

Soğutma Teknolojisi

Bahar Yarıyılı

Gıda Mühendisliği Bölümü

Prof. Dr. Ayla Soyer

İçerik;

- Ders akışı
- Gıda bozulma ilkeleri
- Soğutma ve dondurma



Yararlanılan Kaynaklar

- Cemerođlu, B., Soyer A. 2005. Gıdaların Soğutulması ve Dondurulması. Gıda Mühendisliğinde Temel İşlemler Kitabı.Ed. Cemerođlu, B. Başkent Klşe Matbaacılık, s. 1-356, Ankara.
- Cemerođlu, B., Soyer, A. 2010. Soğutma ve Dondurma. *Gıda Mühendisliğinde Temel İşlemler*. B. Cemerođlu (Ed.), Bizim Grup Basımevi, Ankara. 1-259. sayfalar.
- Cemerođlu, B., Yemeniciođlu, A., Özkan, M. 2001. Meyve ve Sebzelerin Bileşimi ve Soğukta Depolanmaları. Başkent Klşe Matbaacılık, s:233-291.
- Evans, J.A. 2008. *Frozen Food Science and Technology*. P. 355, Blackwell Publishing Ltd., Oxford UK.
- Singh, R.P., Heldman, D.R. 2003. Introduction to Food Engineering. 3rd ed. Academic Press, Glasgow, Great Britain.

İçerik

- Gıdaların bozulma nedenleri, soğutma ve dondurma kavramları, soğuk muhafaza, soğutmanın temel ilkeleri, ısı, sıcaklık kavramları
- Soğutma sistemleri, mekanik soğutma sistemi, çok aşamalı soğutma sistemleri, absorpsiyonlu soğutma sistemleri
- Soğutma sisteminin elemanları
- Refrijerantlar; primer ve sekonder refrijerantlar, refrijerantların nitelikleri, refrijerantların basınç-entalpi grafikleri, soğutma devresi
- Soğuk depolarda defrost, soğuk depolarda yalıtım; ısı yalıtımı, yalıtım kalınlığının hesaplanması
- Gıdaların muhafazasında soğuk uygulaması, soğutularak muhafaza edilen bitkisel dokularda solunum ısısı, soğutma yükü
- Soğuk depoda gıdaların soğuma süresinin hesaplanması
- **Ara sınav**

İçerik

- Gıda dondurma ve donma olayı, gıda dondurma sistemleri; Hava dolaşimli dondurucular, durgun hava dondurucular, hava dolaşimli oda tipi ve tünel tipi dondurucular, bant dondurucular
- Spiral bant dondurucular, akışkan yatak dondurucular, plakalı dondurucular, sıvı dondurucular, kriyojenik dondurucular
- Gıdaların dondurulmasında soğutma yükü
- Gıdalarda donma hızı ve donma süresinin hesaplanması
- Gıdalar için uygun dondurma sisteminin seçimi, dondurucu kapasitesi
- Donmuş gıdaların çözülmesi, donma ve çözülme olaylarının kıyaslanması
- Dondurma ve donmuş depolama sırasında gıdalarda kalite kayıpları
- **Dönem sonu sınavı**

Değerlendirme

- **Ödev (Nisan 2018)**
 - **Ara sınav (Nisan 2018)**
 - **DÖNEM SONU SINAVI (Haziran 2018)**
-

DERS ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Yöntem	Sayısı	Katkı Payı (%)
Ara sınavlar	1	30
Ödev	1	10
Dönem Sonu Sınavı	1	60
TOPLAM	4	100

SOĞUKTA DEPOLAMA ÖZET BİLGİ

Gıdaların bozulmasına neden olan 2 grup etmen vardır.

- ✓ *Mikroorganizmalar (Bakteri, maya, küf)
 - ✓ *Biyokimyasal ve kimyasal reaksiyonlar
- Gıdaların muhafazasında bu iki grup etmen kontrol altında tutulur.
 - Kontrol araçlarından birisi **sıcaklıktır**.
 - Buna göre sıcaklıktan yararlanılarak, mikroorganizmalar ve biyokimyasal, kimyasal reaksiyonlar denetlenir.

Sıcaklık kontrolü ile muhafaza

- Yüksek sıcaklık
- Düşük sıcaklık

DÜŞÜK SICAKLIK

Düşük sıcaklığın iki tip uygulaması vardır:

- Soğukta depolama
- Dondurma ve donmuş halde depolama

Düşük sıcaklıkta muhafaza

- **Soğukta depolama**

Gıdaların düşük sıcaklıklarda donmadan muhafazası

- **Dondurma ve donmuş halde depolama**

Gıdaların 0°C'nin altındaki sıcaklıklarda dondurulması ve
-10°C'nin altında depolanması

-10°C sınır ve önemli bir değerdir.

- Soğukta depolanması açısından gıdalar 2 farklı gruba ayrılabilir.
 - Canlı materyaller (gıdalar)(Dokunulmamış meyve, sebze, tohum)
 - Canlı olmayan materyaller (et, işlenmiş gıda gibi)

Soğukta depolama ile;

- ✓ Mikroorganizma faaliyeti yavaşlatılır/durdurulur.
- ✓ Biyokimyasal ve kimyasal reaksiyonlar kontrol altına alınır.
- ✓ Canlı gıdalarda solunum ve terleme gibi iki önemli fizyolojik faaliyet yavaşlatılır. Böylece meyve ve sebzenin canlılık süresi yani ömrü uzatılır.

- ✓ Soğukta muhafazada süre gıdaya bağlıdır. Fakat kesinlikle sınırlıdır.

Örnekler: Mantar, çilek – Birkaç gün

Elma, soğan – aylarca

Etler – Birkaç gün

Hazır yemekler – Birkaç gün

- ✓ Dondurarak muhafazada süre teorik olarak sınırsızdır.

Depolama sıcaklığına göre, soğukta muhafaza edilen gıdalar kabaca 3 gruba ayrılır:

a) -1 ile 1°C arasında:

Taze balık, et, sosis, salam, sucuk, yumurta, kıyma, tütsülenmiş et ve balık

b) 0°C – 5°C arasında:

Süt, yoğurt, hazır salatalar, sandviç, pizza, pasta, bazı meyve ve sebzeler

c) 0°C – 8°C arasında:

Çeşitli hazır yemekler, tereyağı, margarin, sert peynirler, meyve ve sebzelerin çoğu

- Canlı materyallerle, diğ erleri arasında soğukta depolamada en önemli farklardan birisi, her meyve ve sebzenin kendine özgü bir sıcaklığın altında "soğuk zararı" görmesidir.

 rnek: elmalarda siyah leke

- Yukarıdaki sınıflandırmaya girmeyen bazı tropik ürünler vardır. Bunlar soğuğa çok duyarlıdırlar (muz, turunçgiller)

SONUÇ: Soğukta depolamada depolanacak ürün, zarar görmeyeceği en düşük derecede, normal atmosfer bileşimi bulunan bir ortamda depolanarak bozulması yavaşlatılır. Depolanma süresi sınırlıdır.

Soğuk + Diğer prosesler

- Birlikte uygulandığında, özellikle ılımlı işlem görmüş gıdaların dayanma süresi (raf ömrü) uzayabilmektedir.
- Gıda üzerindeki atmosferin (depo atmosferi veya bir ambalajdaki gıdanın üzerindeki atmosfer) bileşimi değiştirilerek soğukta daha uzun süreli ve kaliteli bir muhafaza sağlanır. Bu tip üç tür uygulama vardır:
 - ✓ Kontrollü atmosferde depolama (KAD)
 - ✓ Modifiye edilmiş atmosferde depolama (MAD)
 - ✓ Modifiye edilmiş atmosferde ambalajlama (MAA)

KAD

- Optimum depolama sıcaklığında depolansa bile çabuk bozulan veya hasattan sonra olgunlaşmaya devam eden meyvelere uygulanır.

Uygulama: Depo atmosferinde yer alan bazı gazların oranı yükseltilerek ve bazı gazların oranı azaltılarak farklı bir atmosfer oluşturulmasıdır.

Gaz bileşimi devamlı izlenerek oranlar sürekli kontrol altında tutulur. Örn: O₂ düzeyi düşünce taze hava alınır, CO₂ düzeyi yükselince depo atmosferi CO₂ den arındırılır.

En çok elma ve armut depolamada uygulanır.

Oksijen Oranının Azaltılması ile;

- Solunum hızı düşer.
- Meyvedeki parçalanma olayları yavaşlar (klorofil kaybı, şeker, asit vitamin ve C vitamini gibi)
- Meyvelerde etilen sentezi geriler ve etilen artışı engellenir.
- Aromatik madde sentezi geriler ve yükselişi gecikir.
- Bazı fizyolojik bozukluklar (kabuk yanığı v.b) hastalık ve zararlı kayıpları azalır.

Karbondiyoksit Konsantrasyonu Arttırılması Durumunda;

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

MAD

- Hava sızdırmaz nitelikteki bir depoda depolanan ürünün solunumu sonucu, atmosferdeki O_2 harcanarak azalır, CO_2 oranı yükselir. Yani atmosfer bileşimi kendiliğinden değişir.
- Hiç müdahale edilmezse, O_2 oranı %0, CO_2 oranı %20 hatta üzerine çıkar. Bu koşullarda, ambar zararlısı böcekler ve küfler gelişemez.
- Tahıl depolamada uygulanmaktadır.

- Aslında KAD ve MAD aynı işlevi olan uygulamalar. Ancak KAD'da sürekli bir kontrol vardır.
- Her ürün için farklı bir gaz bileşimi söz konusudur. Bu nedenle bir depoda sadece tek bir ürün depolanabilir.
- KAD ve MAD bağımsız yöntemler olmayıp, soğukla birlikte uygulanır.

MAA (Modifiye atmosferde ambalajlama)

- Gıda bir ambalaja yerleştirilip, kapatılırken ambalajdaki hava yerine, bileşimi o gıdaya uygun önceden belirlenmiş gaz verilerek hava uzaklaştırılıp, hemen özel bir film ile kapatılır.

****Bu şekilde ambalajlanmış gıda soğukta saklanmalıdır.**

MAP için kullanılan gaz karışımları

- İnert gaz (N_2)
- Yarı-reaktif (CO_2/N_2 veya $O_2/CO_2/N_2$)
- Tam reaktif (CO_2 veya CO_2/O_2)

Bazı gıdalar için önerilen MAP gaz karışımları

	% Oksijen	%karbon dioksit	% Nitrojen
Kırmızı et	60-65	15-40	-
Pişmiş/kürülenmiş etler	-	20-35	65-80
Kanatlı etleri	-	25	75
Balık (yağsız)	30	40	30
Balık (yağlı)	-	60	40
Sert peynir	-	100	-
Yumuşak peynir	-	30	70
Kekler	-	60	40
Sebze ve meyve	3-5	3-5	85-95
Kuru/kavrulmuş gıdalar	-	-	100

Soyer, A. Soğutma

Teknolojisi, Giriş

Kaynak: Parry, 1993

Bazı gıdaların MA ambalajlamada raf ömrü

Ürünler	Raf Ömrü (gün)	
	Hava	MAP
Dana eti	4	12
Ekmek	7	21
Kek	14	180
Tavuk	6	18
Kahve	3	548
Pişmiş etler	7	28
Balık	2	10
Taze (yaş) makarna	2	28
Taze pizza	6	21
Sandviçler	2	21

Üçüncü (2012)

Dondurarak muhafaza

Amaç;

- Mikrobiyolojik bozulmayı kesinlikle durdurmak
- Biyokimyasal ve kimyasal deęişmeleri minimum düzeye indirmek

İlkeler;

1- Mikroorganizmalar açısından

* Gıda bozulmasına neden olan mikroorganizmaların çoğu 10°C'nin üzerinde hızla faaliyet gösterirler.

* Gıda zehirlenmelerine neden olan mikroorganizmalar 4°C'ye kadar olan düşük sıcaklıklarda bile yavaş da olsa faaliyet göstermektedirler. 3°C'de bunların faaliyetleri sona erer.

Buna göre; 3°C'ye kadar soğutulmuş bir gıda, eğer 3°C veya altında saklanırsa hiçbir zehirlenme tehlikesi söz konusu değildir.

- Ancak gıda sağlığa zarar vermeyen bir bozulmaya uğrayabilir. Nedeni, -10°C 'ye kadar faaliyet gösterebilen bazı mikroorganizmaların (psikrofilik) bulunmasıdır.

Sonuç; Eğer bir gıda -10°C 'de ve altında depolanırsa, hiçbir mikrobiyolojik sorun söz konusu değildir.

- Düşük sıcaklığın mikroorganizmaları engelleme etkisi sadece sıcaklık üzerinden değil, ayrıca su aktivitesi (a_w) üzerindedir.
 - 1°C 'de etin a_w 'si : 0.990
 - 30°C 'de etin a_w 'si : 0.746
- Düşük sıcaklık mikroorganizmaları, yüksek sıcaklık gibi gibi öldürmez. Uzun süre içinde mikroorganizma sayısı, ölüm sonucu gittikçe azalır. Fakat steriliteye ulaşılmaz. Gıda çözülünce hızla bozulur.

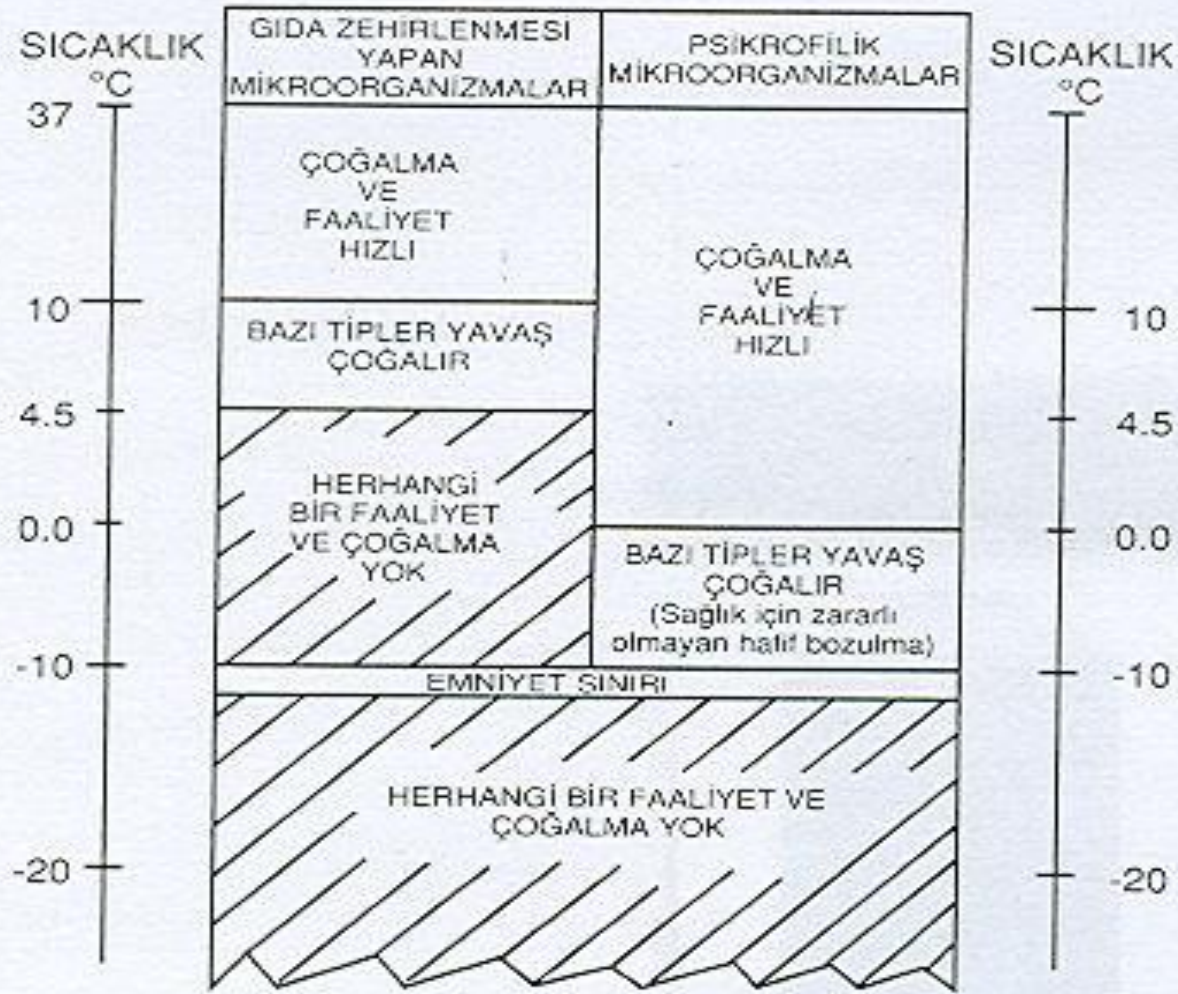
****DONDURULMUŞ ÜRÜNLER STERİL DEĞİLDİR.**

2-Biyokimyasal ve kimyasal reaksiyonlar açısından

*Gıdalarda oluşan biyokimyasal ve kimyasal reaksiyonlar hiçbir şekilde sağlık için olumsuzluğa neden olmaz. Sadece kalite düşer (renk, aroma, lezzet, besleme değeri).

*Düşük sıcaklıklarda mikroorganizma faaliyeti yavaşlar ve nihayet -10°C 'nin altında tamamen dursa da, biyokimyasal ve kimyasal reaksiyonlar sadece yavaşlar, asla durmaz.

*Buna göre dondurulan bir gıdanın raf ömrünü sınırlayan faktör, bu reaksiyonların yavaş da olsa devam etmesidir.



Şekil 5.1 Sıcaklık ile mikroorganizma faaliyeti arasındaki ilişki

Hangi gıdalar dondurularak muhafaza edilebilir?

- İlke olarak bütün gıdalar dondurularak muhafaza edilebilir.
- Bazı dondurulmuş gıdalar, tüketim için çözülünce, donma öncesi niteliklerini kaybettiği görülür. İşte bu nedenle bu tip gıdalar dondurulmaz.

Örnek: yoğurt

Ticari amaçla dondurulan gıdalar

- Meyveler (çilek, vişne, kayısı, ahududu. Bütün, doğranmış veya pulp olarak)
- Sebzeler (bezelye, yeşil fasulye, mısır, ıspanak, patates)
- Deniz ürünleri (balık ve kabuklular. Doğrudan veya tüketilmeye hazır halde)
- Etler (kırmızı etler, kanatlı etleri, et ürünleri olarak)
- Unlu mamuller (ekmek, kekler, meyveli ve etli fırın ürünleri, hamur)
- Hazır yiyecekler (pizza, tatlılar, dondurma, çeşitli etli ve sebze yemekler)

Hangi gıdalar dondurulmaz?

- Jel veya emülsiyon halindeki gıdalar. Eğer dondurulursa, çözülme sırasında jel veya emülsiyon bozular.

Örnekler:

- ✓ Süt- Emülsiyon bozular. Yağ ayrılır. Kolloid halde çözünmüş bir kısım proteinler koagule olur.
- ✓ Yoğurt- Jel bozular, sineresis görülür.
- ✓ Beyaz peynir ve benzerleri- Dağılır, parçalanır.
- ✓ Reçel-marmelat- Pektin jeli bozular, sineresis görülür, kristallenme olur.
- ✓ Nişasta jeli içeren gıdalar- Puding, çorbalar ve nişasta içeren soslar. Sineresis görülür.