

## مقدمه

در کشور ما و سایر کشورهای در حال توسعه و نیز کشورهای جهان سوم، در حالی که کمبود عرضه‌ی کل در مقابل تقاضای کل کاملاً محسوس است، با این وجود، بخش قابل توجهی از محصولات کشاورزی و فرآیند شده بر اثر مراقبت ناکافی از بین می‌رود، سازمان‌ها و وزارت‌خانه‌های مربوط این مقدار را بین ۲۵ تا ۵۰ درصد از کل برآورد می‌کنند که بدین ترتیب شکاف بین عرضه و تقاضا بیش‌تر می‌شود. در صورت استفاده از امکانات مناسب و بجا مثل انبار و سردخانه‌ها نه‌تنها با جلوگیری کردن از ضایعات غذا نیاز به کشت و داشت و برداشت محصول بیش‌تر برطرف می‌شود بلکه قیمت مواد اولیه و فرآیند شده هم تا اندازه‌ی قابل ملاحظه‌ای کاهش خواهد یافت.

فعالیت انبارداری و سردخانه، هرچند به لحاظ ایجاد ارزش افزوده و اشتغال، دارای اهمیت چندان زیادی در اقتصاد کشورمان نیست، لیکن وجود آن از ضروریات می‌باشد. به طوری که امکانات این فعالیت را می‌توان از جمله امکانات زیربنایی کشور در نظر گرفت گسترش کارخانجات و تولید مواد غذایی خام و فرآوری شده، عدم تطابق زمانی و مکانی مصرف و تولید داخلی کالاها، نداشتن انطباق زمان و ورود کالاهای وارداتی و زمان مصرف آن‌ها (گندم، روغن)، تأمین ذخیره نیازهای استراتژیک کشور، لزوم نگاه‌داری بخشی از مواد و کالاهای مورد نیاز برای فرآیند خط تولید واحدهای اقتصادی، ویژگی‌های نظام مبادلات داخلی و خارجی و ... از جمله عواملی هستند که لزوم فعالیت انبارداری و سردخانه و اهمیت نسبی آن را در نظام عملکرد اقتصاد کشور نشان می‌دهد.

## هدف کلی

شناخت اصول و روش‌های نگاه‌داری مواد غذایی

### اهمیت انبار و سردخانه در نگهداری مواد غذایی

- هدف‌های رفتاری : در پایان این فصل، فراگیر باید بتواند :
- ۱- اهمیت انبار و سردخانه را در نگهداری مواد غذایی توضیح دهد.
  - ۲- انبار و سردخانه را تعریف کند.
  - ۳- روش‌های مختلف نگهداری مواد غذایی به طریق سنتی را توضیح دهد.

### ۱- اهمیت انبار و سردخانه در نگهداری مواد غذایی

«انبار» در لغت به معنی جای انباشتن غله یا چیزهایی دیگر و جای نگهداری کالای تجارتي آمده است.

ذخیره سازی کالا و ایجاد انبار، از زمانی به عنوان یک نیاز مطرح گردیده که انسان توانسته است بیش از نیاز لحظه‌ها و روزهای خود تولید کند.

بیش از انقلاب صنعتی، در جوامع روستایی، ذخیره‌سازی کالا محدود به نگهداری مواد غذایی و بذره‌های مصرفی در زراعت بوده است ولی با پیشرفت صنعت و تولید انبوه کالاها، ضرورت ایجاد انبار به منظور نگهداری طولانی مدت کالاها و بهره‌گیری اقتصادی و تجاری از این نگهداری مشخص گردیده و جوامع صنعتی با توجه به ویژگی‌های اقتصادی خود ساخت سیلوها و انبارهای مختلف را مورد توجه قرار داده‌اند.

اهمیت اقتصادی انبارداری، در حفظ و نگهداری کالا و تعدیل مقدار عرضه و تقاضا در بازار است و با ایجاد شبکه کارآمدی برای نگهداری مواد غذایی، می‌توان فرآورده‌های آسیب پذیر را از تأثیر عوامل فساد حفظ کرد و عرضه و تقاضا را تعدیل نمود.

## انبار و سردخانه

بیش تر مواد غذایی را نمی توان در تمام مدت سال به طور تازه در اختیار داشت و یا در منطقه ای بنا به شرایط اقلیمی و جغرافیایی نمی توان نوع خاصی از ماده غذایی را تولید کرد و یا تولید بیش تر از مصرف در آن فصل است، باید مواد غذایی را به نحوی نگهداری نمود تا بتوان در زمان لازم آن را مصرف کرد. بنابراین، لازم است ماده غذایی مذکور را از حمله آفات انباری و موجودات ذره بینی حفظ کرد. برای نگهداری این گونه مواد غذایی، چه به صورت خام و چه به شکل فرایند شده، از انبار و سردخانه استفاده می شود.

آمارهای منتشر شده از سوی سازمان های مسئول، نشان می دهد که حدود ۳۰ درصد از کل ماده غذایی در کشور ما به علت نبود امکانات مناسب نگهداری و فرآیند لازم از بین می روند. چنانچه با روش های مناسب، از جمله استفاده از انبار و سردخانه از ضایعات مواد غذایی جلوگیری به عمل آید می توان افراد بیشتری از جامعه را غذا داد بدون آن که زمین زیادتری زیر کشت برود و از طرف دیگر قیمت تمام شده مواد غذایی تا اندازه زیادی کاهش خواهد یافت.

مردم علاقه دارند در تمام فصل ها محصولات کشاورزی را با خواص ظاهری و ارزش غذایی مناسب با کم ترین قیمت در دسترس داشته باشند. با استفاده از سرما می توان به این هدف ها دست یافت. در نتیجه، جلب رضایت خریدار باعث بالا رفتن سطح مصرف خواهد شد.

انبار مواد غذایی را می توان به دو دسته تقسیم نمود :

الف: زیر  $0^{\circ}\text{C}$  برای نگهداری مواد غذایی منجمد فاسدشدنی مانند گوشت و کره و مانند این ها.

ب: بالای  $0^{\circ}\text{C}$  برای دو گروه از مواد غذایی شامل سبزی ها و میوه ها که باید در دمای  $5^{\circ}\text{C}$  - و رطوبت نسبی بالا نگهداری شوند و موادی مانند حبوبات و غلات که لازم است در دمای محیط معین حدود  $20^{\circ}\text{C}$  و رطوبت نسبی پایین نگهداری شوند.

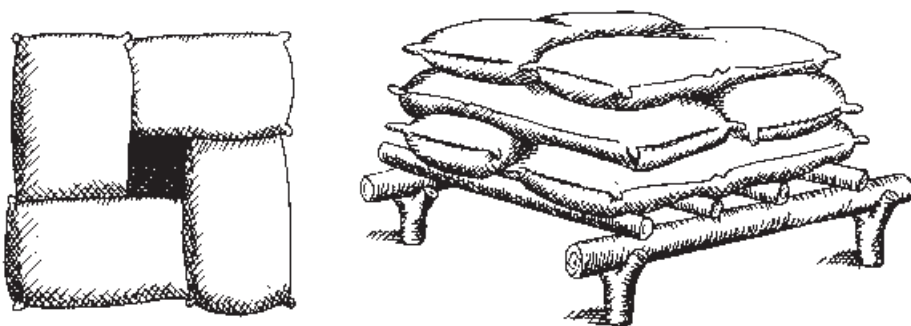
## نگهداری مواد غذایی به طریق سنتی

از قدیم ترین روش های نگهداری است که در اکثر نقاط جهان رایج بوده است و هم اکنون هم در بعضی نقاط دور افتاده و روستاهای ایران رواج دارد.

روش های نگهداری مواد غذایی به روش سنتی، روش های بسیار ارزان بوده و به تجهیزات و ماشین آلات نیازی ندارند. از جمله این روش ها می توان به موارد زیر اشاره نمود :

**الف - نگهداری مواد غذایی در زیر خاک :** در این روش، گودال‌هایی حدود ۱-۲ متر در زیر زمین حفر نموده، میوه‌هایی مثل انار، سیب و ... و سبزیجاتی مثل پیاز و سیب زمینی، چغندر و هویج را در آن قرار داده و روی آن را می‌پوشانند و بدین صورت آن‌ها را به مدت طولانی نگهداری می‌نمایند.

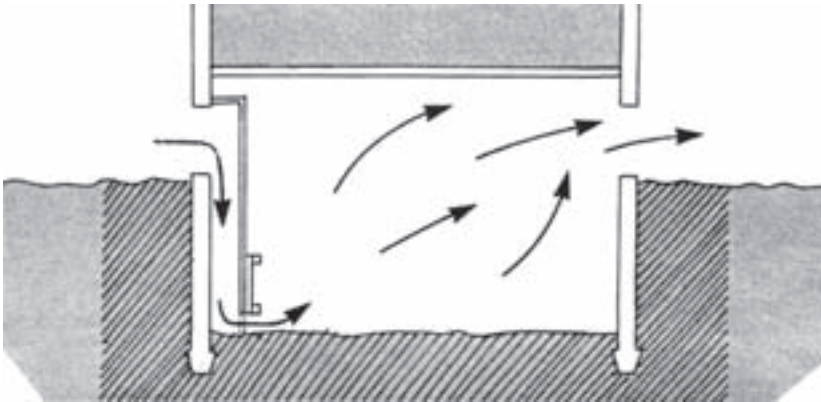
**ب - نگهداری به روش قراردادن مواد غذایی در داخل کاه یا کاه و شن با هم :** در این روش سبزی و میوه‌جاتی مثل سیب زمینی، چغندر و سیب را در جایی تاریک و خشک و خنک در روی بستری از کاه یا کاه و شن طوری قرار می‌دهند که آن‌ها روی هم انباشته شوند (با نگهداری در درون کیسه‌هایی) و بدین ترتیب آن‌ها را تا ماه‌ها سالم نگهداری می‌کنند.



شکل ۱-۱- روش چین کیسه‌های پر از مواد غذایی برای نگهداری در داخل کاه یا کاه و شن

**پ - نگهداری به روش آویزان کردن مواد غذایی به دیوار یا سقف :** در این روش میوه‌هایی مانند انگور یا انجیر را به نخ‌هایی وصل نموده، از سقف یا دیوار آویزان می‌نمایند و بدین ترتیب، آن‌ها را برای ماه‌ها، سالم نگهداری می‌کنند.

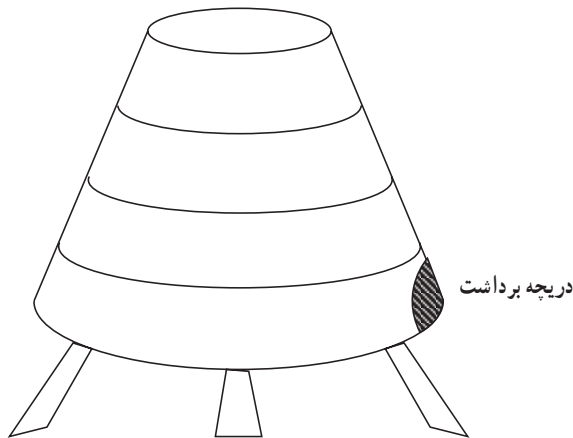
**ت - نگهداری مواد غذایی در سرداب :** در این روش از زیر زمین‌های ویژه‌ای که در حدود ۲۰-۱۰ متر عمق دارند و اغلب دارای پله هستند برای نگهداری مواد غذایی استفاده می‌کنند. زیرزمین مناسب، دارای دمای  $5^{\circ}\text{C}$  -  $2^{\circ}\text{C}$  است و تا دمای  $7^{\circ}\text{C}$  نیز مناسب می‌باشد. رطوبت نسبی زیرزمین باید حدود ۹۰ درصد باشد. در صورتی که این میزان رطوبت در آن جا تأمین نشود تأمین آن با شیوه‌های معمولی مانند پاشیدن آب، قراردادن ظرف آب و غیره هم امکان‌پذیر نخواهد بود و این امر، تنها به وسیله‌ی دستگاه آب پاش ممکن می‌شود. هوای تازه‌ی موجود در زیر زمین هم به وسیله‌ی یک سیستم ساده‌ی تهویه ایجاد می‌گردد.



شکل ۱-۲- چگونگی تهویه هوای زیر زمین

باید توجه داشت که هوای سرد در کف زیر زمین جریان داشته باشد و هوای گرم داخل انبار از بالا خارج شود. بدین ترتیب، مواد نگهداری شده در انبار کم‌تر در کوران هوا قرار گرفته و کم‌تر خشک می‌شوند فقط زمانی که هوای بیرون خیلی گرم یا سرد باشد باید دریچه‌ی کنترل هوا بسته شود. به کمک این سرداب‌ها که روش‌های سنتی انبارها و سردخانه‌های مدرن امروزی است بسیاری از مواد غذایی را برای هفته‌ها و ماه‌ها نگهداری می‌کنند.

ث - نگهداری مواد غذایی با استفاده از تبو و کندو : برای نگهداری مواد غذایی مانند گندم، جو، آرد و حبوبات از تبوهایی به شکل زیر استفاده می‌کنند. جنس این تبوها از خاک رس است و معمولاً آن‌ها را در حرارت آفتاب خشک می‌کنند که امروزه نوع فلزی آن هم ساخته می‌شود.



شکل ۱-۳- تبو

هم چنین استفاده از محفظه‌های گلی و سفالی (خاک رس) در اشکال و نام‌های مختلف و ظرفیت‌های متفاوت به نام «کندو» متداول است. در این روش‌ها برای جلوگیری از آسیب‌های جوندگان و حشرات، قبل از ریختن غلات و حبوبات دیواره و کف کندو را با آب نمک غلیظ یا آتش حشره‌زدایی می‌کنند. غلات را پس از پاک کردن و در اوقاتی که هوا خیلی گرم نباشد داخل کندو می‌ریزند کندو در خنک‌ترین محل موجود در خانه قرار دارد. کف آن از زمین بلندتر است و در پایین آن روزنه‌ای تعبیه شده است که برداشت از طریق آن صورت می‌گیرد. این روزنه به کمک پارچه فشرده شده‌ای مسدود می‌شود. بالای کندو دارای سرپوش مناسبی است تا حشرات، جوندگان و گرد و غبار قادر به نفوذ به داخل آن نباشند. این محفظه در شهرها و روستاهای مختلف به اشکال و نام‌های متفاوت وجود دارد.

### خودآزمایی

- ۱- انبار را تعریف کنید.
- ۲- اهمیت اقتصادی انبارداری را بیان کنید.
- ۳- شرایط اقلیمی و جغرافیایی برای ساخت انبار را توضیح دهید.
- ۴- از روش‌های سنتی نگهداری مواد غذایی چهار مورد را نام ببرید.
- ۵- برای جلوگیری از وارد آمدن آسیب‌های فیزیکی توسط جوندگان و حشرات به محصولات داخل کندو، چه اقداماتی را باید انجام داد؟

### ویژگی‌های مواد غذایی برای نگهداری در سردخانه و انبار

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

- ۱- ویژگی‌های مواد غذایی قابل نگهداری در سردخانه و انبار را توضیح دهد.
- ۲- نحوه‌ی کنترل تنفس گیاهان در سردخانه را شرح دهد.
- ۳- عوامل مؤثر بر شدت تنفس را بیان کند.
- ۴- فیزیولوژی پس از برداشت گیاهان را توضیح دهد.
- ۵- تبدیل نشاسته به قند را در انبار شرح دهد.
- ۶- متابولیسم اسیدهای آلی را پس از برداشت توضیح دهد.
- ۷- متابولیسم چربی‌ها را در شرایط نامناسب شرح دهد.
- ۸- متابولیسم مواد رنگی را پس از برداشت توضیح دهد.
- ۹- تغییرهای ترکیبات معطره در انبار را شرح دهد.

### ۲- ویژگی‌های مواد غذایی برای نگهداری در سردخانه و انبار

از آن‌جا که برخی از روش‌های نگهداری مواد غذایی بر مبنای استفاده از بافت‌های زنده و یا فعال گیاهی و یا حیوانی استوار است، شناخت ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی آن‌ها قبل از اعمال فرآیند نگهداری، ضروری است.

#### ۲-۱- مواد غذایی گیاهی

۲-۱-۱- ساختمان بافت‌های گیاهی: اطلاع از ساختمان بافت گیاهان خوراکی برای متخصصان مواد غذایی دارای اهمیت است. یک بافت گیاهی همگن نیست و به نوع سلول، نحوه‌ی

قرار گرفتن سلول‌ها و توزیع مواد شیمیایی در قسمت‌های مختلف بافت بستگی دارد. علاوه بر این، نوع و میزان تغییرات شیمیایی بافت‌های میوه و سبزی پس از برداشت تا حدودی به نحوه قرار گرفتن سلول‌ها در داخل بافت بستگی دارد. ساختمان هر بافتی طوری طراحی شده است که بتواند وظیفه‌ای معین را انجام دهد. اغلب فعالیت‌های متابولیکی گیاه در بافت پارانشیم انجام می‌گیرد که فضای خالی سایر بافت‌های ساختمانی را پر می‌کند و حجم گیاه را تشکیل می‌دهد. لایه‌ی خارجی بافت‌های گیاهی به نام «اپیدرم» از نظر ساختمانی برای محافظت گیاه در مقابل عوامل بیولوژیکی و فیزیکی ساخته شده است.

تقسیم‌بندی اندام‌های مختلف گیاهان بر مبنای ظاهر آن‌ها صورت می‌گیرد که عبارت‌اند از: ریشه، ساقه و میوه. هم‌چنین، گیاهان بر اساس مصرف اقتصادی نیز تقسیم‌بندی می‌شوند که عبارت‌اند از: میوه‌ها، سبزی‌ها، دانه‌ها، خشکبار و غده‌ها.

میوه‌ها و سبزی‌ها همانند موجودات زنده‌ی دیگر، ترکیبات شیمیایی متعددی دارند که ساختمان و میزان این ترکیبات می‌تواند متغیر باشد. علاوه بر اختلافات بین نوعی، هیچ موجودی چه حیوان و چه گیاه همانند یکدیگر نیستند و حتی بین دو میوه از یک درخت نیز اختلافاتی وجود دارد. به علاوه، یک میوه یا سبزی که به‌طور عمده از بافت‌های زنده با فعالیت متابولیکی زیاد تشکیل شده است مرتب از لحاظ میزان ترکیبات شیمیایی در حال تغییر است. درجه این نوع تغییرات بستگی به نقش بیولوژیکی و مرحله تنفس عضو دارد. هنگام بررسی جزئیات این ترکیبات باید تغییراتی ذاتی و بیولوژیکی را در نظر داشت.

ترکیبات شیمیایی تمامی موجودات زنده شامل آب و مواد جامد است که آب، فراوان‌ترین ترکیب موجود در سبزی‌ها و میوه‌هاست. قسمت بیش‌تر مواد جامد میوه‌ها و سبزی‌ها از کربوهیدرات‌ها همراه با مقدار کمی پروتئین و چربی تشکیل شده است. مواد دیگری که به مقدار کم وجود دارند عبارت‌اند از: تعدادی مواد آلی مختلف و نیز مواد معدنی دیگر که این دسته از مواد از طریق خاک و هم‌چنین آب، جذب گیاه می‌شوند.

**۲-۱-۲- فیزیولوژی و متابولیسم:** اگر تصور کنیم که تمام واکنش‌های بیوشیمیایی که در گیاه انجام می‌گیرد به‌صورت دایره‌وار تکرار شوند آن وقت بر مبنای دانش موجود می‌توان زیرمجموعه‌هایی از این واکنش‌های بیوشیمیایی را یافت که در تمام بافت‌های گیاهی مشترک هستند. علاوه بر واکنش‌هایی که به همه گیاهان پس از برداشت و قبل از آن تعلق دارند واکنش‌های فتوسنتز در گیاهان سبز و یا متابولیسم اسیدهای آلی، در اندام‌های گروه وسیعی از محصولات گیاهی اتفاق می‌افتند. سرانجام واکنش‌های بیوشیمیایی وجود دارند که ویژه‌ی خانواده، جنس، گونه، نژاد و یا واریته معینی هستند.



● **تنفس:** تنفس یکی از پدیده‌های بنیادی متابولیسم است که بیش از سایر پدیده‌ها مورد توجه قرار گرفته است.

اگر به مقایسه‌ای که بین سرعت تنفس و قابلیت نگهداری چند محصول آبدار که در جدول زیر انجام گرفته است توجه کنیم، اهمیت تنفس در نگهداری فرآورده‌های گیاهی مشخص می‌شود.

جدول ۱-۲- سرعت تنفس و فسادپذیری میوه‌ها و سبزی‌ها

سرعت تنفس (میلی‌گرم دی‌اکسید کربن بر کیلوگرم در ساعت  $\text{mgCO}_2/\text{kg/hr}$ )

محصول	$5^{\circ}\text{C}$	$25^{\circ}\text{C}$	زمان نگهداری (هفته)
نخود فرنگی	۵۰	۴۷۵	۱
مارچوبه	۴۵	۲۶۰	۲-۳
شلغم	۶	۱۷	۱۶-۲۰
سیب	۳	۳۰	۱۲-۳۲

محصولاتی که با سرعت بالایی دی‌اکسید کربن تولید می‌کنند و یا مصرف اکسیژن در آن‌ها سریع است فسادپذیرتر از سایر فرآورده‌ها هستند و زمان نگهداری آن‌ها در شرایط معین اندک است. علاوه بر این قابلیت نگهداری یک محصول را می‌توان با استفاده از دمای پایین و یا اتمسفر اصلاح‌شده افزایش داد که در این حالت سرعت تنفس کنترل می‌گردد.

نسبت حجمی میزان دی‌اکسید کربن تولیدشده یک محصول را به مقدار اکسیژن جذب شده در یک زمان معین «RQ» یا نسبت تنفسی می‌نامند. در مرحله رسیدن میوه‌ها نسبت تنفسی افزایش می‌یابد که به این مرحله نقطه‌ی بحرانی می‌گویند و پس از آن از شدت تنفس کاسته می‌شود.

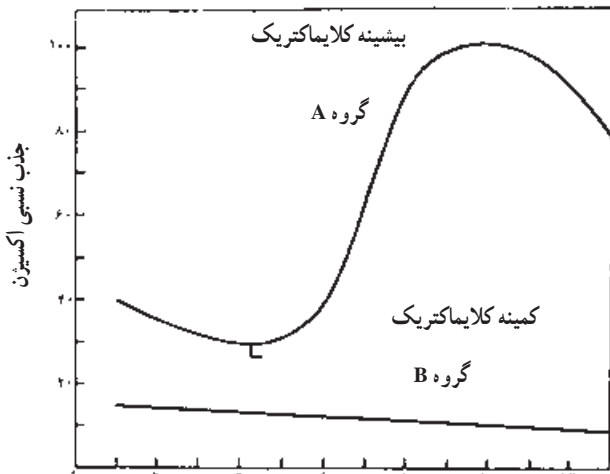
اگرچه سرعت‌های تنفسی محصولات مختلف خیلی با هم فرق دارند ولی علت آن هنوز مشخص نشده است. تنفس ممکن است به علت انجام واکنش‌های بیوشیمیایی باشد که در اثر صدمه دیدن بافت محصول، برداشت فرآورده و شرایط هر اندام اتفاق بیفتد. در برخی از محصولات، مانند نخودفرنگی و ذرت شیرین، سوخت مواد قندی بسیار مهم است چون در عرض چند ساعت اولیه پس از برداشت، مقدار قابل توجهی از قند خود را از دست می‌دهند.

در گیاهان، تنفس اکسید شدن قندهای شش کربنی و تبدیل آن‌ها به دی‌اکسید کربن و آب به وسیله‌ی آنزیم‌ها صورت می‌گیرد که در این واکنش انرژی هم تولید می‌شود.

گرمای تولید شده بر اثر تنفس، باعث بالا رفتن دمای انبار می‌شود که نکته‌ی بسیار مهمی در مورد نگهداری مواد غذایی، به خصوص سبزی و میوه می‌باشد. در این مورد باید اقدامات لازم را برای پایین آوردن دما انجام داد و آن را تحت کنترل کامل درآورد.

● **تغییرات شدت تنفس:** در بسیاری از میوه‌های گوشتی و آبدار مانند موز و خرمالو پس از برداشت و در مرحله‌ای از نگهداری، تنفس بافت افزایش می‌یابد که این پدیده کم و بیش با تغییر رنگ، طعم و بو و بافت محصول همراه است. میوه‌هایی که دارای چنین افزایش تنفسی در حین نگهداری هستند «میوه‌های کلایماکتریک» نامیده می‌شوند شروع نقطه‌ی بحرانی این افزایش تنفس همیشه مورد توجه بوده است چرا که این مرحله نشان‌دهنده‌ی شروع فساد بافت گیاهی است. اندازه‌ی افزایش شدت تنفس در میوه‌های مختلف متفاوت است و برخی از میوه‌ها و سبزی‌ها مانند پرتقال، گیلان و خیار هیچ‌گونه تغییری در شدت تنفس خودشان پس از برداشت نشان نمی‌دهند، گروه اخیر از سبزی‌ها و میوه‌ها را «غیر کلایماکتریک» می‌نامند. هرچند برخی از میوه‌ها ممکن است بحران تنفسی را با تأخیر، از خود نشان دهند.

تفاوت مشخصی در فعالیت‌های متابولیکی دو گروه میوه و سبزی مذکور وجود ندارد، هرچند میوه‌های غیر کلایماکتریک پس از برداشت، به‌طور خیلی آهسته می‌رسند، اگرچه در اکثر وارته‌ها دو پدیده‌ی نقطه‌ی بحرانی تنفس و رسیدن میوه با هم اتفاق می‌افتد، ولی این رابطه همیشه برقرار نیست.



شکل ۱-۲- عمل تنفس در میوه‌های کلایماکتریک و غیر کلایماکتریک  
گروه A کلایماکتریک و گروه B غیر کلایماکتریک را نشان می‌دهد.

بافت‌های ساقه، ریشه و برگ برداشت شده با شدت ثابتی تنفس می‌کنند و با شروع اولین علائم فساد، میزان تنفس به تدریج کاهش می‌یابد. صدمات مکانیکی، تغییرات شدید دما، مواد شیمیایی و عوامل بیولوژیک باعث فعالیت شدید تنفسی شده، روند شدت تنفس را در محصولات غیر کلاسیماکتریک تغییر می‌دهند.

● **کنترل تنفس:** فرآیند تنفس در گیاهان، به‌طور قابل توجهی به درجه حرارت بستگی دارد. در محدوده‌ی درجه حرارت بافت‌های زنده گیاه، هر قدر درجه حرارت افزایش یابد شدت تنفس نیز اضافه می‌شود. کاهش درجه حرارت میوه‌های کلاسیماکتریک باعث به تأخیر انداختن شروع افزایش تنفس و هم‌چنین میزان آن می‌شود.

به‌طور کلی، کاهش میزان اکسیژن محیط به کم‌تر از ۲۱ درصد و یا افزایش میزان گاز کربنیک به بالاتر از ۳٪، باعث کاهش سرعت تنفس میوه‌ها و سبزی‌ها می‌گردد. برخی از فرآورده‌های زراعی می‌توانند کاهش شدید اکسیژن و حتی کم‌تر از ۱ درصد و هم‌چنین، افزایش فشار گاز کربنیک را تا بیش از ۵۰ درصد تحمل کنند. مواد شیمیایی مختلف نیز در کنترل تنفس میوه‌ها و سبزی‌ها مؤثر هستند و باعث کاهش فعل و انفعالات فسادزا می‌شوند. تهویه و تصفیه هوای انبار نگه‌داری فرآورده‌های گیاهی برای کاهش غلظت اتیلن در هوای انبار، اثر بسیار خوبی در کاهش میزان تنفس بافت خواهد داشت.

توانایی اتیلن در تسریع رسیدن میوه‌ها و فساد آن‌ها سبب شده است که آن را «هورمون رسیدن» نام‌گذاری کنند. چون تولید اتیلن در داخل بافت گیاهی، به‌صورت طبیعی انجام می‌گیرد، برخی اوقات لازم است برای جلوگیری از رسیدن بیش از حد میوه‌ها، حتی مقدار کم اتیلن تولیدشده نیز از انبار نگه‌داری این محصولات تخلیه یا مهار گردد.

اتیلن تنفس سلولی را تحریک می‌کند و این موضوع هم از جنبه نظری و هم عملی مورد توجه بوده است. افزایش تنفس بافت گیاهی در انبار، باعث تولید گرمای بیش‌تر می‌شود. انرژی مورد نیاز برای تأمین سرمای محیط نگه‌داری محصول را افزایش می‌دهد.

افزایش غلظت گاز اتیلن در میوه‌های کلاسیماکتریک، باعث ظهور زودرس مرحله بحران تنفس در این دسته از میوه‌ها می‌شود.

گاز اتیلن در میوه‌های غیر کلاسیماکتریک موجب شدت تنفس می‌شود. بیش‌تر میوه‌ها در حین رسیدن، مقداری گاز اتیلن تولید می‌کنند. بنابراین، گازهای تولیدشده از بعضی میوه‌ها، روی رسیدن میوه‌های دیگر که در یک انبار نگه‌داری می‌شوند اثر می‌گذارد. اتیلن، روی تجزیه کلروفیل و ظاهر شدن رنگ میوه تأثیر مستقیم می‌گذارد. با استفاده از این گاز می‌توان

به صورت مصنوعی رنگ مطلوب میوه رسیده را با تغییر رنگ دانه های گیاهی به وجود آورد، مثل تغییر رنگ سبز موز و مرکبات به زرد و نارنجی.

## عوامل مؤثر بر شدت تنفس

— آسیب مکانیکی به بافت میوه ها و سبزی ها سبب بالا رفتن شدت تنفس خواهد شد، به طوری که شدت تنفس در هویج صدمه دیده، پنج برابر حالت معمولی آن است.

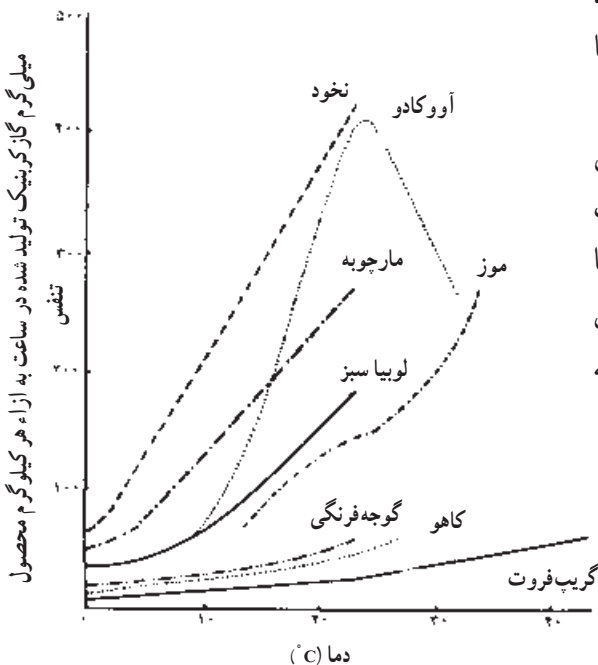
— بیرون آوردن دانه ی حبوبات از غلاف آن ها باعث افزایش تنفس می شود. محصولات غده ای مثل پیاز، اگر در شرایطی قرار گیرند که جوانه بزنند فعالیت تنفسی آن ها افزایش خواهد یافت.

— شروع مرحله ی بحرانی تنفس در محصولاتی که دارای مرحله ی بحرانی هستند، باعث افزایش شدت تنفسی می شود. بنابراین، محصولات مزبور را باید قبل از رسیدن به این مرحله برداشت کرد تا انبارمانی بیش تری داشته باشند.

— **غلظت اکسیژن و غلظت دی اکسید کربن**: عوامل عمده ای هستند که روی شدت تنفس محصول انبار شده اثر مستقیم می گذارند. این عوامل قابل کنترل بوده و با کنترل کردن آن ها می توان مدت نگه داری این محصولات را در انبار طولانی تر کرد.

— **دما**: بافت های گیاهی می توانند تا حد معینی دماهای بالا و پایین را تحمل کنند، حد بالای

دما برای میوه ها و سبزی های برداشت شده بین  $3^{\circ}\text{C}$  —  $35^{\circ}\text{C}$  می باشد و حد پایین دما بسته به نوع میوه محدودی وسیع تر دارد. بعضی از میوه های مناطق گرمسیری مثل موز در دمای پایین تر از  $11^{\circ}\text{C}$  آسیب می بینند در صورتی که بعضی از سبزی ها یا میوه ها مثل پیاز و گلابی می توانند زمان طولانی را در دمای حدود صفر درجه سانتی گراد تحمل کنند.



شکل ۲-۲- اثر درجه ی حرارت نگه داری روی سرعت و اکثس محصولات مختلف

— **رطوبت نسبی هوا** : توصیه می‌شود که میوه‌ها و سبزی‌ها در هوایی با رطوبت نسبی مناسب نگهداری گردند تا از دست‌دادن آب آن‌ها به حداقل برسد. میزان رطوبت نباید به اندازه‌ای بالا باشد که سبب تعرق و جمع‌شدن قطرات آب بر روی سطح محصول شود و رشد موجودات ذره‌بینی را امکان‌پذیر نماید. در یک رطوبت نسبی معین میزان از دست‌دادن رطوبت، توسط بافت‌های گیاهی بستگی به طبیعت و میزان سلول‌های تخصصی روی سطح بافت دارد.

رطوبت‌های پایین بر فرآیندهای فیزیولوژیکی میوه‌ها و سبزی‌ها پس از برداشت اثر می‌گذارد. برای مثال، میوه‌ی موز اگر در رطوبت نسبی ۲۵ درصد نگهداری شود، رسیدن آن متوقف می‌گردد، درحالی‌که گوجه‌فرنگی سبز و گل‌ابی در همین رطوبت نسبی، سرعت قابل توجهی در رسیدن از خود نشان می‌دهند. در برخی از میوه‌ها درصد رطوبت نسبی محیط نگهداری بر میزان سرمازدگی آن‌ها تأثیر می‌گذارد. لک‌دارشدن پوست و قهوه‌ای شدن سیب در رطوبت پایین محل نگهداری به حداقل می‌رسد. درحالی‌که مرکبات پیچیده در لفاف مومی، اگر در درجه حرارت پایین نگهداری شوند دچار صدمه دیدگی کم‌تر می‌گردند.

— **آلودگی** : آلودگی گیاهان به میکروارگانیسم‌ها و حشرات باعث بالا رفتن شدت تنفس در گیاه و از بین رفتن سریع آن می‌شود زیرا حشرات با وارد کردن آسیب‌های مکانیکی و میکروارگانیسم‌ها با سنتز آنزیم‌های مختلف تغییرات نامطلوبی در بافت ایجاد می‌کنند.

۳-۱-۲ — **فیزیولوژی پس از برداشت** : مهم‌ترین ویژگی بافت‌های گیاهی برداشت‌شده، تداوم عمل تنفس هوازی بعد از برداشت و در طول مدت نگهداری آن‌ها در سرماست. تنفس هوازی شامل متابولیسم کربوهیدرات‌ها و اسیدهای آلی در مجاورت اکسیژن هوا می‌باشد که در نتیجه، دی‌اکسیدکربن، آب و گرما و مقدار کمی مواد فرار آلی و مواد دیگر تولید می‌گردد. برای رسیدن به حداکثر زمان نگهداری بافت‌های گیاهی در دمای کم، تنفس هوازی باید ادامه یابد تا عوامل محافظ طبیعی که مانع حمله موجودات ذره‌بینی هستند دست نخورده باقی بمانند و دما باید به اندازه‌ای پایین باشد که واکنش‌های مهم فساد تا حدّ ممکن به کندی صورت پذیرد. زمانی که قابلیت‌های نگهداری میوه‌ها و سبزی‌های مختلف مقایسه می‌شوند، اغلب ارتباطی بین سرعت تنفس و سرعت کاهش کیفیت غذا مشاهده می‌گردد. قابلیت نگهداری میوه‌ها و سبزی‌ها با سرعت تنفس آن‌ها رابطه‌ی عکس دارد. سرعت تنفس بر مبنای میزان گرمای تولیدشده بیان می‌گردد.

علاوه بر اختلافات زیاد موجود بین سرعت‌های تنفس بافت‌های گیاهی، یک بافت معین موقعی که در یک دمای ثابت نگهداری می‌شود، گاه به نسبت ثابت تنفس نمی‌کند. این بی‌نظمی و بی‌قاعدگی

در تنفس، اغلب در میوه‌هایی دیده می‌شود که یک مرحله‌ی کلایماکتریک را گذرانده باشند. در این مرحله، سرعت تنفس بافت گیاهی افزایش می‌یابد.

در زمان رسیدن کامل میوه مرحله پیشینه کلایماکتریک اتفاق می‌افتد و کاهش شدید سرعت تنفس بعد از افزایش آن نشان‌دهنده‌ی رسیدن بیش از حد مطلوب است که از نظر کیفیت محصول مرحله‌ای نامطلوب به حساب می‌آید. بنابراین هر نقطه حداکثر کلایماکتریک را می‌توان به عنوان نقطه‌ای که رشد و رسیدن میوه را از فساد و مرگ آن جدا می‌کند تصور کرد.

زمانی میوه‌ها به صورت کمی نارس برداشت می‌شوند که آن‌ها قادر باشند در طول زمان نگهداری برسند. برخی میوه‌ها مانند مرکبات قادر به رسیدن در زمان نگهداری نیستند. به‌ویژه میوه‌هایی که در حالت رسیده، نرم هستند و یا میوه‌هایی مانند گلابی که زمان رسیدگی مطلوب آن‌ها کوتاه است، باید نارس برداشت شوند. سبزی‌ها موقعی که نابالغ، ترد و شکننده هستند برداشت می‌شوند.

پس از این که سبزی و میوه رسیدند و از حد مطلوب عبور کردند به مرحله‌ی پلاسیدگی وارد می‌شوند. در این مرحله، در اثر ادامه‌ی تنفس، با از دست‌دادن مقداری رطوبت، پلاسیده شده، از شیرینی آن‌ها نیز کاسته می‌شود و کیفیت طبیعی و مطلوب خود را از دست می‌دهند.

از نظر کمی، مهم‌ترین تغییر بیوشیمیایی که در دیواره‌ی سلولی بافت‌های سبزی‌ها، پس از برداشت اتفاق می‌افتد مربوط به قندهاست. رسیدن میوه‌ها و نرم‌شدن بافت سبزی‌ها پس از برداشت مربوط به سوختن ترکیبات قندی است که در دیواره‌ی سلولی آن‌ها وجود دارد. نقش آنزیم‌های تجزیه‌کننده پکتین در رسیدن میوه‌ها در حد وسیعی مورد مطالعه قرار گرفته است. استرازاها و هیدرولازها مهم‌ترین آنزیم‌های تجزیه‌کننده‌ی پکتین هستند. اگرچه فعالیت آنزیم هیدرولاز در برخی از میوه‌ها مانند گوجه‌فرنگی، گلابی و آناناس مشاهده شده است ولی آنزیم پکتین استراز در اکثر میوه‌ها و سبزی‌ها وجود دارد و فعالیت آن در زمان رسیدن میوه‌ها افزایش می‌یابد. پایداری شفافیت و یا کدر بودن آب میوه‌ها، به مقدار زیادی بستگی به فعالیت، میزان و نوع آنزیم‌های تجزیه‌کننده‌ی پکتین دارد. در آب میوه‌هایی نظیر پرتقال و گوجه‌فرنگی که کدر بودن آن‌ها مطلوب است فعالیت و حضور آنزیم‌های پکتین استراز و پلی‌گالاکتوروناز مطلوب نیست و باید از فعالیت آن‌ها جلوگیری شود. برعکس در مورد آب میوه‌هایی مثل لیمو، سیب و انگور که شفافیت آن‌ها مورد پسند مصرف‌کنندگان است باید فعالیت آنزیم‌های تجزیه‌ی پکتین تقویت گردد.

۴-۱-۲- تبدیل نشاسته به قند: یکی از پدیده‌های مهم متابولیسم میوه‌ها و سبزی‌ها پس از برداشت، تولید نشاسته و یا تجزیه‌ی آن به قندهای ساده است. افزایش قند در سیب زمینی نامطلوب

است، چون قند باعث تضعیف بافت آن پس از پختن، نامطلوب شدن مزه آن، شیرین و قهوه‌ای شدن بیش از حد سیب‌زمینی در جریان سرخ کردن می‌شود.

تبدیل نشاسته سیب‌زمینی به ساکارز و قندهای احیاکننده در اغلب نژادهای سیب‌زمینی در صورتی تشدید می‌شود که غده‌های سیب‌زمینی در دمای پایین‌تر از  $5^{\circ}\text{C}$  و بالاتر از نقطه‌ی انجماد نگه‌داری گردند.

**۱-۲-۵- متابولیسم اسیدهای آلی:** میزان اسیدهای آلی در بافت‌های گیاهی پس از برداشت با پیشرفت فساد بافت‌ها کاهش می‌یابد. علت عمده این کاهش، اکسیداسیون آن‌ها در جریان تنفس بافت است. موقعی که قندها تحت تأثیر آنزیم‌های تنفسی قرار می‌گیرند، نسبت تنفسی معادل یک است. ولی اگر اسیدهای مالیک، سیتریک استفاده شود نسبت تنفسی به  $1/3$  و اگر اسید تارتاریک مورد استفاده قرار گیرند، میزان نسبت تنفسی به  $1/6$  افزایش می‌یابد.

**۱-۲-۶- متابولیسم چربی‌ها:** اگرچه میزان چربی موجود در میوه‌ها و سبزی‌ها کم است متابولیسم چربی‌ها در بافت‌های این محصولات پس از برداشت، به‌خصوص زمانی که نگه‌داری آن‌ها در شرایط نامناسب انجام گیرد اهمیت ویژه‌ای دارد. تغییرات شیمیایی فسفولیپیدهای موجود در ساختمان دیواره سلولی سلول‌های گیاهی در هنگام رسیدن و یا شروع فساد داخلی میوه‌ها و سبزی‌ها، دارای اهمیت می‌باشد. کهنه‌شدن بافت‌های گیاهی با کاهش اسیدهای چرب اشباع نشده همراه است که باعث تجزیه خودبه‌خودی غشای سلولی و از دست دادن خواص آن در نگه‌داری محتویات درون‌سلولی می‌شود. آنزیم‌های اکسیدکننده مانند لیپوکسی ژناز و آنزیم‌های هیدرولیزکننده مانند لیپاز و فسفولیپاز، در تغییرات پس از برداشت میوه‌ها و سبزی‌ها نقش مؤثری دارند.

**۱-۲-۷- متابولیسم مواد رنگی:** که شامل کاروتنوئیدها، فلاوونوئیدها و کلروفیل‌ها می‌شود.

**الف- کاروتنوئیدها:** بیوسنتز کاروتنوئیدها، پدیده‌ای مهم در بافت گیاهان خوراکی محسوب می‌شود. بیوسنتز و تخریب کاروتنوئیدها هر دو در بافت‌های گیاهی پس از برداشت اتفاق می‌افتد و شرایط نگه‌داری این فرآورده‌ها اثر بسیار مهمی در انجام واکنش‌های بیوشیمیایی دارد.

**ب- فلاوونوئیدها:** تولید آنتوسیانین‌ها، رنگ‌دانه‌های وابسته به خانواده‌ی فلاوونوئیدها در اندام گیاهان پس از برداشت رخ می‌دهد و در معرض نور تشدید شده، در دمای بالا تحت تأثیر قرار می‌گیرد. رنگ دانه ارغوانی آنتوسیانین در کلم قرمز، موقعی که کلم در  $10^{\circ}\text{C}$  نگه‌داری می‌شود، تولید می‌گردد.

**ب - کلروفیل:** یکی از تغییرات بارز بافت‌های حاوی کلروفیل پس از برداشت آن‌ها از بین رفتن رنگ سبز آن‌ها در جریان فساد است. تغییر رنگ پوست و گاه گوشت میوه‌ها که با رسیدن آن‌ها همراه است و زردشدن ساقه و برگ سبزی‌های خوراکی، مربوط به از بین رفتن کلروفیل است. در تعدادی از بافت‌های گیاهی، تخریب کلروفیل با بیوستز مواد رنگی دیگر همراه است، تخریب و تجزیه کلروفیل تحت تأثیر شرایط محیطی از قبیل نور، درجه حرارت و رطوبت است. اثر این عوامل روی هر یک از بافت‌های گیاهی در گیاهان مختلف متفاوت است. به عنوان مثال نور، تخریب کلروفیل را در گوجه‌فرنگی در حال رسیدن تسریع می‌نماید درحالی که در غده سیب‌زمینی بیوستز کلروفیل افزایش می‌یابد.

برای تجزیه کلروفیل در بافت‌های گیاهی، اغلب از هورمون اتیلن به مقدار بسیار جزئی استفاده می‌گردد. این روش برای از بین بردن سبزینه‌ی مرکبات و سایر فرآورده‌ها مانند موز و کرفس به کار گرفته می‌شود. ظهور کلروفیل‌لاز در بافت‌های گیاهی، با افزایش تولید اتیلن همراه است. یکی دیگر از آنزیم‌هایی که میزان آن در جریان فساد بافت‌های گیاهی زیاد می‌شود لیبوکسی ژناز است.

**۸-۱-۲- ترکیبات معطر:** عطر ویژه میوه‌ها و سبزی‌ها از گروه پیچیده‌ای از ترکیبات آلی تشکیل یافته است که شامل استرها، آلدئیدها، ستن‌ها و ... می‌باشد. کاهش عطر گلایی با افزایش فعالیت استرازاها همراه است.

موقعی که سلول گیاهی پاره شود و یا به وسیله‌ی عوامل مکانیکی صدمه ببیند، پیش‌سازهای مواد معطر در اثر فعالیت آنزیم‌ها به مواد معطر تبدیل می‌شوند. اگر این آنزیم‌ها قبل از مصرف مواد غذایی به آن‌ها اضافه شوند، عطر و طعم اولیه‌ی خود را که در جریان فرآیند حرارتی از دست داده‌اند، باز می‌یابند. چرا که پیش‌سازهای مواد معطر نسبت به حرارت مقاوم‌اند ولی آنزیم‌ها و ترکیبات معطر به دما فرآیند حساس هستند.

## ۲-۲- مواد غذایی دامی

**۱-۲-۲- شیر و فرآورده‌های آن:** شیر در هنگام خروج از پستان دام سالم، حاوی تعداد کمی باکتری می‌باشد و اغلب این باکتری‌ها در شرایط درست جابه‌جایی در شیر رشد نمی‌کنند. به دلیل غنی بودن شیر از ترکیبات مورد نیاز برای رشد میکروارگانیسم‌ها، در صورت بروز آلودگی میکروارگانیسم‌ها به سرعت در شیر رشد کرده و باعث فساد آن می‌گردند. به هر حال در طی شیردوشی، شیر در معرض آلودگی از طریق حیوان به ویژه در خارج از پستان و محل‌های مجاور می‌باشد.



باکتری‌های موجود در کود، خاک و آب ممکن است از این منابع به داخل شیر راه یابند. هنگامی که به جای شیردوشی دستی، از ماشین‌های شیردوشی استفاده شود تعداد میکروارگانیسم‌هایی که از این طریق وارد شیر می‌شوند کم‌تر خواهد بود. چنین آلودگی‌هایی به وسیله‌ی کوتاه کردن پشم و موی دام به ویژه در ناحیه پهلوی و پستان، پاکیزه نگه‌داشتن دام، شستن پستان قبل از شیردوشی با آب یا محلول میکروب‌کش کاهش می‌یابد. سنگفرش کردن و کانال‌کشی و زهکشی مناسب محوطه اطراف اصطبل، دور نگاه‌داشتن دام از محل آب‌های راکد، تمیز کردن اصطبل و سالن‌های شیردوشی سبب کاهش آلودگی دام می‌گردد.

هر یک از فرآورده‌های تهیه شده از شیر ممکن است علاوه بر آلودگی قبلی شیر، در معرض آلودگی بیش‌تری باشند. آلودگی کره اغلب از طریق دستگاه کره‌زنی، آبی که برای شستشو به کار می‌رود، توسط خامه کهنه و یا به وسیله‌ی مواد بسته‌بندی صورت می‌گیرد.

شیر خشک، شیر تبخیر شده و شیر تغلیظ شده شیرین، ممکن است به وسیله تجهیزات ویژه‌ای که برای تهیه‌ی آن‌ها به کار می‌روند آلوده گردند. منبع آلودگی پنی از طریق هوا، آب نمک، تانک‌ها و مخازن، مواد بسته‌بندی و غیره می‌باشد.

لیزوزیم یک آنزیم شناخته شده ضد میکروبی است و میزان آن در شیر انسان  $5000$  برابر شیر گاو می‌باشد. به طور اختصاصی بر روی میکروب‌های اشریشیاکلی، سالمونلا، شیگلا و بسیاری از ویروس‌ها مؤثر است. عمل لیزوزیم تجزیه و تخریب جدار سلولی باکتری‌هاست.

لاکتوفرین یک پروتئین قنددار ایمنی بخش است. لاکتوفرین در ساختمان خود دارای آهن می‌باشد و از رشد و تکثیر میکروارگانیسم‌هایی مانند اشریشیاکلی، استریتوکوک و قارچ کاندیدا جلوگیری می‌کند.

فساد شیرهای پاستوریزه شده، به علت فعالیت استریتوکوکوس‌ها و لاکتو باسیلوس‌های مقاوم به گرما می‌باشد، که با تجزیه قند لاکتوز شیر و تولید اسید لاکتیک، باعث کاهش pH (تا حدود ۴/۵) و انعقاد شیر می‌شود.

کره دارای حدود ۱۵ درصد آب، ۸۱ درصد چربی و کم‌تر از ۵٪ درصد کربوهیدرات و پروتئین می‌باشد. کره یک ماده‌ی حساس به فساد میکروبی نیست و بیش‌تر به فساد شیمیایی و بیوشیمیایی به دلیل میزان بالای چربی حساس است. ولی می‌تواند توسط باکتری‌ها و قارچ‌ها فاسد شود. منشأ اصلی میکروارگانیسم‌ها در کره، ماده‌ی اولیه‌ی آن، یعنی خامه می‌باشد. انتظار می‌رود که نوع میکروب‌های خامه، شبیه شیر کامل باشد زیرا وقتی قطرات چربی به خاطر وزن مخصوص کم‌تر به سوی سطح شیر

حرکت می‌کنند، میکروارگانسیم‌ها را نیز با خود انتقال می‌دهند. فرآیند تبدیل خامه به کره تا حدودی با کاهش تعداد میکروارگانسیم‌ها همراه است. باکتری‌ها باعث دو نوع فساد در کره می‌شوند. نوع اول، فساد سطحی یا گندیدگی می‌باشد که در اثر رشد سودوموناس در سطح کره به وجود می‌آید. دومین فساد باکتریایی در کره تندی می‌باشد که در اثر هیدرولیز چربی و آزاد شدن اسیدهای چرب ایجاد می‌گردد که عامل اصلی آن سودوموناس می‌باشد. کره به دلیل میزان بالای چربی و میزان کم آب، محیط مناسبی برای فساد توسط کپک‌هایی مانند آلترناریا، اسپرژیلوس، موکورونیسیلیوم می‌باشد.

انواع پنیر نیز می‌توانند توسط باکتری‌ها، کپک‌ها و مخمرها فاسد شوند. رایج‌ترین نوع فساد باکتریایی، لزجی دلمه می‌باشد که بیش‌تر توسط گونه‌های آلکالیجنس ایجاد می‌گردد. کپک‌هایی مانند پنیسیلیوم، موکور، آلترناریا و جنوتریکوم نیز می‌توانند در سطح پنیر رشد کرده و باعث ایجاد بو و طعم کهنگی، ماندگی، کپک‌زدگی و تخمیر می‌گردند. استفاده از نمک و آب‌نمک‌گذاری می‌تواند تا حدود زیادی فسادهای میکروبی را کاهش دهد و کیفیت محصول را حفظ کند که در این مورد غلظت، نوع نمک، زمان آب‌نمک‌گذاری و دما اهمیت خاصی دارند.

علاوه بر مسئله‌ی آلودگی میکروبی، شیر و فرآورده‌های آن به دلایل دیگری نیز باید در محل مناسبی از نظر دما و رطوبت نگاه‌داری شوند. برای نمونه شیر و فرآورده‌های آن دارای آنزیم‌های گوناگونی می‌باشند که می‌توانند باعث تغییر ترکیبات و فساد آن گردند. از جمله‌ی این آنزیم‌ها می‌توان به آنزیم‌های پراکسیداز، پروتئاز، لیپواکسیداز و لیپاز اشاره کرد. هم‌چنین به دلیل وجود چربی‌های اشباع و غیر اشباع در شیر و فرآورده‌های آن، احتمال اکسیدشدن چربی توسط نور و اکسیژن وجود دارد و برای کاهش سرعت این واکنش‌ها می‌توان از نگاه‌داری در دماهای پایین استفاده کرد.

**۲-۲-۲- تخم‌مرغ:** بیش‌تر تخم‌مرغ‌های تازه در زمان تخم‌گذاری، حداقل در قسمت داخل استریل هستند، اما پوسته آن‌ها به‌زودی از طریق مدفوع مرغ، در لانه، آب شستشو در صورت شستن تخم‌مرغ‌ها، در اثر جابه‌جایی و شاید به‌وسیله‌ی موادی که برای بسته‌بندی به کار می‌روند آلوده می‌شوند. تعداد کلی میکروارگانسیم‌های موجود در روی پوست تخم‌مرغ بین  $10^2$  تا  $10^7$  با مقدار متوسط  $10^5$  گزارش شده است.

نوع باکتری‌های پوست تخم‌مرغ گوناگون و متنوع می‌باشد. آزمایش‌های انجام شده برای تعیین بار میکروبی پوسته و میکروب‌های جدا شده از تخم‌مرغ فاسد نشان داده است که تعداد میکروب‌های گرم منفی در روی پوست زیاد بوده اما در تخم‌مرغ فاسد تعداد آن‌ها کم می‌باشد. بنابراین میکروارگانسیم‌هایی که اغلب تخم‌مرغ را فاسد و خراب می‌کنند مقدارشان در ابتدا در سطح پوست

کم می‌باشد.

انواع سالمونلا که از مهم‌ترین میکروارگانیسم‌های مرتبط با تخم مرغ هستند، ممکن است در روی پوست یا داخل تخم مرغ در هنگام تخم گذاری یا در مراحل بعدی وجود داشته باشند و به تعداد قابل توجهی در تخم‌های منجمد یا خشک شده دیده شوند.

روش‌های نگهداری تخم مرغ به دلیل آن که این ماده غذایی بسیار فسادپذیر است مورد توجه زیادی قرار گرفته است. تخم مرغ عوامل مختلفی را برای مقابله در برابر میکروارگانیسم‌ها دارا می‌باشد. پوست و لایه سطحی نازک کلونیدی که به عنوان کوتیکول<sup>۱</sup> شناخته می‌شود اولین عامل دفاعی را تشکیل می‌دهد و سبب به تأخیر انداختن ورود عوامل میکروبی و یا سایر مواد خارجی به داخل تخم مرغ می‌شوند.

به هر حال پوسته تخم مرغ به منظور تبادل گازی در دوران رشد جنینی، دارای منافذ زیادی می‌باشد. هم‌چنین غشاهای داخل پوسته به عنوان یک مانع مکانیکی عمل می‌نمایند. این مانع تا حدودی حالت موقت داشته و هم‌چنین دارای خاصیت حفاظتی در برابر نفوذ هیف یا میسلیم قارچ از طریق پوسته یا منافذ غشا نمی‌باشد. در نتیجه نگهداری تخم مرغ به روشی که از تجمع رطوبت در سطح پوسته جلوگیری کند، ضروری است. تغییر سریع دمای نگهداری ممکن است سبب غلبه و نفوذ باکتری‌ها از سد فیزیکی پوسته غشای آن گردد.

برای نمونه اگر یک تخم مرغ گرم در محیط سرد قرار گیرد، میکروارگانیسم‌های موجود در سطح پوسته ممکن است به علت انقباض محتویات تخم مرغ از طریق منافذ به داخل آن راه یابند. تغییرات در غشاها در اثر کهنگی و ماندن اتفاق می‌افتد و رشد و تکثیر سریع‌تر باکتری‌ها را مساعد می‌سازند. میزان تغییرات فیزیکی و شیمیایی در تخم مرغ بستگی به مدت زمان، دمای نگهداری، رطوبت نسبی و ترکیب هوای اطراف آن دارد. علاوه بر نقش پوسته و غشاهای آن به عنوان سد فیزیکی، مطالعات نشان داده است که مواد سفیده محیط نامناسبی برای رشد خیلی از میکروارگانیسم‌ها می‌باشد. ویژگی‌های مواد سفیده که رشد عوامل میکروبی را به تأخیر می‌اندازند عبارتند از:

۱- pH که ممکن است در مدت نگهداری به ۹ تا ۱۰ برسد.

۲- مقادیر کم ترکیبات نیتروژنی ساده

۳- موادی مثل آویدین<sup>۲</sup> و سایر مواد که هرکدام به روشی از رشد باکتری‌ها جلوگیری

می‌کنند.

۱- Cuticle

۲- Avidin

۴- لیزوزیم<sup>۱</sup> آنزیمی که دیواره سلولی باکتری‌های گرم منفی را حل می‌کند. همان‌طور که گفته شد، انواع میکروارگانیسم‌ها می‌توانند باعث فساد تخم مرغ شوند که مهم‌ترین آن‌ها باکتری‌ها و کپک‌ها می‌باشد.

از مهم‌ترین فساد باکتریایی می‌توان به فساد بی‌رنگ، فساد سیاه، فساد قرمز و فساد صورتی توسط گونه‌های مختلف سود و مونس، پروتوس و سراتیا اشاره کرد. گونه‌های مختلف بنی‌سیلیوم و کلادوسپوریوم اغلب در فساد کپکی تخم مرغ نقش دارند و به خاطر رشد میسلیم آن‌ها در داخل تخم مرغ، لکه‌هایی حاصل می‌شود که در مقابل نور قابل رؤیت هستند.

ورود میکروارگانیسم‌ها به داخل تخم مرغ در رطوبت زیاد تسریع می‌گردد. در چنین شرایطی، رشد میکروارگانیسم‌ها در سطح تخم مرغ افزایش می‌یابد و آن‌ها از طریق پوسته آهکی و لایه‌ی داخلی به درون تخم مرغ نفوذ می‌کنند. لایه‌ی داخلی مهم‌ترین مانع در مقابل نفوذ باکتری‌هایی است که لایه‌ی خارجی و پوسته‌ی آهکی را پشت سر گذاشته‌اند. محققین به این نتیجه رسیده‌اند که تعداد میکروارگانیسم‌های سفیده به دلیل ترکیبات ضد میکروبی آن از زرده کم‌تر است.

از طرفی، طی انبار کردن و نگهداری تخم مرغ، آب از سفیده‌ی غلیظ به زرده انتقال یافته، سبب رقیق شدن زرده و همچنین چروک خوردن سفیده‌ی غلیظ می‌شود. این پدیده، امکان تماس مستقیم زرده را با لایه‌ی داخلی فراهم کرده، موجب آلودگی زرده به میکروارگانیسم‌ها می‌شود. پس از آلودگی زرده، باکتری‌ها در این محیط مغذی رشد می‌کنند که نتیجه‌ی آن تولید گاز سولفید هیدروژن ( $H_2S$ ) و مواد بدبوی حاصل از تجزیه‌ی اسیدهای آمینه و پروتئین‌ها می‌باشد. در پایان، رنگ زرده‌ی رقیق شده، تغییر می‌کند.

رشد کپک‌ها اغلب در ناحیه‌ی کیسه هوایی به دلیل حضور اکسیژن، از شدت بیش‌تری برخوردار است. علاوه بر این، کپک‌ها در رطوبت نسبی بالای محیط، روی سطح خارجی تخم مرغ نیز رشد می‌کنند. در حالتی که رطوبت و دمای محیط پایین باشد، سرعت خروج آب از تخم مرغ افزایش یافته، آن‌را به یک محصول نامرغوب تجارتي تبدیل می‌نماید. تحت چنین شرایطی کپک‌ها قادر به رشد نخواهند بود. باید توجه داشت که افزایش آهن سبب کاهش خاصیت ضد میکروبی سفیده‌ی تخم مرغ می‌گردد.

<sup>۱</sup> - Lysozyme

## خودآزمایی

- ۱- اغلب فعالیت‌های متابولیکی گیاه در کدام قسمت‌ها انجام می‌گیرد؟
- ۲- زمان نگهداری کدام محصولات در شرایط معین کم‌تر است؟
- ۳- حرارت تولیدشده بر اثر تنفس مواد غذایی در انبار، چه تأثیری بر روی محصول خواهد داشت؟
- ۴- چگونه می‌توان سرعت تنفس میوه و سبزی را کاهش داد؟
- ۵- اتیلن چه تأثیری روی میوه‌های انباری دارد؟
- ۶- شدت تنفس به چه عواملی بستگی دارد؟
- ۷- چرا میوه‌ها و سبزی‌ها را در رطوبت نسبی مناسب نگهداری می‌کنند؟
- ۸- برداشت میوه‌ها برای نگهداری در انبار چه موقعی صورت می‌گیرد؟
- ۹- چرا افزایش قند در سیب‌زمینی انباری نامطلوب است؟