فصل ششم

تأثیر سردخانه و انبار بر موادغذایی

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

۱ــ تأثیر نگه‌داری در سرما را بر روی ارزش غذایی و خصوصیات چشایی موادغذایی توضیح دهد.

۲ــ تأثیر انجماد را بر روی ارزش غذایی و خصوصیّات چشایی موادغذایی شرح دهد.

۳ــ تأثیر دما را بر روی موادغذایی توضیح دهد.

۴ــ اثر رطوبت نسبی را بر موادغذایی شرح دهد.

۵ــ تأثیر افت ولتاژ را بر سیستم‌های اجرا و کنترل در سردخانه بیان کند.

۶ــ تأثیر قطع و وصل و نوسانات برق را در سردخانه توضیح دهد.

۷ــ نحوه‌ی نگه‌داری محصولات مختلف را در کنار هم توضیح داده، تأثیرات متقابل آن‌ها را شرح دهد.

۶ــ تأثیر سردخانه و انبار بر موادغذایی

۱ــ۶ــ تأثیر نگه‌داری در سرما بر روی ارزش غذایی و خصوصیات چشایی موادغذایی

میوه و سبزی‌ها، بیش از سایر مواد غذایی تحت‌تأثیر 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 مؤثّرند. 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 آن‌که 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، درحال از دست دادن کیفیت چشایی و ارزش غذایی خود هستند که این حالت، سوای فساد میکروبی آن‌هاست. به‌عنوان مثال، ذرت شیرین در ۲۴ ساعت اوّل 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 $0^{\circ}C$ با کاهش تنفس سلولی، تولید اتیلن، از دست رفتن آب و به طورکلی فعالیت‌های بیولوژیکی، رسیدن و پیری محصول را به تعویق می‌اندازد. بنابراین نگه‌داری در سرما باعث کاهش ارزش غذایی، به عنوان 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، سرمازدگی‌ست. 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.

بدیهی‌ست 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 ۱۳ـ۱۱ °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 شماره‌ی ۱ـ۶ عوارض متنوع در محصولات مختلف آورده شده است.

جدول ۱ـ۶ـ علایم سرمازدگی در تعدادی میوه‌ها در پایین‌تر از دمای مطمئن

محصول	دمای مطمئن	علایم سرمازدگی بین ۰ °C و دمای مطمئن
سیب	۲/۲ـ۳/۳ °C	قهوه‌ای شدن بافت داخلی
آووکادو	۴/۴ـ۷/۲ °C	قهوه‌ای مایل به خاکستری شدن بافت گوشتی
موز	۱۱/۷ـ۱۳/۳ °C	کدر شدن پوست ـ قهوه‌ای شدن بافت داخلی
گریپ‌فروت	۱۰ °C	گود افتادن ـ سوختگی سطحی
لیمو	۱۱/۱ـ۱۲/۷ °C	گود افتادن ـ تولید لکه‌های قرمز در سطح خارجی
انبه	۱۰ـ۱۲/۷ °C	لکه‌های سوخته خاکستری پوست
زیتون	۷/۲ °C	گود افتادن ـ لکه‌های قهوه‌ای روی پوست
پرتقال	۷/۲ °C	گود افتادن ـ لکه‌های قهوه‌ای روی پوست
آناناس	۷/۲ـ۱۰ °C	تولید رنگ سبز تیره روی پوست خارجی

علاوه بر کاهش بیش از حد دما، عوامل دیگر چون افزایش غلظت 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 ۲ــ۶ــ شرایط نگه‌داری بعضی از سبزی‌ها

سبزی	روز	درجه سانتی‌گراد	درصد ویتامین C از بین رفته
مارچوبه	۱	۲	۵
	۷	صفر	۵۰
لوبیا سبز	۱	۸	۱۰
	۴	۸	۲۰
اسفناج	۲	صفر	۵
	۳	۱	۵

جنبه مثبت دیگر نگه‌داری موادغذایی در سرما، این است که همواره نگه‌داری در سرما با تاریکی و عدم تابش نور مرئی همراه است، بنابراین، از این طریق می‌توان موادغذایی حساس نسبت به نور مرئی را حفاظت نمود. ریبوفلاوین جزو حسّاس‌ترین مواد مغذی نسبت به نور مرئی‌ست 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، ٪۵۰ ریبوفلاوین 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.

۲ــ۶ــ تأثیر انجماد بر روی ارزش غذایی و خصوصیّات چشایی موادغذایی

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

این که، 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، اهمیّت 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. همین طور، کاهش ویتامین B_1 نیز از ۹ تا ۶۰ درصد، بسته به نوع محصول و شرایط، گزارش گردیده است. بدیهی‌ست که سایر ویتامین‌های محلول در آب نیز چنین حالاتی 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 قابل‌توجهی 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 هرقدر 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، لوبیای سبزی که آنزیم‌بری شده باشد پس از یک سال نگه‌داری در $-20^{\circ}C$ تنها ۳ درصد کاهش ویتامین B_2 از خود نشان می‌دهد در صورتی که همین محصول در شرایطی که آنزیم‌بری نشده باشد پس از این مدت با همین دما، کاهشی معادل ۳۹ درصد را در ویتامین B_2 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 فئوفتین 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، پلی‌فنل‌اکسیدازها 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 موادمحلول تغلیظ شده در اطراف کریستال‌های یخ انجام می‌گیرد و به علت حضور مواد اولیه و آزاد شدن آنزیم‌ها به‌دنبال پارگی جداره‌ی سلولی به وسیله کریستال یخ، در این منطقه تمرکز می‌یابد. اکسیداسیون، از دیگر مواردی‌ست که در دمای انجماد نیز (به‌خصوص برای مواد غذایی چرب) اتفاق می‌افتد و تنها راه مبارزه کم‌کردن 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[1]» استفاده می‌شود. بدین صورت که محصول، پیش از انجماد، درون آب غوطه‌ور گردیده، یا آب سرد بر روی آن پاشیده می‌شود. بدین‌ترتیب، 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 ۰ تا $-5^{\circ}C$ عبور کنیم. در چنین شرایطی انجماد در داخل و خارج سلول به‌صورت 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 جداره‌ی 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 به‌تدریج 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، به‌صورت 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.

۱ــ Glazing

از سایر تغییرات بر روی موادغذایی می‌توان به سوختگی انجمادی[1] 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. درصورتی که در انتهای زمان ماندگاری محصول دارای بافت، طعم و به‌طور کلّی ظاهری متفاوت با قبل از انجماد خود می‌باشد عاملی به نام «**عمر کیفیت حداکثر**[2]» یا HQL در موادغذایی نگه‌داری شده به حالت منجمد، مطرح می‌گردد. HQL در اصل مدت زمان ماندگاری در حالت انجماد است به‌نحوی که ۸۰ــ۷۰ درصد از افرادی که محصول را از نظر چشایی ارزیابی می‌کنند، تفاوتی بین محصول منجمد و ماده‌ی‌غذایی 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 ۳ــ۶ــ مدت زمان ماندگاری برخی از سبزی‌ها به حالت منجمد در دماهای مختلف

	HQL (برحسب روز)		
	$-7^{\circ}C$	$-12^{\circ}C$	$-18^{\circ}C$
لوبیای سبز	۳۰	۹۴	۲۹۶
نخودفرنگی	۲۷	۹۰	۳۰۵

۳ــ۶ــ تأثیر شرایط سردخانه بر روی موادغذایی

الف ــ دما : دما، عامل اصلی در کنترل فساد یا به‌طور کلّی، همه‌ی انواع تغییرات نامطلوب در انواع موادغذایی‌ست. به بیان دیگر، تمامی انواع فساد میکروبی، شیمیایی، بیوشیمیایی و در برخی موارد

۱ــ FreezeBurning

۲ــ High Quality Life

فیزیکی، ناشی از تغییرات نامناسب دما و بالا رفتن آن است. بنابراین، بدیهی‌ست که هر نوع تغییری در دما که یکی از شرایط تعیین‌کننده‌ی سردخانه‌های زیر صفر و بالای صفر است بلافاصله بر روی کیفیت و ماندگاری مواد تأثیر خواهد گذاشت. در سردخانه‌های بالای صفر ــ 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 ۱°C- تا ۸°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 ۱۸°C- است که برای حفظ بهتر کیفیت و ممانعت از تغییرات نامطلوب شیمیایی و بیوشیمیایی، دمای حرارت فریزرهای صنعتی برای نگه‌داری دراز مدت موادغذایی، بین ۲۵°C- تا ۳۰°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 موادغذایی 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 شدّت 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 موادغذایی 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 کننده‌ای‌ست 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 حدّ 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 وسیله‌ی آنزیم‌ها تخریب خواهد گردید. در مورد برخی محصولات مثل شیر، کاهش دما تا حدّ 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 کیفیّت 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 ــ رطوبت نسبی : پیش 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 مؤثّر 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. مهم‌ترین راه برای جلوگیری از چنین حالتی، استفاده از پوشش‌های مناسب برای حفظ رطوبت محصولات و همین طور، تأمین رطوبت محیط با تزریق رطوبت به محیط سردخانه است.

کاهش رطوبت نسبی، بیشتر در تبخیرکننده‌های با ابعاد کوچک صورت می‌گیرد چون تبخیرکننده‌های با ابعاد بزرگ می‌توانند اختلاف دمای کمتری با هوای سردخانه داشته باشند. بنابراین رطوبت موجود در هوا، به هنگام عبور آن (به دلیل کاهش ملایم دما)، کمتر به‌صورت قطرات آب درمی‌آید و طبیعی‌ست که کاهش کمتری در رطوبت نسبی هوای سردخانه ایجاد خواهد گردید.

بنابراین به‌طور خلاصه می‌توان گفت کاهش رطوبت نسبی محیط، ابتدا منجر به اُفت وزنی محصولات و درصورت تداوم، باعث بروز تغییرات نامطلوب ظاهری مانند خشکی، پژمردگی و پلاسیدگی خواهد گردید.

افزایش رطوبت نسبی در محیط سردخانه کمتر اتفاق می‌افتد. در دما و رطوبت نسبی ثابت، تنفس سلولی محصولات (میوه‌ها و سبزی‌ها) باعث مصرف اکسیژن و مواد مغذی از یک سو و تولید آب و دی‌اکسیدکربن از سوی دیگر می‌گردد که امکان افزایش رطوبت نسبی را به‌دنبال خواهد داشت. عامل بسیار مهم در این باره، علاوه بر کنترل دما، تهویه‌ی مناسب و چرخش هوای سردخانه است که از تجمع رطوبت در برخی نقاط سردخانه جلوگیری می‌نماید. مهم‌ترین خطر افزایش رطوبت نسبی، مرطوب شدن بیش از حد محصولات در سطح و امکان افزایش فعالیت آبی و به دنبال آن رشد میکروارگانیسم‌ها بخصوص کپک‌هاست. علاوه بر این که باقی‌ماندن قطرات آب در سطح برخی محصولات، باعث ایجاد لکه‌هایی بر روی محصول می‌گردد که از نظر ظاهری نکته‌ای منفی به حساب خواهد آمد. در اینجا نیز علاوه بر کنترل شرایط می‌توان از بسته‌بندی هم به عنوان عامل مؤثّر کمکی استفاده نمود.

پ ــ اُفت ولتاژ : با توجه به وابستگی همه‌ی سیستم‌های اجرا و کنترل سردخانه به جریان برق، بدیهی‌ست که افت ولتاژ عواقب بسیار نامناسبی به همراه دارد. سیستم‌های کنترل پیشرفته، در شرایط کاهش یا افزایش ولتاژ، جریان الکتریسیته را قطع می‌کنند که حالت قطع و وصل مجدد برق به وجود خواهد آمد. در غیر این صورت، عوارض ایجاد شده، شامل کاهش کارآیی 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 دستگاه‌های

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 کارآیی لازم بخصوص در مورد کمپرسورها، این افزایش دما، عوارض نامطلوبی در افزایش شدّت تنفس و یا رشد میکروارگانیسم‌ها و ... ایجاد می‌کند که در قسمت بعد (قطع و وصل برق) بیشتر با آن آشنا خواهید شد.

ت ــ 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 سرمازایی‌ست. 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 به‌نحوی که گاهی اوقات حتی $1^{\circ}C$ 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 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، شدّت تنفس محصولات چندین برابر می‌گردد. از دیدگاه آلودگی میکروبی و رشد انواع بیماری‌زاها و عوامل فساد هم افزایش جزیی 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 جزیی 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 حساسّیت 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 بدیهی‌ست 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.

۴ــ۶ــ 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 نه‌تنها باعث کاهش وزن آن‌ها می‌شوند بلکه با پخش فضولات خود، آلودگی و کاهش ارزش غذایی دانه‌ها را به‌دنبال دارند. رشد موجودات ذره‌بینی نیز باعث می‌شود که کیفیّت 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 به‌جا می‌گذارند.

۵ــ۶ــ 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.

ــ 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 :

۱ــ استفاده از خنک‌کننده‌های سطحی

۲ــ استفاده از تانکرهای دارای سردکننده

۳ــ خنک کردن بیدون

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

به‌جز 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 تهیه‌ی شیر با کیفیت خوب، سرد کردن سریع آن بلافاصله بعد از خروج از پستان ضروری است.

ــ شیر : بعد از پاستوریزه کردن، شیر را در ظرف یا پاکت‌های ویژه بسته‌بندی کرده و در سردخانه در دمای $2^{\circ}C$ ــ ۰ و رطوبت نسبی ۹۰ ــ ۸۰ درصد در حدود ۵ــ۳ روز نگه‌داری می‌کنند.

ــ کره : در محل نگه‌داری کره نباید مواد خوراکی دیگری نگه‌داری شود و هم‌چنین باید از مجاورت کره با فلزّاتی مانند مس و آهن جلوگیری شود. رطوبت نسبی سردخانه بایستی ۹۲ــ۷۸ درصد باشد و در ضمن کره در بسته‌بندی های نفوذناپذیر در سردخانه نگه‌داری شود. دما و مدت زمان نگه‌داری کره در جدول زیر آمده است.

جدول ۴ــ۶ــ مدت زمان نگه‌داری کره در دماهای مختلف

دما ($^{\circ}C$)	زمان نگه‌داری
۰ــ۱	تا یک ماه
-۸	تا یک سال
-۱۲	بیش از یک سال

ــ پنیر : در آب نمک و در بسته‌بندی‌های گوناگون و غیرقابل نفوذ در سردخانه قرار می‌دهند. در دمای $3/5^{\circ}C$ ــ ۲/۵ و رطوبت نسبی ۸۰ــ۷۵ درصد می‌توان آن را به مدت ۶ــ۳ ماه نگه‌داری کرد که این زمان با توجه به رطوبت نسبی، غلظت آب نمک و نوع پنیر متفاوت است.

در جدول ۵ــ۶ شرایط نگه‌داری انواع پنیر آمده است.

جدول ۵ــ۶ــ شرایط نگه‌داری انواع پنیر

نوع پنیر	دما (°C)	رطوبت نسبی (درصد)	زمان نگه‌داری
پنیرهای سفید ایرانی	۷ــ۵	۸۰	تا ۶ روز
پنیرهای تازه	۵ــ۰	۸۰	تا ۲ روز
پنیرهای فرآوری شده	۷ــ۵	۹۰	تا ۳ ماه
پنیرهای سخت	۵ــ۰	۸۵ ــ ۸۰	تا ۶ ماه

ــ ماست : ماست باید در ظروف درب‌بسته، بسته‌بندی شود و نگه‌داری آن در کیسه یا مَشْک مناسب نیست. دمای مناسب برای نگه‌داری ماست $5^{\circ}C$ ــ۲ و زمان نگه‌داری آن ۱۰ــ۲ روز است.

ــ خامه : برای نگه‌داری خامه بایستی توجه نمود که تازه باشد و در این صورت آن را در ظروف درب بسته ریخته و در دمای $2^{\circ}C$ ــ ۰ و رطوبت نسبی ۸۵ درصد به مدت ۴ــ۳ روز می‌توان نگه‌داری کرد.

ــ شیر خشک : اگر در بسته‌بندی‌های غیرقابل نفوذ به هوا بسته‌بندی شود، اغلب به نگه‌داری در سردخانه نیازی نیست ولی اگر بسته‌بندی به نحوی باشد که هوا نفوذ کند، باید مانند جدول زیر در سردخانه نگه‌داری گردد.

جدول ۶ــ۶ــ شرایط نگه‌داری شیر خشک

نوع بسته‌بندی	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

ــ شیر غلیظ شده : شیر غلیظ شده بدون قند حتی برای مدت کوتاهی در دمای بیش از $24^{\circ}C$ نباید نگه‌داری شود. در صورتی که از ظرف‌های فلزی استفاده گردد، رطوبت نسبی سردخانه نباید از ۷۰ــ۶۰ درصد بیشتر شود. شیر تغلیظ شده (کنسانتره) را باید مانند جدول ۷ــ۶ نگه‌داری کرد :

جدول ۷ــ۶ــ شرایط نگه‌داری شیرهای غلیظ‌شده

نوع شیر غلیظ‌شده	دمای مناسب (°C)	مدت نگه‌داری
شیر غلیظ‌شده‌ی شیرین	+۱۸	تا یک سال
شیر غلیظ‌شده‌ی بدون قند	+۱۶	تا یک سال
شیر غلیظ‌شده‌ی بدون قند	۰ــ۴	بیش از یک سال

ــ 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.

ــ شیر : شیر پاستوریزه و هموژنیزه، منجمد شده و در دمای °C ۱۸- 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 به‌وجود می‌آید : تغییر طعم و جدا شدن مواد جامد در موقع انجمادزدایی. طعم ملایم و خوشمزه فرآورده‌های شیر مایع در حالت منجمد بهتر از سایر روش های نگه‌داری می‌تواند حفظ شود. طعم و بوی ماندگی و پختگی که در شیرهای خشک و غلیظ شده به‌وجود می‌آید در شیر منجمد شده به ندرت اتفاق می‌افتد. اما شیرهای یخ زده مستعد طعم تند ناشی از اکسیده شدن می‌باشد. چندین روش برای جلوگیری از تولید طعم تند وجود دارد : استفاده از اسید آسکوربیک به عنوان ماده ضداکسیداسیون 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 به‌وجود 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.

ــ کره : برای انجماد کره با کیفیت خوب مشکلی وجود ندارد، کره بدون نمک در °C ۰ یخ می‌زند، اما به کره اغلب نمک زده می‌شود. چنان‌چه کره دارای ۲٪ نمک باشد در °C ۹- ، و چنان‌چه دارای ۳/۵٪ نمک باشد در °C ۱۹/۸- یخ می‌زند. هنگامی که کره خنک می‌شود، یخ به تدریج تشکیل می‌گردد. نمک به‌صورت غیرمنجمد باقی می‌ماند، تا موقعی که غلظت آن به‌حدی 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 ۲۰°C- باشد. برای نگه‌داری طولانی مدت کره (یکسال یا بیشتر) دمای حدود ۳۰°C- توصیه می شود. اگر کره برای ۲ تا ۳ هفته نگه‌داری می‌شود، دمای ۴°C ـ۰ کافی می‌باشد. در ۰°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 ۱۰°C- و کمتر از آن، رطوبت نسبی اهمیت کمتری دارد.

همراه کره نباید سیب، مرکبات، سبزی‌ها، پنیر و یا هر ماده‌ای که دارای بوی زیاد است نگه‌داری شود. در طی نگه‌داری کره امکان دارد طعم تندی در آن به‌وجود آید بنابراین کلیه کره‌هایی که برای نگه داری درنظر گرفته می‌شوند بایستی از خامه پاستوریزه تهیه گردیده هم‌چنین اسیدیته خامه نبایستی بیشتر از ۸ باشد.

ـ **پنیر** : از انجماد پنیر اغلب پرهیز می‌شود 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 می‌شود، نقطه‌ی انجماد بیشتر پنیرها را پایین می‌آورد. پنیرهای دارای رطوبت زیاد و نرسیده مانند کاتیج که خیلی فاسدشدنی هستند دارای نقطه‌ی انجماد ۲°C- می‌باشند. انجماد پنیر با رطوبت زیاد باعث شکسته شدن دلمه و تغییر بافت می‌شود. جهت انجماد پنیر توصیه می‌شود که سرعت انجماد بالا باشد به‌طوری که دما از محدوده‌ی (۳-)°C ـ ۲۰ به سرعت عبور کند.

ـ **خامه** : خامه به منظور استفاده در صنایع غذایی مانند بستنی، منجمد می‌شود. رشد باکتری‌ها در خامه در زمان نگه‌داری به صورت منجمد متوقف می‌شود. اغلب خامه‌ی با کیفیت بالا، میزان میکروارگانیسم های کم و اسیدیته‌ی پایین را برای انجماد مناسب می‌دانند. مشاهده شده که خامه با اسیدیته‌ی بالا (۱۵٪ و بالاتر) بعد از ۲ تا ۳ ماه غیرقابل قبول شده، بو و طعم تند در آن پدیدار می‌شود.

خامه با کیفیت خوب (بدون مس)، پاستوریزه شده و تا ۴۰°C خنک می‌شود و سپس بسته‌بندی می‌شوند. ظروف در داخل سردخانه با جریان هوای سرد قرار می گیرند تا یخ بزنند. اغلب هوای سرد دارای دمای ۴۰°C- است و خامه‌ی یخ زده را در دمای ۱۸°C- به مدت ۱۲ ماه می‌توان نگه‌داری کرد.

نگه‌داری گوشت در سردخانه

دمای داخلی لاشه بلافاصله پس از کشتار حدود ۳۸°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 ۱۰°C

برسد. تا از بروز فرایند طبیعی کوتاه شدن ناشی از سرما[1] 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 ۹۵ــ۸۵ 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 گازکربنیک یا ازن مدت زمان نگه‌داری را طولانی‌تر خواهد نمود. افزایش گازکربنیک در هوای سردخانه مانع رشد میکروارگانیسم‌ها می‌گردد اما تشکیل مت‌میوگلوبین[2] را سرعت‌بخشیده 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 تندی در آن‌ها می‌گردد.

عوامل میکروبی که در مدت زمان نگه‌داری سبب بروز ضایعات در گوشت می‌گردند از گروه باکتری‌های سرما دوست مانند سودوموناس[3]، اسینتوباکتر[4] و موراکسلا[5] می‌باشند که در بین آن‌ها آلودگی توسط سود و موناس از درصد بالایی برخوردار می‌باشد و به همین سبب به‌عنوان «میکروارگانیسم مخصوص گوشت» شناخته شده است. جدول ۸ــ۶ مدت زمان نگه‌داری انواع گوشت در سردخانه را نشان می‌دهد.

جدول ۸ــ۶ــ شرایط نگه‌داری انواع گوشت

نوع فرآورده	دما (C°)	درصد رطوبت نسبی	شکل عرضه	مدت نگه‌داری به روز
لاشه گاو و گاومیش	تا ۷	۹۲ــ۸۸	نیم‌لاشه	۵
لاشه گوسفند و بز	تا ۷-	۹۵ــ۸۵	بدون بسته‌بندی	۳
قطعه های گوشت گوسفند و بز	صفر تا ۴	۹۵ــ۸۵	بسته‌بندی معمولی	۳

نگه‌داری گوشت منجمد : به منظور انجماد گوشت ــ باید مقدار زیادی از گرمای نهان[6] آن توسط دستگاه سردکننده 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 به‌طور یکسان صورت گیرد مرکز آن دیرتر از بقیه قسمت‌ها منجمد خواهد شد.

۱ــ Cold shortening
۲ــ Metmyoglobin
۳ــ Pseudomonas
۴ــ Acineto bacter
۵ــ moraxella
۶ــ latent heat

انجماد گوشت در مقادیر زیاد در تونل یا سالن انجماد و توسط جریان هوای سرد صورت می‌گیرد و دما بین $-29^{\circ}C$ تا $-40^{\circ}C$ متفاوت است. در مورد بعضی از فراورده‌ها، 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 منجد 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[1] نامیده می‌شود. بنابراین گوشت را ابتدا در سالن پیش‌سردکن با دمای صفر تا $4^{\circ}C$ به مدت ۴۸ــ۲۴ ساعت سرد و سپس وارد تونل انجماد می‌شود.

فعالیت باکتری‌ها در دماهای پایین‌تر از $-18^{\circ}C$ متوقف شده و فساد میکروبی در گوشت‌های نگه‌داری شده در این دما رخ نمی‌دهد. اگرچه رشد باکتری‌ها متوقف می‌گردد ولی وجود آنزیم‌های میکروبی به ویژه لیپاز بر کیفیت خوراکی گوشت تأثیر می‌گذارد. با یخ‌زدن و نگه‌داری گوشت یخ زده، برخی آلودگی‌های انگلی مانند پروتوزواهای انگلی، سستودها و نماتدها از بین می‌رود.

جدول ۹ــ۶ مدت زمان نگه‌داری گوشت در حالت انجماد را نشان می‌دهد.

جدول ۹ــ۶ــ مدت زمان نگه‌داری گوشت منجمد در دماهای مختلف

نام ماده‌ی خوراکی	دما ($^{\circ}C$)	رطوبت نسبی درصد	شکل عرضه	مدت نگه‌داری روز
لاشه گاو و گاومیش	-۱۸	۹۰ــ۹۵	با لفاف پیچی	۳۶۰
لاشه درسته گوسفند و بز	-۱۸	۹۰ــ۹۵	با لفاف پیچی	۲۷۰
قطعه های گوشت گوسفند و بز	-۱۸	۹۰ــ۹۵	بسته‌بندی کارتنی	۲۷۰

نگه‌داری ماهی و فرآورده‌های دریایی

نسبت به کلیه مواد گوشتی، ماهیان در مقابل تجزیه خودبه‌خودی[2]، 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 فراورده اثرگذار است.

۱ــ Thaw – rigor

۲ــ تجزیه خود به‌خودی یا اتولیز (Autolysis) در ماهی توسط آنزیم‌هایی که در بدن آن‌ها یافت می‌شود انجام می‌گیرد که موجب نرمی ماهی شده و سرانجام به دنبال ادامه پرکاری این آنزیم‌ها، 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 ۶/۸ـ۵/۵ می‌رسد. بیشتر گونه‌های ماهی در دمای C° ۰ یک روزه جمود نعشی یافته و سپس به‌آرامی 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 سرمادوست 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 C° ۴ و رطوبت نسبی ۹۵ـ۹۰ درصد باشد. سرعت گردش هوا به منظور کنترل کاهش وزن باید محدود باشد.

ماهی بایستی در انبارهای اختصاصی نگه‌داری شود به‌طوری که در انبار غیر از ماهی محصول دیگری نگه‌داری نگردد زیرا بوی زیاد ماهی خیلی سریع روی کالاها اثر می‌گذارد.

جدول ۱۰ـ۶ زمان نگه‌داری ماهی در سردخانه را نشان می‌دهد.

جدول ۱۰ـ۶ـشرایط نگه‌داری ماهی در سردخانه

نام ماده‌ی خوراکی	دما (C°)	رطوبت نسبی درصد	شکل عرضه	مدت نگه‌داری روز
ماهی درسته	صفر تا ۲	۹۵ـ۹۰	بدون بسته‌بندی	گرم آبی ۷ سرد آبی ۳
ماهی درسته	صفر تا ۴	۹۵ـ۹۰	با بسته‌بندی	۳
ماهی شکم‌خالی، فیله استیک	صفر تا ۴	۹۵ـ۹۰	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 سرمادوست 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 $3/3^{\circ}C$ 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 دست‌دادن آب ماهی، اکسیدشدن چربی‌ها و فعالیت آنزیمی در گوشت ماهی می‌باشد.

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

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

ــ ماهی را پس از یخ‌زدن برای محافظت در برابر آسیب فیزیکی، آلودگی، اکسیداسیون و تندشدن چربی و از دست‌دادن آب به ویژه در فیله و یا استیک، فرآورده بدون پوست آن را یخ پوشی[1] و بسته‌بندی کرده و به سردخانه منتقل گردد.

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

جدول ۱۱ــ۶ شرایط نگه‌داری ماهی یخ‌زده را نشان می‌دهد.

جدول ۱۱ــ۶ــ شرایط نگه‌داری ماهی یخ‌زده

ماده‌ی خوراکی	دما ($^{\circ}C$)	رطوبت نسبی درصد	شکل عرضه	مدت نگه‌داری روز
ماهی درسته چرب	-۱۸	۸۵ــ۹۰	با بسته‌بندی	۱۵۰
ماهی درسته کم‌چرب	-۱۸	۸۵ــ۹۰	با بسته‌بندی	۲۴۰
ماهی شکم‌خالی‌ــفیله‌ــاستیک	-۱۸	۸۵ــ۹۰	با بسته‌بندی	چرب ۱۸۰ کم‌چرب ۲۷۰

نگه‌داری گوشت مرغ

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

۱ــ Gla zing

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 به‌صورت مه‌پاشی و فروبردن و یا با کاربرد هوای سرد انجام می‌شود. جمود نعشی مرغ با توجه به pH نهایی ۶/۴ــ۵/۹ آن و دمای $4^{\circ}C$ به‌مدت ۴ــ۲ 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 تندشدن نسبت به مرغ کم‌چرب حساس‌تر هستند. بسته‌بندی نقش مهمی در حفظ کیفیت گوشت طیور در زمان نگه‌داری به‌صورت سرد یا منجمد را دارا می‌باشد. پوششی از جنس عایق رطوبت، مانع از خروج آب می‌گردد. نگه‌داری گوشت لاشه ماکیان در شرایط سرد باید به‌صورت تخلیه شده انجام گیرد و در دمای صفر تا $4^{\circ}C$ و رطوبت نسبی ۹۵ــ۹۰ درصد می‌باشد.

جدول ۱۲ــ۶ زمان نگه‌داری مرغ در سردخانه را نشان می‌دهد.

جدول ۱۲ــ۶ــ شرایط نگه‌داری گوشت مرغ در سردخانه

نام ماده‌ی خوراکی	دما ($^{\circ}C$)	رطوبت نسبی درصد	شکل عرضه	مدت نگه‌داری روز
لاشه درسته مرغان	صفر تا ۴	۹۵ــ۸۵	بدون بسته‌بندی	۲
لاشه درسته مرغان	صفر تا ۴	۹۵ــ۸۵	بسته‌بندی با ۳ لایه غیرقابل نفوذ در برابر رطوبت	۳
قطعه های گوشت مرغان	صفر تا ۴	۹۵ــ۸۵	بسته‌بندی در یکبار مصرف با روکش پلاستیک نازک چسبان	۳

نگه‌داری مرغ منجمد : مرغ سالم کشتار شده و با آب سرد خنک‌شده را به‌صورت درسته، قطعه‌بندی شده با بسته‌بندی پلاستیکی و با بهره گیری ازماده سرمازا به روش غوطه‌وری به سرعت یخ‌زده می‌کنند، در این شرایط مرغ که به‌سرعت 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 کم‌چرب یخ‌زده دارای ماندگاری بیشتری نسبت به پرچرب می‌باشد.

عمر نگه‌داری مرغ منجمد به عوامل زیادی بستگی دارد که از همه مهم‌تر درجه سرمای منجمدکننده، نوع بسته‌بندی، عملیات آماده‌سازی قبل از انجماد و نوع محصول می‌باشد. دمای نگه‌داری بایستی پایین از $18^{\circ}C$- 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 درنتیجه 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 پرنده جوان منجمد می‌شود رنگ تیره‌ای در استخوان‌های ران و بال ظاهر می‌گردد که این تغییر رنگ استخوان و گوشت ناشی ازخروج 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 ۱۳ــ۶ مدت زمان نگه‌داری مرغ منجمد را نشان می‌دهد.

جدول ۱۳ــ۶ــ مدت زمان نگه‌داری مرغ منجمد

نام ماده‌ی خوراکی	دما ($^{\circ}C$)	رطوبت نسبی درصد	شکل عرضه	مدت نگه‌داری روز
لاشه درسته مرغان خانگی	۱۸-	۸۵ــ۹۰	بسته‌بندی ۳ لایه غیرقابل نفوذ	۳۶۰
قطعه‌های گوشت	۱۸-	۸۵ــ۹۰	بسته‌بندی یکبارمصرف با روکش پلاستیک نازک چسبان	۲۷۰

نگه‌داری تخم مرغ

رایج‌ترین روش برای نگه‌داری تخم مرغ استفاده از دماهای پایین از جمله سرما برای تخم‌مرغ با پوسته و انجماد برای محتویات داخل تخم مرغ[1] می‌باشد. استفاده از روغن، نگه‌داری در شرایط گازی یا کاربرد نگهدارنده‌های شیمیایی ممکن است با نگه‌داری به روش سرد همراه گردد.

ــ نگه‌داری تخم مرغ با روش سرد[2] : تخم‌مرغ باید سالم، تمیز و بدون ترک‌خوردگی بوده و شسته نشده باشد. همچنین شرایط نگه‌داری آن در سردخانه با سایر فرآورده‌ها متفاوت است و چون

۱ــ meats

۲ــ cold storage

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

ــ تخم‌مرغ رانباید خیلی سریع و ناگهانی سرد و همچنین گرم نمود و این کار بایستی به تدریج انجام شود.

ــ تخم‌مرغ را ابتدا به مدت ۲۴ ساعت در دمای $4^{\circ}C+$ در سردخانه نگه‌داری و سپس دما را به $2^{\circ}C+$ می‌رسانند، سپس ۲۴ ساعت دیگر نگه‌داری می‌نمایند و بعد در دمای $0/5^{\circ}C$ تا ۱ قرار می‌دهند.

ــ هنگام خارج کردن از سردخانه نیز باید دما به تدریج افزایش داده شود که ابتدا مدت ۲۴ ساعت در دمای $7^{\circ}C+$ تا ۱۰ قرار داده، سپس آن‌ها را خارج می‌نمایند.

اختلاف دمای پوست تخم‌مرغ هنگام خروج از سردخانه با محیط خارج باید به اندازه‌ای باشد که روی پوست‌آن قطره‌های آب تولید نشود.

ــ شرایط توصیه شده برای نگه‌داری تخم‌مرغ که مانع از کاهش کیفیت آن در زمان نگه‌داری کوتاه مدت و دراز مدت آن می‌گردد به شرح زیر می‌باشد :

جدول ۱۴ــ۶ــ شرایط نگه‌داری تخم‌مرغ

دما ($^{\circ}C$)	درصد رطوبت نسبی	مدت نگه‌داری روز
$10-15/5^{\circ}C$	۷۰ــ۸۰	۲ تا ۳ هفته
$(-0/6)-(-1/7)^{\circ}C$	۸۵ــ۹۲	۵ تا ۶ ماه

به منظور نگه‌داری تخم‌مرغ برای مدت طولانی بایستی تا حد امکان در دمایی درست بالای نقطه‌ی انجماد آن ($-1/7^{\circ}C$) نگه‌داری شود. برای نگه‌داری کوتاه‌مدت می‌توان از دماهای بالاتر تا بیشینه‌ی ($15/5^{\circ}C$) استفاده نمود. کنترل رطوبت نسبی محیط نگه‌داری ضروری است زیرا رطوبت نسبی کم سبب کاهش وزن تخم‌مرغ به علت تبخیر رطوبت می‌گردد. حتی در مورد تخم‌مرغ با پوشش چرب، برای نگه‌داری طولانی مدت نبایستی رطوبت نسبی کمتر از ۷۰ تا ۸۰ درصد باشد. رطوبت نسبی خیلی بالا نیز سبب رشد کپک‌ها شده که از طریق منافذ پوست به داخل تخم‌مرغ نفوذ کرده، سبب آلودگی آن می‌گردد.

جدول ۱۵ــ۶ــشرایط نگه‌داری تخم‌مرغ

نوع فرآورده	دما (°C)	رطوبت نسبی درصد	مدت نگه‌داری روز
تخم‌مرغ با پوشش چرب	۰–۱/۵ °C	۸۰ــ۸۵	۳ تا ۶ ماه
تخم‌مرغ بدون پوشش چرب	۰–(–۱/۵) °C	۸۰ــ۸۵	تا ۲ ماه

تخم‌مرغ بایستی تا جایی که عملی می‌باشد به سرعت بعد از تولید سردشده و در دما و رطوبت نسبی که بستگی به مدت زمان پیش‌بینی شده دارد نگه‌داری شود. دراثر کاهش رطوبت نسبی به کم‌تر از ۹۹/۶ درصد، تخم‌مرغ با سرعت بیش‌تر رطوبت و وزن خود را از دست خواهد داد و اتاق هوایی آن بزرگ‌تر خواهد شد.

رطوبت نسبی زیاد احتمال فساد میکروبی تخم‌مرغ را افزایش می‌دهد. دمای بالاتر از ۱/۶۷– °C نفوذ میکروارگانیسم به داخل آن و رشد در آن‌جا را سرعت می‌بخشد و تغییرات شیمیایی و فیزیکی مثل نازک‌شدن سفیده و شل‌شدن و نرمی غشاء زرده وسیع‌تر خواهد بود.

به منظور نگه‌داری تجاری به مدت ۶ ماه یا بیشتر، دمای بین (۱/۷–)– °C ۰/۵۵– و رطوبت نسبی ۷۰ تا ۸۰ درصد توصیه شده است. تهویه‌ی هوای سالن نگه‌داری برای حفظ رطوبت نسبی اطراف تخم‌مرغ اهمیت دارد و همچنین ثابت نگه‌داشتن دما به منظور جلوگیری از تراکم رطوبت در روی پوست تخم‌مرغ ضروری است. تخم‌مرغ را برای سرد کردن (نگه‌داری به روش سرد) در زمان فراوانی، جمع‌آوری و ذخیره کرده و در زمان کمبود عرضه می‌دارند. کاربرد روش‌های ویژه می‌تواند کیفیت نگه‌داری کالا را در سردخانه بهبود بخشد. پوشانیدن پوسته خارجی با روغن‌های معدنی بدون رنگ و بو یک روش رایج برای حفظ رطوبت، کندکردن خشکی و نفوذ هوا، حفظ گازکربنیک و تأخیر در تغییرات فیزیکی و شیمیایی محصول به‌شمار می‌آید.

تخم‌مرغ نسبت به جذب بو حساس بوده، به آسانی بوهای مختلف را جذب می‌کند، بنابراین موادی مانند پیاز، سیر، نارنج و پرتقال و مانند آن‌ها نبایستی در نزدیکی تخم مرغ قرار گیرند. همچنین جریان هوا لازم و ضروری است و هنگام بسته‌بندی فقط بایستی در ته جعبه کاغذی قرار داد و دیوارهای کنار بسته‌بندی باید سوراخ‌هایی داشته باشد که جریان هوا به‌خوبی در لابه‌لای تخم‌مرغ‌ها برقرار باشد.

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

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

ـ ***ماده‌ی اولیه:*** بایستی از تخم‌مرغ تازه و با کیفیت خوب، سالم و تمیز استفاده کرد و تخم‌مرغ‌ها باید دست‌چین شوند. ابتدا به وسیله‌ی آزمایش لامپ الکتریکی[1] تخم‌مرغ‌ها انتخاب و به طور مکانیکی شست و شو شده و با آب حاوی ۲۰۰Ppm تا ۵۰۰ کلر آب‌کشی گردیده و سپس توسط ماشین اتوماتیک شکسته می‌شوند. برای حفظ کیفیت محصول در طی نگه‌داری و در طول کار بعدی، شکستن تخم‌مرغ‌ها باید در دمای C° ۵- ۳ انجام شود. محتویات تخم‌مرغ‌های 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 تخم‌مرغ کامل منجمد شده، بعد از رفع انجماد به مقدار زیادی چسبناک می‌گردد و گاهی اوقات می‌تواند شبیه صمغ با ذرّات ناصاف شود. از این پدیده می‌توان تا حدودی به وسیله‌ی افزودن نمک، شکر، شربت ذرت یا گلیسرین جلوگیری کرد.

تخم‌مرغ‌ها اغلب پیش از انجماد، پاستوریزه می‌شوند تا میکروارگانیسم‌ها به‌ویژه سالمونلا از بین بروند. چنان‌چه تخم‌مرغ را در دمای پایین‌تر از C° ۶۴ پاستوریزه کنند برای اطمینان از درستی کار، می‌توان از آزمایش آلفاآمیلاز استفاده نمود که در صورت از بین‌رفتن آن می‌توان به‌درستی پاستوریزاسیون پی برد.

ـ ***بسته‌بندی:*** فرآورده‌های تخم‌مرغ اغلب در ظروف پلاستیکی یا فلزی ۱۵ـ۱۰ کیلوگرمی بسته‌بندی می‌شوند که این نوع بسته‌بندی در مقدار کم‌تر وزنی نیز قابل انجام است.

ـ ***انجماد:*** فرآورده‌های تخم‌مرغ اغلب در منجمدکننده‌هایی با جریان هوای سرد با دمای C° ۴۰- منجمد می‌شوند. مدت زمان انجماد بستگی به نوع و ابعاد ظروف، دمای منجمدکننده و سرعت جریان هوا در اطراف ظرف دارد. زمان انجماد بین ۶۰ـ۱۶ ساعت می‌باشد. انجماد خیلی سریع نیز ممکن است انجام گیرد که در این صورت بایستی از بلندشدن سرپوش قوطی به علت انبساط خیلی سریع مرکز مایع جلوگیری گردد. زرده نمک‌زده نبایستی در پایین‌تر از C° ۲۳- منجمد یا نگه‌داری شود تا ژله‌ای‌شدن آن کاهش یابد. فرآورده‌های تخم‌مرغ منجمد شده را در C° (۲۰-)- ۱۸- نگه‌داری می‌کنند. در دمای C° ۱۸- زمان نگه داری بیش از ۲ سال می‌باشد.

۱ـ Canndling

نگه‌داری سیب‌زمینی

ظرفیت تولید و نگه‌داری سیب‌زمینی در کشور ما زیاد است و هرساله 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 سیب‌زمینی به قندهای ساده و شیرین تبدیل می‌شود هرچند در همین شرایط میزان تنفس کند شده و سیب‌زمینی جوانه نمی‌زند. از طرف دیگر با بالارفتن دما تنفس تشدید شده و مقدار قندهای ساده کم می‌شود. نگه‌داری طولانی مدت هم کم‌کم موجب شیرین‌شدن سیب‌زمینی می‌شود.

دمای بهینه برای نگه‌داری سیب‌زمینی جهت تولید فرآورده‌های گوناگون یکسان نیست. برای نمونه برای آب‌پزکردن و تولید پوره سیب‌زمینی ــ چیپس و سرخ‌کردن به ترتیب ۴ تا ۷ ، ۷ تا ۱۲ و ۵ تا ۸ $^{\circ}C$ مناسب است. بدیهی است پیش از وارد کردن سیب‌زمینی در انبارهای مربوطه لازم است ابتدا گرمای مزرعه از آن خارج شده باشد و خاک همراه سیب‌زمینی هم از آن جدا شده باشد.

طی زمان برداشت سیب‌زمینی به منظور نگه‌داری در سردخانه لازم است از آسیب‌دیدگی بافت آن جلوگیری شود و آسیب‌های وارد ترمیم گردد برای ترمیم بافت‌های آسیب دیده می‌توان بهر موردنظر را به مدت دو هفته در دمای ۱۰ تا ۱۵ $^{\circ}C$ و رطوبت نسبی ۹۰ تا ۹۵٪ قرار داد. چنان‌چه در این حالت لکه‌های زرد روی آن ظاهر شود لازم است دما به حدود ۵ $^{\circ}C$ برسد.

در صورت افزایش مقدار قند سیب‌زمینی طی زمان نگه‌داری با بالابردن دما و رساندن آن به‌حدود ۲۰ $^{\circ}C$ و نگه‌داری بار در این شرایط به مدت یک هفته می‌توان این مشکل را حل کرد.

اگر دمای سیب‌زمینی به کم‌تر از ۳ $^{\circ}C$- برسد یخ زده و تغییرات سویی 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 بهرهای سیب‌زمینی اتفاق می‌افتد جوانه‌زدن آن در دمای ۴ $^{\circ}C$- است. برای جلوگیری از جوانه‌زدن سیب‌زمینی می‌توان حدود دو هفته پیش از برداشت مقداری Maleic hydrazide روی برگ‌های آن پاشید و یا در آب شست‌وشوی سیب‌زمینی مقداری حدود یک کیلوگرم به ازای ۸ تن Isopropyl – N – chlorophenyl carbamate یک درصد اضافه کرد و یا آن را به‌صورت گرد روی سیب‌زمینی پاشید. از تتراکلرونیتروبنزن هم استفاده می‌شود. Tetrachloronitrobenzene.

بالا رفتن گازکربنیک درهوای محل نگه‌داری و رسیدن آن به حد ۱۰٪ موجب تشدید جوانه‌زدن و در صورت رسیدن گازکربنیک به ۲۰٪ موجب تأخیر در جوانه‌زدن می‌شود و رسیدن مقدار

گازدی‌اکسیدکربن به ۴٪ موجب مرگ بافتی سیب‌زمینی می‌شود.

در ضمن بهتر است دمای نگه‌داری سیب‌زمینی هنگام برداشت حدود ۱۵°C بوده و بعد از خارج‌شدن 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

گونه‌هایی از پیاز که دیررس و دارای رطوبت کمتری باشند برای نگه‌داری طولانی مدت مناسب‌تر هستند پیش از نگه‌داری لازم است پیازهای ناسالم از مجموعه جدا شوند. جعبه‌ها و کیسه‌ها جابه‌جایی باید دارای منفذ باشند تا هوای بین توده تهویه شود.

دمای نزدیک صفرC° ۰ تا حدود ۳°C- و رطوبت نسبی ۶۵ تا ۷۰ درصد و مکان تاریک برای نگه‌داری پیاز مناسب‌تر است. هنگام خارج‌نمودن پیاز ازسردخانه نباید بار بلافاصله در دمای بالا قرار گیرد زیرا موجب آسیب‌های فیزیکی می‌شود اما اگر این کار به‌تدریج انجام گیرد این مشکل بوجود نمی‌آید.

دراثر شرایط نامطلوب نگه‌داری پیاز جوانه‌زده و منابع غذایی موجود در آن کاهش می یابد. بالا رفتن گازکربنیک در فضای نگه‌داری هم موجب زردشدن یا مایل به قهوه‌ای شدن و گاه حتی مایل به سیاه رنگ شدن پیاز می‌شود.

طی زمان نگه‌داری پیاز دراثر بالابودن رطوبت امکان کپک‌زدگی آن دراثر گونه‌های قارچ Botrytis و آسپرژیلوس وجود دارد پدیده دیگر جوانه‌زدن پیاز است که برای جلوگیری از آن می‌توان ریشه‌های آن‌را سوزانده و یا از تماس آن‌ها با سطح زمین جلوگیری شود.

نگه‌داری سیب درختی

سیب یکی از مهم‌ترین میوه های کشور ما است و هر سال مقدار زیادی از آن در انبارها نگه‌داری می‌شود. گونه‌هایی برای نگه‌داری در سردخانه مناسب هستند که دیررس باشند اما به‌طور کامل رسیده نباشند و اندازه آن‌ها در حدّ متوسط باشد.

پس از برداشت سیب از باغ‌ها لازم است هرچه زودتر نسبت به سردکردن آن‌ها تا حدودی اقدام شود. رطوبت نسبی هوا حدود ۸۵٪ تا ۹۰٪ و دمای ۵°C تا ۱°C برای گونه‌های مختلف مناسب است ثابت ماندن دما و رطوبت نسبی طی زمان نگه‌داری اهمیت زیادی دارد وگرنه آسیب‌های فیزیکی و کاهش وزن و پلاسیدگی اتفاق می‌افتد و اگر رطوبت نسبی بالا برود و تعریق صورت گیرد امکان کپک‌زدگی میوه وجود دارد در چنین مواردی برای بالابردن رطوبت نسبی هوای محل نگه‌داری تا بیش از ۹۰ درصد می‌توان از ازن به میزان ۲PPm استفاده نمود.

در صورت استفاده از انبارهای اتمسفر کنترل شده هوای دارای ۲٪ اکسیژن و ۱۰٪ گازکربنیک مناسب است برای یکنواخت شدن هوا برقراری نوعی جریان مصنوعی لازم است.

از مهمترین عوارض نگه‌داری سیب در سردخانه پژمردگی دراثر 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 خوشه هایی 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 غیرکلایماکتریک 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 $^{\circ}C$ ۴+ سرد کرده و بسته‌های انگور سرد شده را وارد سردخانه اصلی نموده در دمای $^{\circ}C$ ۱+ رطوبت نسبی ۹۰ تا ۹۵٪ نگه‌داری شود.

طی زمان نگه‌داری بار انگور در سردخانه عوارض گوناگونی آن را تهدید می کند که مهم‌ترین آن‌ها عبارتند از ترک‌خوردگی، تغییر رنگ به‌صورت قهوه‌ای و رشد کپک‌ها. برای پیشگیری از پوسیدگی حاصل از کپک‌ها می‌توان از گاز SO_2 استفاده نمود و برای کارآیی این گاز هنگام گازدهی بهرانگور بایستی چیدمان بسته‌ها به‌گونه‌ای باشد که جریان هوا در داخل توده انگور انجام گیرد. مقدار SO_2 لازم به نسبت ۱٪ حجم سالن خالی به مدت حدود ۲۰ دقیقه و پس از آن به نسبت یک چهارم درصد حجم سالن خالی به مدت ۳۰ دقیقه و سپس جایگزین کردن گاز با هوای سالم است حد معمول گاز SO_2 حدود ۳۰ گرم به ازای هر مترمکعب هوا است.

نگه‌داری موز

موز از میوه‌های کلایماکتریک است و موز رسیده نسبت به تغییرات شرایط نگه‌داری و جابه‌جایی حساس است و میوه رسیده دچار ترک‌خوردگی می‌شود. بنابراین در عمل لازم است موز را به صورت کمی نارس برداشت کرده در دمای $^{\circ}C$ ۱۰ــ۱۲ و رطوبت نسبی ۸۵٪ نگه‌داری نمود و برای جلوگیری از بالا رفتن بیش از حدّ CO_2 و اتیلن عمل تهویه باید هر روز به میزان حدود ۳۰ تا ۴۰٪ حجم هوا تهویه گردد بهترین راه برای نگه‌داری موز استفاده از انبارهای اتمسفر کنترل شده است.

طی زمان نگه‌داری موز در سردخانه ترک‌خوردگی 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 آسیب‌دیدگی فیزیکی و مکانیکی بافت آن مؤثر می‌باشند.

نگه‌داری مرکبات

مرکبات از گروه میوه‌های غیرکلایماکتریک هستند و پس از چیده‌شدن 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 واردشدن آسیب به آن‌ها جلوگیری شود زیرا کپک‌ها از محل آسیب‌دیدگی وارد بافت شده و موجبات فساد میوه را فراهم می‌کنند و از طرفی با واردشدن آسیب ها آنزیم‌های طبیعی آزاد شده و فعالیت خود را آغاز می‌کنند.

پیش از واردکردن 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 کپک‌زدگی از نوعی ماده ضدکپک مانند محلول ۰/۱ درصد سدیم ارتوفنیل، استفاده می‌شود. هنگام نگه‌داری مرکبات در سردخانه امکان کپک زدگی آن‌ها با پنی‌سیلیوم ایتالیکوم و سایر کپک‌ها وجود دارد. از طرفی امکان قهوه‌ای‌شدن آن دراثر سرما وجود دارد و همچنین دراثر نوعی اسانس ترشح شده به‌وسیله‌ی پوست میوه لکه‌های قهوه‌ای در آن ایجاد می‌شود.

۶ــ۶ــ نگه‌داری محصولات مختلف در کنار هم و تأثیرات متقابل آن‌ها

نگه‌داری محصولات مختلف در کنار یکدیگر در سردخانه‌ها، از جنبه‌های مختلف، قابل ارزیابی‌ست. یکی از این جنبه‌ها، طبقه‌بندی موادغذایی 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 میکروبی‌ست 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 حادّتر 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.

مسأله 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 ناشدنی‌ست و از چرخه‌ی مصرف حذف می‌گردد.

مسأله 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 این‌که در سال ۱۹۴۸ دوباره پیگیری در این مورد آغاز گردید.

رسیدن میوه‌جات در انبارهای (c – a) 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 (c – a) به‌دلایل زیر دارای اهمیت می‌باشد :

اگر محصول به‌طور 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

۱ــ چرا نگه‌داری موادغذایی در سرما، فرایند مخرب محسوب نمی‌شود؟

۲ــ چه عواملی به سرمازدگی موادغذایی انباری کمک می‌کنند؟

۳ــ چرا در انجماد موادغذایی، امکان از دست رفتن ارزش غذایی وجود دارد؟

۴ــ فعالیت‌های آنزیمی چه تأثیری در تغییرات نامطلوب حین نگه‌داری به حالت انجماد، دارد؟

۵ــ برای جلوگیری از اکسیداسیون موادغذایی در دماهای انجماد، چه اقدامی باید صورت گیرد؟

۶ــ مفهوم عمر کیفیت حداکثر در مواد غذایی نگه‌داری شده به حالت منجمد چیست؟

۷ــ افزایش دما در سردخانه‌های بالای صفر چه معایبی دارد؟

۸ــ عواملی را که باعث تغییر شرایط سردخانه می‌شوند نام ببرید.

۹ــ تولید گاز اتیلن به وسیله‌ی برخی از میوه‌ها در سردخانه، چه تأثیری بر روی دیگر مواد غذایی انباری دارد؟

۱۰ــ شرایط نگه‌داری گوشت را به دو صورت سرد و منجمد توضیح دهید.

۱۱ــ شرایط نگه‌داری مرغ را توضیح دهید.

۱۲ــ شرایط نگه‌داری ماهی را توضیح دهید.

۱۳ــ شرایط نگه‌داری گوشت مرغ را توضیح دهید.

۱۴ــ شرایط نگه‌داری تخم‌مرغ را توضیح دهید.

۱۵ــ شرایط نگه‌داری سیب‌زمینی را توضیح دهید.

۱۶ــ شرایط نگه‌داری سیب‌درختی را توضیح دهید.

۱۷ــ شرایط نگه‌داری موز را توضیح دهید.

۱۸ــ اهمیت نگه‌داری میوه‌ها و سبزی‌ها در انبارهای با اتمسفر کنترل‌شده را بیان کنید.

منابع و مآخذ

۱ــ خسرو پناه، ر. ع : **مدیریت انبار و عملیات مرتبط**، انتشارات سازمان مدیریت صنعتی، ۱۳۷۷.

۲ــ داراب ایمائی، علی : **بررسی انبارهای استان کهگیلویه و بویراحمد**، سازمان برنامه و بودجه، ۱۳۶۴.

۳ــ گروه مهندسین صنایع : **اصول طراحی کارخانه**، جهاد دانشگاهی صنعتی شریف، ۱۳۶۷.

۴ــ فرجی‌هارمی، رستم : **میوه و سبزی و تکنولوژی نگه‌داری و تبدیل آن‌ها**، مرکز نشر دانشگاهی، ۱۳۷۴.

۵ــ مشاهری، محمد و دیگران : **اصول تبدیل و نگه‌داری میوه‌ها و سبزی‌ها**، نشر ارکان، ۱۳۷۴.

۶ــ رجب‌زاده، ناصر : **تکنولوژی آماده‌سازی و نگه‌داری غلات**، آستان قدس رضوی، ۱۳۷۵.

۷ــ آراسته، نیکو : **تکنولوژی غلات**، معاونت فرهنگی آستان‌قدس رضوی، ۱۳۷۰.

۸ــ ایران نژاد، حمید : **نگه‌داری و ذخیره‌سازی انواع میوه و سبزی**، آوای نور، ۱۳۷۳.

۹ــ باقری زنوز، ابراهیم : **روش‌های مبارزه با آفات انباری و قرنطینه‌ای**، انتشارات ادیب، ۱۳۶۲.

۱۰ــ ثنایی، غلامحسین : **آفت‌کش‌ها و کاربرد آن‌ها**، دانشگاه تهران، ۱۳۵۴.

۱۱ــ افشاری، محمدرضا : **روش‌های کاربرد آفت‌کش‌ها**، مؤسسه‌ی تحقیقات آفات و بیماری‌های گیاهی، ۱۳۷۱.

۱۲ــ پایان، رسول : **کنسرو سازی**، نشر بهرام، ۱۳۷۵.

۱۳ــ راحمی، مجید : **فیزیولوژی پس از برداشت**، مرکز نشر دانشگاه شیراز، ۱۳۷۳.

۱۴ــ باقری زنوز، ابراهیم : **تکنولوژی نگه‌داری محصولات کشاورزی**، دانشگاه تهران، ۱۳۷۴.

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