

GIDA MİKROBİYOLOJİSİ

MİKROORGANİZMA GELİŞMESİNİ ETKİLEYEN
FAKTÖRLER

► İç faktörler:

1. Su aktivitesi (a_w)
2. Gıdanın bileşimi
3. pH
4. O/R potansiyeli
5. Antimikrobiyal bileşikler
6. Biyolojik yapılar

► Dış faktörler:

1. Sıcaklık
2. Çevrenin nisbi nemi
3. Çevredeki gazlar ve konsantrasyonu

GIDALARDA MİKROBİYAL GELİŞMEYİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER, GIDANIN KENDİSİYLE (İÇ FAKTÖRLER) VEYA BULUNDUĞU ÇEVRE (DIŞ FAKTÖRLER) İLE İLGİLİDİR.

- Bütün canlılar gibi MOlar da hayati faaliyetler için suya ihtiyaç duyarlar. Saf suda MO gelişmesi mümkün değildir.

Su;

1. Gıda maddelerinin çözünmesinde,
2. Gıda maddelerinin hücre içine alınmasında,
3. Atıkların atılmasında,
4. Hücre içinde hidroliz olaylarında gereklidir.



SU AKTİVİTESİ

- ▶ MOlar susuz ortamda ancak canlılıklarını sürdürebilirler, fakat **normal metabolik aktivitelerini gerçekleştiremez** ve **üreyemezler**.
- ▶ Gıdaların kurutularak muhafazası MOların bu özelliklerinden hareketle geliştirilmiştir.
- ▶ Gıdaların kurutulmasında temel prensip; gıdadaki suyun uzaklaştırılarak veya bağlanarak MOnın gelişemeyeceği seviyeye indirilmesidir.
- ▶ Gıdalarda su, bağlı ve serbest formdadır. Bağlı su gıdadaki makromoleküllere fiziksel güçlerle tutunur. Bu su, çözücü olmayıp ve kimyasal reaksiyonlara iştirak edemez.

SU AKTİVİTESİ

- ▶ MOların su ihtiyacı geliştikleri ortamın su aktivitesi değeri üzerinden ifade edilir.
- ▶ Bu değeri, gıdanın (ortamın) buhar basıncının (P) aynı sıcaklıktaki saf suyun buhar basıncına (Po) oranıdır.

$$a_w = P/P_o$$

SU AKTİVİTESİ

Gıdaların su aktivitesi değerleri

Gıda	aw
Taze meyve, sebze, taze etler	> 0,98
Süt, Pek çok içecek, Puding, Taze peynirler	
Yumurta, Koyulaştırılmış Süt, Salça, Olgun peynir, Ekmek, Fermente sucuk (yaş), Meyve-sebze suyu	0,97-0,93
Fermente sucuk (kuru), Eski Çedar peyniri, Tatlandırılmış Koyulaştırılmış Süt, Jöle	0,92-0,85
Reçel-Marmelat, Un, Sert kabuklu meyveler, Bazı eski peynirler, Orta derece nemli gıdalar ve kurutulmuş meyve	0,84-0,60
Bal, Yumurta ve süt tozu, Bisküviler, karamel, Çukulata, Makarna, Cips	< 0,60

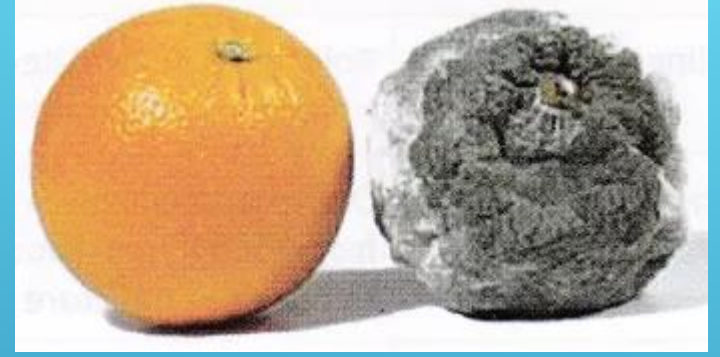
SU AKTİVİTESİ

Mikrobiyal gelişme üzerine etkisi

Mikroorganizma	aw	Mikroorganizma	aw
Bozucu bakteriler	0,91	<i>E.coli</i>	0,97
Bozucu mayalar	0,88	<i>Cl.perfringens</i>	0,95
Bozucu küfler	0,80	<i>Salmonella</i> spp.	0,95
Halofil bakteri	0,75	<i>L.monocytogenes</i>	0,90
Kserofil küf	0,61	<i>S.aureus</i>	0,86
Osmofil maya	0,61	<i>Penicillium patulum</i>	0,81
		<i>Zygosac.rouxii</i>	0,62
		<i>Xeromyces bisporus</i>	0,61

SU AKTİVİTESİNİN MO ÜZERİNE ETKİSİ

- ▶ Mikroorganizma gelişimine
- ▶ Sporulasyona
- ▶ Çimlenmeye
- ▶ Toksin üretmeye
- ▶ Sıcaklığa direnç (a_w düşüncü direnç artar)
- ▶ Canlılığın sürdürülmesine



MİKROBİYAL ÖZELLİKLER VE AKTİVİTE ÜZERİNE ETKİSİ

- ▶ Suyu bağlayan bazı maddeler (NaCl) MO üzerine direkt etkilidir.
- ▶ aw değerinin diğer faktörlerden etkilenmesi
- ▶ Optimum sıcaklıkta MO düşük aw değerine daha iyi direnç gösterir.
- ▶ Aerobik M.Olar oksijen varlığında daha düşük aw değerlerinde gelişebilirler.
- ▶ İnhibitör varlığında M.Oların gelişebildikleri aw aralığını daraltmaktadır.

ÇÖZÜNEN MADDELERİN M.OLARA ETKİSİ

- En az besin maddesi ihtiyacı bakımından M.Olar;

Küf > Maya > Gram (-) bakteri > Gram (+) bakteri şeklinde sıralanırlar.

- Üreme faktörleri: Bazı MOların gelişme için ihtiyaç duyduğu, ancak sentezleyemediği dolayısıyla dışarıdan hazır olarak alınması zorunlu olan maddelerdir.
- Gıdalar besin unsuru bakımından proteinli, karbonhidratlı ve yağlı gıdalar olarak sınıflandırılabilir.

BESİN MADDELERİ



- ▶ Mikroorganizmaların üremeleri için, besiyerinin pH 'sının optimal sınırlar içinde bulunması gereklidir.
- ▶ Minimum ve maksimum pH limitlerine yanaştıkça üreme azalır ve durur.
- ▶ Bakterilerin optimum pH limitleri oldukça değişiktir.
- ▶ Asit ortamı seven mikroorganizmalar (maya, küf, laktobasil, asetobakter vs.) yanı sıra, alkali besiyerlerin de üreyenler de (mikoplasma, toprak bakterileri, *V. cholera*, vs.) vardır.
- ▶ İnsan ve hayvanlarda hastalık oluşturanlar genellikle, konakçının sıvı ve dokularının pH derecesinde (pH 7,0-7,4) ürerler.
- ▶ Patojen mikroorganizmaların besi yerlerinde üreme pH limitleri, apatogenlerden daha dardır.

pH

- Gıdalar pH değerlerine göre;
Yüksek asitli gıdalar (pH <3,7)
Asit gıdalar (pH 3,7-4,6)
Orta asitli gıdalar (4,6-5,3)
Düşük asitli gıdalar (>5,3)



GIDALARIN pH'SI

- ▶ Genel olarak bakterilerin gelişebildiği pH aralığı küf ve mayalara göre daha dardır.
- ▶ Genelleme yapılırsa bakteriler **nötr** ortamda, maya ve küfler ise **hafif asidik** ortamlarda gelişirler.
- ▶ pH bakımından en seçici mikroorganizmalar, patojen bakterilerdir.
- ▶ Küfler daha düşük pH severler.
- ▶ Mayalar bakterilere göre daha toleranslı

PH'NIN M.O ÜZERİNE ETKİSİ

- ▶ Genç hücreler yaşlılara göre pH değişmelerine karşı daha hassastırlar.
 - ▶ pH sadece gelişmeyi değil, canlılığı sürdürmeyi de etkiler.
 - ▶ MOlar optimumdan uzak pH'larda geliştirilirlerse **lag fazları** uzamaktadır.
- 
- A series of three parallel white diagonal lines in the bottom right corner of the slide, extending from the bottom edge towards the right edge.

- ▶ M.Olar pH'dan etkilendikleri gibi, ortam pH'sını da etkilemektedirler.
- ▶ Laktik asit bakterileri ürettikleri laktik asit ile ortamın pH'sını düşürürlerken,
- ▶ *Pseudomonas* gibi proteolitik bakteriler ürettikleri amonyak gibi bazik maddelerle ortamın pH'sını yükseltmektedir.

M.OLARIN ORTAM PH'SINA ETKİSİ

- ▶ Oksidasyon-redüksiyon (O-R) elektriksel bir olaydır ve **elektron transferi** üzerine dayanır.
- ▶ Oksidasyon (elektron **kaybı**) ve redüksiyon (elektron **kazanma**) olayları genellikle birlikte cereyan ederler.
- ▶ Bir madde okside olurken (yükseltgenirken) diğeri redükte olur (indirgenir).
- ▶ Elektron alıcısı okside eden, elektron vericisi de redükte eden ajandır.

OKSİDASYON/REDÜKSİYON POTANSİYELİ

- ▶ Genel olarak gıdaların O/R değerleri +400 mV ile -400 mV arasında değişir.
- ▶ Gıdaların O/R potansiyeli başlıca; **gıdanın karakteristik bileşimi**, indirgen ve yükseltgen maddelerin varlığı,
- ▶ bu maddelerin eklenmesi,
- ▶ gıdanın O/R değişimine gösterdiği direnç,
- ▶ gıdanın pH'sı,
- ▶ çözünmüş oksijen miktarı, gıdanın bulunduğu atmosferin oksijen miktarı,
- ▶ atmosferden gıdaya oksijen geçişi ve miktarı gibi faktörlerden etkilenmektedir.

GIDALARIN O/R POTANSİYELİ

- ▶ Bitkisel gıdalar; meyve-sebze suları +300 mV ve +400 mV O/R potansiyeline sahiptir.
- ▶ Parça etlerin Eh değeri -200 mV iken kıymada +200 mV'dur.
- ▶ Meyve sularına askorbik asit ilavesi Eh'yi düşürmektedir.
- ▶ Askorbik asit + O₂  -Eh

- ▶ Genel olarak aerob MOlar gelişmeleri için **pozitif O/R** ne, anaeroblar **negatif O/R** ne ihtiyaç duyarlar. Bazıları her iki durumu da tolere edebilirler.
- ▶ Yüksek Eh değerine sahip olmalarından dolayı meyve suları aerob MOlar için iyi bir gelişme ortamıdır ve çoğunlukla küf-mayalar gelişme gösterirler.
- ▶ Ancak bunda düşük pH'nın da etkisi vardır.
- ▶ Etlerin yüzeyinde aerob mikroorganizma gelişimi söz konusuysen, iç kısımlarında anaeroblar gelişme gösterirler.

M.OLARIN O/R POTANSİYELİNDEN ETKİLENMESİ

- ▶ Gıdalarda tabii bazı inhibitörler bulunur: Yumurta akında lizozim, avidin, biyotin, konalbumin, ovoflavoprotein ve bazı enzim inhibitörleri.
- ▶ Lizozim özellikle gram (+) bakterilerin hücre duvarını parçalar (b-1,4 glikozidik bağları).
- ▶ Enzim inhibitörleri bakteriyal ve fungal proteolitik enzimleri inhibe eder.
- ▶ Konalbumin Fe iyonlarıyla şelat teşkil ederek Gram (-) bakterilerle mayaların iyon ihtiyacının karşılanamamasına sebep olur.
- ▶ Çiğ sütte lizozim, katyonik proteinler, aglutininler, laktoperoksidaz sistemi, antikorlar, laktoferrin gibi tabii inhibitörler bulunur.

ANTİMİKROBİYAL BİLEŞİKLER

- ▶ Gıdaların mikrobiyotası karışıktır ve bunlar birbirlerini etkilerler. Bazı M.orglar ürettikleri metabolitlerle diğerlerinin gelişmesine engel olurlar veya öldürürler.
- ▶ Bu olaya **antagonizm** denir. En yaygın olanı laktik antagonizmdir. LAB ürettikleri laktik asit, diğer organik asitler, diasetil, H_2O_2 gibi maddelerle diğer M.O ları etkilerler.

MÖlar arası etkileşim ve MÖların gıdalarda oluşturduğu inhibitörler

- ▶ **Antibiyotikler:** *Bacillus subtilis*: subtilin, *Streptomyces natalensis*: natamisin
- ▶ **Bakteriosinler:** Bakteriler tarafından üretilen protein tabiatında, antibiyotik benzeri maddelerdir. *Lactococcus lactis*'in ürettiği nisin.
- ▶ **Diğer inhibitörler:** Propionik asit bakterilerinin ürettiği propionik asit ve mayaların ürettiği etil alkol

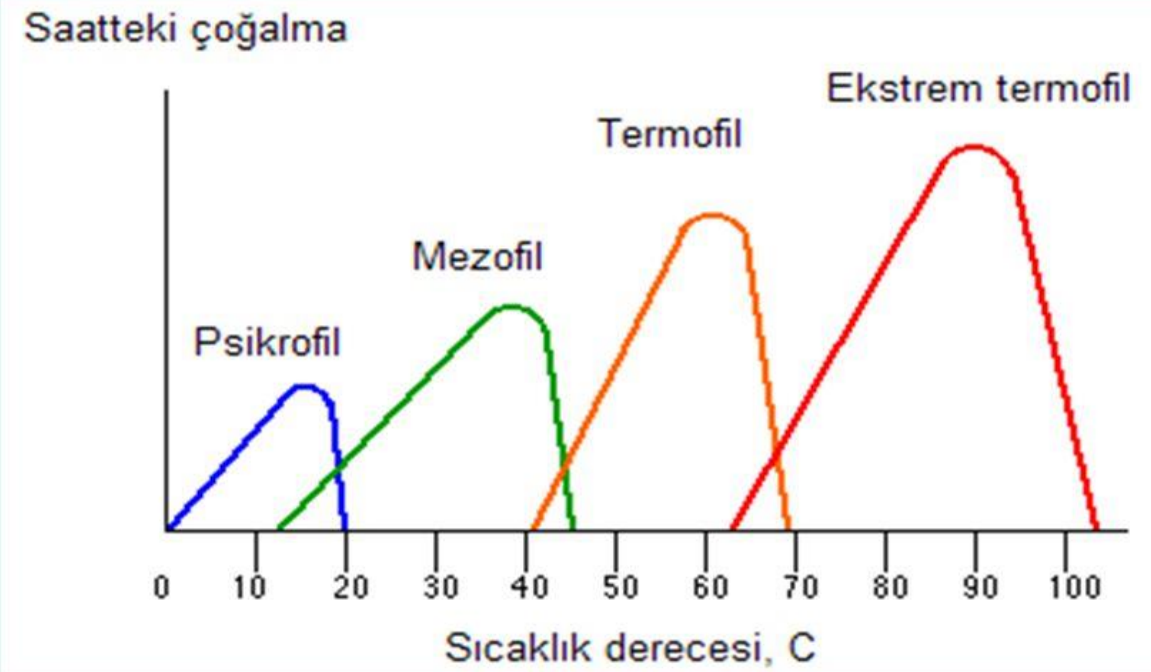
DIŞ FAKTÖRLER



- ▶ Tüm canlılar sıcaklık istekleri bakımından **serin sıcaklıkları sevenler** (örnek; penguenler), **ılık sıcaklıkları sevenler** (örnek, insanlar) ve **yüksek sıcaklıkları sevenler** (örnek; çöl hayvanları) şeklinde üç gruba ayrılırlar.
- ▶ Mikroorganizmalar da aynı şekilde gruplandırılırlar. Buzdolabında korunan bir gıdayı ancak buzdolabı sıcaklığında gelişebilen mikroorganizmalar bozabilir.
- ▶ Oda sıcaklığında tutulan gıdaları ise ılık ortamlarda gelişenler hızla bozarlar.
- ▶ Buna karşılık; örnek olarak yoğurt yaparken sütün inoküle edildiği ve fermentasyonda tutulduğu sıcaklık oldukça yüksektir.

SICAKLIK

Sıcaklık isteklerine göre mikroorganizma grupları



- ▶ Bir bakterinin gelişmesi için **ideal olan bu sıcaklıktan aşağıya doğru inildikçe** aktivitede, dayanıklılıkta ve çoğalma hızında azalma olmaya başlar.
- ▶ Nihayet en az (minimum) olarak tarif edilen bir sıcaklık derecesi gelişmenin görülebildiği sınır noktadır.

SICAKLIK

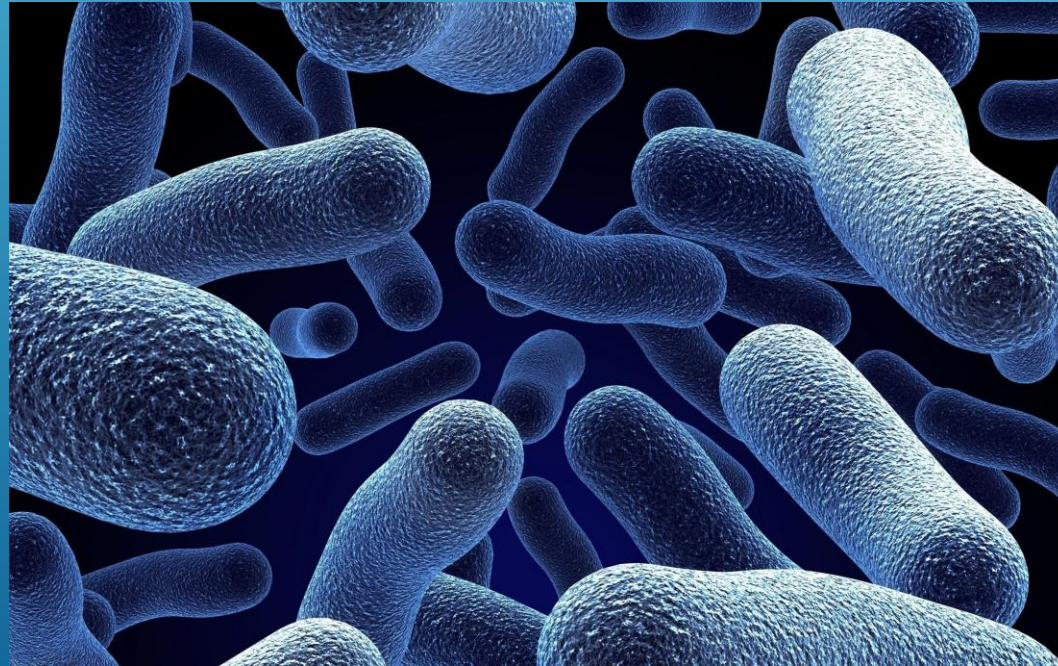
- ▶ Optimum olarak tarif edilen sıcaklıktan bu kez **yukarıya çıkıldıkça** yine aktivitede, dayanıklılıkta ve gelişme hızında **azalma** olur, gelişmenin sürdürülebileceği en üst (maksimum) sıcaklığın üzerine çıkıldığında gelişme durur, daha da yükseltildiğinde mikroorganizmalar ölmeye başlar.
- ▶ Sıcaklık ne kadar yükselirse ölümler o kadar çoğalır.
- ▶ Dışarıdan bulaşma olmazsa basınçlı (düdüklü) tencerede pişirilmiş et, normal tencerede pişirilene göre çok daha az sayıda mikroorganizma bulundurur, hatta steril sayılabilir.

SICAKLIK

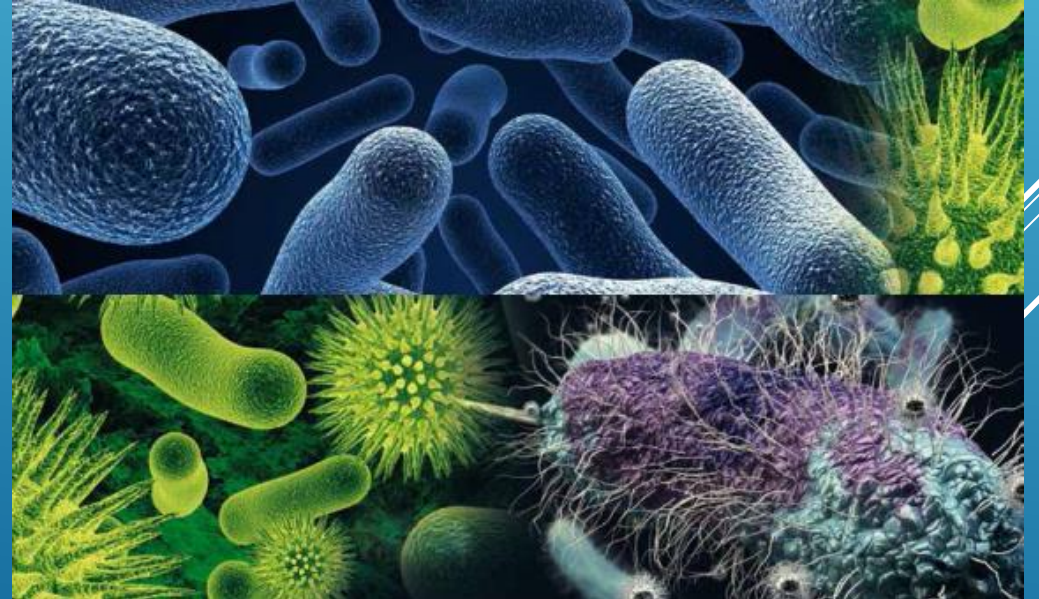
- ▶ Mikroorganizmalar gelişme sıcaklığına bağlı olarak
- ▶ Psikrofil ve psikrotrof (fakültatif psikrofil)
- ▶ Mezofil
- ▶ Termofil olarak sınıflandırılırlar.



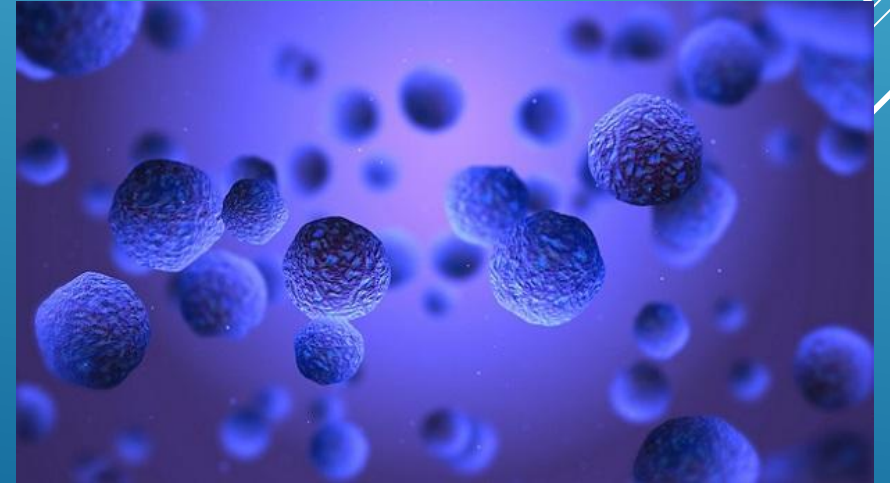
- ▶ Maya ve küfler genellikle psikrotrof ve mezofil
 - ▶ Bakteriler psikrofil, mezofil veya termofil olabilirler.



- ▶ Gıdalarda rastlanan **psikrotrof bakteriler**; *Pseudomonas*, *Enterococcus*, *Alcaligenes*, *Flavobacterium*, *Lactobacillus*...
- ▶ Soğukta muhafaza edilen gıdalarda psikrofil MOlar gelişir.
- ▶ Mezofil bakterilerin optimum gelişme sıcaklığı 30-40°C'dir. **Patojen bakterilerin** çoğunluğu bu sıcaklıklarda gelişirler.



- ▶ Termofil bakterilerin optimum gelişme sıcaklıkları 45-65°C'dir. Bu sıcaklıklarda gelişen **maya ve küf yoktur**. Sadece bakteriler için kullanılan bir terimdir.
- ▶ Zorunlu ve fakültatif termofiller olmak üzere ikiye ayrılırlar.
- ▶ Termodürik bakteriler yüksek sıcaklıklarda canlılıklarını sürdürebilen ancak yüksek sıcaklıklarda gelişemeyen bakterilerdir.



- ▶ Gıdaların muhafaza edildiği depoların nisbi nemi hem gıdaların su aktivitesini etkiler, hem de MOların **yüzeysel gelişimi** için önem taşır.
- ▶ Depolama şartlarının belirlenmesinde ortamın nisbi nemi ile ortam sıcaklığı arasında dikkate alınması gereken bir ilişki vardır. **Genel olarak ortam sıcaklığı azaldıkça nisbi nem artar.**
- ▶ MO gelişmesini engelleyen fakat gıdaların su kaybindan buruşmasına, kurummasına sebep olmayacak nisbi nem seçilmelidir.
- ▶ Bakteri, maya ve küf gelişmesi sonucu yüzeyinde bozulma meydana gelen gıdalar **düşük nisbi neme** sahip ortamlarda saklanmalıdır.

ÇEVRENİN NİSBİ NEMİ



- ▶ Normal hava atmosferinde belirli oranlarda O_2 , CO_2 , N ve diğ er bazı gazlar bulunur. Ortamda bulunan gazların oranları MO gelişmesini etkiler.
- ▶ Gıdaların depolanmasında O_2 ve CO_2 oranlarının ayarlanması ile oluşturulan depolama şartları “*kontrollü atmosfer*”, herhangi bir ambalaj içindeki O_2 , CO_2 , N oranlarının ayarlanması ise “*modifiye atmosfer*” olarak isimlendirilir.
- ▶ Genel olarak Gram (-) bakteriler CO_2 ’e Gram pozitiflere göre daha fazla hassastırlar.

ÇEVREDEKİ GAZLAR VE KONSANTRASYONLARI



- ▶ Engel oluşturma kavramı (hurdle concept), gıdalardaki bozulmanın veya patojen MO gelişiminin kontrolünde bir çok faktörün birlikte dikkate alınarak düzenlenmesini ifade eder.
- ▶ Engel teknolojisi
- ▶ Kombine koruma
- ▶ Kombine teknikler

ENGEL OLUŞTURMA KAVRAMI (FAKTÖRLERİN KOMBİNASYONU)