

S.F.QARAYEV,
P.Ş.MƏMMƏDOVA, A.Q.HƏBİBOVA

BİOKİMYANIN ƏSASLARI

Dərslik

Azərbaycan Respublikası Təhsil Nazirliyi
tərəfindən təsdiq edilmişdir.
(926 saylı, 02.10.2002-ci il tarixli əmr)



BAKI-TƏFƏKKÜR-2002

31694

Rəy verənlər:

T.M. Nağıyev,

AMEA-nın həqiqi üzvü, kimya elmləri doktoru, professor

N.M. Quliyev,

AMEA-nın müxbir üzvü, biologiya elmləri doktoru

AMEA-nın müxbir üzvü, kimya elmləri doktoru, professor

S.F.Qarayevin ümumi redaksiyası altında nəşrə hazırlanmışdır.

S. F. Qarayev, P.Ş. Məmmədova, A.Q. Həbibova

Q 21 Biokimyayın əsasları. Dərslik.

B.: "Təfəkkür" NPM, 2002, 360 səh.

«Biokimyayın əsasları» dərsliyi canlı orqanizmlər və onların həyat fəaliyyətinin əsasını təşkil edən kimyəvi proseslərin öyrənilməsinə həsr olunmuşdur.

Elmin prioritet istiqamətlərindən sayılan ekologiya ilə bağlı problemlərin anlaşılması üçün biokimyayın qanunlarının öyrənilməsi zəruridir.

Dərslikdə canlı sistemin əsasını təşkil edən hüceyrənin quruluşunun xüsusiyyətləri və kimyəvi tərkibi, biomolekulların nümayəndələri olan aminturşular, peptidlər, karbohidratlar və lipidlərin bioloji funksiyaları ilə əlaqədar olan xassələri, biokatalizatorlar olan fermentlərin quruluşu və xassələri, canlı sistemlərdə irsi məlumatın ötürücüsü olan nuklein turşuları, orqanizmdə enerji çevrilmələrində ATP-nin xüsusi rolu araşdırılır.

Azərbaycan dilində yazılmış «Biokimyayın əsasları» dərsliyi respublikanın texniki ali məktəblərinin tələbələri, aspirantlar, elmi işçilər üçün nəzərdə tutulmuşdur.

Q 1903010000 – 028
099 – 2002

MÜQƏDDİMƏ

Bioloji kimya (*biokimya*) – canlıların üzvləri və hüceyrələrinin kimyəvi tərkibini və onların həyat fəaliyyətinin əsasını təşkil edən kimyəvi prosesləri öyrənən elmdir. Biologiya və kimyanın sərhəddində yaranmış bu elm, bu gün sürətlə inkişaf edən təbiət elmlərindəndir. Müasir təhsil sistemində biokimyanın rolu böyükdür, heç də təsadüfi deyildir ki, biokimyanın ümumi kursu yalnız tibb və biologiya istiqamətli tədris müəssisələrinin proqramlarına daxil edilməmişdir, bu fənni həm də texniki ali məktəblərdə də öyrənirlər.

Biokimya canlılar haqqında olan bütün elmləri birləşdirir və onun öyrənilməsi biologiyanın hər hansı bir sahəsinin və eləcə də müasir zamanda prioritet istiqamətlərdən sayılan ekologiya ilə bağlı problemlərin başa düşülməsi üçün geniş imkanlar yaradır. Son zamanlar, təbii şəraitdə orqanizmlər arasında münasibətləri öyrənməklə məşğul olan *ekologiya* ilə, bu münasibətləri molekul səviyyəsində tədqiq edən *biokimya* arasında sıx əlaqə yaranmışdır. Belə ki, müasir ekologiya biosferanın həyatı haqqında elm olaraq, təbiətşünaslığın bioloji və qeyri-bioloji elm sahələri – kimya, fizika, riyaziyyat, geokimya, geofizika, fiziologiya, biokimya, biofizika, genetikə, təkamül nəzəriyyəsi və s. ilə əlaqədar bir sıra mühüm məsələlərin öyrənilməsi ilə məşğuldur.

Bir sıra mühüm ekoloji problemlər mövcuddur ki, onların izah olunması və başa düşülməsi üçün biokimyəvi üsulların tətbiq olunması zəruridir. Bununla yanaşı heyvanlarda və bitkilərdə baş verən bir sıra metabolik prosesləri ekoloji yanaşmanın köməyi ilə izah etmək mümkün olmuşdur. Beləliklə, müasir təbiət elmlərinin qarşılıqlı əlaqəsi dövründə, biologiya, kimya və ekologiya yönümlü fənlər arasında *biokimya* bağlayıcı zəncirdir. Ona görə də, respublikamızın ali məktəblərində bu ixtisaslar üzrə mütəxəssislərin hazırlanması üçün müasir biokimyanın əsaslarını əks etdirən dərslər və dərslər vəsaitlərinin olması zəruridir. Hal-hazırda bu sahədə işləyən mütəxəssislər üçün nəzərdə tutulmuş, rus dilində rus müəlliflərinin və xarici müəlliflərin tərcümə olunmuş bir sıra biokimya dərsləkləri vardır. Lakin, Azərbaycan dilində biokimyadan dərslər vəsaitinə böyük ehtiyac qalmaqdadır.

Azərbaycan dilində ilk «Bioloji kimya» dərsliyi 1931-ci ildə H.Səfərov və Ə.Həsənov tərəfindən tərtib edilmişdir. 1936-cı ildə akademik A.V.Palladinin «Fizioloji kimya» adlı kitabı Azərbaycan dilinə tərcümə olunmuşdur. 1958-ci ildə H.Səfərovun «Bioloji kimya» dərsliyi, 1962-ci ildə B.İ.Zbarski, İ.İ.İvanov və S.R.Mardaşevin eyni adlı dərsliyinin tərcüməsi (Ə.S.Həsənovun redaktəsi ilə) nəşr edilmişdir.

1974-cü ildə Azərbaycan dilində Ə.S.Həsənov, N.A.Rzayev, F.Q.İslamzadə, A.M.Əfəndiyevin müəllifliyi ilə «Bioloji kimya» dərsliyi çapdan çıxmışdır. Müəlliflər, bioloji kimya elminin inkişafını və tədris proqramında olan dəyişiklikləri nəzərə alaraq 1989-cu ildə dərsliyin ikinci, yenidən işlənmiş variantını çap etdirmişlər. Dərslük tibb universiteti və ali məktəblərin biologiya fakültəsinin tələbələri üçün nəzərdə tutulmuşdur. Bu dərslükdə həkimlərin təcrübi fəaliyyəti üçün əhəmiyyətli olan məsələlərə xüsusi diqqət yetirilir.

Hazırda demək olar ki, respublikanın əksər ali məktəblərinin dərş proqramlarına ekologiya üzrə fənlər daxil edilmişdir. Bu fənlərə dərindən yiyələnmək üçün bioloji kimyanın əsaslarını bilmək lazımdır. Bioloji qanunların öyrənilməsi və onların izah edilməsi, həyat fəaliyyətinin molekul səviyyəsində baş verdiyini dərk etməyə imkan yaradır.

Oxuculara təqdim olunan bu dərslük «Ekologiya və təbii ehtiyatlardan səmərəli istifadə» proqramına uyğun olaraq tərtib edilmişdir. Bu dərsliyin məqsədi oxuculara bioloji kimya haqqında ümumi məlumatların çatdırılmasıdır, o heç də fundamental tədqiqatların nəticələri deyil, nə də müasir biokimya kursunun bütün spektrlərini əhatə etmir. Bu dərslük, geniş oxucu kütləsi üçün nəzərdə tutulub, xüsusilə də biokimya elmini öyrənməyə başlayan şəxslər üçün ilk dərş vəsaiti rolunu yerinə yetirə bilər. Hazırda Azərbaycan dilində biokimya üzrə dərş vəsaitlərinə zərurət olduğu bir zamanda, dərsliyin nəşri bu ehtiyacın qismən təmin edilməsinə imkan verəcək ki, bu da bioloji kimya fənninin mənimsənilməsinin keyfiyyətinə ciddi təsir göstərəcək.

Bütün deyilənlər «Biokimyanın əsasları» dərsliyinin bu gün üçün nə qədər zəruri olduğunu təsdiq edir.

Kitab, hüceyrənin quruluşu, canlı orqanizmlərin kimyəvi tərkibinə həsr olunmuş fəsillərlə başlanır və biomolekullar, suyun xassələri, mineral maddələr və onların bioloji sistemlərdəki rolunu əks etdirən ümumi məlumatları özündə birləşdirir. Daha sonra zülallar, onların quruluş vahidləri olan amin turşular və peptidlər haqqında ətraflı məlumat verilir. Burada zülalların ayrılması, təmizlənməsi və identifikasiyası üsulları da verilir. Sonrakı fəsillərdə fermentlərin və nuklein turşularının quruluşu, funksiyaları və xassələri haqqında müasir baxışlar təqdim edilir.

Dərslükdə maddələr və enerji mübadiləsi haqqında ümumi anlayışlara da yer ayrılmışdır.

Sonra karbohidratların və lipidlərin quruluşu, funksiyaları, kimyası və mübadiləsi haqqında məlumat verilir. Canlı orqanizmlərin hüceyrələrində gedən mübadilə prosesləri və onların tənzimlənməsi arasındakı qarşılıqlı əlaqəyə də lazımi diqqət yetirilmişdir.

Kitabda vitaminlər və hormonların quruluşu və bioloji funksiyalarına da yer verilir.

Dərsliyə şəkillər, sxemlər və cədvəllər də daxil edilmişdir ki, bunların bir qismi müəlliflər tərəfindən işlənmiş, bir qismi isə digər mənbələrdən götürülmüşdür. Bəzi sxemlər və şəkillər ədəbiyyatdan götürülərək yenidən işlənmiş və sadələşdirilmişdir.

Kitabın sonunda biokimyada qəbul olunmuş işarələrin, fiziki-kimyəvi vahidlərin və istifadə olunmuş ədəbiyyatın siyahısı verilmişdir.

Müəlliflər bu dərsliyin məzmununa aid olan tənqidi iradlar, faydalı məsləhətlər və arzulara görə oxuculara öz təşəkkürlərini bildirirlər.

GİRİŞ

Bioloji kimya (*biokimya*) – canlı orqanizmlərdəki maddələrin kimyəvi tərkibini və xassələrini, onların çevrilmələrini və həm də orqanizmlərin həyat fəaliyyətinin əsasını təşkil edən kimyəvi prosesləri və maddələr mübadiləsini öyrənən elmdir.

Biokimyanın insan cəmiyyəti üçün bir elm kimi əhəmiyyəti onunla müəyyən olunur ki, o, təbabət, kənd təsərrüfatı, biotexnologiya, gen mühəndisliyi və bir sıra sənaye sahələrinin nəzəri əsaslarından biridir.

Biokimyanı, adətən, – statik, dinamik və funksional biokimyaya bölürlər.

Statik biokimyanın qarşısında qoyulan məsələ – canlı orqanizmlərdəki maddələrin kimyəvi tərkibini və xassələrini öyrənməkdir.

Həyat fəaliyyəti prosesindəki maddələr mübadiləsinin və bununla əlaqədar orqanizmdə yaranan məhsulların kimyəvi tərkibinin öyrənilməsi – *dinamik* biokimyanın qarşısında duran məsələdir.

Biokimya, orqanizmin toxumalarının tərkib hissələri olan müxtəlif üzvi maddələrin sintezini təmin edən kimyəvi reaksiyalardan (*assimilyasiya*) və həm də potensial enerjiləri orqanizm tərəfindən istifadə olunan və üzvi maddələrin parçalanmasına gətirib çıxaran reaksiyalardan (*dissimilyasiya*) ibarət olan maddələr mübadiləsi proseslərini öyrənir. Assimilyasiya və dissimilyasiya prosesləri bir-birilə qarşılıqlı əlaqəlidir. Bu proseslər birlikdə orqanizm və ətraf mühit arasında maddələr mübadiləsini təşkil edir ki, bu da həyat fəaliyyətinin ən xarakterik xüsusiyyətidir.

Funksional biokimyanın məqsədi, bütövlükdə orqan və orqanizmlərin funksiyalarının aşkar olunmasının əsasını təşkil edən maddələrin çevrilmələrinin kimyəvi qanunauyğunluqlarını öyrənməkdir. Qeyd etmək lazımdır ki, bu bölünmələr şərtidir. Statik, dinamik və funksional biokimyalar bir-birilə sıx əlaqəlidir. Müşahidə obyektindən asılı olaraq insanların və heyvanların biokimyasını, bitkilərin biokimyasını, mikroorqanizmlərin biokimyasını bir-birindən fərqləndirirlər. Bunlar bir-biri ilə sıx bağlı olsalar da, hər birinin spesifik xüsusiyyətləri vardır.

Tədqiqatların istiqamətinə görə biokimya bölmələrə ayrılır:

Texniki biokimya – bioloji mənşəli xammal və materialların emalı ilə məşğul olan sənaye sahələrinin (çörək bişirmə, pendir hazırlama, şorabçılıq) biokimyəvi əsaslarını işləyib hazırlayır;

Tibbi biokimya – insan orqanizmində gedən normal və patoloji biokimyəvi prosesləri öyrənir:

Təkamül biokimyası – müxtəlif canlı orqanizmlərin tərkibi, maddə və enerji çevrilmələrinin yollarını təkamül nöqteyi-nəzərindən müqayisəli surətdə öyrənir;

Kvant biokimyası – canlı orqanizmlərin müxtəlif maddələrinin xassələrini, funksiyalarını və çevrilmə yollarını, onların kvant-mexaniki hesablamalar yolu ilə alınmış elektron xarakteristikaları ilə əlaqəli surətdə tədqiq edir;

Enzimologiya – bioloji katalizatorlar olan sistemlərin (fermentlərin) quruluşu, xassələri və təsir mexanizmini öyrənir.

Bütün digər elmlərə nisbətən o, *fiziologiya* ilə sıx bağlıdır. Funksional biokimya fiziologiya ilə biokimya elmlərini bir-birinə yaxınlaşdırır. Biokimyanın əsas məsələlərindən biri – bu və ya digər orqanın funksiyası ilə bilavasitə bağlı olan kimyəvi proseslərin xüsusiyyətlərini aşkar etməkdir.

Biokimyəvi proseslərin gedişinə orqanizmin fizioloji funksiyalarının, birinci növbədə sinir sisteminin vəziyyəti həlledici təsir göstərir. Hər hansı bir fizioloji prosesin təbiətini düzgün müəyyən etmək üçün baş verən biokimyəvi reaksiyaları bilmək lazımdır. Təəccüblü deyildir ki, XIX əsrin ikinci yarısına qədər biokimya müstəqil elm deyil, fiziologiyaya bir hissəsi idi. Tədricən bioloji biliklərin artması ilə əlaqədar olaraq, biokimya fiziologiyanın aparıcı bölmələrindən birinə, sonralar isə müstəqil elm sahəsinə çevrildi.

Canlı orqanizmlərin kimyəvi tərkiblərinin öyrənilməsi, toxumalardan fərdi maddələrin ayrılması, onların tərkiblərinin və quruluşlarının müəyyən edilməsi, bu maddələrin sintez edilməsinin mümkünlüyü – biokimya elmini *üzvi kimya* elmi ilə yaxınlaşdırır.

Bununla yanaşı, biokimya üzvi birləşmələrin canlı orqanizmin maddələr mübadiləsinin ümumi sistemində çevrilmələrinin öyrənilməsini, onların həyat fəaliyyətindəki rolunun müəyyən olunmasını öyrənir.

Biokimyanın *fiziki kimya* ilə əlaqələri ildən ilə artır. Həyati proseslərin gedişatı üçün biokimyəvi reaksiyaların sürəti, onların temperaturdan, mühitin aktiv reaksiyasından və osmatik hadisələrdən asılılığı böyük əhəmiyyət kəsb edir. Bütün bu məsələlər eyni zamanda həm biokimya, həm də fiziki kimyanın bilik sahəsinə aiddir. Son zamanlar biokimyəvi tədqiqatlar zamanı fiziki-kimyəvi və fiziki metodlardan olan xromatoqrafiyadan, elektroforezdən, rentgen-struktur analizindən, spektroskopiyadan, elektron-paramaqnit rezonansından (EPR), nüvə-maqnit rezonansından (NMR), nişanlanmış atomlar metodundan və s. geniş istifadə edilir. Beləliklə, fiziki-kimyəvi biologiya adlı yeni elmi istiqamət formalaşmışdır.

Riyaziyyatın da biokimya elminin inkişafında xidmətləri böyükdür. Belə ki, son zamanlar biokimyada riyazi modellərin tətbiqi, müasir

biokimyəvi tədqiqatlarda EHM-dən istifadə olunması, riyaziyyat elminin biokimyaya geniş tətbiqini təsdiq edən amillərdir.

Biokimyəvi biliklərin tarixi və biokimyayın bir elm kimi inkişafını dörd dövrə bölmək olar:

1-ci dövr - qədim dövrlərdən İntibah dövrünə qədər (XV əsr). Bu dövrdə insanlar biokimyəvi proseslərin nəzəri əsaslarını bilmədən təcrübədə onlardan istifadə edirdilər: çörək bişirmə, süd məhsullarının hazırlanması, şərabçılıq və s. Xəstəliklərin müalicəsi üçün müxtəlif otlardan istifadə etməklə bitkilərin müalicəvi əhəmiyyəti öyrənilirdi.

2-ci dövr - İntibah dövründən XIX əsrin ortalarına qədərki dövrü əhatə edir. Bu dövr biokimyəvi biliklərin çoxalması ilə xarakterizə olunur. Bu dövrdə biokimyəvi fiziologiya elminin bir bölməsi kimi fəaliyyət göstərirdi. Orta əsrlərdə əlkimyaçılar tədricən nisbətən mürəkkəb təbii üzvi birləşmələrin tərkibləri haqda məlumatlar toplamağa başladılar. XVI-XVII əsrlərdə əlkimyaçıların əldə etdiyi biliklər *yatrokimyaçılıqların* (*iatros*-yunanca-həkim, təbib) əsərlərində öz əkslərini tapdı. Bu istiqamətin tərəfdarlarının fikrincə insanın həyat fəaliyyətini, onun xəstələnməsinin səbəblərini yalnız kimyəvi nöqtəyi-nəzərdən izah etmək olar və bunların müalicəsi də yalnız kimyəvi maddələrin tətbiqi ilə aparılmalıdır. İlk anlarda sintez üsullarının işlənilməsi zamanı və əsasən karbon tərkibli birləşmələri sintez edərkən alimlər çətinliklərlə rastlaşırdılar. Qarşıya çıxan çətinliklərin səbəblərini, alimlər birləşmələrin canlı orqanizmlərdə xüsusi yollarla «həyatı qüvvələrin» köməyiylə əmələ gəlməsi ilə izah edirdilər. Üzvi birləşmələrin sintezi haqda bu cür vitalistik nəzəriyyə o zamankı elmdə möhkəm kök salmışdı. 1828-ci ildə Berzeliusun tələbəsi Völer qeyri-üzvi birləşmədən insanların, məməlilərin, amfibiyaların və balıqların sidiklə xaric etdikləri sidik cövhərini almaqla bu nəzəriyyəni alt-üst etdi.

M.V.Lomonosov «Maddə kütləsinin saxlanması» qanununun kəşfi ilə təbiətsünaslıqda yeni istiqamətin, təbiət hadisələrinin və təbiətin anlaşılmasının bünövrəsini qoydu. Bu qanun kimya, biologiya və digər elmlər üçün yeni dövrün – maddə miqdarının dəqiq ölçülməsi dövrünün başlanğıcı oldu. M.V.Lomonosovun kəşf etdiyi maddə kütləsinin saxlanması qanununa əsaslanaraq və o vaxta qədər əldə olunmuş nailiyyətlərdən istifadə edərək XVIII əsrin sonunda fransız alimi Lavuazye tənəffüs prosesini kəmiyyətcə tədqiq etməklə onun mahiyyətini və bu prosesdə oksigenin rolunu izah etdi.

1861-ci ildə böyük rus alimi A.M.Butlerov üzvi birləşmələrin quruluş nəzəriyyəsini kəşf etməklə üzvi kimyanın və bioloji kimyanın inkişafına böyük təkan verdi. Butlerov ilk dəfə olaraq laboratoriya

şəraitində şəkəri sintez edərək bioloji kimya elminə daha bir layiqli töhfəsini verdi.

XIX əsrin 50-ci illərində məşhur fransız fizioloqu K.Berner qaraci-yərdən qlikogeni ayıraraq onun qanda qlükozaya çevrilməsini sübut etdi. 1868-ci ildə F.Mişer, alman fizioloqu və biokimyəçisi Qoppe-Zeyler DNT-ni kəşf etdilər. Lakin, bu kəşf öz layiqli qiymətini yalnız 100 ildən sonra ala bildi.

Biokimya elminin *3-cü dövrü* XIX əsrin ikinci yarısına təsadüf edir ki, bu dövrdə biokimya müstəqil bir elm kimi fiziologiyadan ayrılır və bu da biokimyəvi tədqiqatların sayı və dərinliyinin artması ilə əlaqədardır. İnsanın gündəlik tələbatında istifadə olunan, əvvəllər canlı orqanizmlərdən alınan bir çox maddələr bu dövrdə artıq təkcə laboratoriyalarda yox, sənaye üsulu ilə də istehsal olunmağa başladı.

Məşhur biokimyəçi alim A.Y.Danilevskinin tədqiqatları bu dövrə aid edilə bilər. Zülalların quruluşunu tədqiq edərək o, bir sıra nəzəriyyələrin əsasını qoymuşdur ki, bunlar da sonradan zülalların quruluşunun polipeptid nəzəriyyəsinin əsasını təşkil etmişdir. O, zülal tipli maddələrin fermentativ sintezini həyata keçirmişdir. Fermentlərin adsorbsiya və desorbsiya yolu ilə parçalanması və təmizlənməsinin orijinal metodunu kəşf etmişdir.

XIX əsrin sonunda və XX əsrin əvvəllərində alman üzvi kimyaçısı və biokimyəçisi E.Fişer biokimya elminin inkişafına böyük təkan vermişdir. O, əsası A.Y.Danilevski tərəfindən qoyulmuş zülalların polipeptid nəzəriyyəsinin inkişaf etdirmişdir. Fişer zülallara daxil olan, demək olar ki, bütün amin turşularının quruluşunu verərək onların xassələrini tədqiq etmişdir.

XX əsrin 40-cı və 50-ci illərində biokimyəvi tədqiqatlarda fiziki, fiziki-kimyəvi və riyazi metodlardan geniş istifadə olunmuş, həyati proseslər (zülalların sintezi) molekul səviyyəsində öyrənilmişdir.

D.Uotson və F.Krik DNT-nin quruluşunun ikiqat spirali haqqında məqalələri ilə yeni elmi istiqamətin – molekulyar biokimyanın əsasını qoydular ki, bu da biokimyanın inkişafının *4-cü dövrü* adlana bilər.

Müasir zamanda biokimya elmi qarşısında insan cəmiyyəti üçün çox vacib olan mühüm problemlərin – «əsrin bəlası» olan xərçəng xəstəliyinin baş verməsi səbəblərinin öyrənilməsi, onun qarşısının alınması və müalicəsi üçün effektiv yolların tapılması, ürək-damar xəstəliklərinin profilaktikası və müalicəsi, insan ömrünün uzadılması və s. kimi məsələlərin həlli durur.

Fundamental biokimyəvi tədqiqatlar bu problemlərin həllinin əsasını təşkil edir.

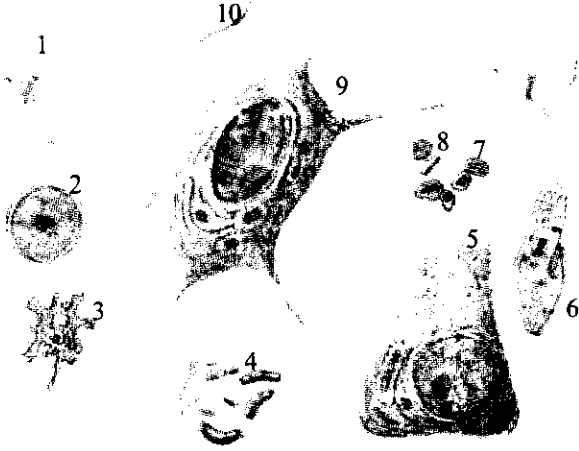
İFƏSİL

HÜCEYRƏ

1.1. Hüceyrənin quruluşunun xüsusiyyətləri

Hüceyrə canlıların ən kiçik quruluş və funksional vahididir. O, canlı sistemlərin bütün xüsusiyyətlərinə malikdir: maddələr və enerji mübadiləsini həyata keçirir, böyüyür, çoxalır və öz əlamətlərini irsi olaraq keçirmək qabiliyyətinə malikdir, xarici siqnallara (qıcıqlandırıcılara) reaksiya verir və hərəkət edə bilər.

Hüceyrənin inkişafı, quruluşu və funksiyaları ilə məşğul olan elm *sitologiya* adlanır (yunanca «*sitos*» - hüceyrə, «*logos*» - elm deməkdir). Bütün canlı orqanizmlər hüceyrələrdən təşkil olunub. *Birhüceyrəli* orqanizmlər bakteriyalar, bəsitlər, yosunlar, göbələklər bir hüceyrədən ibarətdirlər. Bir neçə min hüceyrələrdən ibarət *çoxhüceyrəli* bitkilərin və heyvanların əksəriyyəti aiddir. Mikroskopik ölçüdə olan hüceyrə orqanizmdə nəhəng laboratoriyanın yerinə yetirə biləcəyi mürəkkəb də-



Şəkil 1.1. Birhüceyrəli və çoxhüceyrəli orqanizm hüceyrələrinin müxtəlif formaları: 1 - neyron (əşəb hüceyrəsi); 2 - qurbağa kürüsü (yumurta hüceyrəsi); 3 - amöb; 4 - bakteriyalar (koklar, bağırsağ çöpləri); 5 - mədəaltı vəzinin hüceyrəsi; 6 - infuzor-tərlik; 7 - insan leykositləri; 8 - insan eritrositləri; 9 - osteosit (sümük hüceyrəsi); 10 - əzələ hüceyrəsi

yişikliklər etməyə qadirdir. Hüceyrədə qeyri-adi sürətlə minlərlə kimyəvi reaksiyalar baş verir ki, bunlar da yüzlərlə və minlərlə fermentlərlə idarə olunur.

Hüceyrələrin ölçüləri kimi formaları da müxtəlifdir. Onlar kürəvari, prizmatik və s. formalarda olur. Hüceyrələrin formaları onların orqanizmdə yerinə yetirdiyi funksiyalardan və həyat fəaliyyətinin şəraitindən asılıdır (şək. 1.1.). Sərbəst hüceyrə (qanın hüceyrəsi) nisbətən dairəvi formaya malikdir; impulsları ötürmək funksiyasını yerinə yetirən hüceyrələr düzgün olmayan ulduzvari formaya malik olurlar; insanın bədəninin və ya orqanlarının hərəkətini təmin edən hüceyrələr uzununa dartılmış formaya malikdirlər.

İşıq-optiki və elektron mikroskopları vasitəsilə müxtəlif bir və çox-hüceyrəli orqanizmlərin tədqiqi göstərmişdir ki, hüceyrələr öz quruluşlarına görə iki qrupa bölünürlər. Bir qrupu – bakteriyalar və göy-yaşıl yosunlar təşkil edirlər. Bu orqanizmlər nisbətən sadə hüceyrə quruluşuna malik olurlar. Bunları *prokariot* (nüvəsiz) adlandırırlar, çünki onlarda formalaşmış nüvə (yunanca «karyon»-nüvə) və həm də *orqanella* və ya orqanoid adlanan bir çox quruluşlar yoxdur. Digər qrupa bütün yerdə qalan orqanizmlər, birhüceyrəli göy-yaşıl yosunlardan və ibtidailərdən başlamış ali çiçəkli bitkilər, məməlilər, o cümlədən insan aiddir. Onların hüceyrələri mürəkkəb olub nüvəli *eukariot* adlanırlar. Bu hüceyrələr nüvəyə və spesifik funksiyaları yerinə yetirən orqanellalara malik olurlar.

Həyatın xüsusi, hüceyrəsiz formasını viruslar təşkil edir ki, bunun da öyrənilməsi ilə *virusologiya* məşğul olur.

Prokariot hüceyrələr – bir hüceyrə membranına malik olan xırda və sadə quruluşlu hüceyrələrdir. Onların orta ölçüsü 5 mkm-a yaxındır. Onlarda, adətən, membran quruluşuna malik orqanellalar yoxdur, məs., mitoxondriyə və endoplazmatik tordakı kimi. Hüceyrə nüvəsinin əvəzinə onun ekvivalenti (nukleoid) olur ki, bu da sıx spiral şəklində burulmuş yeganə bir DNT molekulundan ibarətdir. Bundan başqa bakteriyalar eukariotların nüvə xarici DNT-lərinə oxşar xırda plazmid formalı DNT-lərdən ibarət ola bilər.

Fotosintez qabiliyyətinə malik olan prokariot hüceyrələrdə (göy-yaşıl yosunlar, yaşıl və al-qırmızı bakteriyalar) membranların müxtəlif iri qabarıqları *-tilakoidlər* vardır. Bunlar öz funksiyalarına görə eukariotların plastidlərinə uyğundurlar. Bu tilakoidlər funksional cəhətdən mitoxondriyələri əvəz edirlər.

Prokariotlar yer üzündə maddə və enerjinin bioloji çevrilmələrində mühüm rol oynayırlar. Fotosintez edici bakteriyalar günəş enerjisini udaraq onu karbohidratların və hüceyrələrin digər komponentlərinin sintezi üçün istifadə edirlər ki, bunlar da öz növbəsində digər orqanizmlər üçün qida

kimi istifadə edilir. Bəzi bakteriyalar atmosfərdən molekulyar azotu (N_2) fiksə edərək bioloji faydalı azottərkibli birləşmələr əmələ gətirirlər.

İnsan üçün bakteriyaların böyük əhəmiyyəti vardır. Kənd təsərrüfatının və sənayenin bir çox sahələri (qida məhsullarının, dərman preparatlarının istehsalı və s.) bakteriyaların fəaliyyəti ilə sıx əlaqədardır. Bakteriyalar biokimya sahəsində tədqiqatlar üçün mühüm əhəmiyyətə malikdirlər, çünki quruluşlarına görə sadədirlər. Onlar hüceyrənin iki yerə bölünməsilə çoxalır ki, bu da onların böyük miqdarda, tez və asanlıqla artmasına imkan yaradır.

Çox güman ki, prokariotlar bioloji evolyusiyaya prosesində eukariotlardan əvvəl əmələ gəlmişlər.

Eukariot hüceyrələr *prokariotlara* nisbətən daha iri və mürəkkəbdirlər. Eukariot hüceyrələrin orta ölçüsü 13 mkm-ə yaxındır (amma, daha böyük fərqlənmələr də ola bilər). Onların həcmələri prokariot hüceyrələrin həcmindən 1000–10000 dəfə böyük olur. Hüceyrə, daxili membranlarla müxtəlif *kompartimentlərə* ayrılmışdır. Orqanellaların (plastlar) üç növü: hüceyrə nüvəsi, mitoxondriyə və plastidlər (sonuncular yalnız bitkilərdə olur) yerdə qalan protoplazmadan (sitoplazmadan) dəqiq şəkildə iki membrandan ibarət qışa ilə ayrılmışdır. Plastidlər başlıca olaraq fotosintezə, mitoxondriyə isə enerjinin hasil edilməsinə xidmət edirlər. Bütün plastlar genetik məlumat daşıyıcısı olan DNT-yə malikdirlər.

Sitoplazma müxtəlif orqanellalardan ibarətdir ki, bunların əksəriyyəti yalnız elektron mikroskopla görünür, o cümlədən plastidlərdə və mitoxondriyələrdə olan ribosomlar da. Bütün orqanellalar *matriksdə* yerləşirlər (bu sitoplazmanın hətta elektron mikroskopla belə homogen görünən hissəsidir).

Eukariotik hüceyrələrdə nüvə materialı bir neçə xromosom (hərdən onların sayı daha çox olur) arasında bölüşdürülür ki, bunlar hüceyrə bölünməsi zamanı müxtəlif xarakterik dəyişikliklərə və qruplaşmalara məruz qalırlar. Bundan başqa eukariotik hüceyrələrdə *Holci aparatı* və endoplazmatik şəbəkə vardır.

Eukariotlarda bir çox metabolik reaksiyalar bir-birindən izole olunmuş şəkildə müxtəlif quruluş bölmələrində baş verirlər.

Eukariotik hüceyrələrin üç əsas forması mövcuddur: bitki hüceyrələri, göbələk hüceyrələri və heyvan hüceyrələri.

Ölçülərinin, formalarının, müəyyən funksiyaları yerinə yetirməkdə spesifikliyinə baxmayaraq bütün hüceyrələr üçün ümumi təşkilat prinsipi və ümumi quruluş planı vardır. Hüceyrənin əsas hissələri – qılaf, sitoplazma və nüvədir.

Hüceyrə *qılafı* bilavasitə xarici mühitlə və qonşu hüceyrələrlə (çoxhüceyrəli orqanizmlərdə) qarşılıqlı təsirdə olub, mürəkkəb quruluşa

malikdir. O, xarici qatdan və onun altında olan plazmatik membrandan ibarətdir. Heyvan və bitki hüceyrələri xarici qatın quruluşuna görə fərqlənirlər. Bitkilərdə və bakteriyalarda hüceyrənin səthində qalın qılaf və ya hüceyrə divarı olur ki, bu da qısa peptid zəncirlərlə köndələn şəkildə tikilmiş polisaxarid zəncirlərindən ibarətdir. Bunların araları liposaxaridlərlə dolu olur. Hüceyrə divarı bakterial hüceyrələri hipotonik mühitdə şişməkdən qoruyur. Hüceyrə divarında xırda molekulların keçə biləcəyi məsamələr vardır.

Heyvan hüceyrələrinin xarici qatının səthi bitkilərin hüceyrə divarından fərqli olaraq çox nazik və elastikdir. O, turş mukopolisaxaridlərdən, qlikolipidlərdən və qlikoproteidlərdən ibarətdir. Heyvan hüceyrələrinin xarici səthi *qlikokaliks* adı almışdır. Qlikokaliks ilk növbədə hüceyrələrin xarici mühitlə bilavasitə əlaqəsini təmin edir. Bitkilərin hüceyrə divarı kimi qlikokaliks də hüceyrələrin həyat fəaliyyətinin nəticəsində yaranır. Hüceyrə qılafının adgeziya xüsusiyyəti olduqca spesifikdir və hüceyrələrin bir-birini tanımasında mühüm rol oynayır və bununla da toxumaların hüceyrələrdən yaranmasını təmin edir.

Eukariotik hüceyrələrin müxtəlif komponentlərinin quruluşlarını və funksiyalarını nəzərdən keçirək.

Sitoplazma hüceyrənin canlı tərkibinə deyilir ki, bu da özlülü elastik tiksotrop gəldir. Məlumdur ki, tiksotrop mayelər dəyişkən özlülüyə malik olurlar. Tiksotrop gəllərdə özlülük həlməşik halına qədər artaraq sabit vəziyyətə çata bilər. Tiksotrop gəllər çalxalandıqda durulaşırlar (zolya vəziyyəti), sakit vəziyyətdə isə bərk halda (gel vəziyyəti) olurlar.

Sitoplazmada zolya vəziyyətinin gel vəziyyətinə və əksinə çevrilməklə gedən lokal prosesləri pH-ın və ya ion qatılığının dəyişməsi nəticəsində və eləcə də metabolik proseslər sayəsində baş verə bilər.

Özlü-elastiklik və tiksotropluq xassələri yalnız molekullar bütöv tor əmələ gətirdikdə mümkündür və bu parçalana və ya yenidən əmələ gələ bilər. Molekulyar torun parçalanması maye xassələrinin əmələ gəlməsinə səbəb olur. Onun bərpası isə bərk maddələrə xas olan xassələrin yaranmasına səbəb olur. Sitoplazmada tor yaratmaq qabiliyyətinə malik elementlər kimi *aktinin* zülalından olan sapvari *mikrofilamentlər* xidmət edirlər ki, bunlar çox güman ki, hər hansı bir digər zülal vasitəsilə tutulub saxlanılırlar. Bu zülalın molekullarının ayrılması nəticəsində tor parçalanır (zolya halı).

Sitoplazma bir çox kimyəvi reaksiyaların baş verdiyi yerdir, hüceyrənin həyat fəaliyyətinin təmin olunması meydanıdır. Hüceyrənin sitoplazması eynicinsli deyildir. Onda sitoplazmatik membran, orqanellalar (orqanoidlər) və s. əlavələr vardır.

Sitoplazmanın matriksi özlüyündə mikrofilamentlər arasında homogen substansiyanı təşkil edir. O, sudan və bir çox həll olmuş qeyri-üzvi və üzvi maddələrdən (fermentlər və digər zülallar) ibarətdir. Sitoplazmanın matriksi bir çox aralıq mübadilə maddələrinin diffuziya etməsi üçün mühit rolunu oynayır, və həm də elə bir yerdir ki, burada mühüm metabolik proseslər, məs., qlikoliz və pentozofosfat tsikli baş verir.

Sitozol – ultrasentrifuqalaşma zamanı çökdürülməyən fraksiyadır ki, sitoplazmanın matriksindən və mikrofilamentlər kimi çox yüngül quruluşlardan ibarətdir. Hüceyrədə matriks zolya deyil, özlü-elastik tiksotrop gəldir.

Sitoplazmatik membran. Qlikokaliksin və hüceyrə divarının altında sitoplazmatik membran (latınca-«*membran*»-dərəcik, örtük) yerləşir. O, hüceyrə və xarici mühit arasında maddələr mübadiləsini tənzimləyir, daxili mühitin sabitliyini təmin edir. Membran hüceyrəyə bu anda faydasız maddələrin daxil olmasına imkan vermir, hüceyrəyə lazım olan maddələrin daxil olması üçün geniş yol açır. Bu xüsusiyyət bitki hüceyrələrinə də məxsusdur, belə ki, hüceyrə divarı bir qayda olaraq keçiricilik qabiliyyətinə malikdir. Membran yarımkeçirici arakəsmə rolunu oynayır ki, bundan asanlıqla bir çox elektrolit keçə bilər. Membran 45%-ə yaxın lipidlərdən və 55%-ə yaxın zülallardan ibarətdir: lipidlər və zülallar çox güman ki, lay-lay yerləşiblər. Onda mühüm fermentlər və Na^+ və K^+ ionlarının aktiv keçirici sistemləri yerləşmişlər.

Xarici mühitlə təmas səthinin artırılması və mübadilə prosesinin sürətləndirilməsi üçün sitoplazmatik membranın səthində qırıqlar, narın tüklər ola bilər.

Orqanellalar və ya orqanoidlər (orqana bənzər törəmələr) – bunlar hüceyrədə daim əmələ gələn törəmələrdir ki, bunlardan hər biri müəyyən quruluşa malikdir və spesifik funksiyaları yerinə yetirir. Orqanoidlər ümumi və xüsusi əhəmiyyətli olurlar. *Ümumi əhəmiyyətli orqanoidlərə:* endoplazmatik şəbəkə, ribosomlar, mitoxondrilər, lizosomlar, Holci aparatı, hüceyrə mərkəzi – sentrozoma aiddir.

Endoplazmatik şəbəkə – daxili borucuqlardan, sistemlərdən, kanallardan ibarət bir sistemdir ki, bunlar mürəkkəb üçölçülü şəbəkə yaradır və aralarındakı boşluq eynicinsli maye ilə dolu olur. Hüceyrənin hər növünün müəyyən arxitekturaya malik şəbəkəsi var. Bunların iki tipi məlumdur: dənəvər və hamar. Kanalların membranlarının üzərində və dənəvər torun boşluqlarında çoxlu miqdarda xırda yumru cisimciklər – *ribosomlar* yerləşirlər. Hamar endoplazmatik şəbəkənin membranları öz səthində ribosom daşıyırlar.

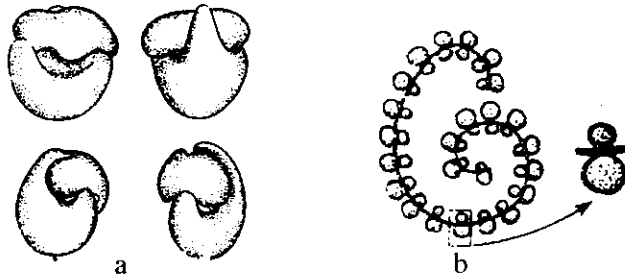
Endoplazmatik şəbəkə bir sıra müxtəlif funksiyaları yerinə yetirir. Endoplazmatik dənəvər şəbəkənin əsas funksiyası – onun ribosomlarda həyata keçirilən zülal sintezində iştirakıdır.

Hamar endoplazmatik şəbəkənin membranlarında lipidlərin və karbohidratların sintezi baş verir. Endoplazmatik şəbəkə hüceyrənin əsas orqanoidlərini öz aralarında birləşdirir.

Ribosomlar – hüceyrənin, adətən, dən formasında olan ən xırda ölçülü orqanoidləridir. Onlar endoplazmatik şəbəkənin divarının üst səthində, nüvənin qılfının üstündə və sərbəst şəkildə, ayrıca toplanmış halda olurlar.

Ribosomların tərkibinə zülallar və RNT daxildir. Ribosomlar zülalın biosintezini həyata keçirirlər və beləliklə, genetik məlumatı realizə edirlər. Özü də hər bir hüceyrədə yalnız ona məxsus zülal sintez olunur (məs., əzələ liflərində – əzələ zülalları).

Onların zülalı sintez etmə qabiliyyəti çox böyükdür. Bir saat ərzində onlar öz çəkirlərindən artıq zülal sintez edirlər. Ribosomlar biri-birinə oxşamayan iki subhissəcikdən (kiçik və böyük) ibarətdirlər (şək. 1.2.).



Şəkil 1.2. Ribosomlar
a) ribosomun dörd tərəfdən görünüşü;
b) poliribosomun və ribosomun sxemi

Onlar ayrı-ayrılıqda əmələ gəlirlər və subhissəciklər arasında yerləşmiş kanaldan keçən və zülalın biosintezini üçün məlumat daşıyan mRNT-də birləşirlər. Bu zaman bir neçə ribosom sapvarı mRNT molekulu ilə bağlanaraq muncuq sapına bənzər *polisom* (poliribosom) əmələ gətirir. Ribosomlar maqnezium ilə zəngindir.

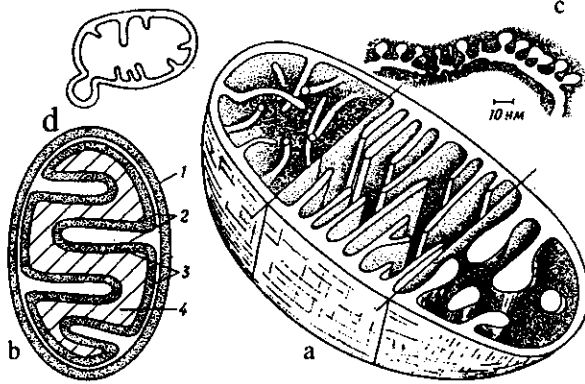
Mitoxondrilər və plastidlər. Mitoxondrilər və plastidlər eukariotik hüceyrələrin orqanellaları olub, funksiyaları, morfoloqiyası və çox güman ki, mənşələrinə görə də oxşardılar. Onlar güclü inkişaf etmiş daxili

membran sisteminə malikdirlər ki, bu da onların qılaflarından əmələ gəlir və enerjinin intensiv çevrilməsi üçündür.

Mitoxondrilər. Heyvan və bitki hüceyrəsi sitoplazmasının əksəriyyətində kiçik cisimciklər – mitoxondrilər (yunanca «*mitos*»-tel, «*xondrion*»-dən, dənəvər) vardır. Hüceyrədə 150-1500, iri ibtidailərdə isə 500000-ə qədər mitoxondri olur. Onlar enerjini oksidləşmə yolu ilə deyil, qıcırma ilə qəbul edən parazit ibtidailərdə və bəzi xüsusiləşmiş hüceyrələrdə – məs., məməlilərin yetişmiş eritrositlərində olurlar.

Prokariotlarda oksidləşmə nəticəsində enerjinin xaric olması plazmatik membranda və onun qabarcıqlarında və ya tilakoidlərdə baş verir.

İşıq mikroskopunda baxılmış mitoxondrilər çubuq, dən, sap şəkillidirlər. Onların qılaflı xarici və daxili membranlardan ibarətdir. Onların arasında *perimitoxondrial boşluq*, daxilində isə *matriks* vardır (şək. 1.3.).



Şəkil 1.3. Mitoxondrilər: a -mitoxondrilərin daxili quruluşlarının üç müxtəlif tipləri: soldan – tubulyar; ortada – kristlər; sağda –sakkulyar. b-mitoxondrilərin kompartmentlərə ayrılması: 1-xarici membran; 2-perimitoxondrial (membranlar arası) boşluq; 3-daxili membran; 4-matriks; c-krist membranları, onlara birləşmiş ATPaza ilə birlikdə (elektron mikrofotografiyasına əsasən). d - hüceyrədə tumurcuqlama yolu ilə promitoxondrilərin əmələ gəlməsi

Xarici membran hamardır, o heç bir qırıq əmələ gətirmir və çıxıntısı yoxdur. O, qeyri-üzvi ionlar və nisbətən iri molekullar üçün, o cümlədən aminturşular, ATP, saxaroza, tənəffüsün aralıq məhsulları üçün keçiricidir.

Daxili membran isə, əksinə, mitoxondrinin daxil boşluğuna yönəlmiş çoxlu miqdarda qırıqlar əmələ gətirir. Əksər hallarda bunlar yarpaqvarı «*krist*»lərdir (latınca «*krista*»-pipik, çıxıntı), borucuqlar, bitkilərdə isə çox vaxt cibvari torbalardır.

Kristləri olan daxili membran zülalla zəngindir (lipidlər 25%, zülallar 75% təşkil edir).

Daxili membranın keçiriciliyi çox kiçikdir, ondan kiçik molekullar (mol. kütləsi 100-dən az) diffuziya oluna bilər. Buna görə də onun daxilində bəzi maddələrin – qlükoza, tənəffüs proseslərinin aralıq məhsulları (piruvat, limon turşusu tsiklinin metabolitləri), aminturşular, ATP, ADP, fosfat, Ca^{2+} -un aktiv daşınması üçün nəqliyici zülallar vardır.

Mitoxondriləri hüceyrələrin «güc stansiyaları» adlandırırlar, çünki onların əsas funksiyaları-adenozintrifosfatın (ATP) sintezidir. ATP bütün orqanizmlərin hüceyrələrinin mitoxondrilərində sintez olunur və özlüyündə hüceyrənin və bütün orqanizmin həyat fəaliyyəti prosesləri üçün unikal enerji mənbəyidir.

Bundan başqa, mitoxondrilər yağ turşularının və aminturşuların oksidləşməsini, limon turşusu tsiklini, tənəffüs zəncirindəki reaksiyaları və oksidləşməklə fosforilləşməni həyata keçirirlər. Mitoxondrilərin ikinci dərəcəli funksiyalarına biosintetik proseslər, o cümlədən-aminturşuların (qlutamin turşusu, sitrullin) və ya steroid hormonlarının sintezi və ionların toplanması aiddir.

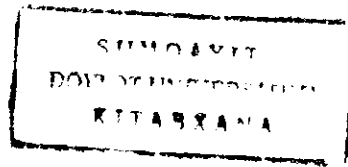
Mitoxondrilər öz matrikslərində DNT-yə, RNT-yə, ribosomlara malikdirlər və DNT-lərin replikasiyasını, transkripsiyasını və zülalın biosintezini həyata keçirməyə qadirdirlər. Mitoxondrial DNT daxili membranın bəzi spesifik zülallarının sintezini kodlaşdırır.

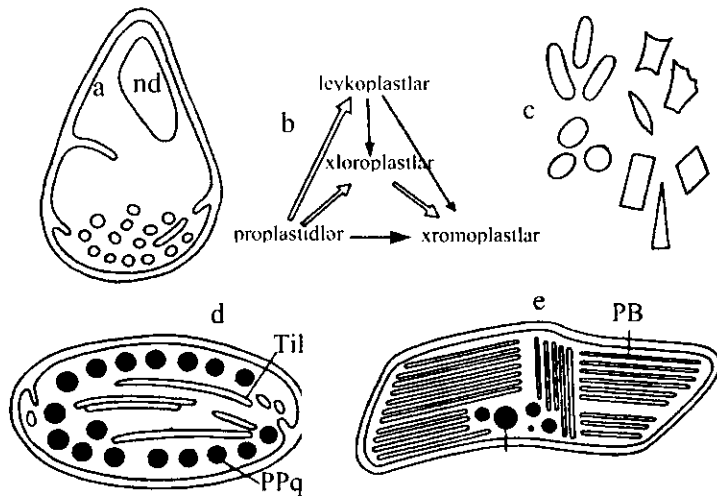
Plastidlər. Bütün bitkilərin hüceyrələrinin sitoplazmasında plastidlər vardır. Heyvan hüceyrələrində plastidlər olmur. Embrional hüceyrələrdə rəngsiz proplastidlər olur. Toxumanın növündən asılı olaraq onlar yaşıl xloroplastlara, sarı və qırmızı xromoplastlara, ya da rəngsiz leykoplastlara çevrilirlər. (şək. 1.4.).

Xloroplastlar. Xloroplastların əsas funksiyası – *fotosintezdir*, yəni işıq enerjisini üzvi maddələrin kimyəvi enerjisinə çevirməkdir. İlk əvvəl bu çevrilməyə karbohidratlar məruz qalırlar ki, bunları plastidlər enerjisi az olan CO_2 və H_2O -dan sintez edirlər.

Xloroplastlar işıqla təmasda olan hüceyrələrdə olurlar. Bu hüceyrələr, xloroplastın digər pıqmentləri ilə (qırmızı və boz yosunlarda) örtülmədikdə, yaşıl rəngdə olurlar.

Xloroplastların pıqmentləri işığı fotosintez üçün udurlar. Bu əsasən xlorofillərdir: onların 70%-ni «a» xlorofili (göy-yaşıl) və 30%-ni isə «b» xlorofili (sarı-yaşıl) təşkil edirlər. Bundan başqa xloroplastların tərkibində *karotinoidlər* vardır: narıncı-qırmızı karotinlər və sarı, nadir halda qırmızı ksantofillər (oksidləşmiş karotinlər).





Şəkil 1.4. Plastidlərin növləri: a- qabarcıqlı plastid mərkəzli leykosit, nd – nişasta dənələri; b-plastid növlərinin adi çevrilmələri; c – müxtəlif çiçək və bəhrələrin xromoplastları; d – qlöbulyar xromoplast, PPq –piqmentlənmiş plastoqlöbullar; Til – tilakoidlər; e – tubulyar xromoplast; PB-piqmentlənmiş borucuqlar

Bəzi yosunlarda olduğu kimi, ali bitkilərin hüceyrələrində 10-dan 200-ə qədər mərcivarı xloroplastlar vardır ki, bunların ölçüləri 3-10 mkm-dir.

Quruluşlarına görə xloroplastlar mitoxondrilərə oxşayırlar. Sitoplazmadan xloroplastlar daxili və xarici membranlar ilə ayrılırlar (şək. 1.5.).

İki membrandan ibarət xloroplast qılafı rəngsiz *stromu* əhatə edir ki, onun daxilində çoxlu hamar qapalı membran cibləri (sistem)-*tilakoidlər* vardır və onlar yaşıl rənglidirlər.

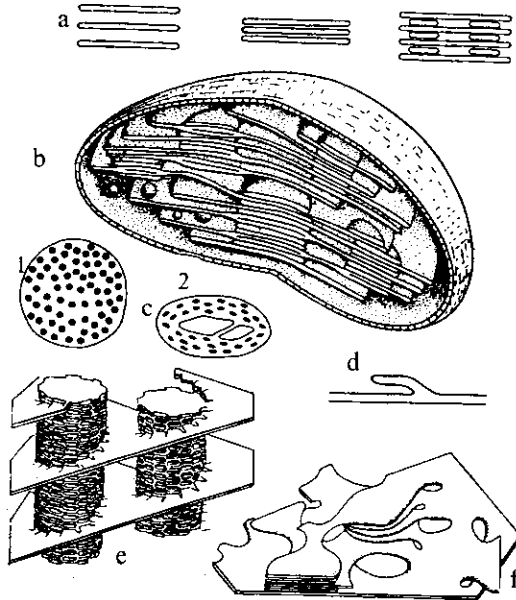
Eukariotik bitki hüceyrələrində tilakoidlər xloroplastın daxili membranının qırışlarından əmələ gəlirlər. Xloroplastlara başdan-başa *stromun* uzun *tilakoidləri* sancılıb ki, bunların da ətrafında xırda mərcivarı xloroplastlarda (və yalnız onlarda) qısa qranların tilakoidləri kip qablaşdırılıblar. Mikroskopda bu tilakoid qranlarının divarları yaşıl rəngdə görünür.

Tilakoidlərin membranlarında fotosintez reaksiyasının enerjini çevirməsi ilə bağlı olan mərhələsi – «ışığı reaksiyaları» baş verir. Bu proseslərdə elektronların daşınması zəncirilə bağlı iki xlorofil tərkibli I və II fotosistemləri (FS I və FS II) və ATP-ni hasil edən membran ATPazası iştirak edir.

Stromda DNT, m RNT, n RNT, r RNT və ribosomlar yerləşir. Burada biokimyəvi sintezlər – fotosintezin qaranlıq reaksiyaları baş verir. Deməli, xloroplastlarda mitoxondrilərdə olduğu kimi bu orqanoidlərin həyat fəaliyyəti üçün vacib olan zülalın sintezi baş verir. Xloroplastlar bölünmə yolu ilə artırlar.

Leykoplastlar – yumru, yumurtavari və ya milvari formada rəngsiz plastidlərdir, bitkilərin yeraltı hissəsində, toxumlarda, saplağın özəyində olur. Onların tərkibində DNT, nişasta dənələri, tək-tək təsadüf edilən tilakoidlər və plastid mərkəzi olur. Tilakoidlərin və xlorofillərin əmələ gəlməsinin çox vaxt ya genetik olaraq qarşısı alınır (köklər, epidermis), ya da bu işığın olmamasından tormozlanır (məs., kartofda: işıqda leykoplastlar yaşllaşır və xloroplastlara çevrilirlər).

Xromoplastlar bir çox çiçəklərin, meyvələrin və bəzi köklərin sarı, narıncı və qırmızı rəng almalarının səbəbkarıdır. Onlar girdə, çoxbucaqlı, mərcivari, milvari və kristalabənzər olurlar. Tərkiblərində plastoqlobullar, nişasta dənələri və zülali kristalloidlər olur, plastid mərkəzləri olmur. Onlarda tilakoidlər azdır, ya da heç yoxdur.



Şəkil 1.5. Xloroplastlar: a-tilakoidlər (qırmızı yosunlarda); b-xloroplast kəşikdə; c- xloroplastın üstədən görünüşü (1) və yandan görünüşü (2), iki nişasta dənəcikləri ilə birlikdə; d-qranın əmələ gəlməsində iştirak edəcək tilakoidin əmələ gəlməsinin başlanğıcı; e və f -tilakoidlər arasında qarşılıqlı əlaqənin iki modeli

50 növdən artıq *karotinoidlər* – pigmentlər plastoqlobullarda və ya sapvarı zülal quruluşlarında lokalizə olunurlar.

Xromoplastlar ilkin olaraq qeyri-funksionaldırlar. Onların ikinci rolu ondan ibarətdir ki, onlar heyvanlar üçün gözlə görünən tələ yemi rolunu oynayır və beləliklə də çiçəklərin tozlanmasına, bəhərlərin və toxumların çoxalmasına kömək edirlər. Xloroplastlar, xromoplastlar və leykoplastlar biri digərinə keçə bilirlər.

Bir çox bitki hüceyrələrində əhəmiyyətli yeri tək membranla əhatə olunmuş iri qabarcıqlar – *vakuollar* tuturlar.

Onlar, hüceyrə şirəsi və müxtəlif maddələrlə doludurlar ki, bunlar da metabolizmin tullantılarıdır. Cavan hüceyrələrdə vakuollar kiçik ölçülərə malikdirlər, lakin hüceyrələr qocaldıqca onların ölçüləri artır.

Holci aparatı hüceyrədə plazmatik membranın inkişafının təşkili və regenerasiyası, *ekskretlərin* (hüceyrələrin sintez fəaliyyətinin məhsulları) yaranması üçün istifadə edilir (ilk əvvəl karbohidratların və zülalların). O, mürəkkəb tor şəklində olur, nüvə ətrafında yerləşir. Formasının müxtəlifliyinə baxmayaraq bu orqanoidin quruluşu bitki və heyvan orqanizmlərinin hüceyrələrində oxşardır (şək. 1.6.).



Şəkil. 1.6. Elektron-mikroskopik məlumat əsasında Holci aparatının quruluş sxemi

Holci aparatının tərkibinə aşağıdakılar daxildir: membranlarla hüdudlanan və qruplarla (5-10) yerləşən boşluqlar, borucuqlar; boşluqların uclarında yerləşmiş iri və xırda qovuquqlar. Bütün bu elementlər vahid kompleks təşkil edir. Holci aparatı bir çox mühüm funksiyaları yerinə yetirir. Endoplazmatik şəbəkənin kanalları ilə ona tərəf hüceyrənin sintez fəaliyyətinin məhsulları – zülallar, karbohidratlar, yağlar nəql edilir. Bu, ifrazat orqanı hesab olunur. Onu hüceyrədə hasil olunan maddələrin, o cümlədən hüceyrənin ifraz etdiyi sekretlərin son «qablaşdırıcı» sexi adlandırırlar.

Bu orqanoidin daha bir mühüm funksiyası ondan ibarətdir ki. Holci sistemləri plazmanın əsas maddəsindən monosaxaridləri ayıraraq onlardan oliqo – və polisaxaridləri sintez edirlər.

Lizosomlar (yunanca «*lizeo*»-həll edirəm, «*soma*»-bədən) diametrləri təxminən 2 mkm-ə qədər olan qabarcıqlardır, quruluşsuzdur və tərkibində yarı həzm olunmuş maddə olur. Hər bir lizosom sitoplazmadan membranla ayrılır. Lizosomun daxilində zülalları, nuklein turşularını, karbohidratlar və lipidləri hidrolitik parçalayan 30-dan çox ferment vardır.

Qida məhsullarını aktiv həlletmə qabiliyyətinə malik olan lizosomlar həyat fəaliyyəti prosesində məhv olan hüceyrə hissələrinin, bütöv hüceyrələrin və orqanların xaric olunmasında iştirak edirlər. Hüceyrələrdə yeni lizosomların əmələ gəlməsi daim baş verir.

Hüceyrə mərkəzi nüvənin yaxınlığında yerləşir. Hüceyrə mərkəzinin əsas hissəsini iki çox kiçik silindrik formalı törəmə-sitoplazmada yerləşmiş sentriollar təşkil edir. Sentriollar hüceyrənin bölünməsində mühüm rol oynayır; onlar xromosomların səmtləşməsini təmin edirlər (onların yerləşməsini və bölünməsini).

Hüceyrənin hərəkət orqanoidləri-qamçı və kipriklər sitoplazmatik hərəkətli çıxıntılardır. Onların təyinatı – ya bütün orqanizmin (bakteriyalarda, göbələklərdə və s.) ya da reproduktiv hüceyrələrin (spermatozoid və s.), və ya da hissəciklər və mayələrin (məs., burunun selikli qişası və traxeyaları) nəqlidir.

Canlı orqanizmlərdə hərəkət əzələ yığımaları vasitəsilə həyata keçirilir, bitkilər isə, adətən, hərəkətsiz görünsələr də, onlar böyüməklə, yarpaqların hərəkətilə və hüceyrə sitoplazmasının yerdəyişməsilə öz hərəkətlərini yerinə yetirirlər.

Nüvə – bu hüceyrənin ikinci əsas hissəsidir. Hüceyrə nüvəsinin əsas funksiyaları aşağıdakılardır:

1. Məlumatın saxlanması. 2. Transkripsiya vasitəsilə, yəni məlumat daşıyıcısı mRNA-nın sintezi vasitəsilə sitoplazmaya məlumatın ötürülməsi. 3. Hüceyrələrin və nüvənin parçalanması zamanı məlumatın törəmə hüceyrələrə ötürülməsi.

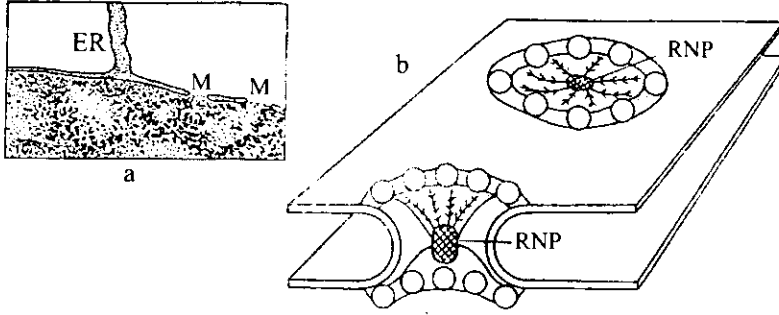
Hüceyrə nüvələri yalnız nüvələrdən təşkil olunur. Nüvələr dairəvi, oval, çubuqvari və seqmentləşmiş formalarda olurlar.

Nüvə çox vaxt hüceyrənin mərkəzində yerləşir, yalnız mərkəzi vakuollu bitki hüceyrələrində divaryanı protoplazmada olur. Həyatın müxtəlif dövrlərində nüvənin quruluşu və funksiyaları müxtəlifdir. Nüvənin diametri 0.5 mkm ilə (göbələklərdə) 500 mkm arasında dəyişir, çox hallarda 5 mkm-dən kiçik olur.

Nüvə - nüvə pərdəsi, nüvə şirəsi, nüvəcik və xromatin törəmələrdən (xromosomlardan) ibarətdir.

Nüvə pərdəsi iki membrandan ibarətdir. Nüvə pərdəsinin xüsusiyyəti ondan ibarətdir ki, onda nüvənin səthinin 5%-ni təşkil edən məsamələr vardır. Hər bir məsamə xaricdən və daxildən 8 sferik ribonukleoproteid hissəciyindən ibarət yastıqla əhatə olunmuşdur. Boşluğun mərkəzində çox vaxt «mərkəzi qranulanı» – ribonukleoproteid hissəciyi görmək olur ki, bu da həlqəvi yastıqla zəif tellərlə bağlıdır və görünür ki, sitoplazmaya aktiv surətdə nəql edilir. Nüvə pərdəsi endoplazmatik şəbəkə ilə onun bir hissəsi olaraq əlaqəlidir və şəbəkənin sistemindən nüvənin parçalanmasından sonra əmələ gəlir (parçalanma zamanı dağılmış köhnə nüvə pərdəsinin qırıntıları da istifadə olunur).

Nüvə pərdəsi nüvəni sitoplazmadan ayırır və onlar arasında maddələr mübadiləsinə təşkil edir. Məsamələr vasitəsilə nüvədən sitoplazmaya və əksinə zülallar, karbohidratlar, yağlar, nuklein turşuları, su və müxtəlif ionlar daxil olur (şək. 1.7.).



Şəkil. 1.7. Nüvə pərdəsi: a-kəndələn kəsik, ER-endoplazmatik retikulum, M-məsamələr; b-nüvə məsamələrinin quruluş modeli, RNP-ribonukleoproteid hissəcikləri

Nüvə şirəsi (nukleoplazma) – nüvə pərdəsinin altında yerləşərək hüceyrənin əsas kütləsini təşkil edir və nüvənin daxili mühitidir. Nüvə şirəsi mayedən, nüvə matrisindən (bir növ dayaq toru kimi) və müxtəlif daxil olmalardan ibarətdir. Maye hissəsi tərkib etibarilə sitoplazmanın müvafiq komponentinə oxşardır. Burada da fermentlər, metabolizmin aralıq məhsulları, o cümlədən qlükoliz məhsulları vardır.

Nüvə matrisi özlüyündə çətin görünən üç ölçülü «karkas»a bənzəyir ki, bu da turş zülallardan ibarətdir və bütün nukleoplazmanın və nüvəciyin daxilindən keçir.