

# BİTKİ HÜCRESİNDE VAKUOL VE FİZYOLOJİK ÖZELLİKLERİ

Dr. Y. VARDAR

Ege Üniversitesi Botanik Enstitüsü

## I— Giriş ve tarif:

Meristematik bir hücre gelişiminin başlangıç safhalarında, bulanık ve lüzuci protoplazma ile tamamen dolu az çok homogen bir manzara arzeder. Fakat, gelişimin biraz ilerlemiş kademelerinde bu hücre içini dolduran protoplazmanın mütecan'is manzarasına köpüklü bir görünüş kazandıran çok sayıda küçük ve az çok damlacıklar halinde ayırt edilebilen yapılar tefrik edilmeğe başlanır. Böyle bir hücrede hücre öz suyu ile dolu özel bir zarla kuşatılmış bulunan ve damlacıklar şeklinde ayırt edilen sahalara vakuol adı verilir. Vakuol adı lâtincede vakuus—boş anlamından, boşluçuk manâsında verilmiştir. Her ne kadar bu terim vakuollerin hakikî hali bakımından hatalı ise de, tarihi sebeplerden dolayı hâfâ kullanılmaktadır. Fakat bu terimin ifade ettiği gibi, vakuol hiç bir zaman boş olmadığı için hiç de yerinde bir terim olmadığını belirtmek isteriz.

Gelişimde pek ileri kademelere gitmemiş meristematik bir hücrenin içinde çok sayıda vakuol bulunduğunu söylemiştik. Bir hücrede bulunan bütün vakuol sistemi için de, vakuum terimi kullanılmaktadır. Az evvel de belirttiğimiz gibi, hücre plazması içerisinde çok sayıda vakuol bulunduğu takdirde, protoplazma köpüksü bir yapı kazanır. Fakat, hücre gelişiminde ileri kademelere eriştikçe ve yaşlandıkça çok sayıda olan bu vakuollerin her biri, içlerini dolduran hücre öz suyu adı verilen sıvılarını arttırarak genişlediklerinden birbirleriyle birleşerek hücrenin ortasını işgal eden büyük bir tek vakuol halini alırlar. Bu esnada, artan hücre plazmasının hacim kazancı, aynı miktarda olmadığından (FREY-WYSSLING 1948), böyle yaşlı hücrelerde plazma ancak plazmolizis ile farkedilebilen ince bir plazma tüpü halinde çepere yapışık olarak bulunur. Bazı hallerde, ince plazma köprüleri vakuolun bir tarafından diğer tarafına geçebilirler.

Nebat vakuollerinin araştırmalara mevzu teşkil edişi ancak 18 inci asırda başlar. Fakat, daha evvel hayvanlarda nabız gibi atam cisimciklerin müşahedesıyla vakuol mefhumu ortaya atılmıştır.

## II — Y a p ı l a r ı :

Vakuolu tarif ederken de söylediğimiz gibi, vakuolde vakuol sıvısı ile vakuolu çevreleyen vakuol zarı olmak üzere başlıca iki kısım tefrik edilmektedir.

a) V a k u o l s ı v ı s ı : Vakuol sıvısı; su, çeşitli inorganik ve organik maddeleri, hakikî eriyikler halinde veya kolloidal halde ihtiva eden, az veya çok viskoz olup vakuolun içini dolduran bir sıvıdır.

b) V a k u o l z a r ı : Vakuol sıvısını kuşatan ve vakuolu sitoplazmadan ayıran zara vakuol zarı denilir. Bu zara De VRIES (1877) tonoplast adını vermiştir. Genel olarak bu zar, sitoplazmanın iç tabakası olarak kabul edilmekle beraber, WEBER tonoplastı vakuol (hücre) sıvısı tarafından salgılanmış bir zar olarak kabul eder. Ne olursa olsun, tonoplast semipermeabl'dir. Ve bu özelliği sayesinde vakuolle plazma arasında maddelerin giriş ve çıkışını tanzim ve kontrol eder. Tonoplastın sitoplazma değişimi ile mi, yoksa muayyen bir plazma organeli gibi bölünerek mi meydana geldiği hususu kesin değildir. Mamafih, bugüne kadar yapılan müşahedelerin ekserisi daha ziyade tonoplastın sitoplazmanın değişimi ile meydana geldiğini destekliyen delilleri ortaya koymuşlardır.

Esasen vakuolu çevreleyen tonoplast, çepersiz olan çıplak protoplazmaların dış ortama karşı teşkil ettikleri kesif ve sertce kısımlara benzerlik gösterir. Ayrıca mekanik ve kimyasal müdahalelerle tonoplastı diğer plazma kısmından ayırmak kabildir.

Tonoplast sitoplazmaya nazaran lipidlerin fazla oluşu bakımından farklıdır. Bu zardaki polar lipid molekülleri; baş teşkil eden hidrofilik guruplarla lipid zincirinden ibarettirler. Zarın lipid bakımından zengin oluşu ona hidrofilik maddelerin girmelerine mani olma ve lipofilik maddelerin girmesine müsaade etme ve kolaylaştırma yeteneğini kazandırmıştır. Bundan dolaydır ki, vakuolde genel olmamakla beraber, ekseriya bol miktarda lipid bulunur.

## III — ř e k i l v e h a c i m :

Vakuol şekil ve hacmi hücrenin metabolik durumu ve inki-

şaf safhalarıyla münasebette olan pek değişken bir hususiyettir. İnkişafın ilk kademelerinde olan hücrelerde çok küçük fakat fazla sayıda olduğunu ve ileri gelişini kademelerinde ise sayıca azalma olduğu uhalde hacmin arttığını söylemiştik. Ayrıca, vakuol şekil ve hacmi, metabolik olayların tesiri ile kontraksiyon ve parçalanma gibi olaylarla değişebilir.

#### IV Çeşitleri:

Genel olarak bütün bitkilerde ve bilhassa yüksek guruplarda rastlanan alelâde ve tipik olan bu vakuol tipinden başka genel olarak hayvanlar âlemi için tipik olan iki çeşit vakuol daha ayırt edilir.

a) **Besin vakuolu:** Genel olarak hayvansal hücreler için tipik olan bu vakuoller Myxomicetes'ler ve bakterilerde de bulunabilirler. Bunlar eksogenik menşeli olma bakımından diğer vakuollerden ayrılırlar ve sayı, büyüklük ve hattâ hücredeki yerleri sabittir.

b) **Kontraktıl vakuoller:** Bu vakuoller de bilhassa hayvansal hücrelerin bir organeli olarak tipiktirler. Mamafih, LLOYD 1928 de bazı nebat guruplarında da meselâ renkli flagellatlarda (Euglena) birçok alg ve mantarların zoosporlarında ve Myxomicetes'lerde bu nevi vakuolleri bulmuştur. Genel olarak Myxomicetes'lerde kontraktıl vakuoller çok sayıda oldukları halde diğer bitki guruplarında her hücrede iki tanedirler.

Aynı araştırmacı gamet teşekkülü esnasında vegetatif spirogyra hücrelerinde bu vakuolun çok tipik hususileşmiş bir şekilde varlığını buldu. Kendisi hücre muhteviyatının konjugasyon kanalına geçmeden evvel bu vakuolun kontraksiyon yaptığını ve bu özel vakuolun kontraksiyonu sayesinde hücre usaresinin merkezi vakuolden etraftaki ortama boşaldığını göstermiştir.

Kontraktıl vakuoller genel olarak, büzülen ve genişleyen yani kontraksiyon yapabilen teşekküllerdir. Kontraksiyon halinde muhteviyatlarından bir kısmını dışarıya atarlar. Genel olarak büzülme birkaç saniye veya birkaç dakikada bir olur.

DODELPORT ve STRASBURGER'in incelemelerine göre, Ulothrix zoosporlarında kontraksiyonlar arasındaki ritmik fasılalar 12-15 saniyedir. Çalışma esnasında evvelâ vakuol büyür, su alır (Dias-tol) ve sonra vakuol anî olarak kapanarak içindekini boşaltır. (Sis-

tol) (Ozmotik basıncın tâyininde ve sekresyonlarında rolleri kabul edilir. Tatlı suda yaşıyan amiplerin isotonik eriyiklerde kontraktıl vakuolleri kaybolduğu halde, tabii ortamlarına yeniden getirildikleri zaman tekrar kontraktıl vakuol kazanırlar. Bu müşahede yukarıda zikrettiğimiz rolleri teyid eder mahiyettedirler.

İyi gelişmiş kontraktıl vakuollerde yan vakuoller ile özel boşaltma kanalları ve açıklıkları da bulunur. Ayrıca, özel olan gaz vakuolleri ve nukleusa has nukleol vakuolleri tefrik edilirse de, bunların münakaşasına girmek mevzuumuzun dışındadır.

#### V — M e n ş e l e r i :

Vakuolu izaha çalışan ilk araştırmacılar, onun menşei ile pek alâkalanmadılar ve onun için de vakuolu protoplazmanın kâfi su biriktirerek görülebilen damlacıklar teşkili ile husule gelen yeni tezahürler olarak kabul ettiler. O zamanlar, henüz diferansiye olmamış meristem hücreleri tamamen vakuolsuz olarak kabul olundular, ve vakuol hücrenin hacim artışı ve doku diferansiasyonu ile beraber meydana gelen bir gelişim mahsulü olarak düşünöldü. Mamafih, De VRIES bu umumî görünüşe şiddetle itiraz etti. Ve vakuollerin tonoplastik bir menşeden hasıl olduklarını ve gelişim mahsulü olarak düşünölemeyeceklerini beyân etti.

De VRIES'e göre, tonoplastlar plastitler gibi ufak cisimciklerdir. Ve bunlar ancak daha önceki tonoplastların bölünmesiyle çoğalırlar ve en genç meristematik hücreler de bile bulunabilirler. Hücrede su alınımı başlayınca, vakuol de genişlemeğe başlar ve tonoplastın kendisi vakuoler bir zar içinde inkişaf eder. Böylelikle, vakuolun daimî bir hücre elemanı olduğuna ve dölden döle geçtiğine De VRIES inanmaktadır. Netekim, ZIRKLE ve BAILEY (1931) mitozda vakuolun iki oğul hücreye taksim olduğunu görmüşür. Başka araştırmacılarla beraber bilhassa DANGEARD boyaya karşı fazla alâkalı ve değışebilen katı metakromatin adını verdiği cisimciklerin sonradan su baloncukları halinde vakuole değıştiklerini kabul etmiş ve böylece De VRIES'i desteklemiştir.

Aynı yıllarda başka araştırmacılar da vakuolun tonoplast kitlesinden hasıl olmayıp daha önce mevcut vakuollerden hasıl olduğunu iddia ettiler. Ve müşahedelerine dayanarak, bütün nebat hücrelerinin vakuol ihtiva ettiklerini söylediler. 1890 yılında PFEIFFER'in plâzmodyumlara ithâl edilen asparagin kristalleri etrafında sunî vakuo teşkil olunduğunu ve bunların tabii vakuollerden farksız ol-

dukalarını göstermesi üzerine, vakuollerin daimî organeller oluşu hususundaki kanaatlerin terkolunması ve buna mukabil bunların hücrede sonradan meydana gelen strüktürler olma fikrinin yeniden ortaya çıkmasına sebep oldu.

1930 yılında BAILEY, canlı dokularda yaptığı sistemli ve makul incelemeler neticesinde kambium inisiallerinin dahi vakuolleşmiş olduğunu, hattâ bazı kambiyal hücrelerde bitki tüylerindeki gibi fazla vakuolleşmeye tesadüf edildiğini gördü.

Bunlar yanında sitoplazmanın teşkil ettiği bazı hidrofilik kolloidlerin de vakuolun menşei olabileceği kabul olundu. Bu görüşe göre hidrofilik kolloidler su çeker, üteakiben hidratize olarak bir su ayrılması vukubulur. Bu da vakuollerin meydana gelmesini intaç eder. (GUILLIER)MOND 1933). Bu esnada, hücrede kolloidin yanında submikroskopik ilmiklerde (gözcük) biriken tuzlar o bölgede su terakümünü başlatır, sonra yüzey gerilimi kanunlarına göre, bu su, kürresel hale geçer. Bu suretle, daha kürresel olan vakuolcuklar meydana gelmiş olur. Bunun için de vakuol etrafında sitoplazma yapısı pek kesif kabul edilir. Müteakiben bu muhit zarında lipoidler birikir.

Vakuolun teşekkülünde diğer bir görüş de tohumun su kaybetmesinde vakuollerin dehidratasyona uğrayıp aleuron hasil oluşuna istinat eder. Bu su kaybetmede vakuol parçalanabilir. Bir vakuolden birkaç aleuron olur. Gelişme esnasında aleuron su alır ve şişerek vakuolu hasil eder. Görülüyor ki, bu görüş de vakuolleri daimî strüktürler olarak nazarı itibare alır.

Son yıllarda, YASUI(1944) Tradescantia deneylerine dayanarak yeni bir görüş ortaya attı. Bu araştırmacıya göre, nukleustan «Nuklear granül» adı verilen bir tanecik sitoplazmaya atılır, bu tanecik bir merkezî kısım bir de bundan farklı özellikte bir tabakadan yapılmıştır. Bu dış tabaka bazı şartlarda şişer ve vakuolu yapar. Görülüyor ki, bu araştırmacıya göre, nukleustan atılan metakromatik maddeler vakuol teşekkülünde rol oynarlar. Halihazır deliller primer ve sekonder meristemlerdeki vakuollerin tonoplasttan mı, mitokondriyumdan mı meydana geldiklerini, yoksa bunlar herhangi bir sitoplazmik teşekkülmüdürler henüz izaha muktedir olamadıklarından bu teorilerin her biri şüphe ile karşılanmalıdır. Halen menşei meselesi ZIRKLE'ye göre, ancak mevcut bir hücrenin vakuolünün daha önce mevcut olan vakuolünün bölünmesiyle hasil olduğu şeklinde kısmen olsun anlaşılabilir. Çünkü her ne kadar GUILLIER-MOND (1923) bihassa Saccharomyces ve Saprolegnia'da vakuolun

tamamen yeni teşekküller olduğunu iddia ettiyse de bu hal şimdiye kadar hiç bir meristematik hücrede müşahede edilemedi. Mamafih, son yılların yazarları arasında da (HEILBRUNN 1952) vakuollerin meristematik hücrelerce su emilmesi neticesinde teşkil olunduklarını kabul edenler vardır. Sadece su ile protoplazma arasında yüzeysel aktif maddeler tarafından muayyen zarların yapılması ve bu bölgelerde su toplanmasının sebep olduğu bir vakuolizasyonun neticesinde vakuollerin teşekkül ettiği ifade olunmuştur. Bu bakımdan da mesele araştırılmağa halen muhtaç görülmektedir.

Bu arada şunu da belirtelim ki, birçok araştırmacılar nebat vakuollerin şekil ve özelliklerine bakarak bunun hayvansal hücrelerde rastlanan golgi apareyi ile aynı şey olduğunu iddia etmişlerse de bu benzetiş sadece münakaşalara yol açmış, neticede durum kat'iyetle ne isbat edilebilmiş ve ne de red olunabilmiştir.

## VI — F i z y o l o j i k ö z e l l i k l e r i :

Vakuol, birçok maddelerin bir arada buldukları bir depo olması bakımından çeşitli fizyolojik özellikleri haizdir. Bu özellikler daha ziyade vakuol sıvısının terkinde bulunan maddelerden ileri gelmektedirler. Bu bakımdan burada evvelâ kısaca hücre sıvısının bileşimini izah etmek istiyoruz.

a) V a k u o l s ı v ı s ı n ı n b i l e ş i k l e r i : Vakuol sıvısında tuzlar, şekerler, organik asitler ve diğer katı bileşikler ile proteinler ve hattâ yağlı maddeler teşhis olunabilirler. Fakat, bu terkip çeşitli nebatlara göre farklı bileşimlerde tezahür edebileceği gibi bazı hallerde aynı hücrede kimyasal terkipleri farklı olan vakuollere rastlanması da mümkündür. Vakuollerde bulunan maddeler ya hakikî eriyik haldedirler, veya sol teşkil ederler. Bazı vakuoller ise jelâtin bir sertlik gösterirler (Desmidiaceae) lerdeki gibi.

T u z l a r : Vakuol sıvısında bilhassa nitrat, fosfat, sülfat klorat, malat, sitrat, oksalat ve tartarat'ın mağnezyum, potasyum, sodyum, kalsiyum v.s. ile teşkil ettikleri tuzlara pek çok rastlanmaktadır. Bazı özel hallerde, tuzların kesafeti o kadar çok yükselir ki, neticede doygun hali aşar ve eriyik madde vakuolde çökelti meydana getirir (halofitler!).

Bitki vakuollerinde rastlanan çeşitli kristaller de (rafit, duruz) aynı prensibe göre teşekkül etmiş bünyelerdirler.

S e r b e s t a s i d l e r : Ekseri hallerde serbest olmazsa eser halindedirler. Çünkü, bunlar genel olarak hiç olmazsa yüksek

kesafetlerde bitkiye zarar tevhit eden maddeler olduklarından, vakuol de derhâl başka maddelerle birleşerek zararsız tuzlar haline geçerler. Mamafih, sukkulent'lerde oldukça fazla serbest asidleri bulmak mümkündür.

**Ş e k e r l e r :** Bitki türlerine göre, farklı kesafette glikoz, Fruktoz, Sakkaroz'a rastlanır. Şeker kamışında vakuolun şeker muhteviyatı % 10-18 kadar olabilir. Polisakkaridler'den de inulin esas eriyik halinde vakuolde bulunabilir. Bu maddenin alkol ile sfeno kristal teşkil etmesi çok tipiktir. Mannit yedek madde olarak oleaceae'ler'de ve sorbit iseelma ve armutlarda bulunabilir. Mautar ve bakterilerin vakuolleri glikojene maliktirlr.

Vakuollerde rastlanan diğler organik maddeler amino asidler, amidler (meselâ asparagin) ve eriyebilen proteinler ve lipid'lerdir. Vakuoldeki protein eriyikleri bilhassa tohum gelişmesi esnasında vakuol suyunu kaybederek katı, yuvarlak cisimcikler haline geçebilirler. Bu takdirde de aleuron ile protein tanesi adını alırlar. Bazı bitki gurupları için hücre usaresinde müsülajimsi madde tipiktir. Birçok sukkulent'lerde ve monokotyl'lerde buna ait meşhur misâller vardır ki, bu müsülajimsi maddelerde polisakkarid karakterindedirler. Eğer vakuol usaresinde yüksek polimerler veya güç eriyebilen maddeler bulunacak olurlarsa bu takdirde vakuol sıvısı az çok kolloid eriyikler karakterini gösterir ve oldukça yüksek bir viskositeye sahip olur. Vakuol sıvısında ekseriya rastlanan maddelerden birisi de tanen maddesidir. Bu madde oksidasyon neticesinde yağimsı flabofene değışir, bu da tanecik halinde tefrik edilebilir.

Tanen'ler ekseriya şekerlerle birleşerek glikozit teşkil etmiş haldedirler. Alkaloid'lerde bazı bitkilerin vakuol sıvısı için çok tipik maddelerdirler (Papaveraca ve Solanaca).

Bitkilerde bilhassa çiçeklerin tipik rengini veren Antokyan maddesi de vakuolde glikoz ile antisiyadinin bileşimi mahsulü olan glikozidler halinde çok rastlanan bir maddedir. Sarı renkli flavonlara da çok rastlanmaktadır. Özel hallerde, süt teşkil edici maddelere de rastlamak mümkündür.

Vakuol usaresinde rastlanan bu çeşitli maddeler sitoplazmanın semipermeabilitesinin kontrolü altında plazmadan vakuole ifraz edilirler. Vakuolde bulunan bu ergastik maddeler ya münasip zamanlarda tekrar protoplazma aktivitesi ile yeniden kullanılmak üzere yapılırlar veya metabolizmanın zarurî mahsulleridirler.

Plazmadan vakuole olan bu ifraz mekanizmasına hangi fizikî

ve kimyevî olayların tesir ettiği henüz malûm değildir. Burada, herhalde farklı özellikteki sıvıların fiziksel ayrılması mevzuu bahistir. Bundan başka, bihassa tuzların vakuolde birikmesinde LUNDEGARD'ın anyon teneffüs mekanizması ile BENNET-CLARK ve BEXON (1943) un tasavvur ettikleri elektrikli potansiyellerin rolünün önemini kabul etmek lâzımdır.

ARİSZ 1952 de yayınladığı bir araştırmasında Valisneria ile yaptığı deneylere istinat ederek, hücre vakuolünde teraküm eden iyonların metabolik olayların idaresi altında plâzmatik yolla alındıklarını ve plâzmadan vakuole sekresyon ile atıldıklarını kabul etmiştir.

b) Vakuolün ozmotik kıymeti ve özgül ağırlığı: Vakuolün ozmotik kıymeti, vakuol sıvısında mevcut maddelerin çeşit ve kesafetine göre pek değişken bir hususdur. Bu meseleyi De VRIES (1884) denberi birçok araştırmacılar gerek fizyolojik olan limit plâzmolisis usulü ile ve izotonik emsalin hesaplanması sayesinde ve hem de nebattan çıkarılan usarenin krioskopik olarak tâyini ile yapılmıştır. Neticeler bitki türlerine göre çok değişkendir. Ayrıca, ortam şartlarının bilhassa toprak rutubetinin, topraktaki tuzların kesafetinin ve nihayet bitkinin bünyesel hususiyetlerinin vakuolün osmotik kıymeti üzerine etken olduğu tecrübelerle gösterilmiştir.

Özgül ağırlığın tâyini için de ultra santrifüj ile yapılan deneylerden vakuolün özgül ağırlığının sitoplazmadan hafif, fakat yağ globüllerinden ve lipoid'lerden ağır olduğunu göstermişlerdir.

c) Vakuol sıvısının pH sı: Vakuol sıvısı ekseriya asid, nâdiren alkali tabiattadır. Çeşitli araştırmalar neticesinde vakuol sıvısında 1,36—9 pH dereceleri arasında neticelere rastlanmıştır. Doğrudan doğruya vakuol usaresinin pH sı tâyin etmek bilhassa vakuoldeki usarenin azlığı dolayısıyla çok güçtür. Bunun için ekseri ölçüler bütün hücre usaresiyle yapılarak verilmiştir. Ancak, bu hususta antosiyan ihtiva edenler çok büyük kolaylıklar arzederler. Çünkü, malûm olduğu üzere antosiyan maddesi pH derecelerine göre farklı renk gösterir.

Birçok araştırmacılar, antosiyan maddesini indikatör olarak almışlar ve deneyler yapmışlardır. Bu sayede elde edilen neticelerle vakuol pH sı ortam şartlarına ve vakuol muhteviyatıyla bitki nevilerine pek değişken olduğu bulunmuş ve bu pH derecesinin ve durumunun hücrenin metabolik olaylarında büyük önemi belirtilmiş-



tır. pH derecesine göre genel olarak iki tip vakuol ayırt etmek mümkündür :

1) Alkali vakuol tipi: Bunlar nötral kırmızısı ile kırmızımtrak turuncuya boyanırlar.

2) Asid vakuol tipi: Bunlar ise nötral kırmızısı ile morumsu mavi renk alırlar.

d) Vital boyanma: PFEFFER'den beri vital boyamalarla bilhassa metilen mavisi, nil mavisi, nötral kırmızısı gibi bazik boylarla; hücre sitoplazması boyanmaksızın vakuolun kolaylıkla boyandığı bilinmektedir. Vakuolun mahiyeti hakkındaki birçok araştırmalar onun vital boylara olan özel davranışı sayesinde öğrenilmiştir. Bu vital boyanma esnasında vakuolde birçok halde, boyanın % 1 kesafetine kadar birikmesi de tesbit edilmiştir. Ayrıca bu vital boyanmanın ve vakuolde boya birikmesinin vakuolun asiditesi ile münasebeti görülmüştür (STRUGGER 1936). FREY vakuolun baz boylara karşı olan bu afinitesini vakuol kolloidlerinin bilhassa asid guruplar taşınmasıyla fazla aktivitelerine atfetmektedirler. Ayrıca vakuolun vital boyanmadaki ve boya terakümündeki bu hususiyeti de son zamanlarda anyon teneffüsü nazariyesiyle, hücredeki elektrik potansiyellerin düşünülmesi halinde de izah olunmak istenmiştir.

e) Vakuol sıvısının viskozitesi: Sözlerimizin başında da vakuol sıvısının az veya çok bir viskoziteye sahip olduğunu söylemiştik. Vakuol sıvısının bu viskozitesi sıvının içindeki kolloidlere ve onların miktarına tabi değişken bir hususiyettir. Nadir de olsa, viskozite çok artar ve o taktirde vakuol sıvısı hakikî bir jel halinde tezahür edebilir. Esasen vakuollerde ekseriya mevcut olan tanik maddelerde yüksek viskoziteye sebep olan maddelerdendirler.

Vakuolde yapılan viskozite ölçüleri ile vakuolun kolloid muhteviyatı su ve tuz bileşikleri tayin edilebilir. Vakuolde yapılan STOKES kanunu hesapları ile 2,5 değerinde nisbî bir viskozite kıymeti hesaplanmıştır.

Son zamanlarda FREY'in Jips billuru sedimantasyonu usulü ile vakuol viskozitesi tayinleri yapılabilmiş ve değer pek hatalı olmadığı anlaşılmıştır.

f) Vakuolde kontraksiyon: WEBER birçok

Boraginaceae tüylerindeki vakuollerin, bazı şartlar altında, bilhassa vakuol sıvıları jelimsi olanların dahilî bir kontraksiyon yapabildiklerini ve bu kontraksiyonun plazmolisis'den tamamen farklı olduğunu görmüştür. Bu araştırmacı böyle bir kontraksiyonun % 1—0,1 nötral kırmızısı eriyiği ile infiltre edilmiş çiçeklerde kolaylıkla müşahede olunabileceğini beyan etmiş ve bunun vakuolde meydana gelen kolloid parçacıklarına ve kısmî madde birikmesine (akümülyasyon) atfetmiştir. WEBER, bu dahilî kontraksiyon olayına vakuoler kontraksiyon adını vermiştir.)

Son yıllarda WEINTRAUB (1952) mimosanın seismonastik hareketleri esnasında bu nevi kontraksiyonların sarsıntı uyartısı ile vuku bulduğunu müşahede etmiştir. Prof. BÜNNING (1952) bu halin uyartı sonunda plazmadaki kolloidlerin su bağlama kuvvetinin değişmesiyle olduğu kanaatini izhar etmektedir.

KÜSTER, canlı hücrelerde, plâzma şişmesinin, kontraksiyona sebebiyet verebildiğini kabul etmektedir. Bununla beraber, bu nevi vakuol kontraksiyonlarının mitokondriyal tenbih ile izah etmek isteyenler de olmuştur (BUVAT 1952).

g) V a k u o l u n p a r ç a l a n m a s ı : Uyartı halinde amino asitlerinin tesiriyle bazı fizyolojik olayların vuku bulduğu ve sür'atli plâzma sirkülasyon hareketinin (Chemodinese) hasıl olduğu ve bunun yanında büyük vakuollerin daha küçüklere parçalandığı bilinmektedir.

Bu küçük vakuollerin plazma hareketine uyarak iletildikleri de gösterilmiştir. Bundan başka, vakuollerin umumî hacminde de bir küçülme olur, yani vakuollerden sıvı dışarıya ifraz edilir. Görünüşe göre, bu ifraz plazma içine doğrudur ve ifraz edilen sıvı saf hücre usaresini teşkil etmektedir. Çünkü antosyan renk maddesi vakuolde kalmaktadır. Şüphesiz vakuolde böyle bir ifraz sonucunda hacmin azalması birçok müelliflerce de ifade edildiği üzere, osmotik değerin artmasını intaç eder. COELINGH böyle bir halde osmotik değerin 0,3 den 0,4 e yükseldiğini limid plazmolisis deneyleriyle göstermiştir. Bu durumda kısmî permeabilite değişmesiyle osmotik basıncın değişmesi mevzuu bahistir (BÜNNING, 1952).

DESOLAUX 1954 de yayınladığı bir araştırmasında hayvanî objelerde de vakuolleşme ile hiperfonksiyon arasındaki bir münasebetin varlığını kabul etmiştir.

## VII — V a k u o l u n ö n e m i :

Vakuolun önemi hakkında çeşitli fikirler beyan olunmuştur.

a) Vakuolün en mühim rollerinden biri hücrede vuku bulan osmotik olaylarla su mübadelesini ayarlamaktır.

b) Vakuoller birçok metabolik mahsullerin toplandığı ve birikip-değişikliğe uğradıkları alanlardır. Bu bakımdan da, bu metabolik olaylarının ceryan kademelerinin son durağı olarak önem taşır.

c) Vakuollerde kolloid maddelerin bulunması ve vakuol muhteviyatının vital boyalara fazla afinitesi yüzünden bazı araştırmacılar (DANGEARD) vakuolü absorpsiyon olaylarında bir rol oynadığını düşünmüşlerdir.

d) Vakuol içinde, ayrıca hidrolitik ve sentetik olaylarında vuku bulduğu düşünülerek, bazı araştırmacılar (VOLKONSKY) daha ileri de giderek vakuolu bir sekresyon ve enzim lokalizasyon aygıtı (bilhassa proteaz için) olarak kabul etmişlerdir. Mamafih, bu mübalâğalı bir görüştür. Çünkü, bugüne kadar yapılan araştırmalar, vakuol içinde enzimatik kimyasal bir reaksiyonun vuku bulduğu hususunda bir delil elde edilememiştir. Bu hususta olsa olsa aktif rol sitoplazmatiktir. Ve vakuolun böyle olaylardaki rolü pasiftir.

STOCKER 1952, son neşriyatlarında bitkilerde fazla gelişmiş vakuol yapısının bitkilerde besin maddelerini sevkeden ve kalıntı maddelerini atan bir alış veriş sisteminin eksikliğine atfetmiştir. Ve vakuolü enerji sağlayan bir depo olarak ifade etmiştir.

**N e t i c e :** Görülüyor, ki hücrenin ilk nazarda çok basit gibi görünen bu strüktürü hücrenin diğer strüktürleri ve faaliyetleri ile tam bir ahenk içinde çeşitli görevleri yapmakta, meydana gelmekte bitkiye çeşitli faydalar sağlamakta ve belli zamanlarda belli görünüşlerle kendini belli etmektedir. Biz araştırmacılar ise ilk nazarda bu kadar basit görünen bu strüktürün henüz birçok cephe-lerini tam anlayabilmiş olmaktan uzakta bulunmaktayız.

#### BAŞ VURULAN ESERLER

ŞENGÜN, 1956 Hücre veyapısı; ARISZ, (Act. Bt. 1952); DESCLEAUX, (Arch. D'anat. Mic. 1954); ZIRKLE, (Bot. Rev. 1937); WEINTRAUB, (New. Phytol. 1952); GUTTENBERG, 1952. Lehrbuch der allgemeinen Bot.; FREY-WYSSLING, 1953 Submicroscopic morphology of protoplasm; STILES, 1952. An Introduction to the principles of plant physiology; BÜNNING, 1953 Entwicklung - und Bewegungsphysiologie.