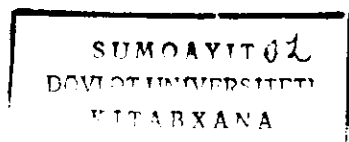


N.A.Qasımov, N.Ş.Əliyeva, S.M.Tahirli,  
S.M.Abduyeva-İsmayılova

# BİTKİ ANATOMİYASI

Ali məktəblər üçün dərslik

Azərbaycan Respublikası Təhsil Nazirinin  
30.12.2009-cu il 1507 №-li əmri ilə dərslik  
kimi təsdiq edilmişdir



BAKİ – 2010

28852

58/075.8/

B61 **Redaktor:** b.e.n., dos. Q.Ə.Rzayev

**Rəyçilər:** b.e.n. prof. Y.Əhmədov  
b.e.n., dos. S.İ.Mustafayev  
b.e.n., dos. L.N.Mehdiyeva  
b.e.n. R.T.Abdıyeva

Dərsləkdə bitki anatomiyası sahəsində əldə olunan müasir məlumatlar verilmişdir.

Kitabda aşağıdakı fəsilər vardır: 1) Bitki hüceyrəsinin anatomik quruluşu; 2) Bitki toxumaları; 3) Bitkilərin vegetativ orqanlarının anatomik quruluşu; 4) Bitkilərin reproduktiv orqanlarının anatomiyası.

Kitab məzmunu və həcminə görə nəinki universitet tələbələri, aspirant və müəllimlər üçün, həm də biologiyanın müxtəlif sahələrində çalışan mütəxəssislər üçün də faydalıdır.

1906000000-01  
Q ----- 2010  
658(07)

© «Bakı Universiteti» nəşriyyatı, 2010

## Ön söz

Bitki orqanizmlərinin daxili quruluşunu öyrənən elm-bitki anatomiyası XIX əsrdə bitki fiziologiyası ilə demək olar ki, bir dövrdə botanikanın yeni bölməsi kimi formalaşmışdır. Bitki anatomiyasının fizika, kimya, biofizika, biokimya, genetica və s. elmlərlə qarşılıqlı əlaqələri sayəsində yeni elm sahələri: sitologiya, histologiya, histokimya və s. sürətlə inkişafa başladı.

Bitkilərin anatomik mövqədən öyrənilməsində mikroskopiya (ışıq, lüminesent, fazatəzadlı, rentgen, elektron, video-kompüter və s.), ultranazik kəsiklər hazırlanması texnikasının (ultramikrotomlar), həmçinin daha mükəmməl təsbitləşdirici (fiksəedici) və rəngləyici vasitələrin geniş tətbiqi, bitki orqanizminin ayrı-ayrı komponentlərinin ultraquruluşunu daha dərinədən öyrənməyə imkan vermişdir.

Tədris planına müvafiq olaraq, bitki anatomiyası aşağı kurslarda, bitki fiziologiyası, biokimya, mikrobiologiya, histologiya və s. fənnlərdən əvvəl keçilir. Bu halda tələbələr bitkilərin hüceyrə, toxuma və orqanlarının quruluş təşkilinə dair ardıcıl və mükəmməl məlumatlar aldıqdan sonra fiziologiya, funksional biokimya, genetica və s. elmlərə xas olan bilikləri daha düzgün və asanlıqla mənimsəmək imkanına malik olurlar.

Qeyd etmək lazımdır ki, bitki anatomiyasına dair müasir məlumatlar, bir sıra xarici (rus, ingilis, alman və s.) dillərdəki dərslik və dərs vəsaitlərində kifayət qədər geniş şərh edilmişdir.

Bu sahədə Azərbaycan dilində də bir çox nəşrlər vardır. Belə ki, akademik V.X.Tutayunun 1967-ci ildə çap olunmuş «Bitki anatomiyası və morfologiyası», İ.M.Bünyadovun 1972-ci ildə yazdığı «Bitki anatomiyası», Z.İ.Hümbətovun 2002-ci ildə nəşr edilən «Bitki morfologiyası və anatomiyası» kitabları uğurlu dərslik və dərs vəsaiti olmalarına baxmayaraq, onların nəşrindən xeyli vaxt keçmiş, mövcud məlumatlar zənginləşmiş və yenilənmişdir.

Odur ki, bitki anatomiyasına dair Azərbaycan dilində latın qrafikası ilə yazılmış müasir dərslik və dərs vəsaitinə çox böyük ehtiyac vardır.

Oxuculara təqdim olunan «Bitki anatomiyası» dərslisi universitet proqramı əsasında müəllif kollektivi tərəfindən yazılmışdır (ön söz, giriş və I fəsil – prof.N.A.Qasimov, II fəsil- dos.N.Ş.Əliyeva, III fəsil- dos.S.M.Tahirli, IV fəsil- dos.S.M.İsmayılova).

Dərslidə bitki hüceyrəsinin, toxumalarının, vegetativ və generativ orqanlarının anatomik quruluşu barəsində ətraflı və müasir məlumatlar verilmişdir. Kitabda mətnin daha səmərəli mənimsənilməsi üçün bütün fəsillərdə xeyli miqdarda sxem və foto (o cümlədən, elektron) şəkillər təqdim olunmuşdur.

Kitab bir neçə müəllif tərəfindən yazıldığından üslub və ifadə tərzində fərqlilik mümkündür. Buna görə kitabda rast gəlinən nöqsanlar barəsində tənqidi qeydlərini, arzu və təkliflərini bildiren oxuculara əvvəlcədən təşəkkür edirik.

**Əməkdar elm xadimi, prof.N.A.Qasimov**

## GİRİŞ

### **BİTKİ ANATOMİYASI, ONUN PREDMETİ VƏ İNKİŞAF TARİXİ**

Yer kürəsində mövcud olan varlıqlar iki böyük komponentdən (tərkib hissəsindən) - cansızlar və canlılar aləmindən ibarətdir. Cansızlar aləmi, qeyri-üzvi və üzvi olmaqla özü də iki yarımalməyə bölünür. Qeyri-üzvi yarımalməyə: dağlar, müxtəlif mineralar, dənizlər, okeanlar, çaylar və s.... üzvi yarımalməyə isə bitki, heyvan, göbələk, mikroorqanizmlərin qalıqları, daş kömür, viruslar, neft, üzvi tərkibli qazlar (metan, etan, propan və s.) daxildir.

Canlılar aləmi də iki yarımalmədən ibarətdir: prokariotlar və eukariotlar. Cansızlardan fərqli olaraq, canlılar aləmi ayrı-ayrı səltənətlərə bölünür (bitkilər, heyvanlar, göbələklər, bakteriyalar və s.). Bunun əsas səbəbi odur ki, canlılar olduqları mühidə çox fəal qarşılıqlı münasibətlər yaradırlar. Buna bioloji münasibətlər də deyilir. Mahiyyətinə görə canlı sistemlər bioloji münasibətlərin məmumundan ibarətdir.

Bütün elm sahələrində olduğu kimi, biologiyada da mürəkkəb sistemləri öyrənərkən iki prinsipdən istifadə olunur: 1) ümumi sistemin ayrı-ayrı xüsusiylərə parçalanması (diferensial və ya analitik yol); 2) ayrı-ayrı xüsusiylər əsasında ümumi sistemin öyrənilməsi (inteqrativ yol).

Bütövlükdə biologiyada, o cümlədən, botanikada da analitik yol üstünlük təşkil etmiş və edir ki, bunun da sayəsində hazırda bir çox yeni elm sahələri (anatomiya, sitologiya, histologiya, embriologiya və s...) meydana gəlmişdir. *Anatomeo* – yunanca kəsmək deməkdir. Bu sözün etimologiyasına görə «anatomiya» müxtəlif komponentləri müəyyən etmək üçün onları bir-birindən ayırmaq və bütöv orqanizmin təcrid olunmuş hissəsi kimi öyrənməyi nəzərdə tutur. Bennet (1956) yazırdı: «tədqiqatçılara cərrahi mövqedən yanaşma anatomiyanın bütün bölmələrinin əsas xüsusiyyətidir».

Bitki anatomiyasının predmeti bitki orqanizminin daxili quruluşunun (hüceyrə, toxuma və s.) öyrənilməsindən ibarətdir və özündə sitologiya və histologiyayı, həmçinin də, histokimyayı birləşdirir.

Bitki orqanizminin anatomik cəhətdən öyrənilməsinə hələ XVII əsrdə başlanılmışdır. Bu dövrdə bitkilərin fiziologiyası və anatomiyası sahəsində ilk tədqiqatlar Van-Helmont (1577-1644) və ingilis fiziki Robert Huk (1635-1703) tərəfindən aparılmışdır. R. Huk mikroskopu təkmilləşdirdikdən sonra, bir çox kiçik əşyaları, o cümlədən, bitkilərin ayrı-ayrı hissələrini mikroskop altında müşahidə etdi. O, 1665-ci ildə ilk dəfə olaraq bitkilərin hüceyrəvi quruluşu barəsində aldığı mikroskopik nəticələri nəşr etdirdi və «Cellula» (hüceyrə) terminini elmə daxil etdi. Bunun ardınca 1671-1682-ci illərdə italyan tədqiqatçısı Marçello Malpiqi (1628-1694) və ingilis Necmiya Qryu (1641-1712) bir-birindən asılı olmayaraq demək olar ki, eyni vaxtda bitki anatomiyasına dair aldıkları nəticələri çap etdirmişdir. Bu tədqiqatlarda onlar bitkilərin nöinki müxtəlif orqanlarının hüceyrə və toxumalarını təsvir etmiş, həm də, bu quruluşların əhəmiyyətini də izah etməyə çalışmışlar.

Bitkilərin anatomiyası və fiziologiyası XIX əsrdə botanikanın yeni bölməsi kimi tam formalaşdı. Bu dövrdə, həm də, orqanizmlərin hüceyrəvi quruluşu və Yer üzərində canlılar aləminin inkişafı və təkamülü haqqında ümumiləşmiş nəzəriyyələrin yaradılması da uzun müddət mövcud olan qədim və orta əsr mistikasına son qoydu. Bütünlükdə isə bunlar dialektik tərəkürün geniş inkişafına zəmin yaratdı.

Orqanizmlərin hüceyrəvi quruluşu barəsində olan nəzəriyyənin mahiyyəti ondan ibarətdir ki, «bütün bitkilər və heyvanlar, həyatın quruluş elementi kimi hüceyrələrdən ibarətdir və hər bir orqanizm inkişafını bir hüceyrədən başlayır».

Hüceyrəvi quruluşun 1665-ci ildə R. Huk tərəfindən aşkar edilməsinə baxmayaraq, orqanizmlərin hüceyrəvi quruluşu barəsindəki nəzəriyyə yalnız 170 ildən sonra meydana gəldi. Belə uzun bir müddətin olmasının əsas səbəblərindən biri də Huk və bitki anatomiyasının banilərini malik olduqları fərziyyələrlə əlaqədardır. Onlar belə güman edirdilər ki, bitki orqanizmi hüceyrədən başqa, digər elementlərdən – boruşəkilli damarlardan, liflərdən, quruluşuz selikdən təşkil olunmuşdur. Bu alimlərin fikrinə, hüceyrə bitki orqanizmi üçün heç də universal quruluş elementi deyildir. Heyvan orqanizmi isə, daha da mürəkkəb olub, sümükdən, qığırdaqlardan,

əzələrdən, qandan və digər toxumalardan təşkil olunmuşdur ki, bunların da hüceyrəvi quruluşu o zamanlar aşkar edilməmişdir. Güman olunurdu ki, heyvanların bədəni bitkilərindən tamamilə başqa cür qurulmuşdur. Odur ki, bitki və heyvan orqanizmlərinin hüceyrəvi quruluşu malik olmalarını sübut etməyə çox vaxt sərf olundu.

Nəhayət, 1838-ci ildə M. Şleyden (1804-1881) müəyyən etdi ki, hüceyrə bitki orqanizmi üçün universal vahiddir. Bundan bir qədər sonra T. Şvan (1810-1882) geniş tədqiqat işləri sayəsində sübut etdi ki, heyvan orqanizmi üçün də hüceyrə universal quruluş vahididir. Beləliklə də, hüceyrəvi quruluş prinsipi bütün canlı varlıqlara şamil edildi və orqanizmlərin vahid hüceyrəvi quruluş nəzəriyyəsi tam formalaşdı.

Hüceyrə nəzəriyyəsi bioloqların diqqətini hüceyrənin və quruluş təşkilinin daha ətraflı öyrənilməsinə yönəltdi.

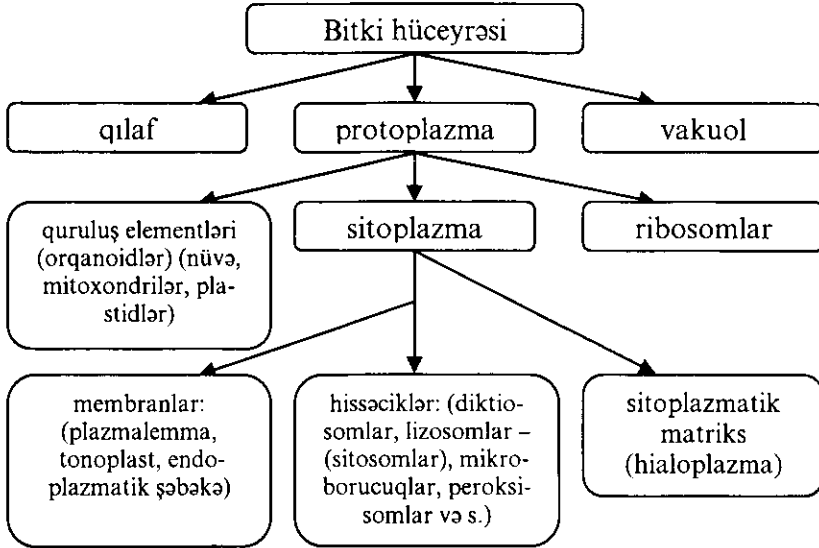
XIX əsrə qədər hüceyrənin qırafını ən vacib hissə kimi qəbul edirdilər. Lakin XIX əsrin 30-40-cı illərində müəyyən edildi ki, həyatın əsas daşıyıcıları hüceyrənin nüvəsi və protoplazmadır. Həmin əsrin 70-ci illərində çox mühüm bioloji elm-sitologiya formalaşmağa başladı. Bu sahənin sonrakı inkişafına spektral və optiki cihazların, mikroskoplar üçün (ışıq, lüminesent, elektron və s.) preparatların hazırlanması texnikasının daha da təkmilləşməsi güclü təkan verdi.

Anatomik tədqiqatlarda elektron mikroskoplarının və ultrana-zik kəsiklər hazırlanmasının yeni metodlarının (tozlama və s...) tətbiqi bitkilərin ultraquruluşunu daha dərinə öyrənməyə imkan yaratdı. Elektron mikroskopiyası, biokimya və biofizika, yeni bir elmin - molekulyar biologiyanın yaranmasına səbəb oldu. XX əsrdən başlayaraq, anatomik tədqiqatlar, fiziologiya, biokimya, sitologiya, histologiya və s. sahələrlə birlikdə inkişaf etdi.

## I FƏSİL

### BİTKİ HÜCEYRƏSİNİN TƏSNİFATI VƏ QURULUŞ TƏŞKİLİ

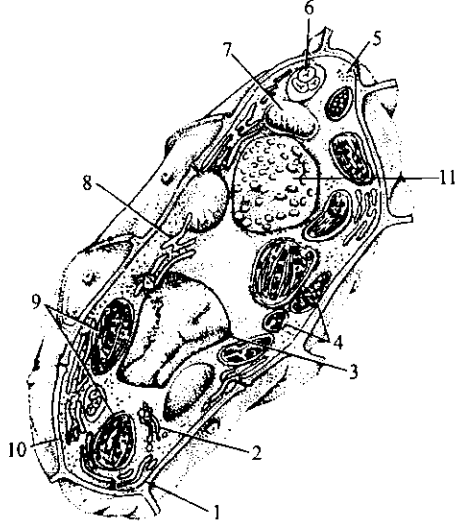
Rənglənməmiş bitki hüceyrəsinə işıq mikroskopunda baxdıqda, adətən üç əsas hissəni: 1) hüceyrəni mühitlə məhdudlaşdıran sərt və möhkəm hüceyrə qılfını; 2) hüceyrənin canlı möhtəviyyatını - protoplazmanı; 3) hüceyrənin mərkəzində yerləşən sahəni – vakuolu daha asanlıqla aşkar etmək mümkündür. Ən yaxşı halda, mikroskop altında nüvə, xloroplastlar və mitoxondriləri müşahidə etmək olur. Əgər hüceyrə azca rənglənsə və ya fazatəzadlı mikroskopla baxılsa onun xeyli dərəcədə mürəkkəb quruluşlu olduğu görünür. Müşahidə üçün elektron mikroskopundan və ultranazik kəsiklər hazırlanması texnikasından (ultramikrotomlardan) istifadə edilərsə, hüceyrənin ən kiçik quruluş komponentlərini (ultraquruluşunu) belə görmək olar (şəkil 1). Bitki hüceyrəsinin təsnifatını ümumi halda aşağıdakı kimi göstərmək məqsədəuyğundur.



Bitki hüceyrələrində qılf və vakuoldan fərqli olaraq, protoplazma (protoplast) olduqca mürəkkəb törəmə olub, özündə diferensiasiya olunmuş müxtəlif quruluş komponentlərini birləşdirir. Bu quruluş



komponentlərinin bəzilərinin ölçüləri və sayından başqa həm də onların bitki hüceyrələrində iştirakı mütləq vacibdir. Belə quruluş elementləri, özləri spesifik zülallar və ATP sintez etməyə, müstəqil genetik sistemə, xüsusi ribosomlara, plazmaya (matriksə) və bölünmə qabiliyyətinə malikdirlər (nüvə, mitoxondrilər, xloroplastlar). Bu quruluş elementlərini hüceyrənin **orqanoidləri**, yerdə qalan törəmə quruluş elementlərini isə (peroksisom, sitosom, Holci kompleksi, plazmalemma, mikroborucuqlar və s.) **orqanellalar** kimi adlandırmaq daha məqsədəuyğundur. Hüceyrənin orqanoidləri ölçülərinə və funksiyalarına görə də orqanellalardan xeyli fərqlənirlər. Belə ki, nüvənin diametri – 5-20 mk, xloroplastları – 5-20mk, mitoxondriləri – 1-5mk olduğu halda, ribosomları – 0,02mk, diktiosomları – 0,2-1,5mk bərabərdir. Ölçülərindən asılı olaraq hüceyrənin quruluş elementlərini müxtəlif tipli mikroskoplarla aşkar etmək mümkündür. Işıq mikroskoplarında – 1000 nm-dək, rentgen mikroskoplarında 200 nm-dək, polyarizasiyalı və elektron mikroskoplarında isə 1-0,4 nm-dək obyektleri müşahidə etmək olar.



**Şəkil 1.** Bitki hüceyrəsinin quruluşu. 1 - plazmalemma; 2 – Holci aparatı; 3 – tonoplast; 4 – mitoxondrilər; 5 – ribosomlar; 6 – leykoplastlar; 7 – xloroplast; 8 - endoplazmatik şəbəkə; 9 – qranların xloroplastlarda yerləşməsi; 10 – aralıq lövhə; 11 - nüvə.

Bütün orqanoidlər və orqanellalar protoplazmanın (hialoplazma) içərisində yerləşir ki, bu da onların qarşılıqlı təsirdə olmalarına imkan verir.

Protoplazma nüvədən, mitoxondri və xloroplastlardan başqa, qalan quruluş elementləri ilə birlikdə **sitoplazma** adlanır.

Sitoplazmanın tərkibindəki quruluş elementlərini çıxdıqda yerdə qalan hissə isə **sitoplazmatik matriks** (hialoplazma) adlandırılır.

Hialoplazma hüceyrənin sulu, fasiləsiz kolloid fazası olub, müəyyən özlülüyə malikdir.

Müxtəlif bitki və heyvan hüceyrələrində quruluş elementləri (orqanoid və orqanellalar) molekulyar təşkilinə və kimyəvi tərkibinə görə oxşardır ki, bu onların yerinə yetirdikləri funksiyaların oxşarlığı ilə əlaqədardır. Bu onu göstərir ki, bitki və heyvanların həyat fəaliyyəti proseslərinin əsasında bir ümumilik mövcuddur. Bitki hüceyrələrinin özünəməxsusluğu, onlarda sərt qılafın, plastidlərin, mərkəzi vakuolun və hüceyrələrarası plazmodesmaların olması ilə əlaqədardır.

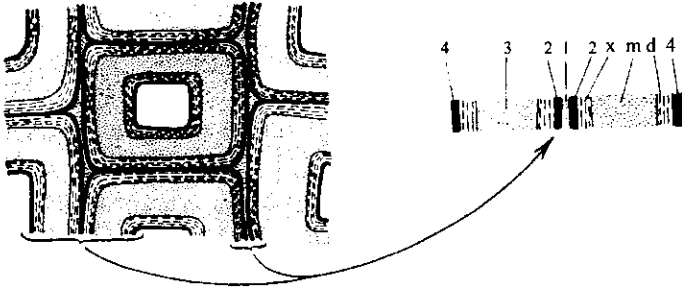
Bitkilərin mənsub olduğu cinsin xüsusiyyətlərindən və hüceyrənin tipindən asılı olaraq hüceyrənin ölçüləri xeyli dəyişilə bilər. Ali bitkilərdə hüceyrələrin diametri adətən 10-100mkm (daha çox 15-60mkm) çatır. Daha iri hüceyrələr, suyu və qida maddələrini ehtiyat halında saxlayanlardır (məsələn, kartof yumrularının parenximi, şirəli meyvələrin hüceyrələri və s.). Qarpızın, limonun, portağalın meyvələrinin lətli hissələri o qədər iri hüceyrələrdən təşkil olunmuşdur ki, onları hətta gözlə də görmək mümkündür. Kətan liflərindəki hüceyrələrin uzunluğu 40 mm-dək, gicirkəndə isə hətta 80 mm-ə çatır, amma bu hüceyrələrin ən kəsiyi mikroskopik həddə qədər kiçikdir.

Ali bitkilərdə hüceyrələrin sayı astronomik qiymətə çatır. Onu demək kifayətdir ki, ağac yarpağında orta hesabla 100 milyondan çox hüceyrə olur.

Bitki hüceyrələrinin forma və ölçüləri çox müxtəlifdir və bitki orqanizmində yerləşmə vəziyyətindən, həmçinin də, hüceyrələrin yerinə yetirdikləri funksiyalardan asılıdır. Hüceyrələr adətən, çoxtərəfli formada olurlar ki, bu da onların qarşılıqlı təzyiqləri ilə əlaqədardır. Çox nadir hallarda hüceyrənin bütün tərəflərinin uzunluğu bir-birinə bərabər olur. Sərbəst böyüyən hüceyrələr küresəkilli, ulduzvari, silindrik, kürəkvari və s... formalarda ola bilərlər.

## BİTKİ HÜCEYRƏSİNİN QILAFI

Bitki hüceyrəsinin quruluşunun öyrənilməsinə onun qılafından (və ya hüceyrə divarından) başlamağın əsas səbəblərindən biri də, onun ilk «hüceyrə» quruluşu kimi hələ 1665-ci ildə ingilis tədqiqatçısı Robert Huk tərəfindən aşkar edilməsi və hazırda ən çox öyrənilmiş sitoloji obyekt olmasıdır. Bitki hüceyrələrində möhkəm qılafın olması, onları heyvan hüceyrələrindən fərqləndirən xüsusiyyətlərdən biridir. Qılaf hər şeydən əvvəl, hüceyrəyə konkret forma verir və onun canlı kütləsi-protoplazmanı və plazmalemmmanı xarici təsirlərdən və hüceyrədaxili yüksək turqor təzyiqindən (hidrostatik təzyiq) qoruyur. Ali bitkilərin hüceyrələrini xüsusi qidalı mühitdə becərdikdə və onlardakı qılafı fermentativ yolla ayırdıqdan sonra, hüceyrələr həmişə sferik (kürəvari) forma alır. Hüceyrənin qılafı adətən, rəngsiz və şəffaf olduğundan Günəş şüalarını asanlıqla buraxır. Qılaf vasitəsilə su və onda həll olmuş alçaqmolekullu maddələr daşına bilir (apoplastik yol). Hər bir hüceyrənin öz qılafı vardır və qonşu hüceyrələrin qılafı bir-birilə, «aralıq lövhə» adlandırılan hüceyrələrarası maddə vasitəsilə yapışırlar. Odur ki, qonşu hüceyrələr bir-birindən iki qılaf və aralıq lövhə ilə ayrılırlar ki, belə quruluş törəməsini «hüceyrə divarı» kimi də qəbul edirlər. Hüceyrənin qılafı protoplazma tərəfindən qurulduğundan, odur ki, o, ancaq protoplazma ilə təmasda olduqda böyümə qabiliyyətinə malikdir. Çox hallarda hüceyrənin qılafı, protoplazmaya nisbətən daha uzun müddət qala bilir (hüceyrənin plazması əvvəlcə ölür) ki, bu da hüceyrənin quruluş vahidi kimi mövcudluğuna mane olmur. Belə hüceyrələr formalarını saxlayırlar (şəkil 2).



Şəkil 2. Hüceyrə qılafının quruluşu. 1 – aralıq lövhə; 2 – ilk qılaf; 3 – ikinci qılaf (xarici, mərkəzi və daxili təbəqələrlə); 4 – üçüncü qılaf.

Buna görə də, bitki hüceyrəsi öldükdən sonra da məhlulların ötürülməsi və mexaniki dayaq kimi mühüm funksiyaları yerinə yetirə bilər. Bitkilərin bir çox hüceyrələri – lif, traxeidlər, boru buğumları, mantar hüceyrələri yaşlı vəziyyətdə yalnız hüceyrə qılafindan ibarətdir. Oduncaq əsasən ölmüş hüceyrələrin qılaflarından əmələ gəlir. Hüceyrələrin qılafları da, özləri kimi müxtəlif cürdür. Qılafların quruluşu və tərkibinə görə müxtəlif tipli hüceyrələrin mənşəyi və funksiyası barədə fikir yürütmək olar. Belə ki, qazıntı halında tapılan bitkilərin quruluşunu, əsas etibarilə, onların hüceyrə qılaflarını tədqiq etməklə öyrənirlər.

Embrional hüceyrələr qılafla təchiz olunurlar. Odur ki, hüceyrə bölünərkən, qılaf yenidən əmələ gəlməlidir. Belə quruluş elementi, aralıq lövhə kimi yaranır. Aralıq lövhə mərkəzdənqaçma istiqamətində böyüyür və ana hüceyrənin qılafları ilə birləşir. Beləliklə, əmələ gələn iki hüceyrə bir-birindən ayrılır. Aralıq lövhə hər iki hüceyrə üçün ümumi təbəqə hesab edilir. Aralıq lövhə yaranan kimi, hər bir cavan hüceyrənin protoplazması daxili tərəfdən özünə məxsus qılaflı törədir. Cavan (yenicə əmələ gəlmiş) hüceyrələr dərhal uzanma fazasına keçir və onların ölçüləri osmotənizmlənmə vasitəsilə on dəfələrlə artır. Bu zaman, həm də hüceyrənin quruluş elementləri üçün lazım olan komponentlərin də sintezi sürətlənir və beləliklə də, qılafların qalınlığı demək olar ki, dəyişmir.

Bölünən və böyüyən hüceyrələrin qılafları «ilk qılaf» adlanır. Onun tərkibində suyun miqdarı çoxdur (60-90%). Qılafların quru maddəsinin xeyli hissəsini amorf polisaxaridlər – hemisellüloza və pektin təşkil edir, ilk qılaflarda sellüloza 30%-dən çox deyildir, zülallar isə bir neçə faizdir. İlk qılafların qalınlığı çox azdır (0,1-0,5mkm) və o, suyu və həll olmuş maddələri özündən asanlıqla keçirir. İlk qılaf sellülozadan ibarət mikrofibrillərdən təşkil olunduğundan ikiqat şüasındırma qabiliyyətinə malikdir.

İlk qılafdakı mikrofibrillər (tikinti blokları) həm qısa olurlar, həm də amorf matris içərisində qarışıq halda yerləşirlər. Bu isə qılafa plastik xassə verir. Mikrofibrillərin tərkibində olan sellülozada təxminən 2000 qlükoza qalığı vardır. Mikrofibrillərin matrisdə səmtlənməsi, hüceyrənin formasından asılı olaraq, protoplazma tərəfindən müəyyən olunur. Qılafların böyüməsi prosesində səthdə mikrofibrillərin səmtlənməsi, adətən periodik olaraq dəyişilir ki, bu da ilk qılaflarda incə təbəqələşmənin yaranmasına səbəb olur.

İlk qılafda ekstensiv adlı zülal vardır və hüceyrədəki oksiprolinin təxminən 95%-i bu zülalın tərkibinə daxildir.

Bir çox hüceyrələrdə ilk qılafın və böyümənin eyni vaxtda dayanması baş verir. Belə hüceyrələr, həyatının sonunadək nazik qılafla əhatə olunur. Lakin digər hüceyrələrdə isə qılafın qalınlaşması, onun yetkin hala çatmasınadək davam edir. İlk qılaf üzərində, hüceyrənin daxilinə doğru gedən qalınlaşma nəticəsində ikinci qılaf formalaşır. Bəzi tip hüceyrələr üçün (lif, su borularının buğumları, traxeidlər) ikinci qılafın əmələ gəlməsi, onların protoplazmalarının əsas funksiyasıdır. Belə ki, ikinci qılafın formalaşması başa çatdıqdan sonra, həmin tip hüceyrələrin protoplazmaları məhv olur. Lakin güclü ikinci qılaflı olan digər tip hüceyrələr (oduncağın parenxim hüceyrələri, iynəyarpaqlıların floeması) həm də fəaliyyətdə olan protoplazmaya da malikdir. İkinci qılaf, əsas etibarilə, mexaniki dayaq funksiyasını yerinə yetirir və onlarda mikrofibrillər həm uzun olur, həm də bir-birinə paralel yerləşir ki, bu da qılafa möhkəmliklə yanaşı, elastiki xassə də verir. İkinci qılafda sellüloza 40-50%, qlükoza qalığının miqdarı isə 14000-ə çatır. Bəzən odunlaşmamış ikinci qılafda məsələn, pambıq lifində sellüloza 95% ola bilər. İkinci qılaf da, ilk qılaf kimi güclü işıqsındırma qabiliyyətinə malikdir. İkinci qılaflı kifayət qədər yaxşı inkişaf etmiş hüceyrələrdə qalınlığına, kimyəvi tərkibinə və fiziki xassələrinə görə fərqlənən üç konsentrik təbəqə aşkar edilir. İkinci qılafın xarici, nazik qatı, bilavasitə ilk qılafla təmasda olur, orta qat daha qalındır, üçüncü qat isə nazik olub hüceyrə daxilindəki plazmalemma ilə yanaşı yerləşir. Lakin qılaflı zəif inkişaf etmiş hüceyrələrdə, ikinci qılafdakı qatların sayı, orta qatın olmamasına görə ikiyədək azalır. Bəzi hallarda isə, ikinci qılafda təbəqələşmə getmir və o, nazik bir qat kimi görünür. İkinci qılafın orta qatı, sellüloza ilə daha zəngindir və o, ikinci qılafın xassələrini müəyyən edir. Bu qatda mikrofibrillərin, liqнинin miqdarı və səmtlənməsi, qatın qalınlığı (1-10mkm) müxtəlif ağac cinslərində oduncağın xassələrini müəyyənləşdirir. Belə ki, uzunsov hüceyrələrdə ikinci qılafın orta qatındakı mikrofibrillər ya paralel, ya həmin hüceyrələrin uzununa oxu boyunca perpendikulyar, yaxud da müəyyən bucaq altında yerləşirlər. Birinci halda «həlqəvi tekstura» ikinci halda «uzun və ya lifli tekstura», üçüncü halda isə spirallı «tekstura» əmələ gəlir. Həlqəvi tekstura suötürücü spirallı hüceyrələr üçün (su borularının buğumları) səciyyəvidir. Belə tekstura hüceyrəyə öz oxu boyunca plastik uzanmaq imkanı verməklə, həm

də qılafa eninə istiqamətdə möhkəmlik yaratmaqla yanaşı hüceyrələrin yanlardan sıxılmasının da qarşısını alır.

Spirallı tekstura (quruluş) bir sıra bitkilərin lifləri (məsələn, pambıqda) üçün səciyyəvi hesab olunur. Belə teksturalı hüceyrələr, sıxılmağa və dartılmağa qarşı davamlı və həm də elastiki olur.

Uzunsov və ya lifli tekstura, mexaniki funksiya yerinə yetirən liflər üçün səciyyəvi sayılır. Belə teksturalı hüceyrələr, uzununa istiqamətdə yüksək mexaniki xassələrlə bərabər, həm də eninə doğru elastiki dartılmaq qabiliyyətinə də malik olurlar.

Qılafın daxili qatı (üçüncü qılaf) çox nazikdir (0,1mkm-dək) və onda hemisellülozanın miqdarı çoxdur. Əgər hüceyrə qılafın quruluş elementlərinin sintezini dayandırır və ölürsə (ötürücü və mexaniki torxumaların hüceyrələri), bu halda üçüncü qılaf üzərində yenə bir nazik qat meydana gəlir. Bu qatda sferik formada ziyillər aşkar edilir.

Qılafın ikinci qalınlaşması çox hallarda odunlaşmaya məruz qalır. Qılafın odunlaşması, onun matriksində protoplazma tərəfindən sintez olunan liqнинin toplanması ilə əlaqədardır. Liqninin toplanması adətən, ikinci qalınlaşma başlayanda meydana çıxır və əvvəlcə ilk qılafda baş verir. Sonradan bu proses aralıq lövhəyə və hüceyrə-daxili sahəyə - ikinci qılafa doğru yayılır. İlk qılafın liqninləşməsi sayəsində bəzən onu aralıq lövhədən fərqləndirmək olmur. Odur ki, ilk qılaf və aralıq lövhəni birlikdə «orta qat» kimi də göstərirlər. İkinci qılaf, heç də həmişə bərabər qalınlaşmır. Bəzi ixtisaslaşmış hüceyrələrdə (əsasən suötürücü borulardakı) ikinci qılaf, ayrı-ayrı halqalar və ya fasiləsiz spiral-lent kimi yaranır. Bir sıra hüceyrə tiplərində isə, ikinci qılaf çox saylı submikroskopik çıxıntılar – protuberanslar şəklində quruluş əmələ gətirir. Bəzən qılafın ikinci qalınlaşması zamanı bu protuberanslar bir-birilə birləşərək «qılaf labirinti» adlanan quruluş yaradırlar.

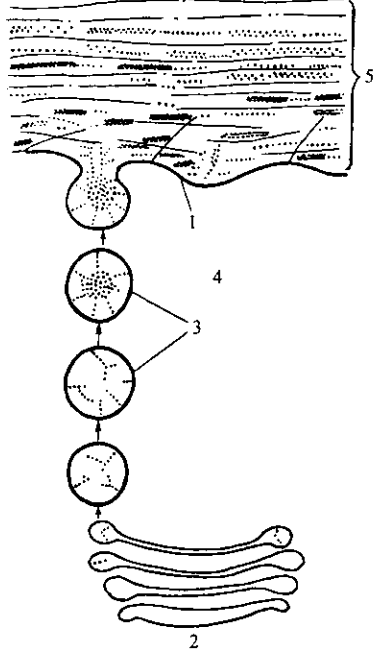
Hüceyrə qılafının bütün komponentləri, onun öz protoplazması tərəfindən sintez olunur, başqa sözlə, qılaf, protoplazmanın həyat fəaliyyətinin məhsuludur və protoplazmanın xarici membranı - plazmalemma ilə ondan ayrılır. Qılafın əmələ gəlməsində əsas rol, Holci aparatı və plazmalemma oynayır. Bu membran sistemləri, polisaxaridlərin sintezini həyata keçirən ferment komplekslərinə malikdir. Qılafın matriks polisaxaridlərinin sintezi diktiosomların sistemlərində başlayır və Holci qovucuqlarında davam edir. Sistemlərdən qopan qovucuqlar protoplazmanın səthinə doğru hərə-

kət edərək plazmalemmaya yaxınlaşırlar. Sonra qovuqcuqların membranı plazmalemmada düzülür və onun vasitəsilə polisaxarid matriks qılafı birləşir (şəkil 3).

Beləliklə də, Holci aparatı liqнинin, həmçinin də qlikoproteidlərin sintez olunduğu və daşındığı yerdür.

Qılaf üçün lazım olan sellülozanın və mikrofibrillərin sintezi və səmtlənməsi plazmalemma vasitəsilə həyata keçirilir. Lakin, bunun üçün lazımi fermentlər və sələflər plazmalemmaya Holci qovuqcuqları tərəfindən göndərilir. Mikrofibrillərin səmtlənməsində, onlarla paralel yerləşən mikroborucuqlar mühüm rol oynayır.

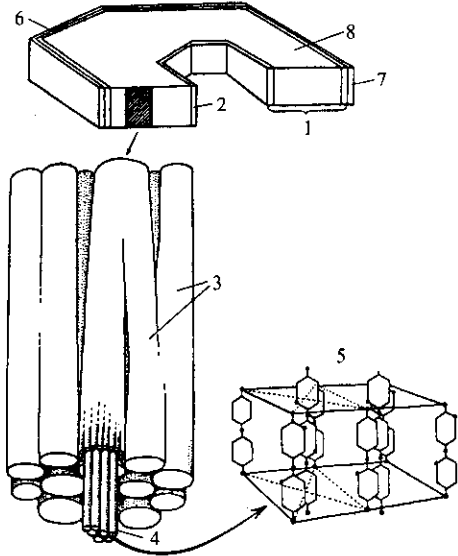
Hüceyrənin qılafı təkə quruluşca yox, həm də kimyəvi tərkibinə görə də mürəkkəbdür. Bütövlükdə qılaf əsasən polisaxaridlərdən təşkil olunmuşdur. Bunların monomerləri ksiloza, mannoza, qlükəza və s... ola bilər. Qılafın polisaxaridləri oynadıqları rola görə iki qrupa: skelet maddələr və matriks maddələrinə bölünür. Skelet maddələrə sellüloza aid edilir, kimyəvi tərkibcə  $\beta$ -1,4-D-qlükəndan



Şəkil 3. Böyüən hüceyrədə qılaf komponentlərinin əmələ gəlmə sxemi. 1 - plazmalemma; 2 - diktiosom; 3 - Holci qovuqcuqları; 4 - hialoplazma; 5 - hüceyrə qılafı.

ibarətdir. Sellüloza molekulundakı qlükoza qalıqlarının sayı, müxtəlif bitki qılaflarında müxtəlifdir. Sellülozanın sapvari molekulları qılafda çox sayda qruplaşaraq uzunsov üçölçülü şəbəkə əmələ gətirir ki, belə quruluş da kristallara xasdır. Belə kristal qruplaşmaların yaranmasında kovalent və hidrogen rabitələri iştirak edir. Bu cür qruplaşmış sellüloza molekulları, qılafda karkas və ya armatur rolunu oynayan nazik liflərin – mikrofibrillərin əsasını təşkil edir. Mikrofibrillərdəki sellüloza molekullarının kristal halı sayəsində hüceyrə qılafları ikiqat şüasındırma qabiliyyətinə malik olur. Mikrofibrillərin diametri, müxtəlif hüceyrələrdə dəyişilə bilər və adətən 10-30 nm hüdudunda olur (şəkil 4).

Mikrofibrillər ayrı-ayrı qruplar halında birləşərək qalınlığı 0,4-0,5mkm olan quruluşlar yaradırlar. Sellüloza suda və üzvi turşularda, hətta qatı qələvilərdə də həll olmur, kimyəvi baxımdan olduqca ətalətlidir və şişmə qabiliyyətinə malik deyildir. Maraqlıdır ki, göbələklərin əksəriyyətinin hüceyrə qılaflarında mikrofibrillərin tərkibi sellülozadan deyil, xitindən ibarətdir. Xitin isə, polimer kimi qlükozanın qalıqlarından təşkil olunur.



Şəkil 4. İkinci qalınlaşma ilə birlikdə hüceyrə qılaflarının quruluşu. 1 – ikinci qılaf; 2 – ikinci qılafların daxili təbəqəsi; 3 – makrofibrillər; 4 – mikrofibrillər; 5 – sellüloza molekulu; 6 – ikinci qılafların xarici təbəqəsi; 7 – ilkin qılaf; 8 – ikinci qılafların mərkəzi təbəqəsi.

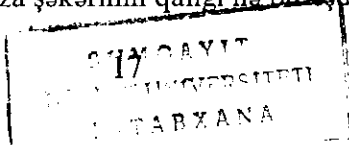


Mikrofibrillər amorf (optiki izotrop) matriksin içərisində yerləşirlər. Matriks su ilə doymuş plastik geldən ibarətdir. Matriksin tərkibinə daxil olan maddələr güclü şişmə, suyu və onda həll olmuş maddələri asanlıqla buraxmaq qabiliyyətinə malikdir. Skelet maddələrdən fərqli olaraq, qılafin matriksi polimer birləşmələrin mürəkkəb qarışığından təşkil olunmuşdur. Kimyəvi və fiziki xassələrinə görə matriksdəki polisaxaridləri şərti olaraq iki qrupa – pektin maddələri və hemisellülozaya bölmək olar.

Pektin maddələri suda güclü şişir, bəziləri isə həll olur. Onlar qələvi və turşuların təsirindən asanlıqla parçalanırlar. Ən geniş yayılmış pektin maddəsi suda həll ola bilən  $\alpha$ -1,4-poliqalakturon turşusudur. Buna həm də pektin turşusu və ya protopektin də deyilir. Pektinlərin tərkibinə arabinoza, fukoza və s. daxil olur.

Matriksin digər qrup polisaxaridləri hemisellülozalardır. Bu polisaxaridlər çətin hidroliz olunan, suda zəif şişən maddələrdir. Çılpaqtoxumlularda ən çox rast gəlinən hemisellüloza – qlüko- və qalaktomannandır. Örtülüttoxumlularda isə ksilan və ksiloqlükanlardır. Bəzi hemisellülozalar (qlükoman) toxum hüceyrələrinin qılaflarında ehtiyat qida maddəsi kimi toplanır və sonradan hidroliz olunmaqla böyüən rüşeym tərəfindən istifadə olunur. Bəzi hallarda, qılafta pektin və hemisellülozadan başqa, həm də xüsusi amorf polisaxarid – kalloza da iştirak edir. Matriksdəki polisaxaridlər qısa fibrilyar komplekslər əmələ gətirə bilirlər, amma bunlar sellülozadakı kimi kristal quruluşda olmurlar. Qılafin matriksi, sadəcə olaraq, sellüloza mikrofibrilləri arasındakı sahəni doldurmur, əksinə onun makromolekulları bir-birilə həmçinin də, mikrofibrillərlə müxtəlif tipli rabitələr (qlükozid, kovalent, hidrogen) əmələ gətirməklə qılafin möhkəmliyini təmin edirlər. Matriksin hidrofiliyi sayəsində su və onda həll olmuş molekul və ionlar hüceyrədən-hüceyrəyə qradiyent üzrə diffuziya vasitəsilə asanlıqla keçə bilirlər.

Matriks polimerlərinin molekullarındakı karboksil qruplarının olması sayəsində hüceyrə qılafi, ətrafdakı məhlulla kation mübadiləsi aparmağa qabildir. Matriksdə polisaxaridlərdən başqa xüsusi quruluş zülalı aşkar edilmişdir. Bu zülalın miqdarı bir neçə faizdən çox deyildir. O, arabinoza şəkərinin qalığı ilə birləşdiyindən odur ki,



qlikoproteid hesab olunur. Matriksin digər qeyri karbohidrat tərkibli komponenti liqindir. Onun miqdarı kifayət qədər yüksəkdir (30%-dək). Liqin qılaflın böyüməsinin sonuna toplanır. Onun toplanması prosesi qılaflın liqinləşməsi və ya odunlaşması adlanır. Tərkibinə görə liqin, fenol sıralı qarışıq amorf polimerdir və suda həll olmur. O, mamırlar istisna olmaqla, yalnız ali bitkilərin hüceyrə qılaflarında rast gəlinir. Liqinləşmə nəticəsində hüceyrə qılafları elastikliyi itirir, möhkəmliyi artır, su üçün keçiriciliyi azalır.

Bəzi tip hüceyrələrin qılaflarının matriksində çoxlu miqdarda mineral maddələrə, o cümlədən, oksalat və kalsium karbonata rast gəlinir. Bunlar, çöküntü verməklə kristallaşırlar. Bu maddələr qılafla möhkəmlik və kövrəklik verir.

Bir sıra hüceyrələrdə mum, kutin və suberin şəklində lipidlər də olur. Bu maddələr ayrıca qat əmələ gətirir və matriksin hidrofilyk hissəsinə qarışırlar. Onlar kimyəvi cəhətdən bir-birlərinə yaxın olub, doymuş və doymamış yağ turşularının efirlərindən ibarətdir. Mum üzvi həlledicilərlə asanlıqla ayrılır və tezliklə əriyərək kristallar əmələ gətirir.

Kutin və suberin isə ərimir, amorf olurlar və üzvi həlledicilərdə həll olurlar. Qılafta kutin və suberin adətən mumla birlikdə toplanır və növbələşən paralel qatlar əmələ gətirir. Kutikula təbəqə halında açıq səthdə xarici tərəfdə (məsələn, yarpaqda), suberin isə daxili tərəfdə – plazmalemmaya doğru toplanır və suyu, qazları keçirir. Odur ki, suberinli qat olan hüceyrələr tezliklə məhv olurlar.

#### PROTOPLAZMA (PROTOPLAST)

Protoplazma dedikdə, ilk baxımdan bitki və heyvan hüceyrələrinin canlı kütləsini (məhəviyyatını) təşkil edən, hüceyrə qılafları ilə məhdudlaşan, fiziki halına görə kolloid sistemlərə bənzədilən, müxtəlif maddələrin kompleksi başa düşülür.

«Protoplazma» termini ilk dəfə çex bioloqu Y. Purkinye (Y.E. Purkinye, 1839) tərəfindən heyvan rüşeymini göstərmək üçün təklif edilmişdir. 1846-cı ildə isə alman botaniki K. Mol (G. Mol) bitki

hüceyrəsinin yaşamaq qabiliyyətinə malik olan özlü kütləsini «protoplazma» adlandırmışdır.

Hazırda «protoplazma» və «protoplast» terminləri bəzən sinonim kimi də işlədilir. Hər iki termin yunanca eyni mənanı bildirir (protos – ilk, plasma – tərtib olunan, yapılan, plastos – yapılan, yaradılan). Protoplast – fərdi hüceyrənin protoplazması, bitki hüceyrəsində isə - hüceyrə qılaflı ilə məhdudlaşan protoplazma, yəni yalnız sitoplazma və nüvədən ibarət olan törəmə kimi nəzərdə tutulur. Protoplast termini hələ Hanşteyn (1822-1886) tərəfindən təklif olunmuş və hüceyrənin bütün canlı kütləsini bildirir.

Lakin hüceyrə üçün «sitoplazma», «plazmalemma və ya plazmatik membran», «nukleoplazma» və s... terminlərin işlədilməsi «protoplazma»nın daha məqsədəuyğun olmasına əsas verir.

XIX əsrin axırlarından başlayaraq protoplazmanın quruluşu haqqında müxtəlif nəzəriyyələr irəli sürülmüşdür. Belə ki, 1875-ci ildə A. Froman (A. Froman) belə güman edirdi ki, protoplazma fibrilyar tordan ibarətdir. 1882-ci ildə A. Fleminq (A. Fleminq) də, fiksə (təsbit) edilmiş və rənglənmiş materialların öyrənilməsinə əsasən protoplazmanın fibrilyar təbiətdə olmasını yenidən qeyd etdi.

R. Altman isə amöb hüceyrəsinin və bir çox dəniz heyvanlarının yumurtalarının dənəvərliyinə əsaslanaraq protoplazmanın qranulyar nəzəriyyəsini irəli sürdü. Lakin sonradan məlum oldu ki, belə təsəvvür də, hələlik tam deyil.

Nəhayət, 1925-ci ildə V. Vilson (E. Wilson) protoplazmanın kolloid nəzəriyyəsini verdi. Bu nəzəriyyə hazırda da tədqiqatçılar tərəfindən qəbul edilir.

Aparılan tədqiqatlarla müəyyənləşdirildi ki, protoplazma çox mürəkkəb sistemdir. O, müxtəlif zülallardan, nuklein turşularından, yağlardan, karbohidratlardan, sudan və bir çox kiçikmolekullu üzvi birləşmələrdən və mineral duzlardan təşkil olunmuşdur. Beləliklə də, «sulu-duzlu mühitlə sıx əlaqə şəraitində fəaliyyət göstərə bilən spesifik liponukleoproteid kompleksi, protoplazmanın birinci, yaxud da kimyəvi əlaməti hesab edilir». Lakin iş təkcə protoplazmanın spesifik kimyəvi tərkibə malik olmasında deyil, həm də onun quruluş təşkilindən də asılıdır. Bu baxımdan «həm hüceyrənin özünü, həm də onun ayrı-ayrı elementlərinin mürəkkəb tərtibatını

yaradan polimer törəmələrinin spesifik xarakteri protoplazmanın ikinci və ya fiziki əlaməti» sayıla bilər.

Müasir təsəvvürlərə görə, protoplazma haqqında mövcud olan anlayışlar (onun kolloid sistem olması), ondakı böyük molekullu komponentlərin fiziki hallarını heç də tamam əks etdirmir. Lakin nə kimyəvi, nə də fiziki əlamət, həm ayrı-ayrılıqda, həm də birlikdə protoplazma barəsinə ümumi anlayış yarada bilmir.

Protoplazmanın üçüncü – bioloji əlaməti «hüceyrə sistemində iki tip kimyəvi proseslərin istiqamətə bir-birinin əksinə, lakin vəhdətdə və fasiləsiz gedişini nəzərdə tutur. Bu proseslərdən biri assimilyasiya, digəri isə dissimilyasiyadır». Beləliklə, müasir təsəvvürlərə görə protoplazma dedikdə: «molekuldan böyük olan, müxtəlif quruluş elementləri əmələ gətirən və fasiləsiz yeniləşmə istiqamətində duzlu məhlullarla sıx əlaqə şəraitində fəaliyyət göstərən olduqca mürəkkəb liponukleoproteid kompleksi» başa düşülməlidir. Bu tərifdə görüldüyü kimi, protoplazmanın kimyəvi, fiziki və bioloji əlamətləri birləşdirilmişdir.

Məlumdur ki, hüceyrə qılıfı və mərkəzi vakuol ancaq bitki hüceyrəsinə xas olan törəmələrdir. Kimyəvi tərkibinə görə, hüceyrə qılıfı (əsas komponent – sellülozadır), protoplazma (əsas komponent – zülaldır) və vakuol (əsas komponent – sudur) bir-birindən fərqlənir.

Ən ibtidai quruluşlu orqanizmlərdə (bakteriyalarda, göy-yaşıl yosunlarda – sianobakterlərdə) nüvə membranı olmadığından, nüvə maddəsi protoplazma ilə ya bilavasitə təmasda olur və ya onunla qarışır. Protoplazmanın ayrı-ayrı orqanoidləri bu tip hüceyrələrdə nəzərə çarpmır. Belə orqanizmlərə prokariotlar (yunanca protos – ilk, karion – nüvə deməkdir) deyilir. Formalaşmış nüvəyə və aydın şəkildə ifadə olunan protoplazma orqanoidlərinə malik orqanizmləri isə eukariotlar (yunanca – «eu» yaxşı deməkdir) adlandırırlar.

Protoplazmanın məkanca mürəkkəb təşkili, onun hüceyrədə yüksək dərəcədə biokimyəvi aktivliyini təmin edir. Protoplazmanın quruluş baxımından mürəkkəb təşkilinin öyrənilməsi, yalnız onun quruluş elementlərinin funksiyası ilə sıx əlaqə şəraitində mümkün olur. Nəzərə almaq lazımdır ki, submikroskopik səviyyədə quruluşla funksiya arasında hədd silinir.

## PROTOPLAZMANIN QURULUŞ ELEMENTLƏRİ- ORQANOİDLƏRİ

### NÜVƏ VƏ NÜVƏCİK

Bitki hüceyrəsinin ən mühüm orqanoidlərindən biri nüvədir. Nüvə kürəvari və ya ovalvari yarımsəffaf törəmədir. Endoplazmatik şəbəkənin elementləri vasitəsilə, nüvə membranı, hüceyrənin digər komponentləri ilə birləşir (şəkil 1).

Nüvə aşağıdakı əsas funksiyaları yerinə yetirir: 1) genetik informasiyanın saxlanması; 2) informasiyanın hüceyrədən-hüceyrəyə ötürülməsi (nüvənin və hüceyrənin bölünməsi, çoxalma, irsiyyət və s.). Bu halda informasiyanın ötürülməsi özündə həmin informasiyanı saxlayan mütləq identik DNT-nin sintezi ilə həyata keçirilir; 3) informasiya (həm də mesencer) RNT-nin sintezi vasitəsilə informasiyanın sitoplazmaya verilməsi.

Qeyd etmək lazımdır ki, informasiyanı daşıyan DNT molekulu nəinki təkə nüvədə, həmçinin də xloroplastlarda, mitoxondrilərdə və sitoplazmanın hələlik tam öyrənilməmiş bəzi quruluş elementlərində də vardır. Canlı hüceyrələrdə DNT-dən başqa, informasiya daşıyan başqa bir molekul məlum deyildir. Viruslarda bu funksiyamı RNT molekulu yerinə yetirə bilər. Özünün elektron – optiki xüsusiyyətlərinə görə homogen olan nüvə plazması (nukleoplazma və ya kariolimfa) sitoplazmatik matriksə oxşayır. Lakin ondan sıxlığının böyüklüyünə və daha güclü işıqsındırma qabiliyyətinə görə fərqlənir.

Hüceyrənin nüvəsində, tərkibində DNT olan xromosomlar və RNT olan nüvəcik vardır. Hüceyrə bölünərkən xromosomlar, onlar üçün səciyyəvi olan qalınlaşmış formada («nəqliyyat forması»), interfazada isə «işçi» formasında olur. Nüvədə xromosomlar əsas rəngləyicilərlə rəngləndikdən sonra kifayət qədər formasız, şişmiş xromatin toplusu şəklində nəzərə çarpır. Xromosomların bu vəziyyəti onların «funksional» forması adlanır.

Xromosomların tərkibi ~35% DNT-dən, ~40% histon adlanan zülaldən, ~12% RNT-dən, ~10% ferment və digər zülallardan, az miqdarda lipidlərdən, polisaxaridlərdən, metal ionlarından və s. ibarətdir.

Xromosomların, xromatin və ya funksional formadan, nəqliyyat formasına keçməsi hüceyrə nüvəsinin bölünmə prosesinin əvvəlində başa çatır və xromatidlərin superspirallaşması kimi nəzərdə tutulur.

Müasir məlumatlara görə, xromosomlarda DNT ilə zülallar arasında əlaqə ən kiçik molekullu RNT olan xromosom RNT-si vasitəsilə həyata keçirilir. Nüvəcik yüksək dərəcədə sıxlığa malik olan dairəvi törəmədir. Bu da onun tərkibində suyun az olduğunu göstərir. Nüvənin bölünməsi zamanı nüvəcik həll olur və bölünmə qurtardıqdan sonra yenidən xromosomların müəyyən sahəsində meydana çıxır.

Nüvənin ikiqat membranı öz quruluşuna görə digər membranlardan fərqlənir (şəkil 16).

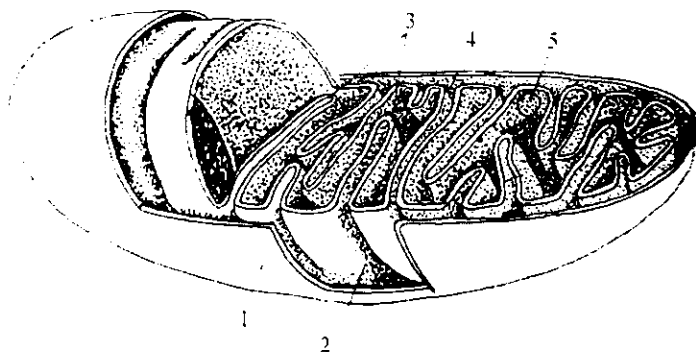
Nüvəcikdə 80%-dən çox zülal və 15%-dək RNT (əsasən ribosom RNT-si) vardır.

Digər tərəfdən, nüvəcikdə çoxlu miqdarda ribosom subvahidi, xüsusilə 60S fraksiyası olduğu halda, bütöv ribosomlar azdır. Nüvəcikdə RNT molekulları onların yalnız sitoplazmaya çıxması ərafəsində toplanır. Bundan başqa, nüvəcik zülalın sintezində və ribosomların əmələ gəlməsində də mühüm rol oynayır. Nüvəcikdə çoxlu miqdarda ribosom zülalı, müxtəlif histonlar və həmçinin də, hüceyrə nüvəsinin digər zülalları sintez olunur.

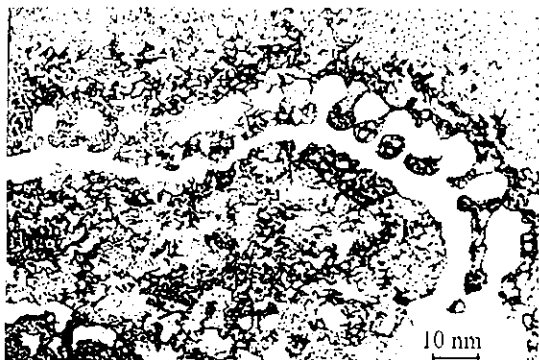
### MİTOXONDRİLƏR

Mitoxondrilər dairəvi və uzunsov formada olur. Hər birinin eni 0,5-1,0mkm, uzunluğu 1-5 mkm arasında dəyişir. Mitoxondrilərin ikiqat membranı vardır: xarici və daxili. Daxili membranın quruluşu və xassələri, xaricinkindən fərqlənir. Belə ki, daxili membran borucuq və ya kristlər şəklində çıxıntılar əmələ gətirir. Daxili membran vasitəsilə hüdudlanan sahəyə mitoxondrinin daxili matriksi deyilir. Xarici və daxili membran arasında, həmçinin də kristlər və borucuqların daxilindəki sahəni isə mitoxondrinin xarici matriksi adlandırırlar. Özünün parametrlərinə görə xarici və daxili membranlar elementar membrana müvafiq gəlir (qalınlığı 7-8 nm).

Mitoxondrinin daxili membranının içəriyə doğru olan hissəsinin səthi sıx şəkildə göbələyəbənzər hissəciklərlə örtülür. Bunlara Qrin hissəciyi və ya oksisomlar deyilir (şəkil 5a, 5b). Bu hissəcikləri bəzi hallarda mitoxondriləri təcrid edərkən yaranan artefakt<sup>1</sup> hesab edirlər.



Şəkil 5a. Mitoxondrinin quruluşu. 1 – xarici membran, 2 – daxili membran, 3- kristlər, 4 – xarici matriks, 5 – daxili matriks.



Şəkil 5b. Göbələkvari hissəciklə örtülmüş krist membranı sahəsinin elektron mikrofotoşəkli

Mitoxondrinin əsas funksiyası, hüceyrənin fəaliyyəti üçün onu enerji ilə təmin etməkdir. Mitoxondrinin daxili membranı ilə bir sıra mühüm bioenergetik reaksiyalar, o cümlədən, ATP-in sintezi, elektronların oksigenə daşınması və s... əlaqədardır.

<sup>1</sup> Artefakt – zədələnməmiş hüceyrələrdə olmayan quruluş və birləşmə.

Lakin ATP-nin sintezinin göbələyəbənzər hissəcikli, elektronların oksigenə verilməsinin isə membranın oturacağı ilə əlaqələndirilməsinə baxmayaraq, hazırda mitoxondrinin daxili membranının quruluşu barəsində ümumqəbul olunmuş hər hansı təsəvvür hələlik yoxdur.

Mitoxondrinin daxili membranı onun xarici membranından ferment sistemlərinə görə də fərqlənir. Xarici membran tək quruluşuna görə yox, funksiyasına əsasən də daxili membrana oxşamır. Belə ki, xarici membran bir sıra maddələr üçün yaxşı keçirici olduğu halda, həmin maddələr daxili membrandan ya heç keçmir, ya da fəal mexanizm vasitəsilə keçir.

Mitoxondrilərin matriksində tənəfüs substratının kimyəvi çevrilməsi baş verir. Lakin bu proseslərdə enerji bilavasitə ayrılır. Bundan başqa, lipidlərin biosintezi də matriksdə həyata keçirilir. İonların matriksdə toplanması ilə əlaqədar olaraq, mitoxondrilər hüceyrələrdə, ümumiyyətlə, ionların daşınmasında fəal iştirak edir.

Hüceyrənin nüvəsindən asılı olmayaraq, mitoxondrilər zülal sintez etməyə qabildir, onların matriksində DNT, RNT və ribosomları olan genetik sistemləri vardır.

Mitoxondrilərin yaşama qabiliyyəti bir neçə gün davam edir, bundan sonra onlar bölünmə və ya tumurcuqlanma yolu ilə çoxalır. Mitoxondrilərin nüvədən, endoplazmatik şəbəkədən, və həmçinin də hüceyrənin digər quruluş elementlərindən əmələ gəlməsi haqqında olan fikirlər inandırıcı deyildir. Beləliklə də, mitoxondrilər eninə bölünərək, əvvəlcə promitoxondriyə, sonra isə yetkin mitoxondrilərə çevrilir. Cinsiyyətli çoxalma zamanı promitoxondrilər yumurta hüceyrəsi vasitəsilə nəslə ötürülür.

### PLASTİDLƏR

Embrional bitki hüceyrələrində proplastidlər olur. Bu törəmələr toxumanın tipindən asılı olaraq, rəngsiz leykoplastlara, karotinoidlərin olması hesabına xromoplastlara və ya xlorofil və karotinoidlərin sayəsində xloroplastlara çevrilə bilər. Plastidlərin ən qədim forması xloroplastlardır. Belə hesab edilir ki, xromoplastlar və leykoplastlar xloroplastlardan əmələ gələn ikinci formalardır.

Mitoxondrilər kimi, xloroplastlar da enerjinin çevrilmə mərkəzidir. Onların da ikiqat membranı vardır (şəkil 6). Xloroplastların daxili quruluşu qahınlaşmış ikiqat membran sistemindən – tilakoidlərdən əmələ gəlir. Mitoxondrilərdə olduğu kimi, xloroplastlarda da