Sebze ve meyvelerin bozulması

© TemplatesWise.com

Taze Meyve ve Sebzeler

- Hasat edilen tüm sebze ve meyvelerin $\frac{1}{4}$'ünün tüketimden önce bozulduğu tahmin edilmektedir. Taze meyve ve sebzelerde bozulma depolama, taşıma ve işlenmek üzere bekletildikleri sırada meydana gelmektedir. Bilindiği gibi meyve ve sebzeler toplandıktan sonra ve herhangi bir işlem görmeden önce uzun bir süre canlılıklarını korurlar.
- Bu ürünlerin solunuma devam etmesi ve normal olgunlaşma prosesi meyve ve sebzelerin mikrobiyel bozulmalarının bağımsız olarak tartışılmasını güçleştirmektedir.
- Bahsedilen mikrobiyolojik bozulma problemlerinin çoğu gerçekte "pazarlama'' sorunlarıdır ve bitki patolojisi ile ilgili kitaplarda bu konulardan bahsedilmektedir.

Kontaminasyon

- Hasat sırasında meyve ve sebzeler kutu, kasa, sepet veya kamyonlarla taşınması esnasında bu ürünlere uygun bir sanitasyon işlemi uygulanmadığı sürece, birbirlerinden veya taşıyıcılardan gelen mikroorganizmalarla kontamine olurlar.
- Meyve veya sebzenin yıkanması ön ıslatma, su içinde çalkalama veya tercihen sprey uygulamalarından biri ile gerçekleştirilebilir.
- Ayrıca yıkama işlemi ile ürünün yüzeyi mikroorganizma gelişimi için elverişli nem miktarına ulaşacaktır. Buna karşın, deterjan veya germisit içeren çözeltilerle yıkama ürün üzerindeki mikroorganizma sayısını azaltacaktır.
- Özellikle sebzelere su püskürtülmesi ürünün taze görünmesini ve çürümesini geciktirmekle birlikte mikroorganizma sayısını artırır.
- Örneğin su veya buzdan kaynaklanan psikrotroflar ortamın nemli olması nedeniyle uzun depolama süresince kolaylıkla çoğalırlar.

- Örneğin, yıkama, buharla kabuk soyma, sıcak suda bekletme ve haşlama (enzimleri inaktive etmek) gibi işlemler mikroorganizma sayısını azaltan uygulamalardır.
- Gerçekte, gıda ile temas eden ekipmanın her bir parçası uygun şekilde temizlenip sanitize edilmediği taktirde önemli bir mikroorganizma kaynağıdır.
- Fabrikadaki olası kontaminasyon kaynakları tepsi, varil, tank, boru, su kanalı, tezgah, masa, taşıma bandı, doldurma ekipmanı, haşlayıcı, pres, elek ve filtreler olarak sıralanabilir.
- Fabrikadaki olası kontaminasyon kaynakları tepsi, varil, tank, boru, su kanalı, tezgah, masa, taşıma bandı, doldurma ekipmanı, haşlayıcı, pres, elek ve filtreler olarak sıralanabilir.
- Bununla birlikte, işlem sonunda ekipman temizlenip sanitize edildiğinde toplam mikroorganizma sayısı önemli oranda azalır ve eğer bu işlemler etkin şekilde yapılırsa sadece dirençli olanlar canlı kalabilir

Mikroorganizmaların uzaklaştırılması

- Sebzelerin yıkanmasıyla yüzeyde bulunan ve sonradan bulaşmış olan kontaminantların çoğu uzaklaştırılabilmekle birlikte doğal yüzey mikroflorasının çoğu kalacaktır.
- Yıkamada klorlu su kullanılabilir, kir ve mikroorganizmaların uzaklaştırılması için yıkama suyuna deterjan ilave edilebilir.
- **Isıl işlem**
  Kurutulacak veya dondurulacak sebzelerle, konserveye işlenecek sebzelerin bazıları enzimlerin inaktive edilmesi amacıyla haşlanırlar. Bu süreçte mikroorganizma sayısında da önemli miktarda (10^3-10^5 düzeyinde) azalma meydana gelir .
- **Düşük sıcaklıkta muhafaza**
  Patates, lahana ve kereviz gibi bazı sebzeler diğerlerine göre nispeten daha dayanıklıdırlar ve belirli bir süre depo veya kilerlerde muhafaza edilebilirler.

Soğutma

Özel bir işlem uygulanmaksızın muhafaza edilecek sebzeler hızla soğutulurlar ve düşük sıcaklıklarda saklanırlar. Soğutma marulda olduğu gibi; soğuk su, buz veya mekanik soğutma ya da vakumlu soğutma ile gerçekleştirilir. Yapraklı sebzelerin (marul ve ıspanak gibi) tazelenmesi sırasında eğer soğuk su kullanıldıysa soğutulmaları sağlanacak ve daha uzun süre muhafaza edilmelerine katkıda bulunacaktır.

Dondurma

Donmuş depolama sırasında mikroorganizma sayısında muntazam bir azalma meydana gelmektedir, ancak depolama süresi sonunda yine de bazı türler canlı kalabilmektedir. Çözündürme sırasında gelişecek bakteri türleri çözündürme sırasındaki sıcaklığa ve süreye bağlı olarak değişir.

- Çözündürülmüş sebzeler belirli bir süre oda sıcaklığında tutulduklarında, gıda kaynaklı patojenler gelişerek toksin oluşturabilirler.
- Genellikle bu gıdalardan koliform ve enterokoklar izole edilmektedir. Bununla birlikte, *E. coli* varlığı alışılmamış bir durumdur ve sanitasyon uygulamalarının gözden geçirilmesini gerektirebilir.

- **Kurutma**
- Kurutulmuş sebzeler kuru çorbalarda, kurutulmuş baharat ve çeşniler ise aroma maddeleri olarak kullanılmaktadır. Satışa sunulan kurutulmuş sebze örnekleri daha düşük sayıda mikroorganizma içerecek şekilde üretilme imkanına sahip olmakla birlikte, 10^5-10^6/g düzeyinde mikroorganizma içermektedir.
- Kurutulmuş sebzeler kararmayı önlemek için kükürtle muamele edildiklerinde mikrobiyel yükleri de azalmaktadır. Sebzeler uygun şekilde kurutulur ve depolanırlarsa, herhangi bir mikroorganizma gelişimi olmayacaktır.
- Depolama esnasında canlı organizma sayısında, ilk birkaç ay daha hızlı ve sonrasında daha yavaş olmak üzere bir miktar azalma meydana gelir.
- Bakteri ve küf sporları ile bazı mikrokoklar ve mikrobakterler kurumaya karşı diğer mikroorganizmalardan daha dirençlidirler ve depolama süresi uzadıkça populasyondaki oranları da artar.

Koruyucu kullanımı

- Bazı sebzeler için özel uygulamalar söz konusu olmakla birlikte, sebzelere koruyucu ilavesi pek yaygın değildir. Şalgam bazı durumlarda muhafaza süresini uzatmak için parafinlenmektedir.
- Çinko karbonatın marul, pancar ve ıspanak üzerindeki pek çok küfün gelişimini elimine ettiği belirtilmektedir.
- Bifenil (Byphenil) buharı patates üzerinde *Fusarium* gelişimini kontrol altına almaktadır.
- Soğutulmuş sebzelerin CO_2 veya ozon atmosferinde depolanması deneysel olarak araştırılmış olmakla birlikte uygulama alanı çok azdır.
- Sodyum klorür kimyasal koruyucu olarak kullanılan tek katkıdır. Sebzelere ilave edilme miktarı % 2,25-2,50 arasında değişir. Daha düşük tuz konsantrasyonlarında bakteriler asit fermantasyonu yaparlar.

Radyasyonla muhafaza

Bozulmaya neden olan mikroorganizmaları engellemek için deneysel olarak gama ışınları ile muamelesi, depolamayı takiben, pek çok sebzede renk bozulması, yumuşama ve diğer bozulmalara neden olmuştur.

Bununla birlikte, ışınlama patates, soğan ve sarımsağın çimlenmesini geciktirmek ve bazı sebzelerde böcekleri öldürmek amacıyla başarılı bir şekilde kullanılmaktadır.

Meyvelerin Muhafazası

Genelde sebzelerin muhafazasındaki prensipler meyveler için de söz konusudur.

Meyvelerin yüzeyi doğal floralarından kaynaklanan mikroorganizmalar yanında toprak ve sudan gelen mikroorganizmaları da içerir, buna göre sebzeler için verilen listede belirtilen mikroorganizmalar meyveler için de geçerlidir, ancak meyvelerde maya ve küfler hakimdir.

- **Asepsis**
- Sebzeler gibi meyveler de hasat ve işleme arasında geçen sürede taşıyıcılardan ve bozuk-çürük meyvelerden kontamine olabilirler ve mümkün olduğunca bu tür kontaminasyondan kaçınılmalıdır. Hasattan önce meyveler genellikle insektisit ve fungisit uygulanmaktadır ve bu gibi işlemler meyve üzerindeki florayı değiştirebilir.
- **Mikroorganizmaların uzaklaştırılması**
- Meyvelerin yıkanması ile, meyve üzerindeki kir, mikroorganizmalar ve aynı zamanda tarım ilaçları da uzaklaştırılmış olur. Yıkama suyu deterjan veya klorlu su gibi bakterisidal bir çözelti olabilir. Meyvedeki yaralı kısımların kesilip atılması (trimming) de mikroorganizmaların uzaklaştırılmasını sağlayacaktır. Diğer yandan berrak meyve suları filtre ile sterilize edilebilir.

Isıl işlem

- Meyveler işlenmeden önce nadiren haşlamaya tabii tutulur, çünkü haşlama ile meyveler fiziksel olarak aşırı zarar görmektedirler. .
- Buhar veya kaynar su ile sağlanabilecek 100°C civarındaki bir ısıl işlem meyveler için yeterli olduğundan, meyveler için buhar basınçlı sterilizatörlere ihtiyaç yoktur.
- Genellikle meyvenin asitliği attıkça muhafaza için daha az ısıl işlem yeterli olmaktadır.
- Benzer prensipler konserve meyve suları için de geçerlidir.

Soğukta muhafaza

- Elma gibi az sayıda meyve normal bir depoda belirli bir süre muhafaza edilebilir, fakat genellikle çoğu meyvenin muhafazası soğukta depolama ile gerçekleştirilmektedir.
- Aynı meyvenin çeşitleri arasında farklılık olmakla birlikte, her meyvenin soğuk depolama için kendine özgü optimum sıcaklık ve nispi nem isteği bulunmaktadır.
- Meyveler depolamadan önce veya depolama sırasında muhafazalarını sağlamak için çeşitli kimyasallarla muamele edilirler. Bunun için hipoklorit, sodyum bikarbonat, boraks, propiyonat, bifenil, o-fenilfenol, kükürtdioksit, thioüre, thiabendazol, dibromatetrakloretan ve diğer kimyasallar önerilmektedir. Meyve kimyasal uygulanmış kağıtlara da sarılabilir.

- Kontrollü atmosferde depolama ile soğuk depolamayı kombine etmeye yönelik önemli araştırmalar yapılmaktadır. Bu tarz uygulamalar depo atmosferindeki oksijen ve karbondioksit konsantrasyonlarının ayarlanması; CO_2 ve O_2' in ilavesi ya da uzaklaştırılması; veya ozon ilavesi ile gerçekleştirilmektedir..
- Genellikle uygulanan CO_2 konsantrasyonunun artırılması ve O_2 konsantrasyonunun düşürülmesi şeklindedir.
- Sadece bir gaz kullanıldığında, örneğin paketlenmiş ürün %100 N_2 atmosferinde depolandığında bu işlem "azot atmosferinde depolama" olarak adlandırılır.
- CO_2 atmosferinde depolama özellikle elma için uygulanmakla birlikte, armut, muz, turunçgiller, erik, şeftali, üzüm ve diğer meyveler için de kullanılabilir.

Dondurarak muhafaza

Meyve yüzeyinde doğal florasının yanı sıra toprak ve sudan gelen kontaminantlar bulunmaktadır. Herhangi bir bozulma fazladan küf ve maya ilave edecektir.

Dondurma işlemi için meyvelerin hazırlanması aşamasında rengin esmerleşmesi, lezzette değişiklik ve özellikle küfler gibi mikroorganizmalar tarafından meydana gelen bazı bozulmalar meydana gelecektir.

Meyvelerin yıkanmasıyla yüzeydeki toprak mikroorganizmalarının çoğu uzaklaştırılır ve ayırma işlemi esnasında ise bozulma yapan maya ve küflerin sayısında azalma meydana gelir.

Uygun taşıma yöntemleri kullanıldığında dondurulma işlemi öncesi çok az mikroorganizma gelişebilecektir.

Dondurulma işlemi mikroorganizma sayısını azaltır ancak meyve dokusunda bazı bozukluklara neden olur, bunun sonucu ortama biraz meyve suyu salınır veya meyve dokusu yumuşar.

Bu ürünlerde depolama süresinde mikroorganizma sayısı da yavaş ama düzenli olarak azalır.

- Mayalar (*Saccharomyces, Cryptococcus*) ve küfler (*Aspegillus, Penicillium, Mucor, Rhizopus, Botrytis, Fusarium, Alternaria* vb) dondurulmuş ürünlerde sıklıkla rastlanan cinsler olmakla birlikte az sayıda toprak mikroorganizmalarından *Bacillus* ve *Pseudomonas* gibi düşük sıcaklıkta yaşayabilen bakteriler de bulunabilir. Mayalar daha çok çözünme işlemi sırasında gelişme gösterebilirler.
- **Kurutma**
- Meyvelerin kurutulmasıyla mikroorganizma sayısı oldukça düşüktür ve alkali uygulamalar, kükürtleme, pastörizasyon gibi işlemler sayıyı azaltmaktadır. Bazen, kurutmadan önce veya sonra küf sporulasyonu meydana gelebilir ve üründe küf sporlarının sayısı yükselebilir.
- **Koruyucular**
- Koruyucu kullanımı meyvelerin saklanma süresini uzatmaktadır. Bu tür kimyasallar bulunduğu çözelti içine meyveler daldırılarak yapılır ya püskürtme işlemiyle ya da meyvelerin paketlendiği kağıtlara emdirilerek yapılır.

- Bu maddeler arasında meyve yüzeyine uygulananlar balmumu, hipoklorit, bifenil ve alkali sodyum O-phenylphenate benzeri kimyasallardır.
- Meyvelerin paketleme materyallerine emdirilen çeşitli kimyasallardan iyot, sülfit, bifenil, O-fenilfenol, heksamin gibi maddeler sıklıkla kullanılmaktadır.
- Meyveler depolarda CO_2, Ozon, etilen+hidrokarbonların karışımı uygulanarak muhafaza edilebilir.
- Kükürtdioksit ve sodyum benzoat meyve ve meyve ürünlerine direk uygulanan kimyasal koruyuculardır. Bunların çoğu fungal gelişimi inhibe edicidir.

Mikrobiyolojik Bozulmalar

- Çiğ meyve ve sebzelerin bozulması fiziksel faktörlerden, kendi enzimlerinden mikrobiyel gelişme veya bunların kombinasyonlarından kaynaklanabilir.
- Hayvan, böcek veya kuşların meydana getirdiği yaralanma, ezilme, çatlama, kesik oluşumu ile donma veya hatalı taşıma gibi olumsuzluklar mikroorganizma gelişimini artırmaktadır.
- Bozulmuş ürünlerle temas sonucu mikroorganizmalar sebze ve meyveye taşınacak, bozulma meydana gelecektir.
- Hasat, taşıma, depolama ve pazarlama sırasındaki uygun olmayan koşullar bozulmayı hızlandırır.
- Bitkisel ürünlerde hasat sonrası doku enzimlerinin aktivitesi devam etmektedir.

- En yaygın ve sık rastlanılan bozulma tipleri sadece meyve/sebze çeşidine değil, aynı zamanda
- (1) Mikrobiyel bozulma bitki patojenleri aracılığıyla sap, yaprak, çiçek veya kökte meydana gelebilir
- (2) Saprofit mikroorganizmalar bitki patojenin ardından ikincil olarak ortama yayılırlar veya bu tip mikroorganizmalar sağlıklı meyve ve sebzeye bulaşabilir / yüzeyde gelişebilir ve hatta nemli ortamda gelişerek sayısı artabilir.

En yaygın görülen bozulma tipleri

- **Bakteriyel yumuşak çürüme:** *Erwinia carotovora* ve pektini fermente edenler tarafından oluşturulur. *Pseudomonas marginalis* ve *Clostridium* ile *Bacillus* türleri bozulma bölgelerinden izole edilmiştir. Islak bir görünüm meydana gelir, yumuşama lapamsıdır. Üründe kötü koku meydana gelir.
- **Gri küf çürüklüğü:** Bu tür bozulmaya *Botrytis* türleri (örneğin *B. cinerea*) neden olur, küfün gri misel oluşturmasından dolayı bu şekilde isimlendirilmektedir. Yüksek nem ve sıcaklık bu çürüme için idealdir.
- **Rhizopus yumuşak çürümesi**: *Rhizopus* türleri neden olur (örneğin; *R. stolonifer*). Çürüme dokunun yumuşaması ve lapamsı hale gelmesiyle kendini gösterir.

- **Antraknoz**: *Colletotrichum lindemuthianu, C. coccodes* ve diğer türleri tarafından oluşturulur. Bozulma yaprak, meyve veya tohum kabuğunda meydana gelir.
- **Alternaria çürümesi:** *Alternaria teneus* ve diğer türleri neden olur. Küfün geliştiği bölgelerde ilk önce yeşilimsi-kahverengi bir renk bozukluğu daha sonra kahverengi veya siyah lekeler meydana gelir.
- **Mavi-küf çürümesi:** *Penicillium digitatum* ve türleri neden olur. Küf sporunun meydana getirdiği renkten dolayı bozulma da aynı ismi taşır.

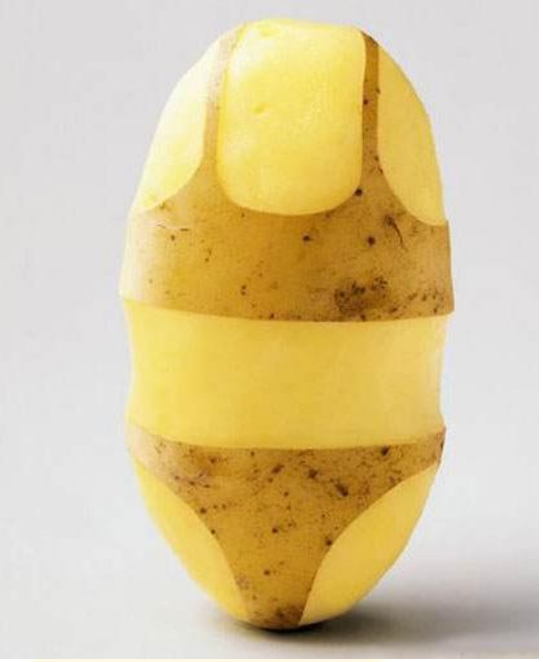
- **Islak yumuşak çürüme**: Başlıca kaynağı *Sclerotina sclerotiorum* dur ve çoğunlukla sebzelerde görülür.
- **Kök çürüklüğü:** Bu tür bozulmaya pek çok küf ve türleri neden olmaktadır. Bunlar arasında *Diplodia, Alternaria, Phomapsis, Fusarium* sayılabilir.
- **Siyah küf çürümesi:** Nedeni *Aspergillus niger*' dir.
- **Siyah çürüme:** *Alternaria* türleri ve bazen *Ceratostomella*, *Physalospora* ve diğer bazı cinsler neden olur.
- **Pembe küf çürümesi:** *Trichotecium roseum* sebep olur.

- **Fusarium çürümesi**: *Fusairum* türlerinin gelişmesi yol açar.
- **Yeşil küf çürümesi:** Çoğunlukla *Cladosporium* türleri yol açar. Bazen de yeşil sporlu küfler görülür, bunun nedeni ise *Trichoderma* dır.
- **Kahverengi çürüme:** Başlıca *Sclerotinia* (*Monilinia fructicola*)türleri neden olur**.**

- Kayganlık veya ekşime nedeni ise ıslak ve ısınmış sebzelerde gelişebilen saprofitik bakterilerdir.

Çeşitli sebze ve meyvelerde sıklıkla görülen mikrobiyel bozulmalar

- Bakteriyel yumuşak çürüme sebzeler arasında çok asitli olmayanlarda daha sık rastlanır. Meyvelerde ise yüksek asitli olmayanlar arasında görülür.
- Çoğu sebze ve meyvede asitlik belli bir düzeydedir ve yüzey kurudur, ilave olarak B vitaminleri yetersizdir ve bu ürünlerde daha çok küfler bozulma nedenidir. Küf gelişimini etkileyen diğer bir etken gıdanın yapısıdır.
- Havuç, turp, patates, pancar gibi yumrular direk olarak nemli toprakla temas etmektedir ve buradan da bulaşma olacaktır.
- Çilek, hıyar, yeşil biber ve kavun gibi meyveler de toprakla temastadır.



Tanımlar

- Çok farklı özellikler bir arada.
- Yapı temelde seluloz ve pektin.
- Sebze: Bitkilerin yenilebilir kısımları.
  - Yapraklar, kökler, tohumlar dahil.
- Meyve: Bitkilerin tohum taşıyan kısımları.
  - Portakal, elma, böğürtlen…
  - Domates, biber, salatalık…

Tanımlar

- Patojen: Hastalık yapabilen
  - İnsan patojeni:
    - Helicobacter pylori, Salmonella enteritidis
  - Hayvan patojeni:
    - Salmonella enteritidis
    - Kuş gribi
  - Bitki patojeni
    - Phytophora infestans

Tanımlar

- Bitki patojeni
  - Gerçek patojenler: Sağlam dokuya penetre olabilen enzimler yaparlar.
  - Fırsatçı patojenler: Doku hasarı varsa etkili olurlar.
    - Ezilme
    - Böcekler…

Bozulma

- Tarla hastalıkları
- Depolama hastalıkları
- Pazarlama hastalıkları
- Bu terimler sadece zaman belirtir. Etyoloji ?

Bozulma

- Besinin insan tüketimine uygun olmayacak şekilde değişmesi

- Değişim:
  - Renk
  - Tat
  - Doku
  - Aroma

Bozulma

- Aktif bozulma
  - Gerçek patojenler
- Yaralanma ile uyarılan bozulma
  - Meyve sineği (Drosophila melanogaster) meyvenin kabuğunun içine yumurtalarını bırakırken küf (Rhizopus) ile de kontamine edebilir.
- Birlikte
  - Gerçek patojenlerin oluşturduğu hasar diğerlerinin girişini kolaylaştırabilir.
  - Doğal gözeneklerden içeri patojenler girebilir.

Bozulma tipleri

- Bazı bozulma tipleri neden olan mikroorganizmanın adını taşır:
  - Fusarium çürümesi
- Bazı bozulma tiplerine birden fazla mikroorganizma neden olabilir:
  - Yumuşak çürüme, özellikle enfeksiyon başlangıç noktasından itibaren bitkide yumuşama ile karakterize.
  - Erwinia carotovora
  - Pseudomonas spp.

  - Bacillus spp.
  - Clostridium spp.
  - Bazı maya ve küfler

Meyvelerde bozulma

Bozulma türü	Etken	Etkilenen
Alternaria çürümesi	Alternaria	Turunçgiller
Acı çürüme (anthrancnose)	Colletotrichum musae	Muz
Siyah çürüme	Aspergillus niger Ceratocystis fimriata	Soğan, tatlı patates
Kahverengi çürüme	Monilinia fructicola	Şeftali
Öz çürümesi (crown rot)	Collectotrichum musae Fusarium roseum Verticillium theobromae Ceratocystis paradoxa	Muz
Gri küf çürümesi	Botyris cinerea	Üzüm
Ananas siyah çürümesi	Ceratocystis paradoxa	Ananas
Ekşi çürüme	Geotrichum candidum	Domates, turunçgiller
Kovucuk çürümesi	Cryptosporiopsis malicorticus Phylctaena vagabunda	Elma, armut
Yeşil küf çürümesi	Penicillium digitatum	Turunçgiller
Mavi çürüme	Penicillium	Portakal
Cladosporium çürümesi	Cladosporium herbarum	Şeftali, kiraz

Sebzelerde bozulma

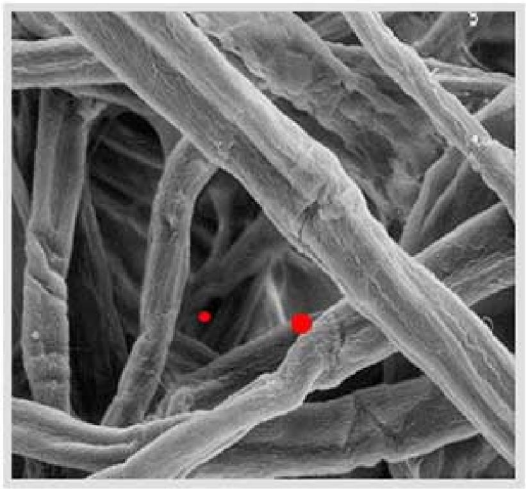
Bozulma türü	Etken	Etkilenen
Siyah küf çürümesi	Aspergillus	Soğan
Siyah çürüme	Alternaria	Havuç, karnabahar
Tüylü küf çürümesi (downy mildew)	Bremia, Phytophora	Marul, ıspanak
Fusarium çürümesi	Fusarium	Kuşkonmaz
Gri küf çürümesi	Botrytis	Lahana
Rhizopus yumuşak çürümesi	Rhizopus	Yeşil fasülye
Lekeli çürüme (Anthracnose)	Colletotrichum	Soğan
Yumru çürümesi	Fusarium	Patates
Sulu yumuşak çürüme	Sclerotinia	Kereviz
Solma (wilt)	Pythium	Yeşil fasülye
Mavi çürüme	Penicillium	Portakal
Kurutan çürüme (blight)	Phomopsis	Patlıcan
Parmak çürümesi	Pestalozzia, Fusarium, Gleosporium	Muz
Pembe çürüme	Trichothecium	Şeftali

Bozulma mekanizmaları

- Sağlam bitki hücre ve dokularının mikrobiyal yayılmaya karşı savunma sistemleri vardır.
- Dış kısımda deri, kabuk…
  - Selüloz, pektin, balmumu benzeri tabaka (kütin)
  - Hasar:
    - Hasattan önce: Böcekler, rüzgarla taşınan kum, çevredeki yüzeylere çarpma
    - Hasattan sonra: Hasat için kullanılan aletler, ezilme, gerçek bitki patojenleri
  - Hasar sonrasında fırsatçı patojenler de üremeye başlarlar.

Bozulma mekanizmaları

- Bitkinin fizyolojik yapısında değişiklik olursa dışarıdan gelen bir hasar olmasa da kabukta ve hücrelerde parçalanma görülebilir.
  - Kuruma



Bozulma mekanizmaları

Dış kabuk aşılsa da mikroorganizmalar hücrelerdeki besin maddelerine ulaşmak zorunda.

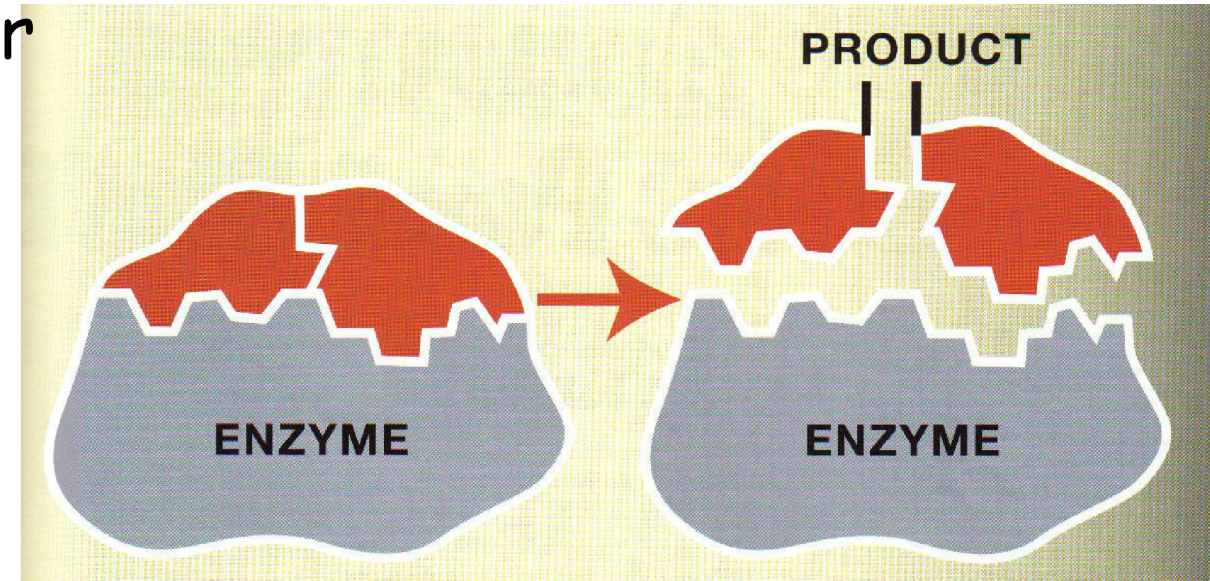
Bitki hücreleri daha çok pektik maddelerden oluşan bir orta lamella ile ayrılır.

Bitki hücre duvarı iki tabakalı: birinci selüloz ve pektatlardan oluşur. İkincisi selüloz.

Bunları aşıp hücre içindeki maddelere ulaşmalı.

Ayrıştırıcı enzimler

- Bitkilerin hasat sonrası bozulmasında önemli
  - Pektinazlar
  - Selülazlar
  - Proteazlar
  - Fosfatidazlar
  - Dehidrogenazlar



Ayrıştırıcı enzimler

- Pektinazlar
  - Pektin metil esteraz (PME) >> metanol
    - Pektin polimerlerinin uzunluğunu etkilemez.
    - Polimerlerin çözünürlüğü etkilenir.
    - Diğer pektinazların etkileme oranını artırır.
  - Pektin poligalakturonaz (PG)
    - Polimerleri kısaltır.
    - İki galakturonan molekülü arasındaki bağı hidrolize eder.
  - Pektin liyaz (PL)
    - Polimerleri kısaltır.
    - İki galakturonan molekülü arasındaki bağı β-eliminasyonla yıkar.

Ayrıştırıcı enzimler

- Pektinazlar
  - Pektin moleküllerinin yıkımı sonucu yumuşama
  - Pektinaz yapan bazı mikroorganizmalar dokuda belirgin yumuşama yapmaz. Ör: Flavobacterium spp.
    - Enzim hedef dokuda aktif olmayabilir.
    - Bazı bitkilerde pektinaz inhibitörleri var.

Ayrıştırıcı enzimler

- Selülazlar
- Bir glukoz polimeri olan selülozu yıkarlar.
  - Zincirler arasındaki çapraz bağları yıkanlar
  - Selülozu daha kısa zincirlere yıkanlar
- Dokularda yumuşama
- Açığa çıkan glukozun mikroorganizmalar tarafından kullanımı

Ayrıştırıcı enzimler

- Hasat sonrasında pektinazlar daha önemli
- Hasarın başlamasında selülazlar önemli

Fizyolojik durumun etkisi

- Bitki hücrelerinin mikroorganizmaların işgaline karşı koymak için savunma mekanizmaları vardır.
- Bu mekanizmaların en güçlü oldukları zaman, bitkinin fizyolojik olarak en sağlıklı olduğu zamandır.
- Bitki yaşlandığında, enfeksiyona direnç de azalır.

Fizyolojik durumun etkisi

- Meyve ve sebzeler bitkiden ayrıldıktan sonraki fizyolojik değişimlerine göre ayrılabilirler.
- Non-klimakterik: Bitkiden ayrıldıklarında olgunlaşmaları biter.
  - Çilek, fasülye, marul, turunçgiller, üzüm…

- Klimakterik: Bitkiden ayrıldıklarında hücresel solunum ve etilen üretimi ile olgunlaşma devam eder.
  - Muz, domates, elma, kavun, kayısı…

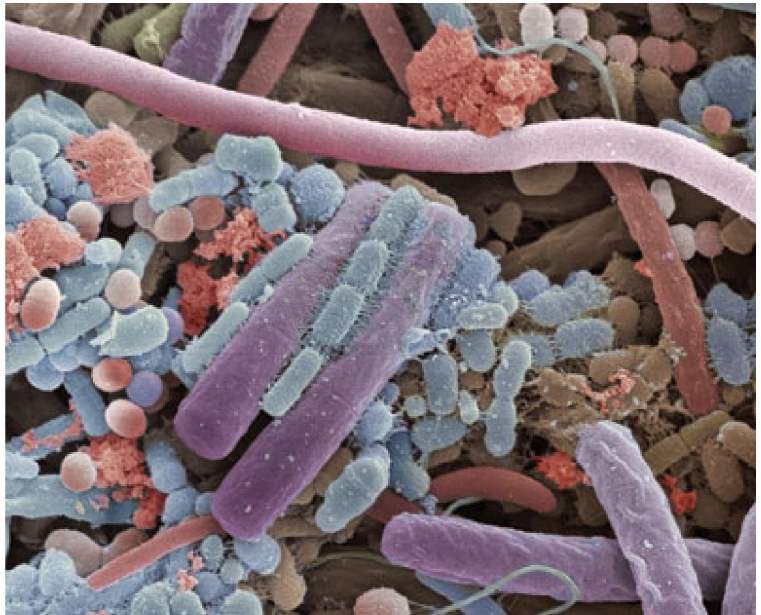
Olgunlaşma: Renk değişimi, şeker miktarında artma ve yumuşama istenen özellikler

- Sonrasında aşırı olgunlaşma, içi geçme. Mikroorganizmaların etkisi yok. Bitkinin kendi enzimleri.
- Aşırı olgunlaşma: Mikroorganizmalara duyarlılık artar.

Sebzelerde bozulma

Mikrobiyal flora

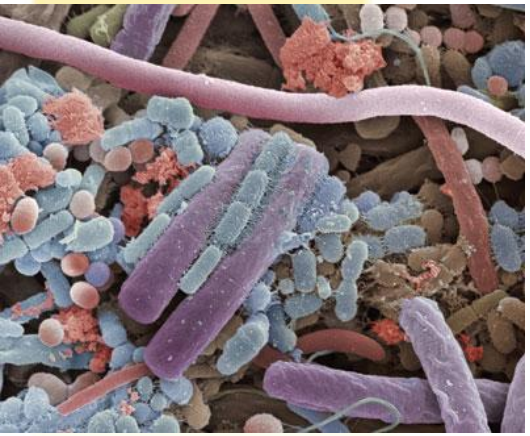
- Bazı özellikler başlangıçtaki mikrobiyolojik florayı, dolayısıyla bozulmayı etkiler.
  - Su aktivitesi (a_w): Taze sebze ve meyvelerin su içeriği çoğu bakteri ve mantar için yeterli.
  - pH: Domatesler dışında sebzenin pH'sı 5-6 arasında.



Mikrobiyal flora

- Mikrobiyal florayı etkileyen faktörler
  - Sebze ve meyvenin türü
  - Çevre
  - Mevsim
  - Toprağa yakınlık
  - Hasat sırasında kontaminasyon
  - Hasat sonrası depolama koşulları
    - Soğuk depo: Psikotrofik bakteriler//Pseudomonas
- Bozulmaya neden olanların çoğu gerçek patojen değil, fırsatçı.

Mikrobiyal flora



- Bakteriler, mayalar ve küfler bozulmaya neden olabilirler.
- Başlangıçta daha çok bakteriler etkili çünkü özellikle soğukta daha hızlı ürerler.
- Bir tarlada aynı cins ürün ardarda yetiştirilirse bitki patojenleri birikebilir ve bozulma riski artabilir.
- Sulama suyunun kontamine olması veya sel patojenleri taşıyabilir.

Sebzelerin işlenmesi

- Hasat sırasında ve sonrasındaki işlemler kontaminasyon riskini artırır.
  - Hasat sırasında ezilme, toprakla ve aletlerle temas
  - Hasat sonrası tanelerin ayrılması, kabukların çıkarılması, parçalama, ezme…

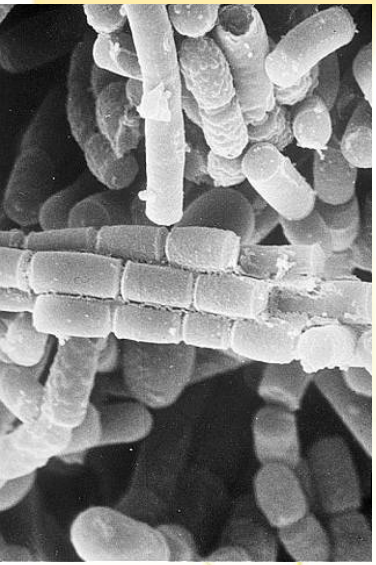
Sebzelerin işlenmesi

- Yıkama ve kurutma mikroorganizma sayısını azaltabilir.
  - Taze tüketilecek sebze ve meyvelerin yıkama suyuna 5-150µL/L klor konabilir.
  - Etkisi tartışmalı. Mikroorganizma yükü azalsa da mezofil, psikrotrof ve küf oranı artabilir.
  - Yıkama suyu ile kontaminasyonu azaltır.

Sebzelerin işlenmesi

- Tüketime hazır gıdalar için işleme basamakları da riskli.
- Kesme, ezme, parçalama, dilimleme…
- Mısır, yeşil fasülye ve ıspanağın kesilmesi mikroorganizma yükünü 1 $\log_{10}$ artırıyor.

Sebzelerin işlenmesi



- İşlem sırasında kullanılan aletlerin sanitasyonu
  - Geotrichum candidum: Makine küfü, süt ürünü küfü
- İşlem sırasında doku sıvılarının dış yüzeylere ve aletlere bulaşması ve daha çok mikroorganizmanın üremesine olanak sağlaması

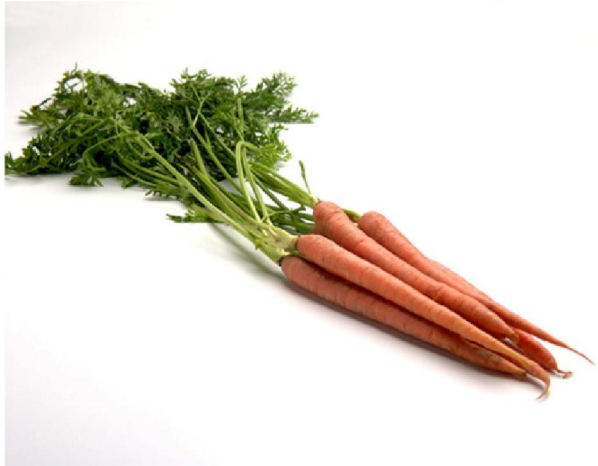
Sebzelerin işlenmesi

- Modifiye atmosfer
  - Genellikle O_2 oranı düşer, CO_2 oranı yükselir (en az %5, en fazla %20).
  - Genellikle solunum ve dolayısıyla aşırı olgunlaşma yavaşlar ve bozulma güçleşir.
  - Farklı mikroorganizmalara etki farklı.
    - Aerop bakteriler O_2 oranının azalmasından etkilenir.
    - CO_2 oranında artış sitoplazma pH'sını düşürerek etkileyebilir.
      - Aerop gram negatif basiller anaerop veya fakültatiflere göre,
      - Küfler fermentatif mayalara göre daha çok etkilenir.

Sebzelerin işlenmesi

Paketleme

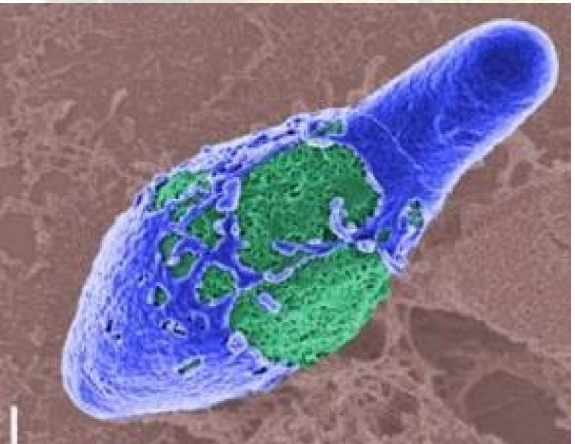
- Modifiye atmosfer
  - Marul, havuç ve domates için mikroorganizma sayılarında azalma yok ama raf ömrü uzuyor.
  - Brokolide mikroorganizma sayısında azalma.



Sebzelerin işlenmesi

- Termal işleme
  - Konserve yapımı
  - Dondurma

Sebzelerin işlenmesi



- Konserve yapmak için besinler hava geçirmeyen kaplara konur ve içeride kalan mikroorganizmalar ısı ile öldürülür.
- Sıcaklık genellikle >120°C
- Bakteri sporları dışındaki tüm mikroorganizmalar ölür.
- Bakteri sporları kalırsa sorun:
  - Bozulma
  - Besin zehirlenmesi: Clostridium botulinum
- Bozulma nedeni: Yapım sırasında yeterli sıcaklığa ulaşılamamış ve/veya sonrasında kap hava almış.

Clostridium botulinum

- İyi hazırlanmamış konservelerde (özellikle ev tipi) üreyerek toksin yapar.
- Yenidoğanda özellikle bal ile alınan sporlar barsakta çoğalarak toksin yapabilir:
  - "Floppy baby"
- Yaralarda çoğalarak toksin yapabilir.

Botulizm

- Antikolinerjik belirtiler
- Disfaji
- Ağız kuruluğu
- Diplopi→bulanık görme
- Kaslarda güçsüzlük
- Flask paralizi
- Solunum güçlüğü
- Felç baştan aşağı ilerler
- Yenidoğan botulizmi
  - Konstipasyon
  - Emme güçlüğü
  - Hipotoni
  - “Floppy baby”

Sebzelerin işlenmesi

- Konserve gıdalarda bozulma tipleri
  - Gaz oluşmaksızın asidifikasyon (düz ekşime, flat sour): en sık
    - Bacillus stearothermophilus
    - Bacillus coagulans
  - Gaz oluşumu ve konserve kaplarında şişme
    - Üreme sırasında bol miktarda H_2 ve CO_2 açığa çıkar.
    - Clostridium thermosaccharolyticum
    - Clostridium botulinum
  - Sülfit kokusu
    - Konservede şişme yok.

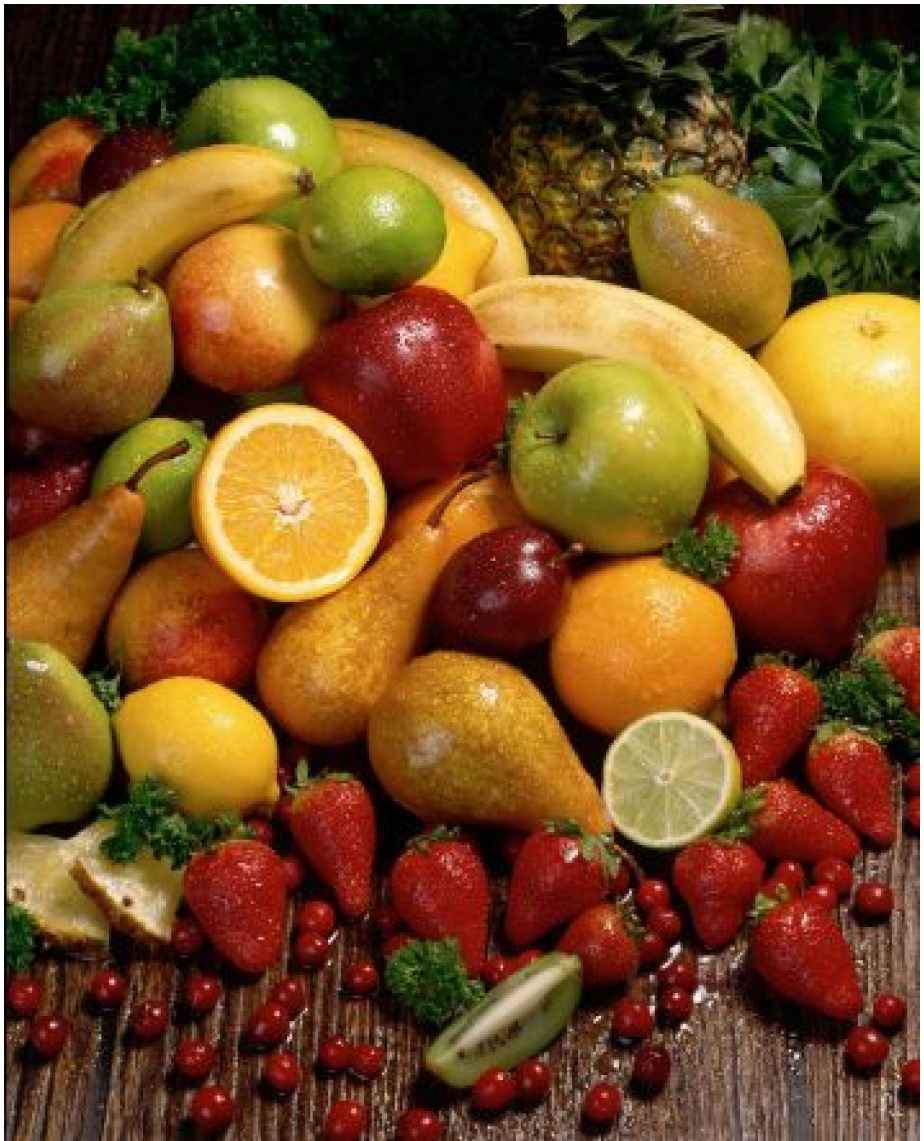
Sebzelerin işlenmesi

- Donmuş sebze ve meyvelerin bozulma nedeni genellikle uygunsuz sıcaklık
  - Elektrik kesintisi nedeniyle dondurucudaki gıdaların erimesi
  - Eriyen gıdaların yeniden dondurularak kullanılması

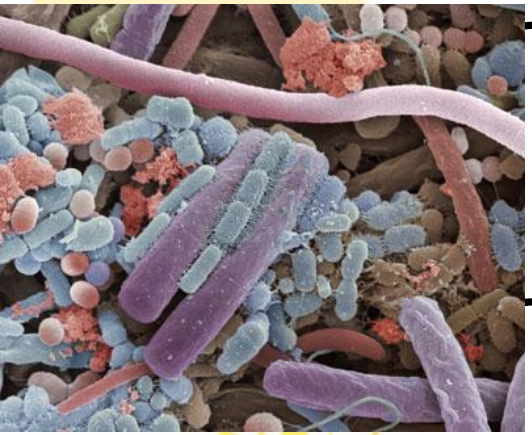
Bazı küfler -5°C'de bile üreyebilir. Bu küflerin varlığı durumunda gıda erimese de bozulabilir.

LARGE
CALIFORNIA
SUNKIST
LEMONS
4/1.
VIDALIA
VIDALIA
BEST
VALUE

Meyvelerde bozulma



Mikrobiyal flora



- Bazı özellikler sebzelere benzer.
  - Su aktivitesi (a_w)
    - Taze sebze ve meyvelerin su içeriği çoğu bakteri ve mantar için yeterli.
  - pH
    - Sebzelere göre daha düşük genellikle <4,4.
  - Şeker oranı daha yüksek.
  - Genellikle koruyucu kabuk daha kalın.
  - Antimikrobiyal organik asit oranları daha yüksek.

Mikrobiyal flora

- Bakteri ve mantarlar
- Kaynak hava, su, toprak, böcekler
- Ama, sebzelerin aksine bozulma nedeni genellikle mantarlar (maya veya küf, özellikle küf)
  - Nadir görülen armutta Erwinia çürümesi gibi durumlar hariç

Meyvelerin işlenmesi

- Hasat sırasında ezilme, kontaminasyon
- Yıkama ve ovma sebzelere göre daha etkili
  - Elmada bakteri yükü %99,9 azalır.

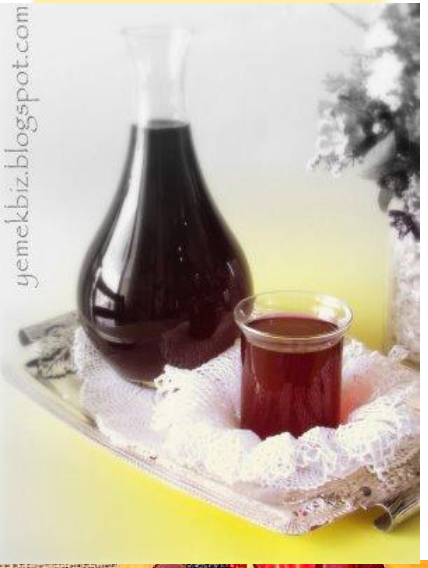
Meyvelerin işlenmesi

- Kesme, dilimleme
- Kabuğun sağladığı koruma ortadan kalkar.
- Asiditeye dayanıklı mikroorganizmalar yüksek şeker oranı nedeniyle kolaylıkla üreyebilir.
  - Hızlı üreyebilen mayalar ve bazen küfler etkili.

Meyvelerin işlenmesi

- Kurutma
  - Su aktivitesi (a_w) düşük.
  - Su oranı %5-35.
  - Çoğu bakteri üreyemez
  - Bozulma nedeni kserofilik küfler veya ozmofilik mayalar.
    - Zygosaccharomyces rouxii, Hanseniaspora, Candida, Decaryomyces, Pichia
    - Bazı Penicillium, Aspergillus, Eurotium ve Wallemia türleri a_w 0,85'in altında üreyebilirler.

Meyvelerin işlenmesi



- Meyve konsantreleri, jöleler, reçeller, şuruplar…
- Su aktivitesi (a_w) düşük: 0,82-0,94
- Bu suyu azaltarak değil, şeker eklenerek elde edilir.
- Ayrıca termal işlem (60-82°C), çoğu kserotoleran küf ölür.
- Bu nedenle bozulma genellikle kap hava almışsa veya kap açıldıktan sonra.

Meyvelerin işlenmesi

Termal işlemler:

- Konserve
  - Sebzelere göre daha az sıcaklık yeterli, asidik pH koruyucu
  - Kabın merkezinde sıcaklık 85-90°C olacak şekilde
  - Bazı meyve suları hızla 93-110°C'ye ısıtılıp soğutulur.
  - Isıya dirençli küf askosporları ve bakteri sporları dışında bakteriler, mayalar ve küfler ölür.

Meyvelerin işlenmesi

Termal işlemler:

- Konserve
  - Bozulmadan sorumlu küfler:
    - Byssochlamys fulva (Paecilomyces fulvus)
    - Byssochlamys nivea (Paecilomyces niveus)
    - Neosartorya fischeri (A. fischeri)
    - Talaromyces flavus (Penicillium vermiculatum, P.dangeardii)
  - Bozulma genellikle görünür küf üremesi, kötü koku, meyve dokusunun bozulması veya sıvısında nişasta ya da pektin açığa çıkması

Meyvelerin işlenmesi

Termal işlemler:

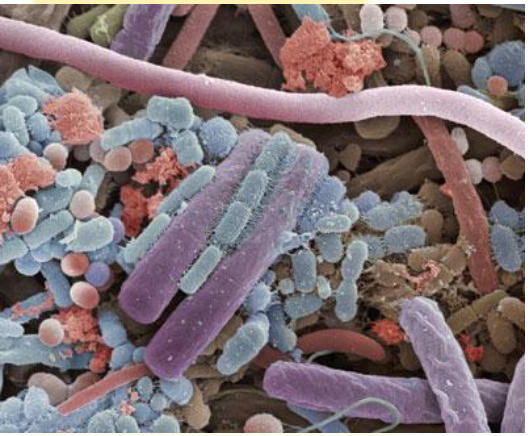
- Dondurma

Tahılların bozulması

Tahılların bozulması

- Tahıllar
  - Çok daha fazla miktarda yetiştirilirler.
  - Tamamen olgunlaşınca hasat edilirler.
  - Su oranı belli bir düzeyin altına düşene dek kurutulurlar
    - Su aktivitesi (a_w) <0,65
  - Hava şartlarından koruma ve ek kurutma için büyük silolarda veya ambarlarda saklanırlar.
  - Çoğu kültürde insan için temel gıda maddesi
  - Hayvan beslenmesinde de çok önemli

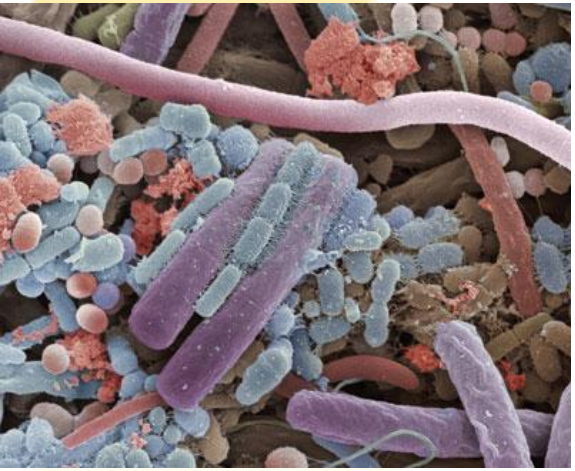
Mikrobiyal flora



Üretim, hasat, depolama ve işleme sürecindeki koşullara bağlı olarak farklı türlerde bakteri, maya ve küfler.

- Düşük a_w nedeniyle küfler avantajlı olabilir ama genellikle bakteriler ön planda.
- Çok azı tanenin içine nüfuz eder.

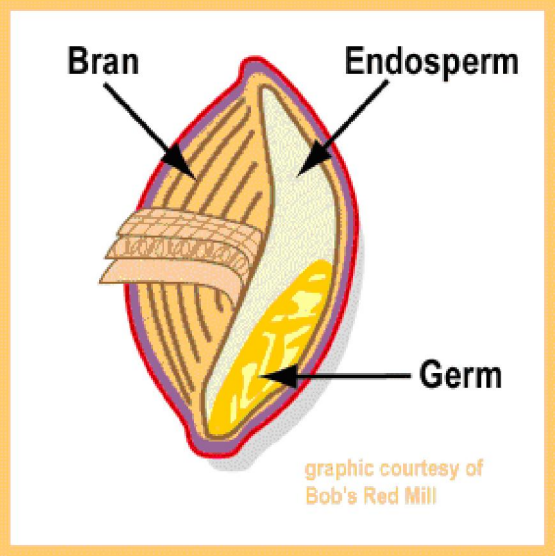
Mikrobiyal flora



- Tarlada tahılları etkileyen küfler
  - Alternaria
  - Fusarium
  - Helminthosporium
  - Cladosporium
- Genellikle etki minimal, nem oranı çok yüksekse etkili olabilirler.

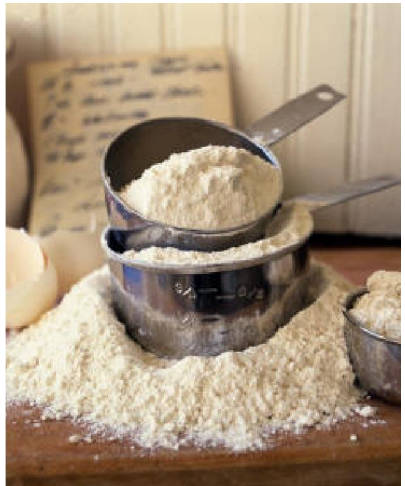
Tahılların işlenmesi

- Öğütme
  - Yıkama, eleme…
  - Kabuk (kepek, bran), öz (ruşeym, germ) ve endospermin ayrılması
  - Endospermden un yapılması



Tahılların işlenmesi

- Tahılın una dönüşmesi sırasında mikroorganizma türleri aynı kalır ama miktar azalır.
- Tüketimden önce su ve/veya süt (ve diğer katkı maddeleri) eklenerek yapılan hamur son aşama.



Tahılların bozulması

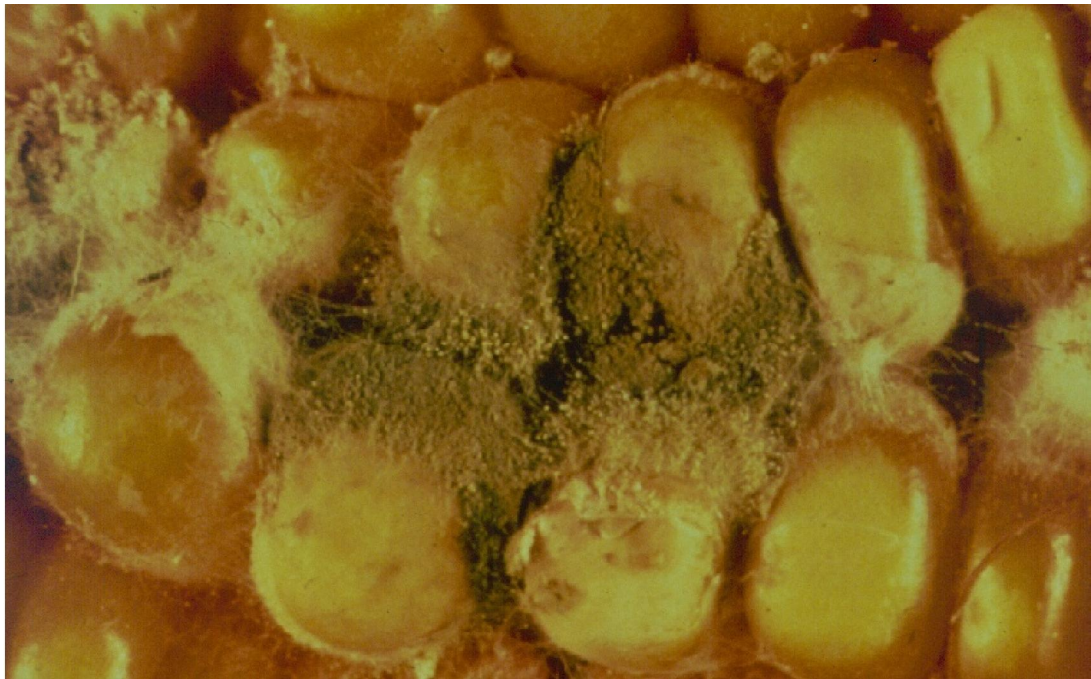
- İyi kurutulmuş ve depolanmış tahıllarda a_w oranı düşük ve genellikle bozulma yok.
- Depolama sırasında neme maruz kalırsa kserofilik küflerin üreyebileceği bir a_w'ne ulaşılabilir.

Tahılların bozulması

- Düşük a_w küflerin üremesini tamamen durdurmaz, yavaşlatır. Uzun süre depolanmış tahıllarda eninde sonunda küfe bağlı bozulma gerçekleşir.
- Nem oranı %11-14 tahılların 1 yıl saklanması için yeterli
- Daha uzun süreli depolama için en fazla %10-12 olmalı

Tahılların bozulması

- 0,5-1 °C'lik sıcaklık değişimleri bile çok büyük miktarda depolanan tahılların bazı kısımlarında nem oranını artırabilir.
- Daha sıcak olan kısımlarda su buharlaşır ve soğuk kısımlarda yoğunlaşır.
  - Aspergillus
  - Eurotium
- MİKOTOKSİNLER!!!



Tahılların bozulması

- Küfler
  - Yüzeyde pudramsı görünüm
  - Renk değişikliği
  - Uçucu aromatik bileşikler nedeniyle kötü tat ve kötü koku
  - Fungal lipazlar: serbest yağ asidi miktarında artış. Belirleyici olarak kullanılabilir.
  - Görünür küf olmasa da mikotoksinler olabilir. Tersi de geçerli, her küf mikotoksin yapmaz.

Tahıl ürünlerinin bozulması

- Buzbolabında bekletilen hamurlar
  - Uygun koşullarda bekletilmezse mayalar ve/veya laktik asit bakterileri artarak slime oluşumu veya istenmeyen tat/koku/doku
    - Leuconostoc dextranicum
    - Leconostoc mesenteroides
    - Lactobacillus
    - Streptomyces
    - Micrococcus
    - Bacillus

Tahıl ürünlerinin bozulması

- Pişirme sonrası
  - Pişirme sırasında çoğu ekmek veya kekin iç sıcaklığı 100°C'nin biraz üstünde, ısıya dirençli sporlar vb ölmez.
    - Yapışkan bozulma (ropiness): Bol spor ile kontamine ekmek piştikten sonra uygun şekilde soğutulmazsa.
      - Bacillus subtilis
      - Bacillus lickeniformis
    - Kırmızı bozulma: Serratia marcescens
  - Özellikle havadan kaynaklanan küf sporları ile kontaminasyon.