

### 3. Osmozis

---

- Ayrımlı geçirgen (yarı geçirgen) bir zarla ayrılmış ortamda **suyun**, su potansiyelinin (su yoğunluğunun) yüksek olduğu yönden daha düşük olduğu yöne geçişi *Osmozis* olarak bilinmektedir.
- **Osmozis, difüzyonun özel bir řeklidir.**

**Diffüzyonun** özel bir halini ortaya koyan ve **osmozis** adı verilen bu olgu, bitkilerin yaşamında büyük öneme sahip bulunmaktadır.

Suyun, bitki hücrelerine membranlardan geçerek giriş ve çıkışı OSMOZİS ile gerçekleşir

- 
- Bitki yaşamında hücre, nukleus, nukleolus, plastid membranları gibi birçok seçici geçirgen özellikteki membran yardımıyla sayısız osmozis olayı, sürekli meydana gelmektedir.

- Seçici geçirgen özelliğe sahip hücre membranlarından su, yüksüz ve küçük moleküller kolay geçerken yüklü ve büyük moleküller zor geçer
- Çeşitli hücre membranlarından inorganik iyonların, şekerlerin, amino asitlerin ve öteki metabolitlerin geçişleri özel taşıyıcı proteinlerle gerçekleşir.

Hücre membranları ile hücre duvarı yapısal farklılıkları osmozis yönünden önemlidir.

- Hücre membranlarından katı madde parçacıklarına göre su molekülleri çok daha kolay ve hızlı geçerek hücreye girer
- Hücre duvarlarından ise su molekülleri gibi katı madde parçacıkları da kolayca geçer.
- Osmozis sonucu hücreye giren suyun hücre içinde oluşturduğu basınç (*Turgor Basıncı*) ile membranlar gerilir.
- Bu durumda hücre duvarı karşı basınç oluşturarak membranların çatlayıp parçalanmasına engel olur.

# Turgor Basıncı

---

- Osmozis, şişme gibi olaylar sonucunda bitki hücresi ya da kapalı bir osmometre de ortaya çıkan gerçek basınçtır.
- Bitki hücresinin osmotik basıncı çevresinde bulunan sıvının osmotik basıncından yüksek olduğu takdirde su girişi olacak ve hacim artışı membranın hücre duvarına itilmesini sağlayacaktır.
- Bu itme gücü “turgor basıncı” olarak ifade edilir.

# Osmotik Basınç

- Gerçek basınç gibi doğrudan belirlenmesi mümkün olmayan bir gücü ifade eder.
- Çözülmüş madde miktarına bağlı değişen bir kavramdır.
- Çözünmüş madde miktarı arttıkça su potansiyeli düşecek yani osmozis olayının gerçekleşmesi için gerekli güç miktarı artacak, sözü dilen yöne doğru su geçişi artacaktır. İşte doğrudan ölçülemeyen bu güç **osmotik basınçtır.**

- 
- Normal basınç altında tüm çözeltilerin osmotik potansiyeli arı suya göre daha düşüktür.
  - Arı suyun **su potansiyeli** normal basınç altında **sıfır** kabul edilir.
  - Buna göre tüm diğer çözeltilerin su potansiyelleri **negatif (-)** değere sahiptirler



# Plasmoliz

---

İki çözeltinin osmotik basınçları birbirlerine eşit ise bunlara “**izotonik çözeltiler**” denir.

Eğer birbirinden farklıysa, osmotik basıncı yüksek olan “**hipertonik**”, düşük olan “**hipotonik**” sözcükleriyle isimlendirilir.

Osmotik basıncı yüksek, su potansiyeli düşük yani hipertonic ortamda bekletilen hücrenin dış ortamla su potansiyellerini eşitleme eğiliminin bir sonucu olarak su kaybettiği ve vakuollerin küçülerek hücre duvarından uzaklaştığı görülür. Bu haldeki hücre **“plazmoliz”** olmuş hücredir.

- 
- Plazmolizis 'e uğramış bir hücre hipotonik çözelti içinde bekletilirse aynı prensip gereğince yapısına su alarak eski haline gelebilir. Bu duruma da “deplazmoliz” adı verilmektedir.

### 3.3. SUYUN HÜCREYE GİRİŞİ VE ÇIKIŞI

- Suyu büyük ölçüde yitmiş, *Plazmoliz* olmuş, turgor basıncı en az düzeye inmiş, pörsümüş bir bitki hücresi arı suya bırakıldığı zaman hücreye su önce hızla girer.
- Su girişi giderek azalır, hücreye giren ve çıkan su miktarı pratik olarak dengelenir.
- Hücre hacmi ve turgor basıncı artar.
- Bu durumda hücre özsuyunun su potansiyeli ile hücre dışındaki su potansiyeli birbirine denk olur.

- 
- Hücre özsuyundaki su potansiyeli ile hücre dışındaki su potansiyeli nasıl dengelenir?
  - Hücre hacmi ve turgor basıncındaki değişim düzeyi nedir?
  - Denge hangi süreçte ve nasıl oluşur?
  - Suyun hücreye giriş ve çıkışının temel dayanakları nelerdir?

# Su Potansiyeli (Su Konsantrasyonu - Suyun Bağımsız Enerji Gücü - Suyun Kimyasal Potansiyeli)

---

- Bitki hücrelerinin bırakıldığı arı suyun içerisinde çözünmüş madde bulunmadığı için su molekülleri konsantrasyonu çok **yüksektir**.
- Çözelti özelliğini taşıyan hücre özsuğunda ise şeker gibi iyonize olmayan maddelerle sodyum klorür (NaCl) ve benzeri iyonize olabilen çok çeşitli maddeler bulunur.
- Madde miktarı arttıkça hücre öz suğundaki su konsantrasyonu **azalır**.

- 
- Arı suya bırakılan hücreye su,
    - aşağı doğru (yüksek su konsantrasyonundan düşük su konsantrasyonuna doğru) oluşan konsantrasyon gradientine göre **difüzyon** ile
    - iki nokta arasında oluşan basınç gradientine göre gerçekleşen **kitle akımı** ile ve
    - her iki etkenin rol oynadığı **osmozis** ile de girer.

- Su molekülleri miktarı arttıkça çözeltinin **bağımsız enerji gücü** yükselir.
- **Mutlak arı suyun bağımsız enerji gücü en yüksektir.**
- Çözeltideki madde miktarı arttıkça, aktif su molekülü miktarındaki azalmaya bağlı olarak çözeltinin **bağımsız enerji gücü** de azalır.
- **Bağımsız enerji gücü = Kimyasal Potansiyel =** maddenin 1 mol gramının bağımsız enerji gücünü temsil etmekte ve çözeltide çözünmüş madde miktarı ile orantılı olarak bağımsız enerji gücü değişmektedir



- Kimyasal Potansiyel

- $\mu_i = RT a_i$   $\longrightarrow$  i maddesinin aktif kons.

- i maddesinin kimyasal potansiyeli

- Gaz sabiti (8.314 J/mol/K)

- Sıcaklık (K)

- Kimyasal Potansiyel ( $\mu$ ) = Su Potansiyeli ( $\Psi_w$ )

- **Su Potansiyeli ( $\Psi_w$ ):** Aynı sıcaklık ve atmosfer basıncı altında çözeltideki suyun kimyasal potansiyeli ile arı suyun kimyasal potansiyeli arasındaki fark

Çözeltideki suyun kimyasal potansiyeli

$$\Psi_w = \mu_w - \mu_w^0$$

Arı suyun kimyasal potansiyeli

- Biyolojik sistemlerde çözeltilerin su potansiyelini gösteren rakamların hepsi (0) dan küçük olup (-) işareti taşıdığıdır.
- Yukarıdaki formüle göre arı suyun kimyasal potansiyeli yine kendi kimyasal potansiyeli ile karşılaştırıldığı için bulunan değer sıfır olur.
- **Arı suyun su potansiyeli sıfır (0) 'dır**

Buna karşın çözünmüş madde içeren çözeltinin su potansiyeli, yukarıdaki formüle göre çözeltinin kimyasal potansiyeli arı suyun kimyasal potansiyeli ile karşılaştırılarak belirlendiği için, daima 0'dan küçük olup (-) işarete sahiptir.

Suda çözünen madde miktarı arttıkça önünde (-) işaret bulunan rakam büyümekte, bir başka deyişle çözeltinin su potansiyeli çözünen madde miktarına bağlı olarak azalmaktadır.

Örneğin 1.0 molar (M) glikoz çözeltisinin 28°C'deki su potansiyeli  $-2.5 \text{ kJ kg}^{-1}$  ya da  $-45 \text{ J mol}^{-1}$  ( $-10.75 \text{ cal mol}^{-1}$ ) olarak belirlenmiştir.

$-2.5 \text{ J mol}^{-1} = -2.5 \text{ Pa}$  veya  $-2.5 \text{ kJ mol}^{-1} = -2.5 \text{ MPa}$

# Hücrenin Su Potansiyelini Oluşturan Etmenler

- (a) Çözünmüş madde ( $\Psi_s$ ),
- (b) Basınç ( $\Psi_p$ ) ve
- (c) Yer çekimi ( $\Psi_g$ )
  
- $\Psi_w = \Psi_s + \Psi_p + \Psi_g$
- su potansiyeli ( $\Psi_w$ ), aynı sıcaklık ve basınç altında çözeltinin su potansiyeli ile arı suyun su potansiyeli karşılaştırılarak belirlenmektedir.
- Arı suyun su potansiyeli 0 olup doğadaki tüm çözeltilerin su potansiyellerinden daha yüksektir.
- Bu nedenle tüm çözeltilerde olduğu gibi hücre özsuunda da su potansiyeli ( $\Psi_w$ ) sıfırdan küçük olup (-) işaretli rakamla gösterilir.

## (a) Çözünmüş Madde

- Su potansiyeli üzerine etki yapan ve formülde ( $\Psi_s$ ) şeklinde gösterilen çözünmüş madde miktarı, *Osmotik Potansiyel* (osmotic potential) ya da *Madde Potansiyeli* (solute potential) şeklinde de ifade edilmektedir.
- Çözünmüş madde **miktarı**, aktif su miktarı üzerine etki yaparak suyun bağımsız enerjisini azaltır.
- Burada çözünen maddenin **tabiatı** değil **miktarı** etkilidir.
- Çözünen madde miktarı arttıkça;
  - çözeltinin buhar basıncı azalır,
  - kaynama derecesi yükselir ve
  - donma noktası düşer.

# Çözeltilerin Osmotik Potansiyelinin ( $\Psi_s$ ) Hesaplanması

$$\Psi_s = - RTC_s$$

- $\Psi_s$  = Osmotik potansiyel
- R = Gaz sabitesi (8.32 J mol<sup>-1</sup> K<sup>-1</sup>)
- T = Mutlak sıcaklık (Kelvin, K)
- $C_s$  = Çözeltideki maddenin *osmolalitesi*
- Formülde (-) işaret, çözünen madde miktarına bağlı olarak çözeltideki su potansiyelinin azaldığını göstermektedir.
- $C_s$  = Dissosiyasyon olmayan maddelerde doğrudan molalitesi iken dissosiyasyon olanlarda (x iyon sayısı)
- Örneğin 20 °C (293 K)'da;
- 0.1 molal sakkaroz için  $\Psi_s = -0.244 \text{ MPa}$  iken  $(0.1 \times 293 \times 8.32) / 1000$
- 0.1 molal NaCl için  $\Psi_s = -0.488 \text{ MPa}$ 'dır  $(0.2 \times 293 \times 8.32) / 1000$
- 1000 = kJ / mol dönüşümü içindir

## (b) Basınç

- Basınç ( $\Psi_p$ ) = Hidrostatik basınç (=Basınç Potansiyeli)
- + ise: su potansiyeli yüksek
- - ise: su potansiyeli düşük
- Hücre içerisinde (+) basınç Turgor Basıncını,
- (-) basınç Emme basıncını ifade eder.
  
- Hücre dışında iletim borularında oluşan negatif basınç bitkide suyun yukarı doğru uzun yol taşınmasında önemli göreve sahiptir.
- $\Psi_p = \Psi_w - \Psi_s$
  
- Arı suyun basınç potansiyeli 0 MPa

## (c) Yerçekimi

- Suyu aşağı çeken güç
- Bitkilerde suyun yukarı doğru hareketini sağlayan su potansiyelinin gücü yükseklik (h) ile doğru orantılıdır.
- Yer çekiminin ( $\Psi_g$ ) su potansiyeli ( $\Psi_w$ ) üzerine etkisi suyun taşınma yüksekliğine (h) olduğu kadar suyun yoğunluğuna ( $r_w$ ) ve çekim hızına da bağlıdır.
- $\Psi_w = \Psi_s + \Psi_p$



## Su Potansiyeli Gradientine göre Hücreye Su Girişİ

- Su potansiyel gradientine göre su potansiyelinin yüksek olduğu yönden düşük olduğu yöne doğru su, osmosis ile hücre içine girer.
- Su alan hücreler şişer, turgor basıncı artar ve bitki dik durur
- Büyük önem taşıyan ve istenen bu olgu bitkide gelişmeyi önemli ölçüde ve olumlu şekilde etkiler.
- Su girişi iç ve dıştaki su potansiyeli ( $\Psi_w$ ) eşitlenene kadar devam eder

# Su Potansiyeli Gradientine göre Hücreden Su Çıkışı

- Su potansiyel gradientine göre su potansiyelinin yüksek olduğu yönden düşük olduğu yöne doğru su, osmozis ile hücre dışına çıkar.
- Su yitiren hücreler büzülür, pörsür, turgor basıncı düşer ve bitki solar
- Büyük önem taşıyan ve istenmeyen bu olgu bitkide gelişmeyi önemli ölçüde ve olumsuz şekilde etkiler.
- Su çıkışı iç ve dıştaki su potansiyeli ( $\Psi_w$ ) eşitlenene kadar devam eder

# Osmotik Potansiyelin Belirlenmesi

## ■ Çözeltilerde donma noktası alçalır

- Arı su  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de donar,
- Çözeltiler  $-n\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de donar

$$\text{■ Osmotik Potansiyel } (\Psi_s) = (-2.27 \div -1.86) \times \Delta_{fp}$$

- İyonize olmayan bir maddenin 1 mol'lük çözeltisinde kuramsal donma noktası azalması ( $\Delta_{fp}$ )  $-1.86\text{ }^{\circ}\text{C}$  dir.

- 1 mol çözeltinin kuramsal osmotik potansiyeli ise  $\Psi_s = -2.27\text{ MPa}$ 'dır.

- **ÖRNEK:** Bitkide hücre özsuynun donma noktası azalma derecesi ( $\Delta_{fp}$ )  $-1.395\text{ }^{\circ}\text{C}$  ise hücre özsuynun osmotik potansiyeli ( $\Psi_s$ )?

- **CEVAP:**  $\Psi_s = (-2.27 \div -1.86) \times -1.395 = -1.7025\text{ MPa}$

- İyi sulanan sebze bitkileri hücrelerinde **turgor basıncı değerleri**, osmotik potansiyele de bağılı olarak **0.1 MPa ile 1 MPa arasında değişir.**
- Pozitif turgor basıncı iki nedenle önemlidir.
- **Birincisi** bitki hücrelerinin büyüüp gelişmesi, hücre içinde pozitif basıncın oluşmasına ve hücre duvarına doğru gerginliğin sağlanmasına bağılıdır. Su noksanlığında hücrede turgor basıncının azalması hücre büyümesinin olumsuz şekilde etkilendiği su stresine yol açar.
- **İkincisi** turgor basıncı bitki hücrelerinde ve dokularında mekanik olarak gerginliğe ve dikliğe neden olur. Bu olgu özellikle otsu bitkiler ile bitkinin ligninleşmemiş genç dokuları için büyük önem taşır.
- Hücrelerde turgor basıncı sıfıra doğru düştükçe bitkide *Solma* görülür. Suyunu yitiren hücrelerde turgor basıncının sıfıra yaklaşmasına paralel olarak hücrede membranların hücre duvarından uzaklaşması ile *Plazmoliz* adı verilen olay cereyan eder.