

GIDALARIN MUHAFAZASINDA SOĞUK UYGULAMASI

Meyve ve sebzelerin soğukta depolanması
Ön işlemler
Soğutma yükü

Ayla Soyer

Depolamada ön işlemler

Meyve ve sebzelerin soğukta depolanmalarında, depolama Koşullarına ek olarak bazı işlemler uygulanmaktadır. Bunlar depolanacak ürüne göre değişmek üzere:

- Ön soğutma
- Pastörizasyon
- Mumlama
- Kimyasal madde uygulamaları

Ön soğutma

- Meyve ve sebzeler, hasat edildikten sonra buldukları sıcaklıktan, depolanma optimum sıcaklığına kadar hızla soğutulması gerekir.
- Meyve ve sebzelerin bulunduğu sıcaklıktan , depolama optimum sıcaklığına kadar soğutulması işlemine ön soğutma denir.
- Etler kesimden hemen sonra soğutulmak zorundadır.
- Meyve ve sebzeler eğer soğukta depolanacaksa bir ön soğutma yapılarak asıl depolanacakları sıcaklıkta saklanırlar.
- Her meyve ve sebze öne soğutma uygulanmaz. Örn: patates ve soğan için ön soğutmaya gerek yoktur.
- Eğer bir ürüne ön soğutma yapılacaksa, hasattan hemen sonra yapılmalıdır.

Ön soğutma: Ürün depoya girmeden önce sıcaklığının düşürülmesi işlemidir.

Özellikle ömrü kısa, çabuk bozulabilir ürünler için yararlı ve zorunludur.

Ön soğutma uygulanacak ürün, hasattan hemen sonra bu işleme alınmalıdır.

Ön soğutmanın yararları:

- Solunum hızı yavaşlar.
- Mikroorganizma çoğalması yavaşlatılır.
- Deponun soğutma yükünü azaltır.

Çeşitli ön soğutma yöntemleri:

- Soğuk su ile
- Soğuk hava ile
- Buz ile
- Vakum uygulayarak

Ön soğutma yöntemleri

- Soğuk su ile (kereviz, kuşkonmaz, bezelye, mısır, havuç, şeftali, kiraz)
- Soğuk hava ile (elma, turunçgil, kavun, yeşil fasulye, erik, kiraz, kayısı)
- Buz veya buz lapası ile (lahana, kavun, şeftali, havuç)
- Vakum uygulayarak (kivircik, karnabahar, bezelye, ıspanak, yeşil fasulye). Yaklaşık %3 su kaybı meydana gelir. Ama yüzeye su püskürtülerek bu olumsuzluk engellenebilir.

Ön soğutma sırasında uzaklaştırılması gereken ısı, ürünün hissedilir ısı ile solunum ısısının toplamından oluşmaktadır.

Vakum uygulayarak soğutma

Sebzeler için vakumlu soğutma



Kimyasal madde uygulaması

- Depolanacak bazı ürünlere çeşitli amaçlarla örneğin küf ve bakteri gelişimini önlemek için kimyasal maddeler uygulanmaktadır:

Örneğin; üzümlerin taşınmaları ve depolanmalarında SO_2 jeneratörlerinden yararlanılarak küflenmeleri önlenir. SO_2 jeneratörü, ortama yavaş yavaş SO_2 veren unsurlardır. Bu amaçla, bir kağıt tabakası sodyum bisülfitle impregne edilerek bir SO_2 jeneratörü elde edilebilir.

Yıkama suyuna 50-200 ppm klor veya ozon ilave edilir.

Turunçgillerde kullanılan başlıca fungusitler

- Difenil (DP) ve o-fenilfenol (OPP)
- Benzimidazol türevleri
 - Tiabendazol
 - Benomil
 - Tiofanat-metil
 - Sorbik asit
 - Potasyum sorbat
 - Sec-butilamin

Amaç; turunçgillerde görülen *Diplodia* sap dibi çürüklüğü, ekşi çürüme ve yeşil küflenme gibi üç önemli çürümeyi önlemek. Bu amaçla en yaygın kullanılan fungusitler; tiabendazol (TBZ), o-fenilfenol (OPP) ve difenil (DP) dir.

Bazı fungusitlerin kabul edilebilir günlük alımı (ADI) ve maksimum kalıntı limitleri (MRL)

Fungusit	ADI (g / kg vücut ağırlığı)	MRL (mg / kg gıda)
Difenil (DP)	0.125	70-110
O-fenilfenol (OPP)	0.020	10-12
Tiabendazol (TBZ)	0.300	6-10
Benomil	0.020	5-10
Carbenidazim (MBC)	0.010	5-10
Sorbik asit	25000	-

Patates, soğan ve havuçların depolanması sırasında çimlenmeleri önemli bir problemdir.

- **Patateslerde çimlenmeyi önlemek amacıyla depolamada;
*IPC (izopropil-N-fenil karbamat),
*CIPC (N-(3-klorfenil)-izopropil karbamat)
uygulanmaktadır.**
- **Soğanlarda çimlenmeyi önlemek amacıyla depolamada;
*maleik hidrazit uygulanmaktadır.**

Mumla kaplama

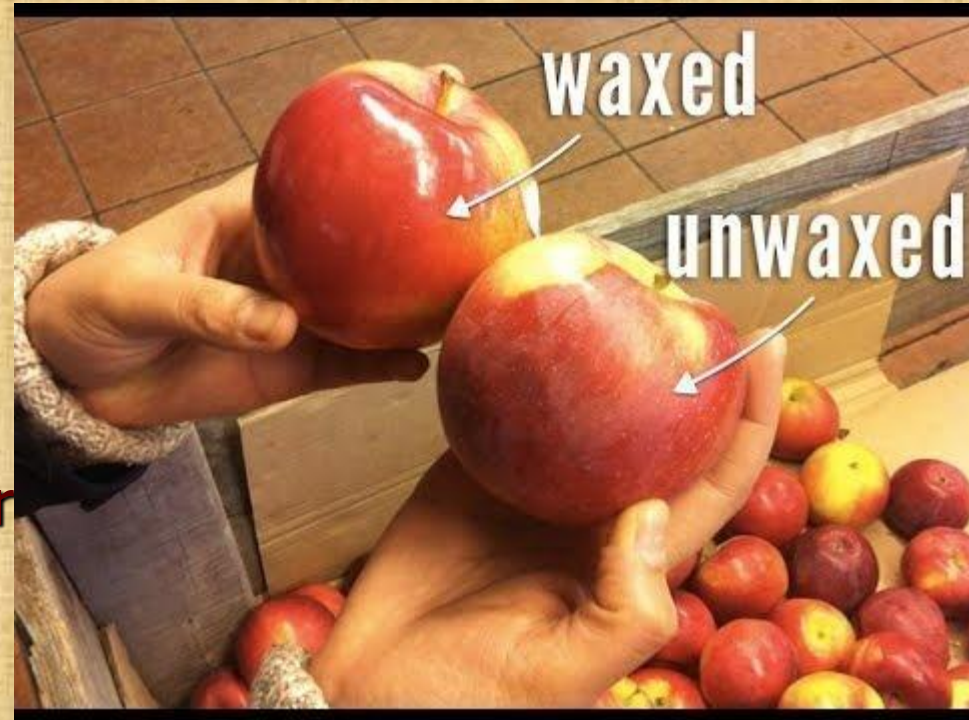
- Su kaybını sınırlamak, amacıyla bazı meyve ve sebzelerin yüzeyleri özel mum emülsiyonları ile kaplanmaktadır.
- Bunlar parafin veya bitkisel mum-parafin karışımıdır.

Avantajları

- Su kaybını önler.
- Solunum hızını düşürür.
- Cazip parlaklık, renk verir.

Mumla kaplanan başlıca ürünler

Elma, armut, hıyar, kavun
biber, patates



Isı uygulaması

Meyvelere 30-50°C arasında sıcaklık uygulaması
(pastörizasyon)

yapılır.

Amaç; yüzeye bulaşmış böcek yumurta ve larvalarının ve küflerin inaktivasyonunu sağlamaktır.

Isıtma işlemi, "karantina uygulaması" olarak da anılır.

- Sıcak suya daldırma
- Su buharına doyurulmuş sıcak hava ile muamele şeklinde uygulanır.

Burada kullanılan pastörizasyon terimi, asitli gıdaların muhafazasında uygulanan pastörizasyon işlemiyle karıştırılmamalıdır.

- Seçilecek sıcaklık derecesi ve süresi önemlidir.
- Sıcaklık derecesi, böcek larva ve yumurtalarını öldürecek düzeyde olmalıdır,
- Üründe ısıtmanın neden olacağı zararlanmalara yol açmamalıdır.

Meyvelerin ısıtmaya karşı duyarlılıkları farklıdır:

Muz ve armutlar ısıya dirençli,

Hıyar, şeftali, kantalop ve dolmalık biberler ısıya duyarlıdır.

Tamamlayıcı olgunlaştırma:

- Bazı meyvelerin, önerilen en düşük depolama derecelerinde olgunlaşmaları durur.
- Örnek; bazı armut çeşitleri, erik, şeftali
- Buna karşın örneğin elma, soğuk depolama koşullarında olgunlaşmalarına devam eder.
- Buna göre, soğuk depoda olgunlaşması duran meyvelere, depo çıkışında pazara sunulmadan önce, sofraya olgunluğuna getirmek üzere tamamlayıcı olgunlaştırma uygulanır.
- Tamamlayıcı olgunlaştırma 16-22°C arasında yapılır.

- Depolama derecesi ne kadar düşük ve süre ne kadar uzunsa, olgunlaştırma sıcaklığı o kadar yüksek seçilir.
- Olgunlaştırmada, ortam atmosferine verilen az miktardaki etilenden de yararlanılır.
- Örneğin muzlar, çevre atmosferinin 1000 litresine 1 litre etilen verilerek hızla olgunlaştırılabilir.
- Şeftaliler depolama sonunda, 24°C deki ortamda %1 etilen bulunan atmosfer altında 24 saatte olgunlaştırılmaktadırlar.
- Etilen gazı, solunumu artırmasının yanında klorofili de parçalama etkisine sahiptir. Nitekim yeşil turunçgiller 10 ppm etilen içeren atmosfer altında bu yolla sarartılmaktadır. Bu bir olgunlaştırma değil, renk düzeltmedir.

Gıdaların muhafazasında soğuk uygulaması

- Ön soğutma-
- Ön soğutma süresinin hesaplanması

Ön soğutma

- Etler kesimden hemen sonra soğutulmak zorundadır.
- Meyve ve sebzeler eğer soğukta depolanacaksa bir ön soğutma yapılarak asıl depolanacakları sıcaklıkta saklanırlar.
- Her meyve ve sebze için ön soğutma uygulanmaz. Örn: patates ve soğan için ön soğutmaya gerek yoktur.
- Eğer bir ürüne ön soğutma yapılacaksa, hasattan hemen sonra yapılmalıdır.

Ön soğutmanın yararları:

- Solunum hızı yavaşlar.
- Mikroorganizma çoğalması yavaşlatılır.
- Deponun soğutma yükünü azaltır.

Çeşitli ön soğutma yöntemleri:

- Soğuk su ile
- Soğuk hava ile
- Buz ile
- Vakum uygulayarak

Soğuma süresinin hesaplanması

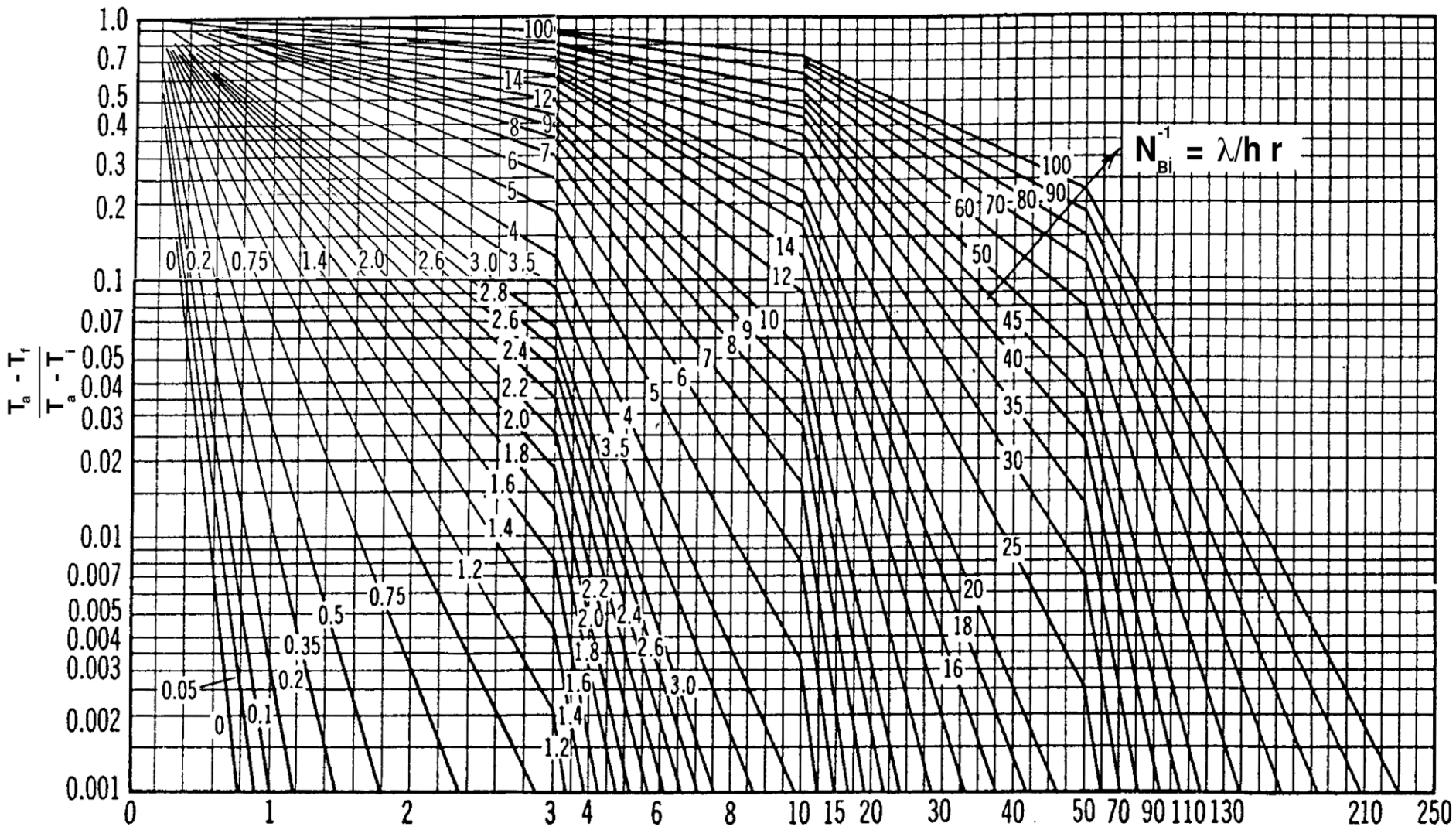
- Soğuma süresi, deneysel verilerden hazırlanmış grafiklerden yararlanılarak hesaplanabilmektedir.
- Bu grafikler, gıdaların sahip olduğu geometrik şekle göre (küre, silindir, sonsuz dilim vs.) hazırlanmaktadır.
- Bu grafiklere sıcaklık-süre grafikleri adı verilmektedir.
- Bu grafikler yarı logaritmiktir.
- Y ekseninde "sıcaklık oranı" adı verilen parametre yer almaktadır.

$$\text{Sıcaklık oranı} = \frac{T_a - T_f}{T_a - T_i}$$

T_a : Soğutucu (ısıtıcı) ortam sıcaklığı, °C

T_i : Soğuyan (ısınan) cismin başlangıç sıcaklığı, °C

T_f : Soğuyan (ısınan) cismin son sıcaklığı, °C



$$N_{FO} = a t/r^2$$

Küre şeklinde gıdalar için sıcaklık-süre grafikleri

- X eksenini, aritmetik işaretli olup, burada "Fourier sayısı (N_{FO})" yer almaktadır. Bu sayı, materyalin geometrik şekline bağlı boyutsuz bir değerdir.

Fourier sayısı

$$N_{FO} = \frac{\lambda t}{\rho C_p r^2}$$

λ : Isıl iletkenlik katsayısı, W/m °C

ρ : Yoğunluk, kg/m³

C_p : Özgül ısı, J/kg °C

t: süre, s

r: Yarıçap, m

Bu formülde t yalnız bırakılırsa;

$$t = N_{FO} \frac{C_p \rho r^2}{\lambda}$$

- Grafik üzerinde, Biot sayısının (N_{Bi}), resiprokalarına (yani $1/N_{Bi}$) ait eğriler yer almaktadır.

Biot sayısı : Soğutulan veya ısıtılan materyalin ısı transferine karşı iç ve dış direncinin düzeyini yansıtır.

$$N_{Bi} = \frac{h r}{\lambda}$$

h : Yüzey film ısı transfer katsayısı, $W/m^2 \text{ } ^\circ C$

r : Küre şeklindeki cisimler için bu değer yarıçaptır, m

λ : Isıl iletkenlik katsayısı, $W/m \text{ } ^\circ C$

Biot sayısı;

- 0.1-40 arasında ise; soğutulan matelyalde ısı transferine karşı belirli fakat sınırlı bir iç ve dış direnç var demektir ve "sıcaklık-süre" grafiğinden yararlanılır.
- $N_{Bi} > 40$ ise; ısı transferine karşı, cismin yüzeyi çok düşük düzeyde bir direnç göstermektedir. Yani h , λ' 'dan çok yüksektir. Bu durum grafikte $1/N_{Bi} = 0$ eğrisiyle temsil edilir.
- $N_{Bi} > 0.1$ ise; ısı transferine karşı, matelyalin iç direnci çok düşüktür. Yani λ , h' 'dan daha büyüktür.
- "Sıcaklık oranı", " N_{FO} " ve " N_{Bi} " gibi 3 değerden iki tanesi biliniyorsa, bu grafikler yardımıyla üçüncü parametre bulunabilmektedir.

Örnek: Soğukta depolanacak olan elmalar 2°C'deki su akımında, 12°C'den 6°C'ye ön soğutulmaktadır. Bu işlemle ilgili veriler aşağıdadır.

Sıcaklık-süre grafiğinden yararlanarak, elmaların soğuma süresini hesaplayınız.

- Yüzey ısı transfer katsayısı, $h = 45 \text{ W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$
- Elmaların çapı, $R = 8 \text{ cm}$
- Elmaların özgül ısı, $c_p = 3600 \text{ J /kg } ^\circ\text{C}$
- Elmaların yoğunluğu, $\rho = 800 \text{ kg/m}^3$
- Elmaların ısı iletkenlik katsayısı, $\lambda = 0.420 \text{ W/m } ^\circ\text{C}$

Soğutma yükü

- Soğutma yükü, bir soğutma sisteminde birim zamanda uzaklaştırılması gereken ısı miktarıdır.
- Soğutma yükünü;
 - Kararsız konumdaki (unsteady state) soğutma yükü
 - Kararlı konumdaki (steady state) soğutma yükü oluşturmaktadır.

Kararsız konumdaki (unsteady) soğutma yükü: Gıdayı bulunduğu sıcaklıktan depolanacağı sabit sıcaklığa kadar soğutmak için, belirli bir süre içinde uzaklaştırılması gereken ısı miktarıdır.

Kararlı konumdaki (steady state) soğutma yükü: Depolama sıcaklığına kadar soğutulmuş gıdaların, sabit bir sıcaklıkta tutulabilmesi için belli bir süre içinde uzaklaştırılması gereken ısı miktarıdır.

Kararsız konum soğutma yükü

- Ürünün bulunduğu sıcaklıktan depolanma sıcaklığına kadar soğutulmasında, uzaklaştırılması gereken

hissedilir ısı + bu süreçteki (varsa) solunum ısısı

- Kararsız konum soğutma yükü; bir defa gerekli olan, sürekli olmayan geçici bir yüküdür.
- Ön soğutma uygulanırsa bu yük ortadan kalkar.

Kararlı konum soğutma yükü şu unsurlardan oluşur:

- Depo duvar, tavan ve tabandan transfer olan ısı,
- Hava girişiyle kazanılan ısı,
- Depoda çalışanlardan yayılan ısı,
- Depoda yanan lambalardan, çalışan cihazlardan yayılan ısı,
- Depolama derecesinde yani sabit sıcaklıkta yayılan solunum ısı (meyve-sebze)
- Vd.

Bazı teknik veriler

Soğuk depoda çalışanların yaydığı ısı

Sıcaklık, °C	Yayılan ısı, W
10	211
4.4	246
-1.1	278
-6.7	308
-12.2	352
-17.0	381
-23.3	410

Lambalar gücü kadar ısı yayarlar.

- **Örneğin 100 W lamba 100 W ısı yayar.**
- **Depoda çalışan bir elektrik motoru her kW gücü için 1375 W ısı yayar.**
- **Eğer elektrik motoru depoda değil dışarıda ise ve fakat onun tahrik ettiği eleman depo içindeyse, elektrik motorunun her kW gücü için 980 W ısı yayılır.**
- **Depoya girip çıkanlar nedeniyle dışarıdan giren hava ile depo ısı kazanır. Bu ısının miktarı çeşitli şekillerde hesaplanmaktadır (teorik veya deneysel verilerden).**