به نام خدا

فیزیولوژی پس از برداشت

Post Harvest

۱۳۸۵

دکـــــتر ارشـــــــادی

تهیه و تنظیم: علی ابراهیمی

با تشکر از:

مهندس محسن ملک حسنی

مهندس محمد شرافتی

مهندس احمد رضا هاشمی

مقدمه:

فیزیولوژی پس از برداشت شاخه ای از فیزیولوژی گیاهی است که تغییرات متابولیکی را در بافت گیاهی یا جدا شدن از گیاه مادری و در پی توزیع، نگهداری تا هنگام مصرف برسی می شود این دانش با گیاه و نیز اندامهای گیاهی مثل دانه ها، میوه ها، سبزیها، گلهای بریده، قلمه، نهال و قارچهای خوراکی مرتبط می باشد. که البته در این بین میوه ها و سبزیهای تازه اهمیت بالاتری دارند. از سال ۱۹۹۴-۱۹۷۰ تولید سبزی و میوه ۵۰٪ افزایش داشته است. نقش عمده سبزیها و میوه ها در تامین ویتامین ها و مواد معدنی است. که در متابولیسم نقس اساسی دارد. در صورتی که میوه و سبزی در تامین انرژی و پروتئین ها نقش پر رنگی ندارند. علاوه بر تامین ویتامین ها و املاح دارای ترکیبات دیگری به نام متابولیت های ثانویه هستند. همچنین نقش آنها ایجاد تنوع در رژیم غذایی است.

مشکلات آنها درصد آب میوه و سبزی بسیار بالا است بنابراین فساد پذیر هستند بین ۲۵ تا ۸۵٪ میوه و سبزی بعد از برداشت از بین می رود که این نسبت در کشورهای در حال توسعه بیش از کشورهای پیشرفته است و همین امر اهمیت فیزیولوژی پس از برداشت را بیشتر مشخص می کند.

اهمیت فیزیولوژی پس از برداشت :

۱- علم فیزیولوژی پس از برداشت در سهولت عملیات جابجایی نقش دارد ۲- نگهداری بهتر محصول و بالا بردن عمر انباری Shelflife ۳- کاهش ضایعات محصول اهمیت دارد.

فیزیولوژی پس از برداشت با مطالعه بیوشیمی در مورد فیزیولوژی بافت و اندام زنده و با شناخت دقیق تغییرات و عملیات موثر بر کاهش مرغوبیت راههای کنترل آنها را از هنگام برداشت تا زمان مصرف برسی می نماید و با استفاده از دانش فنی و ابزار موجود درصد جلوگیری از فساد، افزایش عمر انباری و حفظ ارزش غذایی و کیفیت سبزیها و میوه ها بر می آید.

در این رابطه دو نکته را باید مد نظر قرار داد: ۱- محصولات گیاهی در دوره بعد از برداشت هنوز زنده اند و به حیات خود ادامه می دهند ۲- این بافت ها و اندام های زنده بسوی پیری و مرگ پیش می روند نمی توان فعل و انفعالاتی را که منجر به پیری و مرگ گیاه می شود متوقف نمود و فقط می توان این فعالیت ها را کند کرده و عمر انباری محصول را افزایش داد. نوع محصول در اینجا اهمیت زیادی دارد و لزوماً با استفاده از تکنیک های موجود نمی تواند در همه میوه ها و سبزی ها عمر انباری طولانی ایجاد کرد.

رفتار فیزیولوژیک و عمر انباری یک محصول تابعی از عوامل مختلف از جمله ساختمان محصول مرحله نموی آن و میزان فعالیت های متابولیکی آن می باشد.

دسته بندی محصول از نظر عمر انباری:

۱- پاره ای از محصولات در حال رشد و تحول سریع فیزیولوژیکی برداشت می شوند و بعد از برداشت فعالیتهای متابولیکی بالای دارند و لذا کیفیت محصولات به سرعت تغییر می کند و مرغوبیت خود را از دست می دهند مثل مارچوبه، کلم بروکلی، نخود سبز، بامیه، خیار و بادمجان.

۲- برخی از محصول مثل سبزی های برگی نسبت سطح به حجم بالای دارند و به راحتی آب خود را از طریق تبخیر از دست داده و پژمرده می شود مثل کاهو، اسفناج، کرفس و کلم برگی.

۳- برخی از محصولات از اندام های ذخیره ای گیاه هستند که فعالیت متابولیکی کندی دارند و لذا از عمر انباری طولانی برخوردار هستند مانند سیب زمینی، پیاز، شلغم، سیب زمینی شیرین.

۴- برخی از محصولات شامل دانه های رسیده هستند که کمترین سرعت تنفس و از دست دادن ذخیره غذایی را دارند و عمر انباری بعضاً چند ساله دارند مثل غلات، سایر بذرها و خشک بار.

بخش خوراکی در سبزی ها و محل و منشاء میوه می تواند بر روی عمر انباری و فیزیولوژی پس از برداشت آن تاثیر بگذارد معمولاً بافتهای که درصد آب کمتر و ماده خشک بیشتری دارند از عمر انباری بالاتری برخوردار هستند. به عنوان مثال انار، گل ساعتی و لیچی بخش خوراکی، آریل است. توت فرنگی از نهنج و انجیر و آناناس از دم گل آذین سیب از نهنج و کاسبرگ، و بادام هندی از دمگل و نهنج تشکیل شده است.

ترکیب شیمیایی و ارزش غذایی میوه ها و سبزی ها :

آب: بیش از ۸۰٪ از وزن فرآورده های گیاهی را آب تشکیل می دهد در بعضی از سبزیها مثل خیار، کاهو، کدو مسمایی، هندوانه و خربزه نزدیک به ۹۵٪ آب دارند غده ها و بذر ها درصد آب کمتری حدود ۵۰٪ آب دارند. میزان آب محصول در طی روز با تغییرات دما متغیر است و بهتر است محصول را زمانی برداشت کرد که دارای بیشتر درصد آب و تردی باشد مثل اول صبح.

اسید های آلی: اسید مالیک و اسید سیتریک دو اسید میوه و سبزیها هستند اسید های غالب در محصول گیاهی اسید سیتریک و مالیک می باشد اما در بعضی از محصولات مانند انگور اسید غالب تارتاریک در اسفناج اسید الزالیک و در تمشک ایزوسیتریک است.اسید سیتریک اسید غالب در دانه ریزها، مرکبات، گواوا، گلابی، آناناس، گوجه فرنگی چغندر، سبزیهای برگی، بقولات و سیب زمینی است. اسید مالیک اسید غالب در سیب، موز، گیلاس و آلبالو، آلو، صیفیجات، کلم برکلی، هویج، کرفس، کاهو و پیاز می باشد.

کربوهیدراتها: پس از آب بیشترین ماده و فراورده های گیاهی کربوهیدرات ها هستند که می توانند به صورت قند های با وزن مولکولی کم مثل گلوکز، فروکتوز و یا ساکاروز و یا پلیمرهایی با وزن مولکولی بالا باشند. کمترین میزان قند در کدوئیان مثل خیار و بیشترین آن کاساوا (۴۰٪) دیده می شود.

کاساوا و یام بالای ۲۰٪ نشاسته دارند و همراه با Plantion (موز پختنی) سیب زمینی و سیب زمینی شیرین و بخش عمده رژیم غذایی را در کشورهای در حال توسعه تشکیل می دهد. بیشترین مقدار قند (گلوکز، فروکتوز و ساکاروز) در میوه های گرمسیری و نیمه گرمسیری وجود دارد مانند موز، جک فروت (درخت نان) لیچی، خرمالو، رامبوتان و انگور (به ترتیب قند موجود).

خود قند میوه ها عمدتاً ساکاروز، گلوکز و فروکتوز هستند گلوکز و فروکتوز در تمام میوه ها و تقریباً در حدود نزدیک به هم وجود دارند و آن $\frac{2}{3}$ فراورده حاوی ساکاروز بوده و برخی از میوه ها و سبزی ها مانند انگور، انار، خرمالو، گیلاس، آلبالو، گوجه و فلفل سبز فاقد ساکاروز هستند. در سیب و گلابی بیشتر قند فروکتوز است. در انگور درصد مساوی فروکتوز و گلوکز وجود دارد در پرتقال، هلو، آناناس، و موز بیشترین نسبت را ساکاروز تشکیل می دهد و در خرما و گوجه فرنگی بیشترین مقدار مربوط به گلوکز است.

قندها و نشاسته قابل هضم برای انسان بوده و لذا منبع انرژی هستند ولی سایر کربوهیدراتها مانند سلولز، همی سلولز، ترکیبات پکتینی و ترکیبات لیگنین قابل هضم توسط انسان نبوده و صرفا در گوارش و دفع در انسان و درمان برخی از بیماری ها موثر است. میوه هایی که فرازگرا و یا کلیماتریک هستند نشاسته بیشتر دارند.

پروتئین ها: میوه های تازه و سبزیها اهمیت زیادی را به عنوان منبع پروتئینی ندارند. منبع پروتئین در میوه های تازه حدود ۱٪ ، سبزیها ۲٪ ، کلم ها ۳٪ و بقولات نزدیک به ۵٪ هستند این پروتئین ها بیشتر به صورت فعال و آنزیمی هستند تا ذخیره ای به جز در غلات و خشکبار که نقش ذخیره ای دارند.

چربیها : کمتر از یک درصد از میوه ها و سبزیها را چربی تشکیل می دهند و استثناً برخی از محصولات گیاهی مانند آووکادو ۲۰٪ و زیتون ۱۵٪ روغن به صورت قطرات در یاخته هایشان دارند و نیز خشکبار و آجیل دارای روغن بالایی هستند.

ویتامین ها و مواد معدنی : میوه ها و سبزیها منبع غنی ویتامین C یا اسید آسکوربیک هستند و بیش از ۹۰٪ نیاز بدن به ویتامین C را تامین می کنند. انواع کلم ها، مرکبات، توت فرنگی و گوجه فرنگی منبع غنی ویتامین C هستند. میوه ها و سبزی ها منبع بسیار خوبی از انواع ویتامین B هستند. انگور سیاه و گواوا ۲۰۰ میلی گرم در ۱۰۰ گرم گوشت خود ویتامین C دارند. کلم بروکلی و کلم تکمه ۱۰۰ میلی گرم در ۱۰۰ گرم ویتامین C دارند.

سبزیهایی مثل اسفناج، انواع کلم ها (برکلی، تکمه ای و پیچ) و کاهو منبع غنی اسید فولیک هستند. هویج و اسفناج منبع قوی از ویتامین A هستند. ماده فعال ویتامین A ریتینول است که در فراورده های کشاورزی موجود نیست اما برخی از کارتنوئیدها مثل بتا کارتون پیش ماده آن بوده و در بدن انسان تبدیل به ریتینول می شود.

مواد فرار: دیواره سبزی ها دارای مواد فرار با وزن مولکولی پایین کمتر از ۲۵۰ هستند که در تولید طعم، مزه و بو در میوه ها بسیار مهم می باشد ولی در سبزیها اهمیت کمتری دارند. بیشتر میوه ها و سبزیها بیش از ۱۰۰ ماده فرار دارند. ترکیب های فرار عمدتاً از استرها، الکل ها، اسید ها و ترکیبات کاربونیل (آلدئید و کتون) می باشد.

مثلاً بوی سیب ناشی از اتیل-۲ متیل بوتیرات می باشد.

فیزیولوژی و بیوشیمی رسیدن میوه ها و سبزی ها:

میوه ها و سبزیها و گیاهان زینتی موجودات زنده ای هستند که پس از برداشت به زندگی خود ادامه می دهند بنابراین واکنش های متابولیکی در آنها ادامه دارد تا زمانی که این فراورده ها به گیاه مادری متصل هستند موادی را که در اثر تنفس و تعرق از دست می دهند از طریق گیاه مادری جبران می کنند که این مواد عمدتاً قندها، اسید های آمینه و آب می باشد بعد از برداشت مواد از دست رفته قابل جایگزینی نیست و فراورده گیاهی شروع به استفاده از مواد ذخیره ای خود می کنند که باعث زوال و فساد محصول می شود برای برسی و بحث در مورد تغییرات فیزیولوژیک و بیو شیمیایی که هنگام رسیدن روی می دهند آگاهی از نمو فیزیولوژیکی میوه ها و سبزیها لازم است.

نمو فیزیولوژیکی : Physiological development

زندگی یک میوه و سبزی را می توان به ۳ مرحله تقسیم کرد: ۱- رشد ۲- غالب شدن ۳- پیری

(رشد: الف- تقسیم سلولی Cell division ب- بزرگ شدن سلول ها Cell elxtioin)

بلوغ: Maturation زیر مجموعه رسیدن Ripening

پیری Senescence از بین رفتن یا مرگ Death

که البته تشخیص دقیق این مراحل به آسانی از همدیگر امکان پذیر نیست. رشد شامل تقسیم سلولی و بزرگ شدن سلولها است که در مجموع اندازه نهایی فرآورده را تعیین می کند. بالغ شدن معمولاً پیش از توقف رشد آغاز می شود و فعل و انفعالات مختلفی را در محصولات گیاهی شامل می شود.

رشد و بلوغ را مجموعاً نمو یا Development گویند. رسیدن یا Ripening در طول آخرین مراحل بلوغ آغاز می شود. در حالت بلوغ یا Maturity اکثر میوه ها آماده برای برداشت هستند و به حداکثر رشد و نمو خود رسیده اند. ولی در حالت رسیدن آماده برای خوردن یا فرایند کردن هستند در واقع در حالت رسیدن اندام غیر قابل خوراکی

گیاه که در حالت بلوغ فیزیولوژیکی قرار دارد کیفیت خوراکی پیدا کرده و از نظر طعم، بو و عطر به حد مورد پسند می رسد. به عنوان استثنا میوه آووکادو روی درخت نمی رسد باید چیده شود تا رسیده شود. برداشت بموقع آن برای رسیدن میوه حائز اهمیت است.

پیری : به دوره ای گفته می شود که در آن فرایند های بیوشیمیایی آنابولیک یا ساخت به فراورده های کاتابولیک یا شکسته شدن مواد تبدیل می شود و به پیر شدن و مرگ یاخته می انجامد. نمو و بالغ شدن میوه فقط در زمان اتصال به گیاه حاصل می شود ولی رسیدن ممکن است بر روی گیاه و در مورد برخی از فراورده ها بعد از چیدن و جدا شدن از گیاه انجام می شود.

به طور کلی در مرحله رشد کیفیت میوه بسیار پایین است و در مرحله بلوغ نیز اکثر میوه ها کیفیت بالایی ندارند در حالی که در مورد اکثریت سبزیها بالاترین کیفیت در مرحله بلوغ بوده و اصطلاحاً مرحله رسیدن برای سبزیها به کار برده نشده و خاص میوه ها است. کیفیت اکثر سبزیها در زمان رسیدن پایین می آید جز گوجه فرنگی ولی میوه ها در مرحله رسیدن بالاترین کیفیت را دارند. پس به طور کلی میوه ها در مرحله بلوغ یا هنگامی که رسیده می شوند برداشت می شوند در حالی که سبزیها در مرحله بلوغ یا حتی قبل از آن در طی فصل رشد برداشت می شوند. به طور کلی سبزیها در دامنه گسترده تری از سنین فیزیولوژیکی یعنی از زمان پیش از آغاز بلوغ تا مرحله رسیدن برداشت می شود.

شاخص های بالغ شدن و بلوغ Maturation and maturity indices :

انواع بلوغ : ۱- بلوغ فیزیولوژیکی Physiological maturation

۲- بلوغ باغبانی یا تجاری Commercial (Horticultwal) Maturation

۱- بلوغ فیزیولوژیکی: مرحله ای است که یک محصول به حداکثر رشد و نمو طبیعی خود رسیده است و بعد از این مرحله دیگر رشد نکرده و شکل نمی گیرد. بلوغ فیزیولوژیکی در تمامی میوه ها فقط بر روی درخت انجام می شود.

۲- بلوغ باغبانی: هنگامی که فراورده از نظر رشد و نمو به حد مطلوبی رسیده است که می توان آن را برای مصرف خاصی برداشت کنیم و اصطلاحاً برای مصرف کننده قابل استفاده است بلوغ تجاری گویند. بلوغ باغبانی می تواند قبل از رسیدن محصول در مرحله بلوغ فیزیولوژیکی و یا حتی مرحله رشد اتفاق بیفتد.

رابطه بین بلوغ تجاری (باغبانی) و مرحله رسیدن در برخی از میوه ها و سبزیها:

شاخص های بالغ شدن و بلوغ:

شناسایی معیارها و شاخص های بلوغ از چند جهت حائز اهمیت است:

۱- عمر انباری Storage life : گذشتن از مرحله بلوغ یک میوه و عدم برداشت آن می تواند لطمات شدیدی بر عمر انباری آن بزند. گفته می شود به ازای هر یک روز که از مرحله بلوغ سیب می گذرد تاخیر در برداشت باعث کاهش عمر انباری محصول به مدت ۲۴ روز می شود.

۲- حمل و نقل Transportation

۳- جابجایی Handling : تعیین دقیق زمان بلوغ می تواند به خسارت کمتر میوه ها در حین جابجایی و حمل و نقل کمک نماید معمولاً حمل و نقل میوه هایی که Over mature بلوغ بیش از حد دارند باعث خسارت به آنها می شود.

۴- مصرف Consuming : برداشت بعضی از میوه ها قبل از مرحله بلوغ باعث می شود که پس از انبار داری نیز به طور طبیعی نرسیده و کیفیت مطلوبی پیدا نکند (مثل گوجه فرنگی)

شاخص های تعیین بلوغ باید شرایطی داشته باشد اولاً باید ساده باشند و به سادگی در مزرعه توسط کشاورز قابل استفاده باشد. قابل اندازه گیری یا کمی Objective باشند در صورت امکان ظاهری یا Subjective نباشد در سالهای مختلف یکسان بوده و برای اندازه گیری آنها از وسایل ارزان قیمت استفاده شود.

روشهای تشخیص بلوغ اکثراً تحت تاثیر آب و هوا، تغییرات فصلی، نوع خاک، وضعیت تغذیه، محل قرار گرفتن میوه روی درخت، اندازه میوه، رطوبت خاک، روش هرس، استفاده از هورمونها و مواد شیمیایی قرار گرفته و لذا تغییر در فاکتورهای ذکر شده می تواند سبب ایجاد مشکلات و اختلالاتی در تعیین بلوغ تجارتی یک محصول گردد.

روشهای تعیین بلوغ :

۱- روشهای شیمیایی ۲- روشهای فیزیکی ۳- تغییرات ظاهری ۴- فاکتورهای محیطی ۵- اندازه گیری فیزیولوژیکی

اندازه گیریهای شیمیایی :

روش کمی می باشد مثالهای آن مانند آزمایش مقدار نشاسته با استفاده از یدید پتاسیم که برای برداشت سیب و موز مناسب است شدت رنگ آبی ظاهر شده مشخص کننده میزان نشاسته میوه است.

Total soluble solid (T.S.S) : مقدار مواد جامد محلول کل که از طریق دستگاه رفرکتومتر یا (فام نگار) اندازه گیری می شود برای انگور، مرکبات، طالبی و کیوی قابل استفاده است. TSS در واقع منعکس کننده مقدار قند میوه

می باشد البته اندازه گیری مقدار قند می تواند به روشهای شیمیایی نیز انجام شود ولی اندازه گیری TSS به مراتب ساده تر از اندازه گیری قند به روش شیمیایی است.

میزان اسیدیته که از روشهای تیتراسیون به دست می آید PH آب میوه با استفاده از PH متر تعیین می شود. اندازه گیری قند از دستگاه رفرکتومتر، اندازه گیری میزان تانن با استفاده از $Fecl_3$ کلروفریک و یا به صورت کمی با استفاده از رنگ سنج یا کالریمتر تعیین می گردد.

برای تعیین میزان گسی یا Astringency ناشی از وجود تانن در میوه هایی مانند خرمالو میزان سیاه شدن بافت میوه در اثر کاربرد $Fecl_3$ تعیین نمود و با مقایسه آن با تصاویر استاندارد میزان گسی میوه را تعیین می کنند.

اندازه گیریهای فیزیکی:

۱- اندازه گیری دانسیته یا چگالی در مرحله بلوغ Maturity وزن میوه افزایش می یابد ولی حجم دیگر افزایش نمی یابد و لذا چگالی در مرحله بلوغ با افزایش عمر بالا می رود.

۲- اندازه گیری غلظت شیره آب میوه هر چقدر میوه برسد شیره غلیظ تر توسط هیدرومتر یا غلظت سنج انجام می شود که در واقع روش فیزیکی برای اندازه گیری مواد جامد محلول است.

۳- اندازه گیری میزان نیروی لازم برای جدا کردن دم میوه.

۴- میزان تردی یا Tendernes توسط دستگاه تندرومتر Tendrometer اندازه گیری می شود.

۵- میزان خنثی بودن یا Toughness که توسط دستگاه تکسترومتر یا بافت سنج Textrometer یا Fibrometer.

۶- سفتی بافت Firmness که توسط دستگاه فشار سنج میوه Penetrometr یا نفوذ سنج اندازه گیری می شود.

انواع فشار سنج :

۱- Magness Taylor ۲- Uc Fruit firmness ۳- EFFegi

اندازه گیری تغییرات ظاهری :

الف) رنگ زمینه Ground color : در همه میوه ها ابتدا سبز است که در اثر رسیدن تبدیل به رنگهای دیگر مانند کرم یا زرد روشن می شود. رنگ زمینه تحت تاثیر عوامل زیادی قرار می گیرد.

ب) رنگ سطحی Surface color : نمی تواند برای تعیین زمان رسیدن استفاده شود. رنگ رویی یا سطحی در سیب گرانی اسمیت و در میوه آووکادو در هنگام رسیدن سبز است. میوه های مانند آووکادو، کیوی و لیمو ترش در حالی که پوست شان هنوز سبز است و به رنگ زرد تغییر نیافته و کیفیت بالاتری دارند و باید سبز برداشت شوند. در خربزه درختی یا (پاپایا) رنگ میوه ملاک خوبی برای برداشت است و زمانی که ته میوه زرد رنگ شود زمان مناسب برداشت می باشد.

ج) اندازه و شکل میوه: اندازه میوه معیار خوبی برای بلوغ نبوده و بیشتر در مورد سبزیها کاربرد دارد. شکل میوه در برخی محصولات نشان دهنده بلوغ است در موزهای نا بالغ در برش عرضی میوه دارای سطح مقطع مثلثی با گوشه های نوک تیز است ولی با بلوغ میوه زوایای تیزی خود را از دست می دهند و هلالی می شود.

در مورد میوه انبه ایجاد فرو رفتگی در میوه در مراحل نهایی از نشانه های بلوغ می باشد فاکتورهای ظاهری دیگری مانند ایجاد عدسک در پوست میوه مثل سیب تشکیل لایه کوتیکول (روغنی) در انگور و گوجه فرنگی، شبکه ای Netting شدن در خربزه و طالبی، براق شدن سطح پوست ، درصد تشکیل واکس بر روی میوه، شکاف خوردن پوست در بادام و گردو و پسته همگی می توانند نشانه های مرحله بلوغ باشند.

اندازه گیری محیطی :

تقویمی یا فصلی Calendar date : فاصله زمانی بین گل دهی تا زمان برداشت میوه است که در مناطق با آب هوای کم بیش یکنواخت و با توجه به تجربه زارعان قابل استفاده است. البته شرایط آب و هوایی و بخصوص دما اثر بسیار زیادی روی این معیار دارد.

فاصله زمانی از گل دهی تا برداشت اصلی ترین فاکتور برای تعیین زمان بلوغ در سیب است. به خاطر اینکه اثر دمای روزانه در تعیین زمان بلوغ لحاظ شود می توان از واحد Heat unit حرارتی و یا درجه روز Degree-day استفاده نمود.

$$D.D=\Sigma \text{ (میانگین درجه حرارت روزانه - صفر فیزیولوژیکی گیاه)}$$

برای سبزیهای که حالت کنسروی دارند (نخود شیرین، ذرت شیرین، نخود سبز و گوجه فرنگی) می توان از واحد حرارتی یا درجه روز برای تعیین بلوغ استفاده کرد.

اندازه گیری فیزیولوژیکی:

۱- تنفس : روش دقیق برای تعیین بلوغ در میوه های فرازگرا یا کلیماتریک می باشد که البته قابل استفاده برای زارعان نیست. می تواند در میوه هایی مثل سیب و گلابی به کار برده شود این میوه ها باید پیش از افزایش در تنفس چیده شوند بهترین زمان برداشت در مرحله بلوغ می باشد زیرا که بعد از آن تنفس افزایش می یابد.

۲- اندازه گیری اتیلن : بعد از مرحله بلوغ و با شروع رسیدن میوه تولید اتیلن میوه ها افزایش می یابد. حداکثر تولید اتیلن در مرحله Peak تنفسی است که البته روشی دقیقی ولی غیر قابل استفاده برای زارعان است.

تغییراتی که ممکن است در طول رسیدن در میوه های گوشتی صورت گیرد :

۱- بالغ شدن بذر ۲- تغییرات رنگ میوه ۳- جدا شدن از گیاه مادری ۴- تغییر در میزان تنفس ۵- تغییر در میزان تولید اتیلن (افزایش پیدا می کند) ۶- تغییر در میزان نفوذ پذیری بافت ۷- نرم شدن میوه و تغییر در ترکیب مواد پکتینی ۸- تغییر در ترکیب کربوهیدارتها یعنی تبدیل نشاسته به قندهای ساده ۹- کاهش اسید های آلی

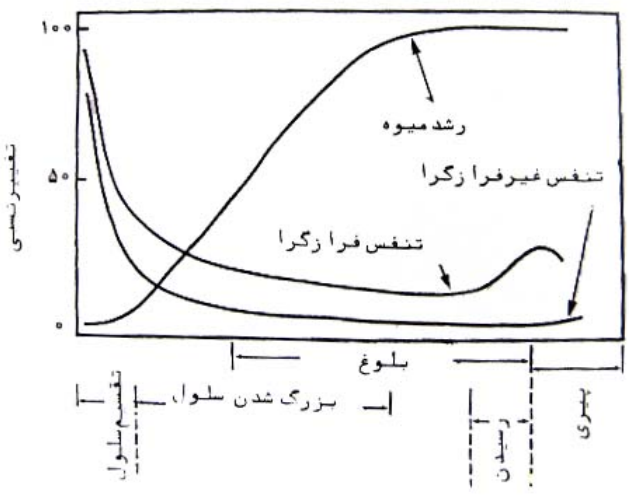
۱۰- تولید مواد فرار و خوش بو ۱۱- توسعه و تکامل واکس بر روی پوست.

فیزیولوژی تنفس :

میزان تنفس فراورده در واقع نشانه خوبی از فعالیت های متابولیکی بافتها است و راهنمای خوبی برای تعیین استعداد عمر انباری فراورده است. با اندازه گیری میزان CO_2 تولید شده در طی دوران نمو و نیز طی مراحل رسیدن و پیری میوه می توان خصوصیات تنفسی یک فراورده را تعیین کرد. (البته با اندازه گیری اکسیژن مصرف شده نیز می توان میزان تنفس را اندازه گیری کرد که البته روش سخت و پیچیده ای است)

میوه های نا بالغ و سبزی ها دارای بالاترین میزان تنفس در واحد وزن هستند با افزایش عمره فراورده و نمو تدریجی آن شدت تنفس کاهش می یابد. در برخی از میوه ها در اواخر مرحله بلوغ و طی رسیدن یک افزایش مجدد در تنفس ایجاد می گردد Peak تنفسی ایجاد می گردد که اصطلاحاً این میوه ها را فرازگرا یا Climacteric گویند و این افزایش در تنفس را تنفس فرازگرا می نامند. افزایش در تنفس در زمانی صورت می گیرد که میوه به حداکثر اندازه خود رسیده است. میوه های مانند سیب، گلابی، به، هلو، زردآلو، آلو، خرمالو، موز، آووکادو، چریمو یا (Annonache rimoya) کیوی، انجیر، انبه، پاپایا، سنجد، میوه گل ساعتی (Pacient fruit) گوجه فرنگی و هندوانه جزء این دسته قرار می گیرند.

میوه های که با افزایش طول عمر کاهش مداوم در تنفس داشته و اصطلاحاً دارای قله تنفسی نیستند غیر فرازگرا Non climacteric گویند. مانند : گیلاس، آلبالو، انگور، انواع مرکبات، آناناس، توت فرنگی، تمشک خیار، زغال اخته آبی و گوجه فرنگی درختی، انار، فلفل، بامیه، بادمجان و خرما.



Peak تنفس فرازگرا از موقعی که میوه به حداکثر اندازه خود می رسد آغاز می شود در طی دوره فرازگرا تغییرات دیگر مربوط به

رسیدن صورت می گیرد. تنفس فرازگرا و رسیدن کامل می تواند هنگامی که میوه متصل و یا از آن جدا شده صورت گیرد. در میوه های نافرازگرا هم اکثر تغییرات مربوط به رسیدن صورت می گیرد که البته کند تر از میوه های فرازگرا است. شدت و مدت تنفس فرازگرا در میوه های مختلف متفاوت می باشد.

تفاوت اصلی میوه های فرازگرا و غیر فرازگرا در وجود یا عدم وجود Peak تنفسی است. برای میوه های غیر فرازگرا رسیدن فقط در زمان اتصال به گیاه مادری انجام می شود و بعد از چیدن نمی رسند.

هندوانه به خاطر این فرازگرا است که قله تنفسی دارد ولی بعد از چیدن تغییرات زیادی نمی کند.

اثر اتیلن بر فیزیولوژی تنفس:

میوه های فرازگرا و غیر فرازگرا از نظر شیوه تولید اتیلن و واکنش آنها نسبت به اتیلن خارجی متفاوت می باشد. کلیه میوه ها در طی مراحل رشد و نمو اتیلن کمی تولید می کنند همزمان با رسیدن و Peak تنفس مقدار اتیلن بیشتری در میوه های فرازگرا در مقایسه با میوه های نافرازگرا تولید می شود.

به عنوان مثال: سیب ۲۵۰۰-۲۵ میکرولیتر در لیتر و لیمو ۱۱/. تا ۱۷/. میکرولیتر در لیتر در زمان رسیدن CO_2 تولید می کنند.

در میوه های نافرازگرا تغییرات اتیلن در زمان نمو رسیدن بسیار اندک است در حالی که تغییرات اتیلن درونی در میوه های فرازگرا شدید است. با افزایش غلظت اتیلن رسیدن در میوه های فرازگرا تسریع می شود اما شدت تنفس و حد فرازگرا در این میوه ها مستقل از غلظت اتیلن به کار رفته است. در میوه های غیر فرازگرا استفاده از اتیلن باعث تسریع در رسیدن نشده و صرفاً باعث افزایش تنفس می گردد و میزان این افزایش در تنفس به غلظت اتیلن به کار رفته بستگی دارد. با کاربرد اتیلن در میوه های فرازگرا فقط یک بار افزایش در تنفس ایجاد می شود در حالی که در میوه های غیر فرازگرا طی کاربرد اتیلن ممکن است بیش از یکبار افزایش در تنفس ایجاد گردد، دلیل اصلی رسیدن میوه ها به کمک سوزاندن نفت، اتیلن تولید شده طی این عمل احتراق است. اتیلن در مقادیر بسیار کم مانند 1 PPM/. میکرو لیتر در لیتر می تواند اثر گذار بوده و سبب تسریع در رسیدن میوه باشد.

طول دوره کلماتریک در سیب بالا است. آووکادو طول دوره کوتاه و شدت تنفس بالا، آناناس در مرحله رسیدن بالاترین اسیدیته و ترشی را دارد استثناً. در زمان رسیدن میوه ها میوه آب زیادی را از دست می دهند، تعرق زیاد است. ماده خشک کم می شود بخاطر تنفس در مرحله رسیدن در گوجه فرنگی کلروفیل می شکند و تولید رنگیزه بالا می رود. در موز سنتز رنگ زیادی نداریم که به آن Reveal می گویند.

کمترین PH و بالاترین اسیدیته را در گوجه فرنگی زمانی داریم که سبز روشن است. در این مرحله مقداری از نشاسته می شکند و میوه به طرف رسیدن می رود. جهت انبار داری گوجه فرنگی زمان برداشت وقتی است که نوک صورتی است و بالاترین غلظت ویتامین C را در مرحله سبز بالغ دارد.

بیوسنتز اتیلن:

ماده اولیه ای که گاز اتیلن از آن تولید می شود اسید آمینه متیونین است.

متیونین $\rightarrow$ S- adenosyl-methionine (SAM) $\xrightarrow{\text{ACC synthase}}$ ACC $\xrightarrow[\text{Ethylene forming ensem (EFE)}]{\text{ACC oxidase(ACO)}}$ Ethylene

(ACC= 1-aminocyloperopane-1carboxylic acid)

سه ماده به نام فلان AVG,AOA و Rhizobiotoxin کند کننده عمل ACC synthase هستند نهایتاً تولید اتیلن کاهش می یابد یک سری شرایط باعث افزایش عمل ACC synthase هستند مثل رسیدن، زخم، شرایط غیر هوازی، تنش خشکی، حرارت و غرقاب، حمله حشرات و عوامل بیماری زا و IAA و CK.

عواملی که باعث افزایش عمل ACC oxidase می شوند شامل رسیدن و اتیلن خارجی می باشد و کند کننده ها ACC oxidase شامل یون کبالت، یون نقره، دمای بالای ۳۵c و شرایط غیر هوازی می باشند.

اتیلن به خودی خود کاری در گیاه انجام نمی دهد برای رسیدن به مرحله عمل بایستی به یک پذیرنده (Receptor) بچسبد. ترکیباتی که مانع از اتصال اتیلن به رسپتور و مانع عمل آن می شود: Nor bornadiene، نیترات نقره (Ag)، DACP، 1-MCP (۱- متیل سیکلو پروپان)، CO_2 بالا.

ACC oxidase برای فعالیت خود نیاز به اکسیژن دارد و در شرایط بی هوازی نمی تواند عمل کند. ترکیبی به نام پیرو دوکسال فسفات Pyrodoxal phosphate به عنوان یک کوآنزیم بوده که برای فعالیت آنزیم ACC oxidase نیاز بوده و نقش تشدید کننده برای فعالیت این آنزیم و به طبع آن تولید اتیلن دارد. موادی مانع از عمل این کوانزیم می شوند شامل: AOA(آمینو اکسید استیک اسید)، AVG (آمینو اتیلن ونیل گلیسین) و Rhizobiotoxin که نهایتاً مانع از ساخت ACC oxidase می شود.

نحوه عمل اتیلن: Made of action

نحوه عمل اتیلن در درون گیاه و مکانیزم های مربوط به آغاز و کنترل رسیدن توسط اتیلن هنوز به خوبی مشخص نشده است تصور می شود که اتیلن هماهنگ با سایر هورمونها نقش خود را در رسیدن اعمال می کند و در سیستم برای بیوسنتز اتیلن پیشنهاد شده است.

۱- بوسیله عامل ناشناخته آغاز و یا کنترل می شود و در تنظیم پیری دخالت دارد.(در میوه های غیر فرازگـرا)
فرازگرا

۲- به کمک سیستم اول آغاز می شود و باعث تولید مقدار زیـادی اتـیلن مـی گـردد و در رسـیدن میـوه هـای فرازگرا دخالت دارد.

تولید اتیلن حالت خود کاتالیزور یا اتو کاتالیک دارد تولید اتیلن کم در سیستم ۱ در هر دو دسته میوه های فرازگرا و غیر فرازگرا وجود دارد ولی سیستم ۲ فقط در میوه های فرازگرا وجـود دارد. اتـیلن بـرای عمـل خـود بایـد بـه یـک Receptor دریافت کننده وصل شود تا بتواند عمل کند. این دریافت کننده احتمالاً یک ترکیب حـاوی Cu^{+} و تـک ظرفیتی است.

اگر از یون نقره Ag^{+} استفاده کنیم این یون می تواند جایگزین Cu^{+} شده و مانع از اتصال اتیلن بـه دریافـت کننـده خود شوند و نهایتاً از عمل اتیلن جلوگیری می نماید. بنابراین از ترکیباتی مثل نیترات نقره برای افـزایش طـول عمـر گلهای بریده استفاده می کنند، چون ترکیب سمی است در میوه به کار نمی رود.

سایر بازدارنده اتصال اتیلن ترکیباتی مانند : MCP , DACP , Ncrbornadien و CO_2 بالا و O_2 کم می باشد.

استفاده از انبار کنترول اتمسفر با CO_2 5% و O_2 3% و N_2 92% می توانند از عمل اتیلن جلو گیری کنند.

در برخی میوه ها مقدار تولید اتیلن قبل از افزایش تنفس فرازگرا بالا می رو مثل موز، آووکادو و انواع طـالبی ولـی در برخی از میوه ها مانند سیب و انبه غلظت اتیلن درونی پیش از افزایش تنفس بالا نمی رود.

میوه هایی مانند موز، آووکادو و انواع طالبی حتی در مرحله نا بالغ هم می توانند چیده شده و به کمک اتیلن برسـند زیرا که افزایش اتیلن در آنها در قبل از افزایش در تنفس می باشد به طور کلی حساسیت بافتها نسبت به اتیلن با بالغ شدن آنها افزایش می یابد و هر چه فراورده به طرف بلوغ می رود کاربرد اتیلن اثرات شـدیدتر و سـریعتر در رسـیدن دارد.

اثر بلوغ و تیمار بر زمان رسیدن گوجه فرنگی :

بلوغ زمان برداشت(روز پس از گلدهی)	آغشته به اتیلن	شاهد
۱۷	۱۱	- نمی رسد
۲۵	۶	-
۳۱	۵	۱۵
۳۵	۴	۹
۴۲	۱	۳

اتیلن به کار برده ۱۰۰۰ میکرو لیتر در لیتر

استفاده موثر از اتیلن برای رسیدن قبل از رسیدن فـراورده هـا بـه اوج کلیماتریـک. حـداقل تولیـد اتـیلن در دمـای ۰-۴۰ $^{\circ}c$ است. مناسب ترین دما برای تولید اتیلن ۲۱-۲۴ $^{\circ}c$ است. با افزایش دما تولید اتیلن افزایش می یابد ولی در بالاتر از ۳۵ $^{\circ}c$ تولید آن مجدّداً کاهش پیدا می کند. در موقع رسیدن میوه های فرازگرا افزایش در مقدار mRNA و سنتز پروتئین ها مشاهد می شود یعنی همزمان با رسیدن پروتئین های جدید در گیاه ساخته می شود.

در موقع رسیدن در میوه های فرازگرا افزایش سنتز پروتئین و ساخت mRNA اختصاصی را داریم که نهایتـاً منجـر به تولید پروتئین ها و آنزیم های جدید در این زمان می شود که در مراحـل تکـاملی و رسـیدن میـوه نقـش دارد. از جمله روشهای ژنتیکی که می توان به کمک آنها باعث اختلال در رسیدن و به دنبال آن افزایش عمر انبارب فـراورده ها شد وارد کردن ژن Antis cense مربوط به آنزیمهای است که در رسیدن دخالت دارند.

مانند Aco antiscense یا Pacontis cense آنتی سن پلی گالاکتوروناز. توالی های آنتـی سـنس دقیقـاً تـوالی مقابل با توالی DNA کد کننده یک پروتئین یا آنزیم هستند که توسط بشر و روشهای مختلف بر روی کروموزم های آن فراورده قرار می گیرد در زمان بیان یک ژن مرتبط با رسیدن مثلاً ژن مـرتبط بـا سـنتز آنـزیم (Accouidase) آنتی سنس این ژن نیز بیان می شود با توجه به اینکه توالی نوکلوئید ها در این ژن آنتی سنس دقیقاً متقابل با تـوالی ژن اصلی است mRNA آنتی سنس به mRNA مربوط به ژن کد کننده آنزیم (مثلا Ace) مـی چـسبد و مـانع از ترجمه این mRNA و تولید آنزیم می شود چرا مه mRNA تک رشته ای به دو رشته ای تبدیل شـده و قـادر بـه ترجمه شدن نیست از صورتی این mRNA دو رشته ای به راحتی توسط آندونوکلئو آزها تخریب خواهد شد.

از روشهای ژنتیکی دیگری برای تغییر در نمو و رسیدن فراورده ها ایجاد موتاسیون با جهش می باشد. سه نوع گوجـه فرنگی جهش یافته که عمر انباری بسیار بالایی داشته و به سختی ممکن است قادر به رسیدن باشد تولید شده اسـت گوجه فرنگی اول : موتاسیون در کروموزم شماره ۵ Ripeng inbibitor رشد طبیعی، میوه به کندی به زرد کمرنگ تغییر می یابد، تولید اتیلن کم، تولید و فعالیت PG کم، میوه به سختی کم می شود پس از قـرار گـرفتن در معـرض اتیلن نمی رسد در محیط با غلظت اکسیژن زیاد رنگ آن صورتی کم رنگ می شود.

گوجه فرنگی دوم : موتاسیون در کروموزم شماره ۹ Never ripe (NR) رشد طبیعی به کندی نارنجی متمایـل بـه قرمز می شود در حد محدودی نرم می شود تولید اتیلن می کند PG و لیکوپن در آن سنتز می شود.

گوجه فرنگی سوم : موتاسیون در کروموزم شماره ۱۰ Newe ripe (NOR) حـالتی شـدیدتر از (Rin) دارد رنـگ نهایی زرد پر رنگ، تولید کم، بسیار کم و نوع طبیعی PG را دارد غلظت های بالای نمـک طعـام رسـیدن را تـسریع می کند میوه نارنجی پر رنگ شده و مقداری نرم می شود.

ضریب کسر تنفسی (RQ) Respiration quotient

با توجه به نوع ماده ای که در تنفس سوخته می شود کسر تنفسی تغییر می کند. مثلاً در گلوکز $\frac{6Co_2}{6O_2}=1$

در ترکیبات آلی مانند چربی ها و پروتئین ها و سایر ترکیباتی که بسیار احیاء شده اند کسر تنفسی معمولاً کمتر از ۱

است مثلاً اسید چرب استاریک $C_{18}H_{36}O_2+26O_2\rightarrow 18CO_2+18H_2O$ $RQ=\frac{18}{20}./7$

ترکیباتی که کمتر از قند حالت احیایی هستند کسر تنفسی بیشتر از ۱ می باشد مانند اسید اگزالیک و مالیک

اسید اگزالواستیک $C_4H_4O_5+3O_2\rightarrow 4CO_2+2H_2O$ $RQ=\frac{4}{3}=1.33$

RQ نشان دهنده ماده ای است که در تنفس بکار می رود گیاهان در طی تنفس ابتدا از کربوهیدراتها استفاده می کنند سپس اسید های آلی، چربیها و نهایتاً پروتئین ها بکار می روند. در بین قند ها اول گلوکز، دوم فروکتوز، سوم ساکاروز، چهارم پلی ساکارید ها (نشاسته) استفاده می شوند.

RQ در تنفس بی هوازی بیشتر می باشد چون اسید تولید می شود بعد تجزیه می شود.

تخمیر: Fermentation

در صورت عدم وجود اکسیژن کافی پس از مرحله گلیکولیز و تولید پیروات این ترکیب به جای اینکه وارد چرخه کربس شود در تنفس غیر هوازی یا تخمیر استفاده می شود در گیاهان پیروات با از دست دادن Co_2 به استالدهید و سپس به اتانول تغییر می یابد ولی در بافتهای جانوری تولید لاکتات می کنند.

غلظتی از اکسیژن که باعث آغاز تنفس هوازی می گردد نقطه خاموشی یا (نقطه اطفاء) گفته می شود و بستگی به نوع گونه و رقم و مرحله بلوغ فراورده و دما و مقدار آن فرق می کند در تنفس بی هوازی یک مقدار حداقل انرژی یعنی 2ATP در مقابل 38ATP در تنفس هوازی تولید می شود. تنفس بی هوازی سبب تولید بو و طعم نامطلوب در اثر ایجاد مواد فرار مانند اسید استیک، استالوهید، اتانول و اسید لاکتیک می شود. این مواد می توانند باعث مسمومیت و از بین بردن سلولها شوند تنفس هوازی ضریب تنفسی یا RQ بالایی است. و به عنوان یک پارامتر نشان دهنده تخمیر در فراورده های کشاورزی می باشد.

تغییرات شیمیایی هنگام رسیدن و بالغ شدن :

رنگ : تغییر رنگ از واضح ترین تغییرات زمان رسیدن است که معمولاً با از دست دادن کلروفیل و رنگ سبز و ظاهر شدن رنگهای دیگر مانند زرد، نارنجی، قرمز ناشی از رنگیزه هایی مثل کاروتنوئید و آنتوسیانین ها همراه است. استثناً آووکادو و سیب گرانی اسمیت در هنگام رسیدن سبز رنگ باقی می ماند. در مناطق گرمسیری باید میانگین دما به زیر $^{\circ}c$ ۱۳/۵ برسد تا رنگ سبز مرکبات از دست رفته و رنگ زرد آشکار شود.

شکستن کلروفیل تحت تاثیر سه دسته واکنش قرار می گیرد :

۱- تغییرات PH در اثر نشست اسید های آلی از واکوئل تولید PH اسیدی ضعیف می گردد که موجب شکستن کلروفیل می شود. ۲- اکسیداسیون یا سیستم های اکسید کننده ۳- آنزیم کلروفیلاژ

با از دست رفتن کلروفیل رنگیزه های دیگری مثل کارتنوئید ها ظاهر می شود. کارتنوئیدها ترکیبات هیدروکربنهای اشباع ۴۰ کربنه هستند آنها ترکیبات پایداری می باشند که حتی هنگام پیری بدون تغییر می مانند در برخی میوه ها مثل موز و گلابی ساخته شدن کاروتن قبلاً شروع شده و با شکستن کلروفیل رنگ زرد آشکار می شود. ولی در برخی میوه ها مثل گوجه فرنگی و مرکبات همزمان با شکستن کلروفیل سنتز کارتنوئیدها هم آغاز می گردد. رنگ قرمز برخی میوه ها مثل گوجه فرنگی، هندوانه، فلفل و گریپ فروت (دارابی) ناشی از نوعی کارتنوئید به نام لیکوپن است در آب حل نمی شود آتنوسیانین ها به صورت قرمز و ارغوانی هستند و در واکوئل سلول و در آب مخلوط هستند. در لایه های اپیدرمی بیشتر وجود دارند رنگهای قوی هستند و گاهاً سبب می شوند کاروتن و کلرفیل زیر آنها مخفی شود رنگ قرمز در سیب، گلابی، هلو، آلبالو، گیلاس، آلو و توت فرنگی از آنتوسیانین است.

کربوهیدراتها :

در زمان رسیدن کربوهیدراتهای پلی مری به منو ساکارید هایی مثل گلوکز، فرکتوز و نیز به ساکارز تبدیل می شوند. تغییر قند میوه ها می تواند ناشی از حرکت قند به میوه (مثلاً در هلو) و یا شکستن نشاسته ذخیره شده به قند مثلاً سیب و موز باشد گاه در انبار زیر $^{\circ}c$ ۶ در سیب زمینی نشاسته تبدیل به گلوکز و فرکتوز می شود و سبب شیرین شدن سیب زمینی می شود که این حالت خاصیت نامطلوبی است این نوع سیب زمینی ها هنگام سرخ کردن و تولید چیپس و به علت کارامیلیزه شدن قند به جای رنگ طلایی تولید رنگ قهوه ای می کند. که این را اصطلاحاً واکنش مایلارد می گویند. نگه داری سیب زمینی در دماهای بالاتر از $^{\circ}c$ ۹-۸,۷ می تواند سبب عکس شدن این واکنش و تبدیل محدود قند به نشاسته شود. ترکیب قندها با اسید های آمینه در طی واکنش مایلارد در اثر ترکیب قند ها با اسید آمینه در مقابل حرارت ایجاد شده و موجب تولید رنگ قهوه ای می شود. از دیگر تغییرات هنگام رسیدن

شکسته شدن ترکیبات پلی مری مثل پکتین و همی سلولوز به ترکیبات ثابت و محلول در آب مـی باشـد کـه باعـث نرمی بافت میوه شده و میوه را قابل خوردن می کند. که البته در مراحل پیشرفته تر می تواند به متلاشی شدن بافتها منجر شود در این حالت دیواره سلولی و اتصالات بین سلولها ضعیف و سست می شود.

تبدیل شدن از پروتوپکتین نا محلول به اسید گلا کتورونیک محلول باعث نرمی بافت میوه مـی شـود پروتـوپکتین از پلی مرهای بزرگ تشکیل شده که به صورت عرضی با دیگر زنجیره های پلـی مـری از طریـق پلهـای کلـسیم پیونـد خورده و پیوندهایی با دیگر قند ها و مشتقات فسفاته داشته و پلی مرهای بزرگی را تشکیل مـی دهـد آنـزیم پکتـین متیل استداز سبب دمیتلاسیون (خروج گروه های متیل می گردد) هر چقدر گروه های متیـل بیـشتر باشـد ترکیـب نامحلول تر است و با خروج آنها ترکیب محلول تر می شود.

در طی عمل پلی گلاکتروناز پلهای کلسیمی و منیزومی برداشته می شود و همین سبب شکسته شدن ترکیبات پلی مری می گردد کار برد کلسیم مثلاً به صورت کلرید کلسیم با غلظتی ۳٪-۱,۵ می تواند به حفظ سـفتی بافـت میـوه کمک نماید. کلسیم عمر انباری را افزایش و سفتی گوشت را افزایش مـی دهـد. تیمـار بـا آب گـرم $38\ ^{\circ}c$ بـه مـدت ۲۸-۲۴ ساعت سبب غیر فعال شدن آنزیم های موثر در تجزیه ترکیبات پکتینی شده و به سفت ماندن میـوه کمـک می کند.

اسید های آلی :

همزمان با رسیدن مقدار اسید های آلی در اثر تنفس یا تبدیل شدن به قند مقدار آنها کاهش پیدا مـی کنـد و میـوه های رسیده معمولاً اسیدیته کمتری دارند. استثناً موز و آناناس حداکثر اسیدیته را هنگام رسیدن کامل دارند.

مواد فرار و خوش بو :

مواد خوشبو در طی رسیدن در فراورده ها ایجاد می شود و نقش مهمی در کیفیت خوراکی آنها دارد مقدار این مـواد که عمدتاً از مواد فرار هستند و دارای ساختمان اسیدی، الکلی، استری و یا کتونی هستند بسیار کم بوده ولـی نقـش آنها حائز اهمیت است. عمده ترین ماده فرار در فراورده های گیاهی اتیلن اسـت کـه حـدود ۷۵٪-۵۰ از مـوارد فـرار فراورده ا تشکیل می دهد ولی بوی خوشی اتیلن نـدارد و بـوی خـاص خـود را دارد و در یـک میـوه مـی تـوان بـین ۲۰۰-۱۰۰ نوع ماده فرار وجود داشته باشد ولی بوی اصلی هرمیوه به یک یا چند تا از این مواد مربوط می شود.

سبزیها :

تغییرات متابولیکی در هنگام رسیدن در سبزیها به سرعت میوه های فرازگرا نیست به استثنای زمانهای مربوط به جوانه زدن و رشد آنها مثلاً در مورد سبزیهای مانند ماش جوانه زده که به عنوان سبزی به بازار عرضه می شود میزان قند در آنها به سرعت تغییر می یابد چربی و نشاسته سریع تبدیل به قند می شود.

سبزیهایی که به صورت بذر مصرف می شوند مثل لوبیا و نخودفرنگی اگر برای مصرف تازه باشد هنگامی که ۷۰٪ بذر آب دارد برداشت می شوند و در صورتی که به حالت خشک در زمان رکود برداشت شوند حدود ۱۵٪ آب دارند.

تنظیم رسیدن و پیری: Regulation of Ripening & Senescence

مجموع هورمونهای گیاهی تنظیم کننده های رشد و نیز بازدارنده های رشد روی تنظیم زمان رسیدن و پیری دخالت دارد.

سایتوکنین : جزء مواد تاخیر انداز پدیده پیری است کاربرد این دسته مواد مانع از شکستن کلروفیل می گردد.

بنزیل آدنین BA سبب تاخیر در زرد شدن و پیری در سبزیجاتی مانند اسفناج، فلفل، لوبیا، خیار، کاهو، گل کلم، کلم پیچ، تربچه و جعفری می شود. کار برد BA ۲۰ppm موجب سبز ماندن دم میوه در گیلاس می شود (مانع از شکستن کلرفیل)

جیبرلین : کاربرد جیبرلین ها بر روی گوجه فرنگی در مرحله سبز بالغ سبب حفظ سبزی فراروده می گردد جیبرلین ها باعث: ۱- کاهش تنفس ۲- تاخیر در رسیدن ۳- تاخیر در تغییر رنگ میوه می گردد.

محلول پاشی قبل از برداشت خرمالو با جیبرلین باعث تاخیر در رسیدن آن می گردد (البته کاربرد پاییزه جیبرلین ها باعث تاخیر در بلوغ شاخه و به خواب رفتن آنها شده و خطر سرمازدگی پاییزه را افزایش می دهد همچنین باعث کاهش تمایز جوانه و کاهش عملکرد در سال بعد می شود).

همچنین کاربرد GA در مرکبات مانند لیمو موجب سبز نگه داشتن میوه بر روی درخت و حفظ سفتی پوست لیمو می گردد. کاربرد GA در لیمو باعث تاخیر تجمع کاروتن در پوست میوه می شود.

اکسین ها : تحریک کننده تولید اتیلن بوده و نقش تسریع کننده در رسیدن میوه دارد زمان مصرف چند هفته قبل از برداشت است بعضی از قارچ کش ها مثل بنومیل و تیابندازول TB2 علاوه بر قارچ کشی باعث تاخیر در پیری می شود. (هسته مرکزی شبیه سایتوکنین ها) برای ضدعفونی میوه ها از جمله مرکبات به کار می روند هسته مرکزی شبیه به کنتین می باشد و لذا می تواند سبب تاخیر در پیری و حفظ رنگ سبز در محصولاتی مانند نارنگی، لیموشیرین و کلم ها شود.

مالیک هیدرازید MH : باعث جلوگیری از جوانه زدن و سبز شده فراورده هایی مثل پیاز و سیب زمینی می شود. این ترکیب همچنین موجب کاهش تنفس و کاهش فعالیت آنزیم ها ایجاد کننده پیری می شود کاربرد ۱۰۰۰ تا ۲۰۰۰ ppm مالیک هیدرازید رسیدن را در انبه، سیب و گوجه فرنگی به تاخیر می اندازد.(کاربرد تجاری ندارد)

سایکوسل (کلواملوات) CCC : سبب تاخیر در پیری و افزایش عمر انباری در مارچوبه، کاهو و کلم برگی می شوند.

آلار (SADH) : موجب تشدید سنتز اتیلن و تسریع و رسیدن میوه می شود. رنگدانه موجود در گیاهان زینتی شامل کلروفیل (عامل رنگ سبز برگها) کارتنوئید ها (رنگ زرد، نارنجی و قرمز) و آنتوسیانین ها (قرمز، صورتی و آبی) می باشد. رنگ مشاهد شده در گلها به میزان زیادی به PH شیره سلولی آنها بستگی دارد آنتوسیانین در PH های زیر ۷ قرمز و در بالای ۷ به رنگ آبی در می آید و این به پدیده ای در گل رز منتهی می شود که آبی شدن یا (Blueing) نامیده می شود پدیده Blueing در نتیجه شکستن قند و شکستن پروتئین ها به دنبال آن آزاد شدن اسید های آمینه است که به بالا PH رفتن شیره سلولی و قلیایی شدن آن منجر می شود. گلها حساسیت بالای نسبت به اتیلن دارند اغلب گیاهان زینتی نافرازگرا هستند این گیاهان همانند میوه ها و سبزیها پاسخ های متفاوتی به اتیلن می دهند اثر اصلی اتیلن القاء تحریک ریزش در گلها است. گل زبان در قفا (نافرازگرا) است نسبت به اتیلن بسیار حساس و گل میخک (فرازگرا) دارای مقاومت نسبی به اتیلن است.

دما و عمر نگهداری میوه ها و سبزیها :

دما از عوامل اصلی است که بر روی کیفیت و عمر نگه داری میوه ها و سبزیها تاثیر می گذارد، اصلی ترین تاثیرات دما بر روی سرعت تنفس، اختلالات فیزیولوژیکی و حفظ مرغوبیت میوه و سبزی است. در طی تنفس واکنشهای آنزیمی زیادی دخالت دارد که در محدوده دماهای فیزیولوژیکی میزان این واکنش ها با افزایش دما به صورت تصاعدی افزایش می یابد که می توان آن را با استفاده از ضریب حرارتی (Q_{10})

به صورت ریاضی بیان کرد. ضریب حرارتی در مورد واکنشهای شیمیایی ضریب حرارتی شیمیایی در مورد میوه و سبزیهای تازه ضریب حرارت تنفس نامیده می شود. وانت هوف شیمیدان هلندی با یک فرمول رابطه بین سرعت واکنشهای شیمیایی و درجه حرارت را نشان داده است. $Q_{10} = \left(\frac{R_2}{R_1}\right)10/t_2 - t_1$

R_2 : مقدار تنفس در دمای t_2

R_1 : مقدار تنفس در دمای t_1

در مورد واکنشهای شیمیایی در بیشتر موارد $Q_{10}=2$ است. (به ازاء هر ۱۰c افزایش دما ضریب تنفس تقریباً دو برابر می شود) اما در مورد واکنش های متابولیکی این مقدار همیشه صدق نمی کند و ضریب حرارتی تنفس در بافتهای گیاهی در دامنه دماهای فیزیولوژیکی ثابت نمی ماند و مقدار آن تابعی از دما است. ضریب حرارتی تنفس در درجه حرارت های بین ۱۰c-۱ بیشترین مقدار بوده و گاهاً به عدد ۷ می رسد در دماهای بالاتر از ۱۰c مقدار Q_{10} بین ۳-۲ می باشد در دماهای بالاتر به رقم ۱ نزدیک می شود. یعنی با افزایش دما سرعت تنفس بالا نمی رود و عدد کمتر از ۱ یعنی سرعت تنفس کاهش می یابد.

کار برد فرمول Q_{10} : در میوه ها و سبزیها برای تعیین سرعت تنفس در دماهای مختلف می باشد با استفاده از فرمول وانت هوف و دانستن ضریب دمای تنفس برای یک محصول و نیز سرعت تنفس آن در یک دمای معین می تواند سرعت تنفس را در دماهای پایین تر و یا بالاتر محاسبه کرد. شرط استفاده از این فرمول این است که $t_2-t_1\leq 10$ باشد.

مثال اگر میزان تنفس در دمای $t_1=15c$ $R_1= 54\ mg\ CO_2/kg/hr$ و در $t_2=20c$ $R_2= 86\ mg\ CO_2/kg/hr$ ضریب Q_{10} را محاسبه کنید.

مثال دو: اگر $t_1=0c$ و $R_1= 15\ mg\ CO_2/kg/hr$ و $Q_{10}=4$ باشد و در دمای $t_2=5c$ میزان تنفس چقدر خواهد بود.($R_2=?$)

طرز تبدیل میزان CO_2 تولید شده در تنفس به میزان انرژی آزاد شده به صورت حرارت در طی تنفس که برای محاسبه میزان سرد کردن در یک سرد خانه به کار می رود.

دما و عمر نگهداری میوه ها و سبزیها :

واکنشهای فیزیولوژیکی :

فعالیت آنزیم ها در میوه ها و سبزی ها در دمای بالاتر از $^{\circ}c$ ۳۰ کاهش می یابد ولی آنزیم ها در دما های متفاوتی غیر فعال می شوند بسیاری از آنزیم ها در $^{\circ}c$ ۳۵ هنوز فعال هستند ولی بیشتر آنها در $^{\circ}c$ ۴۰ غیر فعال می شوند

قرار دادن مداوم برخی از میوه های فراز گرا در دمای $^{\circ}c$ ۳۰ باعث رسیدن آنها می شود ولی رنگ طبیعی در این میوه ایجاد نمی گردد انواع موزهای کاوندیشی مثل ارقام والری و ویلیامز در دمای $^{\circ}c$ ۳۰ می رسند ولی رنگ پوست آنها سبز باقی می ماند نگهداری مدام در دمای $^{\circ}c$ ۳۰ از جمع شدن رنگیزه لیکوپن در گوجه فرنگی جلوگیری کرده و میوه ها حالت کمرنگ می گیرند. کاوندیش موزهای کوچک ۱۵-۲۰cm و مقاوم به سرما هستند در مناطق نیمه گرمسیری کشت می شوند در ایران رقم والری و ویلیامز در گلخانه کشت می شود.

نگهداری کیفیت میوه ها بستگی به محدوده دمایی فیزیولوژیک فراورده دارد.

فراورده ها به سه دسته تقسیم می شوند :

۱- فراورده های غیر حساس $^{\circ}c$ ۳۰-۰ مثل دانه دارها و هسته دارها.

۲- فراورده های نیمه حساس $^{\circ}c$ ۳۰-۷/۵ مثل مرکبات.

۳- فراورده های حساس $^{\circ}c$ ۳۰-۱۳ مثل موز.

حداقل متابولیسم در بافتها و فراورده های گیاهی در دمای انجماد آنها است که معمولاً بین ۲- تا ۰ درجه است. در هنگام یخ زدن متابولیسم طبیعی سلولها به هم می خورد بنا براین بهترین دمای نگهداری محصول اندکی بالاتر از نقطه انجماد آنهاست البته در صورتی که محصول به سرمازدگی حساس نباشد در دما های پایین و نزدیک به نقطه انجماد سرعت تنفس باعث تغییر در بافته ها می گردد و از دست دادن ویتامین C کاهش می یابد. پایین آوردن دما در زمان نگهداری میوه های فرازگرا موجب تاخیر در رسیدن آنها، کاهش در تولید اتیلن توسط میوه و نیز کاهش واکنش بافت ها به اتیلن می شود. یعنی این فراورده ها باید در زمان بیشتری در معرض غلظت معینی از اتیلن قرار بگیرند تا برسند.

کاهش دما سبب کاهش رشد عوامل فاسد کننده مثل قارچها و باکتری ها شده و باعث جلوگیری از فساد میوه می شود بهترین دمای رسیدن میوه ها $^{\circ}c$ ۲۰ است. در بعضی از میوه ها مثل گلابی در محدوده $^{\circ}c$ ۳۰-۱۰ می باشد. برای افزایش عمر انباری باید میوه ها را در دما های زیر دمای رسیدن نگه داریم (زیر $^{\circ}c$ ۱۰) در دما های بالای $^{\circ}c$ ۱۰ کاهش دما تاثیر اندکی بر انبار داری دارد در حالی که در زیر $^{\circ}c$ ۱۰ کاهش دما تاثیرات محسوس تری را داشته و حتی تغییرات در حد یک درجه می تواند بر عمر انباری فراورده تاثیر گذار باشد (بخاطر با لا بودن ضریب Q_{10} در دمای زیر $^{\circ}c$ ۱۰).

بهترین دما برای نگهداری میوه های حساس به سرمازدگی دماهای بالاتر از نقطه سرمازدگی است مثلاً مرکبات در دمای $^{\circ}c$ ۵ سرما زده می شوند. بعد از انتقال میوه ها به دمای مناسب رسیدن و به دنبال نگهداری طولانی مدت میوه

در انبار و در دما های زیر دمای رسیدن به علت غیر فعال شدن یا از بین رفتن آنزیم های ویژه رسیدن میوه ها به طور طبیعی نمی رسند و برخی ناهنجاری های متابولیکی در میوه ایجاد می شود.

تعادل قند و نشاسته :

نگهداری برخی از سبزی ها مانند سیب زمینی، سیب زمینی شیرین، نخود سبز و ذرت شیرین در دما های پایین باعث تغییر در تعادل نشاسته- قند می گردد، در دماهای عادی (دمای $^{\circ}c$ ۲۵) این تعادل به سمت گرد آمدن نشاسته است ولی در دمای پایین میزان تنفس و نیز تبدیل قند به نشاسته کاهش یافته و قند در بافتها ذخیره می شود دمای بحرانی که باعث جمع شدن قند در محصول می شود بسته به نوع محصول فرق می کند و برای سیب زمینی $^{\circ}c$ ۱۰ و سیب زمینی شیرین $^{\circ}c$ ۱۵ است.

تجمع قند در سبزیهای نشاسته ای یک واکنش نامطلوب می باشد زیرا که این فراورده ها بعد از پختن طعم شیرین و بافت نا مرغوبی دارند و هنگام سرخ کردن به دلیل کارامیلیزه شدن و واکنش بین قند ها و اسید های آمینه (واکنش مایلارد- میار) قهوه ای رنگ می شود.

نگهداری در دماهای $^{\circ}c$ ۲۰-۱۵ می تواند میزان قند سیب زمینی را به حالت طبیعی باز گرداند تجمع قند و جلوگیری از تبدیل شدن آن به نشاسته باعث مرغوبیت ذرت شیرین و نخود سبز می شود، بنابراین محصولات در حالت نا بالغ که بالاترین میزان قند را دارند برداشت می شوند و در انبارهای با دمای پایین نگهداری می شوند تا تبدیل قند به نشاسته را کند کنند.

عمر انباری :

یک دمای ثابت و مناسب برای انبار داری کلیه میوه ها و سبزی ها وجود ندارد و عکس العمل هر فراورده گیاهی در مقابل دمای انبار می تواند متفاوت از سایر فراورده ها باشد در واقع باید اثرات مثبت کاهش دما بر کاهش تنفس و رشد قارچ ها و اثرات منفی ناشی از سرمازدگی مقایسه کرد و نهایتاً دمای مناسب را برای انبار داری انتخاب نمود بین میزان تنفس و عمر انباری رابطه عکس وجود دارد و فراورده های که میزان تنفس کمتری دارند از عمر انباری بالاتری برخوردار می باشند. میزان تنفس در سیب زمینی ۸، سیب ۲۵، انگور ۱۶، پرتقال ۲۰، لوبیا ۲۵۰، نخود فرنگی ۲۶۰ و کاهو ۲۰۰ میلی لیتر $CO_2/Kg/hr$ است. پس سبزی های برگی و نخود فرنگی تنفس بالای دارند.

دمای انبار داری محصولات با توجه به مقاومت آنها به سرمازدگی متفاوت می باشد دمای مناسب انبار داری موز $^{\circ}c$ ۱۳-۱۱، آناناس سبز(نارس) $^{\circ}c$ ۱۰، گوجه فرنگی نارس، کدو حلوایی و سیب زمینی شیرین حدوداً $^{\circ}c$ ۱۰ و لیمو و گریپ فروت $^{\circ}c$ ۱۰می باشد معمولا هر چه میوه نارس باشد حساسیت به سرمازدگی بیشتر است.هر چه نارس باشد بایستی دمای انبار بالاتر باشد.

دمای مناسب انبار داری سیب زمینی، گوجه فرنگی، خیار، پرتقال، نارنگی، آواکادو، انبه، هندوانه، لوبیا سبز و بادمجان $^{\circ}c$ ۹-۵ می باشد.

دمای مناسب نگهداری پاره ای از محصولات مثل دانه دارها و هسته دارها مثل سیب، گلابی، گیلاس، آلبالو، هلو، زردآلو، دانه ریزها شامل انگور، تمشک، انگور رنگی و بسیاری از سبزی ها محدوده ۴+ تا $^{\circ}c$ ۱- هستند بسیاری از سبزی ها مثل مارچوبه، انواع کلم، هویج، کرفس، تره فرنگی، کاهو، نخود فرنگی، قارچ، ریواس، پیاز، اسفناج، چغندر و شلغم در دمای $0^{\circ}c$ نگهداری می شود.

از جمله عواملی که در عمر انبار داری فراورده ها موثر است حساسیت به قارچ های فاسد کننده است که تدریج با پیری محصول این حساسیت افزایش می یابد و می تواند منجر به کاهش عمر انباری محصول شود. توت فرنگی، تمشک و برخی ارقام انگور از جمله فراورده های حساس به بیماری های قارچی هستند.

خنک کردن فراورده ها:

خیلی از محصولات کشاورزی در زمان برداشت دمایی نزدیک به دمای هوا داشته و دمای آنها می تواند حدود $^{\circ}c$ ۴۰ و یا بیشتر باشد در این دما سرعت تنفس بسیار بالا بوده و عمر نگهداری کاهش می یابد برداشت زود هنگام قبل از طلوع آفتاب می تواند راه مقابله ای با این مشکل باشد که البته در مزارع بزرگ عملی نبوده و در مناطق گرمسیری دما در همین موقع هم بالا می باشد هر چقدر گرمای مزرعه سریع تر از محصول گرفته شود و دمای محصول سرعتر به دمای انبار کردن آن نزدیک شود عمر انبار داری فراورده افزایش می یابد سرد کردن فراورده ها را پس از برداشت سرد کردن اولیه Precooking می گویند.

خنک کردن اولیه پیش از حمل و نقل، انبار کردن و یا فرآوری محصول انجام می شود و در واقع شامل روشهایی است که در مدت ۲۴ ساعت پس از برداشت محصول را خنک می کند. خنک کردن اولیه برای فراورده های فاسد شدنی و میوه ها و سبزی هایی که سرعت تنفس بالایی دارند بسیار مفید می باشد مثل توت فرنگی، تمشک، مارچوبه و برخی هسته دارها مثل هلو و زردآلو. گفته می شود که چند ساعت تاخیر برای سرد کردن اولیه تمشک و رساندن دمای آن از $^{\circ}c$ ۲۵ به $^{\circ}c$ ۵ می تواند عمر انباری این میوه را از یک تا دو هفته به یک روز کاهش دهد محصولاتی که

دارای عمر انباری بالایی هستند نیاز به سرد کردن اولیه ندارند اگر چه هر چقدر زودتر خنک شوند بهتر می باشد. در محصولاتی مانند سیب زمینی، سیب زمینی شیرین و یام که به عمل Curing در دمای بالاتر از دمای نگهداری نیـاز دارند معمولاً Precooling انجام می شود. دمای سرد کردن اولیه برای محصولاتی مقاوم به سرما ۵+ تـا ۴+ و بـرای محصولات حساس به سرمازدگی ۱۰ تا ۱۲ درجه است.

انتخاب روش خنک کردن اولیه به سه روش بستگی دارد : ۱- دمای فراورده هنگام برداشت ۲- فیزیولوژی محصول (میزان فعالیت های متابولیکی) ۳- عمر بهینه پس از برداشت فراورده بستگی دارد.

روشهای خنک کردن اولیه:

۱- خنک کردن در انبار: Room cooling

۲- خنک کردن با هوای فشرده (هوای سریع): Forced air cooling & (Pressure cooling)

۳- خنک کردن با آب: Hydro cooling & Cold water

۴- خنک کردن با یخ: (تماسی) Ice cooling & Contact icing

۵- خنک کردن با تبخیر: Evaporative cooling

۶- خنک کردن در خلاء: Vacuum cooling

سرعت خنک کردن:

میزان و سرعت خنک کردن یک فراورده به چند عامل بستگی دارد:

۱- میزان انتقال حرارت از فراورده به ماده خنک کننده که به شکل و اندازه فراورده بستگی دارد.

۲- اختلاف دمای بین ماده خنک کننده و فراورده.

۳- میزان تماس ماده خنک کننده با فراورده .

۴- سرعت خنک کنندگی ماده خنک کننده.

۵- ماهیت و نوع ماده خنک کننده .

میزان و سرعت خنک کردن:

میزان خنک کردن غالباً به وسیله ضریب خنک کردن Cooling Coefficient (C) و یا نصف زمان خنک کـردن Half cooling time (Z) یا (زمان نیم کاهش) بیان می شود. $C = \frac{R}{DT}$

C ضریب خنک کردن R میزان تغییر دمای فراورده در واحد زمان DT اختلاف دمای بین فراورده و ماده خنک کننده

مدت زمان لازم برای رساندن اختلاف دمای محصول با محیط سرد کننده به نصف اختلاف اولیه است. (H.T.C) اگر Z=4 ساعت باشد و یک میوه با دمای ۳۲c را در انبار صفر درجه بگذاریم بعد از ۱۶ ساعت دمای میوه چند است. زمان نیم کاهش از نظر تئوری مستقل از دمای اولیه محصولات بوده و در طول دوره سرد کردن ثابت می ماند

$$Z = Log.e^{\frac{5}{c}}$$

خنک کردن در انبار : Room cooling

متداول ترین روش خنک کردن استفاده از هوای سرد در انبار می باشد فراورده در جعبه، کارتن و یا بسته بندی و در برابر هوای خنک انبار سرد می شود برای اینکه محصول به اندازه کافی خنک شود باید هوا حداقل با سرعت 60m/min حرکت کند. معمولاً محصول پس از سرد شدن در همان انبار نگهداری می شود سرعت سرد شدن در این روش نسبت به سایر روشها پایین است و لذا برای محصولات حساس و فساد پذیر نامناسب است. میزان تلفات آب محصول در این روش زیاد بوده ولی هزینه آن(راندمان خنک کردن) کمتر و برای محصولات مقاوم مناسب تر است.

خنک کردن با هوای فشرده: Forced cooling

فرق آن با روش قبلی : سرعت هوای سرد بر روی میوه بیشتر از قبلی است. در این روش جریان هوای سرد تحت فشار از روی محصول عبور می کند و باعث خنک شدن آن می گردد در این روش کاهش وزن محصول در طی سرد کردن بوده و محصولات آب کمتری از دست می دهند سرعت زمان سرد کردن ۱۰ تا ۲۵٪ زمان لازم در روش خنک کردن در انبار است. خنک کردن با هوای فشرده به ۲ طریق انجام می شود:

عبور میوه ها از روی نقاله و در درون تونلی که هوا با سرعت 200-400 m/min بر روی میوه حرکت می کند و یا در آمریکا این روش با استفاده از عبور هوا با فشار از درون و لابلای جعبه های قابل تهویه انجام می گردد. با این روش می توان نصف زمان خنک کردن را به 20-60 min کاهش داد. می توان از سیستم های مرطوب نگهداشتن هوای درون تونل بخصوص برای سبزیها جهت جلوگیری از کاهش شدید رطوبت محصول استفاده کرد. این روش قابل استفاده برای توت فرنگی، تمشک، انگور، قارچ خوارکی، خیار، فلفل، گل کلم، گلهای بریده، گیلاس و آلبالو است.

خنک کردن به وسیله آب: Hydro cooling

در این روش از آب سرد برای انتقال حرارت و کاهش دمای محصول استفاده می شود. از آنجا که گنجایش حرارتی آب بیش از هوا است این روش سریعتر از روش Air cooling می باشد و سرعت سرد کردن آن دو برابر روش هوای فشرده است. می توان از غوطه وری محصول در آب سرد و یا گذراندن محصول به وسیله نقاله زیر دوش آب سرد استفاده کرد. این روش باعث تمیز شدن محصول می شود که البته در صورتی که خاک محصول از سیستم بیرون

نرود و یا آب کلر دار نباشد خنک کردن با آب می توانند باعث آلودگی فراورده با میکروارگانیسم هـای فاسـد کننـده شود از مزیت های این روش این است که کاهش وزن فراورده طی خنک کردن خیلی کم مـی باشـد اگـر آب را کلـر بزنیم باید غلظت 10 ppmکلر باشد. مناسب ترین روش برای خنک کردن اولیه در هسته دارهای مانند هلو، آلبـالو و گیلاس بوده و همچنین برای محصولاتی مانند کرفس، مارچوبه، ذرت شیرین، هویج، تربچه و شلغم، نخـود فرنگـی و لوبیا سبز می باشد پس از انجام Hydro cooling محصول بلافاصله به سردخانه یا بازار منتقل می شود.

خنک کردن با یخ : Ice cooling

پیش از پیدایش روش های جدید خنک کردن بیشتر مطرح بود ولی امروز بیشتر به عنوان یک روش کمکی اسـتفاده می شود. برای سبزی و تره بار استفاده می شود. می توان از ۶۰٪ یخ و ۴۰٪ آب حاوی ۱٪ نمک طعام استفاده کرد و بر روی محموله های سبزی پاشید که به آن یخ دهی فوقانی یا Top icing گفته می شود. قبلاً برای حمل سبزیها و ..... در واگن ها و کامیون استفاده می شده است. معایب آن هزینه زیاد یخ و کارگر،خطر سرما زدگـی محـصول چکـه کردن آب و پوسیدگ میوه و سبزی است.

خنک کردن در خلاء : Vacuum cooling

برای سبزیهای که نسبت سطح به حجم زیادی دارند استفاده می شوند سرعت عمـل در ایـن روش بـالا و بـه انـدازه خنک کردن با آب است و رطوبت به طور یکنواخت از محصول خارج می شود در این روش سـبزیها در یـک محفظـه محکم که با فشار کم قرار داده می شوند در این فشار آب در دمای خیلی کم به جوش آمده و مقـداری از آن تبخیـر می شود گرمایی که آب در زمان تبخیر شدن از محصول می گیرد سبب خنک شدن آن می شود.

در فشار 760 mm hg آب در ۱۰۰ $^{\circ}$c و در فشار 4/6 mm hg در صفر درجه به جوش می آید در فـشار 5 mm hg آب در ۱ $^{\circ}$c به جوش می آید جوشیدن و خارج شدن درصدی از آب محصولات سبب خنک شدن آن تا نزدیـک صفر درجه می شود به ازاء کاهش هر ۵ درجه دما ۱٪ از وزن فراورده در اثر جوشیدن آب آن کاهش می یابد (تبخیر) در این روش به طور متوسط ٪۳-۲/۵ آب محصول طی سرد کردن از دست می رود که می توان با پاشیدن آب پـیش از بستن محفظه خلاء و یا نزدیک به پایان مرحله خنک کردن در خلاء بر روی فراورده آن را جبران کرد.

میزان خنک کردن در این روش تا اندازه زیادی به نسبت سطح به حجم و آسان از دست دادن آب محـصول بـستگی دارد و لذا بیشتر مناسب سبزی های برگی، مانند: کاهو، اسفناج و کلم پیچ می باشـد ایـن روش بـرای ذرت شـیرین، قارچ، لوبیا سبز، مارچوبه، کرفس، کلم تکمه ای و کلم بروکلی می تواند استفاده شود.

خنک کردن با تبخیر: Evaporative cooling

در این روش سبزی و یا میوه را با استفاده از هوای مرطوب و یا پاشیدن آب مرطوب می کنند و سپس هوای سرد و خشک را از روی آن می گذرانند تبخیر این آب اضافه به خنک کردن محصول منجر می شود این روش در مناطقی که رطوبت نسبی پایین دارند و مناطق خشک و نیمه خشک کارایی دارد روش مناسبی برای مرکبات است.(مناطق جنوب)

استفاده از هوای خنک شب برای خنک کردن محصولات را Night cooling می گویند که برای مناطقی که فاصله دمای شب و روز زیاد است و مناطق نیمه خشک و برای محصولاتی که حساس به سرما هستند مناسب می باشد.

رطوبت و تعرق در میوه ها و سبزی ها :

میوه ها و سبزیها را می توان به صورت آبی در نظر گرفت که در بسته های فانتزی و شکل قشنگ و گران قیمت جا گرفته اند برخی میوه ها و سبزی ها تا ۹۵٪ رطوبت دارند مثل خیار، کاهو، گوجه فرنگی و کرفس و لذا از دست دادن آب و رطوبت در این فراورده ها به معنای کاهش وزن قابل فروش، کاهش کیفیت و بازار پسندی محصولات است. بنابراین کاهش آب محصول موجب: ۱- کاهش وزن محصول ۲- از دست رفتن کیفیت ظاهری محصول چروکیدگی و پژمردگی (خیار و کاهو) ۳- کاهش کیفیت خوراکی محصول مثل تربچه مقدار کاهش رطوبتی که سبب کاهش کیفیت، پژمردگی و غیر قابل فروش شدن محصول می گردد. بین ۳-۱۰٪ و به طور متوسط ۵٪ می باشد این مقدار در سبزیها ۱۰٪-۵ می باشد به عنوان مثال پیاز ۱۰٪ است انواع کلم برگ و گل ۷-۱۰٪ است هویج و مارچوبه ۸٪ است کاهو ۳-۵٪ است اسفناج ۳٪ کلم بروکلی و هویج با برگ ۴٪ این مقدار کاهش رطوبت در سیب ۵-۸٪ و در انگور ۵-۶٪ می باشد رطوبت Humidity یک اصلاح کلی است و به بخار آب موجود در هوا گفته می شود.

رطوبت نسبی Relative Humidity (R.H) بهترین روش برای بیان رطوبت هوا است.

مقدار بخار آب هوا به درجه حرارت و فشار بستگی دارد. هرگاه در یک هوای خشک یک فراورده گیاهی و یا ظرف آب قرار دهیم این فراورده و یا آب ظرف خود به صورت بخار به هوا وارد می کند تا نهایتاً به یک تعادل برسد این تعادل زمانی است که مقدار مولکولهای آب خارج شده از ظرف و وارد شده به آن به صورت بخار برابر باشد این نقطه را رطوبت تعادل یا رطوبت نسبی تعادل گویند. Equilibrium Relative Humidity

رطوبت نسبی تعادل یعنی درصدی از رطوبت در هوا که در طی آن میزان آب خارج شده و یا وارد شده به فراورده یکسان می باشد. رطوبت نسبی تعادل برای آب خالص ۱۰۰٪ است یعنی هنگامی که هوا دارای ۱۰۰٪ رطوبت نسبی

ده به حالت تعادل می رسد. آب موجود در بافتهای میوه ها و سبزیها به وسیله فشار اسمزی سلول نگهداری می شود این آب بیشتر به صورت آزاد است و مقدار کمی از آن با پیوندهای شیمیایی تثبیت و پایدار شده است.

آب درون بافتهای گیاهی دارای مقداری مواد حل شدنی است که فشار بخار را اندکی کاهش می دهد و لذا فشار بخار آب درون بافتی به علت وجود مواد محلول در آب و نیز آبهایی که با سایر ترکیبات پیوند شده اند کمتر از آب خالص است و در مجاورت فراورده های گیاهی هوا کاملاً به حالت اشباع نمی رسد. در مورد بیشتر فراورده های گیاهی رطوبت نسبی تعادل حداقل ۹۷٪ است.

فعالیت آب Water activity **یا پتانسیل آب** water potential :

فعالیت آب یا پتانسیل آب در ارتباط با تعادل رطوبت نسبی بوده و برای بیان سطح انرژی آب در بافتهای زنده در حضور مواد حل شدنی کار می رود. فعالیت آب در واقع میزان دسترسی به آب فراورده را برای فرایند های بیولوژیکی (حیاتی، میکروبی، آنزیمی) تعیین می کند و از نظر میکروبیولوژیست ها از اهمیت بالایی برخوردار است. کاهش اندکی در فعالیت آب و یا کاهش رطوبت نسبی تعادل به ۹۵٪ از رشد بسیاری از باکتری ها و قارچها در محیط کشت جلو گیری می کند اگر چه برخی باکتری ها و قارچها حتی هنگامی که پتانسیل آب به کمتر از ۸۵٪ تعادل رطوبت نسبی برسد به فعالیت خود ادامه می دهند.

کسری فشار بخار : vapor pressure deficit(V.P.D)

اختلاف بین تعادل رطوبت نسبی فراورده و رطوبت نسبی واقعی هوا را اختلاف کسری فشار بخار می گویند کسری فشار بخار معیار بهتری از رطوبت نسبی برای تعیین خشکی هوا و میزان تبخیر محصول است. دو عامل روی آن تاثیر دارد دما و رطوبت نسبی.

در صورتی که انبار دارای رطوبت نسبی ۱۰۰٪ و دمای صفر درجه باشد و یک فراورده نیز دارای رطوبت نسبی تقریباً ۱۰۰٪ و دمای ۲۱/۱ باشد و فشار بخار(V.P) ۱۸/۷۶ مینی بار باشد؟

در حالت دوم اختلاف فشار بخار یا(V.P.D) کمتر بوده و لذا کاهش رطوبت محصول کمتر خواهد بود در ..... حالت اول نشان می دهد حتی در هوای خشک و اشباع نیز تا زمانی که دمای فراورده بیش از دمای انبار است فراورده آب از دست می دهد. همین اهمیت Precooling را نشان می دهد عوامل موثر در تلفات آب محصول: ۱- نوع محصول ۲- اندازه و شکل محصول ۳- پوشش خارجی محصول ۴- دمای محصول ۵- دمای انبار ۶- رطوبت نسبی انبار ۷- جریان هوا ۸- فشار هوا

نوع محصول : محصولات مختلف از نظر تلفات رطوبت با همدیگر متفاوت بوده و این مسئله به ساختمان پوست آنها و ماهیت محصول بر می گردد. مثلاً میزان کاهش وزن ناشی از دست دادن آب در گلابی ها به مراتب بیش ار سیب است و یا توت فرنگی در یک دمای ثابت طی دو روز معادل ۶۰ روز گلابی در همان دما آب از دست می دهد. سبزیجات برگی تلفات آب بیشتری نسبت به غده ها و میوه دارد.

اندازه و شکل محصول: نسبت سطح به حجم عامل اصلی در میزان تلفات آب است فراورده های مانند کاهو و کلم که نسبت سطح به حجم بیشتری دارند آب بیشتری در مقایسه با میوه ها از دست می دهند.

پوشش خارجی محصول: نوع پوشش سطحی و بافت های که زیر آن هستند در میزان کاهش رطوبت فراورده ها موثر است. فراورده هایی که دارای پوشش واکس مانند یا کوتیکول هستند مقاومت بیشتری در برابر خروج رطوبت و آب دارند وجود و میزان روزنه ها و عدسک ها نیز در میزان کاهش رطوبت موثر است. گر چه با کاهش رطوبت روزنه ها بسته می شوند ولی مکانیسمی برای بستن عدسکها وجود ندارد. در میوه های بالغ عدسکها به وسیله واکنش با ترکیبات دیگر مثل موم و گرد و غبار محیط بسته می شوند نبود برخی محصولات غده ای و ریشه ای دارای بافت چوب پنبه (پریدرم) هستند که مانع از تبخیر آب می شوند به طور کلی میزان تعرق به تعداد و اندازه منافذ و طبیعت پوشش واکسی روی فراورده ها بستگی دارد. آسیب های مکانیکی باعث تسریع از دست دادن آب می شود. آسیب ها و برش ها در طی مراحل اولیه رشد و نمو فراورده با ایجاد لایه های از سلول های چوب پنبه ای بسته می شوند ولی توان ترمیم زخم ها با رسیدن اندام های گیاهی به مرحله بلوغ کاهش یافته و لذا زخمهای هنگام برداشت در داخل انبار ترمیم نمی شود استثناً بعضی از غده ها و ریشه ها مثل سیب زمینی، سیب زمینی شیرین و یام توانایی ترمیم و التیام یافتن(Curing) را دارد. در دما های $^{\circ}c$ ۱۵-۷ و رطوبت نسبی ۹۵٪ نگهداری می کنند.

دمای محصول: هر چقدر دمای محصول بالاتر باشد کاهش رطوبت حتی در انبار سرد و رطوبت بالای انبار بیشتر است تاثیرات سرد کردن اولیه Pre cooling می تواند کاهش تلفات وزن ناشی از دست دادن آب می شود.

دمای انبار: تا محدوده دمای فیزیولوژیک گیاه هر چقدر دمای انبار کاهش یابد سبب کاهش تبخیر آب و کاهش اختلاف بخار آب بین محصول و انبار می شود.

رطوبت نسبی: هر چقدر سرعت هوایی که از روی فراورده حرکت می کند بیشتر باشد تلفات آب نیز بیشتر خواهد بود این پدیده به دلیل جابجا شدن هوای اشباع اطراف فراورده با هوای خشک می باشد که موجب افزایش اختلاف فشار بخار (V.P.P) می شود.

فشار هوا: به ازاء ۱۰٪ کاهش فشار هوا میزان تبخیر آب فراورده ۱۰٪ افزایش می یابد به همین دلیل در حمل نقل هوایی کاهش آب محصول در واحد زمان بیش از حمل و نقل جاده ای است ولی زمان کوتاهتر این نوع حمل و نقل به نوعی جبران کننده کاهش آب است.

روشهای کاهش تلفات آب محصول :

از دست دادن آب محصول به عوامل درونی محصول مانند میزان و نوع کوتیکول و ساختمان، پوشش سطحی پوست فراورده و نیز به عوامل خارجی بستگی دارد. به طور کلی بر روی عوامل داخلی نمی توان تاثیر زیادی گذاشت و روشهای به کار رفته برای جلوگیری از تلفات آب در مرحله اول معطوف به کاهش قدرت نگهداری آب در هوا است که به وسیله کاهش دما و افزایش رطوبت نسبی صورت می گیرد که این دو عامل در مجموع باعث کاهش اختلاف فشار بخار بین هوا و فراورده شده و مانع از تلفات آب فراورده می شود. سرد کردن اولیه یکی از روشهای موثر در کاهش تلفات آب محصول است همچنین استفاده از انواع واکس ها و پوشش های مقاوم به آب در سطح پوست فراورده اعم از موم، پارافین و مواد ضد آب و نیز بسته بندی فراورده با کاغذها و پوشش های کاهش دهنده تبخیر می تواند موثر باشد.

افزایش رطوبت:

افزایش رطوبت نسبی محیط از راه های موثر برای کاهش تلفات آب است که در این روش کسری فشار بخار بین محصول و انبار کاهش می یابد البته رطوبت های نسبی خیلی بالا باعث رشد کپک ها و قارچ ها در انبار می شود که با کار برد قارچ کش ها در مرکبات و یا سوزاندن گوگرد در سردخانه انگور با آن مبارزه کرد. (گوگرد بهترین قارچ کش انگور) افزایش رطوبت نسبی می تواند با پاشیدن آب توسط اسپری های ریز، فرستادن بخار آب به انبار به وسیله سیستم مرطوب کننده و یا افزایش دمای مارپیچ های سردخانه انجام شود بهترین درصد رطوبت نسبی انبار داری میوه ها ۹۰٪ می باشد برای سبزیهای برگی مثل کاهو و یا ریشه ای هایی مثل سیب زمینی که دارای ضریب تعرق بالایی هستند رطوبت نسبی ۹۸٪ تا ۱۰۰٪ توصیه می شود. پیاز و کدوئیان به رطوبت نسبی پایینتر ۶۵٪ تا

۷۰٪ نیاز دارند تا مانع از پوسیدگی آنها شود در رطوبت نسبی بالا میزان زخم ها و لهیدگی ناشی از فشار در سیب زمینی کاهش می یابد در سیب رطوبت نسبی بالا به دلیل کاهش وزن کمتر محصول باعث از هم پاشیدن درونی در دمای پایین در ارقام حساس می شود.

گردش هوا :

سرعت حرکت هوا بر روی محصول موثر بر میزان تلفات آب است بعد از انجام Per cooling باید محصول از مقابل شدت جریان هوا خارج شده و یا سرعت حرکت پنکه ها کم شود.

نحوه بسته بندی:

بسته بندی محصول با قرار دادن حفاظ های فیزیکی در پیرامون فراورده سرعت جریان هوا را از سطح محصول کاهش می دهد و لذا سرعت از دست دادن آب کم می شود. ساده ترین روش پوشاندن میوه استفاده از کیسه پارچه ای، جعبه و کارتن برای بسته بندی می باشد. بسته بندی فشرده باعث محدودیت حرکت بخار آب و گازها و لذا کاهش تلفات آب می گردد. میزان تلفات آب محصول به نفوذ پذیری بسته بندی آن نسبت به بخار آب و جنس پوشش بستگی دارد.

بسته های با پوشش نازک پلی اتیلن در مقایسه با بسته بندی های کاغذی یا فیبری آب کمتری از دست می دهند جذب آب توسط مواد مورد استفاده از بسته بندی مانند مشتقات کاغذ، کیسه های کنفی و فیبر های طبیعی موجب کاهش آب محصول می شود جعبه های چوبی ۴ کیلوگرمی در دمای صفر درجه تا نیم کیلو گرم آب جذب می کند. بهترین روش مقابله با این پدیده آغشته کردن جعبه ها یا مواد نا رسانای آب (عایق نسبت به آب) مثل واکس و رزین و یا مرطوب کردن جعبه ها قبل از انبار استفاده است.

کاهش اختلاف دمای کولرها با دمای سرد خانه:

برای جلو گیری از کنداسه (میعان) شدن رطوبت هوای سردخانه بر روی سطح (اوا پورانور،کولر) Evaporator با دمای آنها نزدیک به دمای سردخانه باشد تا مانع از میعان آب بر روی سطح تبخیر کننده ها شده و از کاهش بخار آب سردخانه و تشکیل برفک جلو گیری می شود. بهترین اختلاف دما بین کولر و سردخانه $^{\circ}c$ ۱ است.

التیام دهی: Curing

التیام دهی محصولات ریشه ای در دمای ۷ تا $^{\circ}c$ ۱۵ مثل سیب زمینی، سیب زمینی شیرین با رطوبت ۹۵٪ برای چند روز انجام شده و می تواند موجب تشکیل بافت چوب پنبه ای بر روی نقاط زخم شده و بریده شده و لذا کاهش

تلفات رطوبت گردد. همچنین گرما درمانی در سیب با استفاده از دمای $^{\circ}c$ ۳۵ موجب ذوب شدن واکس و پوشاندن منافذ و عدسک ها می گردد.

اختلالات فیزیولوژیکی (نابسامانی ها) : Physiological disorders

به متلاشی شدن بافت ها در مواردی به غیر از عوامل بیماری زا و یا آسیب های مکانیکی گفته می شود این اختلالات ممکن است به صورت واکنش در برابر شرایط نامساعد محیطی به ویژه دما به نسبت کمبود و عدم تعادل مواد غذایی در طول رشد نمو ایجاد شود.

اختلالات در دمای پایین:

۱- سرمازدگی: Chilling injury (میوه های گرمسیری)

۲- نابسامانی های فیزیولوژیکی (میوه های سردسیری)

سرمازدگی : در اثر روبرو شدن بافت های حساس به دما های پایین تر از $^{\circ}c$ ۱۵ رخ می دهد این اختلال به ویژه در گیاهان گرمسیری و نیمه گرمسیری مشاهده می شود. دمای بحرانی که عوارض سرمازدگی در آن مشاهده می شود و همچنین علائم سرمازدگی در بین فراورده های مختلف متفاوت می باشد. سرمازدگی متفاوت از یخ زدگی است که در دماهای بالاتر از صفر درجه اتفاق می افتد.

علائم سرمازدگی :

بروز علائم سرمازدگی به شدت سرمازدگی بستگی دارد و گاهاً در سردخانه خود را نشان نداده و بعد از انتقال به هوایی گرمتر خود را نشان می دهد .

فرو رفتگی: Pitting

از تخریب سلولهای زیر پوست به وجود می آید و موجب فرورفتگی های سطحی بر روی پوست می شود و از عمومی ترین عوارض گیاهان حساس به سرما می باشد سرعت تشکیل حفره ها به دما و رطوبت نسبی بستگی دارد هر چه رطوبت نسبی بالاتر باشد این علائم دیرتر ظاهر می شود در رطوبت نسبی پایین سلولها آب بیشتری از دست داده و خشک شده و فرورفتگی بیشتری در پوست ایجاد می گردد.

قهوه ای شدن : Browning

قهوه ای شدن گوشت میوه از علائم دیگر سرمازدگی است که ابتدا در اطراف دسته های آوندی در میوه ظاهر می شود قهوه ای شدن احتمالاً در اثر عمل آنزیم پلی فنل اکسیداز بر روی ترکیبات فنلی ایجاد می گردد. مثال در

بادمجان قهوه ای شدن در مجاورت آوند ها و به صورت درونی Internal و در لوبیا به صورت قهوه ای شدن بـر روی سطح غلاف External می باشد.

آبکی شدن: Water soaking

از علائم دیگر سرمازدگی آبکی شدن سبزی های برگی و بعضی از میوه ها مثل خربزه درختی است.

رسیدن غیر طبیعی: Abnormal ripening

سرمازدگی موجب کندی رسیدن یا رسیدن غیر طبیعی می گردد گوجه فرنگی سبز اگر دچار سـرمازدگی شـوند بـه خوبی و به صورت یکنواخت نخواهد رسید از نظر حساسیت به سرمازدگی گوجه فرنگی قرمز کمترین و بعد صورتی و بعد سبز است. هر چه نارس تر باشد حساس تر است. سرمازدگی سبب می شود مرکباتی مثل لیمو توان تغییـر رنـگ پوست خود را از سبز به زرد از دست بدهد.

پوسیدگی محصول:

محتویات سلولها مانند اسید های آمینه، قندها و نمک های معـدنی در اثـر شکـسته شـدن دیـواره سـلولها ناشـی از سرمازدگی به بیرون ریخته و محیط مناسبی برای رشد پاتوژن ها ازجمله قارچها فراهم می شود بنـابراین از عـوارض بعد از سرمازدگی افزایش درصد پوسیدگی محصول است محصولات سرما زده در اثر عدم تامین انرژی لازم برای بقـاء خود دچار پیری زود رس می شوند. محصولات سرما زده عمر انباری و نگهـداری کمتـری دارنـد همچنـین ترکیبـات شیمیایی در این فراورده ها تغییر می نماید و موجب تولید مزه و بوی بد فراورده های سرما زده می شود مزه لیمو در اثر سرمازدگی به تلخی می گراید.

میزان حساسیت محصولات باغبانی به سرمازدگی:

محصولاتی که موطن آنها مناطق گرمسیری و نیمـه گرمـسیری اسـت بـه سـرمازدگی حـساس تـر و دمـای بحرانـی سرمازدگی در آنها بالاتر می باشد محصولاتی مانند آووکادو، پاپایا، مـوز، مرکبـات، آنانـاش، خیـار، بادمجـان، فلفـل و گوجه فرنگی سبز خیلی به سرمازدگی حساس هستند. محصولاتی مانند بامیه دارای حساسیتی متوسط و انواع لوبیـا حساسیت کم تا متوسط به سرمازدگی می باشد میوه های مناطق معتدلـه مثـل سـیب و همچنـین سـیب زمینـی و مارچوبه حساسیت کمی به سرمازدگی دارند.

از نظر حساسیت به سرمازدگی محصولات به سه دسته تقسیم می شوند:

۱- غیر حساس به سرمازدگی (نگهداری در صفر درجه)

۲- کمی حساس به سرمازدگی (نگهداری در ۳ درجه)

۳- خیلی حساس به سرمازدگی (نگهداری در ۱۳ درجه)

مکانیسم سرمازدگی: Chilling mechanism

نخستین اثر دما بر روی غشاء های سلولی در گیاهان و سیال بودن چربیهای غشاء می باشد. چربیهای غشاء در دمای بالا به سرعت سیال و متحرک هستند و در پایین تر از دمای بحرانی این چربیها به حالت غیر سیال و ژله مانند در می آیند این تغییر حالت فیزیکی باعث تغییر خواص غشاء سلولی به ویژه فعالیت آنزیم آن می شود که تولید انرژی و سنتز پروتئین دخالت دارد. تغییر فازی لیپید های غشاء از حالت مایع به ژله نفوذ پذیری غشاء را به $\frac{1}{3}$ کاهش می دهد در فراورده های گیاهان گرمسیری و نیمه گرمسیری غشاء های سلولی حاوی اسید های چرب اشباع با نقطه ذوب بالا هستند (۱۰ تا ۱۵ درجه) و لذا تحت دما های بالاتری دچار سرمازدگی شده و تغییر حالت یا فاز می دهند ولی فراورده های مناطق معتدله دارای مقداری بیشتری چربی های غیر اشباع با نقطه ذوب پایین تری هستند و لذا در دماهای نزدیک به (۰تا ۵ درجه) تغییر فاز داده و به حالت ژله ای در می آیند. هر چقدر اسیدهای چرب غیر اشباع به اسیدهای چرب اشباع در غشاء سیتوپلاسمی بالاتر باشد محصول به سرما مقاومتر است. البته سرما باعث می شود که مقدار زیادی از فسفر لیپید های غشاء میتوکندری از بین برود و برخی آنزیم ها نیز آزاد شوند همچنین سرمازدگی باعث ایجاد اختلال و تخریب در غشاء واکوئل می شود.

عکس العمل محصولات منطقه گرمسیری و نیمه گرمسیری در مقابله با سرما متفاوت با محصولات مناطق معتدله است و میتوان آن را از رابطه لگاریتمی یک فعالیت فیزیولوژیک یا بیوشیمیایی مثل تنفس با عکس دمای مطلق $\frac{1}{T}$ نشان داد.

گل کلم به سرمازدگی حساسیت کمی دارد و با کاهش دما به تدریج شدت تنفس در آن کاهش می یابد گوجه فرنگی حساس به سرما زدگی است و با کاهش دما در نقطه $10\ ^{\circ}c$ شکست تنفس ایجاد شده و سرعت کاهش در تنفس به صورت ناگهانی افزایش می یابد. دمای که تغییر ناگهانی در فعالیت فیزیولوژیکی در اثر سرمازدگی در آن اتفاق می افتد دمای نقطه شکست Break temperature می گویند. رابطه نزدیکی بین دمای نقطه شکست و فعالیت های فیزیولوژیکی گیاه و سیالیت چربی های غشاء در میوه های مناطق معتدل و گرمسیری وجود دارد.

نظریه تغییر فاز چربیها:

اگر چه به عنوان مکانیسم اصلی سرمازدگی پیشنهاد می شود ولی ایرادات و ابهاماتی نیز در این نظریه وجود دارد:

۱- دمای پایین بی درنگ بر روی سیال بودن غشاء ها اثر می گذارد اما نشانه های سرمازدگی ممکن است ساعت ها و یا حتی ماه ها بعد پدیدار شود همچنین ممکن است علائم سرمازدگی پس از قرار گرفتن در دمای بالا نمایان شود.

۲- دمای نقطه شکست همیشه با دمای بحرانی که موجب سرمازدگی می شود سازگاری نداشته و منطبق نیست.

۳- اثر سرما بر روی غشاء ها بی درنگ برگشت پذیر است و غشاء های ژله ای شده می تواند در دما های بالا مجدّداً به حالت سیال در آید ولی سرمازدگی عموماً برگشت پذیر نیست و تابعی از مدت زمان قرار گرفتن فراورده در برابر سرما است.

سرمازدگی را می توان به وسیله مواد سمی یا Toxic hypothesis نیز شرح داد:

تولید ترکیبات سمی مانند اتانول، استالدئید و انباشته شدن آنها در دمای پایین عامل تخریب سلولها می باشد این ترکیبات در حالت عادی به وسیله آنزیم های مربوطه وارد متابولیسم شده و به مصرف می رسد ولی این آنزیم های موجود در میتوکندری و غشاء سلول فعالیت عادی خود را در اثر سرما از دست می دهد و مواد حاصل از گلیکولیز را نمی تواند متابولیسم کنند و این کار یعنی جمع شدن متابولیست ها و ایجاد خسارت ناشی از سرمازدگی به سلول منجر می شود.

در طی دما نقطه شکست نشت مواد از بافت، اکسداسیون، میتوکندری، به هم خوردن ساختار سلول، کاهش میزان فتوسنتز، عدم تعادل و بیشتر نظمی در متابولیسم گیاه، جمع شدن مواد سمی و ظاهر شدن علائم سرمازدگی اتفاق می افتد.

هر چقدر نسبت اسید های چرب اشباع نشده به اسید های چرب اشباع در غشاء سلولی بالاتر باشد محصول مقاومت بیشتری به سرمازدگی دارد.

هر چه محصول بالغ تر باشد سرمازدگی در آن کمتر اتفاق می افتد در محصولی مثل آووکادو در مرحله Post climacteric مقاومت به سرمای بیشتری نسبت به مرحله Pre climacteric دارند.

میوه های رسیده Ripe yellow مقاومت به سرمای بالاتری نسبت به میوه های Unripe نارس دارند گریپ فروت در مرحله Yellow مقاومت به سرمای بیشتری نسبت به مرحله Green دارد.

دمای مزرعه قبل از برداشت نیز بر روی بروز سرمازدگی موثر است دما های پایین چند هفته قبل از برداشت می تواند سبب بروز علائم سرمازدگی گردد و رسیدن را در میوه هایی مثل گلابی و گوجه فرنگی مختل نماید و سبب قهوه ای شدن داخلی در سیب زمینی و یا از هم پاشیدگی ناحیه Core (ناحیه مرکز میوه Core line break down) شود.

اثر سرمازدگی بر تولید اتیلن :

در اثر سرمازدگی عمل آنزیم ACC سنتاز تغییر نمی کند ولی فعالیت آنزیم ACO اکسیداز کاهش می یابد بنابراین مقادیری ACC در بافت ها تجمع می یابد در اثر رفع سرمازدگی و گرم شدن مجدد فراورده ACC به اتیلن تبدیل می شود بنابراین پس از قرار دادن فراورده های سرما زده در محیط گرم تولید اتیلن شان افزایش می یابد همچنین بعد از سرمازدگی اگر محصول به دمای بالاتری منتقل شود تنفس افزایش می یابد.

اثر سرمازدگی بر فتو سنتز در گیاهان :

سرمازدگی سبب کاهش فتو سنتز در گیاهان می شود دلایل این امر:

۱- عدم توانایی گیاه برای تشکیل کلروفیل.

۲- کاهش فعالیت آنزیم های که CO_2 را به گروه کربوکسیل COOH تبدیل می کند.

۳- متوقف شدن انتقال مواد کربوهیدراتی در آوند های آبکش

۴- عدم جایگزینی آبی که در اثر تعرق از دست رفته است بنابراین روزنه ها بسته شده و فتو سنتز کاهش می یابد.

افزایش نفوذ پذیری و نشت مواد الکترولیت در سلولها:

در اثر سرما زدگی سلولها، غشاء ها دچار آسیب شده و برخی یونها و مواد الکترولیتی از سلول نشت می کند میزان نشت یونها می تواند به وسیله قرار دادن بافتها در آب مقطر و اندازه گیری هدایت الکتریکی (EC) این آب پس از چند ساعت توسط EC متر انجام شود.

کنترل سرمازدگی :

۱- سرد کردن تدریجی Temperature condicioning یا گرم کردن اولیه و سپس سرد کردن: به وسیله گرم کردن اولیه محصول و قراردادن آن در دمای $^{\circ}c$ ۱۵-۱۰ برای چند روز و سپس رساندن دمای انبار به

دمای نگهداری محصول مثلاً صفر درجه می توان فراورده ها را نسبت به سرمازدگی مقاوم کرد در واقع در این روش در زمان نگهداری در دمای بالا مقدار اسید های چرب غیر اشباع بالا می رود و موجب مقاومت محصول به سرمازدگی در انبار سرد می شود این روش برای بسیاری از فراورده های گیاهی مانند خیار، گوجه فرنگی، فلفل دلمه ای، هلو، لوبیا و پیاز نرگس استفاده می شود.

۲- گرما دهی متناوب Intermittent warming : یعنی در حین نگهداری محصول در انبار سرد به طور متناوب و هر چند وقت یک بار دمای انبار را بالا ببریم این روش به طور موفقیت آمیزی باعث کاهش خسارت سرمازدگی در سیب، شلیل، هلو، آلو، مرکبات، بامیه، فلفل دلمه ای و سیب زمینی شده است مکانیسم عمل به نحوه زیر است : الف)گرم کردن موقت باعث متابولیسم و مصرف مواد سمی می گردد که در دماهای پایین و در بافت ها جمع شده است. ب) ترمیم ساختارهای درون سلولی مثل ترمیم غشاء سیتوپلاسمی و ساختار میتوکندری و پلاست ها (در گوجه فرنگی دمای گرم کردن $^{\circ}c$ ۱۸ است).

۳- استفاده از ترکیبات شیمیایی: محلول پاشی غشاء دو برگی چغندر با استفاده از اتانوا آمین باعث افزایش مقاومت به سرمازدگی در آنها می شود و این از طریق افزایش مقاومت سیتوپلاسم، میتوکندری و غشاء های سلولی به سرما می باشد استفاده از برخی قارچ کش ها مثل تیوبندازول، ایمازالین و بنومیل که هسته سایتوکینی دارند یا سایتوکنین مصنوعی مثل BA (بنزیل آدنین) موجب کاهش سرما زدگی می شود. $Cacl_2$ کلرید کلسیم ضمن مقاوم کردن دیواره سلولی موجب افزایش مقاومت به سرمازدگی می شود.

۴- کنترل هورمونی : هورمون هایی مثل IAA یا ایندول اسید استیک، IBA ایندول بوتریک اسید، CEPA و اتفون که تسریع کننده رسیدگی میوه هستند باعث افزایش مقاومت به سرمازدگی در برخی از فراورده های گیاهی می شود.

۵- استفاده از انبارهایی با اتمسفر کنترل شده Controlled atmosphere: که دارای مقدار CO_2 بالا هستند موجب کاهش سرمازدگی و بروز آسیب های مثل Pitting یا حفره دار شدن در میوه می شود که علت آن بالا نگهداشتن نسبت ATP به ADP که باعث حفظ و انجام فعالیت های حیاتی می گردد.

۶- نوع بسته بندی : استفاده از کیسه های پلاستیکی که موجب CO_2 بالا و O_2 کم در اطراف فراورده می شوند و همچنین رطوبت نسبی را بالا می برند و باعث کاهش خسارت سرمازدگی می شود.

۷- بالا نگهداشتن رطوبت نسبی انبار: موجب کاهش خسارت ناشی از سرمازدگی و از دست دادن آب محصول در اثر حفظ فشار هیدولیکی بالای سلولها می شود.

۸- استفاده از واکس : موجب کنترل میزان رطوبت از دست داده شده توسط محصول و کاهش عوارض سرمازدگی می شود.

۹- انبارهای کم فشارHypobar : سبب خروج اتیلن از انبار و کاهش اثرات سرمازدگی می گردد.

اختلالات فیزیولوژیکی :

اختلالات فیزیولوژیکی صرفاً در میوه های مناطق معتدله مانند سیب، گلابی، و میوه های هسته دار و همچنین در مرکبات مطرح است. بیشتر این نابسامانی ها در ناحیه مشخصی از بافت میوه اثر می گذارد. طبقه بندی این اختلالات فیزیولوژیکی چندان علمی نبوده و کاملا بر اساس علائم ظاهری است این عوارض معمولا در دماهای پایین کمتر از $5^{\circ}c$ ایجاد می شود. میزان حساسیت به این عوارض به عواملی مثل بلوغ در هنگام برداشت، عملیات داشت، آب و هوا در طول فصل رشد، اندازه فراورده و عملیات برداشت بستگی دارد. کاهش تدریجی دمای انبار از $3^{\circ}c$به $0^{\circ}c$ در طی یک ماه اول انبار داری باعث کاهش موثر در از هم پاشیدن ناشی از دمای پایین (low temperature break down) و نیز سوختگی نرم Soft scald در سیب شده است. در سیب و هسته داران با افزایش دمای انبار به $20^{\circ}c$ برای چندین روز در اواسط مدت نگهداری میوه می توان شدت از هم پاشیدن میوه را به حداقل رساند.

استفاده از انبارهای کنترل اتمسفر با ۲٪ گازکربنیک ممانعت از لکه جاناتان Jontans Pot شده و قهوه ای شده اطراف برچه ها و از هم پاشیدگی گوشت میوه را در سیب کاهش می دهد.

سوختگی سطحی Superficial scald در انبارهای کنترل اتمسفر تشدید می شود و گاهاً سبب از هم پاشیدگی میوه می شود این پدیده می تواند به علت رطوبت بالا، محدود کردن میزان تهویه و گرد آمدن مواد فرار در اتمسفر انبار باشد (عیب انبار کنترل اتمسفر). ۱- از اختلالات مهم فیزیولوژیکی در میوه ها انواع Scald یا سوختگی مانند Soft scald سوختگی نرم یا لکه قهوه ای و Superficial scald سوختگی سطحی می باشد.

در حالت سوختگی سطحی پوست تغییر رنگ یافته و اندکی نیز فرورفتگی در محل تغییر رنگ یافته ایجاد می شود در سوختگی نرم بخش های از پوست به رنگ قهوه ای یا سیاه در آمده و فرورفتگی های عمق تری ایجاد می شود. براساس تحقیقات انجام شده این اختلال در اثر اکسید شدن ماده ای به نام آلفا فارنسین α- farnesene که محلول در چربی بوده و پوست میوه وجود دارد ایجاد می گردد. اکسید شدن آلفا فارنسین به متلاشی شدن سلولها و قهوه ای شدن پوست می انجامد که در مراحل پیشرفته و با از دست دادن آب سلول ها می توانند حالت فرورفتگی در این بخش قهوه ای شده ایجاد گردد.

کاربرد مواد آنتی اکسیدان antioxidan مانند دی فنل آمین Diphenyle amine با غلظت ۲٪-۱بلا فاصله بعد از برداشت تا یک هفته بعد از برداشت و یا کاربرد اتوکسی کوئین Ethoxy quine می تواند مانع از اکسید شدن این

ماده و باعث جلوگیری از سوختگی سطحی شود سوختگی سطحی بر روی درخت مشخص نبوده و پس از انتقال به سرد خانه بخصوص ۱۲ ساعت بعد از خروج از سردخانه خود را نشان می دهد حساسیت ارقام به سوختگی سطحی یکسان نبوده و ارقامی مثل Red Delicious، Rome beauty، Imperial، Grany smith و همچنین سیب های ایرانی مثل شمیرانی، زنوز، مرند، گلاب و شفیع آبادی حساسیت بیشتری دارند. عارضه scald در وسط جعبه ها بیش از روی جعبه ها مشاهده می شود که می تواند به تجمع ترکیبات فرار مانند استرها بر گردد.سالهایی که ۶-۴ هفته قبل از برداشت هوا گرم و خشک است و شبها سرمای کافی وجود ندارد آبیاری بیش از حد درختان، پوشاندن جعبه ها و ممانعت از حرکت هوا، عدم تهویه مناسب انبار و برداشت محصول بعد از بلوغ در مرحله prematurity سبب تشکیل عارضه scald می گردد.

آفتاب سوختگی San scald یا sun burn :

از عوارض دیگری است که در اثر شدت تابش آفتاب و یا مواجه ناگهانی به نور آفتاب ایجاد می گردد که سبب ایجاد لکه های برنزه می گردد که در مراحل شدید تر می تواند به حالت قهوه ای و سیاه درآید.

۱- از سایر عوارض فیزیولوژیک می توان به از هم پاشیدگی بر اثر پیری senescent break down اشاره کرد. که به قهوه ای شدن و آردی شدن گوشت در میوه های رسیده و بیش از حد نگهداری شده ظاهر می شود. رقم سیب R.D > G.D حساس است.

۲- از هم پاشیدگی در اثر دمای پایین Low temperature break down که موجب قهوه ای شدن ناحیه کورتکس یا گوشت می شود.

۳- اگر فقط دور برچه ها قهوه ای شود core flush است یا قهوه ای شدن ناحیه پیرامون برچه ها.

لکه پیری senescent blotch لکه خاکستری سطحی روی میوه هایی که زیاد نگهداری شده اند.

Brown heart (قهوه ای شدن قلب میوه) نواحی مشخص قهوه ای در گوشت میوه. Jonathan spot لکه جاناتان خالهای سطحی در ناحیه سلولهای چوب پنبه ای پوست که در اثر دمای بالا ایجاد می گردد.

آب گز شدن Water core :

این عارضه محصول را بر روی درخت مبتلا می کند و علائم آن نواحی شفاف، سخت و لزج داخل گوشت میوه که اغلب از تخمدان شروع می شود. علائم اولیه آن لکه های شفاف و آبکی در مجاورت تخمدان است که با شکافتن

میوه قابل مشاهده است در مراحل بعدی این قسمتهای شفاف توسعه یافته و بزرگتر مـی شـود همزمـان بـا رسـیدن محصول این عارضه تشدید می شود. در صورت باقی ماندن محصول پس از رسـیدن بـر روی درخـت شـدت عارضـه زیادتر می شود این عارضه در اثر نشت فضاهای بین سلولی است بهترین راه مبارزه آن برداشت زود هنگام میوه قبـل از ابتلا آن به این عارضه است.

Water core در سیب هایی که در مناطق گرمتر پرورش می یابند بهتر اتفاق می افتد. ارقام Red Delicious و گرانی اسمیت نسبت به گلدن حساستر هستند. آلار باعث تاخیر در ظهور این عارضه می شود. در حالت ضعیف علائم Water coreدر سردخانه از بین می رود ولی در شرایط شدت عارضه میوه ها بعد از انبـار داری از بـین مـی رونـد. میوه های مبتلا به Water core را باید سریعاً به بازار ارائه کرد.

اختلالات فیزیولوژیکی ناشی از کمبود یا عدم تعادل عناصر در گیاه :

کلسیم: کمبود برخی مواد معدنی و یا عدم تعادل آنها می تواند منجر به برخی عوارض فیزیولوژیکی در میـوه ها و سبزی ها شود عنصر کلسیم بیشترین نقش و اهمیت را در نابسامانی های ناشی از کمبود عناصر دارد.

Tip burn یا نوک سوختگی در انواع کلم، کاهو، کاسنی و فلفل. قهوه ای شدن درونی در کلم تکمـه ای، سـوختگی ناحیه گلگاه Blossom end rot در گوجه فرنگی، هندوانه، فلفل، و نیز لکه تلخ Bitter pit در سیب از اخـتلالات مرتبط با کلسیم هستند. برخی از این اختلالات مانند پوسیدگی انتهایی در گوجه فرنگی با کاربرد نمک های کلسیم تا حدودی قابل رفع می باشد درحالی که در مورد عارضه ای مثل لکه تلخ کاربرد کلسیم نمی توانـد بـه طـور کامـل سبب رفع عارضه گردد.

لکه تلخ Bitter pit :

عارضه لکه تلخ قبل از برداشت هم مـشاهده مـی شـود ولـی عمـدتا بعـد از برداشـت قابـل مـشاهده اسـت. این عارضه در نزدیکی سطح پوست سلولها بصورت لکه های آبکی یا تاول مانند ایجاد می شود که بعدا به لکـه هـای قرمز و نهایتا قهوه ای و تیره تبدیل می شود در محل این لکه ها حفره هایی به قطرmm ۴-۱ایجـاد مـی گـردد کـه بافت آنها قهوه ای و چوب پنبه ای است و بیشتر در ناحیه کاسـبرگ هـا calyx end ایجـاد مـی شـود ایـن بخـش قهوهای و چوب پنبه ای تلخ بوده و از این نظر مشابه کمبود بر می باشد. ارقام R. Delicious و Northern spy با شدت بیشتری این عارضه را نشان می دهند ولی در ایران این عارضه در G.D نیز شدید می باشـد. (ایـن عارضـه تحت تاثیرعدم تعادل بین سه عنصر ca، Mg ،k می باشد) این اختلال اگر چه به کمبود کلسیم ربط داده می شـود ولی در واقع به تعادل بین سه عنصر ca، Mg، k مرتبط می باشد هر عاملی که این تعـادل را بـر هـم زنـد سـبب

ایجاد این عارضه می شود از جمله این عوامل که باعث به هم زدن تعادل می شوند میزان کم میوه درخت است و لذا در درختان جوان که میوه کمی می دهند زمان هرس شدید، تنک کردن شدید درخت و نسبت بالای برگ بـه میـوه شدت این عارضه را بیشتر می کند.

میوه های درشت تر و میوه های نا بالغ حساسیت بیشتری دارند آبیاری نا منظم خصوصا آبیاری زیاد آخر فصل، دادن کود ازته زیاد، تعرق شدید و عدم تعادل بین آب برگ و میوه از عوامل تشدید کننده آن هستند.

روش های کنترل این عارضه تنظیم آبیاری و آبیاری متعادل که از تنش آبی در درختان جلوگیری می کنـد تنظـیم کود دهی در درختان، محلول پاشی نمک های کلسیم مثل کلرو کلـسیم $cacl_2$ بـر روی درخـت و نیـز میـوه هـای برداشت شده می باشد.

تیمار فراورده ها برای کنترل حشرات:

کنترول و از بین بردن حشرات و لارو آنها از روی محصولات کشاورزی جهت صادرات از اهمیت بالایی برخوردار است از جمله این آفات انباری می توان به مگس مدیترانه ای در نارنگی و شب پره هندی در انجیر خـشک اشـاره کـرد. از تیمارهای مختلفی برای کنترل آفات انباری استفاده می شود برای کنترل مگس مدیترانه ای از مواد شـیمیایی مثـل متیل بروماید و اتیلن دی بروماید استفاده می شود که گازهای سمی و خطرناک هستند.بهترین دمای گوشـت میـوه برای استفاده از این مواد ۲۱c است.

در مورد محصولات غیر حساس به سرما می توان به صورت توام از متیل بروماید و سرما دهی استفاده کرد که به این ترتیب دز مورد استفاده متیل بروماید کاهش می یابد. از ترکیبات شیمیایی دیگر مثل فسفین phosphine هم می توان استفاده کرد بهترین تیمار ها برای از بین بردن تخم حشرات تیمار حرارتی است.

استفاده از تیمار های شیمیایی در حال حاضر بسیار محدود بوده و بهترین، سـالم تـرین و ارزان تـرین روش کنتـرل حشرات در انبارها تیمار حرارتی Heat treatment است.

برای کنترل مگس میوه از دمای۴۳c به مدت ۸ ساعت در شرایط مرطوب استفاده می شود. برای کنترل آفات انباری در خرمای خشک و انجیر خشک در دمای۷۰c-۴۵ به مدت ۳ ساعت استفاده می کنند از تیمار های هوای سرد هـم می توان برای کنترل حشرات استفاده کرد. ۱۰ روز نگهداری در دمای 0c و یا پایینتر تیمـار مناسـبی بـرای کنتـرل مگس مدیترانه ای است برای محصولات حساس به سرمازدگی ابتدا گرما دهی و سپس سرما دهـی انجـام مـی شـود مثلا در مرکبات از دمای۲۵ c برای چند ساعت استفاده می شود و سپس سرما دهی در دمای۱۲/۵ cانجام می شود.

یکی دیگر از راه های کنترل حشرات انبارداری استفاده از انبار های کنترل اتمسفر با غلظت o_2 کم و Co_2 بـالا مـی باشد.

در میوه هایی مثل بادام از O_2 به غلظت ۱۵٪ و CO_2 به غلظت به مدت ۸-۴ روز برای کنترل حشرات استفاده می شود. از روشهای دیگر کنترل آفات انباری پرتو تابی، تابش اشعه Radiation است که هزینه بالاتر داشته و قابل قبول در بسیاری از کشورها نیست و همچنین ممکن است به میوه ها صدمه بزند.

بیماری های شایع در محصولات کشاورزی :

بسیاری از باکتریها و قارچها می توانند سبب پوسیدگی پس از برداشت میوه ها و سبزیها شود.

عمده ترین عوامل پاتوژن بیماری زا قارچ های :

Penicilium, Botrytise, Alternaria, Phomopisis, Diplonia, Monilia, Sclerotinia, Rhizopos

و باکتری Pseudomonas, Rhizopos

غالباً رابطه ویژه ای بین میزبان (میوه و سبزی) و عامل بیماری زا وجود دارد. مثلاً پوسیدگی کپک سبز ناشی از Penicillium digltatum خاص مرکبات است ولی Penicillium expansum یا کپک آبی ویژه سیب، گلابی و مرکبات است.

پوسیدگی قهوه ای (Monilia) بیشتر در هسته دارهایی مثل هلو، آلو، گیلاس و آلبالو ایجاد می شود. کپک خاکستری Botrytis بیشتر در انگور، پوسیدگی نرم باکتریایی ناشی از Erwinia در سیب زمینی و سبزیهای برگی بطور کلی میوه هایی که PH کمتر از ۴/۵ دارند بیشتر مورد حمله قارچها و سبزیها که دارای PH بالاتر از ۴/۵ هستند عمدتاً به پوسیدگی های باکتریایی مبتلا می شوند. سیب با PH=4 باکتری نمی تواند عمل کند ولی قارچ عمل می کند.

Curing یا التیام دهی در دماهای ۱۵c-۷ و رطوبت ۹۵٪ در غده هایی مانند سیب زمینی و در ۳۰c و رطوبت ۹۰٪ در میوه هایی مانند مرکبات مانع از نفوذ کپک سبز می شود.

تیمار حرارتی موجب lignin لیگینی شدن بافت های آسیب دیده در مرکبات شده و از نفوذ قارچ جلوگیری می کند.

اندازه گیری مواد جامد کل Total soluble solid :

یکی از روشهای کمی Objective است. در عمده مواد جامد محلول قند است. در میوه های مانند مرکبات، انگور، انار، کیوی، طالبی و آناناس.

اندازه گیری TSS توسط دستگاه Refractometer انجام می شود در منابع فام نگار نامیده اند ..... (شکست نور) را می سنجد. اساس کار این دستگاه تعیین میزان شکست نوری است که وارد دستگاه شده و از یک لایه نازک آب میوه که حاوی مواد جامد محلول است که می گذرد. واحد TSS درجه بوکیس B که برابر درصد است. هر چقدر مقدار مواد محلول در آب میوه بیشتر بوده دستگاه عدد بزرگتری را نشان می دهد. واحد TSS درصد بوده و تحت عنوان درجه بریکس گزارش می شود.

کاربرد دستگاه رفرکتومتر : ۱- کاربرد کشاورزی برای اندازه گیری قند در میوه های مختلف برای تعیین رسیدن میوه

۳- کاربرد صنعتی برای اندازه گیری غلظت قند در نوشابه، مربا، عسل و ..... ۳- در بخش تحقیقات تعیین مقدار اوره و پروتئین کل در خون و غلظت محلولهای باطری و ضد یخ ، روغنهای صنعتی

رفرکتومتر ..... ۱- دستی ۲- رومیزی

اجزاء رفرکتومتر Ataoghar500 : ۱- منشور اصلی ۲- منشور مکمل ۳- درپوش پنجره مکمل

۴- حلقه ظاهر کردن رنگ ۵- پیچ تنظیم مقیاس ۶- عدسی چشمی ۷- انتخاب لامر مقیاس ۸- دماسنج

اساس دستگاه: دو منشور اصلی که آب و میوه را روی آن می ریزند و ...گیری مکمی برای محلولهایی که رنگی و یا کدر هستند در پوش پنجره را باز می کنند.

سه مقیاس دارد که توان هر کدام فرق می کند مقیاس ۱ 0-42% مقیاس ۲ 43-70% مقیاس ۳ 71-90%

اعدادی که دستگاه می خواند در دمای $20^{\circ}c$ صحیح است.

روش اندازه گیری : منشور مکمل ار برداشته یک تا دو قطره از آب میوه را بر روی منشور اصلی می ریزیم و منشور کمکی را مجددا به آرامی می بندیم یکی از سه دامنه مقیاس را انتخاب می کنیم برای میوه ها مقیاس ۱ را انتخاب می کنیم برای عسل مربا مقیاس ۲ رفرکتومتر را مقابل نور گرفته .....چشمی را به آرامی حرکت می دهیم تا تصویر برای دیدن آماده شود و ناحیه تاریک و روشن روی صفحه مقابل قابل دیدن باشد حلقه ظاهر کردن رنگی را به نحوی تنظیم می کنیم که ..... واضح و روشن بین تاریکی و روشنی ایجاد گردد و هاله های رنگ اضافی از بین برود .....عدد را بر روی مقیاس مورد نظر قرار می دهیم اگر غلظت ماده آزمایش را ندانیم از مقیاس ۱ و به تدریج تا مقیاس ۳ می رویم. بر روی هر مقیاس که عدد به صورت واضح قابل خواندن بود از آن استفاده می کنیم.

کالیبراسیون : یک قطره آب مقطر را روی منشور ریخته و عدد دستگاه باید بر روی صفر قرار گیرد می توان با کمک پیچ تنظیم مقیاس این عدد را روی صفر تنظیم کرد. تصحیح دما دستگاه برای اندازه گیری TSS در دمای $^{\circ}c$ ۲۰ باشد به کمک دماسنج کنار دستگاه می توان عدد به دست آمده را تصحیح نمود. اگر دماسنج عدد 2. مثبت را نشان دهد دستگاه نیز TSS را 13.2 قرائت کند TSS تصحیح شده می شود 13.2+./2=13.4

کاربرد پنجره مکمل : اگر ماده آزمایشی خیلی رنگی و یا تیره باشد دیدن خط مرزی تاریکی روشنی و قرائت عدد مشکل است لذا پنجره مکمل را باز می کنند تا نور بیشتری وارد دستگاه شود باید توجه کرد که در این حالت موقعیت تاریکی و روشنایی تغییر می کند که باید در هنگام قرائت دستگاه به آن توجه شود.

معمولاً دستگاه در شرایط گرم عدد کوچکتر و در شرایط سرد اعداد بزرگتر از واقعیت را نشان می دهند.

سیب، خیار، سیب زمینی و انگور آب میوه را گرفته و با کاغذ صاف می کنیم تعیین مواد جامد محلول هر کدام از آنها اندازه گیری می شود. ماده خشک همان میوه را هم اندازه گیری می کنیم. حدوداً 10gr .... نازک در داخل ..... به مدت دو روز می ماند و پس از وزن خشک را تعیین می شود و با استفاده از فرمول زیر .... ماده خشک را محاسبه می کنیم.

$$\%D.M\ \frac{(1-F.W-D.w}{FW}\times 100$$

وزن میوه + فویل .....

اندازه گیری اسید های آلی در محصولات باغبانی:

بیشتر میوه ها و سبزیها دارای مقادیر زیادی اسید های آلی هستند که معمولاً چندین برابر اسید های آلی مورد نیاز برای سیکل تنفسی است. مثلاً در لیمو، اسفناج و انگور سیاه مقدار اسید حدود ۳٪ است. هر میوه معمولاً دارای یک تا دو اسید غالب است که معمولاً یکی بیشترین نوع اسید را در میوه تشکیل می دهد و از مهمترین اسید های آلی در محصولات کشاورزی اسید مالیک، اسید سیتریک، اسید تارتاریک، اسید اگزالیک و اسید لاکتیک است.

هدف تعیین مقدار اسید های آلی در میوه ها با تتراسیون

میوه ها : نارنگی، سیب، انگور و خیار از سود .... اضافه می کنیم. ۴ گرم سود به حجم یک لیتر رسانده می شود از فنل ..... استفاده می شود. زمانی که رنگ آب میوه به پوست پیازی تغییر یابد باید عمل تتراسیون قطع می شود و با توجه به حجم سود مصرف شده مقدار اسید میوه تعیین می شود. وقتی PH به 8.2 برسد تتراسیون قطع می شود.

میوه ها را آب گرفته و صاف کرده و ۱۰cc از آب میوه در ارلن ریخته می شود و ۴۰cc آب مقطر بـه آن اضـافه مـی شود سپس چند قطره فنل فتالین اضافه می شود و عمل تتراسیون با سود ..... انجام می شـود. عـدد اول حتمـاً بایـد

بخوانیم مقدار اسید از طریق فرمول $$C = \frac{N \times V \times E}{Y} \times 100$$

C: غلظت اسید در ۱۰۰۰cc عصاره میوه بر حسب میلی گرم

N: نرمالیته یا فاکنور سود مصرفی (۰/۱)

V: میلی لیتر سود مصرفی

E: اکی والان گرم (ولانس گرم اسید غالب میوه)

Y: حجم آب میوه استفاده شده

اکی ولان گرم تعدادی از اسید های آلی :

اسید مالیک ۶۷ اسید سیتریک ۷۰ اسید تارتاریک ۷۵ اسید اگزالیک ۴۵ اسید لاکتیک ۹۰ اسید استیک ۶۰

برای نارنگی ۵cc استفاده می کنیم.

۱- اسید غالب محصول مورد آزمایش

۲- فرمول شیمیایی اسید غالب محصول

۳- نقش اسید های آلی را در فیزیولوژی محصولات باغبانی و بعد از برداشت آنها در ۵ سطر