

GIDALARIN MUHAFAZASINDA SOĞUK UYGULAMASI

Meyve ve sebzelerin soğukta depolanması

Ayla Soyer

Hasat edilmiş meyve ve sebzeler, uygun koşullarda depolandıklarında taze haldeki niteliklerini uzun bir süre korurlar.



Uygun koşullar:

- **Sıcaklık derecesi**
- **Bağıl nem**

Aynı meyve veya sebzenin optimum depo istekleri; çeşide ve yetiştirildiği ekolojik koşullara bağlı olarak değişebilmektedir.

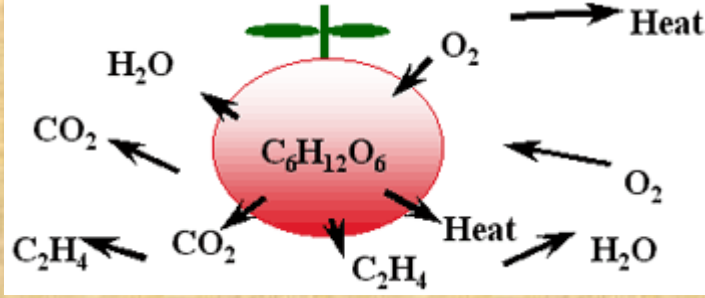
Koşullar ne kadar iyi sağlanırsa sağlansın, her meyve ve sebze belirli bir raf ömrüne sahiptir. Bu süre meyve ve sebzeye bağlı olarak birkaç günden 5-6 aya değişebilir.

Buna göre, soğukta depolamada meyve ve sebzelerin dayanma süresi sınırlıdır.

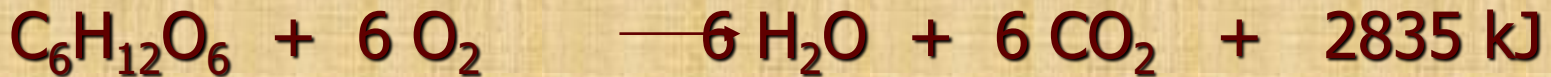
Fizyolojik ilkeler

- Meyve ve sebzeler hasat edildikten sonra, belirli bir süre kimyasal ve biyokimyasal olayları devam ettirmektedir.
- Canlılığın en önemli belirtisi, bunların oksijen alıp karbondioksit vermeleridir.
- Meyve ve sebzelerdeki bütün bu yaşamsal faaliyetlere metabolizma denir.
- Metabolizma, ortam koşullarına bağlı olarak hızlı veya yavaş devam eder.
- Bu sırada üründe depo edilmiş maddeler harcanır.
- Bir süre sonra her canlıda olduğu gibi doğal yaşlanma sonucu meyve ve sebzenin yapısı bozulur ve ölüm ortaya çıkar.
- Artık kimyasal ve biyokimyasal olaylar kontrol edilemez.
- Mikroorganizmalara karşı direnç sona erer, mikroorganizmalar çoğalır ve mikrobiyel bozulma başlar.

Solunum ve terleme



- Solunum (respirasyon): Meyve ve sebzelerde canlılığın devamı için hücrede çeşitli reaksiyonların oluşması ve bunun için de enerji gereklidir. Meyve ve sebzeler bu enerjiyi solunum yaparak sağlarlar.
- Solunum; oksijen alınıp, CO_2 verilen metabolik olaydır.
- Alınan oksijen öncelikle suda çözünen karbonhidratların yavaş bir şekilde oksidasyonunda harcanır. Bu reaksiyonda ısı serbest kalırken, H_2O ve CO_2 oluşur.



Solunum (devam)

- ❑ Serbest kalan ısının az bir kısmı, hücrede gerçekleşen kimyasal reaksiyonlara harcanır.
- ❑ Büyük bir kısmı ise çevreye yayılır ve doğal olarak ürünü ısıtır.
- ❑ Ürünün ısınması solunumu hızlandırır.
- ❑ İstif edilen tarımsal ürünlerde "kızışma" denilen olay sonucu ürün tamamen bozularak elden çıkar.
- ❑ Her meyve ve sebzenin solunum hızı farklıdır.

Yavaş solunum yapan ürünler

Örnek: Soğan, patates, üzüm

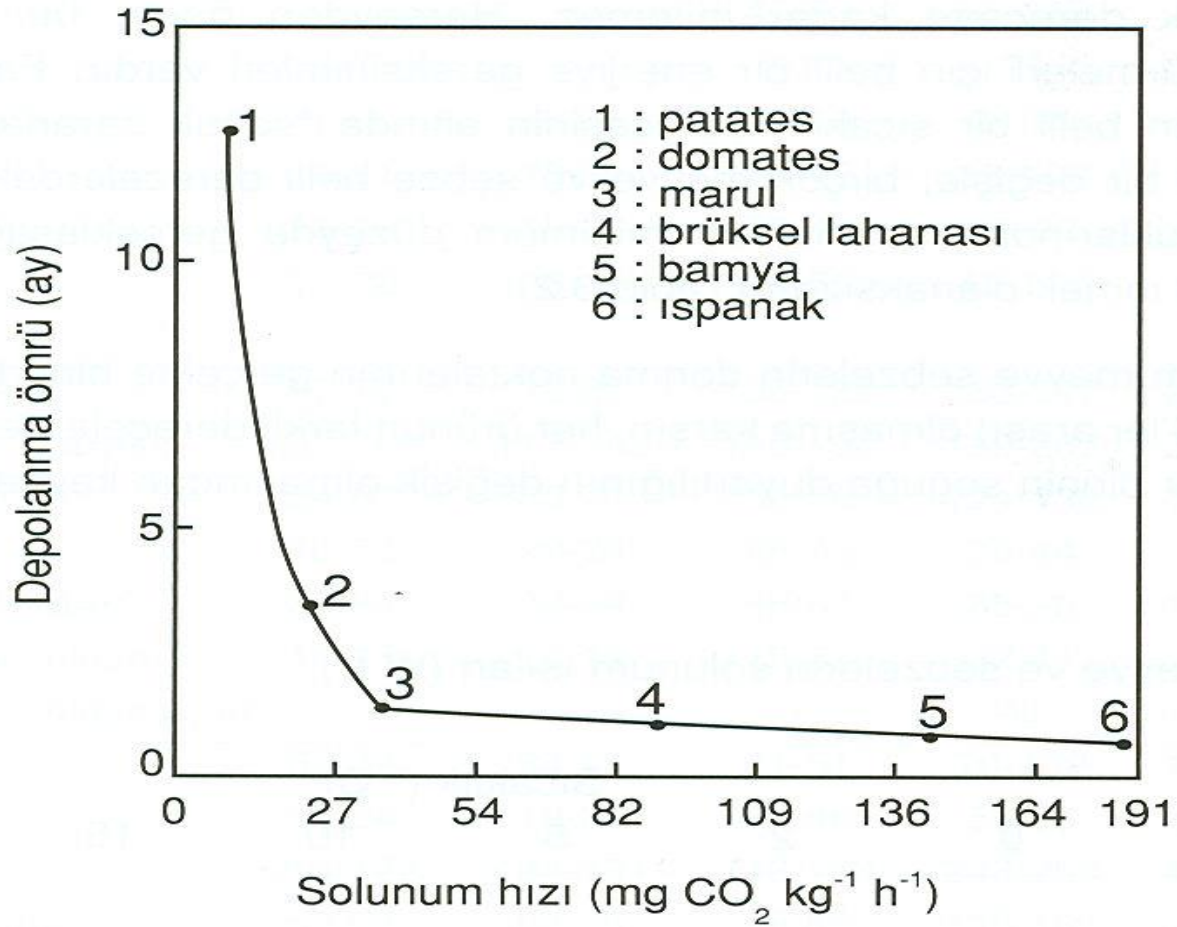
Hızlı solunum yapan ürünler

Örnek: Bezelye, fasulye, çilek



Solunum hızı ile depolama ömrü arasındaki ilişki

- Bir ürünün solunum hızı ne kadar yüksekse, depolanma ömrü o kadar kısaldır (Şekil 1)
- Solunum hızını etkileyen en önemli faktör sıcaklıktır.
- Ortam sıcaklığı 37°C'ye kadar arttıkça solunum hızı yükselir, buna bağlı olarak ürünün yaydığı ısı artar.
- Ortam sıcaklığı azaldıkça solunum hızı da azalır.
- Buna göre depo sıcaklığı düşürülerek meyve ve sebzelerin depolanma ömrü artırılabilir.



Solunum hızı ve depolanma ömrü arasındaki ilişki

- Soğuk depolamada, meyve ve sebzelerin yaydığı solunum ısılarının devamlı olarak depodan uzaklaştırılması gereklidir.
- Deponun soğutma kapasitesinin belirlenmesinde, meyve ve sebzelerin solunum ısıları değerlerinden yararlanır.
- Solunum ısı; 1 ton ürünün serbest bıraktığı ısı miktarıdır.
- Birimi W/t `dur.
- Sıcaklık düştükçe solunum hızı yavaşlamaktadır (Tablo 1).
- Donma ile solunum tamamen durmaktadır. Buna göre solunum hızının, donma noktasına yakın derecelerde en düşük düzeyde olması gerekir.

- Ancak, meyve ve sebzelerin soğukta depolanmalarında, her üründe solunumun minimum düzeyde gerçekleştiği bu kritik derecelere inilmez.
- Öncelikle, bu ürünlerin yaşamlarını sürdürebilmeleri için belli bir enerjiye gereksinimleri vardır.
- Daha da önemlisi, her ürün belli bir sıcaklık derecesinin altında “soğuk zararlanması” na uğrar.
- Tüm meyve ve sebzelerin donma noktaları birbirine çok yakın (0 ile -3°C’ler arasında) olmasına karşın, her ürünün farklı derecelerde depolanması zorunluluğu, her birinin soğuğa duyarlılıklarının değişik olmasından kaynaklanmaktadır.
- Soğuk zararlanması; meyve etinde esmerleşme ve kararma, kabuk yüzeyinde çukurcuklar, benekler oluşması, renk kaybı, yumuşama ve meyve etinde sulanma gibi farklı meyve ve sebzelerde değişik semptomlar olarak gözlenmektedir.

Tablo-1 Bazı meyve ve sebzelerin solunum ısıları (W/t)

| Meyve/ sebze | Sıcaklık (°C) | | | | | |
|-----------------|---------------|--------|---------|---------|---------|---------|
| | 0 | 2 | 5 | 10 | 15 | 20 |
| Armut | 8-11 | 11-22 | 17-42 | 23-70 | 83-126 | 94-218 |
| Elma | 10-18 | 14-20 | 15-32 | 40-60 | 53-92 | 60-125 |
| Fındık | 2 | 2 | 5 | 10 | 10 | 15 |
| Y.fasulye | 57-70 | 78-83 | 105-122 | 163-207 | 265-413 | 396-578 |
| Ispanak | 61-83 | 78-119 | 129-199 | 210-314 | 425-525 | 632-900 |
| Patates | 11-26 | 11-24 | 17-20 | 20-30 | 30-55 | 24-44 |

Solunum hızına etkili diğer faktörler

- Meyve ve sebzelerin oluşturduğu bazı metabolik ürünler
 - Asetilen
 - Etilen
 - Butilen gibi

Örneğin; 1 m³ havada 1 litre etilen bulunması, solunum hızını çok fazla artırmaktadır.

Bu olgudan yararlanılarak bazı meyvelerin depoda süratle olgunlaştırılması sağlanmaktadır.

- Depo atmosferindeki O₂ ve CO₂ oranları

Bu olgudan yararlanılarak kontrollü atmosfer yöntemiyle depolama tekniği geliştirilmiştir.

Kontrollü atmosferde depolama

- Soğuk depolarda ortam havasının bileşiminin, oksijeni azaltıp karbondioksiti arttırmak yönünde değiştirilmesi, bir çok meyve ve sebzenin dayanma süresini normal soğuk depolamaya göre artırmaktadır.
- • KA ya oksijen oranı azaltılır yada CO₂ oranı arttırılır.
- • Ülkemizde en fazla elma ve armut depolanmasında kullanılmaktadır.

Modifiye atmosferde paketleme (MAP)

- Modifiye atmosferde paketleme tekniği, farklı gaz
- geçirgenliğine sahip plastik film veya torbalar kullanılarak
- kapalı şartlarda ürünlerin solunum sonucu ortamdaki O₂'i
- tüketerek CO₂'i artırmaları ve bu şekilde ürünleri çevreleyen
- atmosfer bileşiminin değiştirilmesi esasına dayanmaktadır.

Oksijen Oranının Azaltılması Durumunda

- 1- Solunum hızı düşer
- 2- Meyvedeki parçalanma olayları yavaşlar (Klorofil kaybı, şeker, asit vitamin ve C vitamini v.b)
- 3-Meyvelerde etilen sentezi geriler
- 4-Aromatik madde sentezi geriler ve yükselişi gecikir.
- 5-Bazı fizyolojik bozukluklar (kabuk yanığı v.b) hastalık ve zararlı kayıpları azalır.

Karbondiyoksit Konsantrasyonu Arttırılması Durumunda

- 1- Meyve içi havasının ve suda çözünmüş haldeki CO₂' in miktarı artar. Sonuçta solunum hızı düşer ve klimakterik yükseliş geriler. Bunun sonucu olarak olgunlaşma ve yaşlanma hızı yavaşlar.
- 2-Etilenin etkisi kaybolur.
- 3-Seker organik asit ve aromatik madde metabolizmaları etkilenir yavaşlar, değişir.
- 4- Ürüne zarar veren mantarların gelişmesi engellenir.

MAP'in Avantajları

- Ürünler sadece soğukta muhafazaya göre daha uzun süre ve daha kaliteli olarak depolanır ve raf ömrü daha uzundur.
- Ürünü dış etkilerden (mekanik zarar, kirlilik, böcek zararı) korur.
- MAP ürünü katma değerli ürün haline getirir.
- Süper marketlerde kullanım kolaylığı sağlar
 - Ağırlığı önceden saptanmış paketler, üzerine bar kodu, marka besin içeriği ile ilgili bilgiler yazılabilir
- Su kaybı önlenir.



- Bazı meyvelerin solunumu depolama süresince giderek yavaşlamaktadır:
- Bunun nedeni, bazı meyvelerin hasattan sonra olgunlaşmalarının devam etmemesidir.
- Bu gruba giren meyveler:
Çilekçiller, incir, hıyar, karpuz, üzüm, kiraz, turunççiller
- Bu meyvelerin sofraya olgunluğunda hasat edilip, depolanmaları gereklidir.
- Buna karşın bazı meyvelerin, depolamada bir süre sonra solunumları hızlanmakta ve buna paralel olarak hızla olgunlaşmaya başlamaktadırlar. Bunlarda solunum hızı belli bir zirveye (pik) ulaştıktan sonra solunum yavaşlamaktadır. Bu davranışa "klimakterik" davranış denir.

Klimakterik davranış

- Bazı meyvelerin, depolamada bir süre sonra solunumları hızlanmakta ve buna paralel olarak hızla olgunlaşmaya başlamaktadırlar. Bunlarda solunum hızı belli bir zirveye (pik) ulaştıktan sonra yavaşlamaktadır. Bu davranışa "klimakterik" davranış denir.

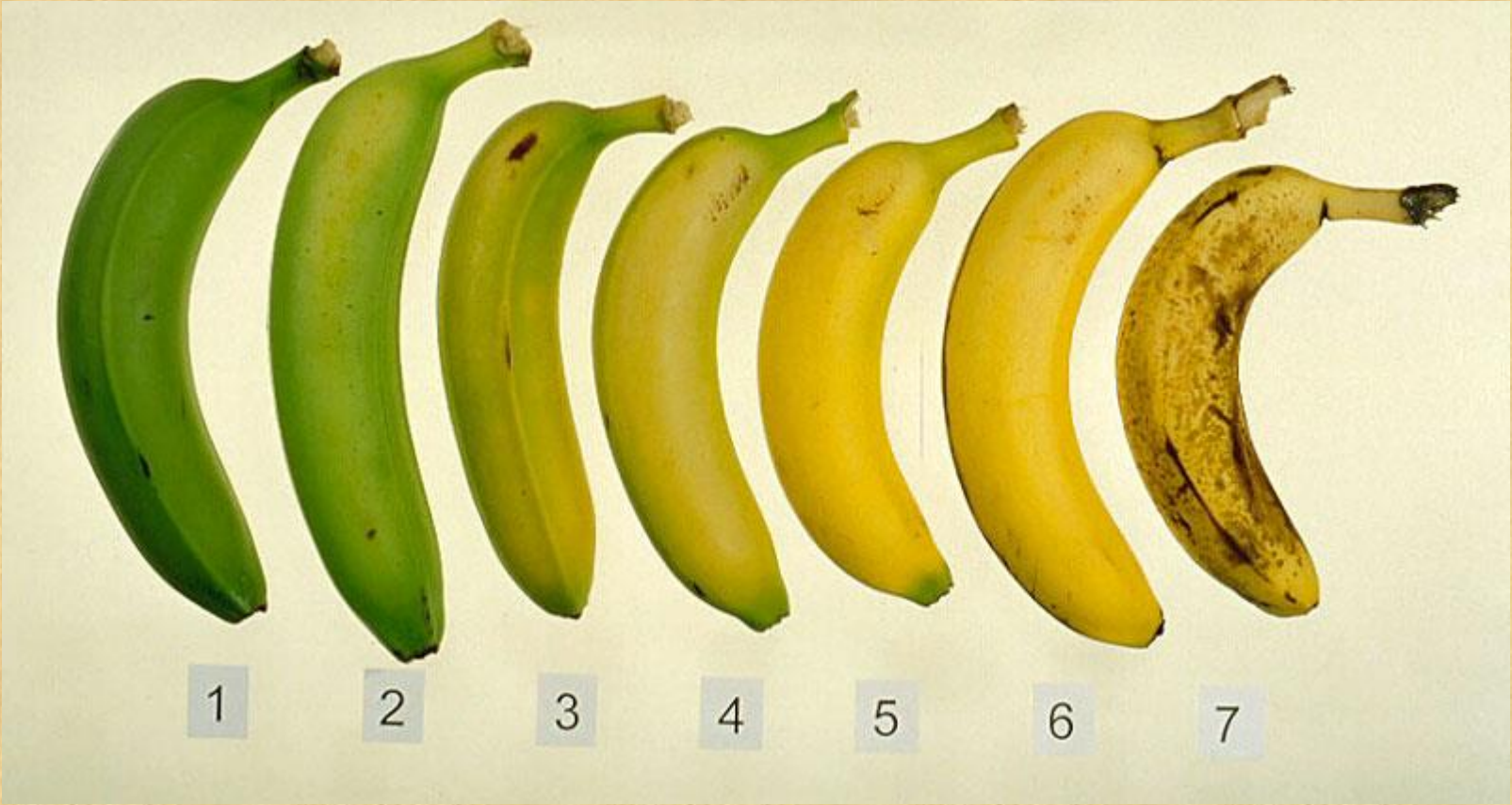
*Klimakterik davranış gösteren meyveler:

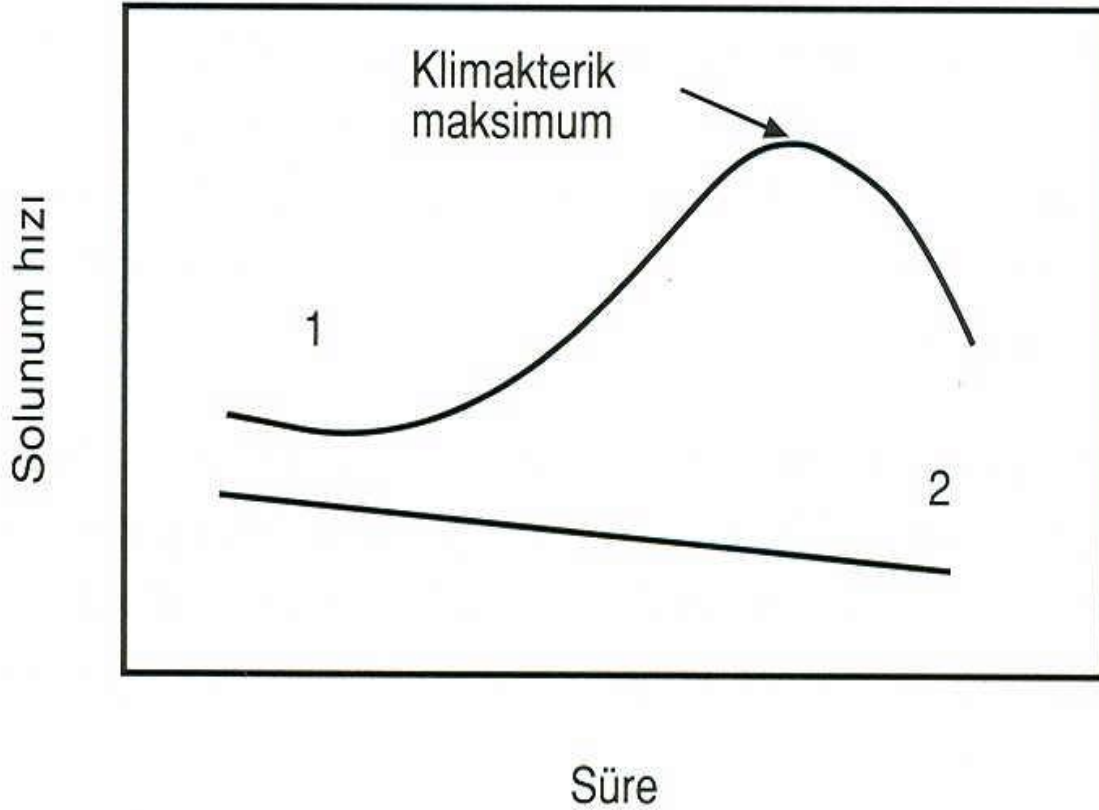
Elma, avokado, armut, muz, domates ve bir çok sert çekirdekli meyveler, kivi

*Sebzeler klimakterik davranış göstermezler.

*Klimakterik davranan meyveler, solunum hızı zirveye ulaşmadan tüketiciye ulaştırılmalıdır. Zira klimakterik pik ile tam olgunluk çakışmaktadır. Bu pikten sonra bozulma başlar.

- Ortamda etilen bulunması, klimakterik davranan meyvelerin hızla klimakterik faza girmesine neden olur.
- Örneğin, yeşil elmaların 5-10°C'lerde depolanmalarında, depo atmosferinde 1 ppm etilen bulunması, bunları klimakterik faza sokmaktadır.
- Yeşil muzların bulunduğu ortamda etilen oranı 0.5 ppm'in altına düşürülmezse (havalandırma), muzlar hızla olgunlaşır.
- Şekil'de klimakterik ve klimakterik olmayan davranış gösteren meyvelerde solunum davranışı görülmektedir.





Klimakterik (1) ve klimakterik olmayan (2) davranış gösteren meyvelerde solunum karakteri

Terleme (transpirasyon)



- Meyve ve sebzelerin canlılığının en önemli belirtilerinden bir diğeridir.
- Terleme, ürünün depolama sırasında su kaybetmesidir.
- Meyve ve sebzeler ortalama %75-95 su içerirler. Depolama sırasında bu suyun bir kısmı terleme ile kaybolur.
- Terleme sonucu su kaybı; pörsüme ve buruşma gibi görünüşle ilgili kalite kaybına neden olur.
- İlke olarak; meyvelerin yaklaşık %4-6, sebzelerin yaklaşık %3-5 oranında su kaybetmeleri, buruşup pörsümelerine ve ticari değerlerinin düşmesine neden olmaktadır.

Terleme hızını etkileyen faktörler:

- Ortamın sıcaklık derecesi
- Solunum hızı
- Meyve ve sebzenin çeşidi ve özellikle dış dokularının morfolojik yapısı



Bu nedenle terleme olayının kontrol altına alınması için:

- * Depo ortamında belli bir bağıl nem oluşturulmalı,
- * Depo sıcaklık derecesi düşürülmeli,
- * Depo havasının hareketi belli sınırlarda tutulmalıdır.

Transpirasyonla kaybedilen suyun büyük bir kısmını hücre suyu oluşturmaktadır. Ancak respirasyonla karbonhidratlardan oluşan su da belli oranda transpirasyonla kaybolmaktadır.

Transpirasyonla kaybedilen suyun %10 kadarını solunumla oluşan su oluşturmaktadır.

*****Depalama sırasında terleme asla durdurulmamalıdır.**

- Terleme sırasında su ile birlikte bazı uçucu metabolizma ürünleri de dokudan uzaklaşıp ayrılmaktadırlar.
- Eğer terleme, depo nemi gereğinden fazla yükseltip durdurulursa, bazıları zararlı olan bu metabolik ürünler meyve ve sebzelerin dış doku ve kabuklarında birikerek, kabukta ve ette esmer leke veya bölgeler oluşur.
- Bu olguya "fizyolojik zararlanmalar" denir ve ürünün kalitesi ve ticari değeri düşer.



Depolamada meydana gelen deęişmeler

Kimyasal deęişmeler:

Hasat edilmiş bir ürün canlı olduğuna göre, düzenli bazı kimyasal değişmelere uğramaları kaçınılmazdır.

- Ürünlerin soğukta depolanması ile bu değişmeler oldukça yavaşlatılabilse de tümünden durdurulamaz.
- Kimyasal değişmeler, bitkilerin gelişen, büyüyen organlarında, depo organlarına göre daha fazla oluşur.

Örn: Yeşil fasulye ve bezelyede, patates, soğan ve havuçtan daha fazla kimyasal değişmeler meydana gelir.

Başlıca kimyasal değişmeler

- Solunumda; şekerler ve asitler harcanır.
- Büyük moleküllu karbonhidratlar örn. nişasta kendini oluşturan şekerlere parçalanır.
- Proteinlerde kısmi hidrolizasyon görülür.
- Glikozitler kendini oluşturan unsurlara parçalanır.
- Pektik maddeler parçalanarak doku yumuşar.
- Renk maddelerinde kayıplar belirir. Özellikle klorofil parçalanır ve yeşil renkli ürünler yeşil-sarı bir renge dönüşür.

Başlıca kimyasal değişmeler

- Bu değişmeler belli ölçülere ulaşınca lezzet, renk ve aroma bozularak meyve ve sebzelerde “bayatlama” yani tazelik kaybı ortaya çıkar.
- Depolamada meydana gelen bu kimyasal değişmeler, atmosferdeki oksijen oranı düşürülerek ve CO₂ oranı artırılarak en az düzeyde tutulabilmektedir.

Depo zararlanmaları:

- Her meyve ve sebze kendine özgü belli bir derecedeki soğuğa dayanabilmektedir.
- Kritik sıcaklık denen bu derecenin altında, donma olmasa dahi, soğğun neden olduğu bazı zararlar ortaya çıkmaktadır.
- Meyve ve sebzelerin soğğa duyarlılığı olarak nitelenebilecek bu durum, ürün çeşidi ve yetiştirme koşullarına göre farklı sıcaklıklarda ortaya çıkmaktadır.
- Örneğin bazı elmalarda soğuk zararlanması depo sıcaklığı 1°C'ye düştüğünde oluşurken, muzlarda 13 veya 14°C'nin altına düşünce hemen görülmeye başlar.
- Soğuk zararlanması üzerine sadece sıcaklık derecesi değil, bu sıcaklıkta kalış süresi de etkilidir.
- Soğuk zararının ortaya çıkmasında depo atmosferinin bileşimi de etkilidir.

Soğuk zararlanması sonucu görülen genel belirtiler:

- Dış yüzeylerde ve doku içinde kararmalar,
- Kabukta göçükler ve benzer anormallikler,
- Meyvelerde olgunlaşma kusurları,
- Aşırı düzeyde bozulmaya eğilim gözlenebilmektedir.

Soğuk zararlanması ürün çeşidine ve soğuğun şiddetine göre daima kendine özgü niteliktedir.

Örnekler:

- ✓ Yeşil olgun domatesler eğer 3 gün süreyle 2°C'de tutulduktan sonra ılık bir ortama alınsalar bile artık bir daha kızarmazlar.
- ✓ Bazı patates çeşitleri, 4.5°C'nin altında depolanınca, yumru içlerinin rengi esmerleşip kararır, indirgen şeker miktarı artarak normal olmayan bir tatlanma görülür.
- ✓ Kritik sıcaklığın altında kalmış turunçgil kabuklarında esmerkahverengi göçükler belirir.

Soğuk zararlanması;

- Meyve ve sebzelerin soğuk depoda zararlanması, onların metabolizma faaliyetlerinin uzun bir süre engellenmesinin bir sonucudur.
- Soğuk zararlanması sonucu, meyve eti veya kabuklar yer yer ölür.
- Ölmüş hücrelerin içindeki maddeler okside olur ve böylece bu bölgeler esmerleşir, kararır ve üründe lekeler oluşur.
- Bu yerlerde daha sonra mikrobiyolojik enfeksiyon başlayarak ikinci bir bozulma yani çürüme başlar.

Soğuk zararlanmasının önlenmesi veya sınırlandırılması için alınabilecek tedbirler:

- “Kondisyone etme”. Depolama öncesi soğuğa duyarlılık gösteren ürünlerin 30-40°C’ler arasında birkaç gün bekletilmesi işlemi, soğuğa karşı direnç kazandırmaktadır.

Örn: 36-40°C’ler arasında 3 gün süreyle kondisyone edilen domatesler 2°C’de 3 hafta boyunca herhangi bir soğuk zararlanmasına uğramadan depolanabilmektedir.

- “Aralıklarla ısıtma” (intermittent warming). Özellikle elmalar ve sert çekirdekli meyvelerde soğuk etkisiyle ortaya çıkan “samanlaşma” gibi tekstürel bozuklukların önlenmesinde yararlı olmaktadır.

Depo zararlanması sadece soğuktan kaynaklanmaz.

- Deponun gereğinden yüksek olan bağıl nem ve soğutma cihazlarından sızan refrijerantlar da çeşitli şekillerde zararlanmalara neden olmaktadır.
- Örneğin amonyak kullanılan bir soğutucuda, amonyak sızıntısı depolanan ürün yüzeyinde önce kahverenk veya yeşilimsi-siyah bir renk değişimine neden olur. Giderek renk değişimi artar ve ürün nihayet yumuşar ve tamamen bozular.

Meyve ve sebzelerin soğuk etkisiyle ölümü:

- Meyve ve sebzeler sıfır derecenin hemen altında genellikle -1 ile -3°C arasında donmaya başlarlar.
- Saf suyun 0°C'de donmasına karşın meyve ve sebzelerin 0°C'nin altında donmasının nedeni; suyun içerisinde çözülmüş halde bulunan çeşitli maddelerdir.
- Meyve ve sebzeler donunca hücreler ölür. Buna göre meyve ve sebzelerde donma ile ölüm aynı anlamdadır.
- Donma sonucu ölümün nedeni, hücrenin önemli ölçüde su kaybetmesidir.
- Hücre suyu donunca, saf su buz kristalleri haline dönüşürken, hücre suyundaki çözülmüş maddeler konsantre bir çözelti oluşturur.
- İşte bu yoğun çözelti, hücre proteinlerinin denature olmasına ve bu yolla hücrenin ölümüne neden olur.
- Daha sonra don çözülse bile artık hücre canlı değildir.

****Meyve ve sebzelerin soğukta depolanmalarında donmalarına kesinlikle izin verilmemelidir.**

- Soğuk depoda koşullar ne kadar uygun olsa da; ürünün solunumu sonucunda başta şekerler olmak üzere bazı maddeler harcanır.
- Bu maddelerin harcanması belli bir düzeye ulaştığında solunum durur ve ölüm belirir.
- Solunum sırasında hücrelerde düzenli bir şekilde gelişen kimyasal ve biyokimyasal reaksiyonlardaki düzen kaybolur ve bunun sonucunda çeşitli maddeler oluşur.
- Böylece aroma ve lezzet bozular, doku yumuşayıp, gevşer. Bunu mikrobiyolojik bozulma izler.

Soğuk depo koşulları

Depolarda sıcaklık düzeyi:

- ❑ Her ürün kendine özgü bir sıcaklık derecesinde depolanmalıdır.
- ❑ Bu nedenle ilke olarak aynı depoda tek ürün depolanmalıdır.
- ❑ Buna göre, depo sıcaklığı doğrudan doğruya depolanan ürüne bağlıdır.
- ❑ Bununla birlikte ekonomik nedenlerle çoğu zaman birkaç ürün birlikte depolanmaktadır.
- ❑ Bu durumda depolanacak ürünlerin depolama sıcaklık derecelerinin birbirlerine uygun olması ve ayrıca bunların birbirine herhangi olumsuz bir etkide bulunmaması önemli olmaktadır.

Depolarda sıcaklık düzeyi (devam)

- Sıcaklık dereceleri birbirine yakın ürünler depolanıyorsa, depo sıcaklığı bunların çoğunluğunun optimum sıcaklığına göre ayarlanmalıdır.
- Optimum sıcaklıkları birbirlerinden farklı ürünler depolanıyorsa, depo sıcaklığı soğuğa en duyarlı olana göre seçilmelidir.
- Çeşitli ürünlerin karışık depolanmalarında depo sıcaklığı bu ilkelere göre düzenlenebilirse de, bunların birbirlerine zarar vermemesi ilkesi birinci öncelikli faktördür.

Depolarda sıcaklık düzeyi (devam)

- Genel ilkeler olarak; soğan, sarımsak, turunçgiller ve patates hiçbir başka ürünle ve birbirleriyle depolanamazlar.
- Biri diğerinin kokusunu absorbe eden ürünler birlikte depolanamazlar.
- Etilen yayan ürünler, etilene duyarlı diğer ürünlerle birlikte depolanmamalıdır.

Örneğin; elma, armut, muz, kavun, domates gibi fazla etilen yayan ürünler, etilene çok duyarlı olan örneğin; marul ve havuçla birlikte depolanmamalıdır.

Depo sıcaklık derecesi kadar önemli bir faktör, bu sıcaklığın oynama sınırlarıdır:

- İdeal olarak depo sıcaklık derecesindeki sapmalar $\pm 1^{\circ}\text{C}$ 'den daha az olmalı, en iyisi $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ dolaylarında bulunmalıdır.
- Depo sıcaklık derecesindeki sapmaların yüksek olmasının en büyük sakıncası, depo nemini etkilemesidir.
- Yüksek bağıl nemin bulunduğu depolarda, sıcaklık derecesinin hafif düşmesi, bağıl nemin yükselmesine ve çiglenmeye neden olmaktadır.
- Sapma nedeniyle depo sıcaklığının yükselmesi, bağıl nem oranının düşmesine, dolayısıyla terleme hızının artarak ürünün su kaybetmesine neden olmaktadır.
- Depo sıcaklık derecesinde 1°C artış, bağıl nemin yaklaşık %6 oranında düşmesine yol açmaktadır.
- Bu nedenlerle depo sıcaklık derecesi, çok duyarlı termometrelerle ölçülmelidir.

- Depo sıcaklık derecesinin salınımını sınırlı bir düzeyde tutmada en önemli koşul, evaporatör sıcaklık derecesi ile depo sıcaklık derecesinin birbirine yakın olmasıdır.
- Depo sıcaklık derecesi ile evaporatör sıcaklık derecesi arasındaki fark büyüdükçe, depo sıcaklığındaki salınım yükselir.
- Örneğin 10°C 'deki bir depo, -3°C 'deki bir evaporatörle soğutulursa ($\Delta T = 13^{\circ}\text{C}$), depo sıcaklık derecesi $\pm 2^{\circ}\text{C}$ 'den daha fazla bir salınım gösterir.
- Buna karşın örneğin, 0°C 'de sabit tutulmak istenen bir depo, -3°C 'deki bir evaporatörle soğutulursa ($\Delta T = 3^{\circ}\text{C}$), salınım $\pm 1^{\circ}\text{C}$ 'den daha az olur.
- Buna göre, bir deponun sıcaklık derecesinin sabit kalması, başta depoyu soğutan evaporatörün sıcaklık derecesine bağlıdır.
- Evaporatörün sıcaklık derecesi ise, deponun soğuk ihtiyacına ve evaporatör yüzey alanına bağlıdır.
- Genel bir ilke olarak, evaporatör sıcaklık derecesi ile depo sıcaklık derecesi arasında en çok $5-6^{\circ}\text{C}$ fark bulunmalıdır.

Evaporatör yüzey alanı ile depo ve evaporatör sıcaklığı arasındaki ilişki şu eşitlikle tanımlanmaktadır:

$$A = \frac{Q}{k \Delta T}$$

Burada: A: Evaporatör yüzey alanı, m²

Q: Soğutucunun soğutma kapasitesi, W

ΔT : Depo ve evaporatör sıcaklık farkı, °C

k: Toplam ısı transfer katsayısı, W/m² °C

Görüldüğü üzere, ΔT büyüdükçe evaporatör yüzey alanı azalmaktadır. Ancak bu durumda ise depo sıcaklık derecesi fazla salınım göstermektedir.

Depo sıcaklık derecesinin sabit tutulmasında, evaporatör yüzey alanı dışında diğer bazı faktörler de etkilidir. Bunlardan birisi;

- Depo büyüklüğü

Küçük bir depodaki sıcaklık derecesi sapmalarını sınırlandırmak, büyük bir depoya göre daha zordur.

Nitekim, bir deponun kapısının bir an açılışı veya soğutma cihazının kısa bir süre devre dışı kalması, küçük depolarda sıcaklık derecesinin süratle değişmesine neden olduğu halde, büyük depolarda daha sınırlı sıcaklık değişmesine neden olur.

Depolarda nem düzeyi:

- Depolanan ürünün kalitesini etkileyen en önemli faktörlerden birisi depo atmosferinin nem düzeyidir.
- Her ürünün kendine özgü nem düzeyindeki bir depoda saklanması ile, ürünün su kaybederek pörsümesi önlenir.
- Genel ilke olarak;
 - * Yaprak sebzeler %90-95
 - * Bir çok meyve %85-90 bağıl nem içeren ortamlarda depolanmalıdır.
 - * Soğan gibi bazı ürünlerde depo bağıl nemi %70'dir.

Depolarda nem düzeyi (devam)

- Depoyu soğutan evaporatörün sıcaklığı 0°C'nin altındadır. Bu nedenle evaporatör yüzeyine değen hava kitesi soğuyarak neme doyar, çiglenme meydana gelir ve su buharının fazlası evaporatör yüzeyinde kar olarak toplanır. Bu şekilde depo nemi devamlı olarak düşer.
- Depo nemi ile depolanan ürünün su buharı basıncı arasında devamlı bir denge vardır.
- Eğer ürünün su buharı basıncı, depo atmosferinin su buharı basıncından yüksek ise; bu dengesizlik ortadan kalkana dek ürün devamlı olarak su kaybeder.
- Depo havasındaki su buharının, evaporatörler üzerinde kar şeklinde toplanması demek, havanın bağıl neminin azalması ve böylece havanın su buharı basıncının düşmesi demektir. Bu ise ürünün su kaybının en önemli nedenidir.

Havanın ve taze meyve-sebzelerin kısmi su buharı basıncı (mm Hg)

| Sıcaklık dereceleri ° C | Havanın bağıl nemi | | | | Taze meyve ve sebzeler ¹ |
|----------------------------|--------------------|-------|-------|-------|-------------------------------------|
| | %50 | %70 | %90 | %100 | |
| 0 | 2.29 | 3.21 | 4.12 | 4.58 | 4.58 |
| 5 | 3.27 | 4.58 | 5.89 | 6.54 | 6.54 |
| 10 | 4.60 | 6.45 | 8.29 | 9.21 | 9.21 |
| 20 | 8.77 | 12.28 | 15.79 | 17.54 | 17.54 |
| 25 | 11.88 | 16.63 | 21.38 | 23.76 | 23.76 |

¹ Taze meyve ve sebzeler fazla miktarda su içermeleri nedeniyle, su buharı basınçları serbest saf suyun su buharı basıncına çok yakın veya eşit kabul edilmiştir.

Örnek: % 90 bağıl nem içeren bir depoda elma depolanmaktadır. Evaporatörde karlanma ile depo bağıl nemi % 70'e kadar düşmektedir. Depo, 0°C'de çalıştırıldığına göre; başlangıçta ve bağıl nem %70'e düştükten sonra, elmaların su kaybı açısından karşılaştıkları durumu irdeleyiniz.

% 90 bağıl nemli depodaki durum;

| | |
|---|-------------------|
| 0°'de elmanın su buharı basıncı (yaklaşık): | 4.58 mm Hg |
| 0°C'de %90 nemli havanın su buharı kısmi basıncı: | <u>4.12 mm Hg</u> |
| Fark : | 0.46 mm Hg |

% 70 bağıl nemli depodaki durum;

| | |
|---|-------------------|
| 0°'de elmanın su buharı basıncı (yaklaşık): | 4.58 mm Hg |
| 0°C'de %70 nemli havanın su buharı kısmi basıncı: | <u>3.21 mm Hg</u> |
| Fark : | 1.37 mm Hg |

Sonuç: Elmalar %70 bağıl nemli ortamda daha fazla su kaybetmektedir.

Bu nedenle, meyve ve sebzelerin depoya alındıkları sıradaki sıcaklık derecesi, su kaybı üzerine son derece etkili olmaktadır.

- **Meyve ve sebzeler yüksek sıcaklıkta, yüksek su buharı basıncına sahiptirler.**
- **Bu nedenle yüksek sıcaklıkta depoya alındıklarında (15-20°C), ortamın bağıl nemi ne kadar yüksek olsa da, depo sıcaklık derecesi düşük olduğundan fazla miktarda su kaybı olur.**
- **Bu nedenle depolanacak meyve ve sebzelere ön soğutma uygulanması veya yüksek nemli depolarda süratle soğutulmaları gerekmektedir.**
- **Bu açıklamalara göre, soğuk depoda saklanan ürünler az veya çok su kaybederler.**
- **Kaybedilen su depo havası aracılığı ile evaporatöre taşınır. Bunun önlenmesi, depo havasının nem düzeyinin sabit tutulmasıyla ve devamlı kontrolüyle olanaklıdır.**

Depo atmosferinin nem düzeyi;

- Evaporatör yüzey alanı uygun büyüklükte seçilerek,
- Depo neme karşı yalıtılarak,
- Hava hareketi düzenlenerek,
- Depoya su buharı verilerek sabit tutulabilir.

Depo neminin ayarlanmasında en önemli faktörlerden birisi, evaporatör yüzey alanının büyüklüğüdür.

- Evaporatör yüzey alanının olabildiğince büyük olması, ΔT değerinin küçük olması demektir.
- Bu ise, depo atmosferindeki su buharının evaporatör yüzeylerinde kar haline gelme olasılığını azaltır.
- Bunun tam aksine, depo atmosferinin neminin azaltılması gereksinimi ortaya çıktığında, bu evaporatör yüzey alanının azaltılmasıyla sağlanır.
- Nitekim aynı depoda değişik zamanlarda, farklı düzeyde nem isteyen ürünler depolanmak istenirse, evaporatörlerin bazıları devre dışı bırakılarak ve fakat diğerleri daha düşük sıcaklıkta çalıştırılarak (ΔT büyür) nem düzeyi kolaylıkla kontrol edilebilmektedir.

Hava hızı da, depo nemi ve dolayısıyla depolanan maddenin su kaybı üzerine etki eden en önemli faktördür.

- Hava hızı 2 kat artırılınca, depolanan ürünün su kaybının $\frac{1}{4}$ oranında arttığı saptanmıştır.
- Tüm önlemlere karşı depodaki bağıl nem, zaman içinde mutlaka azalır. Bu yüzden, diğer önlemlere ek olarak depoya zaman zaman düşük basınçlı buhar verilerek depo nemi ayarlanır.
- Depo neminin ayarlanmasında daha ucuz bir yöntem, püskürtme memeli veya döner fırçalı düzenlerle depoya ince su zerrelere verilmesidir.

Depo atmosferinin sirkülasyonu ve değiştirilmesi

- Depo havası hareket halinde tutularak, deponun her tarafında aynı sıcaklık ve aynı nem düzeyi sağlanabilmektedir.
- Bu yolla depoda ölü bölgelerin oluşması da önlenmiş olur.

Hava hızı üzerine;

- * Depodaki nem düzeyi,
- * Ürünün solunum hızı,
- * Ambalajlı olup olmadığı ve ambalaj niteliği gibi faktörler etkilidir.
- ✓ Depo nemi yüksek ve ürünün solunumu yoğunsa, hava hızı yüksek olmalıdır.
- ✓ Depolama başlangıcında, yani ürünün depo sıcaklığına kadar soğuması sırasında hava hızı yüksek tutulmalıdır.

- Depoda hava hızı normal olarak 0.2 m/s olmalıdır. Bu hız deponun boş hacminin saatte 25-30 defa devredilmesine eşdeğerdir.
- Hava hareketi evaporatörlerin arkasında yer alan fanlarla sağlanır.
- Hava hızı bazı nedenlerle çok yükselirse, depoda nem kaybına ve dolayısıyla üründe su kaybına neden olur. Depo neminin yükseltilmesi ve polietilen folyo ambalajlardan yararlanılarak bu sakıncalar önlenabilir.
- Depodaki hava hareketi üzerine, ürünün istif şekli de etkilidir. İstifler arasında 10-20 cm boşluk bırakılarak hava sirkülasyonu için kanallar oluşturulmalıdır. Aynı şekilde istiflerle duvarlar ve tavan arasında 30-50 cm boşluk bırakılmalıdır.

- Depo atmosferi zaman içerisinde kirlenmektedir:
 - * Meyve ve sebzelerin solunumu sonucu ayrılan çeşitli uçucu maddeler (CO₂, etilen gibi)
 - * Ambalaj materyalinden yayılan uçucu nitelikteki bileşikler
 - * Mikrobiyel faaliyet sonucu oluşan bazı bileşikler nedeniyle.
- Depo havasına karışan bu maddeler, ürünün zararlanmasına ve hatta yabancı bir aroma kazanmasına neden olur.
- Bu nedenle depo atmosferinin belirli aralıklarla temizlenmesi gereklidir.
- Bu amaçla en geçerli yol, depoya zaman zaman bir miktar taze hava alınıp, depo havasının bir kısmının atılmasıdır.

- Ürün depolama derecesine düşene kadar, yani solunum hızının yoğun olduğu dönemde hava değiştirilmez.
- Bu dönemin sonunda havanın tümü atılıp içeri taze hava alınır.
- Bundan sonra hava sadece hafif bir hızla sirküle edilir ve depoya ancak zaman zaman taze hava alınır.
- Bu yolla depodaki havada bulunan yabancı maddelerin konsantrasyonu düşürülür.
- Dışardan alınan taze havanın oranı, depolanan ürüne bağlıdır. Turunçgiller ve çilek gibi fazla koku veren ürünler depolanıyorsa, hava değiştirme günde birkaç defa yapılmalıdır.
- Taze hava genellikle, dış havanın nisbeten soğuk olduğu gece saatlerinde alınmalıdır.

- Taze hava, yeterli kapasitede bir fanı bulunan özel bir sistemle alınır.
- Hava dışarıdan toz, böcek vb. unsurları ayırmak amacıyla ince delikli bir filtreden geçirilerek içeriye alınır ve evaporatöre yönlendirilip, soğutularak depoya verilir.

Depolarda temizlik ve dezenfeksiyon

- Ürün depoya alınmadan önce, deponun temizlenerek her türlü mikroorganizmadan ve özellikle küflerden arındırılması gerekir.
- Bu amaçla kullanılan maddeler:
 - * Duvarların fungusit çözeltisi ile muamele edilmesi: Çözelti duvarlara püskürtülerek veya duvarlar, fungusit içeren boya ile boyanarak uygulanabilir.
 - * Kapı veya pencereler bir fungusit çözeltisi veya %1'lik bakır oksiklorit ($\text{CuCl}_2 (\text{OH})_3 \cdot 1.5\text{H}_2\text{O}$) çözeltisiyle yıkanıp silinebilir.
 - * Depoya formaldehit gazı verilmesi: 100 m³ depo hacmine 2 litre formalin (%40'lık formaldehit) hesap edilir. Bir kaba, 1 kg potasyum permanganat konup, üzerine 2 litre formalin ilave edilerek kabın üzerine ıslak bez örtülür. Depo hemen terk edilerek kapılar ve tüm açık yerler kapatılıp 3-4 gün kendi haline bırakılır. Daha sonra depo iyice havalandırılır.

- Depolamada kullanılan sandık, kasa gibi malzemeler iyice temizlenip dezenfekte edilmelidir.
- Bu amaçla, ıslatılmış kasalar %4'lük NaOH çözeltisiyle fırçalanır, durulanır ve kurutulur.
- Kasalara bir fungusit çözeltisi püskürtülerek örn. Borik asit veya tuzlarından hazırlanan çözeltiler kullanılarak da dezenfekte edilebilir
- Günümüzde bu amaçla üretilen çok çeşitli dezenfektanlar bulunmaktadır.