیجه واکنش بین ماده غذایی و فلز قوطی ( خوردگی قوطی ) و یا تولید گاز CO<sub>2</sub> در نتیجه رشد میکروب ها در داخل قوطی ها می باشد.

- ۲۷- در مورد قوطی هایی که در اثر ضربه متورم شده اند ممکن است در اثر فشار ضربه محل لحیم جدار قوطی آسیب ببیند و درز آن مقدار کمی باز شود بطوریکه ماده غذایی از آن منفذ بیرون نریزد اما آلودگی از آن طریق بداخل کنسرو راه پیدا کند .
- ۲۸- بنابراین از آنجائیکه نمی توان انتظار داشت که مردم بین انواع تورم ایجاد شده در کنسروها فرق بگذارند لذا به منظور حصول اطمینان از عدم مصرف کنسروهای مشکوک به آلودگی فروش و مصرف تمام کنسروهایی که سروته باد کرده دارند بایستی غیر مجاز شناخته شوند .
- ۲۹- البته اگر سر و ته قوطی باد نکرده باشد دلیل بر سالم بودن کنسرو نخواهد بود چرا که ممکن است بعضی از قوطی ها به علت داشتن منفذ سر و ته شان باد نکند و یا اینکه بعضی از عوامل بیماریزای خطرناک هم وجود دارند( مثل باکتری بی هوازی کلستریدیوم بوتولینیوم ) که در حین تکثیر و فساد ماده غذایی تولید گاز نمی کنند و کنسرو آلوده به آنها اگر چه سمی و کشنده است ولی سر و ته قوطی آن باد نمی کند .
- ۳۰- توصیه های لازم برای مصرف کنندگان مواد غذایی کنسرو شده :
- ۳۱- ۱- قبل از مصرف کنسرو ها جهت از بین بردن سم خطرناک بوتولیسم احتمالی موجود در مواد غذایی کنسرو شده قوطی های کنسرو حداقل به مدت ۱۰ دقیقه در آب جوشانده شوند . خوشبختانه با جوشاندن کنسروها در مدت زمان ذکر شده سم بوتولیسم ترشح شده توسط باکتری کلستریدیوم بوتولینیوم از بین می رود .
- ۳۲- ۲- برای گرم کردن مواد غذایی کنسرو شده قوطی کنسرو چه به صورت در بسته و چه باز شده مستقیماً روی شعله قرار داده نشود .
- ۳۳- ممکن است در اثر شعله مستقیم و حرارت زیاد لحیم جداره قوطی ذوب شود و باعث ورود ذرات فلز به داخل ماده غذایی گردد . از طرفی خصوصاً در مورد قوطی های باز شده حاوی ماده غذایی که مستقیماً روی شعله قرار داده شده اند حرارت باعث تسریع فعل و انفعالات شیمیایی بین ماده غذایی و جداره داخل قوطی که در اثر باز شدن آسیب دیده و اندود آن از بین رفته است می گردد .
- ۳۴- ۳- پس از باز کردن قوطی کنسرو محتویات آن فوراً خارج و در ظرف دیگری ریخته شود . چرا که ممکن است ماده غذایی بعد از باز کردن درب قوطی در مجاورت اکسیژن هوا با جداره داخل قوطی هر چند که اندود هم شده باشد وارد واکنش شود .
- ۳۵- ۴- برای نگهداری مازاد محتویات قوطی کنسرو بهتر است از ظروف شیشه ای استفاده نموده و حتماً در یخچال نگهداری شود .
- ۳۶-۵- کنسرو ها را می توان مدتها بدون استفاده در یخچال نگهداری کرد مشروط بر اینکه با رعایت کامل اصول کامل بهداشتی تهیه شده باشند . البته محتویات کنسرو در داخل قوطی به تدریج با یکدیگر و حتی با جداره داخلی قوطی وارد فعل و انفعالات شیمیایی می شوند و بنابراین مصرف کنسروهایی که سالها مانده اند صحیح نیست . این چنین کنسرو هایی معمولاً با بوی کهنگی و مزه تند و نامطبوعی همراه می باشند . معمولاً بهترین زمان مصرف کنسرو ۲ سال پس از تاریخ تولید می باشد .

۳۷- ۶- نشت مواد غذایی داخل قوطی خصوصا" در مورد قوطی هایی که ضربه دیده اند موجب تماس محتویات با هوای خارج و در نتیجه فساد و سمیت آن می شود و لازم است از مصرف آن خودداری شود.

۳۸- ۷- در صورت وجود زنگ زدگی در سطح خارجی قوطی ها احتمال سوراخ بودن و فساد محتویات آن وجود دارد . لذا از مصرف این چنین کنسروهایی بایستی خودداری شود . ایجاد حالت زنگ زدگی در سطح داخل قوطی ها هم محتویات آن را غیر قابل مصرف می نماید . چرا که اولاً زنگ ایجاد شده با محتویات در تماس خواهد بود و ثانياً احتمال سوراخ بودن بدنه و باز شدن درزها در منطقه زنگ زدگی وجود خواهد داشت .

۳۹-

#### ۴-نگهداری مواد غذایی به کمک حذف آب :

بسیاری از فعالیت های بیولوژیکی و شیمیایی در محیط بدون آب و یا محیطی که مقدار آب موجود در آن کم باشد، کند و یا متوقف می شود. میکروبها برای تکثیر و انجام فعالیتهای حیاتی خود به آب احتیاج دارند، همچنین آنزیم های طبیعی موجود در غذاها و یا آنزیم های مترشحه از پیکر میکروبها نیز احتیاج به آب دارند تا به کمک آن با مواد غذایی مخلوط شده و بر روی آنها تاثیر گذارند. بنابراین با حذف آب می توان مواد غذایی را برای مدتهای طولانی نگهداری نمود. برای رسیدن به این هدف لازم است ، مقدار آب را به حداقل ۰.۵-۰.۷٪ کاهش داد تا از رشد و نمو همه میکروبها و فعالیت آنزیم ها جلوگیری شود، در غیر اینصورت فعالیت این عوامل ممکن است کندتر از حد معمول بوده اما انجام پذیرد.

حذف آب مواد غذایی به منظور نگهداری آنها یکی از قدیمی ترین روشهای نگهداری مواد غذایی است که به اشکال مختلف صورت می پذیرد و از زمانهای قدیم معمول و متداول بوده و هنوز هم در بسیاری از نقاط مرسوم می باشد.

از جمله مهمترین روشهای این کار عبارتند از:

الف ) خشک کردن مواد غذایی : یکی از مهمترین و کاربردی ترین روشهای نگهداری مواد غذایی خشک کردن می باشد که براساس حذف یا کاهش رطوبت در مواد غذایی انجام می پذیرد . خشک کردن یا حذف قسمتی از آب موجود در مواد غذایی به اشکال مختلف انجام می گیرد از جمله:

۱- خشک کردن در معرض نور خورشید که بیشتر در مورد سبزیها و میوه ها انجام می گیرد. مانند شوید، نعناع، تره، جعفری، گوجه فرنگی، نخود و لوبیا سبز، پیاز و انواع میوه ها مثل: انگور، زرد آلو، هلو، انجیر و توت و انواع فرآورده های لبنی مانند کشک، قره قروت...و گوشت بدون چربی و ماهی بصورت ورقه های نازک

۲- خشک کردن با استفاده از حرارت و با روشهای سنتی

۳- خشک کردن با استفاده از دستگاههای مخصوص

از جمله عوامل موثر در فرایند خشک کردن می توان به سطح ماده خشک شونده ، درجه حرارت محیط ، سرعت جریان هوا و میزان خشکی هوا اشاره نمود .

ب ) منجمد کردن مواد غذایی : منجمد کردن مواد غذایی نیز در واقع نوعی روش حذف آب است زیرا در این روش نیز آب آزاد، از دسترس میکروبها خارج می شود . هر چند که در این روش پایین بودن درجه حرارت نیز از فعالیت شدید میکروبها و آنزیم ها جلوگیری می کند اما هستند میکروبها و آنزیم هایی که در درجات حرارت پایین فعالیت خود را حفظ می کنند و اگر در این حالت آب موجود منجمد شده باشد نمی

توانند فعالیت خود را ادامه دهند. از این روش می توان برای نگهداری بعضی از مواد غذایی مثل گوشت، ماهی و بعضی از سبزیها به خوبی استفاده نمود.

توجه: **انجماد** و تشکیل بلورهای یخ در داخل بافتهای مواد غذایی، موجب پاره شده و متلاشی شدن بافت ها شده و در نتیجه این عمل، مقداری از آنزیم های موجود در لابلای بافت با آنها مخلوط شده و موجب تجزیه ترکیبات مواد غذایی و سهولت استفاده آنها توسط میکروبها می شوند.

پ) اضافه کردن موادی از قبیل نمک طعام و یا به اصطلاح **نمک سود کردن** ( پنیر، گوشت و ماهی) یا اضافه کردن موادی مثل شکر (در مورد تهیه انواع مربا و کمپوت)

## ۵- خشک کردن مواد غذایی :

### خشک کردن مواد غذایی راهی برای ماندگاری بیشتر

خشک کردن یکی از قدیمی ترین و متداول ترین روش ها جهت حفظ و نگهداری مواد غذایی است. تعریف خشک کردن:

عمل خشک کردن یعنی گرفتن آب از مواد غذایی توسط حرارت تحت عمل **تبخیر** یا **تصعید**. می توان گفت وجود آب در یک ماده غذایی عامل اصلی برای رشد و نمو و فعالیت میکروب و فعل و انفعالات شیمیایی است که مقدار آب برای این قبیل فعالیت ها را فعالیت آبی (AW) می نامند. مثلاً یکی از مهم ترین عواملی که موجب ماندگاری طولانی مدت در حبوبات، غلات و همچنین ادویه ها می شود، کاهش رطوبت آن ها تا حد مناسب است. از دیگر مزایای خشک کردن، کم شدن وزن و حجم محصول و سهولت استفاده (مانند قهوه فوری) می باشد.

انواع خشک کردن:

به دو صورت طبیعی و مصنوعی انجام می پذیرد:

روش طبیعی:

خشک کردن طبیعی که توسط انرژی خورشیدی صورت می گیرد، مزایا و معایبی دارد؛ بدین صورت که خشک کردن طبیعی نیاز به فضای کافی برای گسترانیدن مواد غذایی دارد و در معرض آلودگی هوا، گرد و غبار می باشد. همچنین امکان انتقال آلودگی توسط حشرات نیز وجود دارد. مناطقی که هوای مرطوب دارند یا دارای رطوبت بالایی می باشند، برای خشک کردن به صورت طبیعی مناسب نیستند، ولی از مزایای این روش می توان مقرون به صرفه بودن آن نسبت به روش مصنوعی را نام برد.

روش مصنوعی:

این روش توسط یکسری دستگاه ها و وسایل ویژه و انواع خشک کن ها در صنعت انجام می گیرد. محصول به دست آمده در این روش نسبت به روش قبلی کیفیت بهتری دارد.

خشک کردن

انتخاب مواد اولیه:

انتخاب مواد خام و نوع وارسته ی محصول یکی از عوامل مهم قبل از خشک کردن می باشد، چرا که در حین عملیات خشک کردن کمترین صدمه به بافت وارد می شود.

باید از میوه ها و سبزی های تازه و با کیفیت مناسب استفاده شود و مواد نارس و خام اصلاً برای خشک کردن مناسب نیستند. البته در خشک کردن طبیعی چون از نور خورشید استفاده می شود، می توان میوه های تا حدی نارس را نیز در نظر گرفت، چرا که در حین عملیات رنگ آن ها توسعه و بهبود می یابد.

مکانیسم خشک کردن:

درون یک تکه از ماده غذایی، شکاف ها، منافذ، مجاری یا شبکه موئینی وجود دارد که در هنگام خشک کردن، آب در این فضا و مجاری به حرکت در می آید و به سطح پیش می رود. در این جا قند، نمک ها و سایر اجزاء محلول در آب از غشاء و دیواره سلولی گذشته اند و توسط آب حمل و به قسمت سطح منتقل می شوند.

آب در سطح خارج شده، اما مواد دیگر در سطح باقی می مانند، علت این که در هنگام خشک شدن در سطح میوه ها یک لایه تراوش قندی و چسبناک می باشد همین است. کیفیت مواد غذایی در فرآیند خشک کردن:

هر چه قدر ماده ی غذایی بیشتر خشک شود، رنگ سبز بیشتر از دست می رود، از شدت رنگ زرد کاروتن کاسته شده و رنگ سبز کلروفیل تبدیل به زیتونی رنگ می شود.

مواد فرار ایجاد کننده ی طعم و عطر، به همراه آب از ماده ی غذایی خارج می شوند که البته این میزان به درجه حرارت و غلظت مواد جامد بستگی دارد.

مواد فرار در مراحل اولیه خشک کردن از دست می روند. به همین دلیل ادویه ها را در درجه حرارت پایین خشک می کنند. توصیه می شود برای حفظ بهتر عطر و طعم سبزیجات در منزل، از پنکه جهت خشک کردن آن ها استفاده شود که این مورد به حفظ کیفیت محصول کمک می نماید، چرا که در درجه حرارت بالا محصول عطر و طعم خود را بیشتر از دست می دهد و همین طور سرعت خشک شدن بیشتر می شود.

خشک کردن

اثرات تغذیه ای:

طبیعی است در جریان خشک کردن، ویتامین ها (خصوصا انواع محلول در آب مانند ویتامین های C، B و...) با از دست دادن آب کاهش می یابند، ولی ویتامین های محلول در چربی (مانند ویتامین های E، A و...) تا حدی در قسمت ماده ی خشک باقی می مانند.

کاهش ارزش تغذیه ای در هنگام آماده سازی ماده غذایی (مثلا در خرد کردن)، بسیار بیشتر از عملیات خشک کردن می باشد.

موارد بالا در خشک کردن به روش مصنوعی با کیفیت بهتری حفظ می شوند.

میکروارگانیسم ها:

کپک ها قادر هستند روی مواد غذایی تا رطوبت ۱۲ درصد رشد کنند، مخمرها و باکتری ها برای رشد به رطوبت بیشتری نیاز دارند (بیشتر از ۳۰ درصد).

میوه ی خشک، غلات و حبوبات که تقریبا ۱۶ درصد رطوبت دارند، اگر در جای مرطوب نگهداری شوند، در معرض کپک های هوازی خواهند بود.

شستشو و ضدعفونی کردن سبزیجات و میوه جات قبل از عملیات خشک کردن بسیار حائز اهمیت است. چرا که انگل های بیماری زا در حین فرآیند خشک کردن باقی می ماند و نابود نمی شوند.

همچنین نظافت سطوح خشک کردن، چاقو و وسایل کار در حین عملیات بسیار مهم است.

محل نگهداری محصولات خشک شده:

محصولات خشک شده باید در محل خنک و خشک نگهداری شوند.

## 6- روش های غیر حرارتی نگهداری مواد غذایی :

مقدمه



پژوهشهای بسیار زیادی در مورد روشهای غیرحرارتی نگهداری مواد غذایی به منظور بررسی امکان استفاده از آنها به عنوان یک روش جایگزین و یا مکمل روشهای مرسوم انجام شده است. به طور معمول اکثر مواد غذایی به کمک حرارت با قرار گرفتن در دامنه حرارتی ۱۰۰-۶۰ درجه سانتیگراد به مدت چند ثانیه تا چند دقیقه فرآوری می شوند. در طول زمان فرآیند حرارتی مقدار زیادی انرژی به ماده غذایی منتقل می شود. این انرژی ممکن است واکنشهای ناخواسته ای در ماده غذایی به وجود آورد و سبب ایجاد تغییرات نامطلوب یا تشکیل ترکیبات جانبی شود. به عنوان مثال شیری که به روش حرارتی فرآوری شده، ممکن است دارای طعم پختگی باشد که به دنبال آن ویتامینها، مواد مغذی ضروری و مواد مولد طعم از بین می روند. این حقیقت که علاوه بر عمر انباری، کیفیت غذا نیز از نظر مصرف کننده اهمیت دارد، سبب پیدایش روش های غیر حرارتی نگهداری مواد غذایی شده است. به منظور حذف (یا به حداقل رساندن) عوامل کاهش دهنده کیفیت مواد غذایی که از فرآیندهای حرارتی ناشی می شوند، استفاده از روشهای غیر حرارتی نگهداری مواد غذایی در حال گسترش است.

دمای ماده غذایی در طول فرآیند غیر حرارتی کمتر از دماهایی است که به طور متداول در فرآیند حرارتی استفاده می شوند. بنابراین کاهش کیفیتی که در نتیجه استفاده از دماهای بالا به وجود می آید، در فرآیندهای غیر حرارتی به حداقل می رسد. انتظار می رود که ویتامینها، مواد مغذی ضروری و مواد مولد طعم در حین فرآیندهای غیر حرارتی بدون تغییر باقی مانده یا حداقل تغییرات را متحمل شوند. علاوه بر این فرآیندهای غیر حرارتی در مقایسه با فرآیندهای حرارتی به انرژی کمتری نیاز دارند. مواد غذایی را می توان با روشهای غیر حرارتی نظیر استفاده از فشار هیدرواستاتیک بالا، میدان های الکتریکی پالسی، پالس های نوری شدید، تشعشع، مواد شیمیایی، مواد بیوشیمیایی فراوری نمود.

### **فرآوری مواد غذایی با استفاده از فشار هیدرواستاتیک بالا : (HPP) High Pressure Processing**

فناوری فشار بالا، به علت غیر فعال کردن میکروارگانیسم ها و همچنین تولید محصولاتی با کیفیت بالا اهمیت خاصی در صنایع غذایی پیدا کرده است. در ابتدا فناوری فشار بالا در تولید انواع سرامیک، استیل و آلیاژهای خاصی مورد استفاده قرار می گرفت. در دهه گذشته، فناوری استفاده از آن در صنایع غذایی نیز گسترش یافت.

تولید فشار بالا:

در صنایع فلزی و سرامیک از مخازن تحت فشاری که تحمل فشارهای بالا را دارند استفاده می شود. البته، در صنایع غذایی تجهیزاتی مورد نیازند که تحمل فشارهای بسیار بالاتر یعنی تا حدود ۴۰۰۰ اتمسفر را داشته باشند.

فشار بالا را می توان به روشهای ذیل تولید نمود:

۱- تراکم مستقیم با فشردن ماده ناقل فشار در پیستونی که قطر قسمت انتهایی آن کم می باشد. انتهای قطر پیستون توسط یک پمپ کم فشار به حرکت در می آید. در این روش تراکم بسیار سریع صورت می گیرد، اما محدودیتهای ارتباط دینامیکی فشار بالا بین پیستون و سطح داخلی مخزن کاربرد این روش را در سیستمهای نیمه صنعتی و آزمایشگاهی با مشکل مواجه می کند.

۲- در تراکم غیر مستقیم از یک تشدید کننده فشار بالا برای انتقال ماده ناقل فشار از یک مخزن به مخزن بسته تحت فشار بالا استفاده می شود تا اینکه فشار به مقدار دلخواه برسد. در اکثر سیستمهای صنعتی فشاردهی ایزواستاتیک، از روش تراکم غیر مستقیم استفاده می شود.

۳- 3- با حرارت دادن ماده ناقل فشار درجه حرارت آن افزایش یافته، منبسط شده و فشار زیادی تولید می شود. بنابراین، حرارت دادن ماده ناقل فشار زمانی انجام می شود که همزمان از فشار بالا و درجه حرارت زیاد استفاده گردد. در این روش کنترل دقیق درجه حرارت در تمام حجم داخلی مخزن تحت فشار ضروری است.

۴- شرح فرآیند

۵- طرز کار مخزن فشار بالا

۶- در این سیستم ابتدا ماده غذایی در یک ظرف استریل پر می شود و پس از محکم شدن درب آن در مخزن فشار قرار می گیرد تا فشار مورد نظر اعمال گردد. لفافی که برای بسته بندی مواد غذایی فرآوری شده در فشار بالا توصیه می شود کوپلیمر اتیلن وینیل الکل و پلی وینیل الکل می باشد.

۷- از آنجا که فشار اعمال شده یکنواخت است، بسته بندی تغییر شکل پیدا نمی کند. پس از آنکه مخزن از مواد غذایی بسته بندی شده پر شد و درب آن مسدود گردید ماده ناقل به داخل آن تزریق می شود. در اغلب سیستمهای متداول ماده ناقل فشار آب می باشد که به منظور ایجاد حالت لغزندگی و ضد خوردگی آن را با مقدار کمی روغن مخلوط می کنند.

۸- اساس استفاده از فشارهای بالا در فرآوری مواد غذایی متراکم نمودن آب اطراف آنها می باشد. در دمای اتاق حجم آب در فشار ۱۰۰۰ اتمسفر تا ۰.۴٪، در فشار ۲۰۰۰ اتمسفر تا ۰.۷٪، در فشار ۴۰۰۰ اتمسفر تا ۱.۱۵٪ و در فشار ۶۰۰۰ اتمسفر تا ۱.۵٪ کاهش می یابد. از آنجا که متراکم کردن مایعات تغییرات حجمی کمی در آنها ایجاد می کند، خطرات ناشی از مخازن فشار بالایی که در آنها از آب استفاده می شود کمتر از مخازنی است که در آنها از گاز متراکم استفاده می گردد.

۹- در این روش ماده غذایی به مدت مشخصی تحت فشار بالا قرار می گیرد. زمان نگهداری ماده غذایی در مخزن تحت فشار به نوع ماده غذایی و درجه حرارت فرآیند بستگی دارد. در پایان زمان فرآوری، فشار داخل مخزن حذف می شود تا مواد فرآوری شده خارج گردند. سپس بخش دیگری از ماده غذایی در مخزن فشار قرار می گیرد و این چرخه تکرار می گردد.

۱۰- به لحاظ مهندسی، معایب استفاده از فشار بالا در صنایع غذایی به طور عمده مربوط به ساخت مخازن تحت فشار جهت فرآوری مقادیر زیاد مواد غذایی و نیز تحمل فشار بالا می باشند. تمیز کردن دستگاه باید ساده و کار کردن با آن بدون خطر باشد. همچنین، دستگاه باید مجهز به سیستمهای کنترلی دقیق باشد.

۱۱- اثرات بیولوژیکی فشار بالا

۱۲- مطالعه اثر فشار بر موجودات زنده، بیولوژی فشار (باربیولوژی) نامیده می شود. همچنین به فشارهای بالاتر از فشار اتمسفر فشار بالا گفته می شود. فشار بالا تغییرات زیادی در سیستمهای بیولوژیکی، غشای سلولی و دیواره سلولی میکروارگانیسمها به وجود می آورد. به طور کلی

باکتریهای گرم منفی نسبت به باکتریهای گرم مثبت در فشارهای پایین تری غیر فعال می شوند.

۱۳- اثر فشار بالا بر میکروارگانیسمها

۱۴- الف) تغییرات مرفولوژیکی

۱۵- اکثر باکتریها می توانند تا فشارهای ۳۰۰-۲۰۰ اتمسفر رشد کنند. میکروارگانیسمهایی که قادرند در فشارهای بالاتر از ۴۰۰-۵۰۰ اتمسفر رشد کنند "باروفیل"، میکروارگانیسمهایی که در فشار بالاتر از ۳۰۰-۴۰۰ اتمسفر قادر به رشد نبوده و یا رشد کمی دارند "باروفوب" نامیده می شوند.

توقف حرکت

۱۶- اکثر باکتریهای اگر به مدت طولانی در معرض فشار ۴۰۰-۲۰۰ اتمسفر قرار گیرند، قابلیت حرکت خود را از دست می دهند *Escherichia coli*، *Vibrio* و *Pseudomonas* در فشار ۱۰۰ اتمسفر فلاژلهای خود را حفظ می کنند، اما در فشار ۴۰۰ اتمسفر آنها را از دست می دهند. از بین رفتن تحرک در بعضی از باکتریها برگشت پذیر است.

۱۷- ب) غیر فعال شدن میکروارگانیسمها و اسپورها

۱۸- در فرآیند HPP غیر فعال کردن میکروارگانیسمهای رویشی بدون تخریب عطر، طعم، بافت، رنگ و ترکیبات مغذی صورت می گیرد و فشار به تمام قسمت‌های فرآورده غذایی به طور یکسان منتقل می شود. اگر فشار به کار برده شده به اندازه کافی باشد، تمام سلولهای رویشی میکروارگانیسم و اسپورها غیرفعال می شوند.

۱۹- اثرات شیمیایی و میکروبیولوژیکی HPP به فاکتورهایی وابسته است، مهمترین آنها مربوط به دما و زمان است. باکتریها در مقابل فشار مقاومت‌های متفاوتی از خود نشان می دهند. معمولاً باکتریهای گرم منفی مقاومت کمتری نسبت به باکتریهای گرم مثبت در برابر فشار دارند. *Staphylococcus aureus* مقاومت بسیار زیادی نسبت به فشار بالا دارد، همچنین "اسپورهای کلستریدیوم" مقاومت زیادی به فشار دارند. ترکیب روش HPP با حرارت ملایم، به عنوان مثال فشار

۲۰- ۷۰۰-۵۰۰ atm دمای ۹۰-۱۱۰ °C اسپورهای *Cl. botulinum* را غیرفعال می کند، همچنین HPP در غیرفعال کردن میکروارگانیسم در PH اسیدی موثرتر است. کپک و مخمرهای مولد فساد، در کمتر از چند دقیقه تحت فشار ۴۰۰ atm غیرفعال می شود، هر چند این فرآیند برای کاهش مایکوتوکسین‌هایی مثل پاتولین کافی نیست.

۲۱- اسپورها در فشار بالا جوانه زده و به سلول رویشی تبدیل می شوند و در مرحله بعد سلولهای رویشی غیر فعال می گردند. در درجه حرارتهای پایین، فشار کم باعث جوانه زنی و حساس شدن به حرارت می شود، اما اسپورهای جوانه زده در حد ناپیزی غیرفعال خواهند شد.

۲۲- پدیده غیرفعال شدن اسپورها در فشارهای زیاد به شدت تحت تاثیر درجه حرارت و به میزان کمتری تحت تاثیر pH، فعالیت آبی و قدرت یونی قرار دارد. درجه حرارت بهینه برای آغاز جوانه زنی اسپورها در فشارهای مختلف متفاوت است. اسپورها در حدود pH خنثی بیشتر و در pH های اسیدی و قلیایی، به میزان کمتری غیرفعال می شوند. شرایط بهینه جوانه زنی اسپورها در اثر فشار در حدود pH خنثی است. حلالهای غیر یونی با فعالیت آبی کم اثر کمی بر

میزان غیرفعال شدن اسپورها به وسیله فشار دارند در حالیکه حضور حلالهای یونی نظیر نمک طعام سرعت غیر فعال شدن را کاهش می دهد. اکثر اسپورها در غیاب یونهای غیر آلی در اثر فشار جوانه نمی زنند. یونها ممکن است بر تجزیه آنزیمی پپتیدوگلیکان در حین جوانه زنی اثر بگذارند. اثر یونهای هیدروژن، پتاسیم، منگنز، کلسیم، منیزیم، سدیم بر جوانه زنی تحت فشار به ترتیب کاهش میابد. همچنین، حضور یونها سبب افزایش حساسیت حرارتی اسپورها در محلولهای بافر نسبت به محلولهای آب مقطر در همان فشار و دما می شود.

۲۳- عوامل موثر بر غیر فعال شدن میکروارگانیسمها در فشار بالا

۲۴- غیر فعال شدن میکروارگانیسمها در فشار بالا به pH، ترکیب، فشار اسمزی و درجه حرارت محیط بستگی دارد. فشار بالا pH محیط را تغییر می دهد که عامل تشدید کننده غیرفعال شدن میکروارگانیسمها می شود. حساسیت باکتریها به فشار بالا در محلول نمکهای معدنی و محیطهای مغذی بیشتر می شود. با افزایش فشار حساسیت باکتریهای باروفیل به فشار اسمزی بالا زیاد می شود.

۲۵- فشار بالا در درجه حرارت متوسط اثر سینرژیستی دارد. افزایش فشار غیرفعال شدن میکروارگانیسمها در دمای بالا به تاخیر می اندازد. در دمای ۴۶٫۹ درجه سانتیگراد سرعت غیرفعال شدن سلولهای E.coli در فشار ۴۰۰ اتمسفر کمتر از فشار ۱ اتمسفر است. اسپورها هنگامی که در دمای ۳۰ درجه سانتیگراد در فشارهای ۱۰۰۰-۶۰۰ اتمسفر قرار می گیرند طی چند دقیقه یا چند ساعت غیرفعال می شوند، اما در درجه حرارت پایین تر و تحت همان فشار به مدت چندین ماه زنده می مانند .

۲۶- فشار بالا همچنین سبب فعال یا غیر فعال شدن آنزیمها میشود. فعالیت سوکسینات دهیدروژنازها ، فورمات ومالات در E.coli، با افزایش فشار کاهش میابد .

۲۷- استفاده و تاثیر مشخص و بارز این روش در غیرفعال کردن میکروارگانیسمهای پاتوژن آنزیمها در آبمیوه ها، خصوصا آب سیب و پرتقال می باشد. اثرگذاری این تیمار روی فعالیت پلی فنل اکسیداز در آب سیب و پکتین استراز در آب پرتقال مشخص می باشد. فعالیت پکتین استراز باقیمانده در آب پرتقال در شرایط فشار ۴۵۰ اتمسفر، دمای ۵۰ درجه سانتیگراد و در زمان ۳۰ دقیقه حدود ۷٪ اندازه گیری شده که در مقایسه با ۱۲٪ در شرایط فشار ۴۵۰ اتمسفر، دمای ۴۰ درجه سانتیگراد و زمان ۶۰ دقیقه نتیجه مطلوب و مناسبی است. همچنین فعالیت پلی فنل اکسیداز در آب سیب پس از تیمار در فشار ۴۵۰ اتمسفر، دمای ۵۰ درجه سانتیگراد و زمان ۶۰ دقیقه حدود ۹٪ محاسبه شده است.

۲۸- ایزوآنزیمهای مقاوم به فشار عامل فعالیتهای پس از فرآیند فشار هستند. غیر فعال کردن آنزیمها در این روش برگشت ناپذیر است و آنزیمها در دوره نگهداری نمی توانند دوباره فعال شوند .

۲۹- HPP به عنوان تکنولوژی سودمندی برای غیرفعال کردن آنزیمها در آبمیوه ها ثبت گردیده، فشار بالاتر از ۴۰۰ اتمسفر با حرارت ملایم کمتر از ۵۰ درجه سانتیگراد همراه شده و در نتیجه غیرفعال کردن آنزیمها تسریع یابد. تاثیر HPP در سرعت و میزان دناتوراسیون برگشت ناپذیر آنزیمها به ترکیب و ساختار آنزیم، pH، فشار و دما بستگی دارد .

۳۰- استفاده از فشار بالا در فرآوری مواد غذایی

۳۱- از فرآوری در فشار بالا می توان برای افزایش زمان نگهداری مواد غذایی، انجماد زدایی مواد غذایی منجمد و نگهداری مواد غذایی بدون استفاده از انجماد استفاده نمود. با استفاده از فشارهای مناسب، میکروارگانیسمها، اسپورها و آنزیمهای نامطلوب غیرفعال شده و در نتیجه زمان نگهداری مواد غذایی افزایش می یابد.

۳۲- اثر فرآیند HPP بر مواد غذایی مختلف:

۳۳- میوه ها:

۳۴- HPP می تواند رنگ طبیعی و شفاف، خصوصیات بافت و طعم طبیعی میوه ها را برای مدت طولانی حفظ کند. استفاده صحیح و دقیق این روش امکان فرآوری بسیاری از فراورده های میوه ای تازه را فراهم می کند، مانند قطعه های میوه در آبمیوه، ژل میوه ای، آب گریپ فروتی که با این روش تهیه شود، فاقد طعم تلخ لیمونین خواهد بود که در فرآوری متداول حرارتی وجود دارد. اگر میوه هایی نظیر هلو و گلابی به مدت ۳۰ دقیقه در فشار ۴۱۰۰ اتمسفر فرآوری شوند، حالت استریل خود را تا ۵ سال حفظ خواهند نمود. طعم آب مرکباتی که بدون پاستوریزه شدن تحت تیمار فشار قرار گرفته اند همانند میوه تازه بوده و ویتامین C آنها حفظ می شود و تا ۱۷ ماه قابلیت نگهداری دارند.

۳۵- فرآورده های گوشتی:

۳۶- اگر چه HPP در غیرفعال کردن باکتریهای مسمومیت زا مانند *Salmonella*، *Listeria* و *E.coli* اثر قابل ملاحظه ای دارد، تاکنون صنعت گوشت در زمینه کاربرد HPP وسعت چندانی نیافته است. استفاده از HPP هزینه بالایی دارد، همچنین HPP روی خواص حسی گوشت اثرگذار است و اغلب باعث تسریع دنا تورا سیون پروتئینهای گوشت می شود. با این وجود استفاده از HPP در غذاهای آماده گوشتی مثل همبرگر و سالامی موفقیت آمیز بوده است.

۳۷- فرآورده های لبنی:

۳۸- فرآیند HPP، علاوه بر هزینه زیادی که دارد، در مورد تأمین سلامت فرآورده لبنی قابل رقابت با فرآیند حرارتی نیست. HPP بیشتر در فرآوری پنیر، اصلاح حالت کف کنندگی، امولسیفیه کردن و اصلاح خصوصیات ژله ای شدن پروتئینهای شیر استفاده می شود.

۳۹- در انتها برای ارزیابی فناوری فشار بالا می توان گفت؛ مزیت عمده این روش غیر فعال شدن آنزیمها بدون تخریب مواد مغذی و تغییر طعم و بافت مواد غذایی می باشد، همچنین همراه با برخی اثرات مطلوب می باشد. واز محدودیت های آن، مشکل فنی نصب لوله های مقاوم به فشار بسیار بالا، نیاز به سرمایه گذاری بالا و عدم کفایت این روش برای غیر فعال کردن برخی اسپورها می باشد.

۴۰- میدانهای الکتریکی پالسی قوی (Pulsed electric fields (PEF)):

۴۱- از میدان الکتریکی با پالسهای کوتاه و مقیاس زمانی بین میکروثانیه و میلی ثانیه جهت سالم سازی مواد غذایی مایع استفاده می شود. در این روش ماده غذایی ممکن است تحت شرایط محیطی و یا دماهای پایین (سرد شده) (فرآوری گردد). جهت به حداقل رسیدن فرآیند حرارتی در روش استفاده از میدانهای الکتریکی پالسی، ماده غذایی در زمانی کوتاه و با صرف انرژی کم فرآوری می گردد.

۴۲- سیستمهای فرآوری در میدانهای الکتریکی پالسی قوی

۴۳- سیستم فرآوری در میدانهای الکتریکی پالسی قوی از اجزای مختلفی تشکیل شده اند که عبارتند از: منبع انرژی، خازن ذخیره سازی، کلید، محفظه واکنش، پروب ولتاژ، پروب جریان برق، پروب درجه حرارت و نیز تجهیزات بسته بندی اسپتیک. جهت شارژ نمودن خازن از یک منبع انرژی استفاده می شود. وظیفه کلید نیز تخلیه انرژی ذخیره شده در خازن به ماده غذایی موجود در محفظه واکنش است. سیستم کلید ممکن است ایجاد جرقه و اشتعال جیوه، جرقه گاز، ویا آهنربا باشد. در این روش ممکن است ماده غذایی در یک محفظه ثابت قرار گیرد ویا از طریق یک سیستم مداوم به داخل محفظه پمپ گردد. محفظه های ثابت برای مطالعه اولیه در سطح آزمایشگاهی مناسب هستند، ولی در مقیاس پایلوت و یا تولید صنعتی استفاده از منبع مداوم توصیه می شود. قدرت میدان الکتریکی، ولتاژ و شدت جریان نیز به کمک سیستم نمایش نوسانات اندازه گیری می شوند. در مرحله بعد ماده غذایی فرآیند شده در ظروف کوچک ویا به میزان انبوه در ظروف بزرگتر به روش اسپتیک بسته بندی می گردد. جهت افزایش زمان نگهداری توصیه می شود ماده غذایی فرآیند شده در درجه حرارتهای سرد نگهداری شود.

۴۴- در فرآوری مواد غذایی به کمک میدانهای مغناطیسی ممکن است حرارت نیز تولید شود. معمولا در داخل سیستم وسیله ای جهت خنک کردن محفظه واکنش تعبیه شده است. یکی از اجزای مهم و پیچیده این سیستم، محفظه واکنش است. تا به حال انواع مختلفی از محفظه های ثابت و مداوم طراحی شده اند.

۴۵- در مطالعات اولیه این نوع سیستمها از محفظه های واکنش ثابت استفاده می شده است، ولی بعدها محفظه های مداوم و متحدالمحور طراحی شده و گسترش پیدا کردند. ترتیب قرار گرفتن الکتروود نیز در نابودی میکروارگانیسمها مؤثر است.

۴۶- از محفظه هایی با ظرفیت بالاتر می توان در مقیاس صنعتی استفاده نمود.

۴۷- اجتناب از تجزیه دی الکتریک مواد غذایی در این سیستم امری مهم می باشد. آن دسته از مواد غذایی که نسبت به تجزیه دی الکتریک حساس هستند جهت فرآوری در سیستم میدان الکتریکی مناسب نمی باشند. خطر تجزیه دی الکتریک یکی از عوامل محدودکننده کاربرد میدانهای الکتریکی پالسی بخصوص برای مواد غذایی مایع است. همچنین، این سیستم جهت فرآوری مواد غذایی حاوی کف (به دلیل حساسیت حبابهای هوا به تجزیه دی الکتریک) مناسب نمی باشد.

۴۸- این روش در افزایش زمان نگهداری و کیفیت محصولات مایع مانند آب پرتقال، شیر پس چرخ، آب سیب، تخم مرغ مایع و همچنین سس پنیر و سالسا مؤثر عمل می کند.

۴۹- اثرات بیولوژیکی و کاربردهای میدانهای الکتریکی پالسی در نگهداری مواد غذایی

۵۰- شیری که با استفاده از میدانهای الکتریکی پاستوریزه می شود، معایب شیری که به روش حرارتی پاستوریزه شده است را ندارد. Getchell در سال 1935 نوعی فرآیند پاستوریزاسیون الکتریکی با ظرفیت ۱۰۰ گالن در ساعت برای شیر معرفی نمود که یک روش ساده، انعطاف پذیر، مقرون به صرفه، سریع و قابل اطمینان می باشد. در این روش با عبور جریان الکتریکی از داخل شیر حرارت لازم برای غیرفعال شدن میکروارگانیسمها ایجاد میگردد. البته استفاده از PEF جهت پاستوریزاسیون شیر به دو دلیل کمتر مورد توجه قرار گرفته است:

۵۱- الف) ناتوانی در طراحی تجهیزاتی که بتوان به کمک آنها دمای شیر را کنترل کرد؛

۵۲- (ب) عدم کفایت ظرفیت سیستم جهت فرآوری حجم زیادی از شیر.  
۵۳- اگرچه روشهای پاستوریزاسیون حرارتی و الکتریکی میکروارگانیسمها را غیر فعال می کنند، اما کیفیت شیری که به روش حرارتی پاستوریزه شده است در مقایسه با روش الکتریکی (از نظر حفظ تازگی طبیعی) پایین تر می باشد.

۵۴- باکتریهای گرم مثبت و سلولهای رویشی در مقابل PEF نسبت به باکتریهای گرم منفی مقاومت بیشتری دارند، و مخمرها نسبت به باکتریها حساسترند. سلولهای رویشی بیشتر از اسپورها در معرض PEF قرار می گیرند. همانند روش HPP، قابلیت عملکرد PEF در ترکیب با روشهای دیگر افزایش می یابد. روشهای کمکی مانند افزودن ترکیبات آنتی میکروب مثل نیسین، ارگانیک اسید، کاهش pH و حرارت ملایم. تمام این عوامل اثر سینرژیستی روی قابلیت PEF دارند. اگر چه باکتریهای رویشی در میدانهای الکتریکی غیر فعال می شوند، اما اسپورهای *Basillus.cereus* و *Basillus.polymyxa* حتی در میدانهای الکتریکی با شدت  $30 \text{ kv/cm}$  مقاوم هستند. البته، اسپورها پس از رویش به میدانهای الکتریکی حساس خواهند شد. پالسهای الکتریکی بر جوانه زنی اسپورها اثری ندارند و لذا آنها را غیرفعال نمی کنند. اگر بتوان جوانه زنی اسپورها را با سایر روشها تحریک کرد، سلولهای رویشی حاصل با پالسهای الکتریکی غیرفعال خواهند شد. سیمپسون و همکارانش گزارش کرده اند که با ترکیبی از لیزوزیم و پالسهای الکتریکی تعداد اسپورهای *Basillus.subtilis* تقریباً ۵ سیکل لگاریتمی کاهش می یابد. لیزوزیم احتمالاً پوشش اسپورها را حل کرده و سبب حساسیت سلول به میدان الکتریکی می شود. بنابراین، با ترکیبی از میدان الکتریکی و سایر روشها می توان اسپورها را نیز غیرفعال کرد. استفاده از روش ترکیبی در غیرفعال نمودن میکروارگانیسمها در آب میوه ها به ویژه در آب سیب مورد بررسی قرار گرفته است. به این ترتیب اثر ضد میکروبی PEF در آب سیب هنگامی که با برخی از ادویه ها و روغنهای اساسی آنها همراه شده، بسیار مؤثر گزارش شده است.

۵۵- تاثیر دو ادویه میخک و نعناع در ترکیب با روش PEF در غیرفعال سازی میکروارگانیسمها مسلم است. هنگامی که از پودرهای دارچین، زردچوبه، جوزهندی، هل و فلفل قرمز به مقدار  $2\% \text{ w/w}$  در دمای  $45^\circ\text{C}$  درجه سانتیگراد استفاده شد، در تعداد میکروارگانیسمها  $2-3 \log$  کاهش مشاهده شد. هنگامی که از نعناع به مقدار  $1,8\%$  و در دمای  $45^\circ\text{C}$  درجه سانتیگراد استفاده شد، جمعیت کاهش یافته به  $6 \log$  رسید.

۵۶- روغن میخک آنتی میکروب بسیار مؤثری است، هنگامی که غلظت روغن میخک در آب سیب  $0,2\%$  است، در دمای اتاق کاهش بار میکروبی به  $5,3 \log$  می رسد. غیرفعال شدن میکروارگانیسمها هنگامی که از ادویه و حرارت با هم استفاده شود بیشتر است. اما بیشترین تاثیر هنگامی مشاهده شد که روغن میخک و عصاره نعناع با  $40 \text{ pulses of } 90 \text{ PEF}$  ( $40 \text{ pulses of } 90 \text{ PEF}$ ) ( $40 \text{ pulses of } 90 \text{ PEF}$ ) استفاده شدند. اثرگذاری ادویه ها در غیر فعال کردن میکروارگانیسمها در آب سیب همراه با PEF و همچنین بدون آن در جدولهای ذیل آمده است. مکانیسم غیرفعال شدن میکروارگانیسمها را در روش PEF مربوط به تخریب الکتریک غشاهای بیولوژیکی می دانند.

۵۷- اثر میدانهای الکتریکی پالسی بر آنزیمها

۵۸- فعالیت آنزیمهای لیپاز و آمیلاز در میدان الکتریکی با شدت 30 kv/cm متوقف نمی شود. سلولهای E.coli که در اثر میدان الکتریکی غیرفعال شده اند توانایی ساخت بتا گالاکتوزیداز را از دست می دهند. البته، فعالیت بتاگالاکتوزیداز در سلولهای "اشرشیا کلی" که با بنزن گرم خانه گذاری شده اند، تحت تاثیر میدان الکتریکی قرار نمی گیرد. هیچ کاهش قابل توجهی در فعالیت NADH دهیدروژناز، سوکسینیک دهیدروژناز و هگزوکیناز پس از اعمال میدان الکتریکی مشاهده نمی شود.

۵۹- میکروارگانیسیمهای سایکروتروف می توانند مشکلات کیفی در شیرهای یخچالی ایجاد کنند. سودوموناس یک باکتری سایکروتروف است که پروتئاز تولید می کند. پروتئازها به کازئین و پروتئینهای آب پنیر حمله کرده و شیر نگهداری شده در دمای ۴ درجه سانتیگراد را تلخ و منعقد می کنند Vega. و همکارانش غیرفعال شدن یک پروتئاز به دست آمده از "سودوموناس فلورسنس" را مطالعه کردند. پروتئاز پس از ۲۰ پالس با شدت ۰,۲۵ HZ و در میدان الکتریکی با شدت ۱۸ kv/cm در یک سیستم مدل حاوی Tryptic soy broth و عصاره مخمر تا ۸۰٪ غیرفعال می شود. البته، سرعت غیرفعال شدن پس از ۹۸ پالس با شدت پالس 2 HZ و شدت میدان الکتریکی ۱۴ kv/cm در شیر پس چرخ ۶۰٪ بوده است. شدت میدان بالا (۲۵ kv/cm) و شدت پالس پایین (۰,۶ kw/cm) حساسیت پروتئینهای شیر پس چرخ به پروتئولیز را افزایش می دهند. آنزیم فسفاتاز قلیایی به عنوان شاخص کیفیت حرارتی پاستوریزاسیون کاربرد دارد. فعالیت فسفاتاز قلیایی با استفاده از ۷۰ پالس با شدت میدان الکتریکی ۱۸,۸ kw/cm به میزان ۶۰٪ در شیر خام و شیر ۲٪ چربی و به میزان ۶۵٪ در شیر بدون چربی کاهش می یابد. اگرچه فسفاتاز قلیایی طبیعی نسبت به هضم تریپسین مقاوم است اما تیمار با میدان الکتریکی فسفاتاز قلیایی را برای تریپسین قابل هضم می سازد.

### استفاده از ترکیبات شیمیایی و بیوشیمیایی در نگهداری مواد غذایی:

افزودنیها بنا به دلایل مختلفی در مواد غذایی مورد استفاده قرار می گیرند. این دلایل عبارتند از: افزایش زمان ماندگاری، ایجاد رنگ، ایجاد طعم، بهبود بافت و یا ارزش تغذیه ای ماده غذایی. بر اساس تعریف وزارت دارو و غذای امریکا از نگهدارنده های شیمیایی، نگهدارنده شیمیایی عبارت است از: « هر نوع ماده شیمیایی که وقتی به ماده غذایی افزوده شود سبب افزایش طول عمر و یا به تعویق انداختن زمان فساد آن می گردد. البته، این مواد شامل نمک طعام، شکر، سرکه ها، ادویه ها و روغنهای حاصل از آنها و نیز موادی که ماده غذایی به طور مستقیم در معرض آنها قرار داده می شود نظیر ترکیبات دودی حاصل از چوب و یا مواد شیمیایی آفت کش و حشره کش نمی شود»

الف) ترکیبات شیمیایی با خواص ضد میکروبی

۶۰- (1) اسیدهای آلی: یکی از بهترین روشهای ممانعت از فعالیت میکروارگانیسیمهای مشکل ساز در دمای اتاق کاهش pH است. این کار توسط افزودن اسیدهای آلی مثل:

۶۱- \*اسید بنزوئیک: یکی از قدیمیترین مواد شیمیایی مورد استفاده در مواد غذایی، دارویی و آرایشی اسید بنزوئیک است. نمک سدیم اسید بنزوئیک به صورت طبیعی در آلوئ خشک، دارچین، تمشک، سیب، توت فرنگی و ماست وجود دارد. برخی از مواد غذایی که به کمک اسید بنزوئیک و بنزوات سدیم قابل نگهداری هستند عبارتند از: آبمیوه ها، شربت سیب، نوشیدنیهای کربناته و غیر کربناته، محصولات آردی پخته شده، سسهای سالاد، مارگارین، کچاپ گوجه



فرنگی، سالاد میوه، ساورکرات، مربا و ژله. اسد بنزوئیک و بنزوات سدیم به عنوان قارچ کش نیز عمل می کنند و جهت جلوگیری از بیماریهای پس از برداشت میوه ها و سبزیها به کار می روند. اسید بنزوئیک و بنزوات سدیم جزو لیست GRAS1 بوده و بهترین افزودنی جهت نگهداری مواد غذایی با pH کمتر از ۴.۵ می باشند. در غذاهای اسیدی بنزوات به عنوان ترکیب ممانعت کننده از رشد کپک و مخمر عمل می نماید .

۶۲- \*اسید سوربیک: اسید سوربیک نیز یک ترکیب طبیعی در مواد غذایی است که نمکهای پتاسیم، سدیم و کلسیم آن برای نگهداری مواد غذایی استفاده می شود. حداکثر مصرف مجاز سوربات در مواد غذایی ۰.۲٪ است. بیشترین اثر اسید سوربیک در pH زیر ۶ ظاهر می شود . بیشتر بر کپک و مخمر مؤثرند. باکتریهای حساس به سوربات عبارتند از St.aureus، Salmonella، Coliform ها ، باکتریهای سایکروتروف عامل فساد و Vibrio.parahaemolyticus. وجود سوربات تخریب حرارتی اسپورها را تسهیل می کند . فعالیت آنزیمهایی نظیر سوکسینات، دهیدروژناز، فومراز و آسپارتاز به کمک سوربات متوقف می شود. در فرآورده های لبنی مخصوصا پنیر، کیک و کلوچه، سبزیهای تخمیری، میوه های خشک شده و مربا و ژله، نوشیدنیها، مایونز و فرآورده های گوشت و ماهی نظیر ماهی شور شده و دودی و سوسیسهای خشک کاربرد دارد. همچنین، به عنوان ماده ضد بوتولیسم در فرآورده های گوشتی به کار می روند. با توجه به خطرزا بودن نیتريت و نیتروزآمینها برای سلامت مصرف کننده، می توان با استفاده توام از سوربات و نیتريت غلظت نیتريت مصرفی را در فرآورده های گوشتی کاهش داد .

\*اسید پروپیونیک: نمکهای اسید پروپیونیک طعم پنیری در محصول بوجود می آورند. پروپیوناتها در pH بالای ۵.۵ اثر می کنند. به طور طبیعی در پنیر و دستگاه گوارش نشخوارکنندگان وجود دارد. اثر ممانعت کنندگی روی کپکها دارند.

\*اسید استیک: جزو لیست GRAS بوده و به عنوان ماده اسیدی کننده و طعم دهنده در میوه ها و سبزیهای کنسرو شده، مایونز، سسهای سالاد و سوسیسها کاربرد دارد. اثر ممانعت کنندگی اسیداستیک روی باکتریها به مراتب شدیدتر از کپکها و مخمرهاست. این اسید از رشد کپکهای Aspergillus و Rhizopus در نان جلوگیری می کند.

\*اسید سیتریک: مهمترین اسید آلی مورد استفاده در صنایع غذایی است. از اسید سیتریک به عنوان نمونه استاندارد در بررسی اثر سایر اسیدها بر مواد غذایی استفاده می شود. این اسید یک پیش ساز دی استیل محسوب می شود، لذا از آن جهت بهبود طعم فرآورده های لبنی کشت داده شده استفاده می شود. در مواد غذایی نظیر بستنی، شربت، سسهای سالاد، میوه های نگهداری شده، مربا و ژله استفاده می شود.

\*اسید لاکتیک: نوعی افزودنی GRAS است که در ساخت شیرینیها، افزودنیهای لبنی و فرآورده های گوشتی، آبجو، شراب، نوشیدنیها، فرآورده های پخته شده غلات و لاکتیلانهای کلسیم و پتاسیم که جهت بهبود خواص خمیر در صنایع غلات کاربرد دارند استفاده می شود.

\*اسید مالیک: افزودنی GRAS است که در فرآورده های غذایی شامل نوشیدنیهای بدون کالری، آب نباتهای سخت، گوجه فرنگی کنسرو شده استفاده می شود .

\*اسید فوماریک: طعم اسیدی قوی ایجاد می کند و همراه با با برخی از مواد طعم دهنده دیگر جهت تشدید پس مزه آنها به کار می رود. اسید فوماریک به طور طبیعی در برنج، نیشکر، شراب، برگ گیاهان، قارچها و

ژلاتین یافت می شود. از اسید فوماریک در نوشیدنیهای میوه ای، دسرهای ژلاتینی، پرکننده های مغز کلوچه، نان چاودار و خمیرهای سرد شده در بیسکویت استفاده می شود .  
تنها اسید معدنی که در صنایع غذایی کاربرد وسیعی دارد اسید فسفریک است. این اسید در مقایسه با سایر اسیدهای خوراکی pH پایینتری ایجاد می کند. از این اسید جهت اسیدی کردن مواد غذایی، ایجاد حالت بافر، ایجاد طعم اسیدی استفاده می گردد. در تولید نوشابه های گازدار نظیر نوشابه های کولا و آبجوی تهیه شده از ریشه های گیاهی استفاده می شود. همچنین، در تولید پنیر جهت تنظیم pH و در مربا و ژله هم کاربرد دارد .

2) سولفیتها و دی اکسید گوگرد :باکتریها در مقابل مقدار ناچیز دی اکسید گوگرد (25-50 ppm) حساس هستند، در واقع باکتریها از کپک و مخمر حساسترند. استفاده رایج SO<sub>2</sub> در صنایع شراب سازی برای جلوگیری از رشد باکتریهای استیک و کپک و مخمر و در میوه های خشک شده برای جلوگیری از رشد باکتریها و قهوه ای شدن است. در بسیاری از کشورها به عنوان آنتی اکسیدان در گوشتهای عمل آوری شده و به عنوان رنگبر در عصاره آلبالو استفاده می شود. دی اکسید گوگرد تا چندی پیش ( که نتایج پژوهشها مشخص ساختند مقادیر نسبتا کم سولفیت سبب بروز مشکلات تنفسی می گردد ) جزو لیست GRAS بوده است .

3) نیتريت و نیتراتها: نیتريت و نیترات برای تثبیت رنگ قرمز گوشت و ممانعت از رشد *Cl.botulinum* در گوشتهای بسته بندی شده استفاده می شوند. نیتراتها خود نسبتا غیر سمی هستند، اما می توانند توسط باکتریها در بزاق دهان به نیتريت تبدیل بشوند. نیتريتها در معده می توانند با پروتئینهای غذا واکنش دهند و به ترکیبات N-nitroso تبدیل شوند. این ترکیبات اغلب در گوشت پخته که حاوی نیتريت و نیترات هستند به ویژه وقتی حرارت بالا داده می شوند، رویت می شود. چون نیتروزآمین موجب سرطان زایی می شود، میزان مصرف نیتريت و نیترات از پیش تعیین شده است. یکی از معایب استفاده از نیتريت پایداری حرارتی کم و عمر انباری کوتاه آن می باشد .

#### 4) نگهدارنده های طبیعی غذا :

از مواردی که موجب نگرانی مصرف کننده می شود استفاده از نگهدارنده ها و افزودنیهای شیمیایی و آنتی اکسیدانهای سنتتیک در مواد غذایی می باشد. نگهدارنده های طبیعی که به طور طبیعی در غذا موجودند، با روشهای مختلفی باعث افزایش عمر نگهداری محصول می شوند .برخی خاصیت آنتی میکروبی دارند واز فساد مواد غذایی وفعالیت باکتریهای پاتوژن جلوگیری می کنند. برخی ضد قارچ هستند و از فعالیت کپک و مخمر جلوگیری می کنند و بعضی هم به عنوان آنتی اکسیدان عمل می کنند .

الف) آنزیمهای آنتی میکروب :

\*لاکتوپراکسیداز: لاکتوپراکسیداز فراوانترین پراکسیداز موجود در شیر می باشد. مقدار آن در شیر بین 10-30 μg/ml متغیر است. میکروارگانیسمهایی که فعالیتشان تحت تاثیر لاکتوپراکسیداز متوقف می شود عبارتند از: باکتریهای گرم منفی شامل *Coliform* ، *Salmonella* و *Shiglla* و باکتریهای گرم مثبت شامل *Stereptococcus* و *Lactobacillus* و ویروسها، قارچها و انگلها می باشند. باکتریهای گرم منفی حساستر از گرم مثبت است. از آنزیم لاکتوپراکسیداز در نگهداری شیر، غذای کودک و تخم مرغ کامل مایع استفاده می شود. با بکار گیری لاکتوپراکسیداز زمان ماندگاری شیر پاستوریزه ۲۰ روز افزایش می یابد .  
\*لیزوزیم: لیزوزیم نوعی آنزیم تجزیه کننده است که به طور طبیعی در شیر، سفیده تخم مرغ و انجیر وجود دارد. لیزوزیم اثر ضد میکروبی خود را روی میکروارگانیسمها از طریق تجزیه لایه پپتیدوگلیکان دیواره

سلولی آنها می گذارد. از آنجا که باکتریهای گرم مثبت پپتیدوگلیکان بیشتری دارند، نسبت به این آنزیم حساسترند. استفاده از لیزوزیم در اروپا، آسیا و ایالات متحده به عنوان افزودنی غذایی مجاز می باشد. در اروپا از لیزوزیم برای جلوگیری از تورم و تولید گاز توسط *Clostridium* در پنیرهای سخت استفاده می گردد. ژاپنیها نیز از لیزوزیم برای نگهداری خرچنگ، میگو و سایر فرآورده های دریایی، ساشی، ساکی، انواع نودلها، سالاد سیب زمینی و کاستارد استفاده می نمایند.

(ب) باکتریوسینها :

باتریوسینها، ماکرومولکولهای حاوی پروتین هستند که می توانند فعالیت باکتریهای حساس را مهار کنند. کلی سینها باکتریهای *E.coli* و دیپلوکوکسین و نیسین باکتریوسینهای *Lactococcus* می باشند . باکتریوسینها میتوانند رشد باکتریهای گرم مثبت، باکتریهای اسپورزا و باکتریهای بیماریزای غذایی نظیر *listeria . monosytogenes* را مهار کنند.

نیسین توسط *Str.lactis* تولید می شود و تنها باکتریوسین مجاز در ایالات متحده است. نیسین در فرآورده های تخمیری شیر اسپورهای گرم مثبت را با افزایش حساسیت آنها به حرارت از بین می برد، همچنین مانع رشد اسپورهای *Cl.botulinum* در *cheese spread* و رشد *Listeria* در *cottage soft cheese* می شود، واز اسپورزایی باکتریهای مولد فساد در کنسرو سبزیجات جلوگیری می کند.

(ب) مواد افزودنی با خواص چند منظوره

### ادویه ها و روغنهای اساسی:

هدف اصلی از افزودن ادویه ها به ماده غذایی ایجاد طعم می باشد. برخی از ادویه ها مانع رشد میکروارگانیسمها می شوند. برای مصرف کننده ادویه های طبیعی با منشا گیاهی مطلوبتر از افزودنیهای سنتتیک غذایی می باشد. خود ادویه ها نیز مؤثرتر از عصاره هایشان هستند. بطور کلی، حساسیت میکروارگانیسمهای گرم مثبت بیشتر از انواع گرم منفی است .