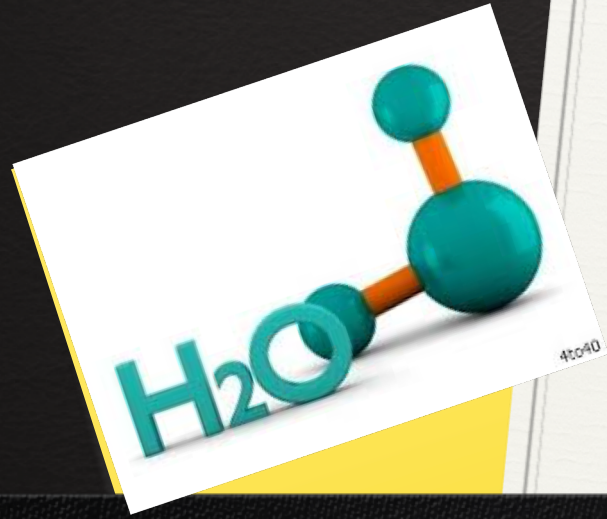


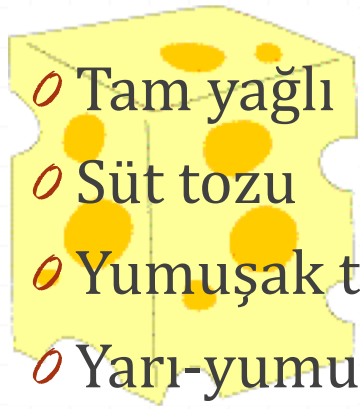


Su

GIDA KİMYASI -1

Doç. Dr. Nevzat Konar

Gıdaların Su İçeriği



○ Tam yağlı ve yağsız süt,

%87-91

○ Süt tozu

%4

○ Yumuşak tip peynirler

%55-80

○ Yarı-yumuşak peynirler (örn. Mozzarella)

%45-55

○ Yarı-sert peynirler (örn. Cheddar)

%35-45

○ Sert peynirler

<%35

○ Tereyağ

%15

○ Dondurma

%65



Gıdaların Su İçeriği

○ Margarin	%15
○ Mayonez	%40
○ Meyveler	<%90
○ Hububatlar	%10-12
○ Makarna	%9
○ Beyaz şeker, sert şekerlemeler çikolata	%1



Su Molekölünün Yapısı

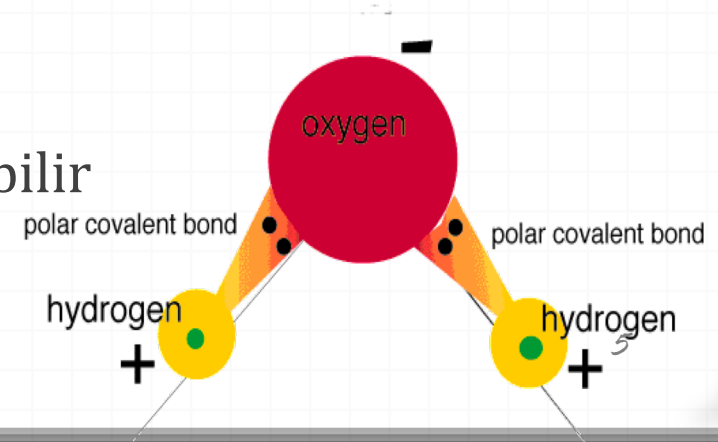
Sıvılar	Erime noktası (°C)	Kaynama noktası (°C)	Buharlaşıma ısısı* (cal/g)
SU	0	100	540
Etanol	-117	78	204
Hekzan	-98	69	101
Kloroform	-63	61	59

*Buharlaşıma ısısı: Atmosferik basınçta kaynama sıcaklığındaki 1 g sıvının, aynı sıcaklıkta gaz haline geçici için gerekli ısı enerjisinin kalori cinsinden miktarı

Su Molekölünün Yapısı

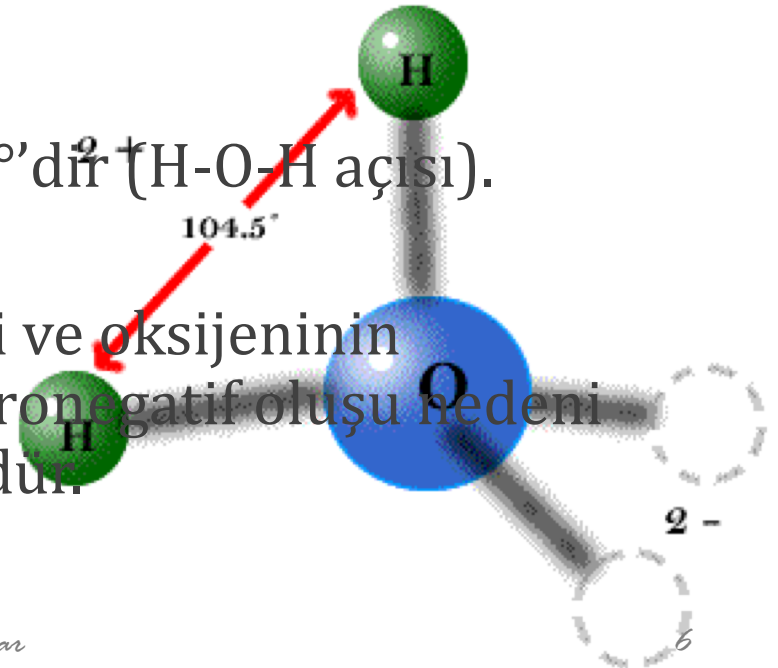
- o Erime ve kaynama noktaları yüksek,
- o Yüzey gerilimi, dielektrik sabiti, ısı kapasitesi, ve faz değişim ısıları oldukça büyük
- o Yoğunluğu düşük
- o Katı hale geçiş ile hacim artışı
- o Viskozitesi normal olarak tanımlanabilir

Doç. Dr. Nerzät Konar

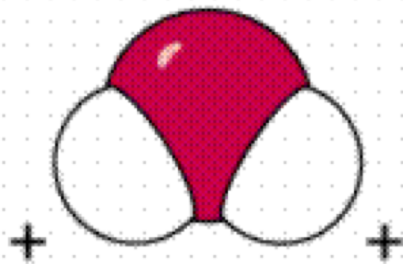


Su Molekülünün Yapısı

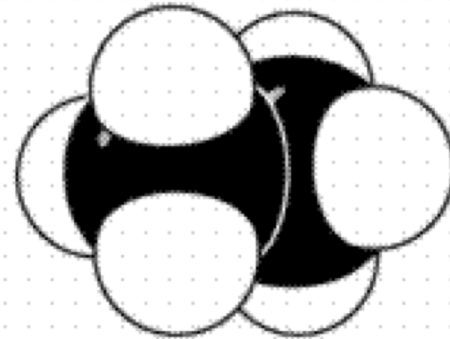
- Suyun olağanüstü özellikleri, su molekülleri arasındaki çekim kuvvetinin güçlülüğü ve su ile buzun diğer maddelerden farklı yapıda oluşları ile açıklanabilir.
- Su molekülünde bağ açısı 104.5° 'dir (H-O-H açısı).
- Su molekülünün V benzeri şekli ve oksijeninin hidrojene göre çok daha elektronegatif oluşu nedeniyle, su kuvvetli POLAR moleküldür.



Polarite



Water, a polar molecule



Ethane, a nonpolar molecule

Polarite

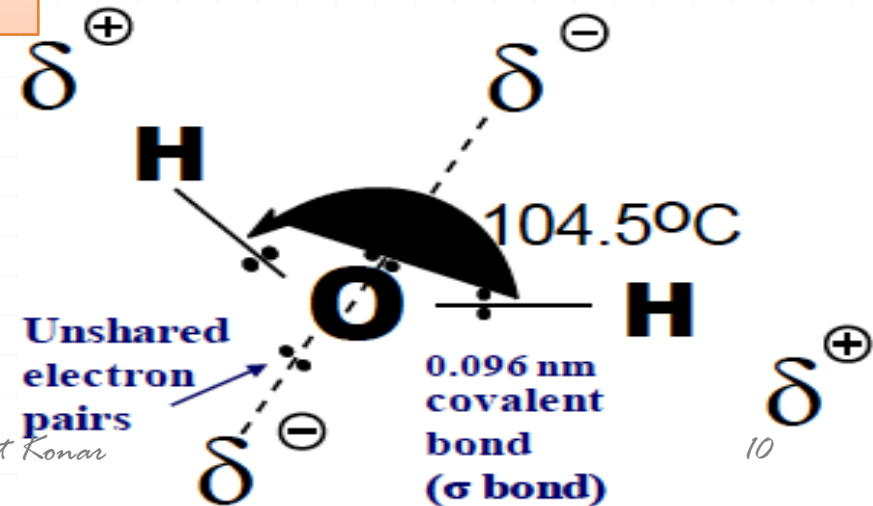
- o Bir molekül farklı atomlardan meydana gelmişse her bir atomun elektronlara karşı ilgisi farklı olur.
- o Bunun sonucu olarak molekülün bir kısmında elektron fazlalığı ve bunun sonucu olarak da kısmi negatif yük, bir kısmında ise elektron noksanlığı ve bunun sonucu olarak da kısmi pozitif yük görülür.
- o Bu şekildeki moleküllere *polar moleküller* denir .

Polarite

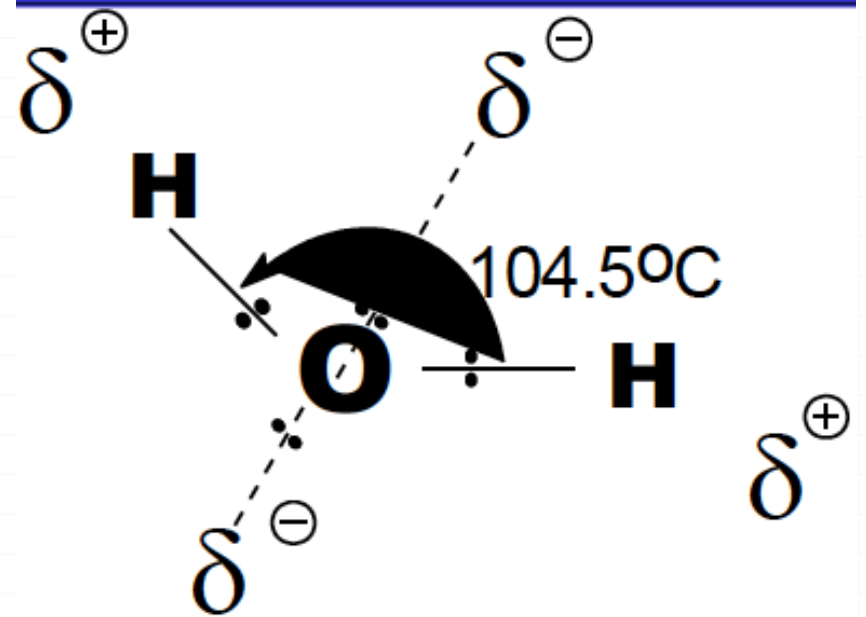
- Su, bir polar moleküldür. Oksijen atomu bölgesi kısmen negatif, hidrojen atomları bölgesi ise kısmen pozitif yük gösterir.
- Öte yandan elektron dağılımı yukarıda olduğu gibi kutuplaşma göstermeyen moleküllere polar olmayan moleküller veya kısaca *apolar moleküller* denir.
- Aynı tür atomlardan meydana gelen moleküller apolar özelliktedir.
- Örneğin H₂ apolar özellik gösterir.
- *Benzer benzeri çözer*; yani polar çözücüler polar çözünenleri , apolar çözücüler ise apolar çözünenleri çözer.

Su neden güçlü bir intramoleküler çekime sahiptir?

Her bir hidrojen atomu, oksijen ile bir elektron çiftini paylaşır. Paylaşılan elektron çifti molekülün V-şekilli olmasına neden olur



Oksijen atomunun paylaşılmamış iki elektron çifti, uçta lokalize kısmi negatif yük verir



Oksijenin güçlü elektron geri çekme eğilimi iki hidrojen çekirdeğine kısmi pozitif yük verir

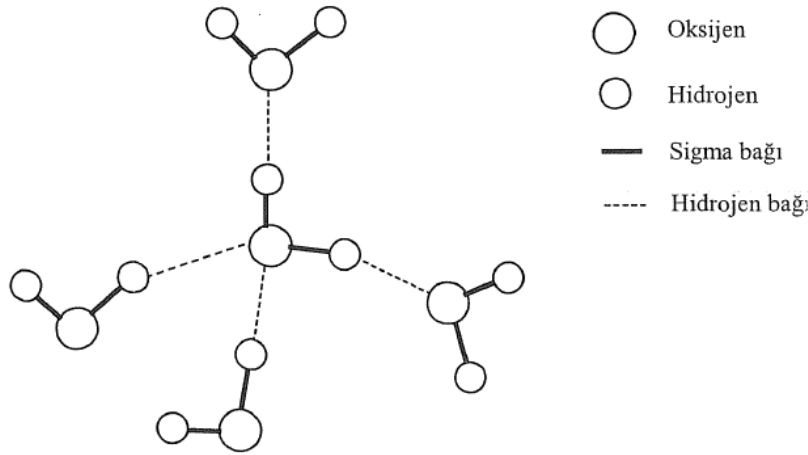
Dipol Momenti

- Su molekülü dipol (iki kutuplu) olarak adlandırılabilir.
- Dipol momenti pek çok sıvıdan yüksektir.
- Bir molekülün dipol momenti, o moleküldeki (+) ve (-) ucunun bulunması iyonlarla etkileşimini sağlamaktadır.
- Bu etkileşim hidratasyon olarak bilinir.

Dipol Momenti

- Kristal tuzların birçoğu ve iyonik bileşikler suda kolaylıkla çözünmektedir. İyonik bağlarla oluşan kristal örgüde (+) ve (-) iyonları bir arada tutan kuvvet güçlü elektrostatik çekimdir.
- İyonları birbirinden uzaklaştırmak için önemli miktarda enerji gereklidir. Su dipolleri ile Na^+ ve Cl^- iyonları arasındaki elektrostatik çekim, ile Na^+ ve Cl^- iyonları arasındaki çekimden daha büyüktür. Sonuçta su, NaCl kristalini çözer ve hidratlanmış, kararlı ile Na^+ ve Cl^- iyonları oluşur.

Tetrahedral Yapı



Su molekülünün yapısında iki bağ çifti ile iki ortaklaşmamış eleetron, tetrahedrik koordinasyon gösterir

*Assosiyasyon: çok sayıda küçük molekülün biraraya gelmesi

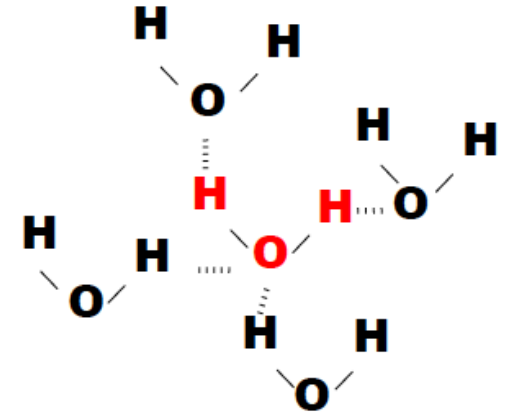
Su molekülünde 2 akseptör ve 2 de donör uç bulunması, dört su molekülü ile hidrojen Bağınının oluşmasını ve böylece üç boyutlu ağ yapıda assosiyasyonu* sağlar

SONUÇ

Her su molekülü teorik olarak 4 komşu su molekülü ile hidrojen bağları oluşturur

Tetrahedral Yapı

- Hidrojen bağları sıvı fazda sürekli ve hızlıca parçalanır ve tekrar oluşur.



- Buz fazda, ise herbir su molekülü en fazla dört diğer su molekülü ile hidrojen bağlarını oluşturur ve örgüsel bir yapı meydana getirir

Su ve Gıda

Bazı Kavram ve Terimler

- o **BAĞIL NEM (Hr)** 1 kg kuru havanın taşıdığı nem miktarının, aynı sıcaklıkta taşıyabileceği max. nem miktarı
- o **YOĞUŞMA/ÇİĞLENME NOKTASI** Su buharının kısmi basıncının, saf suyun buhar basıncına eşit olduğu sıcaklık
- o **DENGE NEM MİKTARI** Gıdalar sabit sıcaklık ve neme sahip bir ortamda bekletildiğinde, su alırlar veya verirler. Yeterli süre sonunda bulundukları ortam ile dengeye ulaşırlar. Dengede maddenin su kaybetme hızı ile kazanma hızı birbirine eşit olur. Bu durumda maddenin nem miktarı sabit kalır. Bu nem miktarına “denge nem miktarı” denir

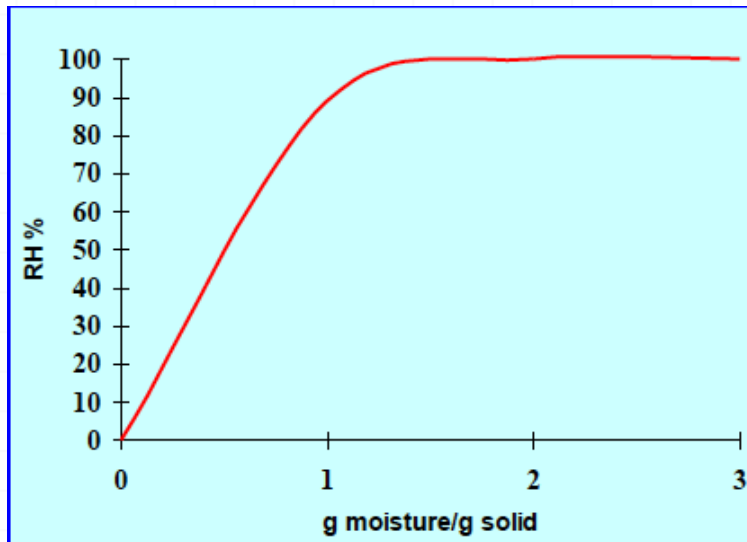
Su Aktivitesi (a_w)

- Gıdalarda bulunan suyun kullanılabilirliğini gösteren termodinamik özelliktir.
- Bir gıda maddesinin su aktivitesi, gıda maddesinin içerdiği suyun kısmi buhar basıncının (P_w) aynı sıcaklıktaki saf suyun buhar basıncına (P'_w) oranıdır.

$$a_w = (P_w / P'_w)$$

$$Hr = (P_w / P'_w) \times 100$$

Su Aktivitesi (a_w)

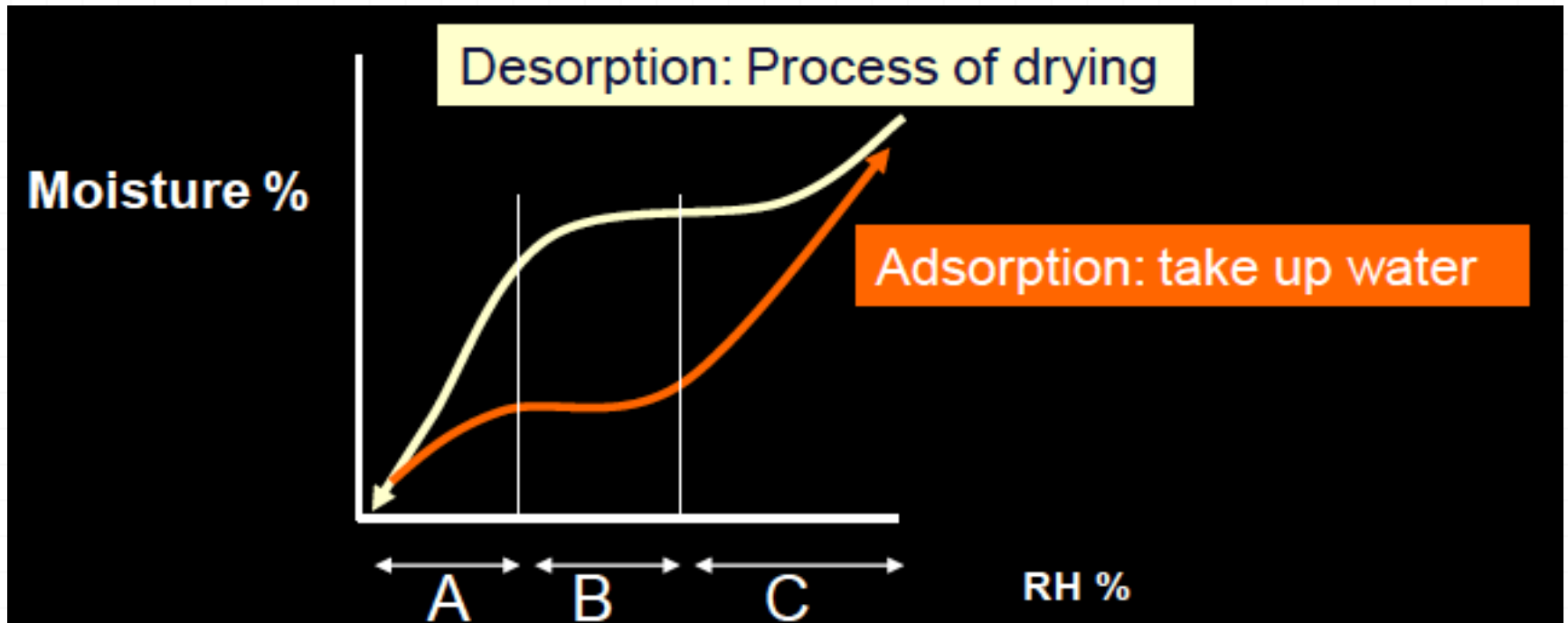


Su Aktivitesi Ürüne, Denge Bağlı Nemi (DBN) ise ürünün dengede olduğu ortama ait özellikleridir

Sorpsiyon İzotermeleri

- Denge Nem Miktarı (DNM), ortamın sıcaklık ve bağıl nemine bağlı olarak değişmektedir.
- Değişmez sıcaklıkta, farklı bağıl nemdeki ortamlarda tutulan örneklerin denge nem miktarları, ortamın %bağıl nemlerine karşı (ve a_w) grafiğe aktarıldığında, “SORPSİYON İZOTERMİ” elde edilir.
- Sorpsiyon, tersinir değildir.

Sorpsiyon İzotermeleri



Sorpsiyon İzotermeleri

o A BÖLGESİ

o a_w 0.2-0.4 (yaklaşık)

o Mono-moleküler su filmi.

o Polisakkaritlerin hidroksi grupları, proteinlerin karbonil ve amino grupları gibi gıdaların özel gruplarına güçlü şekilde bağlı

o Kurutmada uzaklaştırılması imkansız

o Gıdayı oksidasyondan korumaya yardımcı

o Çözücü olarak davranmaz

Sorpsiyon İzotermeleri

o B BÖLGESİ

- o a_w 0.3-0.7 (yaklaşık)
- o Multimoleküler katman
- o Mono-moleküler tabakadaki suya hidrojen bağlarıyla bağlı
- o Gevşek ve çözücü özelliklerine sahip
- o Bu bölgede, gıdanın su içeriğindeki hafif bir değişme, denge bağıl neminde ve a_w 'de önemli değişime neden olur

Sorpsiyon İzotermeleri

o C BÖLGESİ

o $a_w > 0.7$

o “serbest su”

o Gıdanın gözenekli yapısındaki boşluklarda ve kılcallarda yoğunlaşmış su

o Stabilité üzerinde önemli etkiye sahip (mikrobiyal, enzimatik vb)

o Çözücü özellikte

o Kurutmada kolaylıkla uzaklaşır

o Gıdalardaki toplam suyun %95’inden fazlası bu bölgede

Sorpsiyon İzotermeleri - Modeller

Langmuir izotermi

$$W = k a_w^{1/n}$$
$$\frac{a_w}{W} = \frac{a_w}{W_m} + \frac{K}{W_m b}$$

Freundlich izotermi

$$\frac{W}{W_m} = \frac{C a_w}{(1 - a_w)(1 - a_w + C a_w)}$$

Brunauer-Emmett-Teller (BET) izotermi

Oswin izotermi

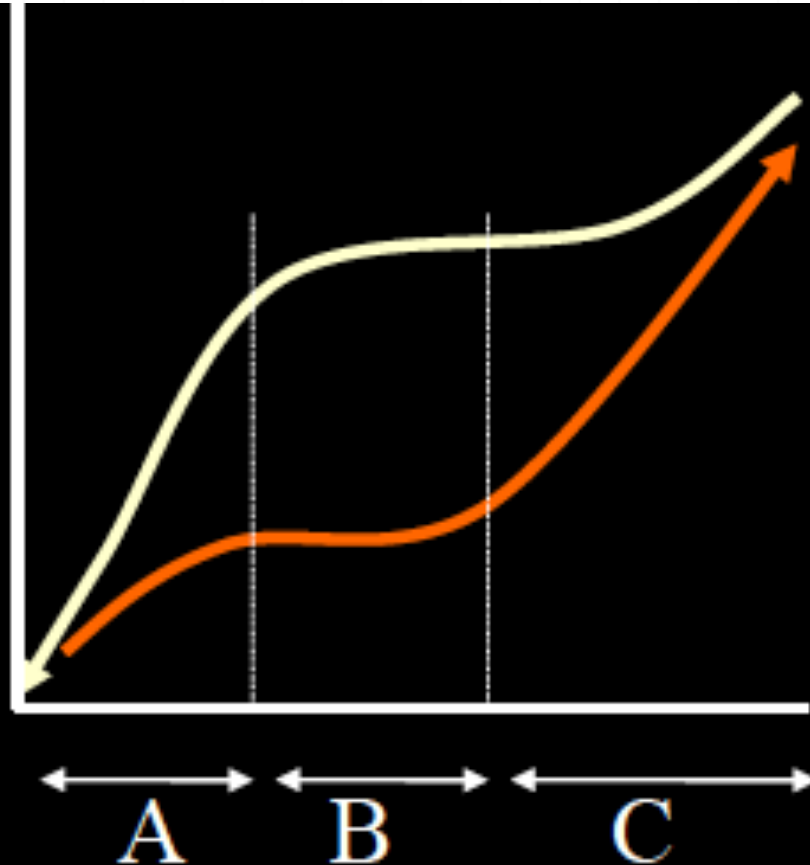
$$W = A \left[\frac{a_w}{1 - a_w} \right]^B$$

Guggenheim-Anderson-de Boer (GAB) izotermi

$$\frac{a_w}{W} = A a_w^2 + B a_w + \Gamma$$

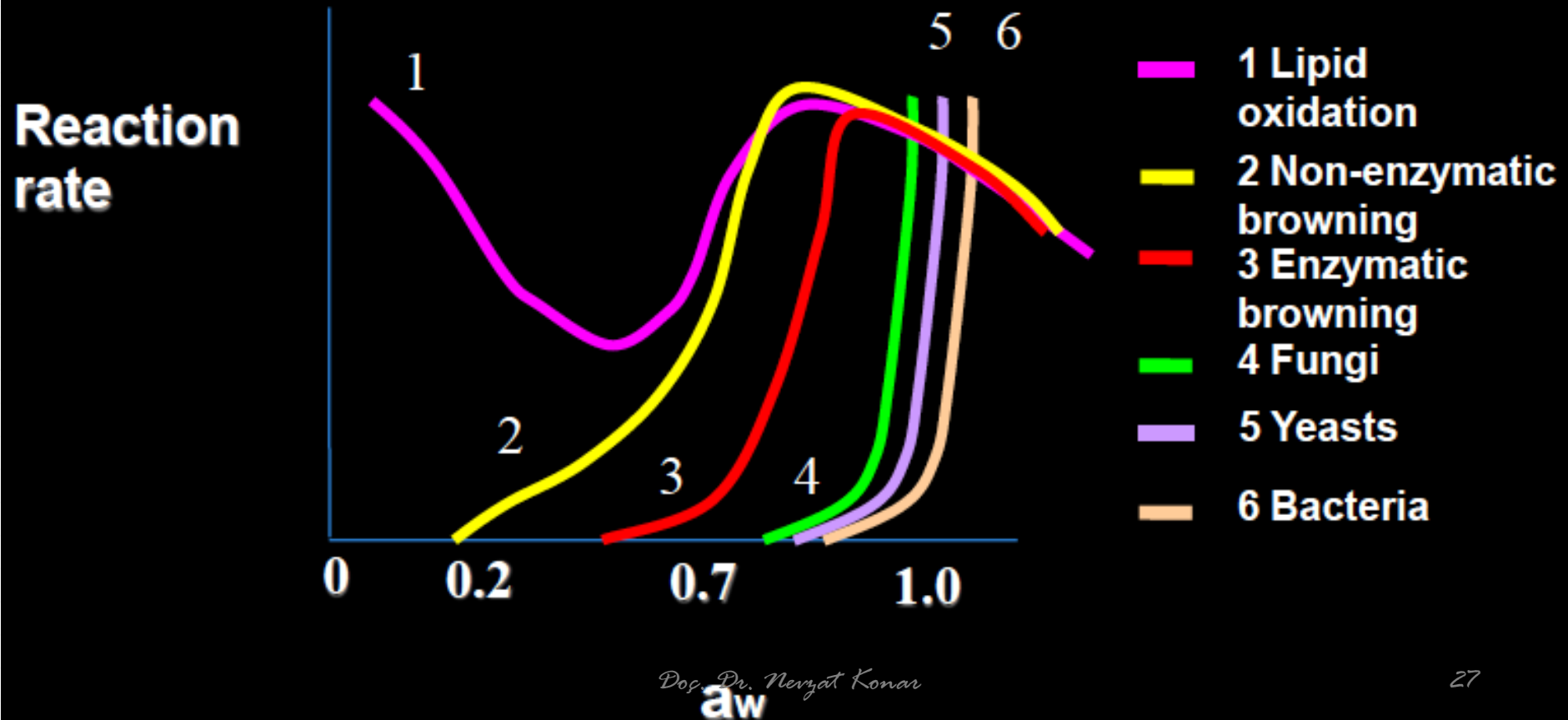
Histerizis

% Moisture



RH %

a_w ve Reaksiyon Hızları



Histerizis

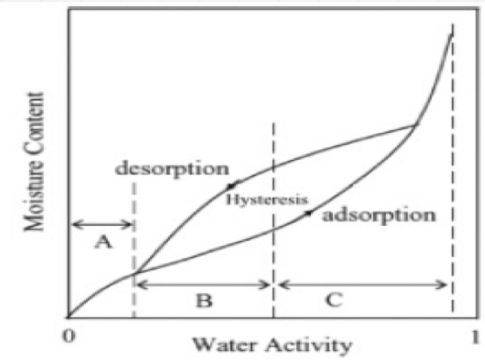


Figure 1. Sorption isotherm for a typical food product, showing the hysteresis.

- Aynı gıdanın adsorpsiyon ve desorpsiyon izotermi çoğunlukla aynı yolu izlemezler ve aralarında bir açıklık oluşturarak farklı izoterm şekline gerçekleşirler. Bu olay histerezis olarak tanımlanır.
- Histerezis, bir termodinamik dengeye ulaşamadığının göstergesidir.
- Gıda, aynı su aktivitesi değerinde desorpsiyon işleminde adsorpsiyon işlemine göre daha yüksek su içeriğine sahip olabilir.
- Gerçekte termodinamik olarak aynı gıdanın aynı su aktivitesi değerinde oluşması beklenmeyen histerisiz, oluşmasının birkaç nedeni olup, histerisizler bu nedenlerin ortak sonucu olarak gerçekleşir.
- NEDEN? Adsorpsiyonda kapiller sistem su buharının hareketliliği ile içten dolarak kapanırken, desorpsiyonda ise kapiller sistemin ağız kısmından su uzaklaşmaktadır.
- AYRICA; yüzey gerilimi, makromoleküller, camsı yapıdan plastik yapıya geçiş histerizisi etkiler.

Su - Mikrobiyal Gelişim

- aw artışı le birlikte su, çözücü ve reaksiyon için ortam oluşturma için daha uygun hale gelir.
- Mikroorganizmaların gelişimleri için, cins/türlere göre değişim gösteren yaklaşık aw değeri sınırları vardır;

0.91 for bacteria

0.88 for yeasts

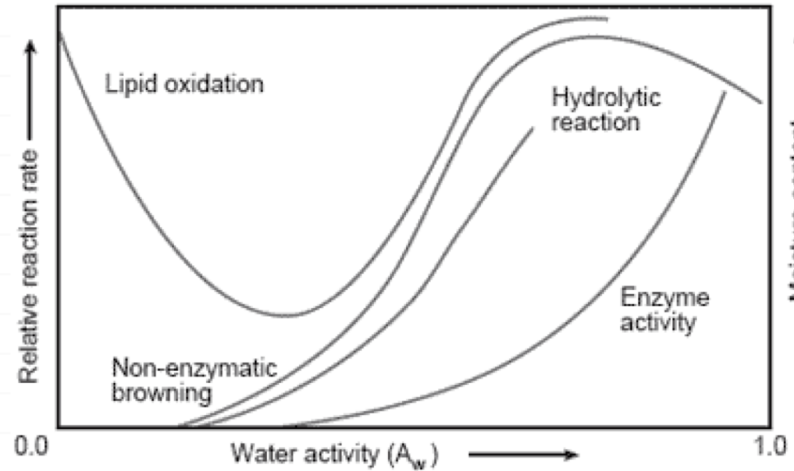
0.80 for molds

0.75 for halophilic bacteria

0.60 for osmophilic yeasts

Su - Enzim Aktivitesi ve Lipid Oksidasyonu

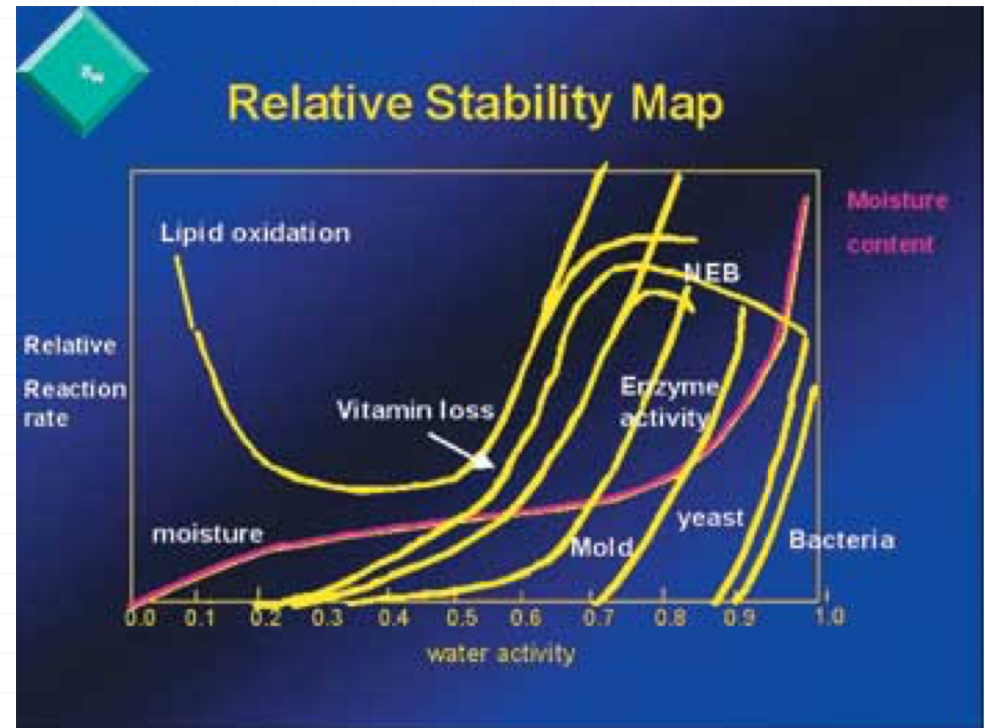
0 aw artışı ile birlikte enzim aktivitesi de giderek artış gösterir.



0 0.7 aw değerinde lipid oksidasyonu hızı maksimum düzeye ulaşır.

Su-Enzimatik Olmayan Esmerleşme Reaksiyonları

- Suyun kullanılabilirliğinde artış, esmerleşme reaksiyonlarını ve besin değerinde kayıpları hızlandırır.
- 0.7 aw'de reaksiyon maksimumuna ulaşır. Ancak daha düşük aw'de reaksiyon daha yavaştır çünkü çözücü/su yvarlığının yetersizliği, reaktiflerin birbiri ile etkileşime geçmesi için yetersiz düzeyde olur.



Suyun Önemi

Termal iletkenlik ve
difüzyon yanısıra gibi
çeşitli ısı ve kütle
transfer özelliklerini
etkiler

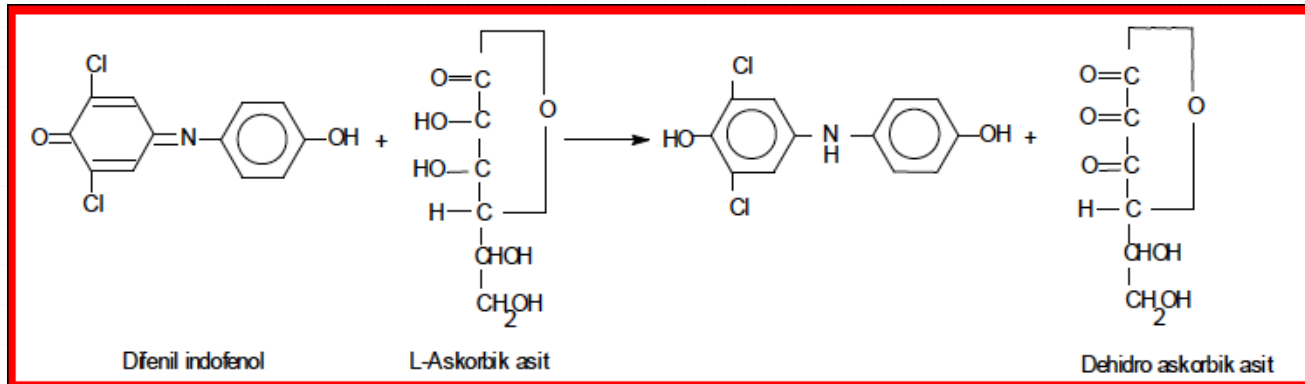


Suyun Önemi



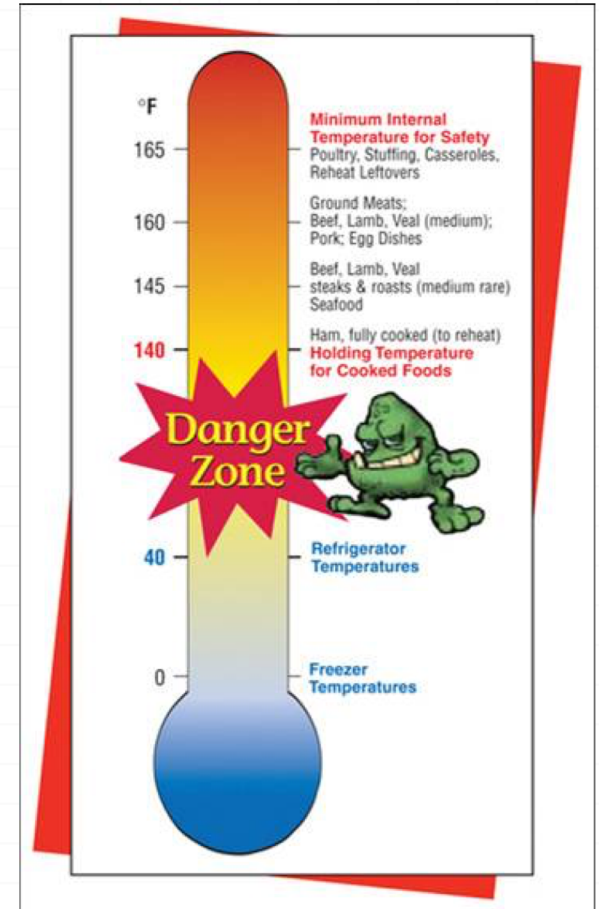
Su, bir çözücü olarak davranarak, diğer bileşenlerin etkileşimlerinde rol oynar ve bunlar arasındaki reaksiyonlar için ortam oluşturur

Gıdaların biyokimyasal stabilitesi, nem oranları ile ilişkilidir



Suyun Önemi

Gıdaların su içeriği ile mikrobiyolojik bozulma ve riskler arasında önemli bir ilişki söz konusudur



Suyun Önemi

Gıdalardaki su miktarı ile kuru madde oranları arasında ters yönlü bir ilişki bulunmaktadır





Dikkatiniz İçin Teşekkürler !