



HÜCRE YAPISI



Hücre canlıların yapısını oluşturan en küçük canlı birimdir. İlk defa 1665 yılında İngiliz bilim adamı Robert Hook, mantar dokusunda gözleyerek, boşluk anlamına gelen "hücre" sözcüğünü kullanmıştır. Görülen, esasında hücrenin yalnız ölü çeperiydi. Bohemyalı fizyolog Purkinje, hücrenin iç kapsamına protoplazma adını vermiştir. Hücre bilimine ilişkin ilk yayımlar, bitkilerde Schleiden (1838) ve hayvanlarda Schwann (1838) ile baslar. Bu iki araştırmacı "Hücre Kuramı"nın kurucuları olarak kabul edilirler. İlk doku kültürünü ise Amerikalı Ross Harrison (1907) semender hücreleriyle yapmayı başarmıştır. Bir canlıyı oluşturan hücrelerinde büyük çoğunluğu canlıdır. Bazı canlılar tek bir hücre yapısındadırlar (bakteriler ve tek hücreliler). Diğer bütün canlılar ise çok hücrelidir. Canlıların vücut büyüklüğü arttıkça hücre sayısı da artar. Canlılardaki hücreler çekirdek yapıları bakımından ikiye ayrılır. Prokaryot hücrelerde; çekirdek zarı olmadığından belirgin bir çekirdek gözlenemez. Ayrıca bu hücrelerde mitokondri, kloroplast, endoplazmik retikulum gibi zarla çevrili organellerde bulunmaz. Bakteriler ve mavi-yeşil alg'ler bu şekildedir.

Ökaryot hücreler; gerçek hücreler olup, çekirdek ve diğer organcıkları belirgin olarak vardır. Hücre denince çoğu zaman kastedilende ökaryot bir hücredir. Protistler ve bütün çok hücrelilerin hücre yapısı böyledir. Hücre genellikle gözle görülemeyecek kadar küçük (10-15 mikron) olup, mikroskoplarla büyütülerek incelenir. Hayvanların döllenmemiş yumurtaları ve bazı su yosunları gözle görülebilen (makroskobik) büyük hücrelerdir. Her hücrenin, bulunduğu doku ve canlı türüne, yada yaptığı işe göre farklı şekli vardır. Ancak; bitkisel hücreler genellikle köşeli, hayvansal hücreler ise genellikle yuvarlaktır. Hücreler genellikle renksiz olup, bazıları taşıdığı oldukları renk maddelerine göre farklı renklerde olabilirler. Alyuvarlar kırmızı, yaprak hücreleri yeşil, yağ hücreleri sarı, vs.. Ökaryot hücreler zar, stoplazma ve çekirdek olmaz üzere başlıca üç kısımda incelenir.

A) HÜCRE ZARI

Hücreyi dış ortamdan ayıran, dağılmasını önleyen, ona şekil veren ve onu dış etkilere korumaya çalışan, canlı, esnek, çok ince ve yarı saydam bir zarıdır. Esas yapı maddesi "protein ve yağ" dır. En önemli özelliği seçici geçirgen olması, en önemli görevi ise, hücreye madde giriş çıkışını düzenlemesidir. Zar çok ince olduğundan ışık mikroskopuyla zor görülür.

Zarların Yapısı: Hücre zarı, yaklaşık olarak %60 protein, %35 yağ ve %5 oranında da karbonhidrat içerir. Bu moleküllerin nasıl bir düzende yerleştiğini en iyi açıklayan "akıcı mozaik zar modeli" dir. Daha eski bir görüş olan Danielli Davson modeli cansız bir zar özelliği taşımakta olup, aktif taşımayı izah edememektedir. Akıcı mozaik modeline göre, zarın esas çatısını, çift katlı lipid (yağ) tabakası oluşturur. Büyüklü küçük protein molekülleri lipid tabakasına düzensiz olarak gömülmüştür (mozaik görünümü). Karbonhidratlar proteinlerin bazılarına bağlanarak Glikoproteinleri, yağ moleküllerinin

bazılarına bağlanarak da glikolipidleri oluştururlar. Bu moleküller zarın seçici geçirgenliğinde çok önemli rol oynarlar. Hücrelerin birbirini tanıması, hormonlar gibi özel maddelerin hücrelere alınması bunlarla sağlanır. Bu nedenle bir canlının farklı dokularındaki zar yapıları farklı olabilir. Bu modelin en önemli özelliği yağ tabakasının devamlı hareket halinde ve akıcı olmasıdır. Hücre zarının seçici geçirgenliğini sağlayan esas yapı por (delik) denilen açıklıklardır. Zardan girip çıkacak moleküllerin büyüklüğü porlar tarafından belirlenir. Bütün hücrelerde porların büyüklüğü genellikle aynıdır. Ancak her hücredeki por sayısı farklı olabilir.

Zardan Madde Geçişi : Hücre zarı seçici geçirgen özelliğinden dolayı, bütün maddelerin girmesini engeller. Seçici geçirgenliğin oluşmasında porların büyüklüğü, zarın kimyasal yapısı ve geçecek moleküllerin durumu etkili olmaktadır. Bunlar dikkate alındığında şunlar söylenebilir:

Küçük moleküller büyük moleküllerden daha kolay geçer: Glikoz ve daha küçük moleküller geçebilir, Glikozdan büyükler geçemez. H_2O , O_2 , CO_2 çok kolay geçen maddelerdendir.

Nört moleküller iyonlardan daha kolay geçer: Çünkü zar üzerinde iyonların geçişini zorlaştıran (+) ve (-) yükler vardır. Yani zarı iyonik yapıdadır.

Yağı çözen maddeler kolay geçer: Çünkü zarın ara yapısı yağdır. Bu maddeler zarın seçici geçirgenliğini bozarak geçerler (alkol, eter ve kloroform gibi).

Yağda çözünen minareller de kolay geçer . Yağda eriyen A, D, E, K vitaminleri böyledir. Yukarıda belirtilen özelliklerinde etkisiyle maddeler hücreye başlıca dört yolla girip çıkarlar.

DİFÜZYON: Maddelerin yoğun oldukları ortamdan az yoğun oldukları ortama doğru yayılmalarıdır. Difüzyon için maddelerin hareketli olmaları gerekir. Mürekkebin suda, kolonyanın havada, şekerin çay içinde, O_2 ve CO_2 'nin suda dağılımları birer difüzyondur. Difüzyon iki ortamın yoğunlukları eşit oluncaya kadar devam eder. Canlı ve cansız zarlar, zar olmayan ortamlarda gerçekleşir. 0 santigrat derecede ve daha düşük sıcaklıkta difüzyon durur. Hücreler bu yolla porlarından geçebilen maddeleri alır ve verirler. Difüzyon hızına konsantrasyon farkı, sıcaklık ve molekül büyüklüğü etkilidir.

OSMOZ : Su için özel bir geçiş şeklidir. Yarı geçirgen bir zar aracılığı ile, bir ortamdan diğer ortama su geçişine denir. Su oranı fazla olan ortamdan, su oranı az olan ortama su geçişi olur. Kısaca suyun difüzyonuna osmoz denir. Hücreler osmozla su alışverişini yaparlar. Böylece hücre içi su konsantrasyonlarını belirli oranda tutarlar. Hücrenin osmozla ilgili üç değişik durumu vardır.

a)Plazmoliz: Hücreler, kendilerinden daha yoğun bir çözelti ortamında kalır veya böyle bir ortama konulursa su vererek büzülürler. Buna plazmoliz denir. Tatlı sularda yaşayan

Paramesyum, amip gibi canlılar tuzlu suya konulurlarsa plazmoliz olurlar. Çünkü tuzlu su daha yoğundur. Hücrenin su oranındaki bozulma hayatsal olaylarını aksatarak ölüme sebep olabilir. Sebzelelerin tuzlanınca sulanması palzmolizden dolaydır.

b)Deplazmoliz: Plazmolize uğramış hücrelelerin kendilerinden daha az yoğun ortamda su alarak şişmelerine denir. Tohumların çimlenirken ortamdan su almaları, emici tüylerin toprak suyunu emmesi, ince bağırsaktaki fazla suyun kana geçmesi birer deplazmoliz örneğidir.

c)Turgor: Hücrelelerin saf (arı) suya konulduklarında gereğinden fazla su alarak gerginleşmelerine denir. Hayvan hücreleleri turgor sonucu patlayabilirler. Alyuvarların bu şekilde patlamalarına Hemoliz denir. Bitki hücrelelerinde selülöz çeper bulunduğundan turgor basıncı hücreyi parçalayamaz. Aksine turgor basıncı taze dal uçlarında ve otsu bitkilerde dikliğı sağlar. Küstüm otundaki hareket de turgor basıncından kaynaklanmaktadır. Sonuç olarak difüzyon ve osmoz hem canlı hem de cansız hücreleler için geçerlidir. Her iki ortam yoğunluğunu eşitleyinceye kadar geçiş olur. Gececek moleküller porlardan sığabilen küçük moleküllerdir. Bu iki olay hücrenin müdahalesi olmadan gerçekleştiğinden enerji harcanmaz. Bunu için difüzyonda osmoz pasif taşıma kabul edilir.

AKTİF TAŞIMA: Difüzyon ve osmoz yolu ile hücre, bulunduğu ortamdan istediğı kadar madde alamaz. Ya da içindeki maddelerin çoğunluğunu dışarı atamaz. Çünkü ortam yoğunlukları eşitlenince geçiş durur. Bunun için hücreleler enerji harcayarak, eşit yoğunluklu ya da az yoğun ortamlardan madde alırlar ve ya içlerindeki bazı maddeleri çok yoğun ortamlara verebilirler. Buna aktif taşıma denir. Harcanan enerji ATP'dir. Olayda enzimlerde kullanılır. Bu olay zarın canlılığını ispatlar. Aktif taşıma sayesinde hücreleler içi ortamlarından dış ortamdan çok fazla oranda madde bulundurabilmektedirler. Suda yaşayan Nitella bitkisinde veya hayvanların birçok dokusunda hücreleler buldukları sıvı ortama göre daha fazla (K) Potasyum, daha az (Na) Sodyum bulundururlar. Aktif taşıma ile en çok iyonlar ve porlardan sığabilen küçük moleküller taşınır. Aktif taşımaya en güzel örnek Sodyum-Potasyum pompasıdır. Aktif taşıma sayesinde hücrelelerin iç kısımlarında yüksek oranda Potasyum, dış kısımlarında ise yüksek oranda sodyum bulunur. Sinir hücrelelerinin zarlarında impuls uyartıları (impuls) iletilmeside aktif taşıma ile olmaktadır.

ENDOSİTOZ VE EKZOSİTOZ: Difüzyon ve aktif taşıma ile porlardan sığabilen maddeler geçebilmektedir. Oysa hücreleler büyük moleküllü maddelere de ihtiyaç duymakta ve ya böyle molekülleri dışarı atmak zorundadır. Bu şekilde büyük moleküllü maddeler hücre zarında oluşan bir kesecikle hücreye alınır (Endositoz). Veya hücreden salgılanarak atılır (Ekzositoz). Sıvı maddelerin alınmasında hücre pasiftir. Buna Pinositoz denir. Katı maddelerin alınmasında ise hücre daha aktiftir. Yalancı ayaklar çıkararak maddelerin etrafını sarar. En çok tek hücrelelerde ve akyuvarlarda görülen bu olaya da Fagositoz denir. Her iki olay da daha çok hayvan hücrelelerinde görülür. Bitkilerde hücre çeperi bunu etkiler. Hücreye alınan bu büyük maddeler lizozomlardaki hücre içi sindirim

enzimleriyle parçalanır. Hücreye endositozla alınan büyük moleküllü besinler lizozom tarafından sindirilir ve sindirim ürünleri sitoplazmaya dağılır. Kalan artıklar ise boşaltım kofulu halinde dışarı atılır.

Ekzositoz: hücre içerisinde oluşturulan enzim, hormon, çeşitli proteinler, bitkilerde reçine ve eterik yağlar, hayvanlarda mukus ve diğer büyük moleküllü salgı maddelerinin golgi organcılığı yardımıyla, küçük kesecikler halinde dışarı atılmalarına denir. Salgı hücrelerinde daha çok oranda gerçekleştirilir. Aynı şekilde hücre içi sindirim artıkları da boşaltım kofulları ile zardan dışarı atılır. Bitkilerde salgı maddeleri çeperdeki geçitlerden geçebilecek büyüklüktedirler. Endositoz ile hücre zarını yüzey alanı azalırken ekzositozla hücre yüzeyi artar. Hem endositoz hem de ekzositozda canlı zar görev yapar ve enerji harcar.

HÜCRE STOPLAZMASI

Hücre zarı ile çekirdek zarı arasını dolduran, organeller ve plazmadan meydana gelmiş bir karışımdır. Organeller ve plazma olarak iki kısımda incelenir.

a)Hücre organelleri: Çok hücreli, gelişmiş yapıları canlılarda organ ve sistemlerle gerçekleştirilen hayatsal olaylar (solunum, sindirim, dolaşım, üreme vs.) tek hücreli canlılarda ve çok hücrelilerin her bir hücresinde “organel” denilen hücre içi yapılarıyla gerçekleştirilir. O halde her hücre organeli bir organ ya da sisteme karşılık gelmektedir. Her hücrenin tek başına canlılık özelliği gösterebilmesi organellerle mümkün olmaktadır. Sentrozom ve Ribozom dışındaki organeller zarla çevrilidir. Hücreleri, yapı ve fonksiyon olarak mükemmel işleyen bir devlete benzetebiliriz.

1-Endoplazmik Retikulum: Çekirdek zarına kadar uzanan , hücreyi ağ gibi örmüş, hücre içi kanallar sistemidir. Üzerinde Ribozom bulunduranlara granüllü Endoplazmik Retikulum, bulundurmayanlara granülsüz Endoplazmik Retikulum denir. E.R' lar hücre içine ve dışına madde taşınmasında, bazı maddelerin depolanmasında görev alırlar. Ribozomlarda sentezlenen maddeleri de golgi'ye taşırlar.

2-Ribozom: Işık mikroskopuyla görülemeyen çok küçük organellerdir. Çekirdek zarı, E.R., stoplazma sıvısı, kloroplast ve mitokondride bulunurlar. Hücrede her türlü protein ve enzim sentezinin yapıldığı yerlerdir. Protein ve RNA'dan yapılmışlardır. Büyük ve küçük alt birimlerden oluşurlar. Protein, enzim ve hormon sentezi hızlı olan hücrelerde daha çok bulunur. Birçoğu yan yana gelerek Polizomları oluştururlar. Virüs hariç bütün canlı hücrelerde bulunan temel organeldir.

3-Mitokondri: Çift katlı zarla çevrili büyük organellerdir. Oksijenli solunumun yapıldığı yerlerdir. ATP'yi sentez ve depo ederler (hücresinin enerji santralleridir). Hücredeki enerji gerektiren reaksiyonların büyük çoğunluğu ATP'yi mitokondriden sağlar. En çok protein ve Lipid'den yapılmışlardır. Az. Miktarla, kendilerine has DNA, RNA ve ribozomları vardır. İç zar kıvrımlar yaparak krista'ları oluşturmuştur. Mitokondri enerji gereksinimi fazla olan (karaciğer, kalp kası, v.s) hücrelerde daha çok bulunur.

Bakteri, mavi yeşil alg ve alyuvarlarda bulunmaz. Bölünerek çoğalabilirler.

O halde, mitokondriler;

Glikozun harcandığı (parçalandığı), O₂'nin (Oksijenin) kullanıldığı, CO₂'nin (karbondioksidin) üretildiği H₂O'nun (suyun) oluştuğu, ATP'nin üretilip depolandığı yerlerdir.

Bunlardan O₂'nin kullanılması başka hiçbir yerde gerçekleşmez.

4-Golgi: E.R.'den oluşmuştur. Birbirine paralel uzanmış kanalcık ve kesecikler şeklindedir. Salgı maddelerinin oluşturulması, paketlenmesi ve salgılanmasından sorumludurlar. Pankreas, süt bezi, hipofiz gibi salgı bezlerinde, bitkilerin nektar bezlerinde, salgı dokusunda bol bulunur. Değişerek lizozomları meydana getirirler.

5-Lizozom: Hücre içi sindirim enzimlerini taşıyan keseciklerdir. Hücreye fagositoz ve pinositozla alınmış ya da hücre içerisinde oluşturulmuş her türlü büyük moleküller lizozomlar tarafından hidroliz edilir. Hücre yaşlanınca lizozomlar patlar ve hücre kendi kendini sindirir. Buna **otoliz** denir. Kurbağa larvalarında kuyruğun kaybolması, ölmüş cesetlerin daha çabuk çürümesi bu intihar kesecikleriyle mümkün olmaktadır.

6-Koful (Vakuol): Bitki hücrelerinde ve tek hücrelilerde daha çok ya da daha büyük olarak bulunurlar. Hücrede oluşan artık maddelerin ve fazla sıvıların depolandığı keseciklerdir. Bitkilerde hücre yaşlandıkça koful büyür. Çünkü tuzlu artıklar kofullarda biriktirilir. Kofullar plazmolizde (su kaybetme) küçülür. Deplazmoliz ve turgor'da (su alma) büyür. Bitkilerde salgılanan bir çok koku maddesi koful öz suyundan dışarı atılır. Kofullar fagositoz ve pinositozdan, E.R.'den, golgiden ve çekirdek zarından oluşabilirler.

7-Sentrozom: Sadece hayvansal hücrelerde ve bazı basit yapılı alg ve mantar hücrelerinde bulunur. Silindir şeklindeki iki sentriolden oluşur. Hücre bölünmesi sırasında eşlenerek hücrenin kutuplarına çekilir ve iğ ipliklerini oluştururlar. Bu sayede kromozom takımlarının ayrılması sağlanır. Her sentriol 9 adet protein yapıdaki tüp demetinden meydana gelmiştir. Bitki hücrelerinde sentrozom bulunmadığı takdirde iğ iplikleri stoplazmadaki proteinlerden doğrudan oluşturulur.

8-Plastitler: Yalnız bitkisel hücrelerde bulunan renk maddeleridir. Hücre genç iken renksizdirler. Zamanla gelişen hücreye göre kendi renklerini alırlar. Kloroplast, kromoplast ve lökoplast olarak üç çeşittir.

Kloroplast: Yeşil renklidirler. Klorofil demetleri (Granum) ve bunlar arasını dolduran sıvıdan (stroma) oluşurlar. Yaprak ve genç gövde hücrelerinde bulunurlar. Bazı bakteriler ve mavi yeşil alg'lerde kloroplast bulunmayıp, klorofil molekülleri, stoplazma sıvısına dağılmıştır. Mantarlarda klorofil yoktur. Kloroplast fotosentezle organik besinlerin ve serbest oksijenin üretildiği yerlerdir. Bu sayede güneşin ışık enerjisi kimyasal enerjiye dönüştürülmüş olur. Bütün canlı organizmalar enerjilerini fotosentezle üretilen organik besinlerden sağlarlar. Buna göre kloroplastlar:

Işığın kullanıldığı (soğurulduğu)

CO₂'nin tutulup kullanıldığı (indirgendığı)

H₂O'nun kullanıldığı (parçalandığı)

O₂'nin oluşturulduğu

Glikoz ve nişastanın sentezlendiği yerlerdir.

Bunlardan ışığın kullanılması ve suyun parçalanması klorofilden başka hiçbir yerde gerçekleşmez. Kloroplast'ların da mitokondri gibi kendine ait DNA, RNA ve ribozomları vardır.

Kromoplastlar : Yeşilin dışındaki renkleri oluşturan pigment maddelerini taşıyan taneciklerdir. Çiçek ve meyvelere renk verirler. Karoten (turuncu), kasantofil (sarı) ve likopin (kırmızı) başlıcalarıdır. Bitkilerdeki diğer birçok renk, koful öz suyunun asitlik veya bazlığına göre renk değiştirebilen, "antokyan" maddesi tarafından oluşturulur.

Lökoplast : Renksiz plastidlerdir. Nişasta, yağ ve protein depo ederler. Bu sebepten en çok depo organlarında bulunurlar. Bütün plastidler ışık ve sıcaklık etkisiyle birbirlerine dönüşebilirler. Tohumların ve patates yumrusunun yeşermesi, domatesin kızarması, sonbaharda yaprakların sararması gibi.

9-Hücre Çeperi (Hücre duvarı): Sadece bakteri ve bitki hücrelerinde bulunur. Bir hücre organeli olmayıp hücreyi dıştan saran koruyucu bir yapıdır. Genellikle bir karbondihidrat olan selülozdan meydana gelmiştir. Bitki türüne göre çeper üzerinde kütin, lignin, süberin, kalsiyum ve silisyum gibi farklı maddeler birikir. Hücre çeperi cansız ve serttir. Üzerindeki delikler hücre zarındaki porlardan daha büyük olduğu için tam bir geçirgendir. Bitkilere dayanıklılık ve esneklik verir. Bitkilerin çeperi selülozdan değil başka maddelerden yapılmıştır.

b)Hücre Plazması: Organcıklar agrasını dolduran kolloid bir sıvı karışımıdır. Büyük oranını su oluşturur (%60-90). Bu oran su bitkilerinde %98, spor ve tohumlarda %10, insan hücrelerinde %65'dir. Yalandıkça su oranı azalır. Su ile beraber enzimler, hormonlar, nükleotidler, tRNA'lar, mRNA'lar, ATP, aistler, iyonlar, mineraller, sindirilmiş (amino asit, glikoz, yağ asiti, gliserol) ve sindirilmemiş (protein, yağ, nişasta, glikojen) besin maddeleri plazmayı oluşturur.

ÇEKİRDEK (NUKLEUS)

Bakteri, mavi-yeşil alg ve memelilerin alyuvarları hariç bütün canlı hücrelerde bulunur. Çekirdeği olmayan canlılarda çekirdek maddesi (DNA'lar) stoplazmaya dağılmış olarak bulunur. Çekirdek hücrenin bütün hayatsal olaylarını kontrol eden (yöneten) merkez ve genetik maddenin koruyucusudur.

a) Yapısı ve özellikleri: Çekirdek zarı çift katlıdır. Üzerindeki porlar hücre zarındakilerden daha geniştir. Çünkü mRNA ve tRNA'ların geçmesini sağlamalıdır. Bazen çekirdek zarının dış kısmında ribozomlar bulunur. Ayrıca çekirdek zarı kromozomların stoplazmaya dağılarak bozulmasını önler. Hücre bölünürken eriyerek kaybolur. Çekirdekçik, kromatin ipliğinin yoğunlaşmış şeklidir. Protein ve RNA yönünden de zengindir. Hücre bölünmesi esasında kaybolur, sonra yeniden oluşturulur. Çekirdek

plazması (karyoplazma) ise su, nükleotidler, RNA, ATP ve enzimlerden meydana gelmiştir. **Kromatin iplikler**, çekirdeğin en önemli kısımlarıdır. Bunlar hücre bölünmesi anında kısalıp, kalınlaşarak belirginleşir ve kromozom adını alırlar. Kromozomların görevleri, hücrenin yönetimi ve kalıtımı sağlamaktır. Her canlı türünde belli sayıda olup, zamanla değişmez. Bazı türlerin kromozom sayıları aynı olabilir. Bu çok önemli değildir. Önemli olan kromozomlar üzerindeki şifrelerin benzer olmasıdır. İnsanda 46, kurtbağı bitkisinde 46 ve moli balığında 46 kromozom vardır. Ancak görüldüğü gibi üçüde birbirinden çok farklı canlılardır. Bir tür bağırsak kurdunda 2 adet, bir tür eğreltiotunda ise 1500 adet kromozom vardır. Ancak bağırsak kurdu hayvan olmakla daha mükemmel sayılır.

Bölünme sırasında ışık mikroskopuyla görülen ve incelenen kromozomlar eşlenmiş halde bulunurlar. DNA ve proteinden oluşurlar, DNA'ların stoplazma sıvısı içinde mutasyondan koruyan bu protein yapısıdır. Eşlenmiş iki kardeş kromozomu bir arada tutan bağlantı noktasına **Sentromer** denir. İğ iplikleri de bu kısımlara bağlanır. Sentromerin bulunduğu bölgeye göre kromozomlar farklı görünüm kazanırlar. $2n$ kromozomlu (diploid) hücrelerde kromozomlar çift çift bulunur (cinsiyet kromozomları hariç). Şekil ve görev bakımından birbirine benzeyen bu kromozom çiftlerine **homolog kromozomlar** denir. Homolog kromozomların karşılıklı bölge (lokus)'lerinde bulunan Gen'ler aynı karakterler üzerine etkilidir.

c) Çekirdeğin Yöneticiliği: Çekirdeğin hücre hayatı için ne kadar önemli olduğu ve hücrenin yönetim merkezi olduğu çeşitli deneylerle ispatlanmıştır. Bu konuda en meşhur deney tek hücreli bir su yosunu olan Acetabularia türleriyle yapılan deneylerdir. Bu su yosununun şemsiye kısmı yuvarlar ve yıldız biçimli olmak üzere iki türü vardır. Her iki türden kesilen çekirdekli ve çekirdeksiz parçaların aşılama gelişmesi incelenmiş ve şemsiye şeklini çekirdeğin belirlediği ortaya çıkmıştır.

Bitki ve hayvan hücresinin karşılaştırması

Görüldüğü gibi bitki ve hayvan hücreleri arasında bazı organel ve yapılar farklıdır. Plastidler, hücre çeperi ve büyük koful sadece bitki hücrelerinde bulunur. Sentrozom ve Lizozom sadece hayvan hücrelerinde bulunur. Farklardan bir diğeri de stoplazmada bulunan besin maddeleridir. Nişasta, maltoz ve sükröz bitkisel hücrelerde bulunur. Glikojen ve Laktoz ise genellikle hayvansal hücrelerde ve bakterilerde bulunur. Ayrıca hücre bölünmesi yapılırken, hayvan hücreleri "boğumlanmak" suretiyle, bitki hücreleri ise "ara lamel" oluşturarak stoplazma bölünmesini gerçekleştirirler.