

BİTKİ FİZYOLOJİSİ

Bilindiği gibi fizyoloji organeller, hücre ve dokular ile organ ve organizmaların canlılığını sağlayan işlevlerini, ilişkilerini ve cansız çevre ile etkileşimlerini inceleyen bilim dalıdır. Bitki fizyolojisi de bu çerçevede mikroalglerden ağaçlara kadar tüm bitkilerde bu konuları araştırır.

Günümüzde bilgi birikiminin ve iletiminin çok hızlı artışı nedeniyle bilim dallarının sayılarındaki artış yanında sürekli yeni ara dalların ortaya çıkması sonucu bilim dalları arasındaki sınırları çizmek zorlaşmış ve giderek anlamını yitirmeye başlamıştır.

Fizyoloji fizik ve kimya ile moleküler biyoloji, sitoloji, anatomi ve morfoloji ile biyofizik, biyokimya verileri ve bulgularından yararlanarak tıp ve veterinerlik, ekoloji ve çevre, tarım ve ormancılık ile farmasi ve gıda, kimya mühendisliği gibi uygulamalı bilimlerrindeki gelişmeler için altyapı sağlamaktadır.

Bitki fizyolojisi de bitkilerle ilgili olan konularda aynı şekilde çalışarak.diğer temel ve uygulamalı bilimlerin gelişmesine katkıda bulunmaktadır. Uzunca bir süre önce fizyoloji ile biyokimyanın konuları arasındaki sınır netliğini kaybetmiştir. Giderek diğer bilim dalları ile aradaki sınırlar da bilgibirikiminin artışı sonucunda zayıflayacaktır.

BİTKİ FİZYOLOJİSİNİN KONUSU VE DALLARI

Klasik olarak fizyoloji, beslenme fizyolojisi, metabolizma fizyolojisi ve büyüme gelişme fizyolojisi olarak üç ana dala ayrılır.

Bu yaklaşımla bitki fizyolojisinde **beslenme** kara bitkilerinin havadan, su bitkilerinin de sudan sağladığı gazlar ve kara bitkilerinin havadan sağladığı su buharı ile toprak veya sudan sağladıkları mineral iyonları, nasıl alındıkları ile ilgili konular beslenme fizyolojisi başlığı altında toplanır.

Metabolizma fizyolojisi de bu çerçevede alınan hammaddelerin, hangi maddelere dönüştürüldüğü ve kullanıldığı, işlevlerinin neler olduğu, hangi durumlarda bu tabloda ne yönde ve nasıl

değişimler olduğunu inceler. Biyokimya ile en yakın olan daldır.

Metabolizma fizyolojisinin karmaşık ve geniş kapsamlı oluşu nedeniyle de **primer (birincil, temel), sekonder (ikincil) ve ara metabolizma**, primer metabolitlerin depolanan ve gerektiğinde sindirilen dönüşüm ürünlerini konu alan alt dallara ayrılması gereği ortaya çıkmıştır.

Büyüme ve gelişme fizyolojisi ise beslenme ile alınan, metabolize edilen maddelerin kullanılması ile organellerden, bitki hücrelerinin embriyo düzeyinden başlayarak organlar ile bitki organizmalarına kadar büyümelerini, belli bir yönde farklılaşarak özel işlevler kazanmalarını, bütün bu olayları etkileyen etmenleri ve etkileşimlerin mekanizmalarını inceler. Büyüme ve gelişme fizyolojisi hem moleküler biyoloji hem de biyokimya ve ekoloji ile yakından ilişkilidir. Çünkü büyümeyi ve sonra gelişmeyi tetikleyen mekanizma ve özellikle farklılaşmanın şekilleri açısından kapasite genetik yapı ve baskı, biyokimyasal özellikler ile çevre koşulları ile yakından ilişkilidir.

Bilgi birikiminin artışı ile bitki gruplarına has özellikleri inceleyen veya yüksek bitkilerin yaşamında ve uygulamalı bilimlerde önemli yer tutan belli olgu ve gelişmeleri konu alan alt dallar ortaya çıkmıştır. **Bitki hücre fizyolojisi, alg fizyolojisi, çimlenme fizyolojisi, çiçeklenme fizyolojisi, stres fizyolojisi**, bunlardandır. Ayrıca fizyolojik olayların açıklanabilmesi gerekli temel bilgileri sağlayan fizik, enerjetik, kimya, fizikokimya ve biyokimya gibi dalların katkıları oranına göre de biyofizik, fiziksel biyokimya, biyo-organik veya inorganik kimya gibi dallara benzer şekilde **biyofiziksel, biyokimyasal fizyoloji** gibi alt dallara ayrılır.

Günümüzde botaniğin ve diğer temel ve teknolojik bilimler ile dallarının konuları ile ilişkisinin yoğunluğuna göre adlandırılan alt dallara da ayrılmıştır. **Bitki ökofizyolojisi, ürün fizyolojisi, depolama fizyolojisi, fizyolojik fitopatoloji** bu alt dallara örnek olarak verilebilir.

Bu tür konu sınıflandırmaları çerçevesinde bitki fizyolojisini, fizyolojinin temel konularının bitkileri diğer canlılardan ayıran temel özelliklerin fizyolojik yönlerinden başlayarak ele almak ve bu temeller üzerinde açılım gösteren özel konulara yönelerek işlemek yararlı olabilir.

Bilindiği gibi canlıların en temel özellikleri aldıkları enerjiyi belli sınırlar içinde olmak üzere çevreden alabilmeleri, kullanabilmeleri, depolayabilmeleri ve gerektiğinde açığa çıkarabilmeleri, biyolojik iş yapabilmeleridir. Cansızlardan enerjice etkin olmaları ile ayrılırlar, doğal cansız evren enerji karşısında tümüyle edilgendir. Bu nedenle de bitki fizyolojisini biyolojinin temeli olan **biyoenerjetik** temel konularını anımsayarak incelemeye başlamak gerekir.

ENERJETİK VE BİYOENERJETİK

Adından anlaşılacağı üzere enerji bilimi olan enerjetikğin temel dalı olan **termodinamik** ısı, sıcaklık, iş enerji dönüşümleri ve türleri arasındaki ilişkileri, bu arada meydana gelen yan olayları inceler. Fiziğin bir anadalı olan termodinamiğin fiziksel özellikler ile enerji arasındaki ilişkiler de konusudur. Kimyasal termodinamik ise fiziksel özellik değişimleri yanında meydana gelen kimyasal dönüşüm ve değişimleri inceler.

Termodinamik olgu ve olayları makro ölçekte inceler, yani olayın gelişme şekli, yolu ne olursa olsun başlangıç ve bitiş noktalarındaki durumları ile ilgilenir. Örneğin çekirdek enerjisinin nükleer bombanın patlatılması veya bir santralde kontrollü olarak uzun sürede tüketilerek açığa çıkarılan miktarı aynı olduğundan termodinamik açıdan aynı olaydır.

Termodinamiğin birinci yasası da bu örnekte belirtilen şekildeki kütle – enerji arası dönüşüm olaylarının tümüyle dönüşümden ibaret olduğunu, kütle ve enerji toplamının sabit kaldığını belirtir. Yani bu dönüşümlerde kütle + enerji toplamında artış veya kayıp söz konusu olamaz.

Yasanın tanımladığı kütle + enerji kavramının anlaşılır olması için madde ve enerjinin ölçülebilir büyüklükler olması gerekir. Bunu sağlayan da enerji ve kütlesi tanımlanmış olan **sistem** kavramıdır. Termodinamikte inceleme konusu olarak seçilen, ilk ve son enerji + kütle miktarı bilinen, ölçülen ve değerlendirilen **sistem**, onun dışında kalan tüm varlıklar ve boşluk ise **çevredir**. Örneğin güneş sisteminin termodinamiği incelenmek istenirse uzay çevredir. Güneşin termodinamik açıdan incelenmesinde ise gezegenlerle uydular da çevre içinde kalır.

Evren sistem olarak ele alındığında ise çevre olarak değerlendirilebilecek bir şey kalmadığından evrende enerji + madde toplamı sabittir, enerji veya madde yoktan var edilemez ancak enerji – madde dönüşümü olabilir.

Burdan çıkan sonuç da maddenin yoğunlaşmış olan enerji olduğudur. Enerjiyi ancak maddeye veya işe dönüştüğü zaman algılayabildiğimiz, gözlemleyebildiğimiz için maddedeki gizli enerjiyi ölçemeyiz.

İkinci yasa bütün enerjetik olayların kendiliğinden başlaması ve sürmesinin ancak sistemdeki toplam maddenin en az ve enerjinin en üst düzeyde olacağı yönde olabileceğini belirtir. Bu durum sağlandığında sistem **dengeye** varır, **entropisi – düzensizliği – başıboşluğu (S)** maksimum olur. Bunun tersi yönünde gelişen olaylar ise **reverzibl – tersinir** olaylardır. Örneğin canlının bir termodinamik sistem olarak oluşması ve büyüyüp gelişmesi tersinir, ölmesi ise **irreverzibl – tersinmez** olaylardır. Canlı sistemde ölüm termodinamik denge halidir.

Aynı şey kimyasal tepkimeler içinde geçerlidir, dışarıdan enerji alarak başlayan ve yürüyen **endotermik** tepkimeler kendiliğinden başlayamaz ve süremez, birim sürede çevreden aldığı ve verdiği enerjinin eşitlendiği, enerji alışverişinin net değerinin sıfır olduğu **denge** durumunda durur, **kinetik dengeye** ulaşır. Ancak **eksotermik**, enerji açığa çıkararak tepkimeler kendiliğinden yürüyebilir.

Canlılığın oluşumu ve sürmesini sağlayan biyokimyasal sentez tepkimeleri de dengeye ulaşan reverzibl tepkimelerdir ve ancak ürünlerinin tepkime ortamından uzaklaşmasını sağlayan zincirleme tepkime sayesinde termodinamik dengenin kurulamaması ile sürebilir.

Üçüncü yasa termodinamik bir sistemde entropinin, yani madde halinde yoğunlaşmamış olan enerjinin sıfır olacağı -273 derece sıcaklığa ulaşamayacağını belirtir.

Bitkilerdeki biyoenerjetik olayların anlaşılması açısından önemli olan diğer enerjetik kavramları ise **entalpi**, ve **serbest enerji** ile görelilik kuramının **ışık kuantı** ile ilgili sonucudur.

Termodinamik incelemenin başlangıç ve bitim noktalarında ölçülen **entalpi – toplam enerji** farkı (**DH**) olay sonundaki madde kaybı veya kazancının da bir ölçüsü olur. Canlılarda çevreden alınan enerjinin azalmasına neden olan koşullarda bu etkiye karşı iç enerji kaynaklarından yararlanma yolu ile etkinin azaltılmasına çalışan mekanizmalar harekete geçer. Evrimin üst düzeyindeki sıcak kanlılarda vücut sıcaklığını sabit tutan bir enerji dengesinin oluşu çok zorlayıcı koşulların etkili olmasına kadar entalpi farkını önler.

Entropinin ölçümü çok zor olduğundan sistemdeki düzensizlik enerjisi yerine entropi artışı ile ters orantılı olarak azalan iş için kullanılabilir, işe çevirilebilir **serbest enerji (G)** ölçülür. Serbest enerji sistem dengeye varıncaya kadarki entalpi farkının bir bölümünü oluşturur. Entalpi farkının entropi enerjisine dönüşmeyen, yani atom ve moleküllerin **termik hareketliliklerinin** artışına harcanmayan kısmıdır. Termik hareketlilik doğal olarak sıcaklığa, atom ve moleküllerin çevrelerinden aldıkları enerji düzeyine ve hareketliliklerine, hareket yeteneklerine bağlıdır; atom veya molekül ağırlığı, aralarındaki çekim kuvvetlerinin artışı hareketliliklerini azaltır.

Bir sistemde serbest enerji artışı entropi enerjisi azalırsa da çevrenin entropi enerjisi artışı daha fazla olur ve 2. yasada belirtildiği şekilde sistem + doğanın entropisi sürekli artar. Canlı sistem ele alındığında canlının oluşup, büyümesi ile sürekli artan serbest enerji karşılığında çevreye verilen entropi enerjisinin daha fazla olmasını sağlayan canlının çevresine aktardığı gaz moleküllerinin termik hareketlilik enerjisi gibi enerji formlarıdır.

Einstein'ın $E = m \cdot c^2$ fomülü ile açıkladığı enerji – kütle ilişkisi sonucunda astronomların güneşe yakın geçen kozmik ışınların güneşin kütle çekimi etkisiyle bükülmeleri gözlemleriyle dahi desteklenen ışığın tanecikli, **kuant** şeklinde adlandırılan kesikli dalga yapısı fotosentez olayının mekanizmasının anlaşılmasını sağlamıştır.

Kimyasal termodinamikte yararlanılan temel kavramlardan olan **kimyasal potansiyel** fizyoloji ve biyokimyada da kullanılan ve birçok canlılık olayının anlaşılmasını sağlayan bir kavramdır. Bir sistemdeki kimyasal komponentlerin her bir molünün serbest enerjisini tanımlar. Sistemde bir değişim olabilmesi, iş yapılabilmesi için bir komponentinin kullanacağı enerji düzeyini belirtir. Eğer değişim, dönüşüm sırasında bir komponentin serbest enerjisi artıyorsa bir diğer komponentinki daha yüksek oranda azalıyor demektir. İki sistem arasında kimyasal potansiyel farkı varsa bu fark oranında kendiliğinden yürüyen bir değişme olur ve iletim görülür. Bu suda çözünen katı maddelerin – solutların, pasif – edilgen şekildeki hareketini açıklamakta da kullanılan bir terimdir.

Bu terimin su komponenti için kullanılan şekli **su potansiyelidir**. Kimyasal potansiyel basınç değişimi ile ilgili olayları da içerdiğinden **su basıncı – hidrostatik basınç** tanımı da kullanılır. Elektriksel potansiyel farkı da kimyasal potansiyelin bir şekli olduğundan sulu iyonik çözeltilerde katyonların katod durumundaki, anyonların da anod durumundaki sabit ve yüklü kutuplara doğru hareketine neden olur.

Söz konusu potansiyellerin mutlak değerleri değil aralarındaki fark itici güçtür. İki nokta arasındaki basınç, derişim, elektriksel yük, serbest enerji farkı gibi farklılıkların tümü canlılıkta rol oynar ve karmaşık dengeleri yürümesini sağlar. Bu denge birarada bulunan komponentlerin birbirleri ile etkileşmelerinden etkileneceğinden etkileşim potansiyelinin de değerlendirilmesi gerekir. Bunun için kullanılan terimler ise **aktiflik – etkinlik sabiti** ve **efektiv – etkin derişimdir**.

Etkin derişim, etkinlik sabiti yüksek maddenin veya maddelerin derişim farkına dayanarak sistemdeki değişim potansiyelini değerlendirir. Sistemin değişim potansiyelini ortaya çıkarır.

Bu çerçeve de **su potansiyeli** sistemdeki bir mol suyun sabit basınç altında ve sabit sıcaklıkta yer çekiminin etkisi sıfır kabul edilerek sistemdeki saf su ortamından etkin derişimin daha düşük olduğu yere gitme potansiyelidir. Yani hidrostatik basınç artışına paralel olarak su potansiyeli artar. Daha önceleri Difüzyon basıncı eksikliği ve emme basıncı, emme kuvveti şeklinde tanımlanmış olan su potansiyeli günümüzde en geçerli olarak benimsenen, kuramsal temelleri sağlam olan terimdir.

BESLENME FİZYOLOJİSİ

Bilindiği gibi canlıların ortamdan sağladığı, olduğu gibi tüketerek kullandıkları besin maddeleri büyük canlı gruplarında farklılıklar gösterir. Bitkiler aleminde de özellikle su bitkilerinin sudan, kara bitkilerinin topraktan sağladığı inorganiklerin çeşitleri ve özellikle oranlarında farklılıklar görülür. Tipik bitki besini olarak kullanılan elementlerin hepsi inorganik formdadır. Ancak bitki köklerinin organik maddelerden de yararlandığı görülmüştür. Saprofit ve parazit bitkiler ise konukçulardan inorganikler yanında doğrudan organik madde de sağlarlar.

Canlıların tükettiği maddeleri oluşturan elementler canlılıktaki işlevleri açısından **esas olan** ve **esas olmayan elementler** olarak ikiye ayrılır.

Günümüzde benimsenmiş olan ayırım bir elementin hücrede canlılık için esas olan bir molekülün yapısına girip, girmemesine göre yapılır. Bu da noksanlığı halinde bitkinin vejetatif gelişmesini tamamlayamaması ve karakteristik, tekrarlanır bazı belirtilerin açık şekilde ortaya çıkması ve element eksikliği giderilince ortadan kaybolması şeklinde kendini gösterir.

Suyun **hidrojeni** yanında **karbon** canlıların yapısını oluşturan ve canlılığı sağlayan organik moleküllerin tümünde bulunduğu en önemli elementlerdir, canlılığın temel taşları olan nükleik asit ve proteinlerin yapısına girdiğinden, **azot** birçok organik maddenin maddenin yapısında önemli bir yere sahip olduğundan temel besin elementidir. **Fosfor** da tüm canlılarda enerji metabolizmasındaki yeri nedeniyle temel elementtir. **Oksijen** de solunumdaki rolü ile anaerob mikrobiyolojik canlılar dışındaki bitkiler için önemi ile onları izler.

Yeşil bitkilerin yaşamı için şart olan maddeler arasında miktar açısından **temel besinleri su ve karbon** dioksit ile **oksijen**dir. Kemosentez yapan bakteriler için de farklı formları halinde alınsa da karbon temel elementtir.

Bunun yanında inorganik **azotlu** bileşikler de besin olarak çok önemli yer tutar. Çünkü bazı Cyanophyta grubu ilksel bitkiler yanında Leguminosae ve Mimosoidae familyaları gibi bazı yüksek bitkileri ancak Rhizobium bakterilerinin simbiyont olarak katkısı ile havanın azotundan yararlanabilirler. Bu grupların dışında bitkiler havada yüksek oranda bulunan serbest azotu besin olarak kullanamazlar.

Tüm canlılarda mutlaka ve yüksek oranlarda bulunması gereken bu elementler yanında besin olarak alınan elementler alkali ve toprak alkali mineral elementleri grubuna giren ve tüketimleri, gereksinim duyulan miktarları nedeniyle **makroelement** denen inorganiklerdir.

Bu elementlerden çok daha düşük oranlarda gerekli olan ve daha yüksek miktarları ile toksik etki yapan **mikroelementler** konusunda ise farklı bir tablo görülür. Bitki gruplarında cins ve tür düzeyinde bile seçicilik, tüketim ve yararlanma ile yüksek derişimlerinin varlığına dayanıklılık, zarar görmeden depolayabilme farklılıkları görülebilen elementlerdir.

Bitkiler aleminde bulunan elementlerin toplam olarak sayıları 60 kadardır. Bu elementlerin toplam bitki ağırlığına, organ ağırlıklarına, doku ve hücreler ile organellerin ağırlıklarına ve kuru ağırlıklarına oranları yaşam evrelerine, çevre koşullarına ve bunlar gibi birçok etmene göre farklılıklar gösterir.

Bitkiler için yaşamsal önem taşıyan **esas element** sayısı 17dir.

Makro elementler tipik olarak 1 kg. kuru maddede 450 mg. civarında olan arasındaki oranlarda bulunan C, O, 60 mg. civarındaki H, 15 mg. civarında olan N, 10 mg. kadar olan K, 5 mg. civarındaki Ca, 2 mg. civarındaki P, Mg ve 1 mg. kadar olan S elementleridir.

Mikroelementler arasında yer alan esas elementlerden Cl ve Fe 0.1, Mn 0.05 ve B ve Zn 0.02, Cu 0.006, Mo 0.0001mg / kuru ağırlık düzeyinde bulunurlar.

Makroelementler hücre yapısında yer alan, mikroelementler yapıya girmeyip metabolizmada etkin rol alan elementlerdir.

Esas makroelementler olarak bitkilerin canlılığı için şart olanlar arasında P, S, Ca, K, Mg, Fe yer alır. Bunların yanında Na deniz bitkileri ile tuzcul olan yüksek bitkiler için esas makroelementtir.

Esas mikroelementlerden Fe ve Mo özellikle yüksek bitkiler için, B birçok yüksek bitkiler ve V bazı algler için esas elementtir. Kükürt dışındaki mikroelementler özellikle canlılık için önemli bazı enzimlerin kofaktörü olarak işlev yaparlar. S ise özellikle kükürtlü amino asitler üzerinden sitoplazmik protein zincirlerinin kuvvetli bağlarla sağlam bir yapı oluşturması nedeniyle önemlidir.

Se, Al gibi bazı iz elementleri alarak depolayan fakat metabolizmada kullanmayan, o element için seçici olmayan türler de vardır.

BESİN ALIMI

Su içinde serbest yaşayan bitkilerin besinlerini doğal olarak suda çözünmüş halde bulunan gaz ve katı maddeler oluşturur ve difüzyon, osmoz yolları ile alınır. Yüksek su bitkileri ise buna ek olarak zemine tutunmalarını sağlayan sualtı gövdeleriyle topraktan da beslenirler.

Gaz halinde bulunan besinler tüm bitkiler tarafından yayılım – difüzyonla alınır. Canlılık için sürekli kullanılması gereken temel besinler olduklarından, bu gazlardan yararlanma yeteneği olan canlı hücrenin lümenine girip, protoplazmasına geçtiklerinde hemen kullanılırlar. Bu nedenle de yayılımımla alınmaları sürekli'dir. Su ve suda çözünmüş olan katı besinler ise aşağıda

görülebileceği üzere difüzyona ek olarak osmoz, ters osmoz ve aktif alım yolları ile alınır.

Atmosferde doğal şartlarda %0.03 oranında bulunan **CO₂** güneş ışınlarının ısıya dönüşür kuantlarını içeren kızılötesi, yani 1 – 10 m dalgaboyundaki kesimini soğurarak canlılığın sürmesini sağlar.

Suda çözündüğünde karbonik asit oluşturarak pH değerini düşürür ve suyun çözme kuvvetini genel olarak arttırdığı gibi özellikle alkalilerin çözünürlüğünü artırır. Bu şekilde de beslenmeyi ve mineral madde alımını kolaylaştırır. **Mineral madde** iyonları sudaki karbonik asit ve diğer organik asitlerle tuz yaparak tuz – asit çiftinin sağladığı pH tamponu etkisiyle canlı özsuyunda pH değerinin canlılığa zarar verecek düzeyde değişmesini, pH 4 – 8.5 aralığı dışına çıkması riskini azaltır.

O₂ de suda çözünen bir gazdır ve çözündüğünde red – oks tepkimelerine girer. Tatlı suda 20 derece sıcaklıkta hacimce %3 oranında çözünür. Havadan ağır olduğundan atmosferdeki oksijenin suyla teması ve doygunluğa kadar çözünmesi süreklidir.

Likenler, kserofitler gibi bazı bitkiler havanın **neminden** su temininde yararlanır. Ayrıca hücreler arası boşluklardaki hava da bu şekilde gaz besin sağlar. Tüm bu gaz halindeki besin alımları yayınımla olur.

Kütle Akışı ve Şişme ile Su alımı

Sıvıların yerçekimi etkisiyle akışı ve benzeri olayları hidrostatik basınç farkı gibi potansiyel enerji farklılıkları sağlar. Bu şekilde DH değerinin sıfırdan büyük olduğu yer değiştirme olayına **kütle akışı** – “mass flow” denir. Bu tür olaylarda çözücü ve çözünen tüm maddelerin atom ve molekülleri aynı şekilde hareket eder. Kütle akışı vaküolde, hücrelerarası boşluklarda ve canlı hücreler arasında da **plazmodezmler** üzerinden olur.

Canlılardaki kütle akışında **kapilarite** önemli rol oynar, çünkü hücre ve hücrelerarası serbest akış yolları ancak mikron ve askatları düzeyindedir. Kapilerden geçiş ise geçen sıvının **viskozitesi** – **akışkanlığı** ile yakından ilişkilidir. Viskozite, akış hızı değişiminin sabit tutulması için gerekli enerji miktarı şeklinde de tanımlanabilir. Bu değer de her bir sıvı için özgül bir değerdir. Çünkü akışkanlık sıvının bir molekül tabakasının diğerinin üzerinden kaymasına karşı gösterilen dirençtir ve bu direnç sıcaklıkla azalır, çünkü ısı hareketlilik artar, dirence neden olan fizikokimyasal ve kimyasal bağlar zayıflar.

Suyun elektrostatik olarak yüksüz kapilerlerden kütle akışı ile geçiş miktarı ve hızı yüksektir, çünkü dipol su moleküllerinin birbiriyle yaptıkları bağlar suyun yüzey tansiyonuna – basıncına sahip olmasını sağlar. Suda bulunan lipofilik maddeler suyun bu özelliği nedeniyle su yüzeyinde toplanır

ve su ile beraber hareket ederler. Suda çözünen maddeler ise yüzey basıncını değişen oranlarda değiştirerek kapiler hareketliliğini ve dolayısı ile de kendi iletimlerini etkilerler.

Suda iyonlaşarak çözünen maddelerin kimyasal potansiyeli hidrostatik basınç veya yerçekimi etkisinden çok daha büyük bir enerji farkı yaratacak düzeyde olan **elektrokimyasal potansiyelleridir**.

Kütle akışı kuru olan tohumların ortamdan su alarak hacim artışı göstermeleri gibi pasif, edilgen olaylarda önemli yer tutar. Alınan su yapısal protein ve polisakkarit zincirleri arasındaki boşluklara da girerek, adsorbe olur, yapışır ve **hidrasyonlarına** ve hacimlerinin artışına, canlı veya canlı artığı dokunun da **şişmesine** neden olur.