کتاب جامع

بهداشت عمومی

فصل ٤ / گفتار ۹ / دکتر محمدمهدی اصفهانی

بهداشت مواد غذایی

فهرست مطالب

اهداف درس ۴۰۵
فساد و آلودگی مواد غذایی ۴۰۶
عوامل آلودگی و فساد مواد غذایی ۴۰۶
آلودگی‌های اولیه و ثانویه ۴۰۸
چگونگی آلودگی مواد غذایی در طبیعت ۴۰۸
الف : آلودگی اولیه گیاهان ۴۰۹
ب : آلودگی مواد غذایی توسط حیوانات ۴۰۹
ج : آلودگی‌های مواد غذایی بوسیله آبهای آلوده و مواد دفعی ۴۰۹
د : آلودگی مواد غذایی بوسیله خاک ۴۱۰
ه : آلودگی مواد غذایی بوسیله هوا ۴۱۰
اصول کلی در پیشگیری از آلودگی‌های ثانویه ۴۱۰
اصول کلی نگهداری مواد غذایی ۴۱۲
بیماری‌های ناشی از غذا ۴۱۳
مواد سمی طبیعی ۴۱۴
۱ ـ مواد سمی طبیعی در مواد غذایی گیاهی ۴۱۴
۲ ـ مواد سمی طبیعی در محصولات غذایی حیوانی ۴۱۵
۳ ـ مایکوتوکسین‌ها ۴۱۶
باکتری‌ها و ویروس‌های مهم در بهداشت مواد غذایی ۴۱۶
الف ـ باکتری‌های عامل مسمومیت غذایی ۴۱۶
ب ـ باکتری‌های عامل عفونت‌های غذایی ۴۱۷
ج ـ ویروس‌های عامل بیماری‌های ناشی از غذا ۴۱۷
چند تذکر مهم برای پیشگیری از مسمومیت‌های غذایی ۴۱۸
منابع ۴۱۸

بهداشت مواد غذایی

دکتر محمدمهدی اصفهانی
دانشگاه علوم پزشکی ایران

اهداف درس

انتظار می‌رود فراگیرنده، پس از گذراندن این درس، بتواند

- **عوامل آلودگی مواد غذایی را بشناسد و نقش و اهمیّت هریک از آن‌ها را توضیح دهد**
- **راهکارهای عملی پیشگیری از آلودگی‌های ثانویه مواد غذایی را بیان کند**
- **مهمترین باکتری‌ها و ویروس‌های عامل مسمومیت‌های غذایی را نام ببرد و نشانی‌های بالینی عمده ناشی از آن‌ها را توضیح دهد**
- **راه‌های پیشگیری از مسمومیت‌های غذایی را بیان کند و به تهیه کنندگان مواد غذایی، آموزش دهد**

واژه‌های کلیدی

بهداشت مواد غذایی، آلودگی، فساد، بیماری، مسمومیت، عفونت، مواد سمّی

مقدمه

برای برخورداری از تغذیه مناسب و درست باید به دو موضوع زیر توجه داشت :

۱ـ دریافت عوامل مختلف غذایی متناسب با نیازهای بدن (ماکرونوترینت‌ها، میکرونوترینت‌ها . . .).

۲ـ دریافت غذای مورد نیاز به صورت کاملا سالم و فاقد آلودگی‌های زیان بخش و در شرایطی که مواد مغذی آن در مراحل مختلف تهیه، طبخ، نگهداری تا حد امکان حفظ گردد. آنچه که اینک مورد بحث ما است در حقیقت همین موضوع دوم است که معمولا تحت عنوان بهداشت مواد غذایی مورد گفتگو قرار می‌گیرد.

یادآوری این نکته برای توجه بیشتر به اهمیّت بهداشت مواد غذایی، سودمند است که ممکن است غذای مصرفی کاملا با نیازهای جسمی انسان هماهنگ باشد و همه شرایط یک تغذیه کافی را داشته باشد اما به لحاظ

آلودگی یا وجود عوامل زیان بخش در آن، سلامت انسان را به طور جدی تهدید نماید. لذا بهداشت مواد غذایی، در واقع تضمین کننده سودبخشی غذای مناسب و یک رکن اساسی در تغذیه صحیح است.

فساد و آلودگی مواد غذایی

اگر چه مفهوم **فساد** به عنوان پیدایش تغییرات نامطلوب و زیان بخش در مواد غذایی با مفهوم **آلودگی** به عنوان ورود و اضافه شدن عوامل بیماری‌زا و نامطلوب به مواد خوردنی متفاوت است، اما به هر صورت، هم آلودگی و هم فساد، هر دو به کاهش کیفیت و یا غیر قابل مصرف شدن مواد غذایی منجر می‌گردد، از این رو، بدون آنکه این دو مفهوم را یکسان و همانند بدانیم، در یک گفتار مختصر، این دو پدیده را یکجا بررسی می‌نماییم: پیامد فساد و آلودگی غالبا پیدایش شرایطی در ماده غذایی است که مصرف آن خواه در کوتاه مدت و خواه در صورت تداوم مصرف، آثار نامطلوبی بر سلامت انسان می‌گذارد.

عوامل فساد و آلودگی،گاهی مستقیما و گاهی نیز به طور غیرمستقیم مثلا فراهم کردن زمینه فعالیت عوامل دیگر، موجب تغییرات نامطلوب و بیماری‌زایی ماده غذایی می‌شوند. آگاهی از این نکته به انسان کمک می‌کند که مناسب ترین تدبیرها را برای کنترل عوامل فساد و آلودگی و در نتیجه فراهم کردن سلامت غذا بکار گیرد.

عوامل آلودگی و فساد مواد غذایی

با توضیحی که در باره دو مفهوم آلودگی و فساد مواد غذایی داده شد اینک جا دارد نگاه کوتاهی به عوامل عمده موثر در پیدایش آلودگی و فساد داشته باشیم:

۱ ـ باکتری‌ها

باکتری‌ها به صورت‌های مختلفی موجب آلودگی و فساد در مواد غذایی می‌شوند. گاهی **حضور عامل بیماری زا** در مواد غذایی (مثلا وجود عوامل سببی سِل و بروسلوز در شیر، یا باسیل تیفوئید در غذای آلوده) آنرا به صورت بیماری زا در می‌آورد گاهی ورود میکروب به مواد غذایی و **سمومی که ترشح می‌کند** (اگزوتوکسین مثلا در مورد استافیلوکوک طلایی، کلوستریدیوم بوتولینوم و آندوتوکسین در مورد کلوستریدیوم پرفرنژنس یا کلوستریدیوم ولشی) سبب مسمومیت مصرف کننده می‌شود و زمانی هم میکروب غیر بیماری زا با **تجزیه مواد غذایی** آنرا به صورت غیرقابل مصرف در می‌آورد.

۲ ـ کپک‌ها

کپک‌ها با حضور رطوبت کافی (۷۰ تا ۹۰ درصد) فعالیت می‌کنند. محیط حاوی قند و اسیدی برای آن‌ها مطلوب تر است اما با وجود این کپک‌ها در رطوبت‌های کمتر، دمای پایین و روی انواع مواد غذایی نیز می‌توانند رشد و فعالیت کنند. وقتی شرایط برای فعالیت آن‌ها نامساعد شود فورا ایجاد اسپور می‌کنند، اسپورها در برابر خشکی و سرما مقاوم می‌باشند و در فضا پراکنده می‌شوند و با مساعد شدن شرایط به سرعت تبدیل به شکل فعال

می‌گردند.

انواع مختلف کپک‌ها در مواد غذایی دیده می‌شوند (مهمترین کپک‌های مواد غذایی از دسته پنی سیلیوم، موکور، ریزوپوس، فوزاریوم و آسپرژیلوس می‌باشند). که برخی خودشان **سمّی**، گروهی نیز دارای **اگزوتوکسین** (مثلا آسپرژیلوس فلاووس و نیز آسپرژیلوس پارازیتیکوس که سم آفلاتوکسین ترشح می‌کند ـ این سم علاوه بر آن که سرطانزا است موجب هموآگلوتیناسیون نیز می‌شود) هستند و ضمناً با **تجزیه مواد غذایی** موجبات فساد خوردنی‌ها را نیز فراهم می‌آورند ترشح اگزوتوکسین کپک‌ها غالبا در حرارت بالاتر از ۱۰ درجه سانتیگراد صورت می‌گیرد.

۳ ـ حشرات

حشرات علاوه بر آلوده ساختن مواد غذایی با **انتقال میکروب‌ها** از فضولات و مواد آلوده بر روی مواد غذایی و نیز **باقی گذاشتن مواد دفعی خود** روی آن‌ها، از مواد غذایی به **عنوان محلی برای تخمگذاری** استفاده می‌نمایند تخم‌ها در زمان کوتاهی به لارو تبدیل می‌شوند لاروها غالبا به شکل کرم‌های کوچکی دیده می‌شوند. مگس وقتی روی مواد غذایی می‌نشیند ابتدا مقداری از ترشحات دستگاه گوارش خود را روی آن می‌ریزد تا به کمک آن بخشی از غذا را به صورت محلول در آورده بمکد. لذا بقیه ترشحات گوارشی آن روی غذا باقی می‌ماند. برخی حشرات نیز مانند سِنّ در بقایای بزاقشان، فاکتور آنتی تریپسین وجود دارد که از قابلیت مصرف مواد غذایی می‌کاهد.

٤ ـ انگل‌ها

گاهی وجود تخم انگل (مثلا در مورد اکسیور یا کرمک و اکینوکوکوس گرانولوزوس عامل کیست هیداتیک) و زمانی وجود لارو انگل (مثلا در مورد لارو آسکاریس در سبزی‌های آلوده و یا لارو تنیا ساژیناتا در گوشت گاو و سارکوسیست در گوشت گوسفند و بز) غذا را ناسالم می‌کند.

٥ ـ آنزیم‌ها

علاوه بر آنزیم‌های ترشح شده از عوامل فساد نظیر باکتری‌ها، کپک‌ها و غیره آنزیم‌های طبیعی موجود در مواد غذایی نیز عامل تجزیه و اُتولیز و در نتیجه فساد مواد غذایی می‌شوند.

٦ ـ گرما

گرما در محدوده خاصی به عنوان عامل مساعد کننده شرایط برای فعالیت عوامل فساد، عمل می‌کند.

۷ ـ رطوبت

با توجه به نقش آب در فراهم ساختن شرایط برای انجام فعالیت‌های آنزیماتیک، شیمیایی، میکروبی و

غیره از رطوبت به عنوان یکی از عوامل مهم موثر در فساد مواد غذایی اسم می‌بریم.

۸ ـ نور

نور و بخصوص اشعه ماوراء بنفش باعث تغییراتی در مواد غذایی مثلا اکسیده شدن روغن‌ها، ویتامین‌ها و غیره میشود لذا در زمره عوامل کمک کننده به فساد مواد غذایی است.

۹ ـ اکسیژن

با توجه به نقش اکسیژن در اکسیداسیون مواد غذایی، حضور هوا به طور کلی و اکسیژن به طور اخص در کنار مواد غذایی از عوامل تسریع کننده در فساد خوردنی‌ها شناخته می‌شود.

۱۰ ـ مجاورت و اضافه شدن مواد خارجی

ورود مواد زیان بخش خارجی و وجود بقایای سموم دفع آفات نباتی و نگهداری مواد تصعید شونده در کنار مواد غذایی مثلا نگهداری ماده قابل تصعید نفتالین در انبار مواد خوردنی و به طور کلی ورود هر ماده خارجی به هر نحو به مواد غذایی از عوامل مهم در فساد و آلودگی مواد غذایی محسوب می‌شود.

آلودگی‌های اولیه و ثانویه

به اعتباری می‌توان آلودگی مواد غذایی را در به دو شکل آلودگی اوّلیه و ثانویه طبقه بندی کرد (اگر چه در مواردی نیز تفکیک این دو شکل آسان و روشن نیست) . در **آلودگی اوّلیه**، ماده غذایی از آغاز به میکروارگانیسم یا ماده خاصی آلوده است نظیر وجود مایکوباکتریوم بویس در شیر گاو مسلول، باسیلوس آنتراسیس در گوشت گوسفند مبتلا به سیاه زخم، وجود سم در قارچ سمی و مانند این‌ها اما در **آلودگی ثانویه**، عامل آلودگی در یکی از مراحل تهیه، تولید، نگهداری تا هنگام مصرف به طریقی وارد ماده غذایی می‌گردد. آلودگی‌های ثانویه بیشترین موارد آلودگی‌های مواد غذایی را تشکیل می‌دهند و رعایت اصول بهداشتی نقش اساسی در پیشگیری از اینگونه آلودگی‌ها دارد.

چگونگی آلودگی مواد غذایی در طبیعت

نظر به این که منشاء مواد اولیه غذا با خاک و آب در ارتباط است لذا تعدادی از باکتری‌های موجود در این دو عامل محیطی به مواد غذایی راه می‌یابند و باقی می‌مانند مگر این که در مراحل تهیه غذا، این باکتری‌ها حذف گردند. علاوه بر این به طور خاص بعضی از پاتوژن‌های انسانی مثلا از طریق منابع آلوده حیوانی و نیز از افراد تهیه کننده و جابجا کننده مواد غذایی سرچشمه می‌گیرند. بررسی‌های انجام شده نشان می‌دهد که فقط تعداد کمی از باکتری‌های فراوانی که در خاک وجود دارد، در مواد غذایی تهیه شده از منشاء گیاهی و حیوانی یافت می‌شوند. اما در مواد غذایی به دست آمده از آب تازه و دریاها و اقیانوس‌ها درصد بالاتری از بیوتای (Biota) باکتریایی این محیط مشاهده می‌شود.

معمولا در هر یک گرم خاک غنی شده مزارع، حدود یک میلیارد باکتری گرم مثبت و گرم منفی وجود دارد بعضی باکتری‌های مهم مواد غذایی مثل کلوستریدیوم بوتولینوم و باسیلوس سرئوس باکتری‌های خاک زی می‌باشند. با ذکر این مقدمه اینک نگاهی گذرا به راه‌های مختلف آلودگی مواد غذایی در طبیعت خواهیم داشت.

الف : آلودگی اوّلیه گیاهان

در سطوح خارجی گیاهان تعداد زیادی از میکروب‌های موجود در خاک و آب و هوا دیده می‌شود اما در داخل نسوج سالم گیاهی معمولا میکروبی وجود ندارد. علاوه بر آلودگی‌های اوّلیه، گیاهان و فراورده‌های گیاهی از طریق خاک، باد، فاضلاب، آب، حشرات، حیوانات، وسائل حمل و نقل و غیره نیز در معرض آلودگی‌های ثانویه می‌باشند.

ب : آلودگی مواد غذایی توسط حیوانات

میکروب‌های متعددی در روده، شاخ، سم و موهای حیوانات وجود دارند که غالبا از طریق خاک، فضولات، علوفه و آب در قسمت‌های ذکر شده از بدن حیوانات، وارد و مستقر می‌شوند که بسیاری از آن‌ها زیان بخش و عامل فساد می‌باشند. با وجود این‌ها، آلودگی‌های سطحی گوشت به مراتب کمتر است و در صورت سلامت حیوان، تقریبا آلودگی عمقی گوشت آن‌ها نیز بسیار کمیاب است.

ماهی‌ها و حیوانات دریایی نیز دارای میکروب‌های طبیعی سطحی می‌باشند که همین میکروب‌ها در فساد محصولات آن‌ها نقش مهمی دارند. علاوه بر این‌ها گوشت حیوانات و فراورده‌های آن ممکن است به طور ثانویه آلوده شوند و از این طریق نیز مشکلاتی برای مصرف کنندگان ایجاد نمایند، نمونه بسیار متداول اینگونه آلودگی‌ها، آلودگی ثانویه گوشت مرغ به انواع سالمونلا (بخصوص سالمونلا انتریتیدیس) به هنگام پرکنی و تخلیه شکم، شستشوی اوّلیه و بسته بندی و حمل و نقل است (تقریبا این گونه آلودگی قطعی است اما اگر عمل طبخ به طور کامل صورت گیرد و مرغ پخته با دست‌ها، ظروف و وسائلی که به نحوی با گوشت مرغ نپخته در ارتباط بود تماس پیدا نکند، خطر سالمونلوز، مرتفع خواهد گردید لذا می‌توان نتیجه گرفت موارد ابتلاء به سالمونلوز از مصرف مرغ پخته غالبا نتیجه تماس مجدد مرغ پخته با دست، ظروف و وسائلی مرتبط با مرغ طبخ نشده است).

شیر دام سالم حتی اگر در شرایط آسپسی، دوشیده شود به طور طبیعی دارای برخی از باکتری‌ها است.

در روده حیوانات باکتری‌های مختلف از جمله باکتری‌های بیماری زا وجود دارد که توسط مدفوع، محیط و گیاهان را آلوده می‌کند، مگس، حشرات و حتی پرندگان نیز در انتقال مکانیکی آلودگی‌های میکروبی نقش مهمی دارند.

ج : آلودگی‌های مواد غذایی بوسیله آبهای آلوده و مواد دفعی

استفاده از آب‌های آلوده و کودهای حیوانی و انسانی از مهمترین عوامل آلودگی محصولات گیاهی به باکتری‌های بیماری‌زا از جمله عوامل ایجاد گاستروآنتریت می‌باشد. ورود بقایای سموم، فاضلاب‌های صنعتی و

مواد شیمیایی به آب‌ها می‌تواند مسائل بهداشتی مهمی نظیر تجمع سموم و فلزات سنگین در نسوج حیوانات آبزی و فراورده‌های غذایی آن‌ها و همچنین آلودگی سبزی‌ها و محصولات گیاهی را به دنبال داشته باشد. مسائلی که در چند دهه اخیر مشکلات قابل توجهی برای انسان ایجاد کرده است.

د : آلودگی مواد غذایی بوسیله خاک

در خاک متنوع ترین آلودگی‌های میکروبی و قارچی را می‌توان یافت که در مقدمه این بحث به آن اشاره شد.

ه : آلودگی مواد غذایی بوسیله هوا

هوا به طور طبیعی دارای میکروب خاصی نیست و آنچه که از باکتری‌ها، اسپور قارچها، مخمرها، ویروس‌ها و غیره در آن یافت می‌شود معمولا به طور ثانوی و از طریق خاک، حیوانات و انسان به هوا راه می‌یابد و با جریان هوا، جابجا می‌شود.

باکتری‌ها به طور کلی نمی‌توانند مدت زیادی در هوا زنده بمانند (مگر میکروب‌هایی که نسبت به خشکی محیط، مقاومت بیشتری نشان می‌دهند) اما اسپور قارچها با قدرت حیاتی بالقوه معمولا همیشه در هوا به صورت معلق وجود دارند.

با توجه به نقش عوامل بیولوژیک معلق در هوا، در فرایند تولید مواد غذایی و دارویی باید تدابیری اندیشید که از ارتباط عوامل ذکر شده با فراورده‌های مورد اشاره تا حد امکان جلوگیری شود.

اصول کلی در پیشگیری از آلودگی‌های ثانویه

برای تهیه غذای سالم، لازم است از آغاز تا پایان کار، دقت و نظارت بهداشتی کافی وجود داشته باشد و اکتفا کردن به محصول نهایی، یا بازرسی‌های گاه بگاه، ناکافی و غیر قابل اطمینان است. به همین لحاظ امروزه در بسیاری از کشورهای جهان به سیستم HACCP (Hazard Analysis Critical Control point به معنای تجزیه و تحلیل خطر و نقطه بحرانی است و در حقیقت استاندارد سیستم مدیریت کیفیت در صنایع غذایی و تولید غذا است توجه خاص می‌شود که در طول زنجیر تولید غذا از تولید کننده اوّلیه تا مصرف کننده نهایی کاربرد دارد. نحوه عمل این سیستم، ارزیابی و بررسی احتمال خطا در فرایندهای تولید غذا، تعیین نقاط بحرانی و ایجاد سیستم کنترل برای این نقاط است اما آنچه که در اینجا به طور کلی به عنوان اصول کلی پیشگیری از آلودگی‌های ثانویه بیان می‌شود نکاتی است که همیشه و همه جا باید از آغاز تهیه تا مصرف مواد غذایی، مورد توجه قرار گیرد:
این نکات عبارتند از:

۱ ـ بهداشت فردی و کنترل سلامت افراد موثر در فرایند تولید غذا

شیوه‌های مناسبی که بتواند علاوه بر آموزش و ارتقاء آگاهی‌های این گونه افراد، به طرق دیگر از جمله : معاینات ادواری، بررسی بهداشت فردی (سلامت، نداشتن بیماری واگیردار، نظافت شخصی، لباس،. . .) آزمایش

مدفوع از نظر وجود تخم، لارو و کیست انگل‌ها، و کشت مدفوع به منظور تجسّس ناقلین به ظاهر سالم، به تعهد عملی افراد نسبت به رعایت موازین بهداشتی و کاهش خطرات، اطمینان حاصل شود حائز اهمیّت بسیار است.

۲ ـ بهداشت محیط

رعایت بهداشت محیط در محل تهیه، تولید، توزیع و نگهداری مواد غذایی مساله بسیار مهمی در تامین سلامت غذا است و اصول آن عبارت است از:

- تهیه آب سالم کافی
- دفع صحیح زباله و مواد دفعی
- مبارزه با حشرات، سوسک، مگس و موش
- پیشگیری از ورود گرد و غبار و مواد خارجی

لازم به یادآوری است که بهترین شیوه مبارزه با مگس، نظافت مداوم محیط، نصب درب و پنجره‌های توری، سرپوشیده نگهداشتن و دفع به موقع زباله است. همین تدابیر برای مبارزه با سوسک و حشرات دیگر نیز ضروری است. ضمناً با توجه به محل زیست سوسک‌ها سرپوشیده نگاهداشتن مجاری فاضلاب و اجتناب از قرار دادن اشیاء ثابتی که ممکن است پناهگاه سوسک شود لازم است.

در مواقع انجام سمپاشی (که گاهی بناچار انجام آن ضرورت پیدا می‌کند) باید با کمال دقت این کار صورت گیرد تا ظروف و مواد غذایی از سموم استفاده شده آلوده نشوند و افراد نیز در معرض آن قرار نگیرند.

در مبارزه با موش، تله گذاری، (پس از هر بار به دام افتادن موش لازمست تله مدتی در آفتاب قرار داده شود این کار سبب می‌شود بوی خاصی که از موش در تله باقی مانده و مانع به دام افتادن موش‌های دیگر می‌شود برطرف گردد)، غیر قابل نفوذ کردن دیوارها، مسدود کردن راه ورود موش مثلا از فاصله میان پایین درها و سطح زمین، قرار دادن مواد اوّلیه روی سکوهایی که با دیوارها فاصله دارند و قرار ندادن اشیاء اضافی در انبار که ممکن است به عنوان پناهگاه، مورد استفاده موش قرار گیرد بسیار موثر و مفید است. و بیش از استفاده از طعمه مسموم که گاهی با خطراتی توام است کارآیی دارد.

نکته قابل ذکر دیگر ضرورت مشارکت همگانی در مبارزه با این حیوانات موذی است لذا معمولا مبارزه موضعی به تنهایی اطمینان بخش نیست و با اندک بی توجهی، این حیوانات زیان بخش از نقاط مجاور به محل‌های پاکیزه راه می‌یابند.

۳ ـ رعایت بهداشت از ابتدای تهیه تا لحظه مصرف

منظور از این عنوان، پایش مواد غذایی از هنگام تهیه، حمل و نقل، وسائل حمل و نقل، نگهداری، دستگاه‌های سرمازا در تمام موارد ضرورت، بهداشت ظروف، هنگام نگهداری و هنگام طبخ مواد غذایی، عرضه و فروش، آماده کردن برای مصرف و حتی هنگام مصرف است و همانگونه که در ابتدای این مبحث اشاره کردیم اکتفا کردن به محصول نهایی بدون دقت توام با حساسیت و جدیت در طول زنجیره تهیه و تولید مواد غذایی قابل

اطمینان نیست.

اصول کلی نگهداری مواد غذایی

با شناسایی عوامل فساد، تدابیری که برای حذف و کنترل آن‌ها به کار گرفته می‌شود می‌تواند سبب نگهداری یا تاخیر در فساد مواد غذایی شود، در این جا به طور فهرست وار به مهمترین شیوه‌های نگهداری مواد غذایی اشاره می‌کنیم.

۱ ـ استفاده از سرما

سرما، سبب کُند شدن یا توقف فعالیت عوامل بیولوژیک و آنزیم‌ها می‌شود سرمای حدود ۵-۴ درجه بالای صفر مثلا در یخچال‌های خانگی (دمای یخچال‌های خانگی حداکثر تا ۱۰ درجه بالای صفر قابل قبول است لیکن دمای نهایی یخچال نباید از ۵ درجه بیشتر باشد) برای نگهداری کوتاه مدت و سرمای حدود ۱۸ درجه زیر صفر، مثلا در فریزرهای خانگی (دمای ۱۸ درجه زیر صفر، دمای سردخانه‌های زیر صفری است که برای نگهداری چند ماهه گوشت و مواد غذایی منجمد بکار می‌رود. معمولا انجماد لاشه در سرمای حدود ۴۰ درجه زیر صفر و در تونل‌های خاص به سرعت انجام می‌شود و سپس به سردخانه‌های حدود ۱۸ درجه منتقل می‌گردد) برای نگهداری طولانی تر (حدود ۶ ماه تا یک‌سال) بکار گرفته می‌شود.

انجماد مواد غذایی باید با سرمای شدید و به سرعت انجام شود تا آب داخل سلولی و خارج سلولی به طور همزمان منجمد شوند و جدار سلول‌ها پاره نشود بعکس در هنگام خارج کردن مواد غذایی منجمد از حالت انجماد باید مواد غذایی را در یخچال یا دمای محیط قرار داد تا به آرامی از انجماد خارج شود (آب داخل سلولی و خارج سلولی تقریبا همزمان از انجماد خارج شود).

۲ ـ کنسرواسیون

با توجه به این که محتویات داخل قوطی کنسرو در حرارت ۱۲۰ درجه سانتیگراد و تحت ۵ اتمسفر فشار به مدت ۲۰ دقیقه از باکتری‌ها و اسپور آن‌ها عاری خواهد شد و نظر باینکه قوطی سالم کنسرو امکان نفوذ مجدد عوامل فساد را غیرممکن می‌سازد لذا محتوای داخل قوطی‌های کنسرو بدون نیاز به شیوه‌های دیگر نگهداری (مثلا استفاده از سرما) قابل نگهداری خواهد بود. احتیاطا با توجه به امکان ناکافی بودن حرارت استریلیزاسیون در برخی قوطی‌های کنسرو و باقی ماندن احتمالی اسپور کلوستریدیوم بوتولینوم، توصیه می‌شود قوطی کنسرو را قبل از باز کردن مدت ۲۰ دقیقه در آب جوشان قرار دهند (سم بوتولیسم در کمتر از مدت ۲۰ دقیقه جوشیدن، از بین می‌رود).

ضربه دیدن قوطی‌ها به هنگام حمل و نقل، خطر ایجاد منافذ ریز و فساد محتوای قوطی‌ها را به دنبال دارد. همچنین باد کردن سر و ته قوطی، نشانه فعالیت‌های باکتریایی در قوطی و غیر قابل مصرف بودن آن است.

۳ ـ خشک کردن

خشک کردن، قدیمی ترین و متداول ترین شیوه نگهداری مواد غذایی است که با حذف آب مانع فعالیت‌های بیولوژیک و آنزیماتیک برای فساد مواد غذایی می‌گردد. توصیه می‌شود به هنگام خشک کردن سبزی‌ها، ابتدا آن‌ها را به مدت ۱ دقیقه در بخار ۱۰۰ درجه و یا به مدت ۳-۲ دقیقه در آب داغ ۸۵ تا ۹۰ درجه قرار دهند تا با بی اثر کردن آنزیم‌های موجود در سبزی (عمل بلانچینگ) محصول خشک کرده با کیفیت بهتر فراهم گردد.

٤ ـ تغلیظ و افزایش فشار اسمزی

تهیه رُب و دوشاب، شیره از آب میوه‌ها، تهیه مربا و مانند این‌ها با نامساعد کردن فعالیت عوامل قارچی و باکتریایی به خاطر کاهش آب فعال و افزایش فشار اسمزی سبب نگهداری مواد غذایی می‌شود.

٥ ـ استفاده از نمک

نمک به طور کلی موجب مرگ میکروارگانیسم‌ها نمی‌شود اما با افزایش فشار اسمزی، مانع فعالیت آن‌ها می‌گردد. میزان نمک مورد استفاده برای نگهداری پنیر ۱۳٪ و برای نگهداری محصولات شور، حدود ۶٪ است.

٦ ـ روش‌های دیگر

استفاده از سرکه، دودی کردن، استفاده از اشعه گاما، تخمیر، استفاده از مواد شیمیایی، روش‌های چندگانه (استفاده همزمان از ۲ یا چند روش) و نیز روش‌های جدید دیگر، هر کدام به گونه‌ای موجب کاهش یا توقف فعالیت‌های عوامل بیولوژیک می‌شوند، لیکن به کارگیری هر یک از این روش‌ها مستلزم اطمینان از عدم زیان بخشی آن است.

بیماری‌های ناشی از غذا (Foodborne Diseases)

بیماری‌های ناشی از غذا، طیف گسترده‌ای از بیماری‌ها را تشکیل می‌دهد که در پیدایش آن‌ها گاهی عوامل طبیعی موجود در مواد خوردنی و غالبا عوامل بیرونی بیماری زا (عوامل بیولوژیک، سموم) و در مواردی نیز نقص سیستم آنزیمی و حساسیت‌های فردی نقش دارند. به نظر می‌رسد بتوان در یک تقسیم بندی کلی، بیماری‌های ناشی از مصرف مواد غذایی را در ۴ گروه زیر طبقه بندی کرد.

۱ ـ مسمومیت‌های غذایی (Food poisoning)

مسمومیت‌های غذایی، به مفهوم جامع آن یعنی مسمومیت‌های ناشی از مصرف مواد غذایی شامل مسمومیت‌های ناشی از سموم طبیعی (که نمونه‌هایی از آن‌ها ذکر خواهد شد)، سموم باکتریال، قارچی، سموم شیمیایی و مصنوعی (سموم فلزی، سموم دفع آفات نباتی و غیره) و سمومی که به عنوان متابولیت ناشی از

فعالیت‌های آنزیماتیک عوامل خارجی یا داخلی در مواد غذایی پیدا می‌شوند بخش مهمی از بیماری‌های ناشی از مصرف غذا را تشکیل می‌دهند.

۲ ـ عفونت‌های غذایی (Food Infection)

دسته دیگر از بیماری‌های ناشی از مصرف غذا را در حقیقت باید عفونت‌های غذایی دانست، این دسته از بیماری‌ها نتیجه ورود عوامل بیماری‌زای زنده (باکتری‌ها، ویروس‌ها، پروتوزوآها، قارچ‌ها، انگل‌ها . . .) به مواد غذایی مورد مصرف می‌باشد.

۳ ـ حساسیت‌های غذایی (Food Allergy)

اگر چه در حساسیت‌های غذایی (آتوپی و آنافیلاکسی) زمینه خاصی در شخص وجود دارد و در حقیقت همین زمینه (ذاتی یا اکتسابی) موجب ظهور نشانی‌های حساسیت نزد مصرف کننده مواد غذایی می‌شود بسیاری از ترکیبات طبیعی مواد غذایی می‌تواند نزد افراد مستعد، حساسیت‌زا باشد اما در موارد متعددی نیز نوع ماده غذایی و نحوه فرایند آن در پیدایش حساسیت، نقش دارد به عنوان مثال وجود عامل ۵ هیدروکسی تریپتامین در موز و خربزه، تبدیل اسید آمینه هیستیدین به هیستامین در انجماد غیر سریع ماهی و در سرمای اندک و نیز مراحل اوّلیه رشد قارچ‌ها در روی مواد غذایی در ظهور نشانی‌های حساسیت نقش مستقیم دارند.

٤ ـ دسته چهارم عدم تحمل غذایی (Food Intolerance)

در حقیقت ناسازگاری ناشی از اشکالات ارگانیک است نمونه بسیار متداول و معروف آن عدم تحمل مصرف شیر بدلیل فقدان یا کمبود آنزیم لاکتاز در مصرف کننده و در نتیجه عدم هضم لاکتوز شیر و تجزیه لاکتوز توسط باکتری‌های فلور روده بزرگ می‌باشد. نمونه مشهور دیگر آثار سوء ناشی از مصرف باقلا و مواد طبیعی موجود در آن نزد کسانی است که دچار کمبود یا فقدان آنزیم G6.P.D (گلوکز ۶ فسفات دهیدروژناز) در گلبول‌های قرمز می‌باشند. در این افراد با مصرف باقلا بخصوص به صورت خام یا بعضی از داروها و مواد اکسیدان دیگر، همولیز صورت می‌گیرد و اصطلاحا **فاویسم** نامیده می‌شود.

مواد سمی طبیعی

هنگامی که سخن از مسمومیت‌های غذایی به میان می‌آید غالبا توجه همه به سموم باکتریال و گاهی به مواد سمی شیمیایی معطوف می‌شود، لیکن علاوه بر این‌ها تعداد قابل توجهی از مواد سمی طبیعی در گیاهان و محصولات غذایی حیوانی یا ناشی از فعالیت‌های کپک‌ها وجود دارند که در حد خود، مهم می‌باشند و در این جا به طور مختصر اشاره‌ای به آن‌ها می‌نماییم :

۱ ـ مواد سمی طبیعی در مواد غذایی گیاهی (Phytoalexine)

در بسیاری از مواد غذایی با منشاء گیاهی به طور طبیعی ترکیبات شیمیایی خاصی یافت می‌شوند که آثار

سمی و زیان بخش آن‌ها مورد مطالعه قرار گرفته است و در مواردی که مقدار یا طول زمان مصرف آن‌ها زیاد بوده نشانه‌های بالینی ناشی از آن‌ها در اشکال شدید و خفیف ظاهر گردیده است. قبل از اشاره به نمونه‌ای از فیتوآلکسین‌ها تذکر یک نکته مهم لازم است: توجه به وجود فیتوآلکسین‌ها در مواد غذایی مورد مصرف را به هیچ عنوان نباید به معنای ضرورت اجتناب از مصرف اینگونه مواد غذایی، نتیجه گیری نمود بلکه در کنار آثار نامطلوب شناخته شده برای این ترکیبات شیمیایی طبیعی، آثار بسیار مفیدی نیز برای بسیاری از آن‌ها شناخته شـده است (به عنوان مثال می‌توان به آثار ضد سرطانی و آنتی اکسیدانی بسیاری از این ترکیبات و نقش آن‌ها در خنثی کردن رادیکال‌های آزاد مثبت اشاره کرد ـ شرح بسیار مفصلی در باره این ترکیبات و آثار نامطلوب و درمانی و پیشگیرانه فیتوآلکسین‌ها را می‌توان در جلد ۳ منبع شماره ۶ مورد استفاده در این گفتار، یافت). در اینجا نمونه‌هایی از این ترکیبات را که به طور طبیعی در مواد غذایی مورد مصرف وجود دارند به عنوان مثال یادآور می‌شویم:

- **ترکیبات سیانوژنتیک:**در بادام تلخ، هسته‌های تلخ، لوبیا و برخی حبوبات دیگر، ذرت خوشه‌ای، مانیوک.
- **ترکیبات گواتروژن :** (تیوسیانات ـ گواترین، آلیل ایزوسیانات) موجود در انواع کلم، شلغم، تخم خردل (سفید و سیاه)، سویا، گردو و بادام زمینی . . .
- **فوراتوکومارین :** در پوست لیمو، کرفس، جعفری
- **اگزالات‌ها :** در ریواس، اسفناج، سیب زمینی شیرین (Pomea Status) (سیب زمینی شیرین که بیش از یک سوم آن معمولا در طول نگهداری و عرضه خراب میشود در فرایند خراب شدن آن یک ترکیب زیان بخش فورانوسزگویی ترپن بنام Ipomeamaron با اثر هپاتوتوکسیک و تعدادی از مشتقات Ipomeanine با اثر ایجاد کننده ادم ریوی ایجاد می‌گردد) کاکائو، چای، گوجه فرنگی، کنجد و جعفری.
- **نیترات‌ها :** در چغندر، اسفناج، هویج.
- **سولانین و مشتقات آن :** در سیب زمینی (در سیب زمینی معمولی نیز در فرایند سبز شدن و خراب شدن، لپتین که مهار کننده آنزیم کولین استراز است ایجاد می‌گردد)، سیب زمینی جوانه زده و پوست آن، بادنجان نارس، گوجه فرنگی نارس، فلفل سبز (Capsidiol در فلفل سبز وجود دارد).
- **تانن‌ها :** در پوست انار، چای، قهوه
- **گلوکزیدها :** شامل گلوکزیدهای سیانوژنتیک نظیر آنچه که در بادام تلخ و لوبیاها وجود دارد، همچنین ساپونین‌ها، گلیکوزینولات‌ها و . . .
- **آلکالوئیدها :** که در برخی گیاهان دارویی و مورد مصرف در تغذیه یافت می‌شود.
- **فاکتورهای ضد تغذیه‌ای (Antinutritional) :** که شامل مهار کننده‌های آنزیم‌های گوارشی، لسیتین‌ها (با خاصیت آگلوتینه کردن گلبول‌های قرمز)، آمینواسیدهای سمی و غیره می‌باشند.
- **فلاوینوئیدها**

۲ ـ مواد سمی طبیعی در محصولات غذایی حیوانی

معروفترین این سموم، را در صدف‌های سمّی، برخی ماهی‌ها که از آلگ‌های سمی قرمز و قهوه‌ای در

فصل‌های خاصی تغذیه می‌کنند، ماهی تترودون (فوگل یا چلابی) که حاوی سم Tetrodotoxin است و مسمومیت از مصرف ماهی سیگاترا (Ciguatera) را می‌توان نام برد.

۳ ـ مایکوتوکسین‌ها (Mycotoxins)

بسیاری از قارچ‌ها و کپک‌ها دارای ترکیبات سمی خاصی هستند که به هنگام رشد روی مواد غذایی آنها را به خارج ترشح می‌کنند (اگزوتوکسین) و به علاوه وجود ترکیبات سمی موجود در آن‌ها (آندوتوکسین) نیز به هنگام مصرف مواد غذایی آلوده به قارچ‌ها سبب مسمومیت می‌شود. تعدادی از معروفترین مایکوتوکسین‌هایی که از طریق مواد غذایی مشکلاتی بوجود می‌آورند عبارتند از: ارگوت، آفلاتوکسین، (آفلاتوکسین که از قارچ آسپرژیلوس فلاووس و آسپرژیلوس پارازیتیکوس ترشح می‌شود معمولا خشکبار مثل پسته و بادام زمینی را آلوده می‌کند. نوع Bl آن بیشترین اثر سمی و کارسینوژنیک را دارا است). تریکوتسن‌ها، (قارچ زرد نارنجی که گاهی روی نان نیز رشد می‌کند فوزاریوم اورانتراکوم، مولد سم تریکوتسن است لازم به یادآوری است هنگامی که خانواده‌ها نان را در شرایط نامناسب، نگهداری می‌کنند و سپس به دلیل کپک زدگی در زباله می‌ریزند افرادی با جمع آوری آن‌ها و استفاده از آن‌ها در دامداری‌ها، از طریق شیر دام‌ها مایکوتوکسین‌ها را به طور غیر مستقیم وارد تغذیه انسان می‌کنند). فومونیزین‌ها(Fumonisins) ، پاتولین، زئارالنون (Zearalenone) ، آکراتوکسین (Achratoxin) و مسمومیت ناشی از مصرف قارچ‌های سمی خوراکی (Mycetismus) که تاکنون حدود ۵۰ ترکیب سمی در آن‌ها شناخته شده است در همین بخش قابل بحث و بررسی است.

مایکوتوکسین‌ها مواد طبیعی هستند که به وسیله بسیاری از قارچ‌ها به عنوان متابولیت‌های ثانویه تولید می‌گردند و اکثراً برای حیوانات و انسان‌ها بیماریزا می‌باشند. تعداد مایکوتوکسین‌ها تا بیش از ۳۰۰ تخمین زده شده است و به وسیله بیش از ۳۵۰ گونه قارچ، تولید می‌گردند. ولی مایکوتوکسین T2 تنها مایکوتوکسینی است که تا کنون به عنوان سلاح بیولوژیک، مورد سوء استفاده تروریست‌ها قرار گرفته است.

مایکوتوکسین‌های تریکوتِسِن (T-2) بیش از ۴۰ نوع مواد بیولوژیک هستند که به وسیله قارچ‌های جنس فوزاریوم (Fusarium) تولید می‌شوند. فوزاریوم، یکی از کپک‌های شایع غلاّت است و به فراوانی در محیط، یافت می‌شود. اینها اجسام مرکب با وزن مولکولی پائین هستند که از پایداری محیطی بالایی برخوردارند. ضمناً تنها توکسین‌هایی هستند که علیه پوست سالم نیز فعالند و در عرض چند دقیقه تا چند ساعت پس از تماس، قادر به ایجاد تاول می‌باشند. شایان ذکر است که مقاومت بسیار بالای این مواد در مقابل حرارت و اشعه ماوراء بنفش، سهولت دسترسی به آنها و اینکه جزو قوی‌ترین سموم طبیعی هستند، این توکسین‌ها را کاندید سوء استفاده در جنگ‌های بیولوژیک نموده است.

باکتری‌ها و ویروس‌های مهم در بهداشت مواد غذایی

الف ـ باکتری‌های عامل مسمومیت غذایی

این باکتری‌ها در دو گروه گرم مثبت و گرم منفی طبقه بندی میشوند : گروه اول باکتری‌های گرم مثبت

شامل میکروب‌های گرد (استافیلوکوک، استرپتوکوک) و میکروب‌های میله‌ای شکل مولد اسپور (کلوستریدیوم‌ها، باسیلوس سرئوس) و گروه دوم میکروب‌های گرم منفی شامل انواع سالمونلا، اشریشیا کولی، ویبریو پاراهمولیتیکوس می‌باشند.

ب ـ باکتری‌های عامل عفونت‌های غذایی

بسیاری از باکتری‌ها مانند عوامل سببی سل، بروسلوز، سیاه زخم، وبا، تیفوئید . . . ممکن است از طریق مواد غذایی موجب ابتلاء انسان شوند، آلودگی مواد غذایی به این باکتری‌ها هم به صورت آلودگی اولیه (مثلا سل و بروسلوز) و هم به صورت آلودگی ثانویه (مثل وبا) ممکن است اتفاق بیفتد.

ج ـ ویروس‌های عامل بیماری‌های ناشی از غذا (Foodborne Viruses)

مهمترین این ویروس‌ها عبارتند از ویروس‌های هپاتیت A و E ، نورواک و شبه نورواک. شایان ذکر است که ویروس‌های هپاتیت A و E در شرایط انجماد مواد غذایی، سال‌ها می‌توانند زنده بمانند اما در حرارت ۸۵ تا ۹۵ درجه در مدت ۱ دقیقه از بین می‌روند.

ویروس هپاتیت E در آفریقا و هند و بعضی از کشورهای آسیایی دیگر، به طور عمده از طریق آب آلوده به مدفوع و نیز مواد غذایی آمیخته به آب آلوده هم به صورت اپیدمیک و هم به شکل اسپورادیک، موجب ابتلاء انسان می‌شود لیکن کلرینه کردن کامل آب و یا جوشانیدن آن، سبب از بین رفتن این ویروس می‌گردد. اولین همه‌گیری آن در ایران در اواخر زمستان ۱۳۶۹ و بهار ۱۳۷۰ در اثر آلودگی آب آشامیدنی شهر کرمانشاه به فاضلاب اماکن انسانی، حادث شد و ضمن مبتلا کردن هزاران نفر از ساکنین آن شهر، باعث بروز مواردی از زایمان زودرس، سقط جنین و مرگ خانم‌های باردار در سه ماهه آخر حاملگی گردید. ولی با افزایش میزان کلر آب‌ها، مصرف موقت آب جوشیده و تغییر مسیر فاضلاب اصلی شهر که به قبل از تصفیه خانه، تخلیه می‌شد به سرعت، کنترل گردید.

نورواک (Norwalk) نام مدرسه‌ای در اوهایو است که برای نخستین بار، در یک اپیدمی گاستروآنتریت نزد دانش آموزان مدرسه، ویروس عامل آن شناسایی و بنام مدرسه مذکور نامگذاری شده است. این ویروس بسیار کوچک و شکل آن گرد است. و ویروس‌های شبیه نورواک با ارتباط مدفوعی ـ دهانی عامل موارد بسیار زیادی از گاستروآنتریت‌ها می‌باشند.

ویروس‌های دیگری نیز که توسط آب‌های آلوده و فراورده‌های دریایی با طبخ ناکافی موجب ایجاد گاستروآنتریت یا عوارض دیگر می‌شوند شناخته شده‌اند (مثلا آنتروویروس‌ها، کروناویروس‌ها، آدنوویروس‌ها و . . .).

ضمناً پریون‌ها (Prions) را اگرچه نمی‌توان مشخصا به عنوان ویروس شناخت. لیکن در این مبحث به یک مورد معروف آن یعنی عامل جنون گاوی اشاره می‌کنیم، پریون مورد اشاره از طریق مصرف پودر گوشت و غدد لنفاوی گاوهای آلوده به سایر گاوها سرایت می‌کند و در مواردی مصرف گوشت و مغز گاوهای آلوده موجب

ابتلاء انسان و حتی مرگ شده است.

جدول ۱ ـ برخی نشانی‌های بالینی در تعدادی از بیماری‌های باکتریال و ویروسی ناشی از غذا

ارگانیسم	دوره کمون	دوره بیماری	تب	استفراغ	اسهال
استافیلوکوکوس آرئوس	۶ـ۱ ساعت	کمتراز۲۴ ساعت	–	+	+
باسیلوس سرئوس (استفراغی)	۶ـ۱ ساعت	کمتراز۲۴ ساعت	–	+	-
باسیلوس سرئوس (اسهالی)	۲۴ـ۶ ساعت	کمتراز۲۴ ساعت	–	–	+
کلوستریدیوم پرفرنژنس	۲۴ـ۶ ساعت	کمتراز۲۴ ساعت	±	±	+
اشریشیا کولی (.T.E.C)(1)	۷۲-۱۶ ساعت	۱۰ـ۵ روز	±	–	+
اشریشیا کولی (.E.T.E.C)(2)	۴۸-۱۶ ساعت	ـ ؟	+	–	+
اشریشیا کولی (.E.T.E.C)(3)	۸-۱ روز	۱۰ـ۵ روز	–	+	+
سالمونلای غیرتیفوئیدی	۴۸ـ۶ ساعت	کمتراز۷ ساعت	+	±	+
سالمونلا تیفی	۳ـ۱ هفته	۴ـ۳ هفته	+	+	+
شیگلا	۷۲ـ۱۶ ساعت	یک روز تا یک ماه	+	+	+
کامپیلوباکتر	۴۸ـ۱۶ ساعت	۵ـ۳ روز	+	+	+
ویبریو پاراهمولیتیکوس	۲۴ـ۵ ساعت	۳ـ۱ روز	+	+	+
کلوستریدیوم بوتولینوم	۳۶ـ۱۲ ساعت	هفته‌ها تا ماهها	–	-	-
ویروس نورواک	۴۸ـ۲۴ ساعت	۲۴ تا ۴۸ ساعت	+	+	+

(۱) ـ اشریشیا کوکی انتروتوکسی ژن (۲) ـ اشریشیا کوکی انتروانویزیو (۳) ـ اشریشیا کوکی انتروهموراژیک

چند تذکر مهم برای پیشگیری از مسمومیت‌های غذایی

۱ ـ مواد غذایی پخته شده را یا باید کاملا سرد (در یخچال و فریزر) و یا کاملا داغ (در حرارت بالای ۷۰ درجه روی شعله ملایم آتش) نگهداشت در شرایط غیر از این دو مورد، خطرات بروز مسمومیت‌های غذایی بخصوص از انواعی که عامل پیدایش آن‌ها اگزوتوکسین میکروبی است وجود خواهد داشت.

۲ ـ غذاهای پخته نگهداری شده در یخچال را قبل از مصرف باید حداقل به مدت ۱۰ دقیقه جوشاند.

۳ ـ از تماس مواد غذایی آماده مصرف با مواد غذایی خام و ظروف و وسائل مرتبط با آن‌ها باید به طور جدی اجتناب کرد.

۴ ـ مواد غذایی کنسرو شده را پس از باز کردن قوطی به سرعت باید مصرف نمود ضمناً علاوه بر دقت در سلامت کنسرو، جوشاندن محتوای قوطی پس از باز کردن آن و قبل از مصرف، خطر مسمومیت ناشی از

بوتولیسم را برطرف ساخت.

۵ ـ آلودگی جوش‌ها و زخم‌های پوستی و همچنین ترشحاتی که هنگام صحبت کردن، عطسه و سرفه ممکن است به اطراف، پخش شود به داخل مواد غذایی وارد شده، خطر مسمومیت‌های استافیلوکوکی را افزایش می‌دهد لذا باید مراقبت‌های لازم را در این زمینه بعمل آورد و از نگهداری غذای آماده در محیط معمولی (غیر از یخچال یا روی آتش) خودداری نمود.

۶ ـ چون در کشک مایع که در شیشه‌های در بسته عرضه می‌شود خطر حضور و فعالیت عامل بوتولیسم وجود دارد لذا جوشانیدن کشک مورد اشاره قبل از مصرف برای اطمینان به از بین رفتن اگزوتوکسین بوتولیسم (در عرض ۲۰ دقیقه) لازم است.

منابع

۱ ـ اصفهانی، محمد مهدی (۱۳۷۰) بهداشت تغذیه ـ چاپ چهارم، شرکت انتشار، تهران.

۲ ـ اصفهانی، محمد مهدی (۱۳۸۰) ـ بهداشت مدارس شبانه روزی ، شرکت انتشار، تهران.

۳ ـ اصفهانی ـ محمد مهدی ۱۳۸۰ـ تغذیه و امدادهای غذایی در بلایا و شرایط اضطراری، اداره کل بهداشت محیط و حرفه‌ای، وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی.

٤ ـ حاتمی، حسین : گزارش اپیدمی هپاتیت E در کرمانشاه (اوّلین همه گیری بیماری در ایران)، ماهنامه علمی نبض، شماره ۹، خردادماه ۱۳۷۱، صفحات ۳۱ـ۲۳

۵ ـ حاتمی، حسین و همکاران : اپیدمیولوژی هپاتیت E ، در : عزیزی، فریدون ; حاتمی، حسین ; جانقربانی، محسن ; اپیدمیولوژی و کنترل بیماری‌های شایع در ایران، مرکز تحقیقات غدد درون ریز ایران، سال ۱۳۷۹، صفحات ۵۳ـ۷٤۲ ٠

6) Hui, Y.H., David Kitts and Peggy,s. Stanfield (2001) - Foodborne Diseases Handbook Vol. 1,2,3,4.

7) Julia Reay (1988) - All about Catering.

8) Donald A Locasto, Michael Allswede, CBRNE - T-2 Mycotoxins, Electronic Medicine 2005. http://www.emedicine.com

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، قارچهاو 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 موادغذایی 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 فسادناپذیرهستند 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 نسبتاًطولانی 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 کاربرده 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 اندازهای 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 دردنیا همه ساله حدود ۳۰ شده به علت عدم استفاده از روشهای مناسب فرایند و نگهداری دستخوش آلودگی و فسادمی 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 موادغذایی 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 موادغذایی کاربرد بیشتری دارد. مثل: پاستوریزاسیون و استریلیزاسیون

نگهداری بااستفاده از سرما :

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

نگهداری بااستفاده از خشک کردن :

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

نگهداری بااستفاده 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 بااستفاده از نمک:

امروزه به منظور بهبود طعم غذا و خاصیت ذخیره کردن، نمک موارد استفاده زیادی دارد.

نگهداری بااستفاده از مواد افزودنی :

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

نگهداری به وسیله تشعشع (میکروموج) :

نگهداری موادغذایی 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 میکندو 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 برحسب نیاز در شبکه توزیع قرار میدهند. به علاوه، قسمتی از تولیدات داخل کشور نیز در فصل فراوانی و عرضهٔ 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 تخمیر و روشهای شیمیایی نیز با بالا بردن مقدار اسیدیته یا مادهٔ 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 تجربهٔ 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 براساس 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 میکروارگانسیمها 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 مراحلی 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 میکرو ارگانیسمها 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 میکرو ارگانیسمهای عامل فساد تا حدی که امکان دارد. مثلاً کاهش مقدار آلودگی؛ یعنی هرچه تعداد میکروبهای موجود کمتر باشد، مرحلهٔ سکون طولانی تر میشود.

۲. اجتناب از اضافه شدن میکرو ارگانیسمهای فعال و در حال رشد (میکروبهایی که در مرحلهٔ 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 میکرو ارگانیسمها 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 نیتراتها و یا نیتریتها 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 بیشاز 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، بافتو مواد مغذی خود را حفظ نماید. نگهداری طولانی مدتاز 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 در۱۰- 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 ازدست 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- 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 قسمتهای محصول بوده و حاوی مقداری ویتامینهای محلول در آب، مقداری مواد معدنی و مقداری اسیدهای آمینه است.

۳- 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 کردد 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- 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 اولا" عمل انجماد با سرعت بیشتری انجام می گیرد که مزایای مربوط به این امر قبلاً ذکر شده است ، ثانیا" 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 انجا 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 هرحال، 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 تغدیه 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 بهمراه یا بدون استفاده از یک شیرین کننده بصورت پودر خشک و یا در بسته بندی داخل آب بهمراه 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 بهمراه و یا بدون شیرین کننده بسته بندی شوند.

ج) ممکن است بهمراه سیتریک اسید یا آسکوربیک اسید باشد

د)همچنین ممکن است بهمراه 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 بهمراه 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 مواداولیه 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 مانند. میوه جاتی که بهمراه شکر و یا شربت بسته بندی شده اند نسبت به میو 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 سانیگراد 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 فراورده های منجمد استفاده می شوند.

کیفهای شاخته شده از فیلم های پلاستیکی مخصوص نگهداری محصولات منجمد در دسترس می باشند.

جعبه های(کارتن ها) مقوایی مخصوص جهت جلوگیری از وارد امدن 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، واریته 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 غذای، 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 میکروارگانیسم 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 لفافهایی 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 شکیل 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 انکه 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 لفافهای ضد اب 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 انها کاهش می یابد.

زمان نگهداری میوه های منجمد شده با بهترین کیفیت ۸-۱۲ ماه می باشد. میوه جات منجمد شده ای که بهمراه ترکیبات شیرین کننده بسته بندی می شوند (و یا بهمراه 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 غذائی :

نگهداری مواد غذائی 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 غذائی برای کارشناسان لازم و مفید می باشد .

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

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

تاریخچه

اشعه دهی مواد غذائی یک فن آوری خیلی جدید نیست . در واقع اشعه دهی مواد غذائی 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 غذائی در سال ۱۹۰۵ برای دو دانشمند انگلیسی صادر شد .

اشعه X توسط رونتگن 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 غذائی است .

در سال ۱۹۶۳ در امریکا برای کنترل حشرات در گندم و آرد کندم 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 وآلمان غربی استفاده از فرآیند اشعه دهی را تنها برای مواد غذائی 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 غذائی :

پرتو دهی مواد غذائی 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

پرتوفرآوری موادغذائی،برای کاهش بار میکروبی مواد غذائی و انهدام میکروب های بیماریزای خاص و جلوگیری از جوانه زدن محصولات غده ای مانند سیب زمینی و پیاز و جلو گیری 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 وکاهش بار میکروبی بکار می رود .

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

۱- مواد غذائی معمولا با اشعه گاما و از طریق یک منبع رادیوایزوتوپ الکترون ها ویا 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 گرددو بعد از آن سزیم ۱۳۷ حاصل از سوخت های هسته ای مصرف شده را می توان نام برد .

۲- 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 معمولا برای اشعه دهی لایه های نسبتا 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- ۳- اشعه ایکس : این اشعه از طریق بمباران فلزات سنگین توسط الکترون هایی با سرعت زیاد (اشعه کاتدی)در یک لوله خلاء تولید می شـــود. اشـعه ایکس تولید شده از منابع ماشینی با انرژی ۵ مگا الکترون ولت ۵MeV یا کمتر کار می کنند .

تعاریف اساسی و اصطلاحات :

پرتو دهی : منظور از پرتودهی ،تاباندن پرتوهای یونساز مانند،گاما ،ایکس،ویا الکترون است .

پرتو دهی مواد غذایی : فرآوری محصولات غذایی با پرتو های یونیزه کننده به ویژه اشعه های گاما،ایکس،ویا باریکه الکترون را پرتودهی مواد غذایی می نامند .

موادغذایی پرتودیده : عبارت است از محصولات غذایی پرتوفرآوری شده که بر اساس مقرارت 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 پر انرژی ،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 غذای پرتو دیده می باشد .

هر گری معادل ۱۰۰ راد می باشد . ۱ erg/gr =J/KG ۱۰۰۰۰GY=

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 وبرای 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 ویا بیشتر از مقادیر تعیین شده دز دریافت نمایید .

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 پرتودهی مواد غذائی ،فوتون هائی با انرزی 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 تا۸ کیلو گری د ر تخریب میکروارگانیسم های بیماری زا غیر اسپورزا موثر است وهیچ 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 پرتودهی باعث افزایش زمان ماندگاری فرآورده های دریائی،سبزی ها و میوه ها میشود وعمر 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 ۱۴روز افزایش می دهد . تخم و لارو حشرات با استفاده از ۱ گیلو گری اشعه از بین می رود . تخم کرم های کدوی خوک وگاو 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 تجارتی است که به آن استریلیزاسیو ن 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 ویا فعالیت میکروارگانیسم ها ی 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 غذائی با منشاء میکروبی مشاهده نمی شود .

در این روش پرتودهی تحت شرایط انجماد انجام می شود تا اثرات ناخوشایند به حداقل برسند علاوه براین مواد غذائی استریل تولید شده نسبت به دیکر 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 غذائی در دمای محیط به مدت طولانی نگهداری شوند و برای افرادی که به ماده غذائی استریل با کیفیت بالا نیاز دارند مناسب می باشد . مانند اردوگاهای نظامی وبرای بیمارانی که بدن آنها مشکل حاد

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

طبق نظر سازمان جهانی بهداشت اشعه دهی مواد غذائی 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 غذائی نمی باشد . بلکه این شیوه در ترکیب با فرآیند های مناسب ، خطر بیماری های ناشی از مواد غذائی را کاهش می دهد .

اشعه دهی مواد غذائی در رنج استاندارد هر ماده غذائی بی خطر بوده و مزایای آن بیشتر از معا یب آن است.

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

مزایای اشعه دهی مواد غذائی :

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

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

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

رسیدگی ،پیری و جوانه زنی میوه ها وسبزی ها ی تازه را کنترل می کند .

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

هیچ سمی در ماده غذائی باقی نمی گذارد .

ارزش مواد غذائی را تقریبا حفظ می کند .

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

گاز دادن به مواد غذائی 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 غذائی اشعه دهی مواد غذائی می یتواند جایگزین افزودنی های غذائی شود .(مانند جایگزین نگهدارنده ها)

مواد غذائی در حین اشعه دهی چندان گرم نمی شود .

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

یکی از مزایای اشعه دهی امکان استفاده از آن بعد از یسته بندی است . از این رو از آلودگی مجدد جلو گیری می کند

معایب اشعه دهی مواد غذائی

بعضی از میوه ها وسبزی 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 وتند 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 ریبوفلاوین ،نیاسین و ویتامین D به پرتو دهی حساس نیستند . ولی ویتامین های A B E K آسانتر از بین می روند .

همه مواد غذائی جهت اشعه دهی مناسب نمی باشند . البته هیچ روش نگهداری وجود ندارد که برای همه مواد غذائی 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 غذائی 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 غذائی در دز های پیشنهادی تمام میکروارگانیسم ها یا توکسین آنها را حذف نمی 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 کیلوکری باعث تغییر رنگ قهوهای گوشت قرار گرفتی 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 فرآبند اشعه دهی در مقایسه با فرآوری حرارتی ،عدم قابلیت آن در جاو گیری از فعالیت آنزیمی می باشد

اگر فساد در مواد غذائی 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 رادیواکتیوویته و خطرات هسته ای فن ْوری پیشرفته ،وجهش ژنتیکی وسرطان است .

اثرات اشعه دهی بر کیفیت مواد غذائی :

تغییرات نامطلوبی که در برخی از مواد غذائی 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 فر آیند پرتودهی 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 دراثر پرتو ساختار حلقوی اسید امینه دچار تغییر میشوند.

گاهی وقتها ۵۰ درصد بعضی از اسید آمینه های گوشت ازبین میرود(تیروزین ،میتونین و . .)پرتودهی لیپیدها وچربی ها بویژه وقتی که پرتودهی ویا نگهداری پس از آن درحضور اکسیژن انجام گیرد، منجربه تولید ترکیبات اکسید کننده نظیر پرواکسیدها میشود که با عث طعم تند درچربی ها میشود.

سطوح بالای اشعه دهی منجربه تولید طعم اشعه ای دربعضی از مواد غذایی بویژه گوشت میشود

پرتودهی اثرات نامطلوبی بر میوه ها وسبزی ها برجای میگذارد. باعث نرم شدن فرآورده ها میشود(بعلت تغییر ساختارپکتین و سلولز) .

دز زیاد اشعه برروی رنگدانه ها ومواد معطروآنزیم ها اثر داردوهمچنین دز زیاد باعث تغییر خواص بعضی مواد بسته بندی مانند فیلم های پلاستیکی ولاک داخل قوطی میشود

چگونگی تاثیرات ضد میکروبی پرتو دهی

در این فرآیند انرژی به ماده غذائی 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 براین الکترونهای آزاد که در نتیجه پرتو دهی مانند پرتو گاما تولید می شوند، مواد حساس سلول را دناتوره کرده و بسیار موثر هستند . از مهمترین مواد حساس درون سلولی می توان به DNAو RNA اشاره کرد . پرتو دهی با تخریب پیوند های هیدروژنی موجود در ساختار DNA . از رونویسی آن جلو گیری کرده وباعث مرگ سلول می شود . در حالیکه در بافت غیر زنده تاثیرات جزیی ایجاد می کند .ارگانیسم های زنده ای که DNA و RNA سالم نداشته باشند عملکرد خود را از دست می دهند .

تغییرات میکروبی

خوشبختانه متداولترین ومشکل سازترین باکتری های بیماری زا، نسبت به اشعه حساس هستند وبا دزها ی کمتراز ۱۰ کیلو گری ازبین میروند.بیماریزاهای مقاوم تر ممکن است ازلحاظ تعداد کاهش یابند . برای غیرفعال کردن میکروارگانیسم های بیماریزا میتوان از ترکیب اشعه باسایرروش های نگهداری استفاده کرد .

اشعه یونیزه برای باکتری ها کشنده است.کروموزوم ها تحت تاثیراشعه آسیب می بینند.آسیب دیدن DNA میکروبی که سبب ازبین رفتن توانایی تکثیرباکتری میشود، دلیل اصلی مرگ باکتری است .

مقاومت میکروارگانیسم های مختلف به اشعه دهی معمولا به ترتیب زیراست :

گرم منفی ها کمتراز گرم مثبت ها

گرم مثبت ها معادل کپک ها

اسپورها معادل مخمرها وکمتراز ویروس ها میباشند

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

دزهایی از اشعه که باکتری ها راازبین میبرند ، نمیتوانند ویروس ها راکاملا غیرفعال سازند

اثر باکتری کشی دز مشخصی از اشعه، بستگی به عواملی نظیر، نوع وگونه میکروارگانیسم، تعداد میکروارگانیسم های موجود، شرایط محیطی ، PH ،دما وترکیب شیمیایی ماده غذایی دارد.

ارزش D برای اغلب باکتری های بیماریزا کمترازیک کیلو گری وبرای باکتری های عامل فساد کمتراز ده کیلو گری میباشد.

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

پرتودهی با اشعه گاما روش موثری برای غیرفعال کردن میکروارگانیسم ها درفراورده های دریایی می باشد.
اشعه دهی شیوه موثری برای غیرفعال کردن باکتری استافیلوکوک طلایی موجود درفراورده های گوشتی میباشد.
فرایند اشعه دهی باکتری سالمونلا و E.coli را درمواد غذایی ازبین میبرد.
اشعه دهی شیوه موثربرای کاهش قابل توجه میکروب های بیماری زای سرما دوست است (لیستریا مونوسیتوژنز،یرسینیا آنترولایتیکا)است .
اشعه دهی براسپورباسیلوس سرئوس اثری ندارد.
طرح ۱۲ D درفرایند رادا پرتیزاسیون (کاهش تعداد اسپورهای زنده کلیستریدیوم بوتولینیوم از۱۰ به ۱۰ استفاده میشود.
دز۱۰ کیلو گری اشعه احتمالا اسپورباکتری های مسمومیت زا نظیر کلستریدیوم بوتولینیوم را غیر فعال نمیکند،مگراینکه تعداد اسپورها درمواد غذایی کم باشد.
سموم میکروبی نسبت به اشعه یونیزه مقاومت زیادی دارند وازبین 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 درصورتیکه یک نمونه قوطی هزارگرمی حاوی یک میلیون اسپور کلستریدیوم بوتولینیوم باشد وماده غذایی تحت دز دوازده DM قرارگیرد درآن صورت تنها یک بیلیونیوم شانس وجود خواهد داشت که از هرهزارقوطی یک اسپور باقی بماند.
دز DM (مگاراد۰/۴ ضرب در ۱۲) معادل ۴/۸ مگاراد میشود .چنین دزی طیف وسیعی از ایمنی را بوجود میاورد
برای مواد غذایی با PH=۶/۴ وپایین تر که اسیدی هستند باکتری کلستریدیوم مشکل ایجاد نمیکند ولی میکروب فاسد کننده اهمیت دارند.مقاومترین ارگانیسم ها دارای اندیس DM = ۲/ مگارادهستند.
جهت استریلیزاسیون وایجاد ایمنی ، پرتویی با قدرت دوازده DM معادل (۱۲ ضربدر۰/۲)۲/۸ مگاراد بکار می رود .
مقاومت آنزیم ها
اغلب آنزیم های مواد غذایی درمقابل پرتوهای یونیزه مقاوت بیشتری نسبت به کلستریدیوم ها دارند اندیس DM حدود ۵ مگاراد تا ۹۰ درصد آنزیم ها را خنثی میکند.اگرمیزان دز به ۲۰ مگاراد برسد، سایرترکیبات مواد غذایی صدمه دیده ومحصول ایمنی خود را ازدست میدهد.
فرآوری مواد غذایی به منظور پرتودهی
قبل ازاینکه ماده غذایی درمعرض تشعشعات یونیزه کننده قرارگیرد، انجام چندین مرحله فرآوری ضروری است که دراکثرموارد مشابه آماده سازی مواد غذایی جهت انجماد یا کنسروکردن میباشد.
الف – انتخاب مواد غذایی :
مواد باید ازلحاظ تازگی وکیفیت عمومی به دقت انتخاب شوند، نباید فاسد باشند.
ب – تمیزکردن مواد غذایی :
لازم است تمام ذرات وناخالصی ها جدا گردند وبارمیکروبی را پایین آورد.
ج – بسته بندی موادغذایی :
باید درظروفی بسته بندی گردند که ازآنها دربرابرآلودگی ثانویه محافظت گردد.
د- بلانچ کردن ویا فرآیند حرارتی:

به منظور جلوگیری از تغییرات نامطلوب پس از تاباندن اشعه لازم است که آنزیم مواد غذایی ازبین برود بهترین روش استفاده ازفرایند حرارتی قبل از عمل تشعشع میباشد

شناسایی فرآورده های غذایی اشعه دیده :

تشخیص فراورده های غذایی اشعه دیده جهت آگاه کردن مصرف کنندگان وکنترل تجارت آنها لازم است.توانایی تشخیص مواد غذایی وترکیبات فراورده های غذایی اشعه دیده از فراورده های غذایی اشعه ندیده برای اطمینان از اینکه حقوق مصرف کننده رعایت شده است، بسیارمهم است

درحال حاضرهیچ روش عمومی برای شناسایی موادغذایی اشعه دیده وجود ندارد.

روش آزمونی که برای تمام موادغذایی قابل اجرا باشد بعید بنظرمیرسد.

ترکیباتی که دراثر اشعه دهی ظروف بسته بندی فرآورده های غذایی تولید میشود، نشان دهنده اشعه دهی به ماده غذایی بسته بندی شده میباشد

قوانین :

تفاوت قوانین درکشورهای 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 رارعایت میکنند مانند دز برای گوشت وماکیان درامریکا وهلند ۳ کیلو گری درفرانسه ۵ کیلو گری ودربرزیل ، شیلی ،آفریقای جنوبی وانگلستان 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 ودز اشعه را مشخص نمایند.

عمل برچسب زنی برای هماهنگ شدن فرآورده های اشعه دیده مسئله مهمی است

دربعضی کشورها برچسب زنی غذاهای اشعه دیده با علامت سبز رادورا وعباراتی نظیر: اشعه دیده، تیمارشده بااشعه، محافظت شده باپرتیزاسیون الزامی است

درآمریکا وقتی یک ماده غذایی اشعه دیده، میتواند فروخته شود که FDA آن غذا را بی خطرتشخیص داده ودستورالعمل شرایط ایمنی اشعه دهی درآن مورد راصادرکرده باشد وبرچسب ماده غذایی باید نشان دهنده آن باشد

در ایران برطبق استانداردملی ایران به شماره ۳۱۰۲ آیین کارپرتودهی ادویه باید به شکل زیرباشد: برچسب گذاری باید حاوی اطلاعات مناسبی درموارد زیرباشد:

الف – نام مرکزپرتودهی ب – تاریخ یا تاریخ های پرتودهی

ج- مشخصات بهرپرتودیده

قید عبارت پرتودیده ومیزان دز درنزدیکی نام کالا حتی اگرعلامت خاصی هم برای نشان دادن این امربه کاررفته باشد ضروری است .

اگرکالایی فقط ازیک ماده خام پرتودیده تهیه شده باشد این موضوع باید دربرچسب 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 ویا غیر فعال می شوند .

۲- 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 دراثر 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 عملا" 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 (معمولا حرارت ۱۳۰ تا ۱۵۰ درجه سانتیگراد بکار برده می شود) . با این وجود در عملیات استریلیزاسیون مواد غذایی حدود ۲۰ درصد ویتامینA و ریبوفلاوین ، ۳۰ تا ۳۵ درصد پیریدوکسین ، اسیدنیکوتینیک 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 فراورده 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 سریعا" 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 آنرا سریعا آلوده نماید .

۱۶-میکروب شناسی مواد غذایی کنسرو شده : کلستریدیوم بوتولینیوم ، کلستریدیوم پرفرنژانس ، استافیلوکوکوس اورئوس ، سالمونلا و شیگلا از جمله میکرو ارگانیسم های بیماریزایی هستند که می توانند در صورت مساعد بودن شرایط براحتی 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 نیتریت سدیم ا افزودن نیتریت 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) دراثر 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 آنرا 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-معمولا بیشتر برآمدگی و تورم ها خصوصا 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) ویا تولید گاز $2CO$ 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 ودرز 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 درآب جوشانده شوند .خوشبختانه با جوشاندن کنسروها در مدت زمان ذکر شده سم بوتولیسم ترشح شده توسط باکتری کلستریدیوم بوتولینیم از بین می رود .

۳۲- ۲- برای گرم کردن مواد غذایی کنسرو شده قوطی کنسرو چه به صورت در بسته و چه باز شده مستقیما 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 خصوصا در مورد قوطی های باز شده حاوی ماده غذایی که مستقیما 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 فورا" 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 حتما 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 معمولا با بوی کهنگی و مزه تند و نامطبوعی همراه می باشند . معمولا 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 اولا زنگ ایجاد شده با محتویات در تماس خواهد بود و ثانیا احتمال سوراخ بودن بدنه وباز 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 برروی 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 ۷٪-۵٪ 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.
مثلا 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 واریته 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 اصلا 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 وسبب ایجاد تغییرات نا مطلوب 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 ومواد مولد طعم از بین می روند.این حقیقت که علاوه برعمرانباری،کیفیت غذا نیز از نظرمصرف 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 :

(High Pressure Processing (HPP)):

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 حدود۴۰۰۰ 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- -2درتراکم غیر مستقیم از یک تشدید کننده فشاربالا 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- -3با 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 وپس 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 ودرب آن مسدود گردید ماده ناقل به داخل آن تزریق می شود. دراغلب سیستمهای متداول ماده ناقل فشار آب می باشد که به منظور ایجاد حالت لغزندگی وضدخورندگی 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 ۴٪، در فشار ۲۰۰۰ اتمسفر تا ۷٪، درفشار۴۰۰۰ اتمسفر تا ۱۱,۵٪و در فشار ۶۰۰۰ اتمسفر تا ۱۵٪ 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 واین 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. تمیزکردن 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 برمیکروارگانیسمها

۱۴- الف) تغییرات مرفولوژیکی

۱۵- اکثر باکتریها می توانند تا فشارهای ۳۰۰-۲۰۰ اتمسفر رشد کنند.میکروارگانیسمهایی که قادرند در فشارهای بالاتر از 400-500اتمسفر رشد کنند" باروفیل"، میکروارگانیسمهایی که در فشار بالاتر از 300-400اتمسفر قادر به رشد نبوده ویا رشد کمی دارند" باروفوب" نامیده می شوند.

توقف حرکت

۱۶-اکثر باکتریهای اگر به مدت طولانی در معرض فشار۴۰۰-۲۰۰ اتمسفر قرار گیرند،قابلیت حرکت خود را از دست می دهند Escherichia coli.، Vibrioو Pseudomonasدر 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- درفرآیند HPP غیر فعال کردن میکروارگانیسمهای رویشی بدون تخریب عطر،طعم،بافت،رنگ و ترکیبات مغذی صورت می گیردو 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 فشارمقاومتهای متفاوتی از خود نشان می دهند. معمولا باکتریهای گرم منفی مقاومت کمتری نسبت به باکتریهای گرم مثبت در برابر فشار دارند . Staphylococcus aureusمقاومت 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- atm700-500و دمای c110-90 o اسپورهای Cl.botulinumرا غیرفعال می کند،همچنین HPP در غیرفعال کردن میکروارگانیسم در PHاسیدی موثرتر است. کپک و مخمرهای مولد فساد،در کمتر از چند دقیقه تحت فشار atm400 غیرفعال می شود،هر چند این فرآیند برای کاهش مایکوتوکسین هایی 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 ناچیزی غیرفعال خواهند شد.

۲۲- پدیده غیرفعال شدن اسپورها در فشارهای زیاد به شدت تحت تاثیر درجه حرارت و به میزان کمتری تحت تاثیرpH،فعالیت آبی و قدرت یونی قرار دارد. درجه حرارت بهینه برای آغاز جوانه زنی اسپورها در فشارهای مختلف متفاوت است. اسپورها در حدود pHخنثی بیشتر و در pHهای 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 ودرجه 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.coliدر فشار ۴۰۰ اتمسفر کمتر ازفشار 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 وتحت 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 کاهشمیابد .

۲۷- استفاده و تاثیر مشخص وبارز این روش در غیرفعال کردن میکروارگانیسمهای پاتوژن آنزیمها درآبمیوه ها،خصوصا آب سیب وپرتقال می باشد .اثرگذاری این تیمار روی فعالیت پلی فنل اکسیداز درآب سیب وپکتین استراز درآب پرتقال مشخص می باشد. فعالیت پکتین استراز باقیمانده در آب پرتقال در شرایط فشار۴۵۰ اتمسفر، دمای ۵۰ درجه سانتیگراد ودر زمان ۳۰دقیقه حدود ۷٪ اندازه گیری شده که در مقایسه با ۱۲٪ در شرایط فشار ۴۵۰ اتمسفر،دمای ۴۰ درجه سانتیگراد وزمان ۶۰ دقیقه نتیجه مطلوب ومناسبی است. همچنین فعالیت پلی فنل اکسیداز در آب سیب پس از تیمار درفشار۴۵۰ 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 وآنزیمها دردوره نگهداری نمی توانند دوباره فعال شوند .

۲۹- HPPبه عنوان تکنولوژی سودمندی برای غیرفعال کردن آنزیمها درآبمیوه ها ثبت گردیده، فشار بالاتر از۴۰۰ اتمسفربا حرارت ملایم کمتر از ۵۰ درجه سانتیگراد همراه شده ودر نتیجه غیرفعال کردن آنزیمها تسریع یابد. تاثیر HPPدر سرعت ومیزان دناتوراسیون برگشت ناپذیر آنزیمها به ترکیب وساختار آنزیم، pH، فشارودما بستگی دارد .

۳۰- استفاده از فشار بالا در فرآوری مواد غذایی

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

۳۲- اثر فرآیند HPP بر مواد غذایی مختلف:

۳۳- میوه ها:

۳۴- HPPمی تواند رنگ طبیعی وشفاف،خصوصیات بافت وطعم طبیعی میوه ها را برای مدت طولانی حفظ کند.استفاده صحیح ودقیق 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 خواهدبود 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 Listeria ، Salmonellaو E.coliاثر 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 واغلب باعث تسریع دناتوراسیون پروتینهای گوشت می شود.با این وجود استفاده از HPPدر غذاهای آماده گوشتی مثل همبرگر وسالامی موفقیت آمیز بوده است.

۳۷- فرآورده های لبنی:

۳۸- فرآیندHPP ،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 پروتینهای 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 وبافت 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 ومتحدالمحور طراحی شده و گسترش پیدا کردند. ترتیب قرار گرفتن الکترود 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 وهمچنین سس پنیر وسالسا موثر 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 1935نوعی 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 PEFجهت 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 وحرارت ملایم. تمام این عوامل اثر سینرژیستی روی قابلیت PEFدارند.اگر چه باکتریهای رویشی در میدانهای الکتریکی غیر فعال می شوند،اما اسپورهای Basillus.cereusو Basillus.polymyxa حتی در میدانهای الکتریکی با شدت kv/cm 30مقاوم 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 تقریبا ۵ سیکل لگاریتمی کاهش می یابد. لیزوزیم احتمالاپوشش 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 نیزغیرفعال 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 اثرضد میکروبی PEF در آب سیب هنگامی که بابرخی 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 w/w 2%در دمای ۴۵ درجه سانتیگراد استفاده شد،در تعداد میکروارگانیسمها log3-2 کاهش مشاهده شد. هنگامی که از نعناع به مقدار ۱٫۸٪ و در دمای ۴۵ درجه سانتیگراد استفاده شد،جمعیت کاهش یافته به log6 رسید.

۵۶-روغن میخک آنتی میکروب بسیار مؤثری است، هنگامی که غلظت روغن میخک در آب سیب ۰٫۲٪ است، در دمای اتاق کاهش بار میکروبی به log5.3 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 PEF (40 pulses of 90 kv/cm)استفاده شدند. اثرگذاری ادویه ها در غیر فعال کردن میکرو ارگانیسمها در آب سیب همراه با PEF و همچنین بدون آن در جدولهای ذیل آمده است.مکانیسم غیرفعال شدن میکروارگانیسمها رادر 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/cmمتوقف 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 ازاعمال میدان الکتریکی مشاهده نمی شود.

۵۹- میکروارگانیسمهای سایکروتروف می توانند مشکلات کیفی در شیرهای یخچالی ایجاد کنند. سودوموناس یک باکتری سایکروتروف است که پروتئاز تولید می کند. پروتئازها به کازئین و پروتینهای 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 HZو در میدان الکتریکی با شدت ۱۸ kv/cmدر یک سیستم مدل حاویTryptic soy broth وعصاره مخمر تا ۸۰ ٪ غیرفعال می شود. البته، سرعت غیرفعال شدن پس از ۹۸ پالس با شدت پالس 2 Hzو شدت میدان الکتریکی ۱۴ kv/cmدر شیر پس چرخ ۶۰٪ بوده است. شدت میدان بالا (۲۵ (kv/cm و شدت پالس پایین (۰,۶ (kw/cmحساسیت پروتینهای شیر پس چرخ به پروتئولیز را افزایش می دهند. آنزیم فسفاتاز قلیایی به عنوان شاخص کفایت حرارتی پاستوریزاسیون کاربرد دارد. فعالیت فسفاتاز قلیایی با استفاده از ۷۰ پالس با شدت میدان الکتریکی ۱۸,۸ kw/cmبه 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 بیو شیمیایی 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 ویا 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- (1اسیدهای آلی: یکی از بهترین روشهای ممانعت از فعالیت میکروارگانیسمهای 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 آلوی 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 بنزوییک وبنزوات 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 اثراسید سوربیک در pH زیر ۶ ظاهر می شود . بیشتر بر کپک و مخمر مؤثرند. باکتریهای حساس به سوربات عبارتند ازSt.aureus :، Salmonella، Coliformها ، باکتریهای سایکروتروف عامل فساد و Vibrio.parahaemolyticus.وجود سوربات تخریب حرارتی اسپورها را تسهیل می کند . فعالیت آنزیمهایی نظیر سوکسینات، دهیدروژناز، فوماراز 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 نیتریت و نیتروزآمینها برای سلامت مصرف کننده، می توان با استفاده توام از سوربات و نیتریت غلظت نیتریت 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 لاکتیلاتهای 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 .
(2سولفیتها و دی اکسید گوگرد :باکتریها در مقابل مقدار ناچیز دی اکسید گوگرد (ppm50-25) حساس هستند، در واقع باکتریها از کپک و مخمر حساسترند. استفاده رایج SO2 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 وقهوه 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 .
(3نیتریت و نیتراتها: نیتریت 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 نیتریت تبدیل بشوند. نیتریتها در معده می توانند با پروتینهای غذا واکنش دهند و به ترکیبات N-nitroso تبدیل شوند. این ترکیبات اغلب در گوشت پخته که حاوی نیتریت و نیترات هستند به ویژه وقتی حرارت بالا داده می شوند، رویت می شود. چون نیتروزآمین موجب سرطان زایی می شود، میزان مصرف نیتریت و نیترات از پیش تعیین شده است. یکی از معایب استفاده ازنیتریت پایداری حرارتی کم و عمر انباری کوتاه آن می باشد .

(4نگهدارنده 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 µ gr/mlمتغیر است. میکروارگانیسمهایی که فعالیتشان تحت تاثیر لاکتوپراکسیداز متوقف می شود عبارتند از: باکتریهای گرم منفی شاملColiform ، Salmonellaو Shiglla و باکتریهای گرم مثبت شامل Stereptococcus و Lactobacillusویروسها، قارچها و انگلها می باشند. باکتریهای گرم منفی حساستر از گرم مثبت است. از آنزیم لاکتو پراکسیداز 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 Clostridiumدر 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 . monosytogenesرا مهار کنند.

نیسین توسط Str.lactisتولید 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.botulinumدر cheese spreadو رشد Listeriaدر soft cheeseو cottage cheeseمی 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 .

منابع و ماخذ:

- **بهداشت تغذیه ، محمد مهدی اصفهانی (۱۳۷۰) چاپ چهارم ، شرکت انتشار تهران**
- **کتاب جامع بهداشت عمومی ، فصل چهار ، گفتار چهار ، دکتر محمد مهدی اصفهانی**
- **نشریه سازمان جهانی بهداشت با عنوان Basic food safety for health workers**