

### تأثیر سردخانه و انبار بر مواد غذایی

- هدف‌های رفتاری: در پایان این فصل، فراگیر باید بتواند:
- ۱- تأثیر نگهداری در سرما را بر روی ارزش غذایی و خصوصیات چشایی مواد غذایی توضیح دهد.
  - ۲- تأثیر انجماد را بر روی ارزش غذایی و خصوصیات چشایی مواد غذایی شرح دهد.
  - ۳- تأثیر دما را بر روی مواد غذایی توضیح دهد.
  - ۴- اثر رطوبت نسبی را بر مواد غذایی شرح دهد.
  - ۵- تأثیر افت ولتاژ را بر سیستم‌های اجرا و کنترل در سردخانه بیان کند.
  - ۶- تأثیر قطع و وصل و نوسانات برق را در سردخانه توضیح دهد.
  - ۷- نحوه‌ی نگهداری محصولات مختلف را در کنار هم توضیح داده، تأثیرات متقابل آن‌ها را شرح دهد.

### ۶- تأثیر سردخانه و انبار بر مواد غذایی

#### ۶-۱- تأثیر نگهداری در سرما بر روی ارزش غذایی و خصوصیات

##### چشایی مواد غذایی

میوه و سبزی‌ها، بیش از سایر مواد غذایی تحت تأثیر قرار می‌گیرند و اصل و نژاد، نوع آب و هوا، خاک، میزان کود، نحوه‌ی پرورش، فصل و نحوه‌ی برداشت، میزان رسیدن و شرایط حمل و نقل عوامل مهمی هستند که در انبار نمودن این محصولات مؤثرند. برای نگهداری بهتر و طولانی‌تر با حفظ ارزش‌های غذایی و ویژگی‌های حسی آن محصولات باید در فاصله‌ی زمانی خیلی کوتاه پس از برداشت، به سردخانه منتقل گردد و دیگر آن که محصول باید کاملاً سالم، پاک و تمیز باشد (منظور از

تمیز بودن شستن محصول نیست زیرا میوه به هنگام انتقال به سردخانه نباید رطوبت سطحی داشته باشد بلکه منظور آن است که از گل و خاک و گرد و غبار عاری باشد) محصولاتی که قرار است برای مدتی در سردخانه نگهداری شود باید با لفاف منفذدار بسته‌بندی گردد.

میوه‌ها و سبزی‌ها از لحظه‌ی برداشت، مانند قطعه یخی که در معرض شرایط نامساعد محیطی، رفته‌رفته ذوب می‌شود، در حال از دست دادن کیفیت چشایی و ارزش غذایی خود هستند که این حالت، سوای فساد میکروبی آن‌هاست. به‌عنوان مثال، ذرت شیرین در ۲۴ ساعت اول پس از برداشت بیش از ۱/۴ درصد قند خود را از دست می‌دهد که این حالت در دمای عادی اتاق، صورت می‌پذیرد. بنابراین، تمامی محصولات می‌بایست حداکثر پس از گذشت ۲۴ ساعت، به درجه حرارت خاص نگهداری خود در سرما برسند که در مورد مواد فسادپذیر و یا حساس نسبت به شرایط محیطی مانند توت‌ها، این زمان به ۲ تا ۳ ساعت کاهش می‌یابد.

از سوی دیگر، بسیاری دیگر از فرایندها نیز به‌طور متداول قبل از بسته‌بندی محصولات و نگهداری آن‌ها به‌صورت بسته‌بندی شده یا طبقه‌بندی شده در سرما صورت می‌گیرد. فرایندهایی مثل تمیز کردن، طبقه‌بندی، امتیازبندی و... به همین دلایل، امروزه در اکثر مراکز بزرگ تولید میوه‌ها و سبزی‌ها از فرایند سرد کردن مقدماتی استفاده می‌کنند تا از بروز تغییرات نامطلوب بلافاصله پس از برداشت، جلوگیری شود و محصول تا رسیدن به مراکز نگهداری یا عرضه، تازه و سالم بماند و از همه مهم‌تر از فشارهای وارد شده به سردخانه‌ها برای حذف گرمای اولیه‌ی محصولات ورودی، ممانعت گردد.

نگهداری در دمای نزدیک به  $0^{\circ}\text{C}$  با کاهش تنفس سلولی، تولید اتیلن، از دست رفتن آب و به‌طور کلی فعالیت‌های بیولوژیکی، رسیدن و پیری محصول را به تعویق می‌اندازد. بنابراین نگهداری در سرما باعث کاهش ارزش غذایی، به‌عنوان یک فرایند مخرب نیست و حتی باعث حفظ بیشتر ارزش غذایی و خصوصیات چشایی آن، نسبت به شرایط عادی محیط خواهد بود.

یکی از تغییرات مخربی که همواره باید از بروز آن جلوگیری کرد، سرمازدگی است. سرمازدگی در اصل به معنی کاهش بیش از حد دمای نگهداری محصول است به نحوی که آنزیم‌های تنفسی در میوه یا سبزی دچار توقف فعالیت شده، این اختلالات، منجر به تجمع مواد سمی ناشی از فقدان تنفس و سیکل‌های بیوشیمیایی ناخواسته می‌گردد و طعم، بافت و رنگ محصول را دچار تغییرات نامطلوب می‌نماید.

بدیهی است که دمای مطلوب نگهداری میوه‌ها و سبزی‌های مختلف، با یکدیگر متفاوت است.

بنابراین سرمازدگی نیز برای هر کدام در شرایط خاصی صورت می‌گیرد. میوه‌های مناطق استوایی مثل موز، نسبت به سرما حساسیت بیشتری دارند به نحوی که دماهای پایین‌تر از  $13-11^{\circ}\text{C}$ ، دچار سرمازدگی می‌شوند اما برای نمونه گلابی دمای اندکی زیر صفر را هم به راحتی تحمل خواهد کرد. نشانه‌های سرمازدگی، عبارتند از: گود افتادن سطح، خشکیدن و پلاسیدن به دنبال آن، بروز لکه‌های سوخته (پرتقال) و یا لکه‌های قرمز رنگ (لیمو)، قهوه‌ای شدن محصول، ایجاد بافت کرکی نامطلوب (هلو) و از بین رفتن قدرت سنتز رنگدانه‌های کاروتن (سیب زمینی). در جدول شماره ۱-۶ عوارض متنوع در محصولات مختلف آورده شده است.

جدول ۱-۶- علایم سرمازدگی در تعدادی میوه‌ها در پایین‌ترین دمای مطمئن

محصول	دمای مطمئن	علایم سرمازدگی بین $^{\circ}\text{C}$ و دمای مطمئن
سیب	$2/2-3/3^{\circ}\text{C}$	قهوه‌ای شدن بافت داخلی
آووکادو	$4/4-7/2^{\circ}\text{C}$	قهوه‌ای مایل به خاکستری شدن بافت گوشتی
موز	$11/7-13/3^{\circ}\text{C}$	کدر شدن پوست - قهوه‌ای شدن بافت داخلی
گریپ فروت	$1^{\circ}\text{C}$	گود افتادن - سوختگی سطحی
لیمو	$11/1-12/7^{\circ}\text{C}$	گود افتادن - تولید لکه‌های قرمز در سطح خارجی
انبه	$1-12/7^{\circ}\text{C}$	لکه‌های سوخته خاکستری پوست
زیتون	$7/2^{\circ}\text{C}$	گود افتادن - لکه‌های قهوه‌ای روی پوست
پرتقال	$7/2^{\circ}\text{C}$	گود افتادن - لکه‌های قهوه‌ای روی پوست
آناناس	$7/2-1^{\circ}\text{C}$	تولید رنگ سبز تیره روی پوست خارجی

علاوه بر کاهش بیش از حد دما، عوامل دیگر چون افزایش غلظت  $\text{CO}_2$ ، کاهش اکسیژن، زمان نگهداری طولانی و کاهش رطوبت نسبی نیز به سرمازدگی کمک می‌کنند. همان‌طور که می‌دانیم گروهی از تغییرات، منجر به رسیدن محصول می‌گردند که در اصل به تغییرات مناسب در بافت، ارزش غذایی، رنگ و... محصول گفته می‌شود. تغییراتی شامل شکسته شدن نشاسته یا ملکول‌های بزرگ قند به قندهای کوچک‌تر با شیرینی بیشتر، کاهش غلظت اسیدهای خوراکی، تعادل پروتئینی، آشکار شدن رنگدانه‌های پنهان و نرم شدن بافت با تجزیه تدریجی مواد پکتینی هم ممکن است اتفاق افتد.

فرایند نگهداری در سرما، مرحله‌ی رسیدن محصول را پس از برداشت به یک مرحله طولانی تبدیل می‌کند. بنابراین باعث حفظ بیشتر ارزش غذایی و خصوصیات چشایی آن نسبت به حالت عادی خواهد شد.

جدول ۲-۶- شرایط نگهداری بعضی از سبزی‌ها

سبزی	روز	درجه سانتی‌گراد	درصد ویتامین C از بین رفته
مارچوبه	۱	۲	۵
	۷	صفر	۵
لوبیا سبز	۱	۸	۱
	۴	۸	۲
اسفناج	۲	صفر	۵
	۳	۱	۵

جنبه مثبت دیگر نگهداری مواد غذایی در سرما، این است که همواره نگهداری در سرما با تاریکی و عدم تابش نور مرئی همراه است، بنابراین، از این طریق می‌توان مواد غذایی حساس نسبت به نور مرئی را حفاظت نمود. ریوفلاوین جزو حساس‌ترین مواد مغذی نسبت به نور مرئی است از آنجا که این ویتامین، تنها در شیر به صورت آزاد وجود دارد تأثیر نور مرئی را بر روی آن مورد مطالعه قرار داده‌اند. بر اساس نتایج آزمون، ۵٪ ریوفلاوین موجود در شیر پس از ۲ ساعت تماس با نور خورشید در شرایط آفتابی و ۲۰٪ آن در همان زمان و در هوای ابری تخریب می‌گردد. پس نگهداری در انبارهای سرد، با ممانعت از تابش نور مرئی، مواد مغذی حساس نسبت به نور را هم حفظ خواهد کرد.

## ۲-۶- تأثیر انجماد بر روی ارزش غذایی و خصوصیات چشایی مواد غذایی

در انجماد نیز امکان از دست رفتن ارزش غذایی وجود دارد. افت ویتامین‌ها در طول نگهداری به صورت منجمد، ارتباط بسیار نزدیکی با نوع ماده‌ی غذایی، بسته‌بندی و شرایط فرایند و انبارداری خواهد داشت. افت مواد غذایی می‌تواند ناشی از جداسازی مکانیکی (مثل پوست‌گیری و حذف قسمت‌های زاید پیش از انجماد و یا افت ترش‌گی در هنگام رفع انجماد) چکه کردن یا خروج مواد محلول، بویژه در هنگام آنزیم‌بری گرمایی و یا تجزیه‌ی شیمیایی باشد.

این‌که، افت مواد مغذی تا چه حد جدی‌ست به ماده‌ی مغذی مورد نظر از حیث فراوانی یا فقدان

مقادیر کافی آن در رژیم غذایی متوسط و یا روزانه‌ی انسان و همین‌طور، اهمیت آن در ماده‌ی غذایی مورد نظر بستگی دارد به این معنی که آیا ماده‌ی غذایی مورد نظر به عنوان منبع آن ماده‌ی مغذی حایز اهمیت هست یا نه!

پیش از انجماد و به هنگام آنزیم‌بری و خنک کردن اولیه‌ی محصول، در میوه‌ها و سبزی‌ها مقادیر کاهش ویتامین C به صورت شاخص، از ۱۰ تا ۵۰ درصد گزارش شده است. همین‌طور، کاهش ویتامین B<sub>۱</sub> نیز از ۹ تا ۶۰ درصد، بسته به نوع محصول و شرایط، گزارش گردیده است. بدیهی‌ست که سایر ویتامین‌های محلول در آب نیز چنین حالتی خواهند داشت. در این مورد، استفاده از روش‌های آنزیم‌بری بدون آب (مایکروویو و یا بخار آب) و نیز، خنک کردن محصول با هوای سرد به جای آب، این میزان افت را به حداقل خواهد رساند.

در طول انجماد و در انتهای این فرایند، کاهش قابل توجهی در ارزش غذایی دیده نمی‌شود. از این رو، برخلاف فرایندهای گرمایی، انجماد، کمتر باعث تخریب مواد مغذی می‌گردد بلکه عامل اصلی تخریب، نگهداری در حالت انجماد است. در چنین شرایطی هر قدر زمان نگهداری در حالت انجماد بیشتر شود و یا دمای نگهداری محصول بالاتر باشد، تخریب مواد مغذی بیشتر است. همین‌طور، در صورتی که محصول آنزیم‌بری نشده باشد و یا قابل آنزیم‌بری نباشد تخریب آنزیمی هم در طول نگهداری ادامه خواهد یافت و روند افت مواد مغذی را تشدید خواهد کرد. برای مثال، لویبای سبزی که آنزیم‌بری شده باشد پس از یک سال نگهداری در ۲۰ °C تنها ۳ درصد کاهش ویتامین B<sub>۲</sub> از خود نشان می‌دهد در صورتی که همین محصول در شرایطی که آنزیم‌بری نشده باشد پس از این مدت با همین دما، کاهش معادل ۳۹ درصد را در ویتامین B<sub>۲</sub> خواهد داشت.

از سایر تغییرات در محصولات منجمد شده می‌توان به تغییر رنگ بر اثر تخریب رنگدانه‌ها اشاره نمود. کلروفیل، حتی در برخی سبزیجات منجمد شده به تدریج تبدیل به فتوفتین قهوه‌ای رنگ می‌گردد و در میوه‌ها بروز تغییرات در غلظت املاح به دنبال انجماد، باعث تغییر در pH محیط و تغییر رنگ محصول خواهد گردید که این امر در تغییر رنگ آنتوسیانین‌ها به چشم می‌خورد.

فعالیت آنزیمی به خصوص در مورد میوه‌ها که کمتر امکان آنزیم‌بری گرمایی برای آن‌ها وجود دارد و یا موادی مانند گوشت منجمد که به هیچ‌وجه قبل از انجماد تحت فرایند گرمایی قرار نمی‌گیرند و یا حتی محصولاتی که فرایند آنزیم‌بری گرمایی بر روی آن‌ها به قدر کافی صورت نگرفته است، عامل مهمی در تغییرات نامطلوب حین نگهداری به حالت منجمد است. مهمترین این آنزیم‌ها، پلی‌فنل اکسیدازها هستند که واکنش‌های قهوه‌ای شدن آنزیمی را بر عهده دارند و یا لیپواکسی‌ژنازها هستند که باعث بروز طعم

نامناسب در مواد غذایی می‌شوند. آنزیم‌های پروتئولیتیک و لیپولیتیک، منجر به بروز تغییرات نامناسب در بافت و طعم انواع گوشت‌های منجمد می‌گردند. فعالیت آنزیمی در محصولات منجمد در مواد محلول تغلیظ شده در اطراف کریستال‌های یخ انجام می‌گیرد و به علت حضور مواد اولیه و آزاد شدن آنزیم‌ها به دنبال پارگی جداری سلولی به وسیله کریستال یخ، در این منطقه تمرکز می‌یابد. اکسیداسیون، از دیگر مواردی است که در دمای انجماد نیز (به‌خصوص برای مواد غذایی چرب) اتفاق می‌افتد و تنها راه مبارزه کم کردن آن، استفاده از بسته‌بندی مناسب و یا نگهداری در انبار اتمسفر کنترل شده با غلظت مشخص است البته در مورد موادی مثل ماهی منجمد که به علت حضور اسیدهای چرب غیراشباع حساسیت بیشتری به اکسیداسیون دارند از فرایندی تحت عنوان «لعاب دادن» استفاده می‌شود. بدین صورت که محصول، پیش از انجماد، درون آب غوطه‌ور گردیده، با آب سرد بر روی آن پاشیده می‌شود. بدین ترتیب، لایه‌ی نازکی از یخ بر روی محصول تشکیل شده، از تبخیرات اکسیداسیون و ترکیبات آن در طول زمان نگهداری جلوگیری خواهد نمود.

برای حفاظت هرچه بیشتر از بافت محصول و جلوگیری از خروج مواد مغذی محلول، فرایند انجماد را باید در کوتاه‌ترین زمان ممکن انجام داد به گونه‌ای که در حداقل زمان ممکن، از محدوده‌ی دمای بین  $5^{\circ}\text{C}$  تا عبور کنیم. در چنین شرایطی انجماد در داخل و خارج سلول به صورت یکنواخت انجام گرفته، بافت محصول آسیب کمتری می‌بیند. در حالی که به هنگام انجماد کند مایع بین سلولی به علت حضور مواد جامد محلول کمتر پیش از مایع داخل سلولی منجمد می‌شود و با فشار اسمزی ایجاد شده، آب را از داخل به سمت خارج سلول می‌کشاند. در چنین شرایطی سلول به شدت بی‌آب شده، شکل خود را از دست می‌دهد و از طرف دیگر بلورهای درشت یخ تولید شده، باعث فشرده شدن بیشتر و پارگی جداری سلول خواهند شد. البته در هنگام رفع انجماد، هر چه از روش کندتری استفاده کنیم آسیب وارده کمتر است و مواد مغذی نیز بیشتر حفظ می‌شوند زیرا یخ‌های ذوب شده به تدریج از قسمت خارج سلولی به سمت داخل سلول باز می‌گردند و سلول، فرصت جذب آب پیدا می‌کند. در غیر این صورت بلورهای یخ به سرعت آب شده، بدون جذب به داخل سلول، به صورت قطرات آب از بافت ماده‌ی غذایی همراه با مواد مغذی و حتی رنگدانه‌ها خارج خواهند شد. برای انجماد بسیاری از مواد غذایی حساس مثل توت‌فرنگی یا گوجه‌فرنگی و ... از انجماد همزمان آن‌ها در داخل آب خود میوه استفاده می‌کنند تا بافت و خصوصیات چشایی محصول به علت فشار اسمزی مساوی در داخل و خارج محیط، هر چه بیشتر حفظ گردد.

از سایر تغییرات بر روی مواد غذایی می‌توان به سوختگی انجمادی<sup>۱</sup> اشاره نمود که هنگام استفاده از فریزرهای با هوای متحرک به علت خشکی بیش از حد هوا و از دست دادن سریع رطوبت، حالتی مشابه سوختگی در محصول به وجود می‌آید و رنگ نامناسب به همراه سطحی خشک را به دنبال خواهد داشت. این موضوع در انجماد گوشت دیده می‌شود. البته کاهش وزن محصولات در حین انجماد هم، به دلیل از دست دادن احتمالی رطوبت، ممکن است از عواقب انجماد باشد.

با توجه به تمامی تغییرات ذکر شده، مدت زمان ماندگاری مواد در حالت انجماد محدود است. این محدودیت، با توجه به تغییرات احتمالی شیمیایی و یا حتی میکروبی، کاهش ارزش غذایی، تغییر در خصوصیت چشایی و... تعیین‌کننده‌ی زمان نهایی ماندگاری محصول خواهند بود. در صورتی که در انتهای زمان ماندگاری محصول دارای بافت، طعم و به‌طور کلی ظاهری متفاوت با قبل از انجماد خود می‌باشد عاملی به نام «عمر کیفیت حداکثر<sup>۲</sup>» یا HQL در مواد غذایی نگه‌داری شده به حالت منجمد، مطرح می‌گردد. HQL در اصل مدت زمان ماندگاری در حالت انجماد است به نحوی که ۸۰-۷۰ درصد از افرادی که محصول را از نظر چشایی ارزیابی می‌کنند، تفاوتی بین محصول منجمد و ماده‌ی غذایی منجمد شده قائل نشوند. این زمان، بین یک سوم تا یک ششم زمان ماندگاری نهایی محصول است و مدت آن با کاهش دما، افزایش می‌یابد.

جدول ۳-۶- مدت زمان ماندگاری برخی از سبزی‌ها به حالت منجمد در دماهای مختلف

HQL (برحسب روز)			
-۱۸°C	-۱۲°C	-۷°C	
۲۹۶	۹۴	۳	لوبیای سبز
۳۵	۹	۲۷	نخودفرنگی

### ۳-۶- تأثیر شرایط سردخانه بر روی مواد غذایی

الف- دما: دما، عامل اصلی در کنترل فساد یا به‌طور کلی، همه‌ی انواع تغییرات نامطلوب در انواع مواد غذایی است. به بیان دیگر، تمامی انواع فساد میکروبی، شیمیایی، بیوشیمیایی و در برخی موارد

۱- Freeze Burn

۲- High Quality

فیزیکی، ناشی از تغییرات نامناسب دما و بالا رفتن آن است. بنابراین، بدیهی است که هر نوع تغییری در دما که یکی از شرایط تعیین کننده‌ی سردخانه‌های زیر صفر و بالای صفر است بلافاصله بر روی کیفیت و ماندگاری مواد تأثیر خواهد گذاشت. در سردخانه‌های بالای صفر - که هدف اصلی جلوگیری از رشد میکروب‌های بیماری‌زاست. دمای مطلوب رشد میکروب‌های بیماری‌زا در محدوده‌ی دمای بدن انسان است و در شرایط سرما قادر به رشد نیستند. دمای سردخانه‌ها از  $1^{\circ}\text{C}$  تا  $8^{\circ}\text{C}$  می‌باشد. افزایش دمای سردخانه بالای صفر به معنی امکان رشد میکروب‌های بیماری‌زا و افزایش سرعت رشد انواع مولد فساد است که بیماری‌زا نیستند.

در سردخانه‌های زیر صفر، دمای مطمئن برای ممانعت از رشد همه‌ی میکروارگانیسم‌ها، حداقل  $18^{\circ}\text{C}$  است که برای حفظ بهتر کیفیت و ممانعت از تغییرات نامطلوب شیمیایی و بیوشیمیایی، دمای حرارت فریزرهای صنعتی برای نگهداری دراز مدت مواد غذایی، بین  $25^{\circ}\text{C}$  تا  $30^{\circ}\text{C}$  است. در این شرایط، کاهش دما به ندرت پیش می‌آید که در صورت کنترل تبادلات رطوبت بین محیط و محصول که با بسته‌بندی مناسب صورت می‌گیرد نامناسب نخواهد بود ولی همان‌طور که گفتیم چنین شرایطی بسیار نادر است. مشکل اصلی، افزایش دماست که باعث ذوب شدن بلورهای یخ ریز و اتصال آن‌ها به بلورهای یخ درشت‌تر و بزرگ‌تر شدن بلورهای نهایی خواهد شد و تخریب بیشتر بافت را به دنبال دارد و بافت‌ها را به یک بافت یخی تبدیل خواهد کرد. در شرایطی که افزایش دما بسیار زیاد باشد، عمل رفع انجماد، صورت گرفته، به دنبال آن بلورهای یخ ذوب می‌شوند و به حالت چکه کردن از محصول خارج می‌گردند که علاوه بر امکان رشد برخی میکروب‌ها، شاهد کاهش وزن، از دست دادن رنگ و ارزش غذایی محصول، به دلیل خروج مواد مغذی محلول در آب خواهیم بود. بنابراین، از بعد میکروب‌شناسی مواد غذایی هر نوع افزایش دما، آماده‌تر شدن شرایط برای رشد انواع بیماری‌زا و مولد فساد را به دنبال دارد و بسیار نامطلوب است.

افزایش دما در سردخانه‌های بالای صفر، باعث افزایش شدت تنفس محصولات و مصرف مواد مغذی و از دست رفتن آن‌ها نیز خواهد گردید علاوه بر این که در دراز مدت می‌تواند منجر به جوانه‌زدن محصولاتی مثل سیب‌زمینی و پیاز گردد و در نهایت، بافت و طعم مواد غذایی را در مدت بسیار کوتاهی تخریب نماید زیرا در نگهداری محصولات، بخصوص میوه‌ها و سبزی‌ها عمل غیرفعال کردن آنزیم‌ها (بلانچینگ) را انجام نمی‌دهیم و حضور آنزیم‌ها همواره، عامل تهدید کننده‌ای است که با افزایش دما، تخریب آنزیمی هم تشدید خواهد شد.

در شرایط کاهش دما مشکل میکروبی وجود ندارد و این مسأله عموماً در سردخانه‌های بالای



صفر مطرح است. همانطور که می‌دانیم کاهش کنترل نشده و بیش از حد دما، منجر به توقف و یا کندی کار آنزیم‌های تنفسی می‌شود و شرایط را به سمت فعالیت‌های بی‌هوازی هدایت می‌کند. مشابه حالتی که در کاهش غلظت اکسیژن و یا افزایش غلظت  $CO_2$  در محیط پیش می‌آید این حالت منجر به بروز تغییرات عمومی تحت عنوان سرمازدگی می‌گردد که در قسمت تغییرات موادغذایی در سردخانه به طور کامل به آن پرداخته شد. چنانچه کاهش دما، باعث ایجاد بلورهای یخ شود حالتی به نام یخ‌زدگی به وجود می‌آید که تفاوت‌های زیادی با انجماد دارد. از جمله این که بسیار کند، ناخواسته و کنترل نشده است. بلورهای یخ درشت تشکیل شده، با پاره کردن سلول و آزاد کردن آنزیم‌ها، علاوه بر از بین بردن حالت زنده و فعال سلول، بافتی مرده را به وجود می‌آورد که به سرعت به وسیله آنزیم‌ها تخریب خواهد گردید. در مورد برخی محصولات مثل شیر، کاهش دما تا حد یخ زدن، باعث بروز تغییر در غلظت املاح و رسوب کردن و منعقد شدن پروتئین‌ها می‌گردد که تغییرات برگشت‌ناپذیری را برای بافت محصول به دنبال دارد. یا در نگهداری گوشت در سردخانه‌های بالای صفر (به منظور طی دوره‌ی بیات شدن و عمل آمدن گوشت) کاهش دما و یخ زدن محصول، باعث می‌شود که تغییر و تحولات لازم در تبدیل عضله به گوشت صورت نگیرد و کیفیت نهایی محصول، بسیار کاهش یابد. بنابراین، رعایت نکردن درجه حرارت مناسب، چه در جهت کاهش و چه در جهت افزایش، نامطلوب است و باید از آن پیشگیری نمود.

**ب - رطوبت نسبی:** بیش از طرح هر بخشی درباره‌ی تأثیرات رطوبت نسبی، به عنوان یکی از شرایط اساسی نگهداری موادغذایی و از همه مهمتر، نقش تغییرات آن در تغییرات مواد غذایی، باید خاطر نشان کرد که رطوبت نسبی و دما دو عامل وابسته به هم هستند که تغییرات یکی در دیگری مؤثر است و البته، دما باعث بروز تغییر در میزان رطوبت نسبی خواهد شد.

همان طور که می‌دانیم در شرایط ثابت، مقدار رطوبت هوای موجود در یک سردخانه از نظر کمی ثابت است. بنابراین با کاهش یا افزایش دما در عین ثابت بودن مقدار رطوبت هوا، رطوبت نسبی تغییر می‌کند. به این معنی که افزایش دما، رطوبت نسبی هوا را کاهش داده، کاهش دما منجر به افزایش رطوبت نسبی هوا و حتی رسیدن به نقطه‌ی شبنم می‌گردد. تأثیر تغییرات میزان رطوبت نسبی را می‌توان در دو حالت کاهش و افزایش آن از حدود مشخص بررسی نمود.

در شرایط کاهش رطوبت نسبی محیط، طبیعی‌ست که محصولات، به منظور به تعادل رسیدن با فضای سردخانه شروع به از دست دادن رطوبت می‌کنند. بنابراین، مهم‌ترین مشکلی که از نظر اقتصادی نیز اهمیت فراوان دارد، کاهش وزن محصولات است. این کاهش در محصولاتی مثل سبزی‌های برگی،

با ایجاد پژمردگی و پلاسیدگی محصول را غیر مصرف خواهد نمود و در محصولات دیگری مثل گوشت، پنیر و... به رغم ضررهای اقتصادی، در ظاهر ممکن است تغییرات چندانی را نشان ندهد. مهم ترین راه برای جلوگیری از چنین حالتی، استفاده از پوشش های مناسب برای حفظ رطوبت محصولات و همین طور، تأمین رطوبت محیط با تزریق رطوبت به محیط سردخانه است.

کاهش رطوبت نسبی، بیشتر در تبخیرکننده های با ابعاد کوچک صورت می گیرد چون تبخیرکننده های با ابعاد بزرگ می توانند اختلاف دمای کمتری با هوای سردخانه داشته باشند. بنابراین رطوبت موجود در هوا، به هنگام عبور آن (به دلیل کاهش ملایم دما)، کمتر به صورت قطرات آب درمی آید و طبیعی ست که کاهش کمتری در رطوبت نسبی هوای سردخانه ایجاد خواهد گردید.

بنابراین به طور خلاصه می توان گفت کاهش رطوبت نسبی محیط، ابتدا منجر به افت وزنی محصولات و در صورت تداوم، باعث بروز تغییرات نامطلوب ظاهری مانند خشکی، پژمردگی و پلاسیدگی خواهد گردید.

افزایش رطوبت نسبی در محیط سردخانه کمتر اتفاق می افتد. در دما و رطوبت نسبی ثابت، تنفس سلولی محصولات (میوه ها و سبزی ها) باعث مصرف اکسیژن و مواد مغذی از یک سو و تولید آب و دی اکسیدکربن از سوی دیگر می گردد که امکان افزایش رطوبت نسبی را به دنبال خواهد داشت. عامل بسیار مهم در این باره، علاوه بر کنترل دما، تهویه ی مناسب و چرخش هوای سردخانه است که از تجمع رطوبت در برخی نقاط سردخانه جلوگیری می نماید. مهم ترین خطر افزایش رطوبت نسبی، مرطوب شدن بیش از حد محصولات در سطح و امکان افزایش فعالیت آبی و به دنبال آن رشد میکروارگانیسم ها بخصوص کپک هاست. علاوه بر این که باقی ماندن قطرات آب در سطح برخی محصولات، باعث ایجاد لکه هایی بر روی محصول می گردد که از نظر ظاهری نکته ای منفی به حساب خواهد آمد. در اینجا نیز علاوه بر کنترل شرایط می توان از بسته بندی هم به عنوان عامل مؤثر کمکی استفاده نمود.

**پ - افت ولتاژ:** با توجه به وابستگی همه ی سیستم های اجرا و کنترل سردخانه به جریان برق، بدیهی ست که افت ولتاژ عواقب بسیار نامناسبی به همراه دارد. سیستم های کنترل پیشرفته، در شرایط کاهش یا افزایش ولتاژ، جریان الکتریسیته را قطع می کنند که حالت قطع و وصل مجدد برق به وجود خواهد آمد. در غیر این صورت، عوارض ایجاد شده، شامل کاهش کارایی کمپرسورها به عنوان قلب سیستم تبرید و کاهش توان سردخانه در خروج گرما از محیط داخل یا حفظ درجه حرارت به دنبال آن است که افزایش دما را به دنبال خواهد داشت. علاوه بر این که بسیاری از دستگاه های

کنترل خودکار شرایط با نوسانات جریان برق دچار اشکال شده، امکان دارد به گونه‌ی کنترل نشده و ناخواسته‌ای عمل کنند. در هر صورت، عارضه‌ی اصلی که پیامد این حالت افت ولتاژ است، باعث افزایش دمای سردخانه خواهد شد که علاوه بر آسیب‌رسانی احتمالی به سیستم تبرید به دلیل کار مداوم و عدم کارایی لازم بخصوص در مورد کمپرسورها، این افزایش دما، عوارض نامطلوبی در افزایش شدت تنفس و یا رشد میکروارگانیسم‌ها و ... ایجاد می‌کند که در قسمت بعد (قطع و وصل برق) بیشتر با آن آشنا خواهید شد.

**ت - قطع و وصل برق:** قطع برق هر چند نسبت به نوسانات ولتاژ مشکل بزرگ‌تری ایجاد می‌کند اما بلافاصله قابل تشخیص است. قطع برق به معنی قطع روند سرمایی است. بنابراین باید شاهد افزایش دما در سردخانه بود. این افزایش دما در سردخانه‌های زیر صفر و بالای صفر، عوارض متفاوتی به دنبال خواهد داشت.

در سردخانه‌های بالای صفر، دما از حساسیت بسیار زیادی برخوردار است به نحوی که گاهی اوقات حتی  $1^{\circ}\text{C}$  تغییر، تأثیرات قابل توجهی بر روی محصول می‌گذارد. در مورد میوه‌ها و سبزی‌ها، افزایش دما به معنی تنفس بیشتر و مصرف مواد مغذی و تولید آب و  $\text{CO}_2$  در محیط است ضمن این که در زمان کوتاه‌تری رسیده و از طول عمر نگهداری آن‌ها کاسته می‌شود؛ زیرا با تغییری در دما، شدت تنفس محصولات چندین برابر می‌گردد. از دیدگاه آلودگی میکروبی و رشد انواع بیماری‌زها و عوامل فساد هم افزایش جزئی حرارت باعث فراهم شدن امکان رشد خواهد گردید؛ حالتی که در محصولات فسادپذیر مثل گوشت و فراورده‌های مشابه آن، مشکلات جدی به وجود خواهد آورد. قطع برق، قطع تهویه را هم به دنبال دارد که خود این حالت، باعث تجمع رطوبت در نقاط خاصی از محل تجمع محصول گردیده، فعالیت آبی را بالا می‌برد عاملی که پیش از همه چیز، رشد میکروارگانیسم‌ها بخصوص کپک‌ها را فراهم می‌آورد.

در سردخانه‌های زیر صفر، مشکلات، شکل دیگری به خود می‌گیرند. در هنگام قطع برق و افزایش دما، هر چند بلورهای یخ کوچک به میزان جزئی ذوب شده، جذب بلورهای بزرگتر می‌گردند یا حتی دو بلور بزرگ در سطح به یکدیگر می‌چسبند و تمام این‌ها باعث پاره شدن بیشتر دیواره‌ی سلولی بخصوص در بافت‌های گیاهی می‌گردد حالتی که پس از رفع انجماد محصول باعث چکه کردن مقادیر زیادی از آب میان بافتی و داخل سلولی می‌شود و علاوه بر کاهش ارزش غذایی، بافت را نیز از نظر ظاهری ناخوشایند می‌سازد. هنگام وصل مجدد برق، دما بار دیگر کاهش یافته، عوارض انجماد و رفع انجماد مکرر، تکمیل می‌گردد. هر چند که تاکنون دلایل علمی قوی برای این مطلب ارائه نگردیده

است اما نظر بر این است که حساسیت محصولات پس از رفع انجماد یا رسیدن به دمای محیط، بسیار بیشتر شده، با سرعت بیشتری از نظر ظاهری، ارزش غذایی و ماندگاری، قابلیت‌های خود را از دست خواهد داد.

بنابراین بدیهی است که یکی از ملزومات اصلی سردخانه‌های صنعتی، ژنراتورهای موقت تولیدکننده‌ی برق هستند تا به هنگام بروز قطع برق، توانایی حفاظت از محصولات را با تأمین انرژی الکتریکی لازم برای کار کمپرسورها، داشته باشند و از بروز خسارات سنگین و جبران‌ناپذیر جلوگیری کنند.

#### ۴-۶- تأثیر شرایط انبارها بر روی مواد غذایی

به علل نقص فنی انبارها و ناآشنایی مسئولان به روش انبارداری، هر سال مقدار زیادی مواد غذایی فاسد می‌شود و از این راه میلیاردها ریال ضرر به اقتصاد کشور وارد می‌آید. عوامل اصلی زیان‌های مذکور عبارت‌اند از حشرات، موجودات ذره‌بینی، جوندگان و پرندگان و وجود رطوبت.

دانه‌ها، محیط مناسبی برای رشد حشرات و موجودات ذره‌بینی را فراهم می‌کند. حشراتی که از دانه‌ها تغذیه می‌کنند نه تنها باعث کاهش وزن آن‌ها می‌شوند بلکه با پخش فضولات خود، آلودگی و کاهش ارزش غذایی دانه‌ها را به دنبال دارند. رشد موجودات ذره‌بینی نیز باعث می‌شود که کیفیت دانه‌ها نیز تغییر کند و از ارزش غذایی آن‌ها کاسته گردد. فعالیت این دو عامل موجب می‌گردد که حرارت دانه‌ها افزایش یابد و این افزایش گرما، باعث انتقال رطوبت کپک شدن (به هم چسبیدن و تخمیر شدن) دانه‌ها و یا سبز شدن آن‌ها می‌گردد.

موش‌ها علاوه بر آن که از دانه‌ها تغذیه می‌کنند، آن را به فضولات و ادرار خود می‌آلایند، پرندگان هم در انبارهای باز یا بدون در و پنجره، از دانه‌ها تغذیه کرده، فضولات خود را در میان دانه‌ها به جا می‌گذارند.

#### ۵-۶- نگهداری محصولات مختلف به صورت سرد و منجمد

##### نگهداری شیر و فرآورده‌های آن

مانند سایر مواد می‌توان شیر و فرآورده‌های آن را در دماهای پایین بدون انجماد و یا به حالت منجمد نگهداری کرد.

— نگهداری شیر و فرآورده‌های آن به روش سرد: سرد کردن شیر می‌تواند از دامداری‌ها

شروع شود که برای این کار اغلب از سه روش زیر استفاده می‌گردد :

۱- استفاده از خنک‌کننده‌های سطحی

۲- استفاده از تانکرهای دارای سردکننده

۳- خنک کردن بیدون

استفاده از خنک‌کننده‌های سطحی در محل دامداری‌ها مشکل است. خنک کردن شیر در بیدون به وسیله آب سرد، گذاشتن ظروف حاوی شیر در آب سرد و پاشیدن آب بر روی آن انجام می‌گیرد. دمای حدود  $5^{\circ}\text{C}$  به عنوان دمای مناسب جهت سرد کردن توصیه می‌شود.

به جز شیر غلیظ شده و یا شیر خشک، برای نگهداری بیشتر فرآورده‌های شیر نیاز به استفاده از دماهای پایین به عنوان یک عامل بسیار مهم می‌باشد. همان‌طور که گفته شده، برای تهیه شیر با کیفیت خوب، سرد کردن سریع آن بلافاصله بعد از خروج از پستان ضروری است.

— شیر : بعد از پاستوریزه کردن، شیر را در ظرف یا پاکت‌های ویژه بسته‌بندی کرده و در سردخانه در دمای  $2^{\circ}\text{C}$  - و رطوبت نسبی  $90^{\circ}$  -  $80^{\circ}$  درصد در حدود  $5$  -  $3$  روز نگهداری می‌کنند.

— کره : در محل نگهداری کره نباید مواد خوراکی دیگری نگهداری شود و هم‌چنین باید از مجاورت کره با فلزاتی مانند مس و آهن جلوگیری شود. رطوبت نسبی سردخانه بایستی  $92$  -  $78$  درصد باشد و در ضمن کره در بسته‌بندی‌های نفوذناپذیر در سردخانه نگهداری شود. دما و مدت زمان نگهداری کره در جدول زیر آمده است.

جدول ۴-۶ مدت زمان نگهداری کره در دماهای مختلف

زمان نگهداری	دما ( $^{\circ}\text{C}$ )
تا یک ماه	-۱
تا یک سال	-۸
بیش از یک سال	-۱۲

— پنیر : در آب نمک و در بسته‌بندی‌های گوناگون و غیر قابل نفوذ در سردخانه قرار می‌دهند. در دمای  $5^{\circ}\text{C}$  -  $3/5$  و رطوبت نسبی  $80^{\circ}$  -  $75$  درصد می‌توان آن را به مدت  $6$  -  $3$  ماه نگهداری کرد که این زمان با توجه به رطوبت نسبی، غلظت آب نمک و نوع پنیر متفاوت است.

در جدول ۵-۶ شرایط نگهداری انواع پنیر آمده است.

جدول ۵-۶- شرایط نگهداری انواع پنیر

نوع پنیر	دما (°C)	رطوبت نسبی (درصد)	زمان نگهداری
پنیرهای سفید ایرانی	۵-۷	۸	تا ۶ روز
پنیرهای تازه	-۵	۸	تا ۲ روز
پنیرهای فرآوری شده	۵-۷	۹	تا ۳ ماه
پنیرهای سخت	-۵	۸۵ - ۸	تا ۶ ماه

— ماست : ماست باید در ظروف درب بسته، بسته بندی شود و نگهداری آن در کیسه یا مشک مناسب نیست. دمای مناسب برای نگهداری ماست  $5-2^{\circ}\text{C}$  و زمان نگهداری آن  $10-2$  روز است.

— خامه : برای نگهداری خامه بایستی توجه نمود که تازه باشد و در این صورت آن را در ظروف درب بسته ریخته و در دمای  $2^{\circ}\text{C}$  و رطوبت نسبی ۸۵ درصد به مدت ۴-۳ روز می توان نگهداری کرد.

— شیر خشک : اگر در بسته بندی های غیر قابل نفوذ به هوا بسته بندی شود، اغلب به نگهداری در سردخانه نیازی نیست ولی اگر بسته بندی به نحوی باشد که هوا نفوذ کند، باید مانند جدول زیر در سردخانه نگهداری گردد.

جدول ۶-۶- شرایط نگهداری شیر خشک

نوع بسته بندی	دمای مناسب (°C)	مدت نگهداری
در خلأ	بدون سردخانه	۶ تا ۱۲ ماه
در خلأ	کمتر از ۱۲	تا ۱۸ ماه
هوا	کمتر از ۱۲	تا ۶ ماه

— شیر غلیظ شده : شیر غلیظ شده بدون قند حتی برای مدت کوتاهی در دمای بیش از  $24^{\circ}\text{C}$  نباید نگهداری شود. در صورتی که از ظرف های فلزی استفاده گردد، رطوبت نسبی سردخانه نباید از  $70-60$  درصد بیشتر شود. شیر تغلیظ شده (کنساتره) را باید مانند جدول ۷-۶ نگهداری کرد :

## جدول ۷-۶- شرایط نگهداری شیرهای غلیظ شده

مدت نگهداری	دمای مناسب (°C)	نوع شیر غلیظ شده
تا یک سال	+۱۸	شیر غلیظ شده‌ی شیرین
تا یک سال	+۱۶	شیر غلیظ شده‌ی بدون قند
بیش از یک سال	-۴	شیر غلیظ شده‌ی بدون قند

— نگهداری شیر و فرآورده‌های آن با روش انجماد: جهت نگهداری و جلوگیری از فساد شیر و فرآورده‌های آن، می‌توان از روش انجماد نیز استفاده کرد.

— شیر: شیر پاستوریزه و هموژنیزه، منجمد شده و در دمای  $18^{\circ}\text{C}$  نگهداری می‌شود. تغییر ماهیت پروتئین‌ها و جدا شدن مواد جامد بعد از انجمادزدایی شیر منجمد شده قابل توجه می‌باشد. در نگهداری طولانی مدت شیر در حالت انجماد، دو مشکل اساسی به وجود می‌آید: تغییر طعم و جدا شدن مواد جامد در موقع انجمادزدایی. طعم ملایم و خوشمزه فرآورده‌های شیر مایع در حالت منجمد بهتر از سایر روش‌های نگهداری می‌تواند حفظ شود. طعم و بوی ماندگی و پختگی که در شیرهای خشک و غلیظ شده به وجود می‌آید در شیر منجمد شده به ندرت اتفاق می‌افتد. اما شیرهای یخ زده مستعد طعم تند ناشی از اکسید شدن می‌باشد. چندین روش برای جلوگیری از تولید طعم تند وجود دارد: استفاده از اسید آسکوربیک به عنوان ماده ضد اکسیداسیون مفید است اما محصول را کامل محافظت نمی‌کند. حرارت دادن تا بالای دمای پاستوریزه کردن، تند شدن را به تأخیر خواهد انداخت اما طعم پخته به وجود می‌آورد. گرم کردن و هموژنیزه کردن شیر مایع روش ساده و مؤثر برای جلوگیری از تندشدگی می‌باشد. پاستوریزه کردن و هموژنیزه کردن شیر از اقدامات مقدماتی ضروری برای انجماد شیر است.

با افزودن مقدار کمی اسیدسیتریک بعد از پاستوریزه و هموژنیزه کردن می‌توان جدا شدن مواد جامد شیر منجمد را بعد از انجمادزدایی کاهش داد.

— کره: برای انجماد کره با کیفیت خوب مشکلی وجود ندارد، کره بدون نمک در  $0^{\circ}\text{C}$  یخ می‌زند، اما به کره اغلب نمک زده می‌شود. چنانچه کره دارای ۲٪ نمک باشد در  $9^{\circ}\text{C}$ ، و چنانچه دارای ۳/۵٪ نمک باشد در  $19/8^{\circ}\text{C}$  یخ می‌زند. هنگامی که کره خنک می‌شود، یخ به تدریج تشکیل می‌گردد. نمک به صورت غیر منجمد باقی می‌ماند، تا موقعی که غلظت آن به حدی برسد که متبلور شود.

دمای سردخانه نگهداری کره باید تا جای ممکن پایین باشد و در صورتی که زمان نگهداری چندین ماه است، دما نباید بیش از  $2^{\circ}\text{C}$  باشد. برای نگهداری طولانی مدت کره (یکسال یا بیشتر) دمای حدود  $3^{\circ}\text{C}$  توصیه می شود. اگر کره برای ۲ تا ۳ هفته نگهداری می شود، دمای  $4^{\circ}\text{C}$  - کافی می باشد. در  $0^{\circ}\text{C}$ ، رطوبت نسبی سردخانه نباید کمتر از ۷۰٪ باشد تا مانع کاهش وزن به دلیل از دست دادن رطوبت گردد و همچنین نباید از ۷۵٪ بیشتر باشد تا امکان رشد قارچ کاهش یابد. در دماهای  $10^{\circ}\text{C}$  و کمتر از آن، رطوبت نسبی اهمیت کمتری دارد.

همراه کره نباید سیب، مرکبات، سبزی ها، پنیر و یا هر ماده ای که دارای بوی زیاد است نگهداری شود. در طی نگهداری کره امکان دارد طعم تندى در آن به وجود آید بنابراین کلیه کره های که برای نگه داری در نظر گرفته می شوند بایستی از خامه پاستوریزه تهیه گردیده هم چنین اسیدپتیه خامه نبایستی بیشتر از ۸ باشد.

— پنیر: از انجماد پنیر اغلب پرهیز می شود زیرا احتمال شکستن فیزیکی جسم و تغییرات ساختمان به علت تشکیل بلورهای یخ وجود دارد. نمک اضافه شده به پنیر در زمان تهیه و ترکیبات محلولی که در طی رسیدن آن تولید می شود، نقطه ی انجماد بیشتر پنیرها را پایین می آورد. پنیرهای دارای رطوبت زیاد و نرسیده مانند کاتیج که خیلی فاسدشدنی هستند دارای نقطه ی انجماد  $2^{\circ}\text{C}$  می باشند. انجماد پنیر با رطوبت زیاد باعث شکسته شدن دلمه و تغییر بافت می شود. جهت انجماد پنیر توصیه می شود که سرعت انجماد بالا باشد به طوری که دما از محدوده ی  $3^{\circ}\text{C}$  -  $2^{\circ}\text{C}$  به سرعت عبور کند.

— خامه: خامه به منظور استفاده در صنایع غذایی مانند بستنی، منجمد می شود. رشد باکتری ها در خامه در زمان نگهداری به صورت منجمد متوقف می شود. اغلب خامه ی با کیفیت بالا، میزان میکروارگانسیم های کم و اسیدپتیه ی پایین را برای انجماد مناسب می دانند. مشاهده شده که خامه با اسیدپتیه ی بالا (۱۵٪ و بالاتر) بعد از ۲ تا ۳ ماه غیرقابل قبول شده، بو و طعم تند در آن پدیدار می شود.

خامه با کیفیت خوب (بدون مس)، پاستوریزه شده و تا  $4^{\circ}\text{C}$  خنک می شود و سپس بسته بندی می شوند. ظروف در داخل سردخانه با جریان هوای سرد قرار می گیرند تا یخ بزنند. اغلب هوای سرد دارای دمای  $4^{\circ}\text{C}$  است و خامه ی یخ زده را در دمای  $18^{\circ}\text{C}$  به مدت ۱۲ ماه می توان نگهداری کرد.

### نگهداری گوشت در سردخانه

دمای داخلی لاشه بلافاصله پس از کشتار حدود  $38^{\circ}\text{C}$  است که لازم است گوشت به سرعت سرد شود به صورتی که در مدت ۱۰ ساعت پس از کشتار دمای عمق گوشت باید به کمتر از  $1^{\circ}\text{C}$



برسد. تا از بروز فرایند طبیعی کوتاه شدن ناشی از سرما<sup>۱</sup> جلوگیری کرد. نگهداری گوشت باید در دمای پایین صورت گیرد تا مانع از رشد باکتری‌ها و قارچ‌های عامل فساد گردد. دمای لازم برای نگهداری گوشت °C ۰ و رطوبت نسبی بین ۸۵-۹۵ درصد می‌باشد. میزان بالای رطوبت نسبی خطر رشد میکروارگانیسم‌ها را دربر خواهد داشت و میزان رطوبت نسبی کم باعث کاهش رطوبت و کاهش وزن لاشه می‌شود. نگهداری گوشت در هوای حاوی گاز کربنیک یا ازن مدت زمان نگهداری را طولانی‌تر خواهد نمود. افزایش گاز کربنیک در هوای سردخانه مانع رشد میکروارگانیسم‌ها می‌گردد اما تشکیل مت‌میوگلوبین<sup>۲</sup> را سرعت بخشیده در نتیجه باعث از بین رفتن رنگ طبیعی گوشت می‌گردد. گاز ازن نیز یک ماده اکسیدکننده فعال می‌باشد که با اکسیداسیون چربی‌ها باعث ایجاد طعم تندى در آن‌ها می‌گردد.

عوامل میکروبی که در مدت زمان نگهداری سبب بروز ضایعات در گوشت می‌گردند از گروه باکتری‌های سرما دوست مانند سودوموناس<sup>۳</sup>، اسیتوباکتر<sup>۴</sup> و موراکسلا<sup>۵</sup> می‌باشند که در بین آن‌ها آلودگی توسط سود و موناس از درصد بالایی برخوردار می‌باشد و به همین سبب به عنوان «میکروارگانیسم مخصوص گوشت» شناخته شده است. جدول ۸-۶ مدت زمان نگهداری انواع گوشت در سردخانه را نشان می‌دهد.

جدول ۸-۶- شرایط نگهداری انواع گوشت

نوع فرآورده	دما (°C)	درصد رطوبت نسبی	شکل عرضه	مدت نگهداری به روز
لاشه گاو و گاومیش	تا ۷	۸۸-۹۲	نیم لاشه	۵
لاشه گوسفند و بز	تا -۷	۸۵-۹۵	بدون بسته بندی	۳
قطعه های گوشت گوسفند و بز	صفر تا ۴	۸۵-۹۵	بسته بندی معمولی	۳

**نگهداری گوشت منجمد:** به منظور انجماد گوشت - باید مقدار زیادی از گرمای نهان<sup>۱</sup> آن توسط دستگاه سرد کننده از گوشت خارج شود تا آب تبدیل به یخ گردد. هرچقدر گوشت دارای ضخامت بیشتری باشد مدت زمان بیشتری طول خواهد کشید تا مرکز آن منجمد شود. چنانچه انجماد از دو طرف یک توده یا قطعه گوشت به طور یکسان صورت گیرد مرکز آن دیرتر از بقیه قسمت‌ها منجمد خواهد شد.

۱- Cold storage

۲- Metmyoglobin

۳- Pseudomonas

۴- Acetobacter

۵- moraxella

۶- latent heat

انجماد گوشت در مقادیر زیاد در تونل یا سالن انجماد و توسط جریان هوای سرد صورت می‌گیرد و دما بین  $29^{\circ}\text{C}$  تا  $4^{\circ}\text{C}$  متفاوت است. در مورد بعضی از فرآورده‌ها، انجماد به وسیله تماس صورت می‌گیرد که قطعات گوشت با ضخامت یکنواخت در بین صفحات سردکننده در فریزرهای چند طبقه قرار می‌گیرد و به‌طور سریع منجمد می‌شود.

گوشت را نباید به سرعت پس از کشتار و قبل از جمود نعشی، منجمد نمود زیرا در این صورت در هنگام خروج از انجماد وارد مرحله جمود شده که جمود در رفع انجماد<sup>۱</sup> نامیده می‌شود. بنابراین گوشت را ابتدا در سالن پیش‌سرد کن با دمای صفر تا  $4^{\circ}\text{C}$  به مدت ۲۴-۴۸ ساعت سرد و سپس وارد تونل انجماد می‌شود.

فعالیت باکتری‌ها در دماهای پایین‌تر از  $18^{\circ}\text{C}$  متوقف شده و فساد میکروبی در گوشت‌های نگه‌داری شده در این دما رخ نمی‌دهد. اگرچه رشد باکتری‌ها متوقف می‌گردد ولی وجود آنتیم‌های میکروبی به ویژه لپاز بر کیفیت خوراکی گوشت تأثیر می‌گذارد. با یخ‌زدن و نگه‌داری گوشت یخ‌زده، برخی آلودگی‌های انگلی مانند پروتوزوای انگلی، سستودها و نامتداها از بین می‌رود. جدول ۹-۶ مدت زمان نگه‌داری گوشت در حالت انجماد را نشان می‌دهد.

جدول ۹-۶ مدت زمان نگه‌داری گوشت منجمد در دماهای مختلف

نام ماده‌ی خوراکی	دما ( $^{\circ}\text{C}$ )	رطوبت نسبی درصد	شکل عرضه	مدت نگه‌داری روز
لاشه گاو و گاو میش	-۱۸	۹-۹۵	بالفای پیچی	۳۶
لاشه درسته گوسفند و بز	-۱۸	۹-۹۵	بالفای پیچی	۲۷
قطعه‌های گوشت گوسفند و بز	-۱۸	۹-۹۵	بسته‌بندی کارتنی	۲۷

### نگه‌داری ماهی و فرآورده‌های دریایی

نسبت به کلیه مواد گوشتی، ماهیان در مقابل تجزیه خود به خودی<sup>۲</sup>، اکسیدشدن، هیدرولیز چربی‌ها و فساد میکروبی بیشترین حساسیت را دارا می‌باشند. بنابراین باید عملیات نگه‌داری در سرما به‌طور سریع انجام گیرد. فصل، جای صید، سن، اندازه و گونه ماهی در کیفیت این فرآورده اثرگذار است.

۱- Thaw r gor

۲- تجزیه خود به خودی یا اتولیز (Autolysis) در ماهی توسط آنتیم‌هایی که در بدن آن‌ها یافت می‌شود انجام می‌گیرد که موجب نرمی ماهی شده و سرانجام به دنبال ادامه پرکاری این آنتیم‌ها، گوشت ماهی شل، وارفته و در ادامه غیرخوراکی می‌شود.

میزان فساد در شرایط ثابت بستگی به گونه ماهی دارد. ماندگاری ماهیان بزرگتر یا کم چرب‌تر در مقایسه با ماهیان کوچک‌تر و چرب‌تر، بیشتر است.

جمود نعشی در ماهی پس از صید بروز می‌کند. pH به دنبال افزایش اسید لاکتیک کاهش یافته و بسته به گونه ماهی به ۵/۵-۶/۸ می‌رسد. بیشتر گونه‌های ماهی در دمای  $^{\circ}\text{C}$  یک روزه جمود نعشی یافته و سپس به آرامی نرم می‌شوند. جمود نعشی در نگهداری ماهی دارای اهمیت زیادی می‌باشد. زیرا تجزیه خودبه‌خودی پس از کشت را به تأخیر می‌اندازد. بنابراین هر عملی که جمود نعشی را طولانی نماید مدت زمان نگهداری را افزایش خواهد داد. چنانچه ماهی قبل از مرگ فعالیت عضلانی کمی داشته باشد و در هنگام صید و فرایند بعدی صدمه ندیده و دارای آثار کوفتگی و ضربه نباشد، مرحله جمود نعشی طولانی‌تر می‌گردد. کاهش درجه حرارت نگهداری نیز سبب افزایش این مرحله خواهد شد. سرد نمودن ماهی بلافاصله پس از صید توسط یخ یا آب نمک سرد شده انجام می‌گیرد.

**نگهداری ماهی در سردخانه:** ماهی‌هایی که برای نگهداری در سردخانه آماده می‌شوند باید از لحاظ مشخصات کیفی ممتاز باشند و ضایعاتی از قبیل ضربه، کوفتگی و غیره در آن‌ها مشاهده نگردد. از آنجایی که بار میکروبی سردما دوست در ماهیان صید شده از آب‌های سرد بیشتر از ماهیان مشابه در آب‌های گرم می‌باشد و فساد ماهی در سردخانه ناشی از پرکاری این گروه از میکروارگانیسم‌ها می‌باشد، ماندگاری ماهیان گرم‌زی در سردخانه بیشتر از ماهیان سردزی می‌باشد. دمای سردخانه برای ماهی تازه باید بین صفر تا  $^{\circ}\text{C}$  ۴ و رطوبت نسبی ۹۵-۹۰ درصد باشد. سرعت گردش هوا به منظور کنترل کاهش وزن باید محدود باشد.

ماهی بایستی در انبارهای اختصاصی نگهداری شود به طوری که در انبار غیر از ماهی محصول دیگری نگهداری نگردد زیرا بوی زیاد ماهی خیلی سریع روی کالاها اثر می‌گذارد. جدول ۱-۶ زمان نگهداری ماهی در سردخانه را نشان می‌دهد.

جدول ۱-۶- شرایط نگهداری ماهی در سردخانه

نام ماده‌ی خوراکی	دما (C)	رطوبت نسبی درصد	شکل عرضه	مدت نگهداری روز
ماهی درسته	صفر تا ۲	۹۵-۹۰	بدون بسته‌بندی	گرم‌آبی ۷ سرد‌آبی ۳
ماهی درسته	صفر تا ۴	۹۵-۹۰	با بسته‌بندی	۳
ماهی شکم خالی، فیله استیک	صفر تا ۴	۹۵-۹۰	با بسته‌بندی	۳

**نگهداری ماهی منجمد:** انجماد در مورد ماهی، دارای اهمیت زیادی می‌باشد زیرا ماهی به سرعت در حرارت محیط یا در حالت سرد فاسد می‌گردد. بنابراین انجماد ماهی در خود کشتی یا در خشکی صورت می‌گیرد. ماهی را با ۳ روش دمنده هوایی، تماسی و غوطه‌وری در ماده سرمازا یخ زده می‌کنند. فلور میکروبی ماهیان از نوع باکتری‌های سرما دوست مانند انواع سود و موناس، آلکالیژنس و فلاو باکتریوم می‌باشد. اسپورلکستریدیوم بوتولینوم در زمان انجماد و نگهداری زنده باقی مانده، احتمال دارد در درجه حرارت  $3/3^{\circ}\text{C}$  یا بالاتر رشد کرده و توکسین تولید نماید.

در زمان نگهداری ماهی و فرآورده‌های آن به حالت منجمد ممکن است تغییرات نامطلوبی در طعم، بو، ظاهر و بافت آن‌ها بوجود آید. این تغییرات به دلیل از دست دادن آب ماهی، اکسیدشدن چربی‌ها و فعالیت آنزیمی در گوشت ماهی می‌باشد.

برای نگهداری ماهی در حالت انجماد نکات زیر را باید رعایت نمود:

– فقط ماهیان با کیفیت بالا را برای انجماد انتخاب نمود.

– ماهی را پس از یخ‌زدن برای محافظت در برابر آسیب فیزیکی، آلودگی، اکسیداسیون و تند شدن چربی و از دست دادن آب به ویژه در فیله و یا استیک، فرآورده بدون پوست آن را یخ‌پوشی<sup>۱</sup> و بسته‌بندی کرده و به سردخانه منتقل گردد.

– ماهی منجمد را در دمای  $18^{\circ}\text{C}$  و کمتر نگهداری نمود.

جدول ۱۱-۶ شرایط نگهداری ماهی یخ‌زده را نشان می‌دهد.

جدول ۱۱-۶ – شرایط نگهداری ماهی یخ‌زده

مدت نگهداری روز	شکل عرضه	رطوبت نسبی درصد	دما ( $^{\circ}\text{C}$ )	ماده‌ی خوراکی
۱۵	با بسته‌بندی	۸۵-۹	-۱۸	ماهی درسته چرب
۲۴	با بسته‌بندی	۸۵-۹	-۱۸	ماهی درسته کم چرب
چرب ۱۸ کم چرب ۲۷	با بسته‌بندی	۸۵-۹	-۱۸	ماهی شکم‌خالی-فیله-استیک

### نگهداری گوشت مرغ

اغلب مرغ را به دو صورت سرد یا منجمد نگهداری می‌کنند. کشتار مرغ باید در شرایط بهداشتی

انجام گیرد و پس از خیساندن، پرکنی مکانیکی و تخلیه مجاری گوارشی مرغ، آن را به سرعت سرد نمود. این کار را با بهره‌گیری از آب سرد به صورت مه‌پاشی و فروریدن و یا با کاربرد هوای سرد انجام می‌شود. جمود نعشی مرغ با توجه به pH نهایی ۵/۹-۶/۴ آن و دمای ۴°C به مدت ۲-۴ ساعت به درازا می‌کشد. اهمیت کنترل جمود نعشی و بروز کند آن به خاطر جلوگیری از پارگی ماهیچه‌ها به ویژه ماهیچه ران و جدا شدن آن از استخوان و ظاهر خوب مرغ در بسته‌بندی شفاف می‌باشد.

**نگهداری مرغ در سردخانه:** نوع تغذیه، نظافت و پاکیزگی مراحل کار و همچنین روش‌های فرآوری و سرد کردن در طول عمر نگهداری مؤثر می‌باشند. تغذیه حاوی درصد زیاد اسیدهای چرب غیراشباع منجر به تولید گوشت طیور با درجه بالای چربی غیراشباع می‌گردد که نسبت به تند شدن نسبت به مرغ کم چرب حساس‌تر هستند. بسته‌بندی نقش مهمی در حفظ کیفیت گوشت طیور در زمان نگهداری به صورت سرد یا منجمد را دارا می‌باشد. پوششی از جنس عایق رطوبت، مانع از خروج آب می‌گردد. نگهداری گوشت لاشه مایکان در شرایط سرد باید به صورت تخلیه شده انجام گیرد و در دمای صفر تا ۴°C و رطوبت نسبی ۹۵-۹۰ درصد می‌باشد.

جدول ۱۲-۶ زمان نگهداری مرغ در سردخانه را نشان می‌دهد.

جدول ۱۲-۶- شرایط نگهداری گوشت مرغ در سردخانه

نام ماده‌ی خوراکی	دما (°C)	رطوبت نسبی درصد	شکل عرضه	مدت نگهداری روز
لاشه درسته مرغان	صفر تا ۴	۸۵-۹۵	بدون بسته‌بندی	۲
لاشه درسته مرغان	صفر تا ۴	۸۵-۹۵	بسته‌بندی با ۳ لایه غیرقابل نفوذ در برابر رطوبت	۳
قطعه‌های گوشت مرغان	صفر تا ۴	۸۵-۹۵	بسته‌بندی در یکبار مصرف با روکش پلاستیک نازک چسبان	۳

**نگهداری مرغ منجمد:** مرغ سالم کشتار شده و با آب سرد خنک شده را به صورت درسته، قطعه‌بندی شده با بسته‌بندی پلاستیکی و با بهره‌گیری از ماده سرمازا به روش غوطه‌وری به سرعت یخ‌زده می‌کنند، در این شرایط مرغ که به سرعت منجمد شده است خوش‌نما و سفید گشته و خطر اکسیداسیون چربی آن از بین می‌رود. ترکیب جیره خوراکی به ویژه در ماه آخر در ماندگاری فرآورده یخ‌زده مؤثر

است. مرغ کم چرب یخ‌زده دارای ماندگاری بیشتری نسبت به پرچرب می‌باشد. عمر نگهداری مرغ منجمد به عوامل زیادی بستگی دارد که از همه مهم‌تر درجه سرمای منجمد کننده، نوع بسته‌بندی، عملیات آماده‌سازی قبل از انجماد و نوع محصول می‌باشد. دمای نگهداری بایستی پایین از  $18^{\circ}\text{C}$  و رطوبت نسبی ۹۵ درصد باشد تا خشکی سطح محصول کاهش یابد. در طول نگهداری ممکن است به علت از دست دادن آب، گوشت پرندگان خشک شده و در نتیجه وضعیتی که سوختگی انجماد نامیده می‌شود مشاهده گردد که این مشکل را با تنظیم میزان رطوبت، تنظیم دمای نگهداری و از طریق بسته‌بندی مناسب می‌توان برطرف نمود. در هنگامی که پرندۀ جوان منجمد می‌شود رنگ تیره‌ای در استخوان‌های ران و بال ظاهر می‌گردد که این تغییر رنگ استخوان و گوشت ناشی از خروج رنگدانه هم از مغز استخوان است که در زمان انجماد یا رفع انجماد از طریق استخوان‌هایی که رشدشان کامل نشده به بیرون تراوش می‌کند. این حالت از لحاظ خوراکی زیان‌آور نمی‌باشد و روی کیفیت خوراکی محصول تأثیری ندارد.

جدول ۱۳-۶ مدت زمان نگهداری مرغ منجمد را نشان می‌دهد.

جدول ۱۳-۶- مدت زمان نگهداری مرغ منجمد

نام ماده‌ی خوراکی	دما ( $^{\circ}\text{C}$ )	رطوبت نسبی درصد	شکل عرضه	مدت نگهداری روز
لاشه درسته مرغان خانگی	-۱۸	۸۵-۹	بسته‌بندی ۳ لایه غیر قابل نفوذ	۳۶
قطعه‌های گوشت	-۱۸	۸۵-۹	بسته‌بندی یکبار مصرف با روکش پلاستیک نازک چسبان	۲۷

### نگهداری تخم مرغ

رایج‌ترین روش برای نگهداری تخم مرغ استفاده از دماهای پایین از جمله سرما برای تخم مرغ با پوسته و انجماد برای محتویات داخل تخم مرغ<sup>۱</sup> می‌باشد. استفاده از روغن، نگهداری در شرایط گازی یا کاربرد نگهدارنده‌های شیمیایی ممکن است با نگهداری به روش سرد همراه گردد.

— نگهداری تخم مرغ با روش سرد<sup>۲</sup>: تخم مرغ باید سالم، تمیز و بدون ترک خوردگی بوده و شسته نشده باشد. همچنین شرایط نگهداری آن در سردخانه با سایر فرآورده‌ها متفاوت است و چون

۱- meats

۲- cold storage

خیلی حساس می باشد در مورد نگهداری آن باید به نکات زیر توجه داشت :

– تخم مرغ را نباید خیلی سریع و ناگهانی سرد و همچنین گرم نمود و این کار بایستی به تدریج انجام شود.

– تخم مرغ را ابتدا به مدت ۲۴ ساعت در دمای  $4^{\circ}\text{C}$  در سردخانه نگهداری و سپس دما را به  $2^{\circ}\text{C}$  می رسانند، سپس ۲۴ ساعت دیگر نگهداری می نمایند و بعد در دمای  $5^{\circ}\text{C}$  تا ۱۰ قرار می دهند.

– هنگام خارج کردن از سردخانه نیز باید دما به تدریج افزایش داده شود که ابتدا مدت ۲۴ ساعت در دمای  $7^{\circ}\text{C}$  تا  $10^{\circ}\text{C}$  قرار داده، سپس آن ها را خارج می نمایند.

اختلاف دمای پوست تخم مرغ هنگام خروج از سردخانه با محیط خارج باید به اندازه ای باشد که روی پوست آن قطره های آب تولید نشود.

– شرایط توصیه شده برای نگهداری تخم مرغ که مانع از کاهش کیفیت آن در زمان نگهداری کوتاه مدت و دراز مدت آن می گردد به شرح زیر می باشد :

جدول ۱۴-۶- شرایط نگهداری تخم مرغ

مدت نگهداری روز	درصد رطوبت نسبی	دما (C)
۲ تا ۳ هفته	۷ - ۸	$1 - 15/5^{\circ}\text{C}$
۵ تا ۶ ماه	۸۵ - ۹۲	$(-1/7) - (-1/6)^{\circ}\text{C}$

به منظور نگهداری تخم مرغ برای مدت طولانی بایستی تا حد امکان در دمایی درست بالای نقطه ی انجماد آن ( $-1/7^{\circ}\text{C}$ ) نگهداری شود. برای نگهداری کوتاه مدت می توان از دماهای بالاتر تا بیشینه ی ( $15/5^{\circ}\text{C}$ ) استفاده نمود. کنترل رطوبت نسبی محیط نگهداری ضروری است زیرا رطوبت نسبی کم سبب کاهش وزن تخم مرغ به علت تبخیر رطوبت می گردد. حتی در مورد تخم مرغ با پوشش چرب، برای نگهداری طولانی مدت نبایستی رطوبت نسبی کمتر از  $70$  تا  $80$  درصد باشد. رطوبت نسبی خیلی بالا نیز سبب رشد کپک ها شده که از طریق منافذ پوست به داخل تخم مرغ نفوذ کرده، سبب آلودگی آن می گردد.

جدول ۱۵-۶- شرایط نگهداری تخم مرغ

مدت نگهداری روز	رطوبت نسبی درصد	دما (°C)	نوع فرآورده
۳ تا ۶ ماه	۸۵ - ۸	-۱/۵ °C	تخم مرغ با پوشش چرب
تا ۲ ماه	۸۵ - ۸	-(-۱/۵) °C	تخم مرغ بدون پوشش چرب

تخم مرغ بایستی تا جایی که عملی می باشد به سرعت بعد از تولید سرد شده و در دما و رطوبت نسبی که بستگی به مدت زمان پیش بینی شده دارد نگهداری شود. در اثر کاهش رطوبت نسبی به کم تر از ۹۹/۶ درصد، تخم مرغ با سرعت بیش تر رطوبت و وزن خود را از دست خواهد داد و اتاق هوایی آن بزرگ تر خواهد شد.

رطوبت نسبی زیاد احتمال فساد میکروبی تخم مرغ را افزایش می دهد. دمای بالاتر از  $1/67^{\circ}\text{C}$  نفوذ میکروارگانیسم به داخل آن و رشد در آن جا را سرعت می بخشد و تغییرات شیمیایی و فیزیکی مثل نازک شدن سفیده و شل شدن و نرمی غشاء زرده وسیع تر خواهد بود.

به منظور نگهداری تجاری به مدت ۶ ماه یا بیشتر، دمای بین  $1/7^{\circ}\text{C}$  (  $55^{\circ}$  ) و رطوبت نسبی  $70^{\circ}$  تا  $80^{\circ}$  درصد توصیه شده است. تهویه ی هوای سالن نگهداری برای حفظ رطوبت نسبی اطراف تخم مرغ اهمیت دارد و همچنین ثابت نگه داشتن دما به منظور جلوگیری از تراکم رطوبت در روی پوست تخم مرغ ضروری است. تخم مرغ را برای سرد کردن (نگهداری به روش سرد) در زمان فراوانی، جمع آوری و ذخیره کرده و در زمان کمبود عرضه می دارند. کاربرد روش های ویژه می تواند کیفیت نگهداری کالا را در سردخانه بهبود بخشد. پوشانیدن پوسته خارجی با روغن های معدنی بدون رنگ و بو یک روش رایج برای حفظ رطوبت، کند کردن خشکی و نفوذ هوا، حفظ گاز کربنیک و تأخیر در تغییرات فیزیکی و شیمیایی محصول به شمار می آید.

تخم مرغ نسبت به جذب بو حساس بوده، به آسانی بوهای مختلف را جذب می کند، بنابراین موادی مانند پیاز، سیر، نارنج و پرتقال و مانند آن ها نبایستی در نزدیکی تخم مرغ قرار گیرند. همچنین جریان هوا لازم و ضروری است و هنگام بسته بندی فقط بایستی در ته جعبه کاغذی قرار داد و دیوارهای کنار بسته بندی باید سوراخ هایی داشته باشد که جریان هوا به خوبی در لابه لای تخم مرغ ها برقرار باشد.

نگهداری تخم مرغ با روش انجماد: مانند سایر غذاهای مفید، کیفیت تخم مرغ منجمد شده،



هیچ وقت بهتر از کیفیت آن پیش از انجماد نمی‌باشد. از جنبه‌ی تجاری، تخم مرغ با پوسته منجمد نمی‌گردد. فرآورده‌های تخم مرغ منجمد شامل زرده و سفیده کامل، زرده، سفیده، زرده و سفیده مخلوط شده به نسبت دلخواه بوده و به هر کدام از این‌ها یک یا چند ماده افزودنی مانند نمک، شکر، شربت ذرت یا گلیسرول اضافه می‌کنند.

— **ماده‌ی اولیه:** بایستی از تخم مرغ تازه و با کیفیت خوب، سالم و تمیز استفاده کرد و تخم مرغ‌ها باید دست چین شوند. ابتدا به وسیله‌ی آزمایش لامپ الکتریکی<sup>۱</sup> تخم مرغ‌ها انتخاب و به طور مکانیکی شست و شو شده و با آب حاوی Ppm ۲۰۰ تا ۵۰۰ کلر آب کشی گردیده و سپس توسط ماشین اتوماتیک شکسته می‌شوند. برای حفظ کیفیت محصول در طی نگهداری و در طول کار بعدی، شکستن تخم مرغ‌ها باید در دمای  $5^{\circ}\text{C}$  انجام شود. محتویات تخم مرغ‌های شکسته شده در داخل ظرف بازرسی می‌شوند و در صورتی که معایبی مانند لکه‌های خون، رنگ یا بوی غیرطبیعی مشاهده گردد باید از ریختن و اختلاط آن جلوگیری شود. زرده یا تخم مرغ کامل منجمد شده، بعد از رفع انجماد به مقدار زیادی چسبناک می‌گردد و گاهی اوقات می‌تواند شبیه صمغ با ذرات ناصاف شود. از این پدیده می‌توان تا حدودی به وسیله‌ی افزودن نمک، شکر، شربت ذرت یا گلیسرین جلوگیری کرد.

تخم مرغ‌ها اغلب پیش از انجماد، پاستوریزه می‌شوند تا میکروارگانیسم‌ها به‌ویژه سالمونلا از بین بروند. چنانچه تخم مرغ را در دمای پایین‌تر از  $64^{\circ}\text{C}$  پاستوریزه کنند برای اطمینان از درستی کار، می‌توان از آزمایش آلفا آمیلاز استفاده نمود که در صورت از بین رفتن آن می‌توان به درستی پاستوریزاسیون پی برد.

— **بسته بندی:** فرآورده‌های تخم مرغ اغلب در ظروف پلاستیکی یا فلزی ۱۵-۱۰ کیلوگرمی بسته بندی می‌شوند که این نوع بسته بندی در مقدار کم تر وزنی نیز قابل انجام است.

— **انجماد:** فرآورده‌های تخم مرغ اغلب در منجمد کننده‌هایی با جریان هوای سرد با دمای  $4^{\circ}\text{C}$  منجمد می‌شوند. مدت زمان انجماد بستگی به نوع و ابعاد ظروف، دمای منجمد کننده و سرعت جریان هوا در اطراف ظرف دارد. زمان انجماد بین ۶-۱۶ ساعت می‌باشد. انجماد خیلی سریع نیز ممکن است انجام گیرد که در این صورت بایستی از بلند شدن سرپوش قوطی به علت انبساط خیلی سریع مرکز مایع جلوگیری گردد. زرده نمک زده نبایستی در پایین‌تر از  $23^{\circ}\text{C}$  منجمد یا نگهداری شود تا ژله‌ای شدن آن کاهش یابد. فرآورده‌های تخم مرغ منجمد شده را در  $20^{\circ}\text{C}$  (۱۸) نگهداری می‌کنند. در دمای  $18^{\circ}\text{C}$  زمان نگه داری بیش از ۲ سال می‌باشد.

## نگهداری سیب زمینی

ظرفیت تولید و نگهداری سیب زمینی در کشور ما زیاد است و هر ساله مقدار زیادی از این ماده به علت شرایط نادرست نگهداری نابود می‌شود زیرا واکنش این ماده در برابر سرما و گرما نسبت به سایر سبزی‌ها متفاوت است. در دمای پایین مقداری از نشاسته سیب زمینی به قندهای ساده و شیرین تبدیل می‌شود هر چند در همین شرایط میزان تنفس کند شده و سیب زمینی جوانه نمی‌زند. از طرف دیگر با بالا رفتن دما تنفس تشدید شده و مقدار قندهای ساده کم می‌شود. نگهداری طولانی مدت هم کم کم موجب شیرین شدن سیب زمینی می‌شود.

دمای بهینه برای نگهداری سیب زمینی جهت تولید فرآورده‌های گوناگون یکسان نیست. برای نمونه برای آب‌پز کردن و تولید پوره سیب زمینی - چپیس و سرخ کردن به ترتیب ۴ تا ۷، ۷ تا ۱۲ و ۵ تا ۸ °C مناسب است. بدیهی است پیش از وارد کردن سیب زمینی در انبارهای مربوطه لازم است ابتدا گرمای مزرعه از آن خارج شده باشد و خاک همراه سیب زمینی هم از آن جدا شده باشد.

طی زمان برداشت سیب زمینی به منظور نگهداری در سردخانه لازم است از آسیب دیدگی بافت آن جلوگیری شود و آسیب‌های وارد ترمیم گردد برای ترمیم بافت‌های آسیب دیده می‌توان بهر مورد نظر را به مدت دو هفته در دمای ۱۰ تا ۱۵ °C و رطوبت نسبی ۹۰ تا ۹۵٪ قرار داد. چنانچه در این حالت لکه‌های زرد روی آن ظاهر شود لازم است دما به حدود ۵ °C برسد.

در صورت افزایش مقدار قند سیب زمینی طی زمان نگهداری با بالا بردن دما و رساندن آن به حدود ۲۰ °C و نگهداری بار در این شرایط به مدت یک هفته می‌توان این مشکل را حل کرد.

اگر دمای سیب زمینی به کم‌تر از ۳ °C برسد یخ زده و تغییرات سوئی در آن بوجود می‌آید، به این ترتیب که رنگ آن کدر و سیاه شده و بافت آن سفت می‌گردد.

پدیده‌ی دیگری که طی زمان نگهداری بهره‌های سیب زمینی اتفاق می‌افتد جوانه زدن آن در دمای ۴ °C است. برای جلوگیری از جوانه زدن سیب زمینی می‌توان حدود دو هفته پیش از برداشت مقداری Maleic hydrazide روی برگ‌های آن پاشید و یا در آب شست و شوی سیب زمینی مقداری حدود یک کیلوگرم به ازای ۸ تن Isopropyl N chlorophenyl carbamate یک درصد اضافه کرد و یا آن را به صورت گرد روی سیب زمینی پاشید. از تراکلرونیتروبنزن هم استفاده می‌شود. Tetrachloronitrobenzene.

بالا رفتن گاز کربنیک در هوای محل نگهداری و رسیدن آن به حد ۱۰٪ موجب تشدید جوانه زدن و در صورت رسیدن گاز کربنیک به ۲۰٪ موجب تأخیر در جوانه زدن می‌شود و رسیدن مقدار

گاز دی اکسید کربن به ۴٪ موجب مرگ بافتی سیب زمینی می شود.

در ضمن بهتر است دمای نگهداری سیب زمینی هنگام برداشت حدود  $15^{\circ}\text{C}$  بوده و بعد از خارج شدن از خاک در معرض هوای خشک قرار گیرد تا کمی خشک شده و کمتر در برابر نور قرار گیرد و هوای محل نگهداری تهویه گردد.

### نگهداری پیاز

گونه هایی از پیاز که دیررس و دارای رطوبت کمتری باشند برای نگهداری طولانی مدت مناسب تر هستند پیش از نگهداری لازم است پیازهای ناسالم از مجموعه جدا شوند. جعبه ها و کیسه ها جابه جایی باید دارای منفذ باشند تا هوای بین توده تهویه شود.

دمای نزدیک صفر  $0^{\circ}\text{C}$  تا حدود  $3^{\circ}\text{C}$  و رطوبت نسبی ۶۵ تا ۷۰ درصد و مکان تاریک برای نگهداری پیاز مناسب تر است. هنگام خارج نمودن پیاز از سردخانه نباید بار بلافاصله در دمای بالا قرار گیرد زیرا موجب آسیب های فیزیکی می شود اما اگر این کار به تدریج انجام گیرد این مشکل بوجود نمی آید. در اثر شرایط نامطلوب نگهداری پیاز جوانه زده و منابع غذایی موجود در آن کاهش می یابد. بالا رفتن گاز کربنیک در فضای نگهداری هم موجب زرد شدن یا مایل به قهوه ای شدن و گاه حتی مایل به سیاه رنگ شدن پیاز می شود.

طی زمان نگهداری پیاز در اثر بالا بودن رطوبت امکان کپک زدگی آن در اثر گونه های قارچ Botrytis و آسپرژیلوس وجود دارد پدیده دیگر جوانه زدن پیاز است که برای جلوگیری از آن می توان ریشه های آن را سوزانده و یا از تماس آن ها با سطح زمین جلوگیری شود.

### نگهداری سیب درختی

سیب یکی از مهم ترین میوه های کشور ما است و هر سال مقدار زیادی از آن در انبارها نگهداری می شود. گونه هایی برای نگهداری در سردخانه مناسب هستند که دیررس باشند اما به طور کامل رسیده نباشند و اندازه آن ها در حد متوسط باشد.

پس از برداشت سیب از باغ ها لازم است هرچه زودتر نسبت به سرد کردن آن ها تا حدودی اقدام شود. رطوبت نسبی هوا حدود ۸۵٪ تا ۹۰٪ و دمای  $5^{\circ}\text{C}$  تا  $1^{\circ}\text{C}$  برای گونه های مختلف مناسب است ثابت ماندن دما و رطوبت نسبی طی زمان نگهداری اهمیت زیادی دارد و گرنه آسیب های فیزیکی و کاهش وزن و پلاسیدگی اتفاق می افتد و اگر رطوبت نسبی بالا برود و تعریق صورت گیرد امکان کپک زدگی میوه وجود دارد در چنین مواردی برای بالا بردن رطوبت نسبی هوای محل نگهداری تا بیش از  $90^{\circ}$  درصد می توان از ازن به میزان ۲ PPM استفاده نمود.

در صورت استفاده از انبارهای اتمسفر کنترل شده هوای دارای ۲٪ اکسیژن و ۱۰٪ گاز کربنیک مناسب است برای یکنواخت شدن هوا برقراری نوعی جریان مصنوعی لازم است. از مهمترین عوارض نگهداری سیب در سردخانه پژمردگی در اثر خشکی هوا و پوسیدگی مربوط به حمله‌ی قارچ‌ها است.

### نگهداری انگور در سردخانه

انگور به ویژه ساقه‌ی آن نسبت به خشکی هوا حساس است به همین جهت لازم است زمانی برداشت شود که هوا سرد باشد، و هنگام برداشت بایستی خوشه‌هایی که تمام حبه‌های آن رسیده و سالم است با کارد یا قیچی باغبانی بریده شده و از خیس شدن آن‌ها جلوگیری شود.

لازم به یادآوری است که انگور میوه‌ای غیر کلاپماکتریک است. بنابراین لازم است برداشت از زمانی صورت گیرد که به تکامل رسیده باشد، همزمان باید توجه داشت که رسیدگی بیش از حد موجب کاهش زمان قابلیت نگهداری آن می‌شود. بنابراین زمان برداشت باید به دقت تعیین گردد. بلافاصله پس از برداشت انگور باید آن‌را تا دمای حدود  $4^{\circ}\text{C}$  سرد کرده و بسته‌های انگور سرد شده را وارد سردخانه اصلی نموده در دمای  $1^{\circ}\text{C}$  رطوبت نسبی  $90\%$  تا  $95\%$  نگهداری شود.

طی زمان نگهداری بار انگور در سردخانه عوارض گوناگونی آن را تهدید می‌کند که مهم‌ترین آن‌ها عبارتند از ترک خوردگی، تغییر رنگ به صورت قهوه‌ای و رشد کپک‌ها. برای پیشگیری از پوسیدگی حاصل از کپک‌ها می‌توان از گاز  $\text{SO}_2$  استفاده نمود و برای کارآیی این گاز هنگام گازدهی بهر انگور بایستی چیدمان بسته‌ها به گونه‌ای باشد که جریان هوا در داخل توده انگور انجام گیرد. مقدار  $\text{SO}_2$  لازم به نسبت ۱٪ حجم سالن خالی به مدت حدود  $20^{\circ}$  دقیقه و پس از آن به نسبت یک چهارم درصد حجم سالن خالی به مدت  $30^{\circ}$  دقیقه و سپس جایگزین کردن گاز با هوای سالم است حد معمول گاز  $\text{SO}_2$  حدود  $30^{\circ}$  گرم به ازای هر مترمکعب هوا است.

### نگهداری موز

موز از میوه‌های کلاپماکتریک است و موز رسیده نسبت به تغییرات شرایط نگهداری و جابه‌جایی حساس است و میوه رسیده دچار ترک خوردگی می‌شود. بنابراین در عمل لازم است موز را به صورت کمی نارس برداشت کرده در دمای  $10^{\circ}\text{C}$  -  $12^{\circ}\text{C}$  و رطوبت نسبی  $85\%$  نگهداری نمود و برای جلوگیری از بالا رفتن بیش از حد  $\text{CO}_2$  و اتیلن عمل تهویه باید هر روز به میزان حدود  $30^{\circ}$  تا  $40\%$  حجم هوا تهویه گردد بهترین راه برای نگهداری موز استفاده از انبارهای اتمسفر کنترل شده است.

طی زمان نگهداری موز در سردخانه ترک خوردگی پوسته، تغییر رنگ پوسته، ایجاد لکه‌های

قهوه‌ای رنگ روی پوسته ممکن است اتفاق افتد که در بروز آن تغییرات نامطلوب، ترکیبات هوای محل نگهداری و آسیب دیدگی فیزیکی و مکانیکی بافت آن مؤثر می‌باشند.

### نگهداری مرکبات

مرکبات از گروه میوه‌های غیر کلایماکتریک هستند و پس از چیده شدن از درخت شیرینی آن‌ها تغییر نمی‌کند بنابراین هنگام برداشت باید از کیفیت خوراکی لازم برخوردار باشند. پس از برداشت میوه تا زمان مصرف باید از وارد شدن آسیب به آن‌ها جلوگیری شود زیرا کپک‌ها از محل آسیب دیدگی وارد بافت شده و موجبات فساد میوه را فراهم می‌کنند و از طرفی با وارد شدن آسیب‌ها آتریم‌های طبیعی آزاد شده و فعالیت خود را آغاز می‌کنند.

پیش از وارد کردن مرکبات به انبار سردخانه لازم است دمای آن در هوای سرد یا به کمک آب کاهش یابد و به دمای مورد نظر برای نگهداری برسد.

برای جلوگیری از کپک زدگی از نوعی ماده ضد کپک مانند محلول ۱٪ درصد سدیم ارتوفنیل، استفاده می‌شود. هنگام نگهداری مرکبات در سردخانه امکان کپک زدگی آن‌ها با پنی سیلیوم ایتالیکوم و سایر کپک‌ها وجود دارد. از طرفی امکان قهوه‌ای شدن آن در اثر سرما وجود دارد و همچنین در اثر نوعی اسانس ترشح شده به وسیله پوست میوه لکه‌های قهوه‌ای در آن ایجاد می‌شود.

## ۶-۶- نگهداری محصولات مختلف در کنار هم و تأثیرات متقابل آن‌ها

نگهداری محصولات مختلف در کنار یکدیگر در سردخانه‌ها، از جنبه‌های مختلف، قابل ارزیابی است. یکی از این جنبه‌ها، طبقه‌بندی مواد غذایی به گروه‌های خام و فرایند شده است به این معنی که سردخانه‌های مورد استفاده برای نگهداری مواد غذایی خام و فرایند نشده، از سردخانه‌هایی که برای نگهداری فراورده‌های فرایند شده مورد استفاده قرار می‌گیرند، مجزا هستند. دلیل این امر، احتمال انتقال انواع آلودگی‌های میکروبی است که در مواد خام و به دنبال آن در محیط نگهداری مواد خام، وجود دارد و حتی می‌تواند شامل انواع بیماری‌زا (به عنوان مثال در گوشت) باشد و تماس آن‌ها با مواد غذایی فرایند شده که ممکن است تا هنگام مصرف تحت فرایندهای سالم‌سازی قرار نگیرند، آلودگی را به راحتی منتقل کرده، موجب ابتلای مصرف‌کننده به بیماری خواهد گردید. این مسأله، هنگامی حادث می‌شود که یک ماده‌ی غذایی خام با احتمال حضور عوامل بیماری‌زا به طور مستقیم یا غیرمستقیم، آلودگی خود را به ماده‌ی غذایی خام دیگری منتقل سازد که به طور طبیعی حامل عوامل بیماری‌زا نیست و ممکن است به همان صورت فرایند نشده مصرف گردد مثل انتقال میکروب‌های بیماری‌زا از

گوشت یا محیط نگهداری آن در سردخانه به میوه‌ها و سبزی‌هایی که به طور همزمان و یا پس از تخلیه‌ی سردخانه، در آن محیط نگهداری می‌گردند.

مسئله دیگر، انتقال بو از محصولی به محصول دیگر در شرایط نگهداری هم زمان است که این انتقال به صورت غیرمستقیم از طریق سطوح داخلی سردخانه نیز امکان‌پذیر است. مثل انتقال بوی میوه به گوشت و ... در چنین شرایطی، به رغم سالم بودن محصول، به دلیل داشتن بوی غیرطبیعی، مصرف ناشدنی است و از چرخه‌ی مصرف حذف می‌گردد.

مسئله بسیار مهم دیگری که باید به آن توجه داشت تولید گاز اتیلن به وسیله‌ی برخی میوه‌ها و تأثیرات آن بر روی تشدید واکنش تنفس بر روی خود این محصولات و یا میوه‌ها و سبزی‌های حساس نسبت به گاز اتیلن است این تأثیرات و روش‌های کنترل آن‌ها، در قسمت مربوط به فیزیولوژی پس از برداشت، به طور کامل توضیح داده شده است.

### نگهداری میوه‌جات و سبزیجات در انبارهای اتمسفر کنترل شده

سال ۱۹۲۸ در انگلستان تحقیقات و مطالعات مقدماتی در مورد نگهداری سبزیجات و میوه‌جات و تنظیم زمان رسیدن آن‌ها در انبارهای کنترل شده شروع شد اما در سال ۱۹۴۲ با آغاز جنگ جهانی دوم این مطالعات متوقف گردید تا این که در سال ۱۹۴۸ دوباره پیگیری در این مورد آغاز گردید. رسیدن میوه‌جات در انبارهای (a c) به این قرار است که در اثر فعل و انفعالات متابولیک آن‌ها و ایجاد اتیلن رنگ کلروفیل سبز (سبزینه) تغییر کرده و زرد رنگ می‌شود البته این عمل در مدت زمان معینی صورت می‌گیرد.

بنابراین وقتی که لازم شد عمل رسیدن میوه که با تغییر رنگ آن همراه است دیرتر و یا زودتر از موعد مقرر انجام شود گاز اتیلن حاصله از تنفس محصول را با استفاده از روش‌هایی که شرح داده شده از فضای انبار خارج و یا مقداری گاز اتیلن به هوای انبار اضافه می‌نمایند.

نگهداری سبزیجات و میوه‌جات در انبارهای (a c) به دلایل زیر دارای اهمیت می‌باشد:

اگر محصول به طور طبیعی و کامل رسیده باشد فعل و انفعالات آنزیماتیک سبب کاهش استحکام و قوام آن می‌گردد و این امر سبب می‌شود که عوامل مکانیکی به آسانی بتواند بافت محصول را پاره نموده و در نتیجه آن را فاسد نماید. هم‌چنین با نگهداری میوه به این روش می‌توان به تعدیل عرضه و تقاضا در بازار کمک نمود.

## خودآزمایی

- ۱- چرا نگهداری مواد غذایی در سرما، فرایند مخرب محسوب نمی‌شود؟
- ۲- چه عواملی به سرمازدگی مواد غذایی انباری کمک می‌کنند؟
- ۳- چرا در انجماد مواد غذایی، امکان از دست رفتن ارزش غذایی وجود دارد؟
- ۴- فعالیت‌های آنزیمی چه تأثیری در تغییرات نامطلوب حین نگهداری به حالت انجماد، دارد؟
- ۵- برای جلوگیری از اکسیداسیون مواد غذایی در دماهای انجماد، چه اقدامی باید صورت گیرد؟
- ۶- مفهوم عمر کیفیت حداکثر در مواد غذایی نگهداری شده به حالت منجمد چیست؟
- ۷- افزایش دما در سردخانه‌های بالای صفر چه معایبی دارد؟
- ۸- عواملی را که باعث تغییر شرایط سردخانه می‌شوند نام ببرید.
- ۹- تولید گاز اتیلن به وسیله‌ی برخی از میوه‌ها در سردخانه، چه تأثیری بر روی دیگر مواد غذایی انباری دارد؟

- ۱۰- شرایط نگهداری گوشت را به دو صورت سرد و منجمد توضیح دهید.
- ۱۱- شرایط نگهداری مرغ را توضیح دهید.
- ۱۲- شرایط نگهداری ماهی را توضیح دهید.
- ۱۳- شرایط نگهداری گوشت مرغ را توضیح دهید.
- ۱۴- شرایط نگهداری تخم مرغ را توضیح دهید.
- ۱۵- شرایط نگهداری سیب‌زمینی را توضیح دهید.
- ۱۶- شرایط نگهداری سیب‌درختی را توضیح دهید.
- ۱۷- شرایط نگهداری موز را توضیح دهید.
- ۱۸- اهمیت نگهداری میوه‌ها و سبزی‌ها در انبارهای با اتمسفر کنترل‌شده را بیان کنید.

## منابع و مآخذ

- ۱- خسرو پناه، ر. ع: مدیریت انبار و عملیات مرتبط، انتشارات سازمان مدیریت صنعتی، ۱۳۷۷.
- ۲- داراب ایمائی، علی: بررسی انبارهای استان کهگیلویه و بویراحمد، سازمان برنامه و بودجه، ۱۳۶۴.
- ۳- گروه مهندسين صنايع: اصول طراحی کارخانه، جهاد دانشگاهی صنعتی شریف، ۱۳۶۷.
- ۴- فرجی هارمی، رستم: میوه و سبزی و تکنولوژی نگهداری و تبدیل آن‌ها، مرکز نشر دانشگاهی، ۱۳۷۴.
- ۵- مشاهری، محمد و دیگران: اصول تبدیل و نگهداری میوه‌ها و سبزی‌ها، نشر ارکان، ۱۳۷۴.
- ۶- رجب‌زاده، ناصر: تکنولوژی آماده‌سازی و نگهداری غلات، آستان قدس رضوی، ۱۳۷۵.
- ۷- آراسته، نیکو: تکنولوژی غلات، معاونت فرهنگی آستان قدس رضوی، ۱۳۷۰.
- ۸- ایران نژاد، حمید: نگهداری و ذخیره‌سازی انواع میوه و سبزی، آوای نور، ۱۳۷۳.
- ۹- باقری زنوز، ابراهیم: روش‌های مبارزه با آفات انباری و قرنطینه‌ای، انتشارات ادیب، ۱۳۶۲.
- ۱۰- ثنایی، غلامحسین: آفت‌کش‌ها و کاربرد آن‌ها، دانشگاه تهران، ۱۳۵۴.
- ۱۱- افشاری، محمدرضا: روش‌های کاربرد آفت‌کش‌ها، مؤسسه‌ی تحقیقات آفات و بیماری‌های گیاهی، ۱۳۷۱.
- ۱۲- پایان، رسول: کنسرو سازی، نشر بهرام، ۱۳۷۵.
- ۱۳- راحمی، مجید: فیزیولوژی پس از برداشت، مرکز نشر دانشگاه شیراز، ۱۳۷۳.
- ۱۴- باقری زنوز، ابراهیم: تکنولوژی نگهداری محصولات کشاورزی، دانشگاه تهران، ۱۳۷۴.



- ۱۵- گروه مهندسين صنايع : طراحي انبار، انتشارات دانشگاه صنعتی شریف، ۱۳۶۹.
- ۱۶- صفري، محمد: مباني فيزيكو شيميائي نگره‌داری مواد غذایی، دانشگاه تهران، ۱۳۷۸.
- ۱۷- نتایج طرح آمارگیری از انبارهای کشور، چاپخانه مرکز آمار ایران، ۱۳۷۳.
- ۱۸- سخنرانی‌ها و مقالات ارائه شده در کنگره ملی نگره‌داری مواد غذایی، دانشگاه تهران، ۱۳۶۷.
- ۱۹- روستائیان، سعید: «نگرشی بر مهندسی تبرید و مقدمه‌ای بر طراحی تأسیسات سردخانه» انتشارات دانشگاه شیراز، چاپ اول ۱۳۷۲.
- ۲۰- احمدی، بهروز: «مبانی تهویه و تبرید»، مجتمع آموزشی و فنی تهران، تهران، چاپ اول، ۱۳۷۶.
- ۲۱- یارند پور، امیرحسین: «اصول کار و سرویس سردکننده‌ها»، تهران، چاپ سوم ۱۳۶۹.
- ۲۲- مانوز، جی. کانو: ترجمه احمد شرفی؛ «اصول سردخانه‌های گوشت»؛ چاپ اول، بهار ۱۳۷۴.
- ۲۳- فرجی هارمی، رستم: «علوم و تکنولوژی میوه‌ها و سبزی‌ها»؛ مرکز نشر دانشگاهی؛ تهران، چاپ اول ۱۳۶۷.
- ۲۴- هال. کارل، دبلیو: ترجمه فلاحی. مسعود و مدرس رضوی. سیدمجتبی: «وسایل و دستگاه‌های فرایند محصولات کشاورزی»؛ سازمان چاپ مشهد، زمستان ۱۳۶۵.
- ۲۵- سید رضوی. سید کمال‌الدین: «مبانی مهندسی صنایع غذایی»؛ انتشارات عمیدی، تبریز، چاپ اول ۱۳۶۸.
- ۲۶- ملکی، مرتضی و دخانی، شهرام: «صنایع غذایی»؛ جلد اول؛ چاپ دوم انتشارات دانشگاه شیراز، شیراز ۱۳۷۰.

