

**Abdullayeva Şəhla Ayaz qızı
Məmmədova Rəqşanə Fəxrəddin qızı**

BİTKİLƏRİN ANATOMİYƏ VƏ FİZİOLOGİYASI

DƏRS VƏSƏİTİ

(Ali məktəb və olimpiadaya hazırlıq üçün)

*ADPU-nun Elmi Metodiki Şurasının
24 aprel 2024-ci il tarixli iclasının
qərarına əsasən çap edilir (pr № 4)*

Bakı-2024

Müəlliflər:

*ADPU, Biologiya və onun tədrisi
texnologiyası kafedrasının müəllimi,
biologiya üzrə fəlsəfə doktoru
Şəhla Ayaz qızı Abdullayeva*

*Ağdam rayon, Qaradağlı kənd tam
orta məktəbin biologiya və STEM müəllimi
Rəqşanə Fəxrəddin qızı Məmmədova*

Elmi redaktor:

*ADPU, Biologiya və onun tədrisi texnologiyası
kafedrasının müdiri, dosent
Anaxanım Əmrəli qızı Yusifova*

Rəyçilər:

*GDU, Botanika kafedrasının dosenti
Zərifə İbrahim qızı Tağıyeva*

*ADPU, Biologiya və onun tədrisi
texnologiyası kafedrasının dosenti
Səbiyə Malik qızı Cəbrayılzadə*

**Abdullayeva Şəhla Ayaz qızı
Məmmədova Rəqşanə Fəxrəddin qızı**

**BİTKİLƏRİN ANATOMİYASI
VƏ FİZİOLOGİYASI. DƏRS VƏSAİTİ**

Bakı-2024. ADPU-nəş. 190 s

Giriş. Bitkilərin ümumi xassələri

Bitkilər çoxhüceyrəli və eukariot orqanizmlərdir.

Bitkilər fotosintez yolu ilə öz qidalarını istehsal edə bilən fotoavtotroflardır. Onların çox az hissəsi parazit kimi yaşayır. Tamamilə parazit bitkilər istisna olmaqla, hamısında xloroplastlar var.

Hüceyrə divarları sellülozadan ibarətdir. Onlar artıq qlükozanı leykoplast orqanoidi nişasta kimi saxlayırlar. İnkişaf etmiş bitkilərdə sentrosomlar və lizosomlar yoxdur. Hüceyrə divarı sellülozadan təşkil olunub, plazmodesmləri var. Ehtiyat polisaxaridi əsasən nişastadır. Qıcığa cavab verir, hormon hazırlayır. Bitki böyüməsi qeyri-müəyyəndir və diffuz resursları toplamaq üçün uyğunlaşdırılmışdır.

Fotosintetik həyat üçün tələb olunan resurslar, o cümlədən işıq, karbon dioksid, su, minerallar diffuz şəkildə paylanmağa meyllidir. Bitki arxitekturasının müxtəlif formaları həmin resurs toplama sistemlərini optimallaşdırmaq üçün müxtəlif strategiyaları əks etdirir.

Əksər bitkilərin sabit ölçüsü və ya forması yoxdur, lakin bəzilərinin yaxşı müəyyən edilmiş ömrü var. Həyatları boyu yeni fotosintetik və udma orqanları əlavə edərək, qeyri-müəyyən şəkildə genişlənilir.

Tumurcuq yarpaqları və ya ucunda böyümə yolu ilə ardıcıl olaraq əmələ gələn digər törəmə orqanları olan gövdənin gənc hissəsidir. Tumurcuqlar ardıcıl homologiya nümayiş etdirən sadə təkrar vahidlərdən ibarətdir.

Yarpaqlar adətən sabit ölçüdə, formada və ömür sürən müəyyən strukturlardır və düyünlər adlanan gövdə boyunca nöqtələrə yapışırlar. Düyünlər internodlar adlanan gövdə hissələri ilə ayrılı bilər. Yarpaqlar ümumi fundamental inkişaf planının modifikasiyası ilə (yəni bu strukturlar ardıcıl olaraq homologdur) budaqlara, tikanlara və ya çiçək orqanlarına çevrilə bilər.

Budaq tumurcuqlarının çıxma biləcəyi bir aksiller tumurcuq hər bir yarpağın daxilində (bazal bucaq) yerləşir.

Meristemlərdə yeni toxuma və orqanlar əmələ gəlir. Bitkilərdə böyümə meristem adlanan xüsusi toxumalarda lokallaşdırılır. İlkin böyümə üçün meristemlər (apikal meristemlər) tumurcuqların və köklərin uclarında yerləşir və uzunsov gövdəli bitkilərdə hüceyrə bölünməsi və genişlənməsi internodlarda bir müddət davam edə bilər.

Gövdələrdə budaqlanma qoltuq qönçələrinin böyüməsi, köklərdə isə kök toxumalarının dərinliklərində yeni meristemlərin əmələ gəlməsi ilə həyata keçirilir. Bir çox bitkinin gövdəsi və kökləri ağac və qabıq əmələ gətirən silindrik ikincili meristemlər vasitəsilə qalınlıqda genişlənir.

Bitkilər hidrostatik sistemlərdir. Bitki hüceyrələrinin əsasən sellülozadan ibarət sərt hüceyrə divarları var ki, bu da osmoz nəticəsində hüceyrə genişlənməsini məhdudlaşdırır. Bu, hüceyrə böyüməsində, toxumaların genişlənməsində, bitki hissələrinin hərəkətində, orqan sərtliliyinin qorunmasında və qida, su və mineralların daşınmasında rol oynayan turgor təzyiqi ilə nəticələnir.

Sitoplazma zəncirləri (plazmodesma) bitki hüceyrələrinin canlı protoplastlarını birləşdirir, nəticədə həll olunmuş şəkər və digər üzvi maddələr də daxil olmaqla mayələrin də tez-tez osmotik qüvvələrin aktiv manipulyasiyası yolu ilə bitkinin bir hissəsindən digərinə keçə biləcəyi ikinci şəbəkə (simplast) yaradır. Böyük mərkəzi vakuol su və digər saxlanılan maddələrdən ibarətdir. Sitoplazmik suyun və həll olunan maddələrin tərkibini tənzimləməyə kömək edir.

Bitkilər nəsillərin növbələşməsini əhatə edən mürəkkəb reproduktiv dövrlərə malikdirlər. Hərəkətsiz orqanizmlər kimi çoxhüceyrəli bitkilər cinsi çoxalmanı tamamlamaq və genetik nəslini uzaq yerlərə yaymaq üçün külək, su və ya heyvanlar kimi xarici amillərdən asılıdır.

Ən sadə quru bitkilərdə sperma hüceyrələri su vasitəsilə yumurtaya qədər üzür, lakin yeni ərazilərə dağılma havada olan sporlar tərəfindən əldə edilən ayrıca bir prosesdir. Sporların uzun məsafələrə yayılması və qametlərin qısa məsafələrə səyahəti çox fərqli tələblərə malik olduğundan, bitkilər adətən iki fərqli çoxhüceyrəli cisim və ya nəsil-lər arasında növbələşir.

Diploid spor əmələ gətirən bədən (sporofit) meyoz vasitəsilə sporlar əmələ gətirir və hündürdür ki, sporları hava axınları ilə effektiv şəkildə dağıtsın. Sporlar haploid qamet əmələ gətirən orqanlara (qametofitlər) cücərlər, onlar kiçik və yerə yaxın qalırlar.

Toxumlu bitkilərində sperma istehsal edən qametofitlər kiçikdir, külək və ya heyvanlar tərəfindən yumurta istehsal edən qametofitlərin yerləşdiyi embrion toxumlarına (yumurtalıqlar) daşınan xüsusi sporlar (tozcuq dənələri) içərisində qalırlar.

Bitkilər hərəkət etmədən özlərini müdafiə edirlər. Otyeyən heyvanların yırtıcılığından qorunmaq üçün bitki orqanları lifli və ya daşlı toxuma təbəqələri əmələ gətirir, üzlərini səthi tüklər və ya pulcuqlarla örtür, zəhərli kimyəvi maddələr istehsal edir və ya heyvanlar üçün qida və sığınacaq təmin edir. Bitkiləri aktiv şəkildə müdafiə edir. Bəzi bitkilər müdafiəyə az sərmayə qoyur və bunun əvəzinə sürətli əvəzedici böyüməyə arxalanır. Bitkinin bədəni böyümə, morfogeneza və hüceyrə başqalaşması sayəsində formalaşır.

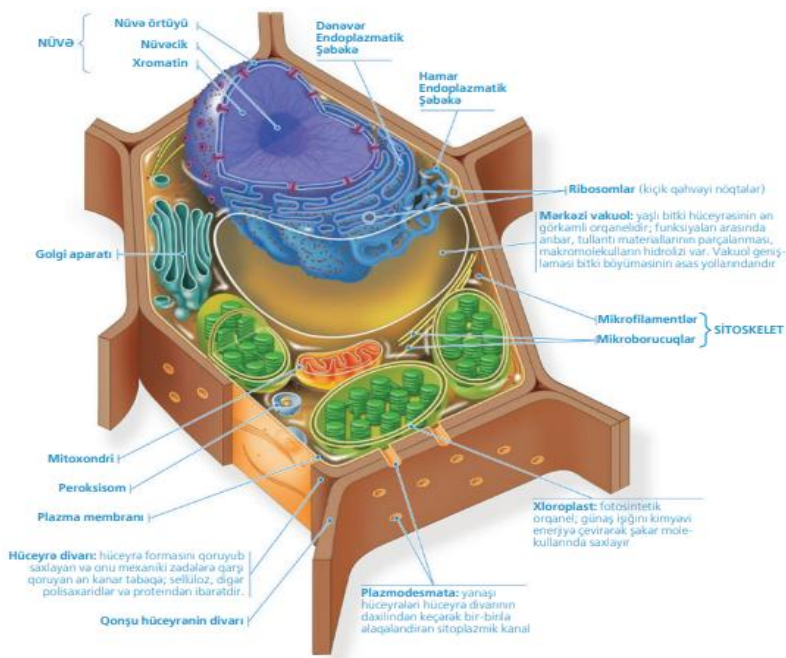
Hüceyrənin bölünməsi və genişlənməsi böyümənin əsas təyinedici faktorlarıdır. Mikroborucuqların yaratdığı preprofaza bölünən hüceyrədə hüceyrə lövhəsinin harada yaranacağını təyin edir. Mikroborucuqların yerləşmə istiqaməti, eyni zamanda hüceyrə divarındakı sellüloz mikroliflərinin istiqamətini tənzimləyərək, hüceyrənin uzanmasının istiqamətinə təsir edir.

I Fəsil. Bitki hüceyrəsinin anatomiyası və fiziologiyası

1.1.Bitki hüceyrəsi

Hüceyrə - canlı orqanizmlərin struktur və funksional vahidi olan, bütün həyatı əlamətləri özündə daşıyan, mərkəzində nüvə yerləşən sitoplazma komasıdır.

Bitkilərin canlı hüceyrələri maddələrin və enerjinin çevrilməsi prosesini həyata keçirən mürəkkəb bir vəhdəti təşkil edir. Müxtəlif biokimyəvi reaksiyalar hesabına hüceyrədə və buna əsasən bitki orqanizmində bütövlükdə həyatı proseslər mümkün olur.



Canlı orqanizmdə, o cümlədən bitki orqanizmində həyat fəaliyyəti zamanı gedən mürəkkəb prosesləri dərk etmək məqsədi ilə, həmin proseslərin müxtəlif istiqamətlərini əsaslı

sürətdə öyrənmək lazımdır. Bitki hüceyrəsi müxtəlif mikroskopik və submikroskopik strukturlara malik mürəkkəb quruluşludur.

Hüceyrənin əsas hissələri: qılaf, protoplazma və nüvədir. Bunlardan başqa bitki hüceyrəsi mitoxondrilər və ribosomlar, plastidlər, holci aparatı kimi quruluş elementlərinə malikdir.

Quruluş elementləri birlikdə protoplast adlanıb, hüceyrənin həyat fəaliyyəti məhsulu olan qılafı əhatə olunur. Bitki hüceyrəsinin protoplazmada olan orqanoidlər həm müəyyən formaya, həm də xüsusi daxili quruluşa malikdirlər. Quruluşu elektron mikroskop vasitəsilə aparılan tədqiqatlarla müəyyən edilmişdir.

Tədqiqatlar göstərir ki, protoplazma həmçinin qeyri-protoplazmatik komponentlərdən-fermentlərdən, monosaxaridlərdən, disaxaridlərdən, zülaldan, yağlardan, lipidlərdən, müəyyən zülalların parçalanması nəticəsində əmələ gələn məhsullardan, müxtəlif mineral maddələrdən təşkil olunmuşdur.

Hüceyrə qılafı.

Hüceyrə qılafının qeyd olunan funksiyaları vardır:

- Hüceyrəyə forma verir;
- Hüceyrəni xarici təsirlərdən qoruyur;
- Hüceyrə ilə ətraf mühit arasında əlaqə yaradır;
- Suda həll olan maddələri hüceyrəyə getməsinə təmin

edir;

Bitki hüceyrəsinin aşağıda adları qeyd olunan orqanoidləri vardır:

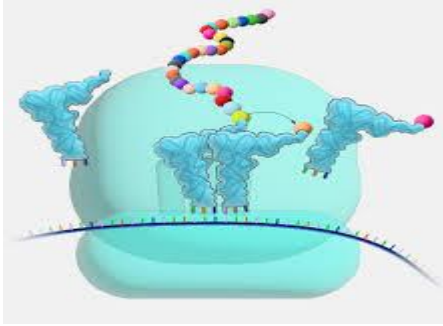
Endoplazmatik şəbəkə:



Biosintetik zavod. Endoplazmatik şəbəkə (EŞ) o qədər geniş membran torudur ki, bir çox eukariot hüceyrənin bütün membranlarının yarısından çoxunu təşkil edir və membranlı qovucucuq və borulardan ibarət

şəbəkədir. EŞ membranı EŞ lumeni (boşluq), yaxud sistern boşluğu adlanan daxili hissəni sitozoldan ayırır. EŞ membranı nüvə örtüyü ilə birləşdiyi üçün örtüyün iki membranı arasındakı hissə ilə EŞ lumeni davamlılıq təşkil edir. EŞ vahid sistem olsa da, struktur və funksiya baxımından fərqlənən iki bölgəyə ayrılır. Dənəvər EŞ-nin elektron mikroqraflarda dənəvər şəklində görünür və xarici üzü ribosomlarla zəngindir. Hamar EŞ isə müvafiq olaraq hamar görünür və burada ribosomlar yoxdur.

Ribosomlar:



Ribosomlar hüceyrədə tək-tək və ya qrup halında (polisom) olub, ribonukleotidlərdən təşkil olunub, zülalların sintezi orada gedir. Ribosomlar nüvəcikdə əmələ gəlir, ən kiçik orqanoiddir.

Mitoxondri: Mitoxondrilər hüceyrədə mövcud olan mitoxondrilərin bölünməsi hesabına yaranır.

Mitoxondri adenosin-trifosfat turşusu (ATF) sintez edərək, hüceyrəyə vacib olan enerjini ayırır.



shutterstock.com · 1916985642



►Holci kompleksi:

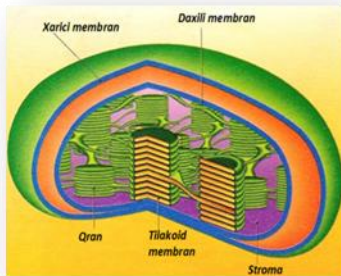
Hüceyrənin sintetik fəaliyyəti məhsullarının - zülal, karbohidrat və yağların daşınmasında iştirak edir.

Holci kompleksinin fəaliyyəti zamanı hüceyrədə sellüloz əmələ gəlir. Holci kompleksinin başqa fəaliyyətləri də vardır:

- Yağlı maddələrin sintezi;
- Protein və karbohidratlar birləşir, qlikoproteinlər əmələ gəlir;
- Hüceyrə qılafının tərkibini formalaşdırır;
- Hüceyrə bölünən zaman sitoplazmanın bölünməsində iştirak edir.

► **Plastidlər:** Bitki hüceyrəsinə məxsus olan ümumi orqanoidlərdir. Plastidləri ilk olaraq A.Levenhuk 1676-cı ildə kəşf etmişdir. Funksiyasına və rənginə görə bitki hüceyrəsində üç plastid vardır:

Xloroplastlar



Yaşıl plastidlərdir. Hüceyrədə fotosintez hadisəsini həyata keçirir. Cavan budaqlarda, yarpaqlarda, tərəvəz və meyvələrdə rast gəlinir.

Xloroplastlar çiçəyin və kökün hüceyrələrində rast olunmur.

- ***Xromoplastlar*** — qırmızı, sarı və narıncı plastidlərdir.

• Xromoplastlar çiçəkdə, meyvələrdə yaşıl rəngdən başqa, digər rənglərin yaranmasında iştirak edir.

• ***Leykoplastidlər*** rəngi olmayan plastidlərdir. Onlar bitkinin kökündə, torpaqda olan gövdəsində və toxumlarında olur, çünki onlara işıq düşmür.

► Vakuol cavan bitkilərdə kiçik və çox, yaşlılarda isə böyükdür və azdır. Sitoplazma üstü nazik qatla örtülmüş, içi maye ilə dolu olan hüceyrənin orqanoididir

Funksiyaları aşağıdakılardır:

- Hüceyrədə osmotik təzyiqi nizamlayır.

- Maddələr mübadiləsində yaranan zəhərli qalıqları duzlarla birləşdirir, kristallar yaranır və özündə birləşdirir.

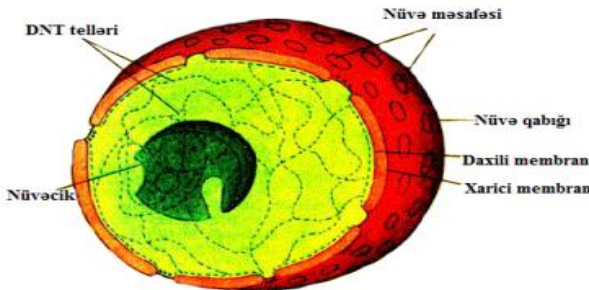
Peroksisom:

Peroksisom hüceyrənin bir membranlı xüsusişmiş metabolik bir bölməsidir. Onlar müxtəlif substratlardan ayırdıqları hidrogenləri oksigenə ötürməklə əlavə məhsul olan hidrogen peroksid (H_2O_2) əmələ gətirən fermentlərə (enzim) malikdirlər

Bu reaksiyalar çox müxtəlif funksiyalarla əlaqədar ola bilər. Bəzi peroksisomlar yağ turşularını daha kiçik molekullara parçalamaq üçün oksigendən istifadə edir. Əmələ gələn kiçik molekullar hüceyrə tənəffüsü üçün enerji yaratmaq üçün mitoxondriyə göndərilir.

Hidrogen peroksidi əmələ gətirən fermentlərlə, onu suya çevirən fermentlər – bunlardan zərər görə bilən digər hüceyrə elementlərindən bu yolla ayrılmış olur. Qlioksisom adı verilən xüsusişmiş peroksisomlar bitki toxumlarının yağ toplayan toxumalarında yerləşirlər. Bu orqanoid yağ turşularını şəkərə çevirən fermentlərə malikdirlər. Cücərməkdə olan toxum fotosintez ilə öz şəkərini əmələ gətirə bilənə qədər, yaranan bu şəkəri enerji və karbon mənbəyi olaraq istifadə edir. Bu orqanoidlər bəzi metabolik funksiyalarda peroksisomla əlaqəli işləyirlər.

Nüvə:



hüceyrənin ən əsas hissəsi olub, mərkəzdə yerləşir. Nüvə zülalların sintezini və bunların vasitəsilə hüceyrədə olan fizioloji prosesləri həyata keçirir. Hüceyrədə olan metabolik prosesləri nizamlayır, irsiyyətin nəsil-dən-nəslə ötürülməsini həyata keçirir. Nüvə 4 yerə ayrılır:

- Nüvə qılağı: Sitoplazmanı nüvədən ayırır. İki qatdır və üzərində kiçik dəşiklər vardır.

- Nüvə mayesi: Nüvənin içərisi maye ilə zəngindir. Həmin mayenin içərisində DNT, nukleotidlər və enzim olur.

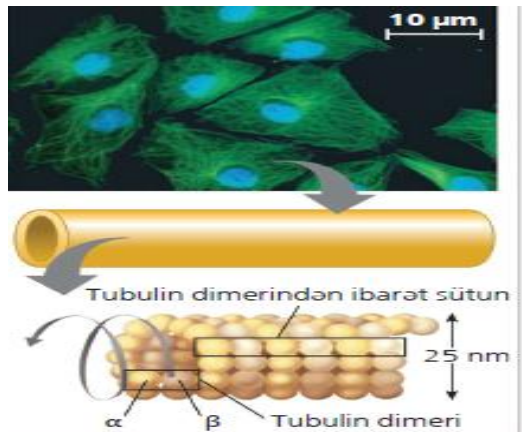
- Nüvəcik: Tərkibində DNT və zülallar vardır. Zülalın sintezi zamanı nüvəcik ən əhəmiyyətli rola malikdir.

- Xromosomlar: Hər bir növdə müəyyən miqdarda, formada və quruluşda xromosom dəsti vardır. Genlər (irsiyyət daşıyıcıları) xromosomların tərkibində olur.

Eukariot hüceyrənin struktur və fəaliyyətinin təşkilində mühüm rol oynayan sitoskelet üç növ molekulyar strukturdan ibarətdir: mikroborucuq, mikrofilament və ara filamentlər. Hüceyrə hərəkətinin bəzi növləri sitoskelet sayəsində formalaşır.

Hüceyrə hərəkəti termini həm hüceyrənin öz yerini dəyişməsinə, həm də hissələrinin hərəkətini ifadə edir. Hüceyrə hərəkəti adətən sitoskelet ilə **hərəkət proteinlərinin** qarşılıqlı əlaqəsini tələb edir.

Bunun üçün bir çox nümunə mövcuddur. Bütöv bir hüceyrə sitoskelet üzvləri və hərəkət proteinlərinin əməkdaşlığı nəticəsində hüceyrə xaricindəki lif üzərində hərəkət etmək qabiliyyətinə yiyələnir.



Mikroborucuq (Tubulin polimeri)

Hüceyrə formasını qoruyub saxlamaq (əzilməyə müqavimət göstərən "dirəklər") hüceyrəvi hərəkət (kirpik və qamçıda olduğu kimi); hüceyrə bölünərkən xromosomların hərəkəti; orqanel hərəkəti.

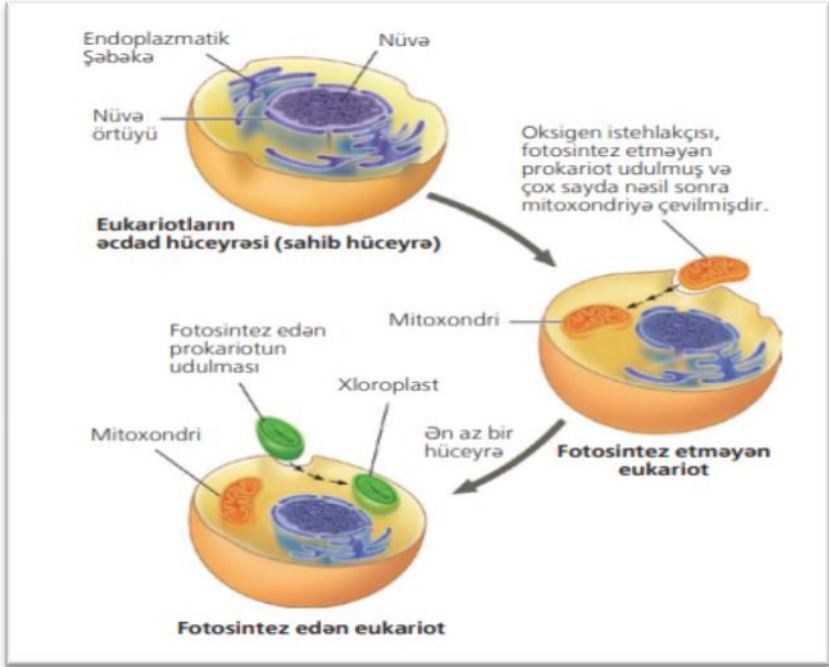
Mikrofilament (Aktin filament). Hüceyrə formasının qorunub saxlanması (dartılmaya dayanıqlı elementlər); hüceyrə formasında dəyişikliklər; əzələ yığılması; bitki hüceyrələrində sitoplazma axını; hüceyrə hərəkəti (amöbvari); heyvan hüceyrəsində bölünmə.

Ara filament. Hüceyrə formasının qorunub saxlanması (dartılmaya dayanıqlı elementlər); nüvə və başqa bir sıra orqanoidin yerinin sabitlənməsi; nüvə laminasının əmələ gətirilməsi.

1.2 Mitoxondri və xloroplastın mənşəyi

Mitoxondri və xloroplastın bakteriya ilə oxşarlığı endosimbioz nəzəriyyəsinin irəli sürülməsinə səbəb olmuşdur. Bu nəzəriyyəyə əsasən, eukariot hüceyrənin qədim əcdadı oksigen istifadə edən və fotosintez qabiliyyəti olmayan bir prokariot hüceyrə udmuşdur. Bir müddət sonra udulmuş hüceyrə ev sahibi (udan) hüceyrə ilə qarşılıqlı əlaqə yaradaraq endosimbioz (başqa hüceyrə daxilində yaşayan) hüceyrəyə çevrilmişdir.

Beləcə, təkamül prosesində ev sahibi hüceyrə endosimbi-
ontla birləşərək tək bir hüceyrəyə, mitoxondriyə sahib bir
eukariota çevrilmişdir.



Ehtimal ki, bu hüceyrələrdən bəziləri fotosintez qabiliyyəti olan bir prokariot udmuş və xloroplastlı eukariotların əcdadına çevrilmişdir. Nəzəriyyə mitoxondri və xloroplastın bir çox struktural xassəsi ilə üst-üstə düşür.

Birincisi, endomembran sistemin orqanoiddən fərqli olaraq mitoxondri və xloroplast bir yox, iki membran ilə örtülmüşdür. (Xloroplastın da daxilində membran əhatəli torbacıq sistemi mövcuddur).

Udulan əcdad prokariotun bir cüt xarici membrana sahib olduğuna dair dəlillər vardır. Bu qoşa membranlar daha sonra xloroplast və mitoxondrinin qoşa membranlarına çevrilmişdirlər.

İkincisi, bakteriya bütün eukariot hüceyrələrdə mövcuddur. Eukariotların çoxunda yüzlərlə, hətta minlərlə, bəzilərinə isə sadəcə bir ədəd mitoxondri olur.

Mitoxondri sayı hüceyrənin metabolik fəallığı ilə mütənasiblik təşkil edir. Məsələn, hərəkət edən və ya yığılıb-açılan hüceyrələrdə müəyyən həcmə düşən mitoxondri sayı qeyri-fəal hüceyrələrdəkinə nəzərən daha çoxdur.

Mitoxondrini əhatə edən iki membranın hər biri özünə-məxsus protein kolleksiyasına malik fosfolipid qoşalayıdır. Xarici membran düzdür, daxili membran isə krist adlandırılan bükülmələr əmələ gətirir. Daxili membran mitoxondrini iki daxili bölgəyə ayırır. Bunlardan biri xarici və daxili membran arasındakı dar bölgə – membranarası boşluqdur.

İkinci bölgə olan mitoxondri matrisi isə daxili membran ilə əhatə olunmuşdur. Matris mitoxondri DNT-si və ribosomları ilə yanaşı, çeşidli enzimlər də ehtiva edir. Matrisdəki enzimlər hüceyrəvi tənəffüsün bəzi mərhələlərini katalizasiya edir. ATF istehsalındakı enzimlər də daxil olmaqla, tənəffüsdə iştirak edən digər proteinlər daxili membranda yerləşir.

Yüksək dərəcədə bükülmələrə malik olan kristlər daxili membranda böyük bir səth sahəsi əmələ gətirir ki, bu da hüceyrə tənəffüsünün məhsuldarlığını artırır. Bu, canlılarda strukturun funksiyaya uyğunlaşmasına başqa bir nümunədir. Mitoxondri adətən 1-10 μm uzunluğundadır.

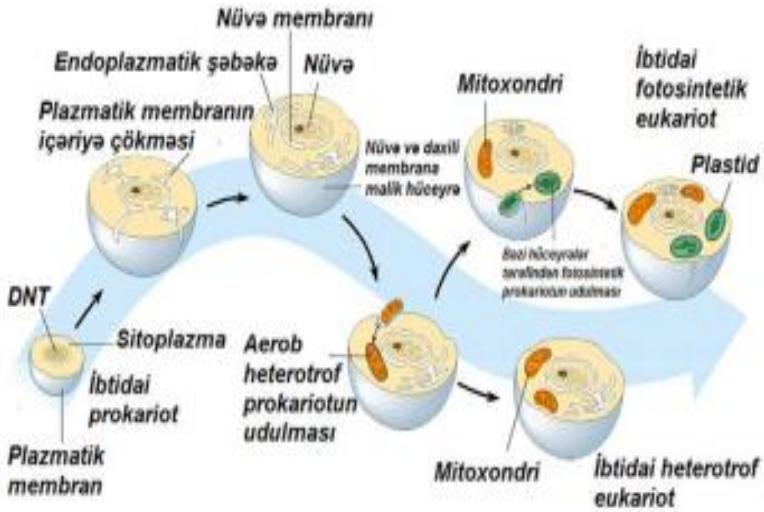
Elektron mikroqrafda görünən ölü hüceyrələrdəki hərəkətsiz strukturların əksinə, canlı hüceyrələrdən əldə olunmuş zaman aralıqlı videoçarxlarda mitoxondrilərin hərəkət etdiyini, forma dəyişdirdiyini və ikiye bölünüb birləşdiyini görmək mümkündür.

Bu tədqiqatlar nəticəsində məlum olmuşdur ki, mitoxondri əslində davamlı olaraq hərəkətdə olan dinamik, budaqlı, boruşəkilli şəbəkələr əmələ gətirən orqonoiddir.

Endosimbioz nəzəriyyəsi.

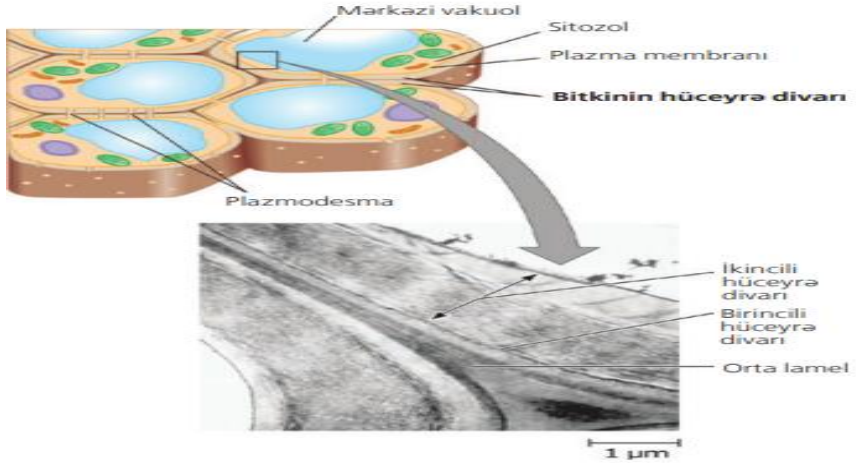
Eukariot hüceyrənin mitoxondri və xloroplastının mənşəyi. Nəzəriyyə mitoxondrinin əcdadının oksigen istifadə edən prokariot, xloroplastın əcdadının isə fotosintetik bir prokariot olduğunu irəli sürür.

Böyük oxlar təkamül boyunca dəyişiklikləri, hüceyrə içindəki kiçik oxlar isə endosimbiozun zamanla orqanoidə çevrilməsini (təkamül keçirməsini) göstərir.

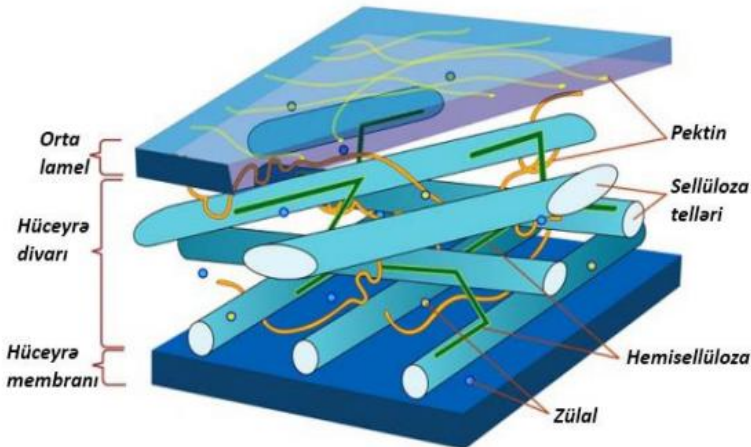


1.3. Bitkinin hüceyrə divarı

Hüceyrə divarı bitki hüceyrəsini heyvan hüceyrəsindən fərqləndirən xassələrdən biridir və bitki hüceyrəsinin xarici



strukturudur. Divar bitki hüceyrəsini qoruyur, ona forma verir və həddən artıq suyun içəri daxil olmasının qarşısını alır. Bitkinin hüceyrə divarı plazma membranından dəfələrlə qalındır: 0.1 μm ilə bir neçə mikrometr arasında dəyişir.



Divarın kimyəvi tərkibi bir bioloji növdən digərinə, hətta eyni bitkinin hüceyrə tipləri arasında dəyişsə də, divarın təməl stukturuna bənzərdir. Sellüloz adlı enzim tərəfindən istehsal olunan, sellüloz polisaxaridindən təşkil olunmuş mikroliflər hüceyrəxarici boşluğa ifraz olunaraq, xaricdəki digər polisaxarid və protein matrisinin daxilində yerləşir. Bu güclü liflərin matrisin içində yerləşməsi dəmirin betona batırılması ilə əldə olunan dəmir-beton konstruksiyaya bənzəyir.

Cavan bitki hüceyrəsi əvvəlcə birincili hüceyrə divarı adlanan nazik və elastik struktur əmələ gətirir. Yanaşı hüceyrələrin birincili hüceyrə divarları arasında orta lamel adlı, əsası yapışqan polisaxarid olan pektindən ibarət nazik təbəqə yaranır. Orta lamel qonşu hüceyrələri bir-birinə yapışdırır. Hüceyrə yetkinləşib böyümə dayandıqdan sonra divar sərtləşməyə başlayır.

Bəzi hüceyrələr bunu sadə yolla, birincili hüceyrə divarı içində bərkidici maddə ifraz etməklə, digərləri isə birincili divarla plazma membranı arasına ikincili hüceyrə divarı hörməklə edir. Adətən üst-üstə yığılmış təbəqələrdən ibarət ikincili divar hüceyrəni qoruyub ona dəstək verəcək gücdə olan dayanıqlı maddədən əmələ gəlir. Məsələn, odun əsasən ikincili divarda yığılır.

Hüceyrə divarında adətən növbəti mövzumuzlardan olan plazmodesma adlı kanallar da mövcuddur. Sellüloz sintaz adlı enzim tərəfindən istehsal olunan, sellüloz polisaxaridindən təşkil olunmuş mikroliflər hüceyrəxarici boşluğa ifraz olunaraq, xaricdəki digər polisaxarid və protein matrisinin daxilində yerləşir.

♣ Hüceyrə divarında sellüloza, hemisellüloza və pektin maddələri çoxluq təşkil edir. Sellüloza olan divarda çoxlu ultramikroskopik boşluqlar vardır ki, onlar da hüceyrə yaşlandıqca protoplastın yaratdığı müxtəlif maddələrlə dolur. Yekunda divar odunlaşır, mantarlaşır, kutinləşir, selikləşir və minerallaşır.

♣ Son dövrlərə kimi protoplastın fəal olmayan məhsulu hüceyrə divarı sayılırdı. İndi isə müəyyən olunmuşdur ki, o, spesifik funksiyalar daşıyır. Maddələrin udulmasında, nəql olunmasında və ifrazında mühüm əhəmiyyət kəsb edir.

1.4.Bitki hüceyrəsinin qovşağı. Plazmodesma

Bitkinin cansız hüceyrə divarı hüceyrələri bir-birindən tamamilə təcrid edirmiş kimi görünə bilər. Əslində isə hüceyrə divarı plazmodesma (yun. desma bağ deməkdir) adlanan və hüceyrələri birləşdirən çoxsaylı dəliklərə malikdir.

Qonşu hüceyrələrin sitoplazmaları aralarındakı divardan keçən plazmodesma adlanan kanallar vasitəsilə birləşirlər. Kollagen lifləri proteoqlikan kompleksinin əmələ gətirdiyi şəbəkə içinə bərkidilmişdir.

Fibronektin plazma membranının içində yerləşən integrinləri ECM-yə qoşur. Proteoqlikan kompleksi yüzrlə proteoqlikan molekulunun qeyri-kovalent rabitələr vasitəsilə təkcə bir uzun proteoqlikan molekuluna qoşulması ilə yaranır.

Plazmodesmaların divarı sitogenezdə plazmolemmadan törəyir. Plazmodesma kanalında mərkəzdə endoplazmatik retikulumlar keçir, hüceyrələrin arasında sitoplazmatik əlaqə meydana gəlir. Plazmodesmalar müəyyən sayda topa şəklində yığılır. Qılalında ikinci qalınlaşma olmayan hüceyrələrdə plazmodesmalar təkcə-təkcə yerləşirlər. Plazmodesmalara şişkinləşmiş toxumlarda və ehtiyat toxumalarda işıq mikroskopunda baxarkən yaxşı görünür. Bu zaman hazır edilmiş preparata yod və fiksindən məhsulu ilə təsir edib boyamaq vacibdir.

Məsələlər.

İlkin qılalıda ikinci qalınlaşmalar yarananda bəzi yerlərdə dairə şəklində qalınlaşmalar getmir, xüsusi boşluqlar qalır. Həmin boşluqlardan hüceyrəarası əlaqə yaratmaq üçün plazmodesmaların kanalları keçir. Sadəcə məsələlər tam olaraq boş kanal deyil. Çünki, ilkin qılalının nazik pərdəsi iki

hüceyrə arasında əmələ gələn məsamənin orta hissəsində dəşilməmiş yerləşir. Qılafda yaranan məsamə boşluğuna görə iki cür - **sadə və haşiyəli** məsamə vardır. Sadə məsamə (dəlik) hüceyrə boşluğundan ilkin qılafa qədər eyni ölçüdə silindir formasında olur. Haşiyəli məsamə isə ilkin qılafdan hüceyrə boşluğuna gedərkən dəlik daralır, fincana bənzər forma alır. İki qonşu məsamə arasında olan ilkin qılafın qalığı olan nazik pərdəyə **qapayıcı pərdə** deyilir. Bu pərdə canlı hüceyrələrdə çoxlu plazmodesma telləri ilə dəşilir və bu vaxt 2 hüceyrə arasında əlaqə yaranır.

Haşiyəli məsamədə isə qapayıcı pərdə mərkəzdən halqa şəklində qalınlaşır və **torus** adlanır. Torus hərəkətli olaraq, hüceyrələrin içərisindəki təzyiqindən məsamələri tam və ya müəyyən qədər açır və bağlayır.

Haşiyəli məsamə təkamül nəticəsində qazanılır, suzuzluğa davamlı bitkilərdə olur. Onlara traxeidlərdə və çılpəqtoxumluların gövdəsinin, yarpağının adi parenxim adlanan hüceyrələrində təsadüf edilir. Bəzən örtülütəoxumlu bitkilərdə su daşıyıcı hüceyrələrin divarında fermentlər təsir edərək, qapayıcı pərdələr dəşilir, açıq dəlik, yəni perforasiya yaranır.

1.5. Vakuollar

Vakuollar tərkibində sulu karbohidrat məhlulları, duzlar, üzvü turşularla zəngin hüceyrə daxili mühitdir. Sitoplazmadan tonoplast vasitəsilə ayrılır. Tonoplast vakuolların tərkibini sabit saxlayır. Təkamül nəzəriyyələrindən birinə görə vakuollar holci kompleksindən mikrosistem və mikroborulardan əmələ gəldiyi müəyyən edilir.

Hüceyrə böyüdükcə kiçik vakuollar daha böyük vakuollarla birləşib yeni vakuol əmələ gətirir. Hüceyrədə vakuolun rolu protoplastın həyat fəaliyyəti məhsullarını toplamaqdan ibarətdir.

Hüceyrə şirəsi. Vakuolda sulu məhlul hüceyrə şirəsidir. Tərkibində çoxlu miqdarda karbohidrat olur. Hüceyrə şirəsində alkaloid, flavonoid, qlikozid adlanan müalicəvi maddələr vardır. Vakuollarda çoxlu sayda funksiya baş verir. Onlar hüceyrədəki daxili su mühitini formalaşdırır və bu zaman su-duz mübadiləsi tənzimlənir.

Vakuolların başqa vacib funksiyası hüceyrədaxili mayenin hidrostatik turqor təzyiqini qorumasıdır. O biri funksiyası isə ehtiyat qida maddələrini toplayıb saxlamaqdır. Vakuollarda çox zaman antosian qrupu pigmentləri yığılır. Həmin pigmentlər hüceyrə şirəsini müxtəlif rənglərə (qırmızı, bənövşəyi, göy) boyayırlar.

Hüceyrə şirəsi çox zaman zəif turş mühitə, bəzi hallarda neytral və qələvi mühitə malik olur. Fərqli bitkilərin hüceyrə şirəsinin kimyəvi tərkibi müxtəlifdir. Hüceyrə şirəsində müxtəlif üzvi turşu, karbohidrat, qlikozid, pigment, alkaloid, vitamin, eyni zamanda qeyri üzvi maddələr və s. olur. Bu maddələr hüceyrənin qidalanmasında, mürəkkəb üzvi birləşmələrin sintezində sərf olunur və ya tullantılara və maddələr mübadiləsi zamanı son məhsullara çevrilir.

1.6. Hüceyrədə toplanan bioloji aktiv və ehtiyat qida maddələri

Hüceyrədə toplanan bioloji aktiv və eyni zamanda ehtiyatda olan maddələr mübadilə reaksiyaları nəticəsində yaranır. Yaşlı hüceyrələrdə cavan hüceyrələrə nisbətən bu maddələrin miqdarı daha çox olur. Bioloji aktiv maddələrdən fərqli olaraq ehtiyat qida maddələri müvəqqəti mübadilə reaksiyasında iştirak etmirlər. Bu baxımdan da, bəzən bu maddələr cansız (erqast) maddələr də adlandırılır. Bu maddələrdən bitki öz orqanizminin qurulmasında və eləcə də, enerji mənbəyi kimi istifadə edir.

Bioloji aktiv maddələrə fermentlər, vitaminlər, bitki hormonları-auksinlər və s. misal göstərmək olar. Erqast maddələrə nişasta, duz kristalları, aleyron danələri və s. aid edilir. Bitkilərin tərkibindəki kompleks maddələr içərisində ballast maddələr də vardır. Buna misal olaraq bitkilərdə olan sellüloza, pektin və polisaxaridləri misal göstərmək olar.

Ümumiyyətlə, qeyd olunan maddələr bitkinin növünə, cinsinə və digər taksonomik vahidinə, hətta ekoloji xüsusiyyətinə çox dəyişkən olurlar.

Təlim nəticəsi:

Hüceyrənin element tərkibini şərh edir.

Hüceyrə orqanoidlərinin quruluş və funksiyaları haqqında məlumatı izah edir.

Hüceyrə divarı və membranın quruluşunu müəyyənləşdirir.

II Fəsil. Hüceyrədə üzvi maddələr

2.1. Karbohidratlar

Karbohidrat sinfinə şəkər və şəkər polimerləri daxildir. Ən bəsit karbohidrat monosaxarid, yəni sadə şəkərlərdir. Bunlardan mürəkkəb karbohidrat istehsalında monomer kimi istifadə olunur.

Disaxarid kovalent rabitə ilə bir-birinə bağlanmış iki monosaxariddən ibarət bir cüt şəkərdir. Karbohidrat makromolekulu şəkər vahidlərindən ibarət polisaxarid adlanan polimerdir.



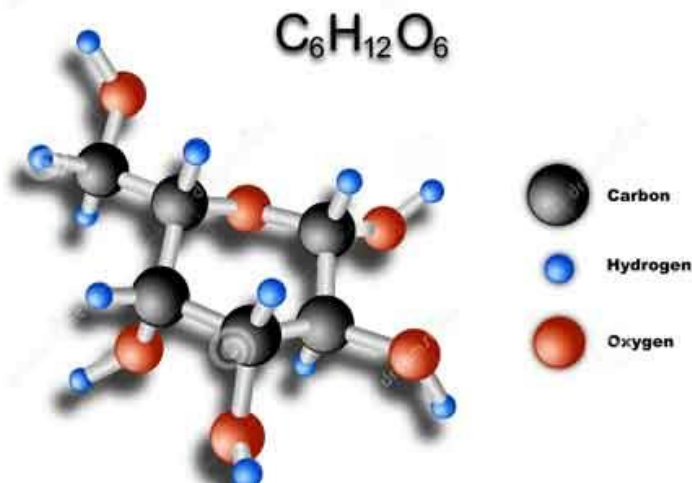
Monosaxarid (yun. *monos* tək və *sacchar* şəkər)

Molekulunun kimyəvi formulu adətən CH_2O vahidinin qatları şəklindədir. Ən geniş yayılmış monosaxarid olan qlükozada ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$) bu vahiddən altı ədəd var və bu molekul canlının kimyasında mərkəzi yer tutur. Qlükozun strukturunda şəkərlərin səciyyəvi xüsusiyyətlərini görmək mümkündür: bir karbonil $\text{C}=\text{O}$ və bir neçə hidroksil $-\text{OH}$ qrupu.

Karbonil qrupunun yerindən asılı olaraq şəkərlər aldoz (aldehid şəkəri) və ya ketoz (keton şəkəri) siniflərinə yerləşdirilir.

Məsələn, qlükoz aldoz ikən onun izomeri olan fruktoz ketozdur. Altı karbona sahib qlükoz və fruktoz kimi şəkərlər heksoz adlanır. Trioz (üçkarbonlu) və pentoz (beşkarbonlu) şəkərlər də geniş yayılmışdır.

Qlükozun karbon gövdəsini xətti təmsil etmək rahat olsa da, bu təsvir həqiqəti tam əks etdirmir. Sulu məhlulda qlükoz və bir çox digər beş və altıkarbonlu şəkərlər həlqəvi forma alır, çünki bu forma onların fizioloji şəraitdə ən stabil olduqları formadır.



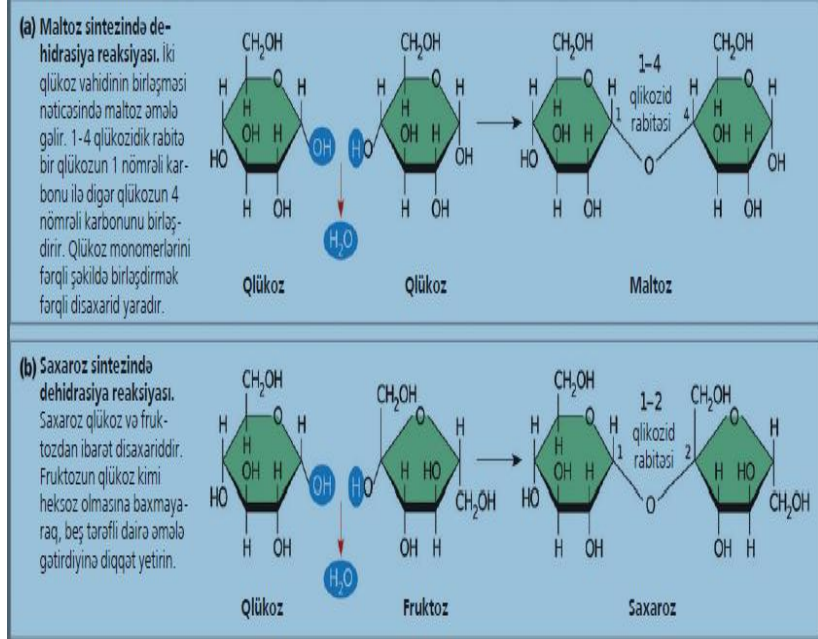
Monosaxaridlər, xüsusilə də qlükoz hüceyrənin əsas qidasıdır. Hüceyrələr hüceyrəvi tənəffüs vasitəsilə qlükoz molekulunu ardıcıl bir sıra reaksiya ilə parçalayaraq, ondan enerji əldə edir.

Disaxarid iki monosaxaridin dehidrasiya reaksiyası nəticəsində **qlikozid rabitəsilə** bir-birinə bağlanmasından əmələ gəlir. Məsələn, pivə istehsalında istifadə olunan səməni şəkəri, yaxud maltoz iki qlükoz molekulundan ibarət disaxariddir.

Ən geniş yayılmış disaxarid qəndin tərkib hissəsi olan qlükoz və fruktozdan ibarət saxarozdur. Bitkidəki karbohidratların çoxu saxaroz formasında yarpaqdan kök kimi fotosintez

qabiliyyətinə malik olmayan orqanlara daşınır. Süd şəkəri olan laktoz molekulunda isə qlükoz qalaktoz monomerinə birləşir.

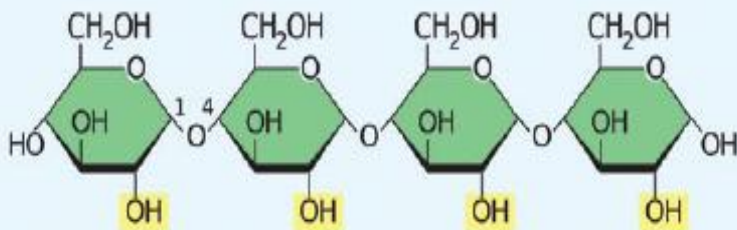
Disaxarid sintez nümunələri



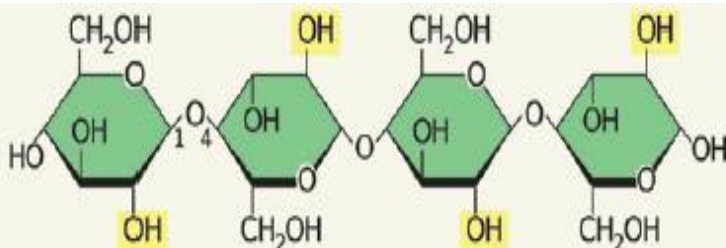
Polisaxarid.

Polisaxarid bir neçə yüz ilə min arasında dəyişən monosaxaridin qlükozid rabitə vasitəsilə birləşməsindən əmələgələn polimer makromolekuludur. Bəzi polisaxaridlər ehtiyat qida rolunu oynayır və lazım gələndə parçalanaraq, hüceyrələrin şəkər ehtiyacını qarşılıyır.

Digər polisaxaridlər isə hüceyrəni, yaxud bütün orqanizmi qoruyan strukturlar əmələ gətirir. Polisaxaridin struktur və funksiyası şəkər monomerlərinin növü, polimer daxilindəki yeri və aralarındakı qlükozid rabitələr tərəfindən icra olunur.



(b) Nişasta: α qlüköz monomerlərinin 1–4 rabitəsi. Bütün monomerlər eyni yöndə yerləşir. Sarı rəngli –OH qruplarının istiqamətinə sellülozdakılar ilə (c) müqayisə edin.



(c) Sellüloz: β qlüköz monomerlərinin 1–4 rabitəsi. Sellülozda hər β qlüköz monomeri öz qonşusuna nəzərən tərsinə çevrilmiş vəziyyətdədir. (Sarı rəngli –OH qruplarına fikir verin).

Ehtiyat Polisaxaridləri

Həm bitki, həm də heyvanlar daha sonra istifadə etmək üçün şəkəri ehtiyat polisaxaridlər şəklində qoruyub saxlayırlar. Xloroplastın da daxil olduğu bitki plastidləri qlüköz monomerlərindən ibarət, dənəcik formasında polimer olan **nişasta** toplayır. Nişasta istehsalı bitkiyə artıq qlüközu qoruyub saxlamaq imkanı verir.

Heyvanlar ehtiyat üçün amilopektindən daha budaqlı molekul olan **qlikogen** polisaxaridini istifadə edir. Onurğalılar qlikogeni əsasən qaraciyər və əzələdə saxlayır. Ehtiyac halında qlikogen hidrolizi hüceyrələri qlüközla təmin edir.

Struktural polisaxaridlər.

Canlılar struktural polisaxaridlərdən güclü materiallar yaradırlar. Məsələn, **sellüloz** polisaxaridi bitki hüceyrəsini əhatələyən dayanıqlı divarın əsas tərkib hissəsidir.

Nişastanın α əlaqələrini hidrolizlə parçalayan enzim sellülozun β əlaqələrini parçalaya bilmir. Səbəb bu ikimolekulun formalarının fərqli olmasıdır. Sellüloz parçalayıcı enzimlərə sahib olan canlı orqanizmlərin sayı çox deyil. İnsan daxil olmaqla demək olar ki, heç bir heyvan bu enzimə sahib deyil.

Qida ilə qəbul etdiyimiz sellüloz həzm borularından keçərək, nəcislə birlikdə xaricə atılır. Sellüloz həzm yolları boyunca divarlara sürtünür, nəticədə borunun səthi qıcıqlanaraq selik ifraz edir. İfraz olunan selik qida axışını asanlaşdırır. Sellülozun insan orqanizmi üçün qida dəyəri olmasa belə, həzm prosesini asanlaşdırdığı üçün gərəklidir. Meyvə və tərəvəzlərin çoxu, həmçinin bütöv dənli məhsullar sellüloz ilə zəngindir. Qida paketlərinin üstündəki “həll olmayan lif ” ifadəsi sellüloz mənasına gəlir.

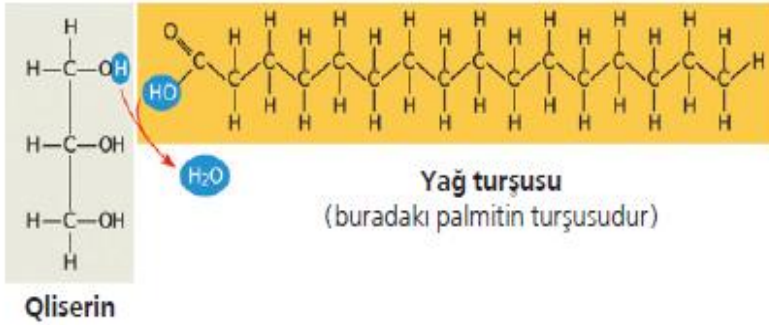
Bəzi mikroorqanizmlər sellülozu qlükozaya qədər parçalaya bilirlər. İnəyin mədə-bağırsaq sistemində sellüloz həzm edən prokariot və ibtidailər yaşayır. Bu mikroblar saman və digər otların tərkibindəki sellülozu hidrolizləyərək, inəyin qidalana biləcəyi qlükoza və digər birləşmələrə çevirir.

Bənzər şəkildə, sellülozu həzm edə bilməyən termit də qarnındakı prokariot və ibtidailər sayəsində odunu qidaya çevirib həzm edə bilir. Bəzi göbələklər də torpaq və başqa yerlərdəki sellülozu həzm etmək qabiliyyətinə malikdir ki, bu proseslə Yer kürəsinin ekosistemindəki kimyəvi elementləri yenidən istifadəyə verirlər.

Struktural olaraq digər vacib polisaxarid buğumayaqlıların (həşərat, hörümçək, xərçəng kimi heyvanlar) xarici skelet qurmaqla istifadə etdikləri **xitin** karbohidratıdır.

2.2.Yağ

Yağ polimer olmasa da, eynilə bir polimer kimi kiçik molekulaların dehidrasiya reaksiyasıyla birləşməsindən qurulan böyük molekuldur.



Yağ iki cür molekuldan əmələ gəlir: qliserin və yağ turşuları.

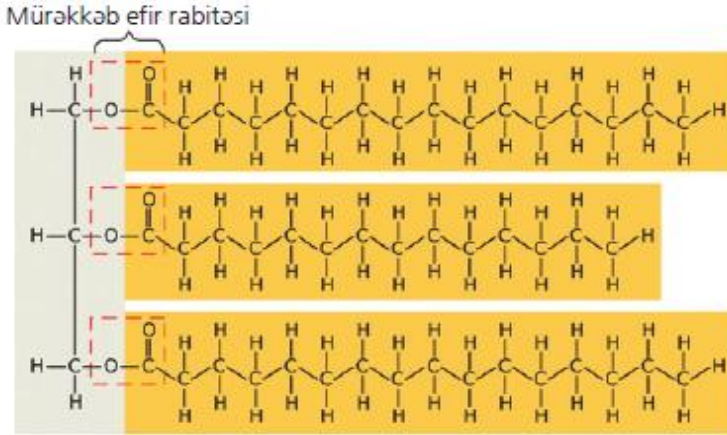
Qliserin hər üç karbonuna bir ədəd hidrosil qrupu birləşən alkoqoldur.

Yağ turşusu isə adətən 16–18 karbon atomlu gövdəyə malik uzun molekuldur.

Bu gövdənin bir ucundakı karbon karboksil qrupuna daxildir. Monomer adını bu funksional qrupdan alır. Gövdənin yerdə qalanı hidrokarbon zənciridir. Hidrokarbon zəncirində C–H rabitələrinin nisbi olaraq qeyri-polyar olması yağ turşusunun hidrofobik xassəsinin əsas səbəbidir.

Yağın sudan ayrılmasının səbəbi su molekullarının öz aralarında hidrogen bağları əmələ gətirərək, yağı sıxışdırıb aradan çıxarmasıdır. Su ilə yağ qarışdırıldığı zaman təbəqələr əmələ gəlməsinin səbəbi məhz budur. Üç yağ turşusu və bir qliserin molekulu ester rabitəsi ilə birləşərək yağ, yaxud digər adıyla **triasil qliserin** əmələ gətirir. Ester rabitəsi karboksil qrupu ilə hidrosil qrupunun dehidrasiya reaksiyası nəticəsində

yanarır. Yağ molekulundakı yağ turşuları eyni növdən ibarət olduğu kimi, iki və ya üç fərqli növdən də ibarət ola bilər.



Yağ *doymuş* və *doymamış* olur.

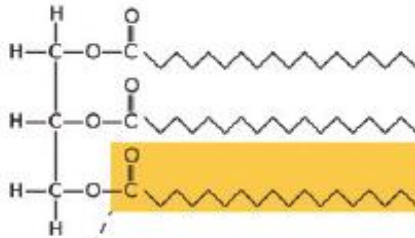
Zənciri əmələ gətirən karbonlar arasında ikiqat rabitə yoxdursa, karbon gövdəsinə mümkün olan ən yüksək sayda hidrogen atomu bağlana bilər. Bu strukturun hidrogen ilə doymuş olduğu hesab olunur, buna görə də **doymuş yağ turşusu** adlanır.

(a) Doymuş yağ

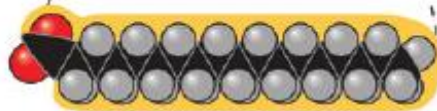
Kərə yağında olduğu kimi doymuş yağ molekuluları otaq temperaturunda bir-birinə sıx birləşərək qatılaşıır.



Doymuş yağ molekulunun struktural formulu (ziqzaq xətt hidrokarbon zəncirini, küncələr isə karbon atomlarını təmsil edir; hidrogenlər göstərilməyib)



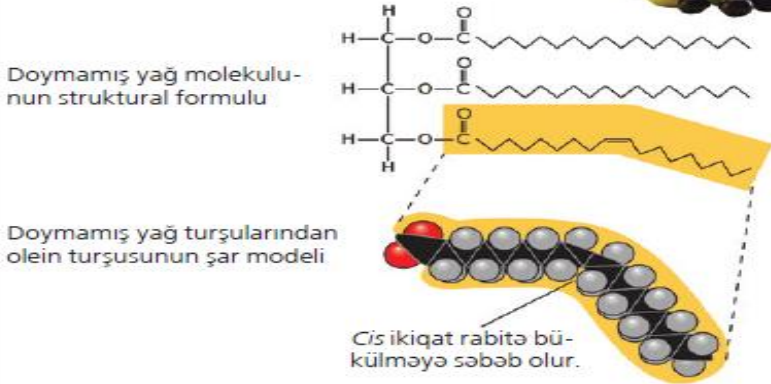
Doymuş yağ turşusu olan steirin turşusunun şar modeli (qırmızı = oksigen, qara = karbon, boz = hidrogen)



Doymamış yağ turşusu isə bir və ya daha çox sayda ikiqat rabitəyə malik olduğu üçün, ikiqat rabitə ilə bağlı karbonların hər birindən bir hidrogen əskik olur. Demək olar ki, təbiətdəki bütün yağ turşularının ikiqat rabitəsi *cis* formasındadır. *Cis* düzülüşünün olduğu yerlərdə hidrokarbon zəncirində kəskin büküş əmələ gəlir. Doymuş yağ turşularından ibarət yağa doymuş yağ deyilir. Əksər heyvan yağı doymuşdur: buradakı yağ molekullarının “quyuqları”, yəni yağ turşusunun hidrokarbon zənciri heç bir ikiqat rabitəyə malik deyil.

(b) Doymamış yağ

Zeytun yağı kimi doymamış yağ molekulları otaq temperaturunda qatılaşmır, çünki tərkibindəki yağ turşularının bəzilərinin hidrokarbon zəncirlərindəki büküşlər molekulların lazımı qədər yığcam şəkildə yan-yanı düzəlməsinə mane olur.



Heyvan mənşəli yağlar və kərə kimi doymuş heyvan yağları otaq temperaturunda bərk halda olurlar. Bitki (məsələn, zeytun yağı) və balıq yağları isə adətən doymamış yağlardır, yəni onların yağ turşuları bir və ya bir neçə növ doymamış yağ turşusundan ibarətdir. Yağın əsas vəzifəsi enerji tədarükü etməkdir. Yağın hidrokarbon zəncirləri benzin molekullarına bənzəyir və onlar qədər enerji yüklüdür. Bir qram yağ bir qram polisaxariddən (məsələn, nişasta) iki dəfə çox enerjiyə sahibdir.

Bitki nisbətən hərəkətsiz orqanizmdir və buna görə də enerjini nişasta kimi çox yer tutan maddədə saxlaya bilər. Heyvanlar isə enerji ehtiyatlarını özləri ilə birlikdə daşımaq məcburiyyətindədirlər, buna görə də az yer tutan, yığcam yanacaq ehtiyatı, yəni yağ onlar üçün daha əlverişli vasitədir. İnsan və digər məməlilər uzunömürlü qida ehtiyatını yağ əlavə

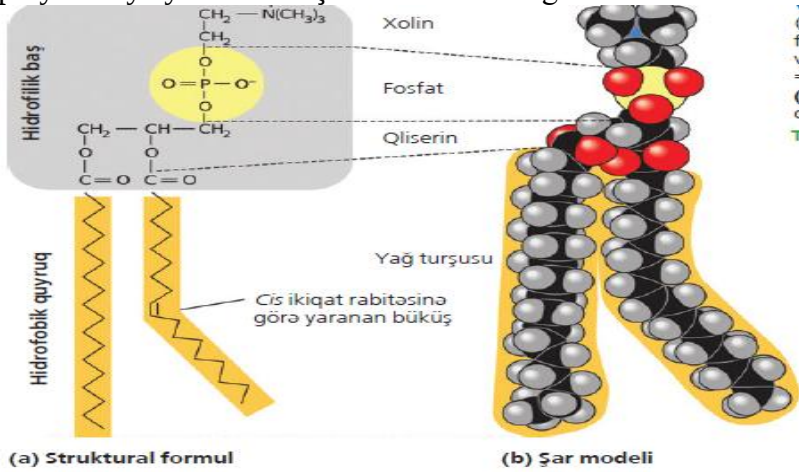
olunub çıxarıldıqca böyüyüb-kiçilən piy hüceyrələrində saxlayırlar.

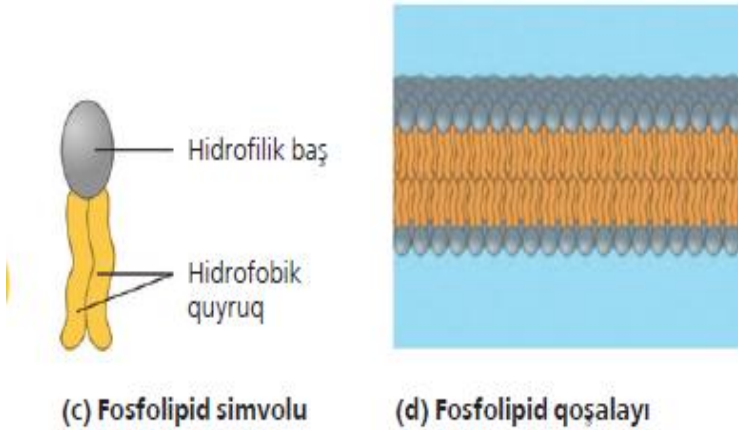
Piy toxuması enerji ehtiyatı saxlamaqla yanaşı, yastıq vəzifəsi icra edərək, böyrək kimi həyatı orqanları fiziki zərbədən qoruyur. Həmçinin, dərialtı piy təbəqəsi vücut üçün izolyasiya təbəqəsi vəzifəsini də icra edir. Bu dərialtı təbəqə vücutu soyuq okean suyundan qoruduğu üçün, xüsusilə balina, suiti və başqa dəniz məməlilərində çox qalındır.

Fosfolipid.

Hal-hazırda bildiyimiz halıyla hüceyrə digər lipid növü olan fosfolipidsiz mövcud ola bilməzdi. Fosfolipid hüceyrənin təməl maddələrindən biridir, çünki hüceyrə membranının əsas tərkib hissəsidir. Fosfolipidin strukturu molekulyar səviyyədə struktur ilə funksiyanın bir-birini necə yaxşı tamamladığının klassik nümunəsidir. Fosfolipid yağ molekuluna bənzəyir, lakin burada qliserinə üç deyil, iki yağ turşusu bağlıdır.

Qliserinin üçüncü hidroksil qrupu hüceyrədə mənfi yüklənən fosfat qrupuna bağlanmışdır. Çox vaxt fosfat qrupuna polyar və ya yüklü bir kiçik molekul da bağlanır.



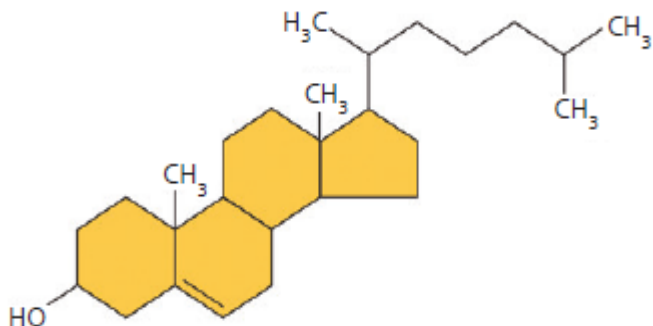


Xolin bunlardan biridir, lakin digər maddələr də fərqli növ fosfolipid molekulları əmələ gətirməyə imkan verir. Fosfolipidin iki ucunun hər biri suya qarşı fərqli davranış sərgiləyir. Hidrokarbon quyruqları hidrofobikdir və sudan uzaqlaşdırılır.

Fosfat qrupu ilə əlavələri isə suya hərisliyi olan hidrofilik baş əmələ gətirirlər. Suyun içinə qoyulan fosfolipidlər öz-özünə qoşalay adlanan bir cüt laydan ibarət, hidrofobik yağ turşusu quyruqlarını sudan gizləyən təbəqə yaradırlar.

Steroidlər bir-birinə keçmiş dörd halqadan ibarət karbon gövdəsi ilə səciyyələnən yağlardır. Steroidin çeşidləri bir-birindən bu halqa dəstəsinə qoşulan müəyyən kimyəvi qruplar ilə fərqlənilir.

Xolesterin cinsiyyət hormonları da daxil olmaqla, digər steroidlərin sintez olunduğu molekuldur. Steroidlər bir-birinə bağlanmış 4 halqaya birləşən kimyəvi qruplara görə fərqlənir.



Bir növ steroid olan **xolesterin** heyvan üçün böyük əhəmiyyət daşıyır. Heyvan hüceyrə membranının əsas tərkib hissələrindən biri olmaqla yanaşı, onurğalı heyvanların cinsiyyət hormonları da bu maddədən əldə olunur.

Onurğalılarda xolesterin qaraciyərdə istehsal olunur və ya xaricdən qida ilə qəbul olunur. Qanda yüksək xolesterin səviyyəsi ateroskleroz xəstəliyinə səbəb olma ehtimalı var, lakin bəzi alimlər xolesterin və doymuş yağların bu xəstəliyin əmələ gəlməsindəki roluna şübhə ilə yanaşırlar.

2.3. Zülallar

Ali bitkilərin protoplazmasının struktur əsası protoplazmadakı quru maddələrin 2/3 hissəsini təşkil edən zülal maddələridir. Bitki hüceyrəsinin tərkibindəki iki qrup aktiv konstitusion zülal və passiv erqast zülal var. Konstitusion zülal canlı orqanoidlərin əsasını təşkil edir, erqast zülallar isə amorf protein dənələri, yaxud da protein kristalları şəklində hüceyrədə ehtiyat zülal şəklində toplanır. Zülalların quruluşunun müxtəlifliyi onların tərkibində olan amin turşularının təbiətindən və onların zülal molekulunun strukturunda növbələşmə qaydasından asılıdır.

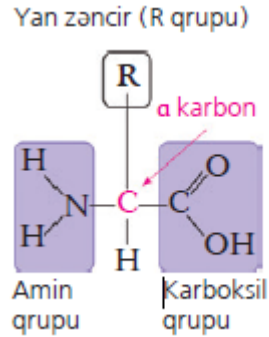
Amin turşuları isə bir-birlərindən karbon strukturunun quruluş xarakterinə görə alfatik, aromatik və heterotsiklik turşulara; amin qruplarının sayına görə monoamin və diamin turşulara; amin qruplarının vəziyyətinə görə alfa (α), betta (β) və qamma (γ) amin turşularına; karboksil qruplarının (COOH) sayına görə isə monokarbon, dikarbon amin turşularına ayrılır.

Aminturşu Monomerləri

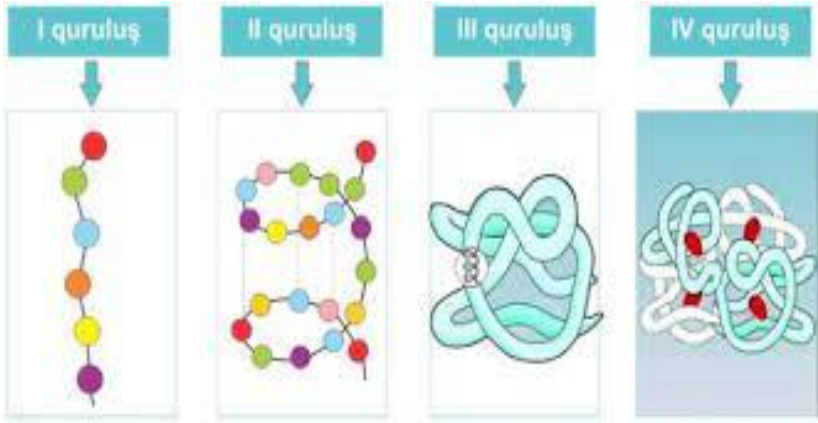
Bütün amin turşular ortaq struktura malikdir. **Amin turşu** həm amino, həm də karboksil qrupuna malik üzvi molekuldur. Buradakı kiçik sxemdə amin turşunun ümumi formulu verilmişdir.

Molekulun mərkəzində *alfa* (α) karbon adlanan bir ədəd asimmetrik karbon yerləşir. Bu karbonun bir-birindən fərqlənən dörd fərqli qonşusu var: bir amino qrupu, bir karboksil qrupu, bir hidrogen atomu və R ilə göstərilən dəyişən qrup.

Yan zəncir olaraq da adlandırılan R qrupu bir amin turşu hüceyrənin minlərlə fərqli protein əmələ gətirmək üçün istifadə etdiyi 20 amin turşunu göstərir. Burada amino və karboksil qrupu hüceyrə daxilində adi pH dəyərində olduğu kimi ionlaşmış formada göstərilmişdir. Yan zəncir (R qrupu) qlisin amin turşusundakı kimi sadə bir hidrogendən və ya qlutamin amin turşusunda olduğu kimi müxtəlif funksional qrupların qoşulduğu karbon gövdəsindən ibarət ola bilər.



Zülal molekulunun quruluşu. Müasir dövrdə zülal molekulunun 4 quruluş səviyyəsi ayırd edilir.



Zülalın birinci quruluşu. Bu quruluş zülal molekulunun peptid zəncirində amin turşuların sayı və onların birləşmə ardıcılığını müəyyən edir. Çox vaxt polipeptid zəncirinin bir ucunda sərbəst amin qrupu (N-terminal hissə), digər ucunda isə karboksil qrupu (C-terminal hissə) yerləşir. Polipeptid zəncirinin amin qrupu sərbəst olan ucu molekulun başlanğıcı hesab edilir. Polipeptidlərdə aminturşu qalıqları N-ucdan başlanaraq nömrələnir. Ribosomlarda zülal molekulalarının sintezi də məhz N-terminal hissədən başlanır.

Zülalın ilkin quruluşu amin turşu qalıqları arasında olan peptid (-CO-NH) rabitə hesabına yaranır. Bu quruluşa zülal sintez zamanı ilk dəfə ribosomda rast gəlinir. Bu zülalın ən möhkəm quruluşudur. Zülalların bioloji xassələri birincili strukturdan əhəmiyyətli dərəcədə asılıdır.

Uzunluğuna və tərkibindəki amin turşu qalıqlarının sayına görə bir-birinə bərabər olan zülal molekulalarının xassələri və orqanizmlərdə həyata keçirdiyi funksiyalar bir-birindən

fərqlənə bilər. Bu, zülalların tərkibindəki amin turşu qalıqlarının növlərinin bir-birindən fərqli olması ilə əlaqədardır.

Zülalları təşkil edən polipeptid zəncirləri amin turşu qalıqlarının funksional kimyəvi qruplarının qarşılıqlı təsiri sayəsində müəyyən üçölçülü fəza quruluşuna malik olur. Buna zülalların konformasiyası deyilir. Qlobulyar xassəli zülalların konformasiyasının 2 əsas tipi vardır: ikincili və üçüncülü quruluşlar.

Zülalın ikinci quruluşu. Bu quruluş bir peptid zəncirinin və ya bir-birinin qonşuluğunda yerləşən peptid zəncirlərinin funksional kimyəvi qruplarının elektrostatik cazibə qüvvələri sayəsində öz aralarında olan hidrogen rabitələri vasitəsilə yaranan fəza strukturudur.

Spiralın bir burumunda karbonil (C—O) qrupundakı O atomu qismən mənfi, digər burumda yerləşən amid (N—H) qrupundakı H atomu isə qismən müsbət yüklənir. Bu zaman H və O atomları arasında H rabitə meydana gəlir. Nəticədə zülal spiral kimi burulur. Hidrogen rabitə kovalent rabitədən təxminən 10-15 dəfə zəifdir. Lakin sayı çox olduğundan H rabitə hesabına burulmuş spiral xeyli möhkəm olur.

Hidrogen rabitənin yerləşməsinə görə zülalların ikincili quruluşu α və β formalı olur. α -spiral quruluşlu polipeptid zəncirində I aminturşu ilə IV aminturşu, II aminturşu ilə V aminturşu, III aminturşu ilə VI aminturşu arasında hidrogen rabitə yaranır. α -spiral quruluşlu polipeptiddə maksimal sayda əmələ gələ bilən hidrogen rabitələr sayəsində quruluş daha davamlı olur. β -bükük quruluşlu polipeptiddə H rabitə, adətən, zülal 2 və daha çox bir-birinə paralel polipeptid zəncirdən ibarət olanda yaranır. Zəncirin bükük sahələri arasında hidrogen rabitələrin köməyi ilə qonşu zəncirlər bir-birinə bərkidilir. Zülalın 2-ci quruluşuna misal miozin, keratin və s. göstərmək olar.

Zülalın üçüncü quruluşunu təmin edən rabitə daha zəifdir. Onlar, əsasən, hidrofob qarşılıqlı təsir (Van-der Waals

qüvvələri) nəticəsində yaranır. Bu su mühitində molekulların qeyri-polyar sahələri (yan zəncirləri) arasında cazibə qüvvələri-dir. Su mühitində qeyri-polyar yan zəncirlər (9 növ amin turşu) hidrofob olduğundan sudan uzaqlaşdıqca bir-birinə yaxınlaşır. Onlar bir-birinə yaxınlaşdıqca “yapışır” və bu yolla zülal strukturun sabitliyini təmin edirlər.

Üçüncü quruluşda, eləcə də tərkibində kükürd atomları arasında yaranan S—S disulfid (qeyri-polyar kovalent) rabitə də əsas rol oynayır. Bu rabitələr polipeptid zəncirində olan sistein qalıqlarındakı sulfhidril (-SH) qruplarının hidrogenlərinin itirib (oksidləşib), bir-biri ilə birləşməsi nəticəsində əmələ gəlir. Zülallar üçüncülü strukturlarına görə 2 qrupa bölünür: 1. Qlobulyar və 2. Fibrilyar zülallar.

Qlobulyar zülallar çox vaxt yumaqşəkilli, fibrilyar zülallar isə uzunsov (sap və ya lif formalı) olur. Qlobulyar zülalların molekullarında α -spiral, fibrilyar zülalda isə β -struktur əlamətləri üstünlük təşkil edir.

Zülalın dördüncü quruluşu. Zülalın daha mürəkkəb quruluşudur. Bir neçə polipeptid zəncirin öz aralarında və qeyri-zülali komponentlə birləşməsi nəticəsində zülalın IV quruluşu yaranır.

Zülalların təsnifatı. Şerti olaraq zülalları bir neçə cür təsnif etmək olar.



2.4.Fermentlər

Fermentlər hüceyrədə gedən bütün biokimyəvi reaksiyaları tənzimləyərək, həm də katalizator rolu oynayır.

Bitki hüceyrəsində müxtəlif tərkibli fermentlər vardır. İştirak etdikləri reaksiyanın xarakterindən asılı olaraq, fermentlər müxtəlif qruplara ayrılır: hidrolazalar, oksidləşdiricilər, parçalayıcılar və s. Bitkilərdə olan aktiv fermentlərdən proteazaları (zülalları hidroliz edir), hidrolazaları (karbohidratları hidroliz edir), lipazaları (yağları-yağ turşusuna və qliserinə ayırır) misal göstərmək olar.

Zülali (apoferment) hissə. Bu hissə fermentin hansı maddəyə təsirini müəyyənləşdirir.

Qeyri-zülali (Kofaktor) hissə. Bu hissə üzvi və ya qeyri-üzvi maddələrdən ibarətdir. Qeyri-üzvi hissəsinə Mn^{2+} , Zn^{2+} və Fe^{2+} və s. ionları daxildir. Əgər kofaktor üzvi maddədən ibarətdirsə, bu hissə kofermentlər və ya koenzimlər adlanır. Bura isə vitaminlər (əsasən B qrupu) daxildir.

Fermentlərin kataliz işlərində əsas rol oynayan hissə buradır. Vitaminlərin çoxu hüceyrədə kofermentlərin tərkib hissəsi olduğu üçün qidada çox önəmlidir

Fermentlərə təsir edən amillər:

- Temperatur. Fermentlər zülal təbiətli olduqlarından temperatura həssasdır. Yəni, fermentlərin fəallığı müəyyən temperaturla bağlıdır. Onların yaxşı fəaliyyət göstərdiyi temperatur optimal temperatur adlanır. Çox yüksək və aşağı temperaturlarda fermentlər denaturasiyaya uğrayır. Ayrı-ayrı canlılarda optimal temperatur fərqli ola bilər.

Məsələn, insanda əksər fermentlər üçün optimal temperatur 350 -400 C arasında dəyişir. Bu temperatura qədər fermentlər aktivləşir və 350 -400 C-də maksimum həddə çatır. Bundan sonra isə yenidən aşağı düşür. İsti sularda yaşayan termofil bakteriyalar optimal temperaturu 700 C olan fermentlərə sahibdir

- pH. Fermentativ proseslərin getməsində mühüm rol oynayan amillərdən biri pH-dır. Fermentlərin ən aktiv olduğu optimal pH da vardır. Əksər fermentlər üçün optimal pH 6-8 arasında dəyişir.

Fermentlərə təsir mexanizmi.

Hüceyrədə bütün reaksiyaları kataliz edən fermentlərin aktivləşməsi və miqdarı hüceyrənin ehtiyacına uyğun tənzimlənir. Orqanizmin müvafiq hüceyrələrində müvafiq zülallar sintez olunur. Məsələn, hemoglobin ancaq eritrositlərdə, həzm fermentləri (tripsin, pepsin, amilaza və s.) müvafiq həzm vəzilərində sintez olunur. Bu yolla canlı maddə və enerjiyə qənaət etmiş olur.

Fermentlərin bəziləri sintez olunduğu yerə zərərli təsir verə biləcəyindən, hüceyrə bir «əngəlləmə» (ingibisiya) mexanizmi əmələ gətirir. Məsələn, tripsin mədəaltı vəzi hüceyrələrində sintez olunduqda passiv tripsinogen şəklində olur. Belə passiv tripsinogen mədəaltı vəzinin strukturuna ziyan verə bilmir.

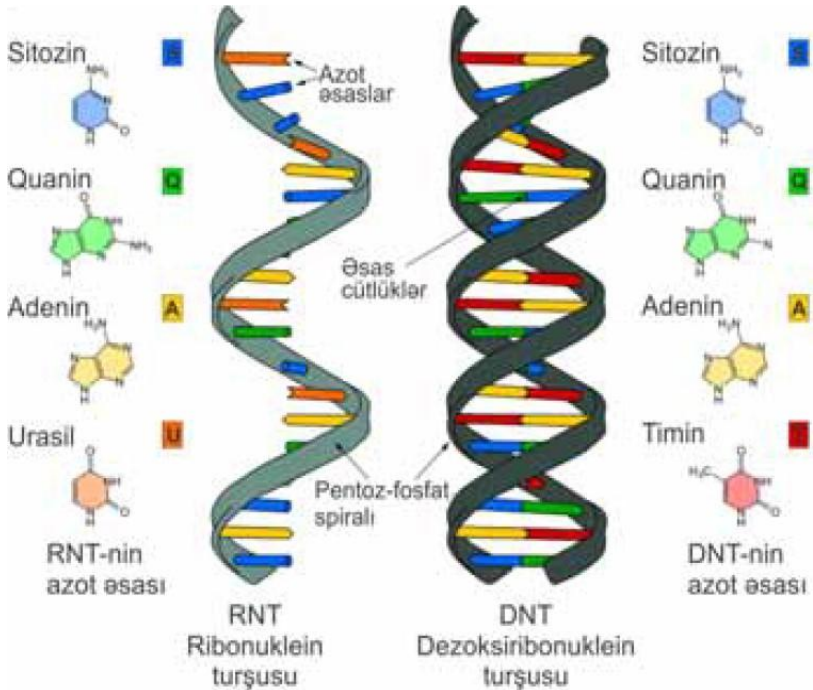
Tripsinogen ancaq onikibarmaq bağırsaqda enterokinaza fermentinin təsiri ilə aktivləşir. Demək, bu cür tənzimlənmədə mövcud fermentlər yeni bir ferment qrupunun təsiri ilə fəaliyyətə başlayır.

2.5. Nuklein turşuları

Nuklein turşuları hüceyrənin kimyəvi tərkibində olan və bioloji əhəmiyyət kəsb edən maddədir. İlk olaraq nuklein turşularını 1869-cu ildə Mişer kəşf etmişdir. Bu turşunu Mişer nüvədə kəşf etdiyi üçün ona nuklein turşusu adını verdi.

Hal-hazırda 2 cür nuklein turşusu vardır: dezoksiribonuklein (DNT) turşusu və ribonuklein turşusu (RNT). Hər biri polinukleotiddir.

1953-cü ildə Uotson və Krik ilk dəfə DNT molekulunun quruluşunun modelini təqdim etmişlər. Onlar göstərmişlər ki, DNT bir-birinə sarılıb, spiral əmələ gətirərək, iki polinukleotid



zəncirindən təşkil olunmuşdur.

Bütün nuklein turşular tərkibində olan pentozanın növünə görə 2 qrupa bölünür:

1. DNT (dezoksiribonuklein turşuları)-tərkibində dezoksiriboza olur.

2. RNT (ribonuklein turşuları)-tərkibində riboza olur.

Nuklein turşuları polimer və ya polinukleotid birləşmələridir. Onların monomeri nukleotidlər adlanır. Hər bir nukleotid 3 hissədən ibarətdir

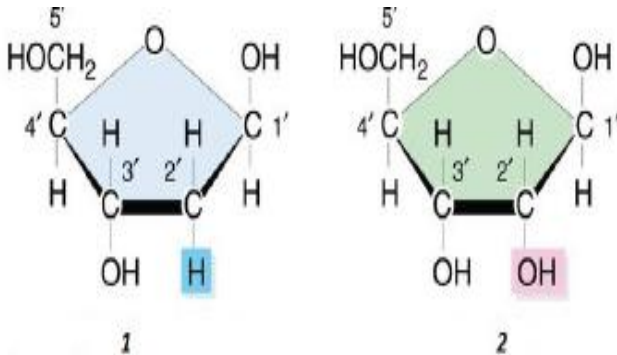
- azotlu üzvi əsas
- karbohidrat
- ortofosfat turşusu qalığı

Azotlu əsas. Nuklein turşularının tərkibinə daxil olan mühüm komponentlərin bir qrupunu heterotsiklik azot əsasları təşkil edir. Nuklein turşularında 5 növ azotlu əsasa rast gəlinir. Bunlar purin və pirimidinin müxtəlif əlavə radikallara malik olan törəmələridir.

Pirimidinlər. Karbon, azot və oksigen atomlarından ibarət bir altı bucaqlı qəfəsə malikdir. Bura sitozin (S), urasil (U) və timin (T) daxildir. S həm DNT, həm də RNT molekulunda rast gəldiyindən bu azotlu əsas hər iki nuklein turşusu üçün universaldır. T yalnız DNT-də, U azotlu əsası isə yalnız RNT-də olur.

Purinlər. Daha böyükdür, altı bucaqlı və beş bucaqlı qəfəslərin birləşməsindən əmələ gəlmişdir. Bura adenin (A) və qüanin (Q) daxildir. Hər iki azot əsası nuklein turşuları üçün universaldır.

Karbohidrat. Nuklein turşularında 2 növ karbohidrat olur: DNT-də dezoksiriboza ($C_5H_{10}O_4$), RNT-də isə riboza



($C_5H_{10}O_5$).

Nuklein turşuların tərkibində pentozalar həmişə β formada olurlar. Karbohidrat qəfəsinin nömrələnməsi karbohidratın azotlu əsasla birləşdiyi karbondan başlanır və həmin karbon 1' işarələnir. 3-cü karbon (3') digər nukleotidin fosfat turşu qalığı ilə, zəncirin kənarına doğru uzanan 5-ci karbon (5') isə nukleotid daxilindəki fosfat turşusu qalığı ilə birləşmişdir. Hər zəncirdə yalnız 1 karbohidrat qəfəsinin 3-cü

karbonu digər nukleotidin fosfat turşusu qalıqına birləşmir, bura zəncirin 3' ucu, zəncirin digər ucu isə 5' ucu adlanır.

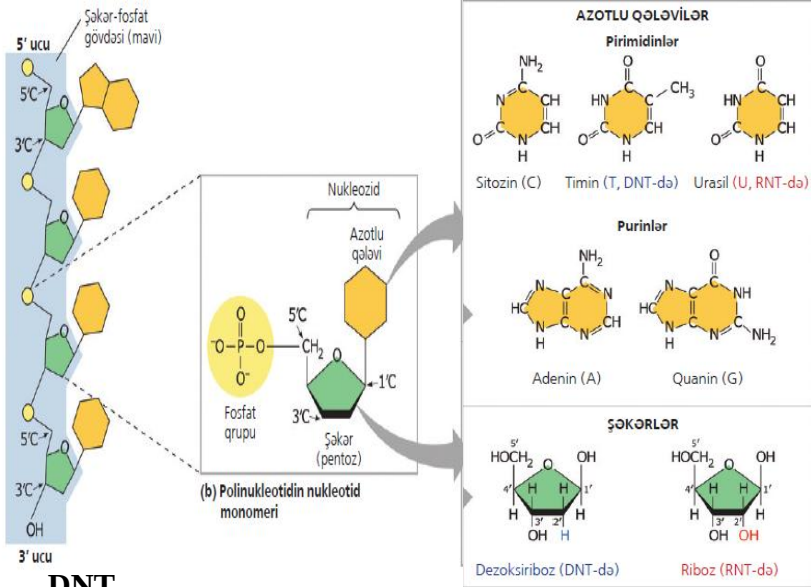
Riboza molekulunda dezoksiribozadan fərqli olaraq bir OH qalığı (2') artıqdır. RNT molekulunda karbohidrat qalığının 2-ci (2') karbon atomundakı OH qrupu onun həm üstünlüyü, həm də çatışmazlığıdır. Belə ki, bu funksional qrup ona katalizator funksiyasını yetirməyə imkan verir. Eyni zamanda RNT-nin davamsız olmasına səbəb olur ki, nəticədə RNT asan hidrolizə uğrayır.

Azotlu əsasla karbohidrat qlikozid rabitə ilə birləşərək, nukleozid əmələ gətirir.

Ortofosfat turşusu qalığı. Nuklein turşularında bu hissə fərqlənmir, yəni universalıdır. Fosfat turşu qalıqları nukleozidləri bir-birinə birləşdirir. Belə ki, fosfat turşu qalığı molekul daxilində karbohidratın 5-ci karbon atomuna digər qonşu nukleotidin pentozasının 3-cü karbon atomuna kovalent (fosfodi efir) rabitə ilə birləşdirir. Hər bir zəncirdə yalnız 1 fosfat turşu qalığı 1 karbohidratla (nukleotid daxili) birləşmə əmələ gətirdiyindən dihidrofosfatı ($-PO_4-2$) şəklindədir. Bura zəncirin 5 ucudur. Zəncirdəki digər fosfat turşu qalıqları 2 karbohidratla birləşmə əmələ gətirdiyindən hidrofosfat ($=PO_4$) şəklindədir.

Nukleotid polimerləri

Nukleotidlər dehidrasiya reaksiyası nəticəsində polinukleotidə çevrilir. Polinukleotidin yanaşı nukleotidləri bir-birinə iki nukleotid şəkəri arasında körpü quran fosfat qrupundan ibarət fosfodiester rabitəsi ilə qoşulur. Bu bağlanma tərzini *şəkər-fosfat gövdəsi* adlanan təkrarlanan şəkər-fosfat naxışı əmələ gətirir. Polimerin iki sərbəst ucu bir-birindən aydın şəkildə fərqlənir. Bir ucda 5' karbonabağlı fosfat qrupu varkən, digər ucda 3' karbona qoşulmuş hidroksil qrupu mövcuddur. Bu uclara müvafiq şəkildə 5' ucu və 3' ucu deyilir. Qələvilər isə şəkər-fosfat gövdəsi boyunca düzülür.



DNT

Hüceyrəvi quruluşa malik bütün canlılarda DNT tapılmışdır. Canlıların böyüməsini, inkişafını, metabolizmini, öz-özünü tənzim və törətmə qabiliyyətlərinin fərdiliyini təmin etmək üçün lazım olan bütün bioloji informasiyalar DNT molekulalarında yerləşir. DNT polimer birləşmə olub, onun monomeri nukleotidlərdir. DNT molekulunda 4 növ nukleotid vardır. Eukariot xromosomunu təşkil edən tək, uzun DNT zənciri hər biri DNT-nin fərqli bölgələrində yerləşən çoxsaylı genləri daşıyır. İkiqat spiralın qələviləri ancaq müəyyən qaydalar əsasında bir-birilə cütləşə bilirlər.

Bir zəncirin adenine (A) həmişə digər zəncirin timini (T) ilə, quanin (G) isə həmişə sitozin (C) ilə cütləşir. Beləcə, bir zəncir boyunca düzülmüş qələvi ardıcılığını oxuyaraq, digər zəncirdəki qələvi ardıcılığını təxmin etmək mümkündür.

Bu qələvi cütləşməsi qaydasına görə, əgər zəncirin bir hissəsindəki ardıcılıq 5'-AGGTCCG-3' şəklindədirsə, əks-zəncirin üzbəüz hissəsindəki ardıcılıq 3'-TCCAGGC-5' şəklində olmalıdır.

İkiqat spiralın iki zənciri *komplementardır*, yəni biri digərinin təxmin oluna bilən qarşılığıdır. Bölünməyə hazırlaşan hüceyrənin sahib olduğu hər bir DNT-nin dəqiqliklə surətini çıxarmaq qabiliyyəti məhz DNT-nin bu xassəsinə əsaslanır.

DNT-nin denaturasiyası. Temperatur (məhlulu 1000 C-yə qədər qızdırmaqla), turşu buxarı yaxud şüa təsiri ilə nukleotidlər arasında H rabitəni pozmaqla DNT zəncirlərini bir-birindən ayırmaq olar.

Bu proses DNT-nin denaturasiyası adlanır. DNT-nin denaturasiyası temperatura qarşı müqavimətinin çoxluğu və ya azlığı onun tərkibindəki Q və S nukleotidlərinin sayından asılıdır. Onlar arasında H rabitə çox olduğundan temperatura qarşı dözümlülüyü də çox olur.

RNT

RNT molekulu isə əksinə, tək zəncirlidir. Buna baxmayaraq 2 RNT molekulu, hətta eyni molekulun iki fərqli hissəsi arasında komplementar qələvi cütləşməsinin əmələ gəlməsi mümkündür. Məsələn, polipeptid sintezində amin-turşuları ribosoma gətirən RNT-nin bir növü olan *nəqliyyat RNT-sinə* (rRNT, ing. *transfer RNA*) nəzər yetirək. Bir rRNT molekulu təxminən 80 nukleotid uzunluğundadır. Komplementar hissələrin anti-paralel şəkildə yan-yana gələ bildiyi yerlərdə qələvi cütləşməsi nəticəsində rRNT-nin işlək forması əmələ gəlir.

RNT-də adenin (A) ilə urasil (U) qələvisinin cütləşdiyinə və timin (T) molekulunun ümumiyyətlə mövcud olmadığına diqqət yetirin. RNT ilə DNT arasındakı digər bir fərq isə DNT-nin demək olar ki, hər zaman ikiqat spiral şəklində olması, RNT molekulunun formasının isə dəyişməyidir.

2.6. DNT- nin replikasiyası

DNT molekulunun replikasiyası replikasiyanın mənşəyi adlanan xüsusi bölgələrdən başlayır. Bu bölgələr onlar xüsusi

nukleotid ardıcılığına malik qısa DNT parçalarıdır. Bakterial xromosom dairəvi və tək mənşəlidir. Zülallar bu ardıcılığı tanıyır, iki zənciri ayırır və replikasiya qabarcığını DNT-yə açır, yapışır. DNT replikasiyası bütün molekul təkrarlanana qədər hər iki istiqamətdə davam edir.

Bakterial xromosomdan fərqli olaraq, eukariotik xromosomlar minlərlə mənşəyə malikdir. Çox sayda qabarcıq əmələ gəlir. Bunlar nəhayət birləşir və çox uzun DNT qısa müddətdə kopyalanır.

Replikasiya çəngəsi replikasiya qabarcığının hər bir ucunda yerləşir. Bu Y formalı bölgədə əsas zəncirlərin DNT-si üzərində helikaz adlanan bir neçə növ zülal işləyir.

Helikazlar iki ata zəncirini ayıraraq, replikasiya çəngəllərindəki qoşa sarmalı tərsinə çevirir və onlar qəliblənmiş zəncirlər kimi istifadə oluna bilər. Cütləşməmiş DNT əcdad zəncirləri ayrıldıqdan sonra tək zəncirlə bağlanan zülaldır. Onları zəncirə bağlayır və ayrı saxlayır. İkiqat spiralın bükülməmiş vəziyyəti daha sıx burulmalara və replikasiya çəngəlinə səbəb olur və irəliləməyə məcbur edir.

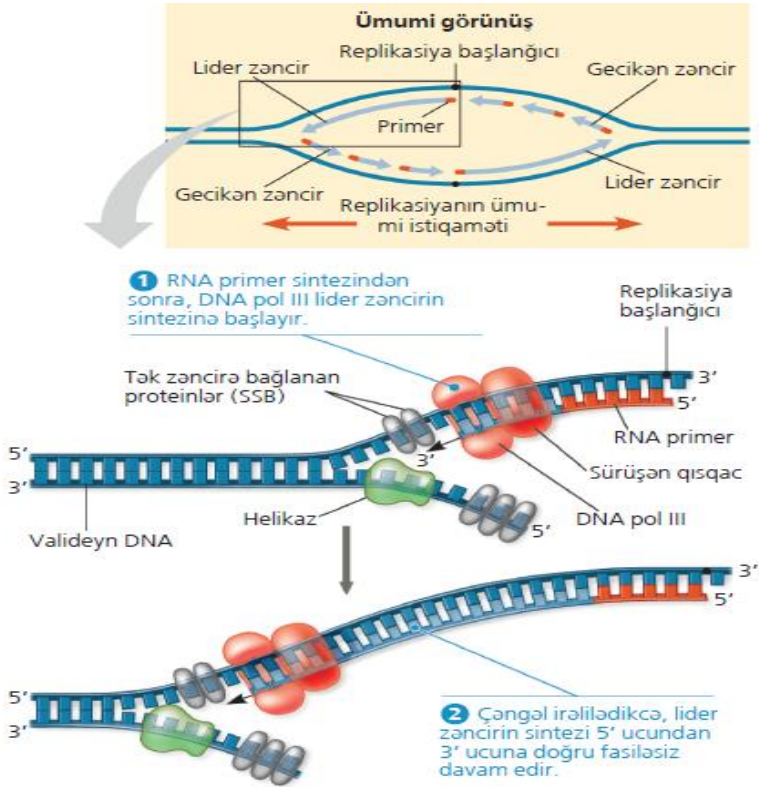
Topoizomeraz DNT zəncirlərini qıraraq, döndərərək təkrar birləşdirir. Bu vəziyyətdə DNT spiralının burğusu açılmış olur. DNT sintez edən fermentlər polinukleotidin sintezinə başlaya bilməz, onlar yalnız şablon zəncirində nukleotid cütləşməsinə həyata keçirə bilirlər. DNT sintezi zamanı yaranan ilkin nukleotid zənciri əslində DNT deyil, qısa RNT zənciridir. Bu RNT zənciri primer adlanır və primaz fermenti tərəfindən sintez olunur.

Primaz əsas DNT zəncirindən şablon kimi istifadə edir, hər dəfə bir RNT nukleotidi əlavə edir və tək RNT nukleotidindən tamamlayıcı RNT zəncirinin əmələ gəlməsinə başlayır. Tamamlanmış primer adətən 5-10 nukleotid uzunluğundadır. Yeni DNT ipi RNT primerinin 3' ucundan başlayacaq.

Yeni DNT zəncirinin sintezi.

DNT polimerazaları adlanan fermentlər mövcud zəncirə nukleotidlər əlavə edərək DNT sintezini kataliz edir.

Məsələn, E.coli bakteriyasında bir neçə növ DNT polimeraz var, lakin yalnız ikisi vacibdir: DNT polimeraza III və DNT polimeraza I.

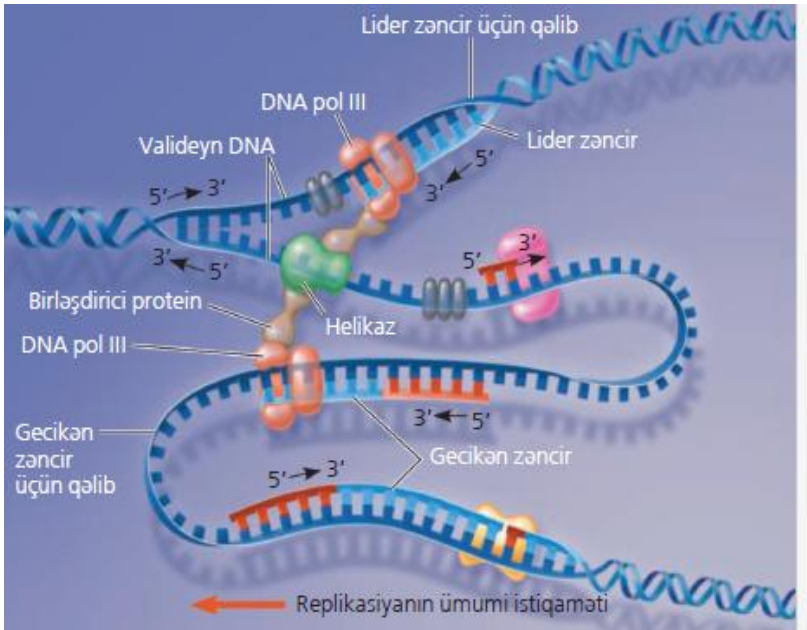


Əksər DNT polimerazları bir primer tələb edir. E. coli DNA pol III RNT primerinə bir DNT nukleotidi əlavə edir, sonra DNT nukleotidləri əsas DNT şablon zəncirinə əsaslanaraq ucdan-uca başlayır.

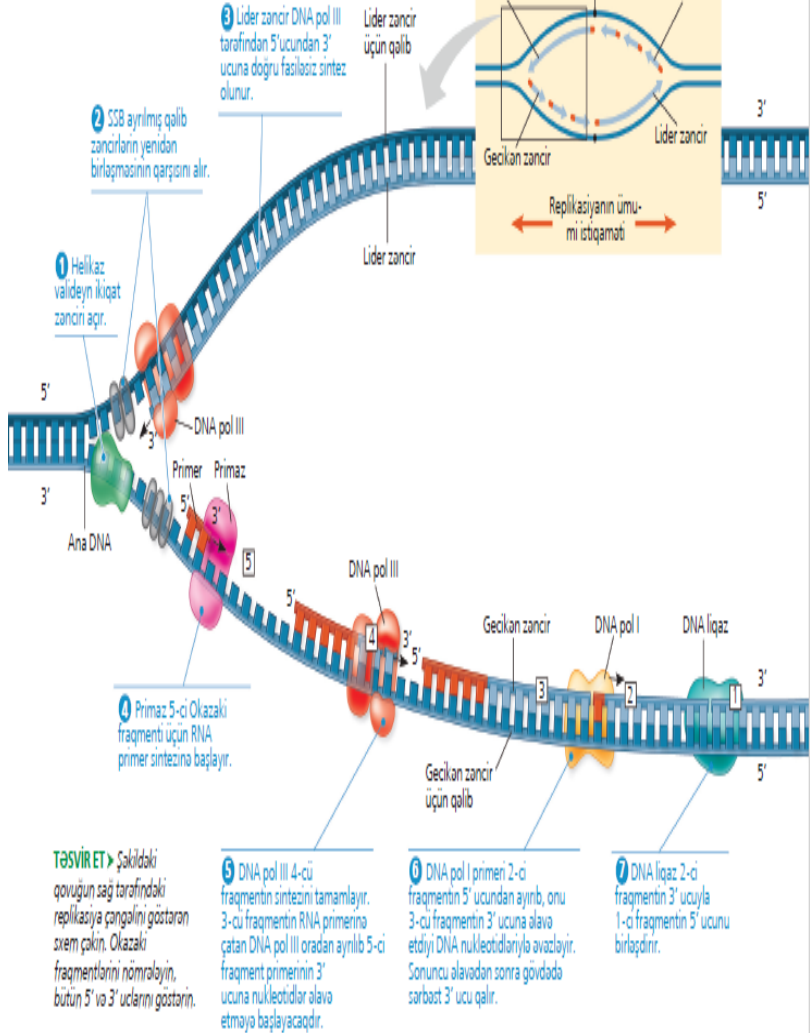
Antiparalel uzanma.

DNT zəncirinin iki ucu fərqlidir. Onlar bir-birinə antiparalel hərəkət edirlər. DNT pol fermentləri yalnız primerin və ya uzadılmış zəncirin 3' ucuna yapışa bilər. Heç vaxt 5' sonuna əlavə edə bilməz. Beləliklə, yeni DNT silsiləsi yalnız 5'-3' istiqamətdə uzana bilər. Baloncukdakı iki təkrarlama çəngəlindən birini araşdırsaq, bu zəncir davamlı bir zəncirdir. DNT pol III şablon zəncirində qalır.

Davamlı zəncirinin sintezi üçün DNT pol III tək RNT primerindən istifadə edir. Digər yeni DNT zəncirinin mütləq 5'-3' istiqamətində uzanması lazımdır. Bu zəncirə fasiləsiz zəncir də deyilir. Bu zəncir parçalanmış formada sintez olunur. Hər bir parça okazaki parçası adlanır.



Bakteriyal DNA replikasyonunun icmalı. Diagram üst sağdaki icmal tasvirinde gösterilen replikasyonun sol çangalındaki detalları aktırır. İcmalden bala zancırların yarısının lider zancır olarak fasilasız tarzda, diger yarısının ise, gecikan zancır olarak, parça-parça istehsal olundugunu gormak olar.



TƏSVİR ET Şəkilədeki qovğun sağ tərəfindəki replikasiya çangalını göstərən sxem çəkin. Okazaki fragmentlərini nömrələyin, bütün 5' və 3' uclarını göstərin.

DNT pol I qonşu primerin RNT nukleotidlərini DNT nukleotidləri ilə əvəz edir. DNT liqazası bütün okazaki fraqmentlərinin şəkər-fosfat skeletləri ilə birləşir.

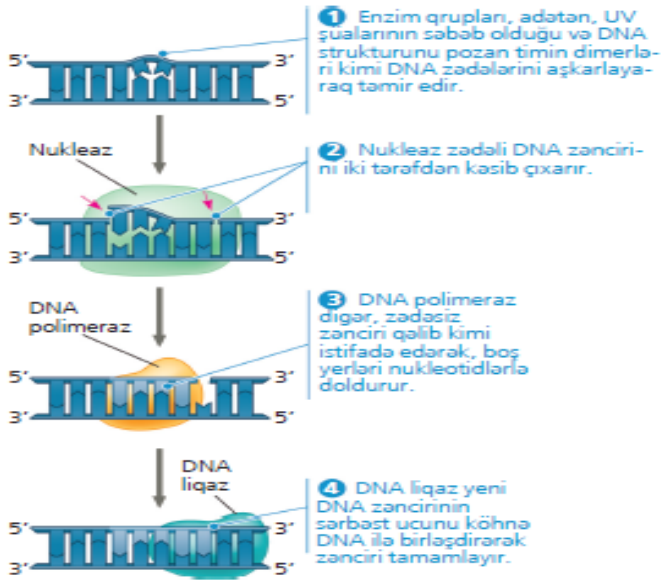
Xətalara döndərmək və DNT-ni təmir etmək.

DNT replikasiyası zamanı DNT polimeraza uzanmış zəncirlə şablon zəncirlə müqayisədə bir nukleotid əlavə edən kimi bu əlavənin düzgünlüyünü yoxlayır. Hər hansı bir uyğunsuzluq halında yanlış nukleotidi çıxarır və düzgün olanı ilə əvəz edir. Bəzən uyğunsuzluqlar DNT polimerazının nəzarətindən qaçır. Bu vəziyyətdə başqa fermentlər işə düşür.

DNT-dəki uyğunsuzluqların təmirində iştirak edən fermentlərdə bir qüsurluq varsa xərcəng kimi xəstəliklər meydana gələ bilər. Bu, xəstəliyin irsiyyət yolu ilə nəsillərə keçməsinə səbəb ola bilər.

DNT-də səhvlər replikasiya bitdikdən sonra da baş verə bilər. Bu vəziyyətin düzəldilməsinə çalışılır. Əgər düzəldilməzsə, mutasiyaya çevrilir. DNT zədələndikdə qüsurlu bölgə nukleaza fermenti ilə kəsilir və yaranan boşluq zədələnməmiş zəncir vasitəsilə doldurulur. Bu boşluğu doldurmaq üçün istifadə edilən fermentlər DNT polimeraza və DNT liqazadır. Bu sistemə nukleotid eksizyon təmiri deyilir.

Dəri hüceyrələrində DNT zədələnməsinə nəzarət edən fermentlərin pozulması günəş işığına qarşı həssaslığa və nəticədə dəri xərcənginə səbəb olur.



DNT molekullarının uclarının replikasiyası.

Hüceyrə DNT-nin kiçik bir hissəsi var ki, polimerazalar nə replikasiya edə, nə də təmir edə bilər. DNT polimerazaları DNT zəncirlərinin 5' uclarını tamamlaya bilməzlər, çünki onlar yalnız 3' ucuna əlavə edə bilərlər. Hətta okazaki fraqmenti şablon zəncirinin sonunda RNT primeri ilə başlasa belə, primer çıxarıldıqda onu DNT ilə əvəz etmək mümkün deyil, çünki nukleotidlərin daxil edilməsi üçün 3' ucu yoxdur. Nəticədə təkrarlanan replikasiya getdikcə daha qısa, nizamsız uçlu DNT-lər əmələ gəlir.

Prokariotlarda DNT dairəvi olduğundan heç bir ucu yoxdur. Beləliklə, DNT qısalması baş vermir. Eukariotlarda genləri olmayan telomerlər adlanan nukleotid ardıcılıqları əmələ gəlir. Bu ardıcılıqlar dəfələrlə təkrarlanaraq uzun bir mənasız zəncir əmələ gətirir və genlərin itirilməsinin qarşısını alır. (İnsanlarda TTAGGG ardıcılığı 100 ilə 1000 arasında təkrarlanır.) Zamanla telomerlərin qısalması hüceyrələrin və hətta fərdin qocalması üçün əsas yarada bilər.

Reproduktiv ana hüceyrələrində bu qısalmanın qarşısını alan telomeraza adlanan ferment var. Telomeraza əksər somatik hüceyrələrdə qeyri-aktivdir.

DNT, ikiqat spiral.

DNT-nin zəncir modelində hər bir zəncir şəkər-fosfat onurğasını təmsil edir. Onurğa sütunu boyunca fosfat qrupları hər bir zəncirin xarici hissəsi boyunca mənfi yük əmələ gəlməsini təmin edir.

Histonlar.

Histonlar sadə zülalların bir növüdür. Histonları təşkil edən amin turşuları müsbət yüklü olduqları üçün DNT-yə möhkəm bağlanırlar. Ən çox yayılmış dörd histon növü var: H2A, H2B, H3 və H4. Bunlar sonrakı səviyyələrdə DNT-nin qablaşdırılması üçün vacibdir.

Nukleosomlar.

O, DNA qablaşdırmasının əsas vahididir. Dörd əsas histon növünün hər birindən ikisinə malikdir və DNT onun ətrafına iki dəfə sarılır. Hüceyrə dövrü ərzində qısa bir an üçün histonlar DNT-dən ayrılır.

İşıq mikroskopunda nizamsız çoxluqlar kimi görünən xromatinə **heterokromatin**, daha geniş yayılmış xromatinə isə **euxromatin** deyilir.

2.7. Gendən proteinə



Zülalların sintez oluna bilməsi üçün DNT-dən məlumat alınaraq ribosoma çatdırılmalıdır. Bu işi yerinə yetirən RNT-dir. Transkripsiya DNT-nin rəhbərliyi altında baş verən RNT-nin sintezidir. DNT-dən ribosoma məlumat daşıyan RNT xəbərçi RNT-dir (mRNT).

Tərcümə mRNT-dəki məlumatlardan istifadə edərək, polipeptidin sintezidir. Bu hadisənin baş verdiyi yer

ribosomdur. Ribosomlar amin turşularını birləşdirir və polipeptid zəncirləri əmələ gətirir.

Bakteriyalarda DNT sitoplazmada olduğu üçün protein sintezi RNT sintezi ilə eyni vaxtda baş verə bilər. Eukariotlarda DNT nüvədə olduğu üçün əvvəlcə mRNT sintez olunur, sonra isə sitoplazmaya daxil olur və zülal sintezini başlatmaq üçün ribosoma bağlanır.

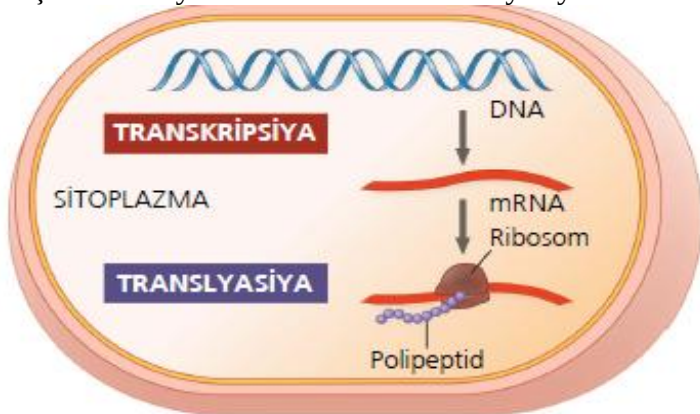
Eukaryotik mRNT istehsal edildikdə, nüvəni tərk etməzdən əvvəl dəyişikliklərə məruz qalır. İlk istehsal edilən mRNT pre-mRNT-dir və dəyişdirildikdən sonra həqiqi mRNT əmələ gəlir. Hər hansı bir gendən ilkin RNT transkriptinə ümumiyyətlə əsas transkript deyilir.

Ümumi baxış: genetik informasiya axışında transkripsiya və translyasiyanın rolu.

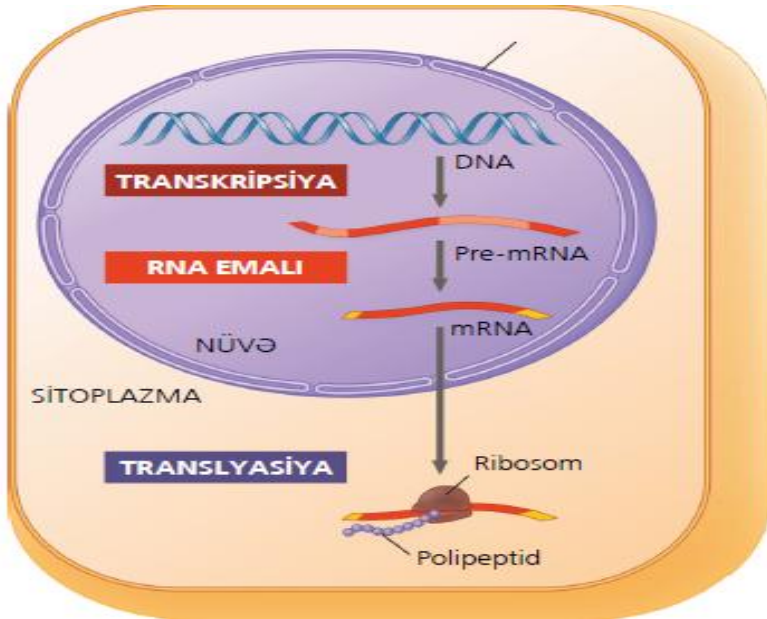
Hüceyrədə irsi informasiya DNA-dan RNA-ya, oradan isə proteinə keçir.

Translyasiya və transkripsiya bu informasiya axışının iki əsas mərhələsidir. Aşağıdakı diaqramların kiçik versiyası fəslin sonrakı şəkillərində verilmişdir.

a) Bakteriya hüceyrəsi. Nüvəsiz bakteriya hüceyrəsində transkripsiya ilə istehsal olunan mRNA əlavə emal işlərinə ehtiyac olmadan dərhal translyasiya olunur.



(b) Eukariot hüceyrə. Bu canlılarda nüvə transkripsiya üçün



ayrı bir otaq təmin edir. Pre-mRNA adlanan ilkin RNA transkripti mRNA olaraq, nüvəni tərk etmədən öncə çeşidli emal proseslərindən keçir.

Genetik kod.

Nükleotid əsas üçlüyü bərabər uzunluqda olan ən kiçik vahidlərdir və bütün amin turşularını kodlayır. Ardıcıl üç əsas bir amin turşusunu təyin edərsə, 64 mümkün kod əldə edilir.

Gen transkripsiya zamanı sintez edilən RNT molekulunun uzunluğu boyunca nukleotid əsaslarının sırasını təyin edir. Hər gen üçün iki DNT zəncirindən yalnız biri transkripsiya edilir. Bu zəncir şablon zənciri (əhəmiyyətli zəncir), digər zəncir isə tamamlayıcı zəncir (kodlayıcı) adlanır.

RNT zənciri şablon zəncirinin tamamlayıcısıdır. RNT-də adenin timin əvəzinə urasillə əvəz olunur. RNT molekulu DNT ilə antiparaleldir. Yəni DNT 5' - 3' istiqamətində olduqda, RNT 3' - 5' istiqamətində olur.

Məsələn: DNT ----- 3'-ACC-5' RNT ----- 5'-UGG-3'

RNT-dəki bu üçlü nukleotidlərə kodon deyilir.

Zülal sintezini başlatan kodon AUG, onu dayandıran kodonlar isə UAA, UAG və UGA-dır.

AUG amin turşusu metionini kodlayır, dayanma kodonları isə amin turşularını kodlamır. Bu vəziyyətdə amin turşularını kodlayan 61 kodon var.

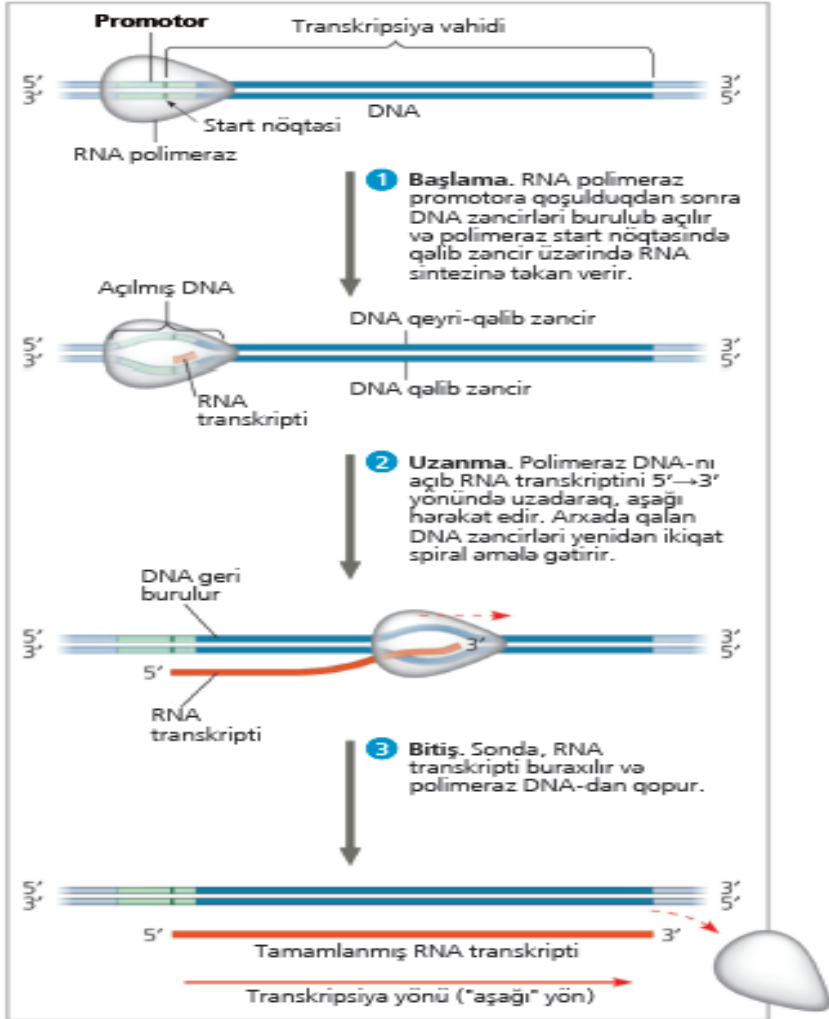
İkinci mRNA əsası

		U	C	A	G		
Birinci mRNA əsası (kodonun 5' ucu)	U	UUU] Phe (F)	UCU] Ser (S)	UAU] Tyr (Y)	UGU] Cys (C)	U	Üçüncü mRNA əsası (kodonun 3' ucu)
		UUC]	UCC]	UAC]	UGC]	C	
		UUA] Leu (L)	UCA]	UAA Stop	UGA Stop	A	
		UUG]	UCG]	UAG Stop	UGG Trp (W)	G	
	C	CUU]	CCU]	CAU] His (H)	CGU]	U	
		CUC] Leu (L)	CCC] Pro (P)	CAC]	CGC] Arg (R)	C	
		CUA]	CCA]	CAA] Gln (Q)	CGA]	A	
		CUG]	CCG]	CAG]	CGG]	G	
	A	AUU]	ACU]	AAU] Asn (N)	AGU] Ser (S)	U	
		AUC] Ile (I)	ACC] Thr (T)	AAC]	AGC]	C	
		AUA]	ACA]	AAA] Lys (K)	AGA] Arg (R)	A	
		AUG Met (M) start	ACG]	AAG]	AGG]	G	
	G	GUU]	GCU]	GAU] Asp (D)	GGU]	U	
		GUC] Val (V)	GCC] Ala (A)	GAC]	GGC] Gly (G)	C	
		GUA]	GCA]	GAA] Glu (E)	GGA]	A	
		GUG]	GCG]	GAG]	GGG]	G	

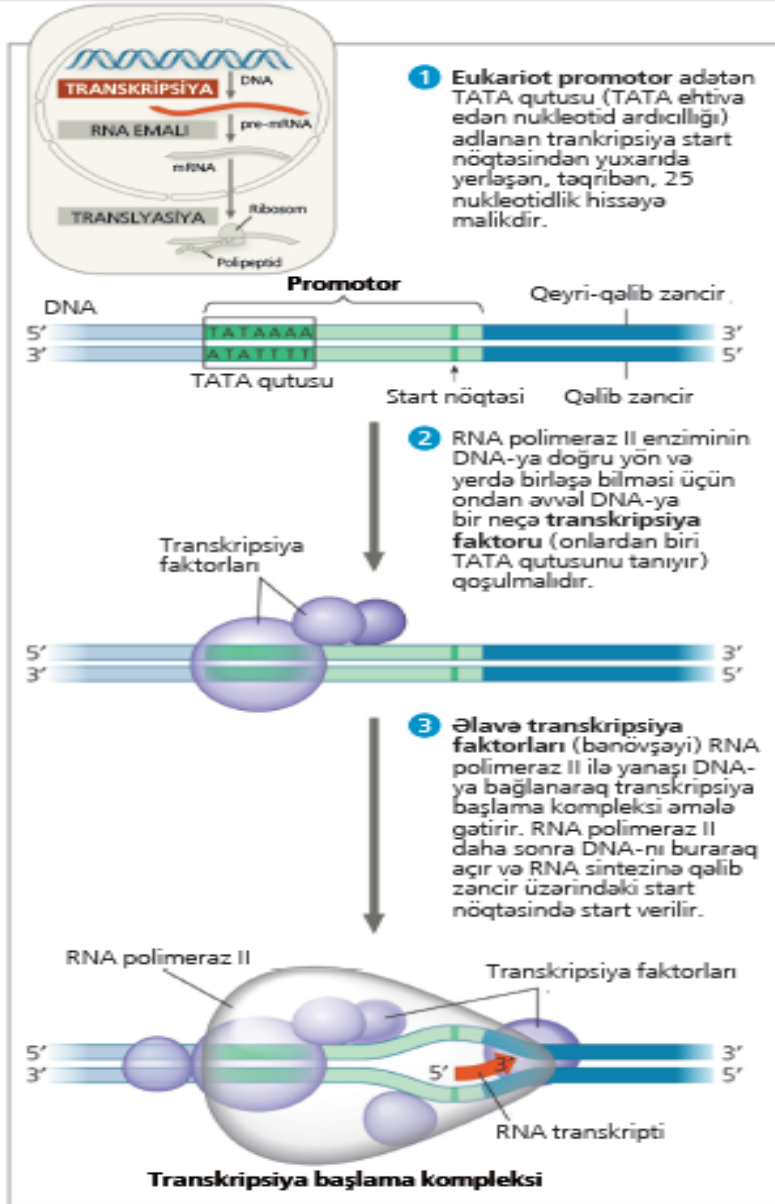
Transkripsiya mərhələləri: başlama, uzanma və bitiş.

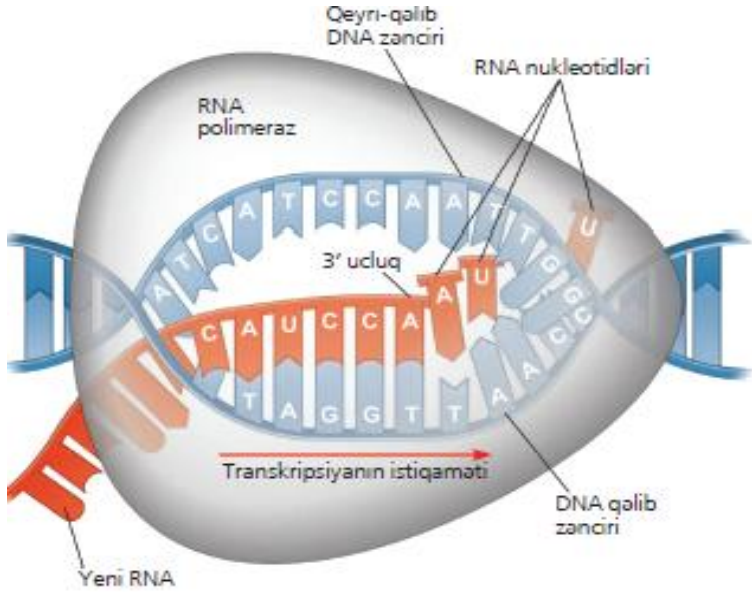
Transkripsiyanın burda verilmiş ümumi təsviri həm bakteriya, həm də eukariot üçün doğrudur, ancaq bitiş mərhələsinin detalları mətndə təsvir olunduğu kimi fərqlidir. Bundan başqa,

bakteriyada RNA transkripti dərhal mRNA olaraq, istifadə oluna bildiyi halda, eukariotda transkripsiya məhsulu ilk öncə emaldan keçməlidir.



Eukariot promotorda transkripsiya başlanğıcı. Eukariot hüceyrələrdə transkripsiya faktoru adlanan proteinlər RNA polimeraz II tərəfindən həyata keçirilən transkripsiyanın başlanmasına kömək edir.





Eukariotların nüvəsindəki fermentlər sitoplazmaya göndərilməzdən əvvəl prekursor mRNT-ni dəyişdirirlər. Bu RNT-nin işlənməsi zamanı ilkin transkriptin hər iki ucu dəyişdirilir.

mRNT sonlarının dəyişməsi

Əvvəlcə 5' ucu sintez olunur; İlk 20-40 nukleotidin transkripsiyasından sonra 5' ucuna guanin nukleotidinin fərqli forması olan 5' qapaq əlavə edilir. mRNT nüvəni tərk etməzdən əvvəl, prekursor mRNT molekulunun 3' ucu da dəyişdirilir.

AAUAAA poliadenilasiya signalının transkripsiyasından sonra ferment 50-250 adenin nukleotidini əlavə edərək, poli-A quyruğu əmələ gətirir.

5' başlıq və poli A quyruğu mühüm vəzifələrə malikdir.

1. Yetkin mRNT-nin nüvədən çıxmasını asanlaşdırır.
2. RNT-nin hidrolitik fermentlər tərəfindən həzm olunmasının qarşısını alırlar.

3. mRNT sitoplazmaya çatdıqdan sonra ribosomların mRNT-nin 5' ucuna yapışmasına kömək edirlər.

mRNT də UTR bölgələrinə malikdir. Bu bölgələr ribosomda tərcümə olunmur. Onların işi ribosoma bağlanmasını təmin etməkdir.

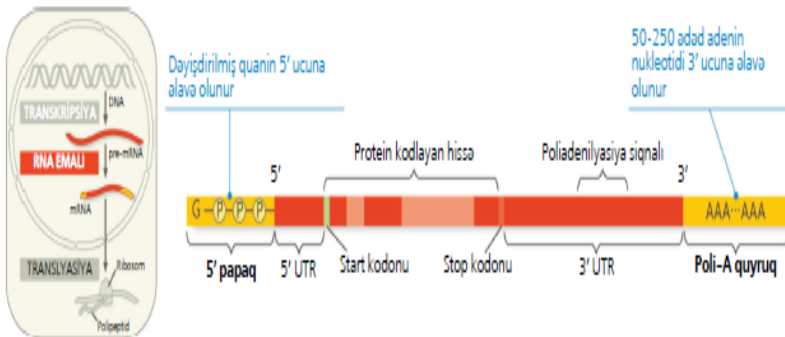
Parça genləri və RNT splayi.

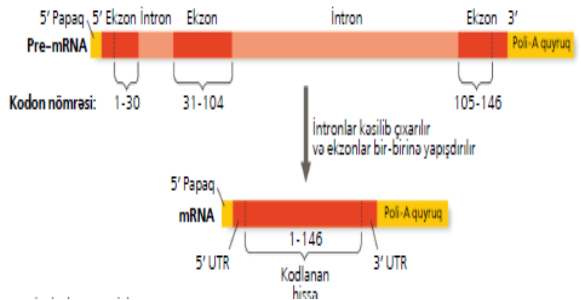
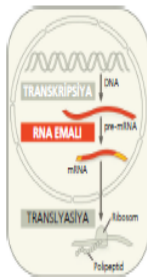
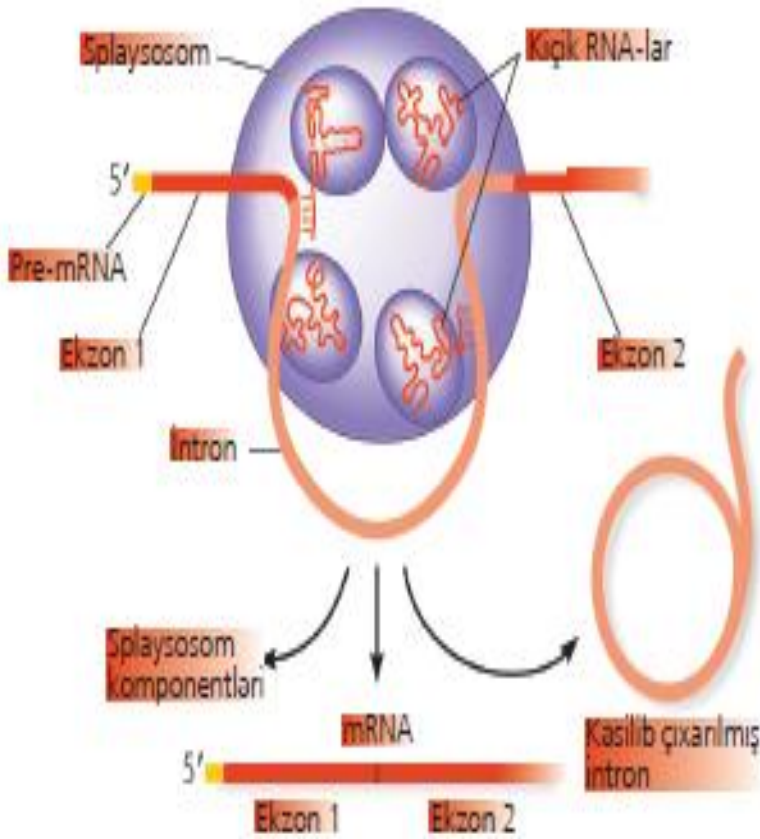
RNT-nin çox hissəsinin çıxarılmasına RNT-nin birləşməsi deyilir.

İnsan DNT-sindəki transkripsiya vahidi orta hesabla 27.000 cüt nukleotiddən ibarətdir. İlk RNT uzunluğu da eynidir. Bu ardıcılığın 1200-ə yaxın nukleotidindən istifadə olunur. Qalan hissələr kodlaşdırılmayan bölgələrdir. Bu kodlaşdırılmayan bölgələr kodlaşdırıcı nukleotidlər arasında kəşib. Bu kodlaşdırılmayan bölgələrə intronlar, qalan kodlaşdırma bölgələrinə isə ekzonlar deyilir.

mRNT molekulu sitoplazmaya göndərilərkən intronlar çıxarılır və yalnız ekzonlar qalır. Beləliklə, fasiləsiz bir zəncir əldə edilir. Bu hadisə RNT-nin birləşməsi hadisəsidir.

Bu necə baş verir? Tədqiqatlar göstərir ki, kiçik nüvə ribonukleoproteinləri (snRNP) intron bölgələrini tanıyır. Bu strukturlar nüvədə yerləşir. RNT və zülaldan ibarətdir. Buna görə də onlara snRNT deyilir. Bir çox snRNP bir araya gələrək, splikozom adlanan birləşmə əmələ gətirir və qısa müddətdə mRNT-dən intronlar çıxarılır.





Ribozimlər.

SnRNT-nin katalitik rolu ideyası fermentlər kimi fəaliyyət göstərən RNT molekulaları olan ribozimlərin kəşfindən yaranmışdır. Prekursor RNT-lər öz intronlarını kəsə bilirlər. Ribozimlərin kəşfi ilə bütün bioloji katalizatorların zülal olması fikri qüvvədən düşmüşdür.

RNT-nin üç xüsusiyyəti bəzi RNT molekulalarının ferment kimi fəaliyyət göstərməsini təmin edir. 1. RNT tək zəncirli olduğundan, RNT-nin bir bölgəsi eyni molekulun başqa yerində tamamlayıcı bölgə ilə əsas cütləşə bilər. Beləliklə, molekul üçölçülü quruluş şəklini ala bilər. 2. RNT-dəki bəzi əsaslar fermentlər kimi kataliz prosesində iştirak edə bilən funksional qrupları ehtiva edir. 3. RNT-nin digər nuklein turşusu molekulaları ilə hidrogen rabitəsi yaratmaq qabiliyyəti onun katalitik fəaliyyətinin spesifikliyini təmin edir.

Translasiya.

Hüceyrə tərcüməsi prosesində genetik mesajı translasiya edir və müvafiq olaraq polipeptidi sintez edir. mRNT-də mesajı translasiya edən transfer RNT-dir (tRNA).

rRNT amin turşularını koda uyğun olaraq sitoplazmada daşıyır və ribosoma gətirir.

Daşıyıcı RNT-nin strukturu və funksiyası.

rRNT molekulaları eyni deyil. Hər bir rRNT molekulu müəyyən bir amin turşusunu çevirir. Bir rRNT ribosoma çatdıqda, bir ucunda xüsusi bir amin turşusu daşıyır. rRNT-nin digər ucundakı nukleotid üçlüyü antikodon adlanır və bu bölgə bazası mRNT-də tamamlayıcı kodonla cütləşir.

rRNT mRNT kimi, nüvədə hazırlanır və sitoplazmaya buraxılır. Bakteriyalarda və eukariotlarda hər bir rRNT özünəməxsus amin turşusunu ribosoma daşıyır və sonra sərbəst buraxıla və təkrar istifadə edilə bilər.

Bir RNTmolekulu təxminən 80 nukleotid uzunluğunda tək bir RNT zəncirindən ibarətdir.

Bu tək zəncir öz üzərinə qatlana bilər və üçölçülü quruluşa malikdir. Yonca yarpağına bənzər rRNT molekulu təxminən L-qatlanmışdır. L-nin bir ucunda xüsusi mRNT kodonu ilə birləşən xüsusi əsas üçlüyü olan antikodon olan dairəvi çıxıntı var. 3' ucu digər ucundan çıxır. Bu hissə amin turşusunun bağlandığı yerdir.

Genetik mesajın dəqiq oxunması molekulyar tanınmanın iki addımını tələb edir. Müəyyən bir amin turşusunu təyin edən mRNT kodonuna bağlanan rRNT digər amin turşusunu ribosoma deyil, yalnız həmin amin turşusunu daşımalıdır.

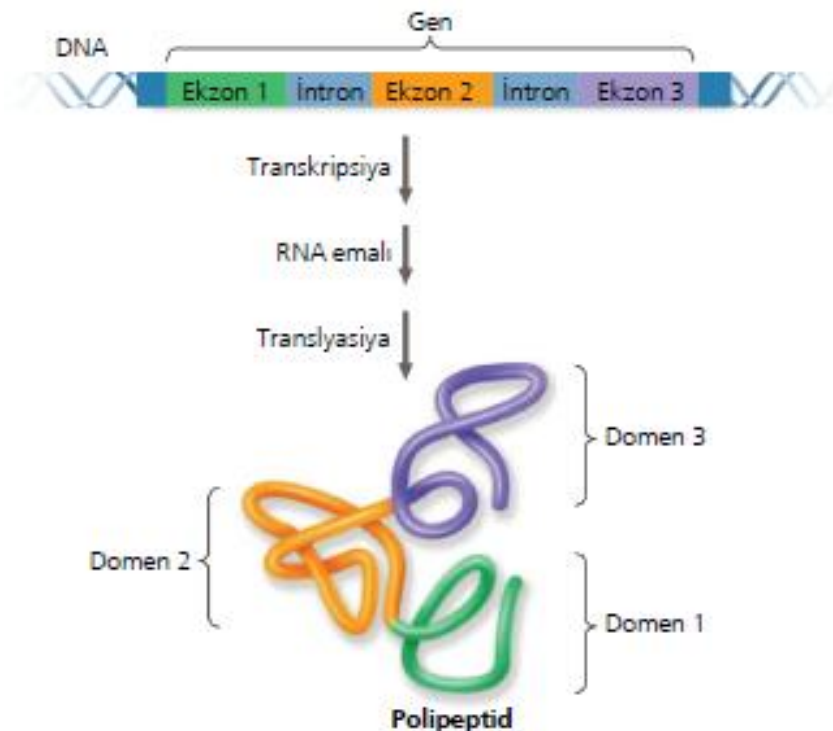
rRNT və amin turşusunun düzgün cütləşməsi aminoasil tRNA sintaza adlı fermentlər ailəsi tərəfindən həyata keçirilir. Hər növ aminoasil tRNA sintazasının aktiv sahəsi yalnız xüsusi amin turşusu və rRNT birləşməsinə uyğun gəlir.

Hüceyrədə 20 müxtəlif sintetaza, hər amin turşusu üçün bir ferment var. Hər bir sintetaza özünəməxsus amin turşusunu kodlayan bütün müxtəlif rRNA-lara bağlana bilər. Bu fermentlər ATP-nin hidrolizi ilə həyata keçirilən bu prosesdə amin turşusunun rRNT-yə kovalent bağlanmasını kataliz edir.

rRNT antikodonu mRNT kodonuna uyğun olmalıdır. Bir amin turşusunu təyin edən hər bir mRNT kodonu üçün bir növ rRNT olsaydı, 61 növ rRNT olardı.

Bununla belə, 45 növ rRNT var. Bu halda bəzi rRNT-lər birdən çox kodon tanıyır. rRNT-lərin birdən çox kodona bağlanma qabiliyyətinə Wobble deyilir. Bu vəziyyətdən asılı olaraq üçüncü bazanın dəyişməsi ilə müxtəlif kodonlara bağlana bilərlər.

Nümunə: 3'-UCU-5' antikodonu olan bir rRNT, hər ikisi arginin kodlayan 5'-AGA-3' və ya 5'-AGG-3' kodonlarına bağlana bilər.



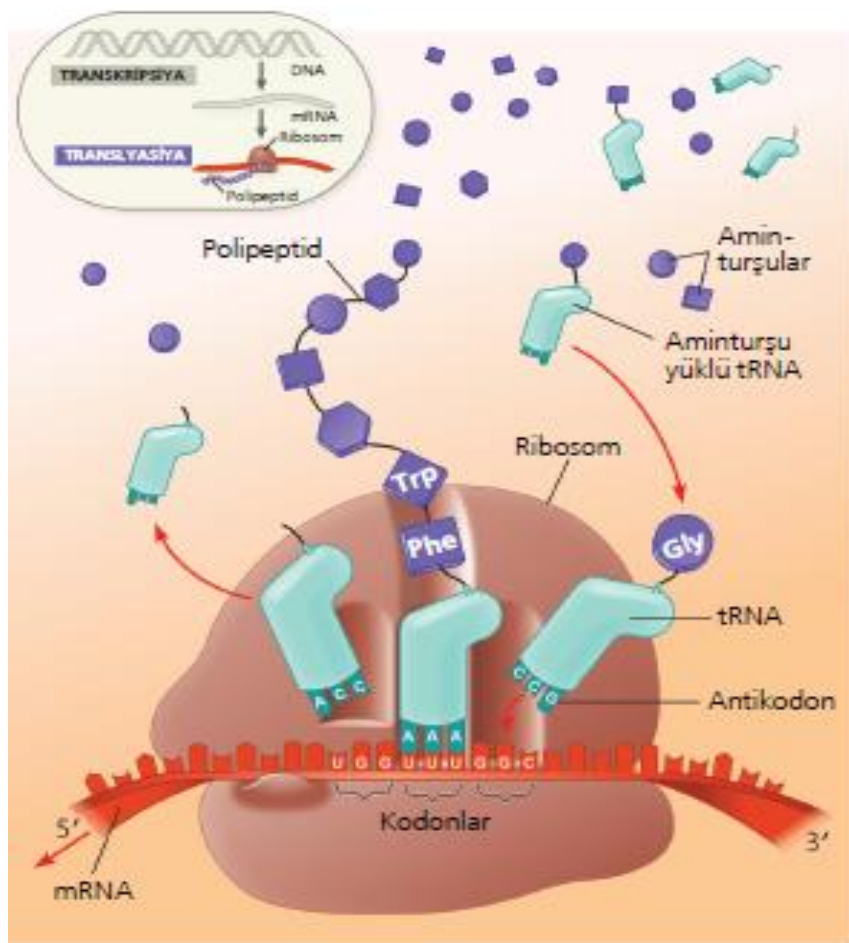
Translyasiyanın təməl mexanizmi.

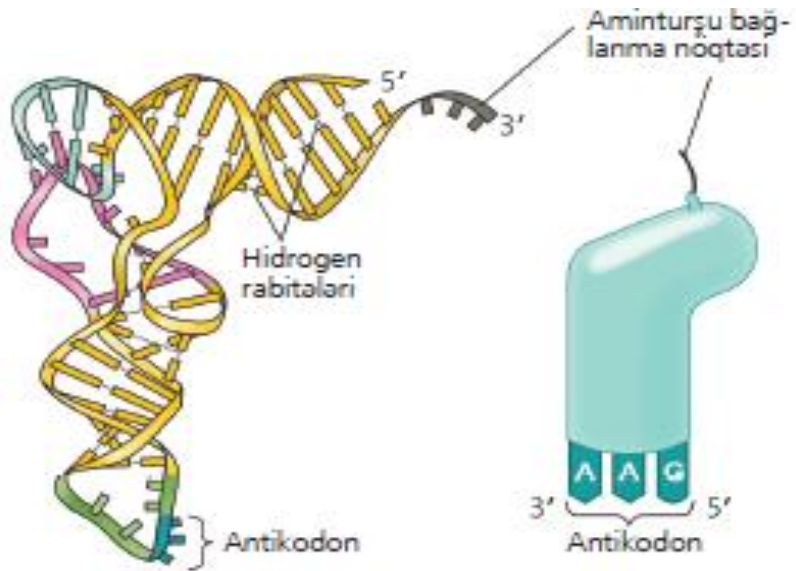
mRNA ribosom i  nd  n keçdikcə, kodonlar t  k-t  k oxunaraq aminturşu dilinə translasiya olunur.

Translasiya bir tərəfində spesifik antikodon, digər tərəfində isə müvafiq aminturşu daşıyan tRNA molekuludur.

Antikodon komplementar kodon ilə hidrogen bağı əmələ gətirdiyində, rRNT-lər amin turşu yükü böyüməkdə olan polipeptid zəncirə əlavə olunur.

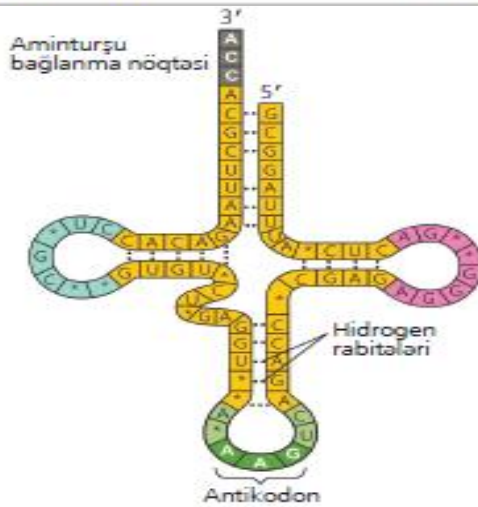
Nəqliyyat RNA (tRNA) molekulunun strukturu.





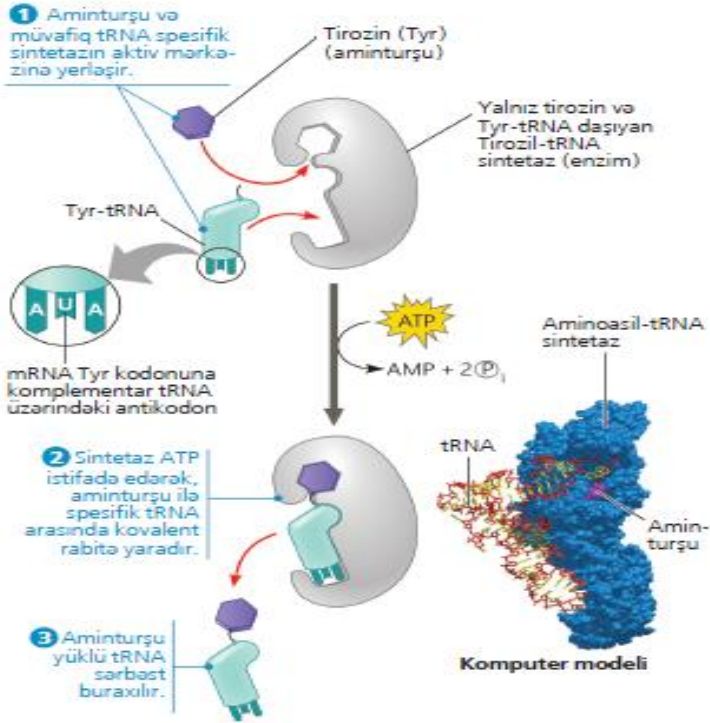
(b) Üçölçülü struktur

(c) Bu kitabda tRNA üçün istifadə olunan simbol



Aminoasil-tRNA sintetaz aminturşunu öz tRNA-sı ilə spesifik şəkildə qoşalaşdırır.

Bir tRNA-nın öz aminturşusu ilə rabitə qurma prosesi enderqonik reaksiya olub, iki fosfat qrupu itirərək, AMP halına gələn ATP istehlakı ilə başa gəlir.



Ribosomlar.

Ribosomlar zülal sintezi zamanı rRNT antikodonlarının mRNT kodonları ilə spesifik cütləşməsini asanlaşdırır. Ribosom böyük və kiçik subunitlərdən ibarətdir. Bu alt bölmələrin hər biri zülallardan və ribosomal RNT (rRNT) adlanan bir və ya bir neçə molekuldan ibarətdir. Eukariotlarda subunitlər nüvəcikdə əmələ gəlir. Ribosomal RNT transkripsiya edilir və emal olunur. Daha sonra sitoplazmadan

daşınan zülallarla birləşdirilir. Tamamlanmış subunitlər nüvə membranının məsamələri vasitəsilə sitoplazmaya göndərilir. Həm bakteriyalarda, həm də eukariotlarda böyük və kiçik subunitlər yalnız mRNT birləşdikdə birləşirlər.

Ribosomun təxminən üçdə biri zülallardan, qalan hissəsi isə rRNT-dən ibarətdir. Quruluşda iştirak edən rRNT-lər ya üç molekul (bakteriya) və ya dörd molekul (eukariotlar) şəklində birləşir.

Bir çox hüceyrədə minlərlə ribosom olduğu üçün rRNT hüceyrədə ən çox rast gəlinən RNT növüdür. Bakteriyalar və eukariotlarda oxşar ribosomlar var, lakin eukariotlarda daha böyük ribosomlar var. Bəzi antibiotiklər eukariotların ribosomlarına təsir etmir, bakteriyaların ribosom fəaliyyətini maneə törədir. Tetrasiklin və streptomisin kimi...

Hər bir ribosomda mRNT-nin bağlandığı yerə əlavə rRNT-nin bağlandığı 3 yer var. Bir sahə (aminoasil rRNT bağlama yeri) zəncirə əlavə olunacaq növbəti amin turşusunu daşıyan rRNT-ni bağlayır. P sahəsi (peptidil rRNT-nin bağlanma yeri) uzanmış peptid zəncirini daşıyan rRNT-ni bağlayır. E bölgəsində (çıxış bölgəsində) daşdıqları amin turşusunu tərk edən rRNT-lər bu bölgədən çıxırlar. Polipeptid tamamlandıqdan sonra çıxış tunelindən ətraf mühitə buraxılır.

rRNT ribosomdakı hadisələrin əksəriyyətini kataliz edir. Beləliklə, ribosomu böyük bir ribozim kimi düşünə bilərik.

Fəaliyyətdə olan ribosomun kompyuter modeli. Şəkildə bakteriya ribosomunun ümumi formasını göstərən model təsvir olunmuşdur. Eukariotik ribosom da bənzər formadaır.

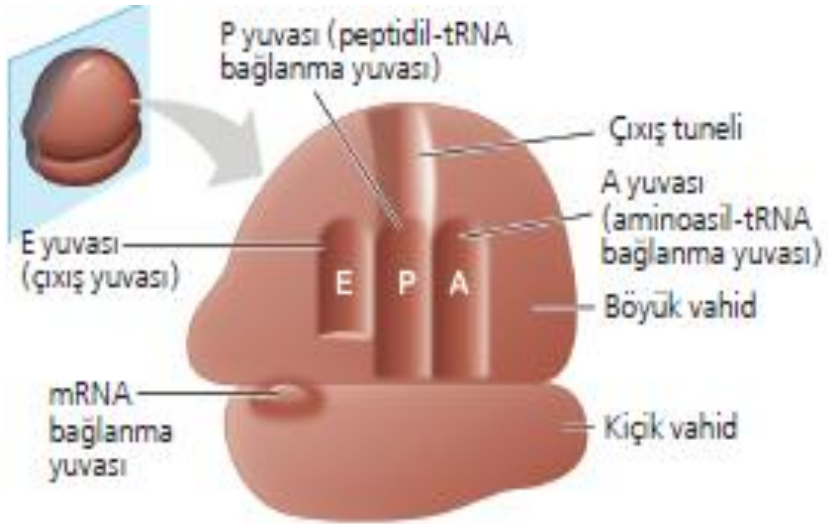
Ribosom vahidləri RNA molekulları və proteinlərdən ibarət mürəkkəb cisimdir.

Bağlanma yuvalarını göstərən sxematik model.

Ribosom bir mRNA üçün üç A, P və E yuvası adlanan tRNA bağlanma yuvaları ehtiva edir. Bu sxematik ribosom gələcək şəkillərdə istifadə olunacaqdır.

mRNA və tRNA ilə birlikdə göstərilmiş sxematik model.

rRNA antikodonu mRNA kodonu ilə doğru əsas cütləşməsi əmələ gətirdiyində yuvaya oturur. P yuvası böyüyən

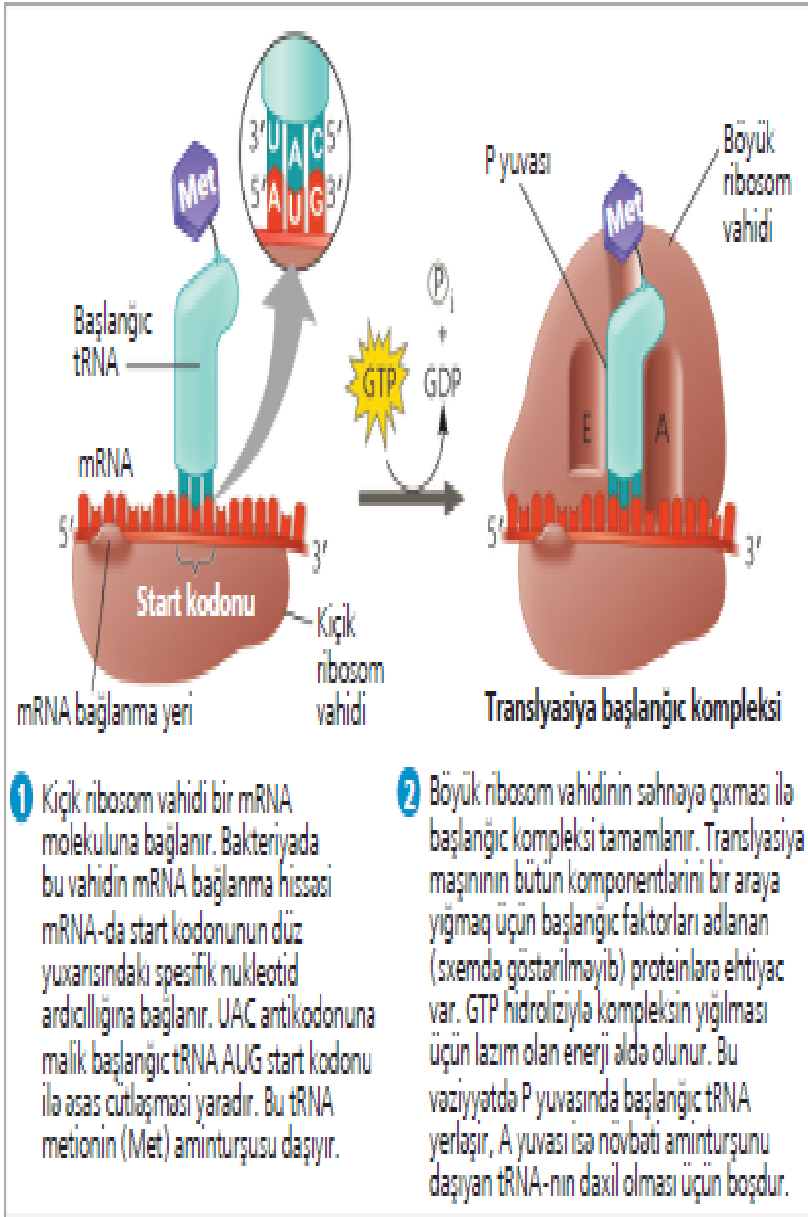


polipeptidə bağlı tRNA-nı saxlayır. A yuvası polipeptidə qoşulacaq növbəti aminurşunu gətirən tRNA üçün ayrılmış yerdir. Yüknü boşaltmış tRNA E yuvasından ribosomu tərk edir. Polipeptid karboksil ucundan böyüyür.

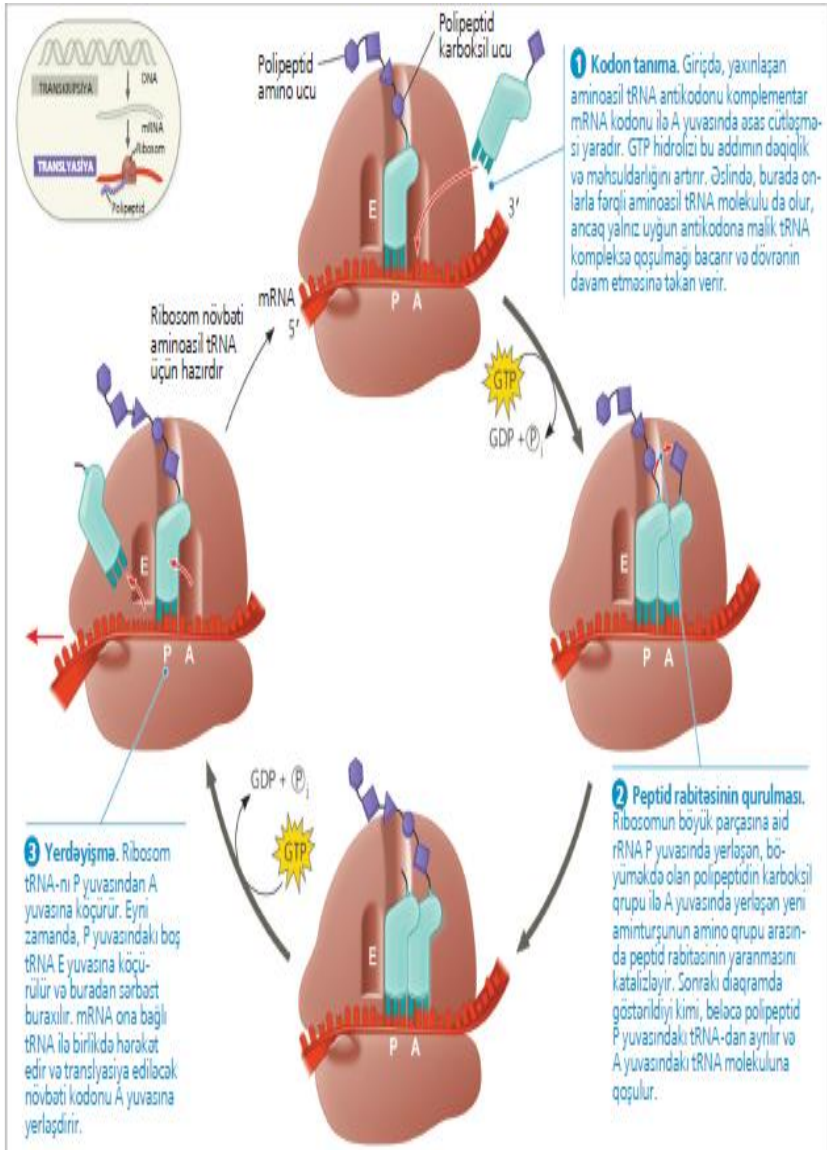
Polipeptidin hazırlanması.

Polipeptid istehsalı 3 mərhələdə aparılır: başlanğıc, uzanma və sonlanma.

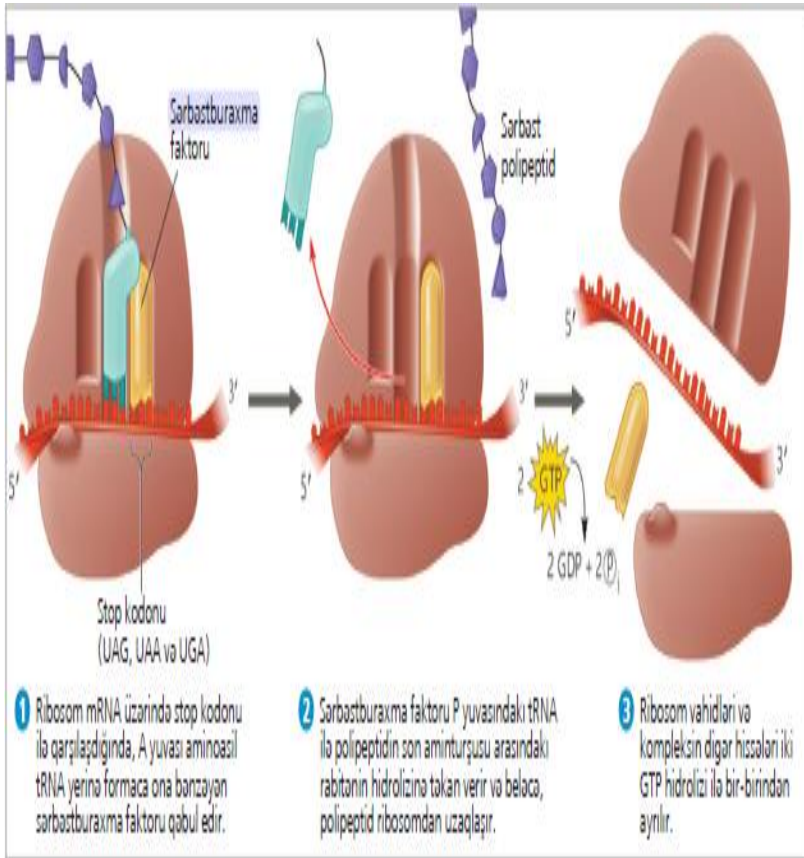
BAŞLAMA



Uzama və sonlama



Polipeptidl rin xüsusi yerlərə göndərilməsi

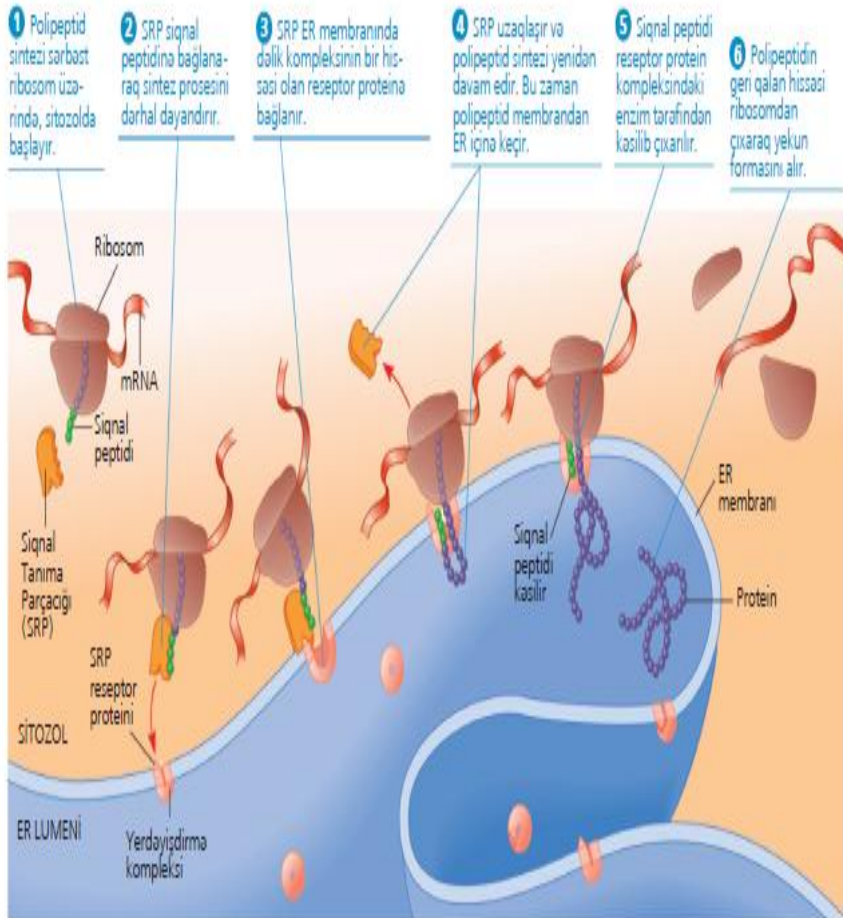


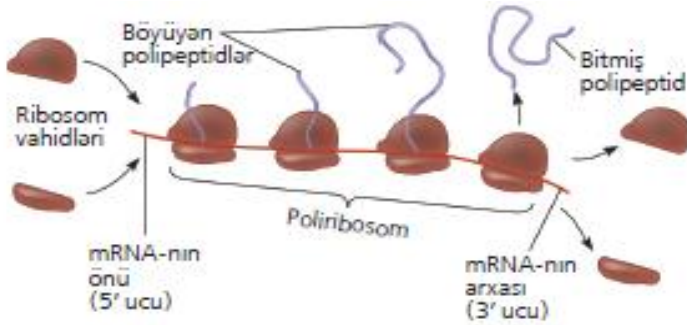
Eukaryotik hüceyrələrdə iki növ ribosom var: sərbəst v  baėlı ribosomlar. Sərbəst ribosomlar hüceyrə daxilində istifadə olunacaq zülalları, baėlı ribosomlar isə hüceyrədən  xıyıb orqanell r  gedəcək zülalları sintez edir.

Sitozolda normal olaraq sərbəst olan polipeptid ribosomda sintez olunmaėa ba layır, siqnal verərsə, ER və ya n v  z rfinə baėlanır v  polipeptidin daşınmasını təmin edir.

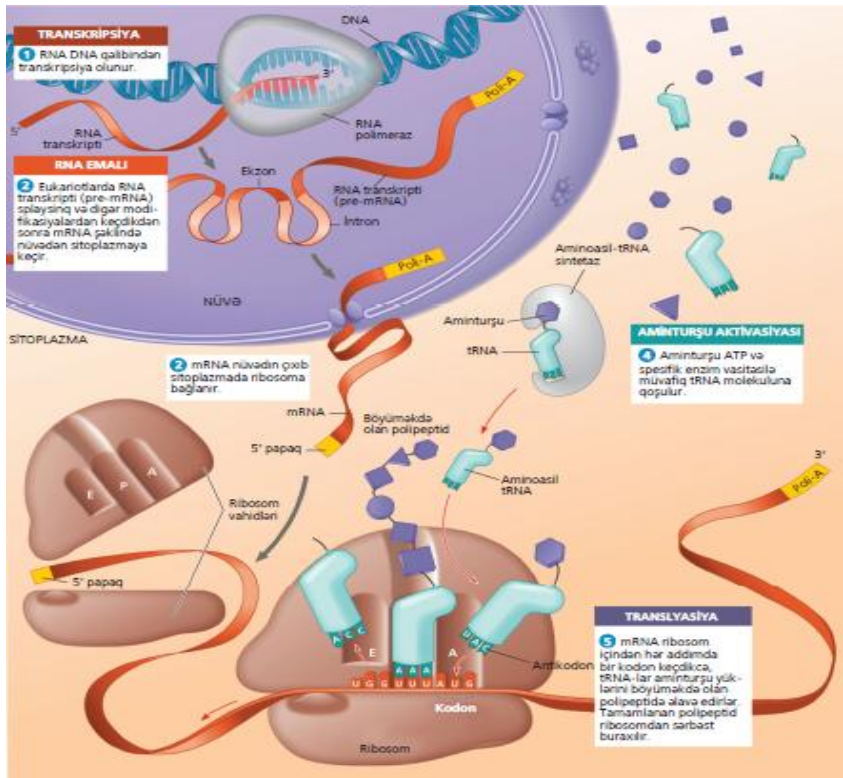
Bağlanmağı təmin edən siqnal molekulu polipeptidin lider ucunda (N-terminus) yerləşən təxminən 20 amin turşusundan ibarət siqnal tanınma hissəciyidir (SRP). Bu siqnal molekulu zülal-RNT kompleksidir. Siqnal molekulu bitdikdə, bir ferment tərəfindən çıxarılır.

Proteinləri ER sisteminə yönləndirmə siqnal mexanizmi.





(a) mRNA, adətən, çox sayda ribosom tərəfindən translyasiya olunaraq **poliribosom** deyilən struktur yığını əmələ gətirir.



2.8. Vitaminlər

Vitaminlər əsasən bitki orqanizmində yaranır. Heyvanların və insanların orqanizminə yalnız bitki tərkibli qida qəbul etdikdə daxil olur. Vitaminlər bioloji maddə sayılır və ən fəalıdır. Bitki orqanizmlərinin yaşayışında vitaminlərin rolu mübadilə reaksiyalarında iştirak etməkdən ibarətdir. Onlar xüsusi fermentlərlə əlaqədə olur. İndiki dövrümüzdə 45 növdən çox vitaminlər təyin olunmuşdur. Onlar latın əlifbasına uyğun olaraq yazılır: Məs. A, B, S, D, E, K, PP və s.

Yağlarda (A,D,E) və suda (B,S,PP və s.) həll olmasına görə vitaminlər iki qrupa ayrılır. Adətən yağlarda həll olan vitaminlər hüceyrə şirəsində, suda həll olanlar isə sitoplazmada toplanır.

A-(retinol) provitamini karotindən əmələ gəlir, əsasən itburnunun meyvəsində, gicikkan və ispanağın yarpağında, qarğıdalı cücərtisində, yerləkündə, göysoğanda, xəşada və s. çox olur. Heyvan və insan orqanizmində qaraciyərdə A vitamininə çevrilir. Bu vitamin çatışmadıqda infeksiya xəstəliklərə həssaslıq, gecə korluğu, dəridə və selikli qışada quruluq baş verir. B-qrup vitaminlər insanda və heyvanda sinir sisteminə məxsusdur. B₁ (tiamin) vitamini bitkidə kökün yaxşı inkişafına səbəb olur.

B₂ (riboflavin) bitkilərdə tənəffüs prosesində böyük rol oynayır. Bu qrup vitaminlər əsasən dənli bitkilərin toxumlarının qabağında, maya göbələyində, darıda, sarımsaqda, qarabaşaqda və s. olur, PP (nikotin turşusu) vitamini bütün hüceyrələrdə maddələr mübadiləsi nəticəsində gedən oksidləşmə-reduksiya reaksiyalarında, əsasən isə karbohidrat mübadiləsində aktiv iştirak edir.

Nikotin turşusunun orqanizmdə çatışmaması pellaqra xəstəliyinin əmələ gəlməsinə səbəb olur. PP vitamini əsasən maya göbələyində, buğra və qarabaşaq toxumunun özəyində, yeməli göbələkdə, öldürgəndə, firəngüzümünün meyvəsində və

s. olur. S (askorbin turşusu) insana, heyvan və bitki orqanizminə ən çox lazım olan vitamindir. Bu vitamin bitkilərdə fotosintezin normal getməsinə məhz formaldehidin şəkərə kondensasiya edilməsində katalizator kimi iştirak edir.

İnsan və heyvan orqanizmində maddələr mübadiləsində qan əmələgəlməsində, xəstəliklərdən tez sağalmada və s. vacib proseslərdə aktiv rol oynayır. S vitamini ən çox itburnu, qarağat, bibər, gilə, nar meyvələrində, limonda, portağalda, ananasda, kivi, kələmdə, pomidorda, sarımsaqda, soğanda və s. olur.

D provitamini (sterollar) çoxlu sayda bitkinin yağında, maya göbələyində, günəbaxan tumunda və s. olur. Günəşin ultrabənövşəyi şüalarının təsiri nəticəsində o orqanizmdə D vitamininə çevrilir ki, bu da uşaqlarda raxit xəstəliyinin qarşısını alır, kalsium və fosfor mübadiləsini nizamlayır.

E (tokoferol) vitamini əsasən taxıl cücərilərində, bitki yağlarında olur. Bu vitaminə cinsiyyətin və cavanlığın vitamini də deyilir. Ona görə ki, E vitamini çatışmadıqda cinsiyyət vəziləri zəifləyir, əzələlər distrofiyası, tez qocalma baş verir. K (filloxinon) vitamininin orqanizmdə çatışmamazlığı qanın laxtalanmamasına və protrombinin azalmasına səbəb olur. Bu vitamin ən çox yerfındıqda, qarğıdalının saçaqlarında, gicikanda, şabalıddə, ispanaqda, çay bitkisinin yarpaqlarında olur.

2.9. Antibiotiklər və fitonsidlər.

Kimyəvi tərkibcə mürəkkəb və müxtəlif quuruluşlu birləşmələrdir. Hüceyrədə əsasən vakuollarda toplanırlar. İbtidai bitkilərdə antibiotiklər, ali bitkilərdə fitonsidlər mikroorqanizmlərə öldürücü təsir göstərməklə bitkini virus, bakteriya və göbələk xəstəliklərindən qoruyur. Antibiotik ilk dəfə 1940-cı ildə A.Fleminq tərəfindən kif göbələyindən alınaraq penisillin adlandırılmışdır.

İndiki dövrdə sintetik yolla 200-dən artıq antibiotiklər əldə edilib. Antibiotiklərdən vərəm, çuma, qan infeksiyalarında və s. bu kimi yoluxucu və iltihabi xəstəliklərin müalicəsində geniş istifadə edilir. Fitonsidlərlə bir sıra ali bitkilər, soğan, sarımsaq, xardal, yovşan, boymadərən və s. zəngindir. Uçuculuq xassəsi olmasına görə fitonsidlər hava ilə yayılan mikroorqanizmləri öldürür. Bitkidə olan viruslar, bakteriyalar və göbələklər əleyhinə antibiotiklərdən və fitonsidlərdən çox istifadə olunur.

Aşı maddəsi olan taninlərdə büzüşdürücülük və antiseptik xüsusiyyət vardır. Əsasən meyvələr yetişməyəndə, həşəratların dişləməsi nəticəsində yaranan hallarda, palıd və şabalıd ağacının qabığında, çayın yarpağında, evkaliptdə çox yüksək olur.

Tibbdə taninlərdən büzüşdürücü, toxuculuqda isə boyaq, gön-dəri istehsalı zamanı dabbaq kimi çox istifadə olunur. Tanindən istifadə olunduqda dəri çox yumşaq olur, həm də bir sıra yüksək keyfiyyətlərə, su buraxmamağa, selikləşməyə və s. malik olur. Bitki orqanizmində taninlər suyun saxlanması, nişasta metabolizmində, şəkərlərin transportunda, kolloidal vəziyyətdə saxlanılmasına xidmət edir.

Alkaloidlər. Qələvi xarakterli azotlu və toksiki birləşmədir. Bir sıra bitkilərdə alkaloidli birləşmələr çox olduğundan heyvanlar tərəfindən yeyilmir. Məs. qaymaqçıçəklilər, badımcənçiçəklilər, xaş-xaş kimilər, zanbaq və s. çılpəqtoxumlu bitkilərdən olan qaraçöhrədə canlı orqanizmə öldürücü təsir göstərən yüksək toksiki alkaloid vardır. Bəzi bitkilərin tərkibindəki alkaloidlərdən narkotik tərkibli maddələr əldə edilir (xaş-xaş, kat, kokain kolu, çətənə və s.). Kinə ağacının qabığından-xinin, xanımotundan-atropin, xaş-xaşın süd şirəsindən-papaverin, morfin, kofein, tütünün yarpağından-nikotin əldə edilir. Bir sıra zəif alkaloid tərkibli bitkilərin dəmləməsindən çay, kakao, gündəlik olaraq istifadə edilir.

Qlükozidlər təbii maddələrin, çoxsaylı şəkərlərin, spirtlərlə, aldehidlərdə, fenollarla və s. birləşməsindən əmələ gəlir. Bəzi qlükozidlərdən tibbdə dərman maddələri kimi (məs.ürəkotu və inciçiçəyindən ürək qlükozidləri alınır) istifadə edilir. Qlükozidlərə eyni zamanda hüceyrə şirəsinin pıqmentləri olan flavonoidlər də daxildir. Flavonoidlərdən olan antosian hüceyrə şirəsinə qırmızı, göy, bənövşəyi və ya sarı rəng verir. Bir sıra qlükozidlər fermentlərin təsiri və hava ilə təmasda tərkib birləşmələrinə parçalanaraq xoşagələn iy ifraz edir. Məs. çay, kofe, kakao və s. dəmlənərkən bunu müşahidə etmək olar. Zəhərli qlükozidlərdən badamın, əriyin, şaftalının çərdəklərinin tərkibində olan amiqdalini, badımcənçiçəklilər fəsiləsinin bəzi növlərindən olan xəşənbülün vegetativ və generativ orqanlarında toplanan kumarini və s. misal göstərmək olar. Sabun otunun kökümsovunda, qaraçörəkotunun toxumlarında olan saponin qlükozidi isə kök əmələgətirmə xüsusiyyətinə malikdirlər.

Üzvi turşular. Bitkilərin hüceyrə şirəsində alma, limon, kəhraba, quzuqulağı və s. üzvü turşular olur. Bu turşular əsasən yetişməmiş meyvələrdə çox olaraq yetişmə prosesində tənəffüsə sərf olunur və onlara turş dad verir. Buna görə də tam yetişmiş meyvələrdə onların miqdarı azalır. Üzvü turşuların düzləri mineral ionlarla birgə hüceyrədəki osmotik proseslərdə böyük rol oynayır.

Nişasta dənələri bitki hüceyrəsində ehtiyat qida maddəsi kimi ən geniş yayılan erqast maddədir. Nişasta dənələri bitkilərin bütün hüceyrələrində, əsasən toxumlarda, yeraltı orqanlarında (kök meyvəsi, soğanaq, kökümsov) toplanır.

Nişasta dənələri yalnız plastidlərdə əmələ gəlir. Xloroplastlarda əmələ gələn ilkin nişasta adlanır və orada toplanmayaraq, fermentlərin təsiri ilə şəkərləşərək qlükoza formasında yarpaqdan digər orqanlara (əsasən ehtiyat qida maddəsi toplanan hissələrə) transport edilir. Hərəkət zamanı fermentlərin təsiri ilə qlükoza müvəqqəti olaraq nişastaya

polimerizasiyalaşır ki, buna da tranzitor nişasta deyilir. Sonra isə yenə də fermentlərin təsirindən tranzitor nişasta şəkərə çevrilərək leykoplastlara daxil olur. Şəkərin təkrarən ehtiyat nişastasına çevrilməsi leykoplastlarda (amiloplast) baş verir. Ehtiyat nişastası amiloplastların stromasının müəyyən nöqtəsində əmələ gəlir ki, bura da nişasta törəmə mərkəzi adlanır. Nişasta törəmə mərkəzində nişasta danəsinin episentrik mərkəzi əmələ gəlir ki, bu mərkəzdən də qarışıq layla törəməyə başlayır.

Əgər layların bir episentrik mərkəzi olarsa buna sadə, iki və ya daha artıq episentrik mərkəzi olana isə mürəkkəb nişasta danəsi deyilir. Bəzən yarımmürəkkəb nişasta danələri də olur ki, bu zaman 2-3 episentrik mərkəz ümumi periferik qatla əhatələnir. Nişasta danələri inkişaf etdikcə amiloplastın tutumu kiçilir və inkişafın müəyyən mərhələsindən sonra amiloplastın ikiqat membranı nazilərək şəffaf rəng alır və hətta görünməz olur.

Aleyron danələri-ehtiyat zülal qranullarıdır. Adətən tam formalaşmış toxumların ehtiyat toxumalarında toplanır. Toxumların ilk formalaşması dövründə xırda vakuollarda zülallar damla halında yığılır. Toxumlar tam yetişib quruyan zaman vakuollardan su çəkilir, damla formalı zülallar kristalik hala-aleyron danələrinə çevrilir. Bu zaman zülalı vakuolların 17 ipozitheksafosfor turşusunun kalium-kalsium-magneziyum duzları aleyron danələrində kürə formasında ifraz olunur ki, buna da qloboid deyilir. Adi protein damalarından fərqli olaraq qloboid və kristallar yalnız aleyron danələrində olur. Aleyron danələri əsasən toxumlarda olaraq üç tipə ayrılır:

- 1) Qlaboidli toxum (taxılların və paxlalıların toxumları).
- 2) Qlaboidli və kristallı toxum (gənəgərçək və kətanın toxumları).
- 3) Oksalat-kalsium kristallı toxum (üzüm və çətirçiçəklilərin toxumları).

Bəzi bitkilərdə, məsələn kartofda, danaqıranda və s. xaricdən amorf zülalla əhatə olunmayan tək-tək zülal kristaloidləri də əmələ gəlir. Həqiqi kristallardan fərqli olaraq kristaloidlər (müxtəlif turşu duzları) suda şişmə qabiliyyətinə malik olur. Həm qlaboidi, həm də kristaloidi olan aleyron danələrinə mürəkkəb aleyron danələri deyilir.

Gənəgərçək toxumunun endospermində aleyron danələrinin quruluşu: 1-qlaboidlər; 2-zülal kristalları; 3-amorf zülal matriksi. Toxum cücərkən aleyron danələri suda şişmə xüsusiyyətinə görə həll olaraq, parçalanmaya məruz qalır və toxum bu enerjidən cücərməsi üçün istifadə edir. Zülal birləşmələri hüceyrənin digər hissələrində-nüvədə, plastidlərdə, mitoxondrilərdə, endoplazmatik retikulumda da əmələ dələ bilər.

İnulin. Bitkilərdə kök yumrularında ehtiyat halında toplanan polisaxaridlərdəndir. Dfruktoza qalığından əmələ gəlir. İnulin georgində, mürəkkəbçiçəklilər fəsiləsinin bəzi növlərində, yer armudunda, arpada, buğdada, çovdarda və s. müşahidə olunur. Ən çox inulin yer armudunun (50%) kök yumrularında olur. Dənli bitkilərdə isə əksinə yarpaqlarda, sünbüldə, zoğda rast gəlinir. Son zamanlar inulindən ekoloji təmiz şəkər-fruktoza alınmasında geniş istifadə edilir. Ekoloji təmiz şəkər olan-fruktoza heyvan və insan orqanizmi tərəfindən asanlıqla mənimsənilir. Buna görə də şəkərli diabet və piylənmə xəstəliklərində fruktoza nişasta və adi şəkəri əla əvəz edir.

Qeyd etmək lazımdır ki, tərkibində fruktoza çox olan bitkilərdən daha yüksək keyfiyyətli silos da alınır. Fruktozadan süd turşusu bakteriyaları yaxşı istifadə edə bilər. Silos hazırlanan bitkidə fruktoza az olduqda isə yağ turşusu qıcqırması baş verir ki, bu zaman bitki zülalı tez parçalanır və silosun keyfiyyəti pisləşir. Ona görə də fruktoza çox olan bitkilərdən yüksək keyfiyyətli silos hazırlanmasında geniş istifadə edilməlidir.

Liqnin-oduncaq və yaşlı hüceyrələrin əsas komponenti olub, polisaxaridlərə aiddir (liqniyum-latinca oduncaq deməkdir). Ondan sənaye miqyasında aromatik birləşmələrin alınmasında geniş istifadə olunur. Empirik quruluşuna görə liqninlər çoxlu miqdarda aromatik nüvələri olan polimerlərdir.

Kristallar. Bəzi üzvi və qeyri-üzvi turşuların duzları hüceyrədə kristal formasında toplanır. Bu kristallar xarakterik quruluşa malik olub, müxtəlif həndəsi fiqurlar (romb, düzbucaqlı, ulduz və s.) formasını alır. Bəzən bu xüsusiyyətlər sistematik əhəmiyyət də kəsb edir. Kristalların əsas tərkibi quzuqulağı və ya oksalat duzlarından ibarət olur. Üç tip kalsium-oksalat duzlarının kristalları müəyyənləşmişdir. Sadə (mətbəx soğanında), iynəvari və ya rafidlər (pərpətöyün, tradenskansiya) və mürəkkəb-ulduzvari və ya duzlar 2 (beqoniyada, incildə). Hüceyrədə bu duzların toplanması belə hüceyrələri digər hüceyrələrdən fərqləndirir və onları idioblastlara çevirir.

Kristalların bitki həyatında rolu tam aydınlaşmamışdır. Ancaq kristallar duz olduğu üçün hüceyrənin osmotik xüsusiyyətini saxlamaqda böyük əhəmiyyət kəsb edir. Tərkibində kristallar olan bitkilər adətən kserofit bitkilər olub, şoranlı torpaqlarda bitir. Belə bitkilərə bəzən sukkulent bitkilər də deyilir. Sukkulent bitkilər osmotik təzyiqə görə quraqlıqda suyun saxlanması böyük rol oynayırlar.

Təlim nəticələri:

- Hüceyrədə olan üzvi birləşmələrin-karbohidratların və lipidlərin xüsusiyyətlərini izah edir.

- Karbohidratlar, lipidlər oksidləşdikdə əmələ gələn dəyişikliklərə uyğun nəticələr əldə edir.

- Zülalların quruluşunda olan xüsusiyyətləri izah edir.

- Zülalların quruluş xüsusiyyətlərinə məxsus riyazi hesablamaları həll edir və uyğun nəticələr müəyyənləşdirir. Zülalların funksiyasını izah edir.

- Nuklein turşularının xassələrini və bioloji funksiyasını izah edir.

- DNT-nin quruluşunun xüsusiyyətinə məxsus riyazi hesablamalar həll edir və müvafiq nəticələri əldə edir. DNT, gen və genetik kodun xassələrini şərh edir.

- Genetik kodun xüsusiyyətlərinə aid riyazi hesablamalar aparır və müvafiq nəticələr çıxarır.

- Nuklein turşularının hüceyrədə zülalın biosintez prosesində rolunu şərh edir.

- Hüceyrədə gedən zülalın biosintez prosesi ilə bağlı məlumatları izah edir.

Təlim nəticələri:

1. Hüceyrənin anatomiyasını təsvir edir.

2. Hüceyrənin fiziologiyasını təsvir edir.

3. Hüceyrədə gedən bioloji prosesləri izah edir.

4. Hüceyrədə olan üzvi maddələri şərh edir.

III. FƏSİL. TOXUMALAR

3.1. Meristem toxuma

Ümumi funksiya yerinə yetirən hüceyrələr qrupuna toxuma deyilir.

Meristem (bölünən toxumalar). Bu toxumaya aid olan hüceyrələr mitoz yolla bölünürlər. Ona görə də onlar bitkilərin böyüməsində iştirak edir. Bu cür toxumalar dəyişilir, bölünməyən toxumalar yaradır. Meristemlər aşağıdakı xüsusiyyətlərə malikdir:

Hüceyrələr arasında boşluq azdır və ya heç yoxdur.

Bölünərək yeni hüceyrələr əmələ gətirirlər.

Böyümədə təsirli olan hormonlar ifraz edirlər.

Hüceyrələr kiçik, nazik divarlı, kiçik vakuol, bol sitoplazma və böyük nüvədir. Onlarda maddələr mübadiləsi sürətlidir. Xlorofil daşımadıqları üçün fotosintez edə bilmirlər.

Bitki orqanizmində yerləşdiyi yerə uyğun olaraq, meristemlər 2 qrupa bölünür:

- Təpə (apikal).

- Yan (lateral).

- ♣ a) primer (prokambi, peritsikl); b) sekonder (kambi, fellogen)

- Aralıq (interkalyar).

Primer meristemlər mənşəyi embrionlarla dayanan meristemlərdir. Bitkilər böyümə konusu olaraq adlandırılan kök və gövdə uclarında apikal meristemlərə sahibdir.

Apikal meristemlər bitkinin uzununa böyüməsini təmin edir. Kök və gövdənin ucunda apikal meristem primer meristem hüceyrələrini əmələ gətirir və eyni zamanda zədələnmiş hissələrin yenilənməsini təmin edir. Apikal meristemlər xaricdən daxilə doğru protoderm əsas meristem və prokambini əmələ gətirir. Sonradan protoderm örtük əsas meristemdən əsas toxuma, prokambidən isə ötürücü toxuma inkişaf edir.

Qeyd: kökdə apikal meristem kök üsküyünü, gövdədə də isə yarpaq primordiyasını qoruyur.

Yan (lateral) meristемlər gövdədə və kökdə silindrik laylar əmələ gətirir. Bu yan meristemlərdən biri təpə meristemi ilə birləşərək onunla sıx əlaqədə olur.

Belə meristemlər ilkin (prokambi, peritsikl) meristemlərə aid edilir. Peritskl kökün birinci quruluşunda qurşaq şəkilində yerləşərək yan köklərin əmələ gəlməsini və kökün birinci quruluşdan ikinci quruluşa keçməsinə təmin edir. Digər yan meristemlər-kambi, fellogen gec əmələ gəldiyinə görə onlara ikinci meristemlər deyilir.

Sekonder (ikinci) meristemlər məsələn, fellogen əksər hallarda bir qayda olaraq daimi toxuma hüceyrələrindən törəyir. Belə ki, daimi toxumanın hüceyrələri yenidən embrional vəziyyətə keçib, bölünərək fellogen hüceyrələrinə çevrilir. Fellogen peridermanın inkişafını təmin edir. Əksər birləpəli bitkilərdə ikinci meristemlər əmələ gəlmir. Belə halda bu bitkinin bədəni yalnız birinci meristemlərdən törəyir. Aralıq (interkolyar) meristemlər adətən, taxıllarda gövdənin buğumarasının qaidə hissəsində aktiv törəyən meristem sahəsidir. İnterkulyar meristemləri eyni zamanda qalıq meristemləri də adlandırmaq olar. Çünki bu meristemin təpə meristemlərindən törəməsinə baxmayaraq, daima toxumaya çevrilməsi gövdədəki buğumarasının yuxarı və aşağı hissələrində fərqli olaraq gecikir. İntercalare-yunan sözü olub, araya daxil olan deməkdir. Bu toxumanın sayəsi nəticəsində taxıllarda yarpaqların qın hissəsi əmələ gəlir və gövdədə buğumalarının inkişafı təmin olunur. Yarpağın ayası isə apikal meristemin fəaliyyətindən əmələ gəlir. Meristem hüceyrələri bir-birinə sıx surətdə yerləşir. Yaraörtən toxumanın fəaliyyəti nəticəsində zədələnmiş hissədə şişcik əmələ gəlir. Bu şişcik **kallüs** adlanır.

Kallüs-latın sözü olub, fır, döyənək deməkdir. Belə fırları həşərat dişləyəndən sonra bəzi meyvələrin və yarpaqların da

üzərində görmək olar. Bitkilərdə kallüsəmələgəlmə prosesi güclü və zəif ola bilər. Buna görə də kallüsü güclü inkişaf edən bitki növlərində həm calaq, həm də qələmlə çoxalma işləri asanlıqla gedir.

Son illərdə kallüsdən biotexnologiyada xəstəliyə davamlı və məhsuldar sortların alınmasında toxuma kulturası kimi geniş istifadə edilir. Relikt bitkilərin əksəriyyətində kallüsəmələgəlmə prosesi zəif gedir. Çox güman ki, reliktlərdə təkamül prosesində bəzi xüsusiyyətlərin itirilməsi ilə yanaşı, repressiv əlamət kimi meristem fəaliyyətinin zəifləməsi də vardır (məs. qaraçöhrə, dəmirağacında və s.). Məhz buna görə də reliktlərdə qələmlə çoxalma və calaq çətin olur.

Meristem hüceyrələrinin sitoloji xüsusiyyətləri daimi toxuma hüceyrələrindən o qədər də fərqlənir. Onların hüceyrələri iri nüvəli və ya vakuollu olmaqla xırda həcmli hüceyrələrdir. Meristem hüceyrələrində endoplazmatik şəbəkə və mitoxondrilərin daxili quruluşu zəif inkişaf edir. Onlar differensiasiyaya uğramayaraq daim cavan qalır. Örtülütəxumlu bitkilərdə isə təpə meristemini təşkil edən hüceyrələr digərlərindən fərqlənir.

Fərqli meristemlər birincili və ikincili böyümə üçün yeni hüceyrələr əmələ gətirir.

Bitki və heyvanların əksəriyyəti arasındakı əsas fərq bitkilərdə böyümənin rüşeym və ya gənc dövrlərlə məhdudlaşmamasıdır. Bitkilərdə böyümə canlının bütün həyatı boyunca davam edir, buna qeyri-müəyyən böyümə deyilir. Bitkilərin böyüməyə davam etməsinin səbəbi meristem adlanan başqalaşmamış bir toxumanın bölünərək yeni hüceyrələr əmələ gətirməsi və bu hüceyrələrin öz növbəsində uzanıb başqalaşmasıdır. Bir çox bitkilər fəaliyyətsiz dövrlərini çıxmaq şərtlə dayanmadan böyüyür.

Müqayisə üçün qeyd etmək ki, bir çox heyvanlar və bəzi bitki orqanları (məsələn, yarpaq, tikan və güllər) müəyyən böyümə keçirir, yəni müəyyən ölçüyə çatdıqdan sonra

böyüməni dayandırır. Meristemin əsas iki növü olur: apikal (uc) meristem və lateral (yan) meristem.

Kök və zoğların uclarında yerləşən apikal meristem uzununa böyüməyə, başqa sözlə, birincili böyüməyə imkan verən hüceyrələri əmələ gətirir. Birincili böyümə köklərin torpaqda yayılmasına, zoğların isə işıq qəbulunu artırmasına icazə verir. Oduncaqsız bitkilərdə demək olar ki, bitkinin bütün bədənini birincili böyümə ilə əmələ gəlir. Oduncaqlı bitkilərdə isə uzununa böyüməyi dayandırmış gövdə və kök bölgələri əlavə olaraq eninə də böyüyür.

İkincili böyümə adlanan belə eninə böyümə lateral meristemlər tərəfindən aparılır: ötürücü kambii və mantar kambisi. Bu bölünən hüceyrələrdən ibarət silindrlər kök və gövdələr boyunca uzanır.

Ötürücü kambii ikincili ksilem (oduncaq) və ikincili floem adlanan ötürücü toxumaları yaradır. Eninə böyümə, əsasən ikincili ksilemin hesabına baş verir. Mantar kambisi isə epidermisi daha qalın və bərk peridermlə əvəzləyir. Apikal və lateral meristemlərdəki hüceyrələr böyümə mövsümündə tez-tez bölünərək, yeni hüceyrələr əmələ gətirir. Yeni hüceyrələrdən bəziləri meristemdə qalıb əlavə hüceyrələr istehsal edir, digərləri isə başqalaşmış toxuma və orqanların tərkibinə daxil olur. Yeni hüceyrələr yarıdan hüceyrələrə ənənəvi olaraq erkən hüceyrələr deyilsə də, getdikcə bu termin heyvanlarda olduğu kimi bölünmə qabiliyyətini saxlayan başqalaşmamış kök hüceyrələr termini ilə əvəzlənir. Meristemdən ayrılan hüceyrələr yetkin hüceyrəyə çevrilmədən əvvəl bir neçə dəfə bölünə bilər. Birincili böyümə zamanı bu hüceyrələr birincili meristemlər adlanan üç toxumaları yaradır: protoderm, əsas meristem və prokambii. Bu toxumalar öz növbələrində kök və zoğun üç yetkin toxumasını istehsal edir: örtük, əsas və ötürücü toxumalar.

Oduncaqlı bitkilərdəki lateral meristemlərdə də ikincili böyüməyə imkan verən kök hüceyrələr olur. Birincili və

ikincili böyümə arasındakı əlaqəni qış fəslində yarpaqtökən ağacın budağında görmək olar. Zoğun ucunda apikal meristemi qoruyan pulcuqlarla əhatə olunmuş yatmış apikal (uc) tumurcuq yerləşir. Yazda tumurcuq pulcuqlarından azad olub ardıcıl buğum və buğumalarını istehsal etməklə birincili böyüməyə başlayır.

Yarpaqların tökülməsindən geriyə qalan yaralar hər böyümə seqmentində buğumların yerini işarələyir. Bir çox budaqda yarpaq yaralarının yerini asanlıqla görmək olur. Hər yaranın üzərində yan tumurcuğu və ya ondan əmələ gələn budaq olur. Hər böyümə mövsümündə birincili böyümə zoğları uzadır, ikincili böyümə isə ötən illərdə əmələ gəlmiş bölgələrin diametrini artırır.

Meristemlər bitkinin ömür boyu böyüməsinə imkan versə də, unutmamalıyıq ki, bitkilər də ölür. Həyat dövrlərinin uzunluğuna görə çiçəkli bitkiləri birillik, ikiillik və çoxillik olaraq sinifləndirmək olar. Birillik bitkilər həyat dövrlərini – cücərmə, çiçəklənmə, toxum istehsalı və ölüm bir il və ya daha qısa bir müddətdə başa vurur.

Bir çox yabanı çiçək, o cümlədən vacib təsərrüfat bitkiləri (məsələn, paxlalılar və ya buğda, düyü kimi dənli bitkilər) birillik olur. Toxum və meyvə istehsalından sonra ölmək növbəti nəslin istehsalı üçün maksimum miqdarda enerji ayırmağa icazə verən strategiyadır.

Şalğam kimi ikiillik bitkilər həyat dövrlərini başa vurmaq üçün iki böyümə mövsümü tələb edir və ancaq ikinci ilində çiçək açıb meyvə verir. Ağaclar, kollar və bəzi otların aid olduğu çoxillik bitkilər uzun illər yaşaya bilir.

3.2. Əsas toxuma (Parenxim)

Əsas toxuma bitkinin bütün orqanlarında örtük və ötürücü toxuma arasında qalan hissələrini dolduraraq bitki metabolizminin böyük hissəsini öz öhdəsinə götürür. Əsas

toxuma hüceyrələri parenxim, kolenxim, sklerinxim kimi 3 hüceyrə qrupundan ibarətdir.

Parenxim hüceyrələri.

Yetkin parenxim hüceyrələri nisbətən nazik və elastik olan birincili divarlara malik olsa da, çox vaxt ikincili divarlara sahib olmur. Yetkin parenxim hüceyrələrinin adətən böyük bir mərkəzi, vakuolu olur. Parenxim hüceyrələri bitkinin metabolik funksiyalarının çoxunu yerinə yetirir, müxtəlif üzvi məhsulları sintez edir və saxlayır. Məsələn, fotosintez yarpaqdakı parenxim hüceyrələrinin xloroplastları daxilində baş verir. Kök və gövdələrdəki bəzi parenxim hüceyrələrində nişasta saxlayan və amiloplast adlanan rəngsiz plastidlər var. Bir çox meyvələrin ətli toxuması əsasən parenxim hüceyrələrindən ibarətdir.

Parenxim hüceyrələrinin əksəriyyəti müəyyən şərtlərlə (məsələn, yara bərpa zamanı) digər bitki hüceyrələrində bölünmə və fərqlənmə qabiliyyətini saxlayır.

Kollenxim hüceyrələri.

Tellər şəklində qruplaşmış kollenxim hüceyrələri bitki zoğunun cavan hissələrinə dəstək verir. Formaca uzunsov olan kollenxim hüceyrələrinin divarları parenxim hüceyrələrinə nisbətən daha qalın birincili divarlar olsa da, qalınlaşma qeyri-bərabər gedir.

Cavan zoğlarda və saplaqlarda, adətən epidermisin dərhal altında kollenxim hüceyrələrindən ibarət tellər olur. Kollenxim hüceyrələri böyüməni məhdudlaşdırmadan elastik dəstək verir. Yetkin kollenxim hüceyrələri canlı və elastikdir və aşağıda müzakirə edəcəyimiz sklerenxim hüceyrələrindən fərqli olaraq dəstək verdikləri yarpaq və gövdələrlə birgə uzanır.

Sklerenxim hüceyrələri.

Sklerenxim hüceyrələri də bitkidəki dəstəkləyici elementlər kimi fəaliyyət göstərir, lakin kollenxima hüceyrələrinə nisbətən daha sərtidir. Hüceyrələrin uzanmasından sonra

sklarenxim hüceyrələrində qalın və çoxlu liqnin ehtiva edən ikincili hüceyrə divarı istehsal edilir.

Həzmi çətin, möhkəmləndirici bir polimer olan liqnin quru ağac kütləsinin dördə bir hissəsindən çoxunu təşkil edir. Liqnin mamırkimiləri çıxmaq şərtlə bütün borulu bitkilərdə mövcuddur. Yetkin sklarenxim hüceyrələri uzanmır və onlara bitkinin uzununa böyüməyi dayandırmış bölgələrində rast gəlmək olur.

Sklerenxim hüceyrələri dəstək funksiyası üçün o qədər ixtisaslaşmışdır ki, funksional baxımdan yetkin sklarenxim hüceyrələri çox vaxt ölü olur. Buna baxmayaraq, protoplast (hüceyrənin canlı hissəsi) ölməzdən əvvəl ikincili divar istehsal edir. Sərt divarlar bəzi hallarda yüz illər boyunca bitkini dəstəkləyən “skelet” olaraq qalır.

Sklereid və lif kimi bilinən iki növ sklarenxim hüceyrəsi tamamilə dəstək və möhkəmlilik üçün ixtisaslaşmışdır. Liflərlə müqayisədə daha qutuşəkilli olan və forma baxımından nizamsız olan sklereidlər çox qalın, liqninlə zəngin ikincili divara malikdir.

Fındıq və toxum qabıqlarına möhkəmlilik, armuda dənəvər tekstura verən sklereidlərdir. Adətən, tellər şəklində qruplaşmış liflər uzun, incə olub, yuxarıya getdikcə daralır. İp düzəltmək üçün istifadə olunan kənaf lifləri və kətan parça toxumaq üçün istifadə olunan kətan lifləri kommersiya məqsədilə istifadə olunan liflərə misaldır.

Ksilemanın suötürücü hüceyrələri.

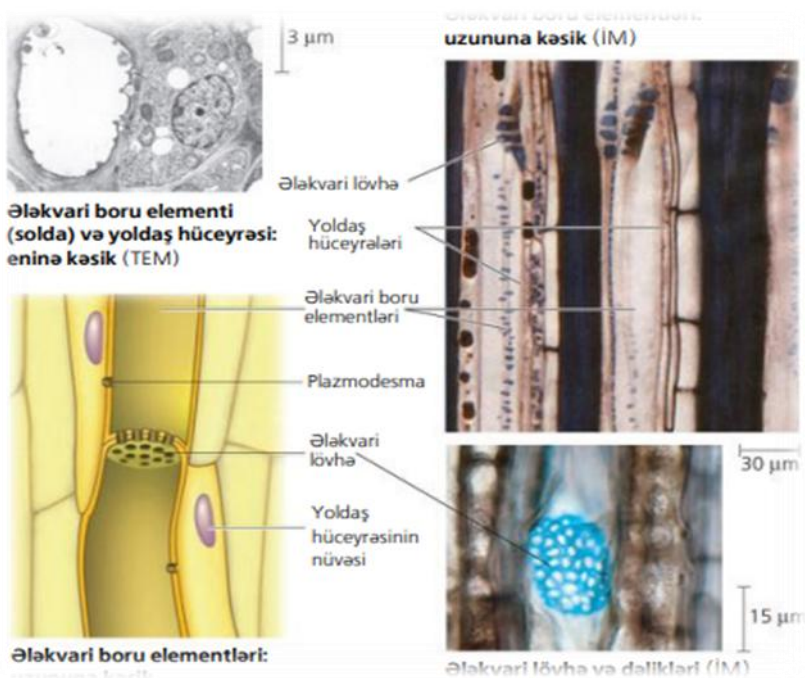
Suötürücü hüceyrələrin iki növü olan traxeid və boru elementləri uzunsov, boruşəkilli və liqninləşmiş hüceyrələr olub, funksional yetkinliyə çatanda ölü olur. Bütün borulu bitkilərin ksilemasında traxeidlər olur. Bir çox örtülütoxumlularda, o cümlədən bəzi çılpətoxumlularda və toxumsuz borulu bitkilərdə traxeidlərə, əlavə olaraq boru elementlərinə rast gəlinir.

Traxeid və boru elementləri hüceyrələrinin möhtəviyyatı parçalandıqdan sonra geriye onların qalınlaşmış hüceyrə divarları qalır ki, bu divarların əhatələdiyi boşluq suyun axması üçün boru əmələ gətirir. Traxeid və boru elementlərinin ikincili divarlarında bəzən dəliklər olur ki, həmin yerdə hüceyrə divarı nazilir və ancaq birincili divardan ibarət olur. Su qonşu hüceyrələr arasındakı bu dəliklərdən keçərək, yanlara doğru hərəkət edə bilir.

Traxeidlər uzun və nazik hüceyrələr olub, yuxarıya doğru getdikcə daralır. Suyun bu hüceyrələr arasında keçid əsasən, ikincili divarın mövcud olmadığı dəliklər vasitəsilə baş verir. Boru elementləri traxeidlərlə müqayisədə daha enli, qısa, daha nazik divarlı olub, yuxarıya getdikcə bir o qədər də daralmır. Boru elementləri alt-alta düzülüb boru adlanan uzun və bəzən gözlə görülə bilən damarlar əmələ gətirir. Boru elementlərinin sonluqlarındakı dəlikli (perforasiyalı) lövhələr suyun damarlardan maneəsiz axmasına imkan verir.

Traxeid və boru elementlərinin ikincili divarları liqninlə möhkəmləndirilir. Bu möhkəmlik bitkiyə dəstək verir və onun su nəqliyyatının yaratdığı gərginlik qarşısında aşmamasına imkan verir.

Floemanın şəkərotürücü hüceyrələri.

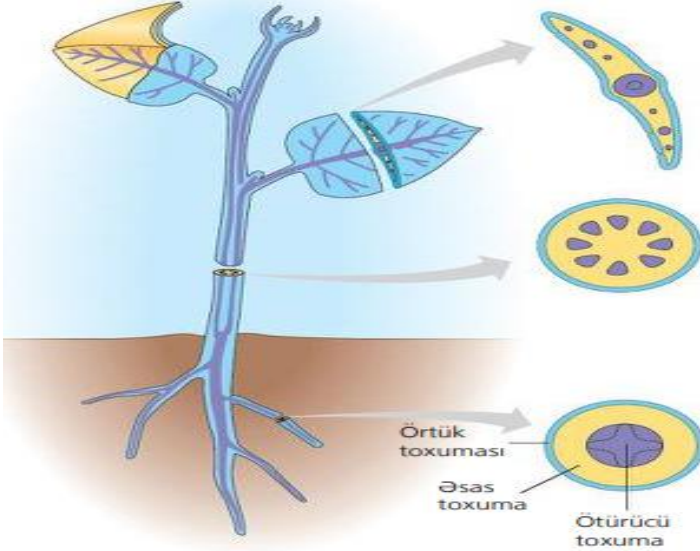


Ksilemanın suötürücü hüceyrələrindən fərqli olaraq floemanın şəkər ötürücü hüceyrələri funksional yetkinliyə çatanda canlı olur. Toxumsuz borulu bitkilərdə və çılpaqxumluqlarda şəkər və digər üzvi maddələr ələkvari borularla uzun və nazik hüceyrələrlə ötürülür.

Canlı olmalarına baxmayaraq, ələkvari boru elementlərində nüvə, ribosom, vakuol və sitoskelet elementləri olmur. Hüceyrə möhtəviyyatındakı bu azalma qida maddələrinin hüceyrədən daha asanlıqla keçməsinə imkan verir.

Ələkvari boru elementlərini bir-birindən ayıran ələkvari lövhələr hüceyrələrarası maye axınına kömək edən dəliklərə malikdir. Hər bir ələkvari boru elementinin yanında ona çoxsaylı plazmodesmalarla bağlanan yoldaş hüceyrəsi olur.

Yoldaş hüceyrələrinin nüvə və ribosomları təkcə özləri üçün yox, həm də ələkvari boru elementləri üçün işləyir. Bəzi bitkilərdə yoldaş hüceyrəsi ələkvari boru elementinə şəkər yüklənməsində iştirak edir ki, bu şəkər də daha sonra bitkinin digər hissələrinə ötürülür.



Üç toxuma sistemi. Örtük toxuma sistemi.

Materialları kök və zoğ sistemləri arasında hərəkət etdirən ötürücü toxuma sistemi (çəhrayı) də bədən boyu kəsintisiz olsa da, hər orqanda fərqli quruluş alır. Metabolik funksiyaları həyata keçirən əsas toxuma sistemi (sarı) hər orqanda ötürücü və örtük toxumalar arasında yerləşir.

3.3 Ötürücü toxuma

2 növü var; Ksilema və floema

Ötürücü toxuma iki istiqamətdə hərəkət edir. Enən floema boruları, qalxan isə ksilema borularıdır.

Oduncaq (ksilema). Su ötürücü elementlərdə, sklerenxim liflərdən və parenxim hüceyrələrdən ibarətdir. Toxuma suötürücü və mexaniki funksiya yerinə yetirir.

Ksilemanın suötürücü elementlərinə traxeidlər və borular aiddir. Yan meristemdən əmələ gəlib. Traxeidlər də suötürücü funksiya yerinə yetirir və yan meristemdən əmələ gəlib.

Birinci oduncağın parenximası - canlı hüceyrələrdən ibarətdir və ehtiyat qida maddəsi toplayır.

İkincili oduncağın parenximası - inisial kambi hüceyrəsinin törəmələridir. Özək şüalarının tərkib strukturunu təşkil edir.

Ksilema

► Kökdən alınan suyun və suda həll olunan mineralların gövdə və yarpaq kimi hissələrə daşınmasını təmin edir.

► Ksilemdə nəqliyyat aşağıdan yuxarıya bir istiqamətlidir.

► Floemaya görə, materialın ötürülməsi sürətlidir.

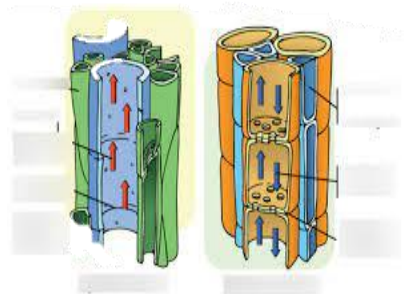
► Cansız hüceyrələrdən ibarətdir.

► Böyümə halqasının əmələ gəlməsində iştirak edir.

► Onlar təkbucaqlı bitkilərin köklərində yerləşən mərkəzi silindrdə təsadüfi düzülür.

Floema

Fotosintez məhsulları olan şəkərləri istehsal olunduqları yerdən (adətən, yarpaqlar) ehtiyac olan yerlərə (adətən, köklərə və böyüməkdə olan yerlərə, məsələn, inkişafda olan yarpaq və meyvələrə) aparır. Kök və ya



gövdənin ötürücü toxuması bütövlükdə stela adlanır (Yunanca “sütun” sözündən). Stelanın quruluşu bitkinin növündən və orqandan asılı olaraq dəyişir.

Məsələn, örtülütoxumlularda kök stelası ksilema və floemadan ibarət bütöv ötürücü silindr formasında olsa da, gövdə və yarpaqların stelaları ayrı-ayrı floema və ksilema liflərindən ibarət ötürücü topalardan ibarət olur. Ksilema və floemanın hər ikisi nəqliyyat, həmçinin dayaq üçün ixtisaslaşmış müxtəlif hüceyrə növlərindən ibarətdir.

Ötürücü toxumadan daha da içəridə yerləşən əsas toxuma özək, ötürücü toxumadan xaricdə yerləşən əsas toxuma isə qabıq adlanır. Kök və ya gövdənin ötürücü toxuması bütövlükdə stela adlanır (Yunanca “sütun” sözündən). Stelanın quruluşu bitkinin növündən və orqandan asılı olaraq dəyişir. Məsələn, örtülütoxumlularda kök stelası ksilema və floemadan ibarət bütöv ötürücü silindr formasında olsa da, gövdə və yarpaqların stelaları ayrı-ayrı floema və ksilema liflərindən ibarət ötürücü topalardan ibarət olur. Ksilema və floemanın hər ikisi nəqliyyat, həmçinin dayaq üçün ixtisaslaşmış müxtəlif hüceyrə növlərindən ibarətdir.

3.4 Örtük toxuması

İki cür örtük toxuması vardır: Epidermis, peridermis.

Epidermis. Bitkinin yarpaqlarında, köklərində, gənc gövdələrində və budaqlarında bitkini əhatə edir. Hüceyrələr canlıdır, böyük vakuollara malikdir. Xloroplast olmadığı üçün fotosintez edə bilmir. Hüceyrələr arasında boşluq yoxdur. Gövdə və yarpaqlarda olan epidermal hüceyrələr kutikul təbəqəsini əmələ gətirən kütin adlı mumlu maddə ifraz edir. Transpirasiya ilə itirilən suyun miqdarını azaldır və bitkini günəşin zərərli şüalarından qoruyur. Bu təbəqə quraq mühit bitkilərində qalın, rütubətli bitkilərdə isə nazik olur. Epidermis hüceyrələrinin diferensiasiyası ilə stoma (məsamə), tükcük, hidatod (su qovşaqları) meydana çıxır və tikanlar əmələ gəlir.

Epidermis hüceyrələrinin fərqliləşməsi və uzanması nəticəsində əmələ gələn tük hüceyrələri də epidermis hüceyrələri kimi xloroplastsızdır.

Canlı və ya ölü ola bilən **tük hüceyrələri** funksiyasına və quruluşuna görə fərqlənir. Yarpaqlardakı bəzi tüklər birbaşa günəş işığının yarpaqlara düşməsinə mane olur və bitkini su itkisindən qoruyur. Tərkibində silisium və ya əhəng daşı olan uclu, qalın divarlı tüklər bitkiləri heyvanlardan qoruyur.

Ətirşah kimi ətirli bitkilərin gövdə, yarpaq və çiçəklərindəki bəzi tüklər aromatik kimyəvi maddələr ifraz edir. Beləliklə, tozlanmağa kömək edir. Kökdəki əmici tüklər kökün səthini artırır və daha çox su və mineral udulmasını təmin edir.

Tükcüklər-trixomalar başcıklı, ulduzşəkilli, qarmaqvari, pulcuqşəkilli və s. olurlar. Onlar silisium və Ca duzlarını hopduraraq minerallaşır, sərtləşir, kəsici xassə kəsb edir.

Vəzili tükcüklər vasitəsi ilə efir yağları, alkaloidlər və digər zərərli maddələr ixrac olunur. Vəzili tükcüklərin başcığı olur ki, bu maddələr ora toplanır. Maddənin miqdarı artdıqca başcığ şişir, kitukula təbəqəsi dəşilir və ifrazat maddəsi xaricə tökülür. Efir yağının xaricə buxarlanması nəticəsində ətrafa ətir yayılır.

Kutikul və mum maddəsi. Epidermisin əsas hüceyrələrindən biri də kitukul təbəqəsidir. Bu təbəqə dəricik hüceyrələrin xarici qılaflarının kutin maddəsi ilə hoparaq kutinləşməsi sayəsində əmələ gəlir.

Mantar kimi kutikul da qazları və mayeləri özündən keçirmir və bitkini artıq buxarlanmadan qoruyur. Quraq yerlərdə bitən bitkilərin əksəriyyətinin dəriciyinin üzərində kutikul əmələ gəlir. Çox zaman kutikul qatının üzərində mum təbəqəsi əmələ gəlir. Kutikul kimi mum təbəqəsi də bitkini artıq buxarlanmadan qoruyur.

Bəzi vaxt tükcüklərin qılafları kütinləşərək, odunlaşaraq sərtləşir. Emergenslər (lat. «emergere» - irəlidə olmaq) epider-

misin üstündə əmələ gəlir, tükçüklərə oxşar çıxıntılardır. Amma onların yaranmasında nəinki epidermis, həm də dərin yerləşmiş toxumalar da iştirak edirlər (məs: qızılgül və itburnu tikanları və s.).

Ağızciqlar. Ağızciqlar epidermisdəki xüsusi törəmələrdir. Bitki orqanizmi ilə ətraf mühit arasında əlaqəni ağızciqlar həyata keçirir. Ağızciq ətrafı hüceyrələrin sayı və yerləşmə xarakterinə görə ağızciq aparatının bir neçə tipi vardır. Adi ağızciqlarla bərabər su ağızciqları da vardır ki, onlar yarpaqlardan suyu damcı kimi ifraz edirlər. Onlar hidatodlar adlanır.

Hidatodlar. Bitkilərdə su ağızciqlarıdır. Onlar yarpağın ucunda yerləşib damcı-damcı su ixrac edir ki, buna qutasiya hadisəsi deyilir. Hidatodlar ağızciqlardan fərqli olaraq həmişə açıq olur.

Peridermis. Bitkilərin çoxillik orqanlarının üzərində, mantar toxumasının hüceyrələrinin bölünməsi nəticəsində əmələ gəlir. Ondən mərkəzə doğru parenxim (fellooderma), periferiyaya doğru isə mantar (felloma) hüceyrələri əmələ gəlir. Epidermis ölüdürsə periderm adlanır.

Mantar örtüyü 3 qatdan ibarətdir.

1. Fellem və ya mantarlaşmış hüceyrə təbəqəsi.
2. Fellogen və ya mantar kambisi.
3. Fellooderm və ya mantar parenximi.

Mantar ağızciğı-mərcimək peridermin mantarlaşmamış təbəqəsidir. Bu təbəqə sayəsində qazlar mübadiləsi gedir.

Təlim nəticələri:

Bitkilərdə meristem toxumanın quruluşunu və funksiyasını şərh edir.

Bitkilərdə parenxim toxumanın quruluşunu və funksiyasını təsvir edir.

Bitkilərdə ötürücü toxumanın quruluşunu və funksiyasını müəyyən edir.

Bitkilərdə örtük toxumanın quruluşunu və funksiyasını təsvir edir.

IV Fəsil. Kökün anatomiyası və fiziologiyası

4.1 Kökün anatomiyası və fiziologiyası

Ali bitkilərin vegetativ orqanlarından biri də kökdür. Əsas tumurcuğu və yarpağı olmayan bitkinin orqanı kök adlanır.

Kökün anatomik quruluşu.

Kökün daşıdığı vəzifəyə görə xarici, həm də daxili quruluşu ona uyğun olur. Kökün daxilində fərqli toxumalar elə qanuna uyğun yerləşmişdir ki, sorucu və ötürücü bir orqan olaraq bitkinin təmin olunmasına xidmət edir. Yeni bitki əmələ gələn zaman toxum cücərir, ilk olaraq kök inkişaf edir. Kök ilk olaraq rüşeymin kökündən inkişaf etməyə başlayır. Rüşeymin kökü yalnız meristem toxumalardan təşkil olunur. Toxum cücərdikdə kökcük böyüyür, onda müxtəlif toxumlar yaranır. Kök üsküyünün altında kökün böyümə konusu yerləşir. Ən fəal və ilk bölünən hüceyrələr inisial, ucluq hüceyrələridir. Kökün qabığı xaricdən əvvəlcə epiblemlə örtülür və üç hissədən ibarətdir: ekzoderm, mezoderm və endoderm. Kökün dəriciyi quruluşca gövdənin və yarpağın dəriciyindən fərqlidir. O, sorucu funksiyasını daşıyır, suyu və suda həll olmuş mineral duzları sorur və qabıq parenximinə ötürür.

Kökün ucunda birincili quruluş əmələ gəlir.

Kökün ucu kök üsküyü ilə örtülmüşdür.

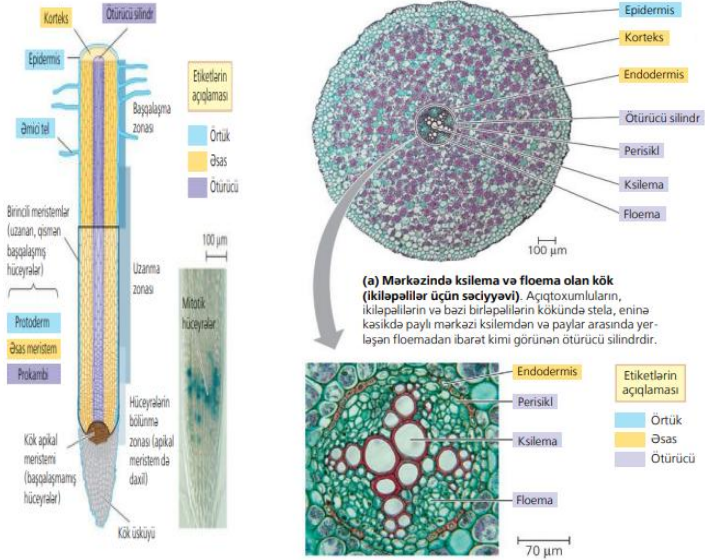
Kökün 4 zonası var.

- 1) Bölünmə zonası
- 2) Böyümə zonası
- 3) Sorucu zona
- 4) Ötürücü zona

Birinci qabıq – xaricdən epiblem örtülür və 3 hissədən ibarətdir.

Ekzoderm, endoderm, mezoderm

Birinci qabığın daxili qatı endoderma adlanır. Endoderma kökün erkən böyüməsi dövründə ötürücü sistemin



differentiasiya başlaması ilə bir vaxtda yaranır. Endoderma hüceyrələri formaca tipik parenxim hüceyrələri olsalar da, hüceyrə divarlarının qalın olması ilə onlardan fərqlənir. Kimyəvi tərkib və strukturca dəyişmə ən əvvəl köndələn və radial istiqamətindəki qatlarda baş verir. Bunlarda liqnin, suberin və kutin tərkibcə daha zənginləşir, bəzi bitki növlərində isə fenol birləşmələrinin konsentrasiyası artır.

Kökdəki böyümənin əsas hissəsi bu bölgədəki hüceyrələrin uzanması ilə baş verir (bəzən hüceyrələr başlanğıcdakından on qat daha uzun ola bilər) və bu uzanma kök ucunu torpağın daha da dərin qatlarına doğru basır. Buna paralel olaraq kökün apikal meristemi uzanma zonasının cavan hissəsinə yeni hüceyrələr əlavə etməyə davam edir. Kökdəki hüceyrələr, adətən, uzanmağı bitirməmişdən əvvəl artıq struktur və funksiya baxımından ixtisaslaşmağa başlayır. Proses davam etdikcə üç birincili meristem: protoderm, əsas meristem və prokambi ortaya çıxmağa başlayır. Başqalaşma və ya yetişmə zonasında hüceyrələr başqalaşmanı tamamlayır və

fərqli hüceyrə növlərinə çevrilir. Meristemin ən xarici qatı olan protoderm kökü əhatə edən, bir qat kutikulasız hüceyrələrdən ibarət epidermisi əmələ gətirir. Kök epidermisinin ən əsas xüsusiyyəti əmici tellərdir. Bu dəyişmiş epidermis hüceyrələri su və mineralların udulmasını həyata keçirir. Əmici tellər adətən, cəmi bir neçə həftə yaşasa da, birlikdə götürüldükdə ümumi kök səth sahəsinin 70- 90%-ni təşkil edir. Protoderm və prokambinin arasında yerləşən əsas meristem yetişkin əsas toxumanı yaradır.

Köklərin əsasən parenxim hüceyrələrindən ibarət əsas toxuması ötürücü toxuma və epidermis arasında yerləşən korteks (qabıq) zonasında olur. Korteksdəki hüceyrələr karbohidrat toplamaqdan əlavə, həm də su və duzların əmici tellərdən kökün mərkəzinə daşınmasına da kömək edir. Korteks hüceyrələrinin arasındakı geniş boşluqlar su, mineral və oksigenin əmici tellərdən içəriyə doğru hüceyrəxarici diffuziya yolu ilə keçidinə də imkan verir. Korteksin ən daxili qatı endodermis adlanır. Bir hüceyrə qalınlığında, silindr formalı olan bu qat kortekslə ötürücü silindr arasındakı sərhəddi əmələ gətirir.

Seçici sədd olan endodermis maddələrin torpaqdan ötürücü silindrə keçidini tənzimləyir. Praokambi ötürücü silindri əmələ gətirir ki, bu silindr ksilema və floemadan ibarət bütöv mərkəzdən və bu özəyi əhatələyən perisikl adlanan hüceyrə layından ibarətdir.

Birincili böyümə kökləri uzadaraq onların torpağa daha dərinə daxil olmasına və axtarış aparmasına imkan yaradır. Köklər torpaqda resurslarla dolu olan bir bölgə tapdıqda budaqlanmağa başlayır. Budaqlanmanın özü də birincili böyümənin bir növüdür.

Yan (budaq) köklər perisklin (ötürücü silindrin ən xarici qatının) fəal meristem hissələrindən çıxır. Çıxmaqda olan yan köklər çölə çıxana qədər xarici toxumaları uzanması zoğun uzanmasına gətirib çıxarır.

Kök apikal meristemində olduğu kimi, zoğ apikal meristemi də zoğda üç növ birincili meristem yaradır: protoderm, əsas meristem və prokambi. Bu üç birincili meristem də öz növbəsində zoğun yetişkin birincili toxumalarını əmələ gətirir. Hər biri öz apikal meristeminə sahib olan yan tumurcuqlarının aktivləşməsi birincili böyümənin bir növü olan budaqlanmaya gətirib çıxarır.

Bitki hormonları vasitəsilə saxlanılan əlaqəyə görə yan tumurcuqları fəal təpə tumurcuğuna nə qədər yaxın yerləşsə, bir o qədər qeyri-fəal olur. Bu məfhumu apikal dominantlıq deyilir. Bunun nəticəsində yan tumurcuqları qeyri-fəal vəziyyətdən oyanaraq, böyüməyə başlayır. Fəallaşmış yan tumurcuqları bir müddət sonra öz təpə tumurcuğu, yarpaqları və yan tumurcuqları olan yan zoğlara çevrilir.

Kökün ikinci anatomik quruluşu.

Kambinin əmələ gəlməsi ilə yaranır. Kambi peritiskl hüceyrələrinin bölünərək əmələ gətirdiyi yeni hüceyrələrdən başlangıç götürür. İkinci quruluş gövdəyə bənzəyir və vəzifəsi sormaqla deyil, sorulmuş maddələri gövdəyə ötürməkdir. Epidermis əvəzinə mantarla örtülür.

Mərkəzi silindrin də quruluşu tamamilə dəyişir. İkinci quruluşda floemin və ksilemin radial düzülüşü kollateral düzülüşlə əvəz olunur, floem mərkəzi silindrdən qabığa keçir.

İkinci quruluşda qabığın daxilində aşağıdakı toxumalar nəzərimizə çarpır. Kökü xaricdən mantar örtüyü və ya periderm, mantar örtüyünün altında yerləşən qabıq parenximi qabıq parenximinin içərisində floema və kambi qatı. Kambinin daxilində mərkəzi silindr- oduncaqla yerləşir.

Kökün formaları.

Rüseymin kökcüyündən əmələ gələn kök **əsas kök** adlanır. Kökdən xaric olaraq, bitkinin vegetativ orqanları olan gövdə, yarpaqdan inkişaf edən kökə **əlavə kök** deyilir.

Yalnız kökdən inkişaf edən kök **yan kök** adlanır.

Əsas kök + Yan kök = Mil kök sistemi

İkiləpəli bitkilərin əksəriyyətində - dəvətikasında, pambıqda, qarayoncada, ağaclarla və digər bitkilərdə mil kök sistemi mövcuddur.

Əlavə kök + Yan kök = Saçaqlı kök sistemi

Birləpəli bitkilərin çoxunda məsələn, taxıl bitkilərində, soğanda, sarımsaqda, dağ laləsində **saçaqlı kök** sistemi olur.

Əsas kök rüşeymin kökcüyündən yaranır. Bitkilərin başqa üzvləri kimi rüşeym kökcüyü də hüceyrəvi quruluşdadır. Bitkiyə daxil olan qida maddələrinin hesabına rüşeym kökcüyündəki hüceyrələri inkişaf edərək, çoxalırlar. Kök daim uc hissəsi ilə böyüyür. Hansı kökün uc hissəsini kəssək, bir zaman sonra onun uzununa böyüməsi dayanacaq.

Kökün dəyişmiş formaları və onların anatomik quruluşu.

Kök əsas vəzifələri ilə yanaşı, başqa bir vəzifə daşdıqda və ya mühit amillərinin xüsusi təsiri nəticəsində dəyişir. Köklərdə nişasta, inulin, şəkərlər və başqa maddə toplandıqda köklər ətlənir, yoğunlaşır. Əsas kök ehtiyat qida maddəsi toplayaraq meyvəkökə çevrilir. Kök yeni vəzifə daşımağa başladığı üçün üçüncü quruluş əmələ gəlir.

Lətli köklərdə parenxim toxumasının artması və ya yerköküdə olduğu kimi oduncaq parenximin meristemə çevrilməsi nəticəsində kök yoğunlaşır. Çuğundur kökləri kökün ikinci qabığında qeyri adi qaydada yeni kambium qurşağının əmələ gəlməsi nəticəsində şişkinləşir.

Parazit bitkilərdə əsil kök əvəzinə sorucu kök əmələ gəlir. Parazit bitkilər sarındığı bitkini gövdəsinə yapışdığı yerlərdə turşu ifraz edir, bu turşu sahib bitkinin dəricik hüceyrələrini və onların üzərində kutikul təbəqəsini həll edir və içəriyə daxil olur.

4.2. Su və mineral maddələrin udulması

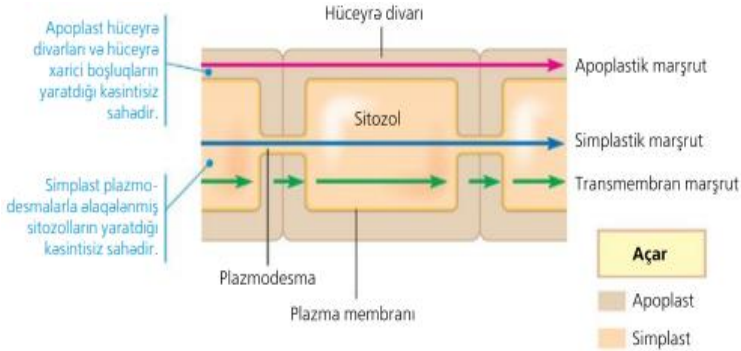
Bitkilər torpaqdakı qidalı ərazilərdən istifadə etmək üçün köklərinin quruluşunu və fiziologiyasını sürətlə tənzimləyir. Məsələn, bir çox bitkilərin kökləri torpaqda nitratın az olduğu cibciklərdən budaqlanmadan düz keçir. Əksinə, nitratla zəngin bir cibciklə qarşılaşdıqda isə kök çox vaxt budaqlanmağa başlayır. Kök hüceyrələri də nitrat daşınmasında və assimilyasiyasında iştirak edən proteinlərin sintezini artıraraq, torpaqdakı yüksək nitrat səviyyəsinə cavab verir.

Beləliklə, bitki kütləsinin daha böyük hissəsini nitratla zəngin bir ərazinin istismarına sərf etmir. Hüceyrələr də nitratı daha effektiv şəkildə mənimsəyir. Kök sistemində rəqabətin azalması da məhdud qida maddələrinin səmərəli udulmasına kömək edir. Məsələn, camış otlarının (*Buchloe dactyloides*) stolonlarından alınmış şitillər eyni bitkidən gələn şitillərlə birgə olanda daha az və daha qısa kök inkişaf edir, nəinki başqa bitkidən gələn şitillərlə qarşılaşanda.

Tədqiqatçılar bitkinin bu formada özünü başqalarından necə ayırdığını anlamağa çalışırlar. Bitki kökləri torpaq ehtiyatlarından daha səmərəli istifadə etməyə imkan verən mikroorqanizmlərlə də qarşılıqlı faydalı əlaqələr yaradır. Məsələn, kök və göbələklər arasında yaranan, mikoriza adlanan qarşılıqlı birləşmənin təkamülü torpaqların bitkilər tərəfindən uğurlu kolonizasiyasında mühüm addım olmuşdur. Mikoriza su və mineralları, xüsusən də fosfatı udmaq üçün bitkiyə dolayı yolla böyük bir səth sahəsi bəxş edir.

Apoplast və Simplast: Nəqliyyat dəhlizləri

Bitki toxumasında iki əsas bölmə var: apoplast və simplest dedikdə canlı hüceyrələrin plazma membranlarından



kənarında yerləşən hər şey nəzərdə tutulur və buna hüceyrə divarı, hüceyrəxarici boşluqlar, boru və traxeidlər kimi ölü hüceyrələrin daxili hissələri də aid edilir.

Simplest isə bitkidəki bütün canlı hüceyrələrin sitozolunun ümumi kütləsindən, eləcə də onları birləşdirən sitoplazmatik kanallar olan plazmodesmlərdən ibarətdir. Bitkilərin bölməli quruluşu bitki toxuması və ya orqanları içərisindən keçən nəqliyyat üçün üç yol mövcuddur: apoplastik, simplastik və transmembran.

Apoplastik marşrutda su və həllolanlar (həll olmuş kimyəvi maddələr), hüceyrə divarı və hüceyrəarası boşluqdan ibarət fasiləsiz yoldan keçir.

Simplestik marşrutda isə su və həllolanlar sitozolun əmələ gətirdiyi fasiləsiz dəhliz boyunca hərəkət edir. Bu yol bitkilərə ilk dəfə daxil olduqda maddələrin bir dəfə bir plazma membranından keçməsinə tələb edir. Bir hüceyrəyə daxil olduqdan sonra maddələr plazmodesmalar sayəsində hüceyrədən hüceyrəyə keçə bilər.

Transmembran marşrutda isə su və həllolanlar bir hüceyrədən, hüceyrə divarından və qonşu hüceyrədən eyni

şəkildə sonrakı hüceyrəyə keçə bilər. Transmembran marşrut maddələrin bir hüceyrədən çıxıb sonrakına daxil olması üçün plazma membranlarından dəfələrlə keçməsinə tələb edir.

Digər orqanizmlərdə olduğu kimi, bitkilərdə də plazma membranının seçici keçiriciliyi maddələrin hüceyrə daxilinə və xaricinə qısaməsafəli hərəkətini idarə edir.

Bitkilərdə həm aktiv, həm də passiv nəqliyyat mexanizmləri var və bitki hüceyrə membranları da digər hüceyrələrdə fəaliyyət göstərən ümumi növ nasoslar və nəqliyyat proteinləri (kanal proteinləri, daşıyıcı proteinlər və kotransporterlər) ilə təchiz olunmuşdur.

Lakin bitki və heyvan hüceyrələrinin membran üzərindən daşıma prosesləri arasında xüsusi fərqlər var. Bu hissədə bu fərqlərin bəzilərinə diqqət yetirəcəyik. Heyvan hüceyrəsindən fərqli olaraq, bitkinin təməl nəqliyyat prosesində əsas rolunu natrium ionu (Na^+) yox, hidrogen ionu (H^+) oynayır.

Məsələn, bitki hüceyrələrində membran potensialını yaradan şey natrium-kalium nasosları ilə Na^+ -un vurulması yox, proton nasosları tərəfindən H^+ -in vurulmasıdır.

Bir H^+ saxaroz kotransporter, H^+ -nin elektrokimyəvi qradienti boyu aşağı hərəkətini saxarozun qatılıq qradientinin əksinə hərəkəti ilə qoşalaşdırır. H^+ ilə kotransport ionların hərəkətini də asanlaşdırır, məsələn, nitratın (NO_3) kök hüceyrələri tərəfindən tutulmasında olduğu kimi.

Bitki hüceyrələrinin membranlarında yalnız müəyyən ionların keçməsinə imkan verən ion kanalları da vardır. Suyun axacağı istiqaməti təyin edən fiziki xassəyə su potensialı deyilir. Bu göstərici həllolan qatılığı və fiziki təzyiqin təsirini də özündə ehtiva edir. Sərbəst su axınına heç bir maneə olmadığı təqdirdə su potensialı daha yüksək olan bölgələrdən daha aşağı olan bölgələrə doğru hərəkət edir.

Su potensialı terminindəki potensial sözü suyun potensial enerjisinə, yəni potensialı daha yüksək olan bir bölgədən daha

aşağı bölgəsinə doğru hərəkət etdiyi zaman suyun iş görmək qabiliyyətidir.

Məsələn, bir bitki hüceyrəsi və ya toxum daxilindən daha yüksək su potensialına malik bir məhlula batırılsa, su hüceyrəyə və ya toxuma keçərək, onun genişlənməsinə səbəb olar. Bitki hüceyrələrinin və toxumların genişlənməsi güclü bir qüvvə ola bilər.

Su potensialı yunan hərfi olan Ψ (psi, “say” oxunur) ilə göstərilir. Bitki bioloqları Ψ -ni meqapaskal (qısaltması, MPa) adlanan təzyiq vahidi ilə ölçürlər. Tərifinə əsasən, standart şəraitdə (dəniz səviyyəsində və otaq temperaturunda) atmosfərə açıq bir qabda təmiz suyun Ψ -si 0 MPa təşkil edir. Bir MPa dəniz səviyyəsindəki atmosfer təzyiqinin təxminən 10 qatına bərabərdir. Suyun osmotik qəbulu sayəsində bir canlı bitki hüceyrəsinin daxili təzyiqi, təxminən 0.5 MPa, yəni şişirdilmiş bir avtomobil şinindəki hava təzyiqindən təxminən iki dəfə çoxdur. Həllolanlar və təzyiq su potensialına necə təsir edir?

Su qəbul etmiş bitkidə su potensialının əsas müəyyənədiciləri həllolan potensialı və fiziki təzyiqdir: $\Psi = \Psi_S + \Psi_P$ Burada Ψ su potensialı, Ψ_S həllolan potensialı (osmotik potensial), Ψ_P isə təzyiq potensialıdır. Bir məhlulun həllolan potensialı (Ψ_S) onun molyarlığı ilə birbaşa mütənəsibdir. Həllolan potensialına osmotik potensial da deyilir, çünki həllolanlar osmozun istiqamətinə təsir göstərir. Bitkilərdəki məhlullar əsasən mineral ionları və şəkərlərdir.

Tərifə əsasən saf suyun Ψ_S -si 0-dır. Həllolanlar suyu əlavə olunduqda, su molekullarına bağlanır. Nəticədə sərbəst su molekullarının sayı azalır və suyun hərəkət edərək iş görmə qabiliyyəti aşağı düşür. Buna görə də, həllolan qatılığının artması su potensialına mənfi təsir göstərir və məhlulun Ψ_S dəyəri həmişə mənfi ədədlə ifadə olunur. Məsələn, 0.1 M şəkər məhlulunda $\Psi_S = -0.23$ MPa-dır. Həllolan qatılığı artdıqca Ψ_S daha da mənfi dəyər alır. Təzyiq potensialı (Ψ_P) məhlul üzərindəki fiziki təzyiqdir. Ψ_S -dən fərqli olaraq, Ψ_P atmosfer

təzyiqinə nəzərən müsbət və ya mənfi ola bilər. Məsələn, məhlul şpris ilə çəkildə mənfi təzyiq, şprisdən xaric edildikdə isə müsbət təzyiq altındadır.

Canlı hüceyrələrdəki su, suyun osmotik qəbuluna görə, adətən müsbət təzyiq altında olur. Xüsusilə protoplast (plazma membranı daxil, hüceyrənin canlı hissəsi) hüceyrə divarına təzyiq tətbiq edərək, turqor təzyiqi əmələ gətirir. Bitkinin içi boş olan ksilem hüceyrələrindəki su (traxeidlər və boru elementləri) isə əksinə, çox vaxt -2 MPa-dan aşağı mənfi təzyiq potensialı (gərginlik) altında olur.

Supotensialı tənliyini tətbiq etməyi öyrənərkən, bir əsas məqamı unutmayın. Su daha yüksək su potensialı olan bölgələrdən su potensialının daha aşağı olduğu bölgələrə hərəkət edir. İndi isə su potensialının canlı bitki hüceyrəsi tərəfindən suyun udulmasına və itirilməsinə necə təsir etdiyini nəzərdən keçirək.

Əvvəlcə, su itirərək süst bir hüceyrə təsəvvür edin. Hüceyrənin ΨP -si 0 MPa-dır. Fərz edin ki, bu hüceyrə özündən daha yüksək həllolan qatılığına sahib (daha mənfi həllolan potensialı) bir məhlula salınır. Xarici məhlulun su potensialı aşağı (daha mənfi) olduğu üçün su hüceyrədən çıxır.

Hüceyrənin protoplastı plazmoliz keçirir, yəni büzülür və hüceyrə divarından uzaqlaşır. Eyni süst hüceyrəni saf suya ($\Psi = 0$ MPa) yerləşdirsək, daxilində həllolanlar olduğundan, hüceyrə ətrafdakı sudan daha aşağı su potensialına malik olur.

Bunun nəticəsində su osmozla hüceyrəyə daxil olur. Hüceyrə şişməyə başlayır və plazma membranını hüceyrə divarına basır. Qismən elastik olan divar turqor təzyiqi ilə protoplastı məhdudlaşdırır. Bu təzyiq hüceyrədəki həllolanlara görə hüceyrəyə daxil olan suyun göstərdiyi təzyiqə bərabər olanda ΨP və ΨS eyniləşir və $\Psi = 0$ olur. Belə olan halda, hüceyrənin daxilindəki su potensialı hüceyrəxarici mühitin su potensialına bərabər olur (bu misalda 0 MPa).

Beləliklə, dinamik bir tarazlıq əldə edilir və suyun müəyyən istiqamətdə xalis hərəkəti dayanır. Süst bir hüceyrədən fərqli olaraq, ətrafından daha yüksək həllolan qatılığı olan divarlı hüceyrə turqıd, yəni bərk olur. Oduncaqsız toxumadakı turqıd hüceyrələr bir-birinə təzyiq göstərəndə toxuma sərtləşir.

Turqorun itirilməsinin nəticəsini solma zamanı görmək mümkündür. Tərkibindəki hüceyrələrin su itirməsi nəticəsində yarpaq və gövdələrin sallanmasında.

Akvaporinlər.

Su diffuziyasının asanlaşdırılması. Su potensialındakı fərq suyun membranlardan keçid istiqamətini müəyyənləşdirir. Bəs su molekulları əslində membranlardan hansı yolla keçir?

Qoşalayın daxili hissəsinin hidrofobik olmasına baxmayaraq, su molekulları fosfolipid qoşalayından diffuziya yolu ilə keçəcək qədər kiçikdir. Lakin onların bioloji membranlar üzərindən hərəkəti o qədər sürətlidir ki, bunu təkcə diffuziya ilə izah etmək olmur. Akvaporin adlanan nəqliyyat proteinləri su molekullarının bitki hüceyrəsinin plazma membranları üzərindən keçidini asanlaşdırır. Açılib-bağlana bilən akvaporin kanalları suyun membran üzərindən osmotik olaraq hərəkət etmə sürətinə təsir edir. Sitozolda Ca_2^+ -un artması və ya pH-ın azalması akvaporinlərin keçiriciliyini azaldır. Diffuziya hüceyrə səviyyəsində rastlanan məkan miqyaslarında təsirli nəqliyyat mexanizmi olsa da, bitki daxilində uzunməsafəli nəqliyyat üçün əlverişli olacaq qədər sürətli deyil. Diffuziya hüceyrənin bir ucundan digərinə bir neçə saniyə çəksə də, köklərdən nəhəng bir qırmızı ağacın yuxarisına bir neçə əsr çəkər.

Ona görə də, uzun məsafəli nəqliyyat kütləvi axın, yəni mayenin təzyiq qradienti boyu hərəkəti ilə baş verir. Materialın kütləvi axını həmişə yuxarı təzyiqdən aşağı təzyiqə baş verir. Osmozdan fərqli olaraq, kütləvi axın həllolan qatılığından asılı deyil.

Uzunməsafəli kütləvi axın ötürücü toxumanın ixtisaslaşmış hüceyrələrində (ksilemanın traxeidləri və boru elementlə-

ri), o cümlədən floemanın ələkvəri boru elementləri üzərindən baş verir. Yarpaqlarda damarların budaqlanması bütün hüceyrələrin ötürücü toxumadan bir neçə hüceyrə aralı yerləşməsinə imkan verir.

Ksilema və floemanın ötürücü hüceyrələrinin quruluşu kütləvi axını asanlaşdırır. Yetişkən traxeid və boru elementləri ölü hüceyrələrdir. Onlar sitoplazmaya malik deyil. Ələkvəri boru elementlərinin (ələkvəri boru üzvləri də adlanır) sitoplazmasında isə demək olar ki, heç bir orqanoidlər olmur.

Su və mineralların əmici tellərdən ksilemaya nəqli.

1. Apoplastik marşrut. Torpaq məhlulunun əmici tellərin hidrofilik divarları tərəfindən alınması apoplasta çıxış verir. Su və minerallar bundan sonra divar və hüceyrəxarici boşluqların yaratdığı matris üzərindən korteksə diffuziya edə bilər.

2. Simplastik marşrut. Əmici tellərin plazma membranından keçən su və minerallar simplasta daxil olur.

3. Transmembran marşrut. Torpaq məhlulu apoplast boyunca hərəkət etdikcə, bəzi su və minerallar epidermis və korteks hüceyrələrinin protoplastlarına keçir və simplast yolu ilə içəriyə doğru axır.

4 Endodermis. Ötürücü silindrə (stelaya) kontrollu keçid. Endodermis hüceyrəsinin köndələn və radial divarlarında su və həll olmuş mineralların keçidini əngəlləyən mumlu bir kəmərlənən Caspary zolağı mövcuddur.

Yalnız artıq simplastda olan minerallar və ya endodermis plazma membranından keçərək, bu marşruta daxil olan minerallar Caspary zolağından yayınaraq, ötürücü silindrə (stelaya) daxil ola bilər.

5.Ksilemada nəqliyyat. Endodermis və ötürücü silindrin canlı hüceyrələri su və mineralları divarlarına (apoplasta) buraxır. Ksilema boruları bu su və mineralları kütləvi axınla yuxarıya doğru, zoğ sisteminə daşıyır.

Bitkidə osmoz təzyiqi yarandıqda su əmici telin hidrofilik divarları tərəfindən alınması apoplasta çıxış verir. Su və minerallar bundan sonra divar və hüceyrəxarici boşluqların yaratdığı matris üzərindən korteksə diffuziya edə bilir və su və minerallar epidermis korteks hüceyrələrinin protoplastlarına keçir və simplast yolu ilə içəriyə doğru axır.

Endodermis hüceyrəsinin köndələn və radial divarlarında su və həll olmuş mineralların keçidini əngəlləyən mumlu bir kəmərlər olan Caspary zolağı mövcuddur. Yalnız artıq simplastda olan minerallar və ya endodermis plazma membranından keçərək, bu marşruta daxil olan minerallar Caspary zolağından yayınaraq, ötürücü silindrə (stelaya) daxil ola bilir. Əmici tellərin plazma membranından keçən su və minerallar simplasta daxil olur.

Endodermis və ötürücü silindrin canlı hüceyrələri su və mineralları divarlarına (apoplasta) buraxır. Ksilema boruları bu su və mineralları kütləvi axınla yuxarıya doğru, zoğ sisteminə daşıyır. Su kök korteksindən içəri doğru axaraq, ksilema şirəsinə yuxarı qaldıran kök təzyiqini yaradır.

Bitkilərin əksəriyyətində kök təzyiqi ksilema şirəsinin qalxmasında o qədər də böyük rol oynamır. Su bu yolla bir neçə metr qalxa bilər. Yaranan müsbət təzyiq (xüsusilə də hündür bitkilərdə) ksilemadakı su sütununa təsir edən cazibə qüvvəsinin öhdəsindən gələcək qədər güclü deyil. Bitkilərin çoxu heç bir kök təzyiqi yaratmır və ya bunu yalnız böyümə mövsümünün bir hissəsində edir.

Suyun ksilema ilə hərəkət etməsinə səbəb olan mənfi təzyiq potensialı yarpaqdakı mezofil hüceyrə divarlarının səthində yaranır.

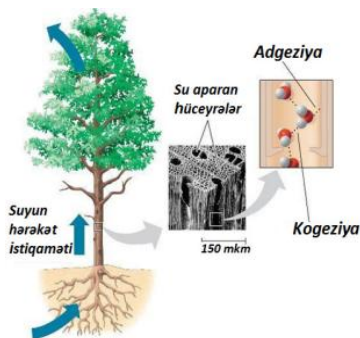
Adheziya

(yapışma) və **koheziya** (birləşmə) suyun kütləvi axınla daşınmasını asanlaşdırır.

Koheziya eyni maddənin molekulları arasındakı cəlbədicə qüvvədir. Su hər bir su

molekulunun digər su molekulları ilə yarada biləcəyi hidrogen bağları səbəbindən qeyri-adi dərəcədə yüksək koheziya qüvvəsinə malikdir. Suyun koheziyası su molekullarını bir-birindən ayırmadan ksilema şirəsinə yuxarıdan bir sütun şəklində dartmağa imkan verir.

Eyni zamanda, su molekullarının (yenə də hidrogen rabitələri ilə) ksilema hüceyrələrinin hidrofilyk divarlarına möhkəm adheziyası cazibə qüvvəsini üstələməyə kömək edir.



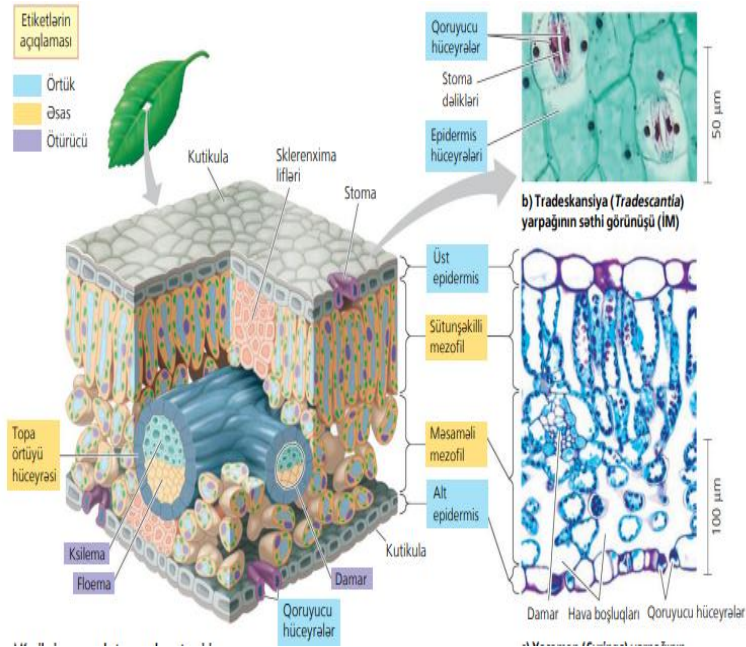
Təlim nəticələri:

- 1. Kökün birincili quruluşu və funksiyalarını sadalayır.***
- 2. Kökün ikincili quruluşu və funksiyalarını sadalayır.***
- 3. Su və mineral maddələrin udulması təsvir edir.***

V Fəsil. Yarpağın anatomiyası və fiziologiyası

5.1. Yarpağın anatomiyası və fiziologiyası

Yarpağın gövdəsinin böyümə konusu ilkin qabarcıqdan yaranır. Adi assimilyasiyaedici yarpaqlarda örtük toxuması müəyyən quruluşda epiderma ilə təmsil olunub.



Epiderma qatı yarpaqda bütün ömrü boyu qalır. Epidermanın bərkliyi onun funksiyaları ilə bağlıdır. Epidermanın əsas funksiyaları qalıq su itkisinin qarşısını alır və mexaniki dayaq rolunu oynayır. Epiderma daim bir-birinə sıx dayanmış bir qat hüceyrələrdən ibarətdir, amma bəzi bitkilərdə məsələn, fikusda yarpaq inkişaf edəndə onun hüceyrələri periklinal bölünür və üç qatlı olur. Epiderma kutikula təbəqəsi ilə örtülüdür. Belə kutinləşmə epidermanın hüceyrə qılafının xarici divarında görünür. Çoxsaylı bitkilərdə tumurcuq daxili

inkişaf prosesində tükcüklərə, yəni trixomalara rast gəlinir. Bunların yaranmasında ancaq epiderma hüceyrələri rol oynayır.

Tüklənmə epidermal hüceyrələrin sıxlaşmış xarici divarında olan kutikula və mum təbəqəsi ilə yarpaq ayasının daxilində olan toxumaları günəş şüalarından qoruyur, bununla da transpirasiyanın az olmasına yardım edir. Amma bu zaman müəyyən sukkulentlər, az mezofilli incə yarpaq ayasına malik efermerlər istisnadır. Epidermanın daxilində yarpaqda qaz mübadiləsində iştirak edən ağızcıq hüceyrələri vardır. Bəzi bitkilərdə ağızcıq ancaq üst epidermisdə yerləşir ki, bu zaman yarpağa **epitomatik yarpaq** deyilir. Digər bitkilərdə isə ağızcıq alt epidermada yerləşir ki, onlar **hipostomatik yarpaq** adlanır.

Müəyyən bitkilərdə isə ağızcıqlar yarpaq ayasının hər iki üzərində olur ki, bunlara **amfistomatik yarpaq** deyilir. (yunanca-amfi-ətrafında, yəni hər 2 tərəfində deməkdir). Bu cür vəziyyət yalnız suyun səthində olan yarpaqlara aiddir. Ağızcıqların yarpaq ayasının hər iki üzündə olması müəyyən bitkilər üçün sabit əlamət olsa da, istisnalar da mövcuddur.

Məsələn, birillik plaun zoğunun əsas hissəsində epistomatik, ortada amfistomatik və hipostomatik, zoğun təpə hissəsində isə epistomatik yarpaqlar vardır. Əksər bitkilərin yarpaqlarının üstündə suyu damlalar kimi ifraz edən hidatodlara - su ağızcıqlarına da təsadüf olunur. Üst epidermanın hüceyrə şirəsində bir çox hallarda antosian pigmenti olur ki, bunlar da yarpağın saplığına və ayasına rəng çalarları verir.

Bəzi bitkilərdə epidermanın altında yarpağın davamlığını uzun müddət saxlayan hüceyrə təbəqəsi yaranır. Çox vaxt belə hüceyrələrin qılaflı qalınlaşır və mexaniki funksiya daşıyır. Quraqlıq yerlərdə bitən bitkiləri isə artıq buxarlanmağa qoymur. Bu hüceyrə təbəqəsinə hipoderma (derma-dəri) deyilir.

Mezofil.

Bitkilərin hamısında yarpaqda əsasən mezofil toxuması olur. Mezofil həcmcə yarpaq ayasında daha çox olur. Həmin toxuma ötürücü topalar və mexaniki toxumaları çıxmaqla, yarpağın üst və alt epidermasının arasında olan bütün boşluqlarda olur. Bəzi vaxtlarda yumru və ya uzunsov quruluşda olur, qılağı nazik, odunlaşmamış qalır. Protoplasması, nüvəsi və çoxsaylı xloroplasta malik sitoplazmadan təşkil olunmuşdur.

Mezofillərin xarici divarları büküklər yaradan hüceyrələrdən ibarətdir. Belə büküklərə xas olan hüceyrələrə **əlsəkilli hüceyrələr** deyilir. Örtülütəxumların çoxusu həm morfoloji və bəzən də fizioloji nöqterinə-nəzərdən fərqli olan 2 cür mezofilə diferensiasiya edir:

1. Çəpər və ya sütünvari parenxim;
2. Süngərvari parenxim

Çəpər parenxim yarpağın üst hissəsinə uyğun çevrilmişdir. Uzunsov formada olan prozenxim hüceyrələrdən ibarətdir, bunlar da yarpağın üzərinə perpendikulyar, günəş şüasına isə paralel olan hüceyrələr olmaqla assimliyasıya prosesində iştirak edirlər. Çəpər parenxıma hüceyrələrində xlorenxim hüceyrələrinə uyğun olan xloroplastların 3/4 və ya 4/5 yerləşir. Bu parenxim yalnız üst epidermanın alt hissəsində yerləşməklə ən gözəl işıqlanma şəraitinə malikdir. Yarpaq səthində şaquli yerləşdiyinə görə işıq şüası əlavə maneələrə rast gəlmir və ona görə də mezofilin dərinliklərinə asanlıqla daxil ola bilər.

Süngərvari parenxıma - enli hüceyrəarası boşluqlara malikdir və yumru hüceyrələrdən ibarətdir. Çox vaxtlar yarpağın alt səthinə istiqamətlənmiş olur. Atmosferdə pərakəndə şəkildə olan karbon qazı daim yarpağın altında yerləşən epidermanın ağızcıqlarından keçir və süngərvari parenximin hüceyrəarası boşluğunda yayılır. Bu boşluqlar yarpaqda hava axınını tezləşdirir.

Mezofilin quruluşu və yerləşməsi baxımından yarpaq ayasının bir neçə formasını fərqləndirirlər. Onların xüsusiyyətləri yarpağın forması və günəş şüalarına doğru səmtləşməsi ilə əlaqədardır.

1. Bifasial və ya dorzoventral tip sütunvari mezofilin yarpaq ayasının üstündə yerləşir. İkiləpəlilərin yarpaqları bu tiptədir.

2. İnvertasiya olunmuş tip sütunvari mezofilin yarpaq ayasının alt hissəsində yerləşir.

3. Ekvifasial tip yarpaq ayasının mezofilin quruluşuna görə fərqlənməyən üst və alt tərəfləri ilə xarakterizə olunur. Bu tip həm də izolateral adlanır.

4. Unifasial tip adətən bifasial yarpağın alt tərəfinin böyüməsi və yuxarı hissənin reduksiyası sayəsində əmələ gəlir.

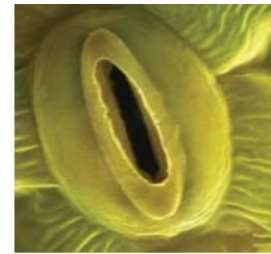
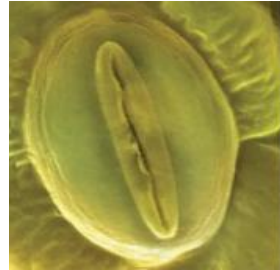
Bitki yarpaqları suya münasibətinə görə fərqli olur. Kserofit bitkilərin yarpaqlarında ağzıcıqlar az və xırda olur, xloroplastı çox, yarpaqları tükcüklərlə örtülü olur. Quraqlığa davamlı bitkilərdə sütunvari toxuma yaxşı inkişaf edir. Bu yarpaqların mezofil hüceyrələri sıx yerləşir və yarpaq səthi qalın olur. Sütunvari hüceyrələri bir neçə qat olur. Kaktusların həddən artıq su itkisinə qarşı müqavimət göstərən xeyli kiçilmiş yarpaqları var, bu bitkilərdə fotosintez, əsasən gövdələrdə aparılır. Hidrofitlərdə yarpaq iri, ağzıcıq çox və iri olur. Ağzıcıqlar bəzən yarpağın üst səthində, bəzən hər iki tərəfində yerləşir. Yarpağın içərisində çox zaman hava boşluqları olur. Mum tük və kitukula qatı ya olmur və ya zəif inkişaf edir.

İşığa münasibətə görə bitkinin yarpaq forması müxtəlif olur. Çinarın yarpağında sütunvari parenximin uzunsov olmasının səbəbi onun işıqsevən olması ilə izah olunur. Kölgədə olan yarpaqlarda sütunvari parenxim inkişaf etmir. Əgər yarpağın hər iki tərəfdən işıqlandırılması eynidirsə, mezofil eyni tipli olur və sütunvari və süngərvari toxuması olmur.

Quraqlıq stresi də stomaların bağlanması səbəb ola bilər. Su çatışmazlığına cavab olaraq, köklərdə və yarpaqlarda əmələ gələn absis turşusu (ABT) adlı bir hormon stomaları bağlamaq üçün qoruyucu hüceyrələrə signal göndərir. Bu reaksiya büzüşməni azaltsa da, eyni zamanda CO₂ udulmasını da məhdudlaşdırır və bununla da, fotosintezi yavaşladır. ABT ayrıca birbaşa fotosintezi də tormozlayır.

Stomalar: Su itkisinin sas yolları.

Bitki itirdiyi suyun təxminən 95%-ni stomalardan itirir, baxmayaraq ki bu dəliklər xarici yarpaq səthinin yalnız 1-2%-ni təşkil edir. Mütlu kutikula yarpağın geri qalan səthindən su itkisini məhdudlaşdırır. Hər bir stoma bir cüt qoruyucu hüceyrə ilə əhatə olunmuşdur. Qoruyucu hüceyrələr forma dəyişərək aralarındakı boşluğu genişləndirib-daraldır və bununla da stoma diametrini idarə edir. Yarpağın inkişafı zamanı yüksək miqdarda gün işığına və aşağı CO₂ səviyyəsinə məruz qalmaq bir çox bitki növlərində stoma sıxlığının artmasına gətirib çıxarır.



Alimlər yarpaq fosillərindəki stoma sıxlığını ölçərək, keçmiş iqlimlərdə atmosferdəki CO₂ səviyyəsi haqqında məlumat əldə edə bilirlər. Örtülütəxumlarının çoxunda qoruyucu hüceyrələrin hüceyrə divarları qeyri-bərabər qalınlıqdadır və sellüloz mikrolifləri turgid hala gələn qoruyucu hüceyrələrin yay kimi əyilməsinə yol açacaq şəkildə düzülür. Bu əyilmə qoruyucu hüceyrələr arasındakı dəliyin ölçüsünü artırır.

Hüceyrələr su itirib boşalanda daha az əyilmiş vəziyyətə gəlir və dəlik bağlanır. Qoruyucu hüceyrələrin turqor təzyiqindəki dəyişikliklər, ilk növbədə, K⁺-un dönən şəkildə

udulması və itirilməsi nəticəsində baş verir. Qoruyucu hüceyrələr qonşu epidermal hüceyrələrdən K^+ aldıqda stoma açılır. K^+ -un qoruyucu hüceyrələrin plazma membranından axını proton nasosları vasitəsilə membran potensialının yaranmasına qoşalaşdırılır.

Stomaların açılışı H^+ -nin qoruyucu hüceyrələrdən aktiv nəqliyyatı ilə əlaqəlidir. Bunun nəticəsində yaranan gərginlik (membran potensialı) K^+ -u xüsusi membran kanalları vasitəsilə hüceyrə daxilinə itələyir. K^+ -un udulması qoruyucu hüceyrələrdə su potensialının daha mənfi olmasına səbəb olur və osmozla daxil olan su hüceyrələri daha turgid hala gətirir.

K^+ və suyun böyük hissəsi vakuolda saxlanıldığı üçün vakuol membranı da qoruyucu hüceyrə dinamikasının tənzimlənməsində rol oynayır. Stomaların bağlanması qoruyucu hüceyrələrdən qonşu hüceyrələrə K^+ itirilməsindən və buna bağlı olaraq, suyun osmotik itkisindən qaynaqlanır.

Akvaporinlər də qoruyucu hüceyrələrin osmotik şişmə və büzülməsini tənzimləməyə kömək edir. Stomalar gün ərzində açılır və gecələr isə əsasən bağlı olur, bununla da fotosintezin baş verə bilmədiyi dövrdə bitkinin su itirməsinin qarşısını alır. Ən azı üç şey səhər saatlarında stomaların açılmasına töhfə verir: Işıq, CO_2 -nin tükənməsi və qoruyucu hüceyrələrdəki daxili “saat”.

Işıq qoruyucu hüceyrələrin K^+ yığıb turgidləşməsini aktivləşdirir. Bu reaksiya qoruyucu hüceyrələrin plazma membranındakı mavi işıq reseptorlarının işıqlandırılması ilə başlanır. Bu reseptorların aktivləşməsi qoruyucu hüceyrələrin plazma membranında proton nasoslarının fəaliyyətə keçməsinin və bu da öz növbəsində K^+ -un udulmasına kömək edir.

Stomalar fotosintez nəticəsində yarpağın hava məkanlarında CO_2 -nin tükənməsinə cavab olaraq da açılır. Gün ərzində yarpağa kifayət qədər su verildiyi təqdirdə CO_2 qatılığı azaldıqca stomalar da tədricən açılır. Qoruyucu hüceyrələrdəki daxili “saat” stomaların gündəlik açılıb-bağlanma ritmini davam

etdirməsinə imkan verir. Bu ritm bitki qaranlıq bir yerdə saxlananda belə davam edir. Bütün eukariotik orqanizmlərdə dövrü prosesləri tənzimləyən daxili saatlar var.

Müxtəlif ekoloji şəraitdə yaşayan bitkilərdə yarpağın anatomik quruluşu.

Dorsoventral yarpaq quruluşunda üst və alt yarpaqlarda kəskin fərqlənir. Hər iki tərəf kutrikul təbəqəsi ilə örtülmüş epidermislə örtülüdür. Üst təbəqədə ağızcıq görünür. Sütunvari toxumanın uzunsov hüceyrələrdən ibarət olması işıqsevər bitki olması ilə izah olunur. İzolateral quruluşlu yarpağı olan bitkilərdə, məsələn xlorofitumun yarpağında mezofil eyni tiplidir. Belə hallarda yarpaqlarda sütunvari və süngərvari parenxim olmur. Belə yarpaqların altı və üstü eyni dərəcədə işıqlanır. Ətli şoran yarpağının quruluşu mezofildə sutoplayıcı irihəcmli hüceyrələr və həmin hüceyrələrdə kristallara da rast gəlmək olur. Bu hüceyrələrdə xloroplast olduqca azdır.

5.2 Bitkilərdə turqor hadisəsi.

Hüceyrənin daxili möhtəviyyatının qılafa təzyiqi nəticəsində qılaf dartılaraq, əks təzyiq göstərir. Belə halda hüceyrələr gərginləşir və bir-birinə bərk yapışır ki, bu da bitkinin orqanlarına möhkəmlik verir. Bitki hüceyrəsinin belə gərginləşmiş vəziyyətinə hüceyrənin turqor halı deyilir.



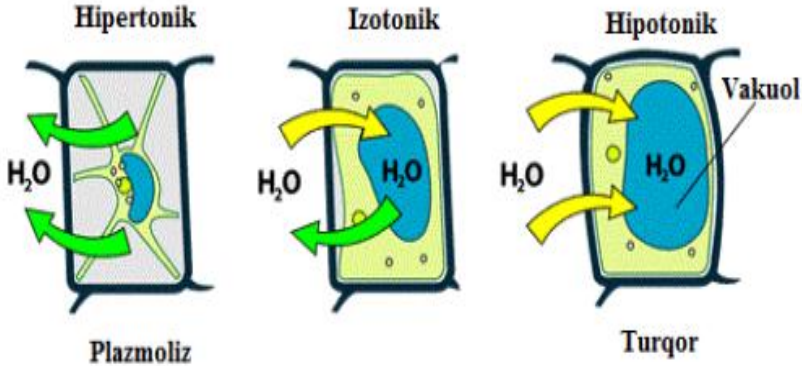
Turqor bitkinin həyatında çox mühüm rol oynayır. Belə halda bitkinin yarpaqları, gövdəsi və çiçəkləri şax vəziyyətdə durur və bitkinin daxilində bütün həyat prosesləri normal gedir. Müxtəlif ətraf mühit amillərinin təsiri nəticəsində hüceyrə şirəsinin qatılığı onu əhatə edən mühitin qatılığından zəif olarsa, o zaman hüceyrənin daxilində olan maye xaricə sızır, nəticədə hüceyrənin protoplastı qılafdan ayrılır. Hüceyrənin bu vəziyyətinə onun plazmoliz halı deyilir.

Osmos təzyiqi nəticəsində hüceyrəyə su daxil olduqda hüceyrənin möhtəviyyatı qılafa təzyiq göstərir. Hüceyrə qılafı elastik olduğu üçün bu təzyiqin təsirindən dartılır, qılaf eyni zamanda gərginlik xassəsi daşdığından, həm də sıxılmağa başlayır, sıxılma nəticəsində qılaf hüceyrənin daxili möhtəviyyatına təzyiq göstərir. Sıxılma nəticəsində dartılmış qılafa hüceyrə möhtəviyyatının göstərdiyi təzyiq turqor təzyiqi adlanır. Bu təzyiq hüceyrəyə yenidən suyun daxil olmasına mane olur.

Dartılmış qılafın hüceyrənin daxili möhtəviyyatına göstərdiyi təzyiq mərkəzqaçma hidrostatik turqor təzyiqinə qarşı çevrilir. Suyun udulması prosesində turqor təzyiqi (T) ilə osmotik təzyiq (P) arasında təsir qüvvəsinin böyük əhəmiyyəti

vardır. Bitki hüceyrəsinin sorma qüvvəsi (S) osmotik təzyiqə turqor təzyiqinin fərqinə bərabərdir.

Bitki hüceyrəsində plazmoliz və turqor hadisəsinin müşahidə olunması:



Hüceyrə ilə əlaqədə olan ətraf mühitin qatılığı yenidən zəifləyirsə, bu zaman əks proses baş verəcək. Bu zaman endosmos hadisəsi baş verir və proses zamanı plazmanın yenidən həcmi artaraq, hüceyrə divarlarına doğru yaxınlaşır və hüceyrənin turqor vəziyyəti bərpa olunur.

Bu prosesə plazmoliz və yaxud deplazmoliz halı deyilir. Hüceyrənin belə halı isə onun turqor halıdır. Bitki hüceyrəsi plazmoliz halında olan zaman nisbətən kiçik, turqor vəziyyətində olanda isə həcmi böyük olur.

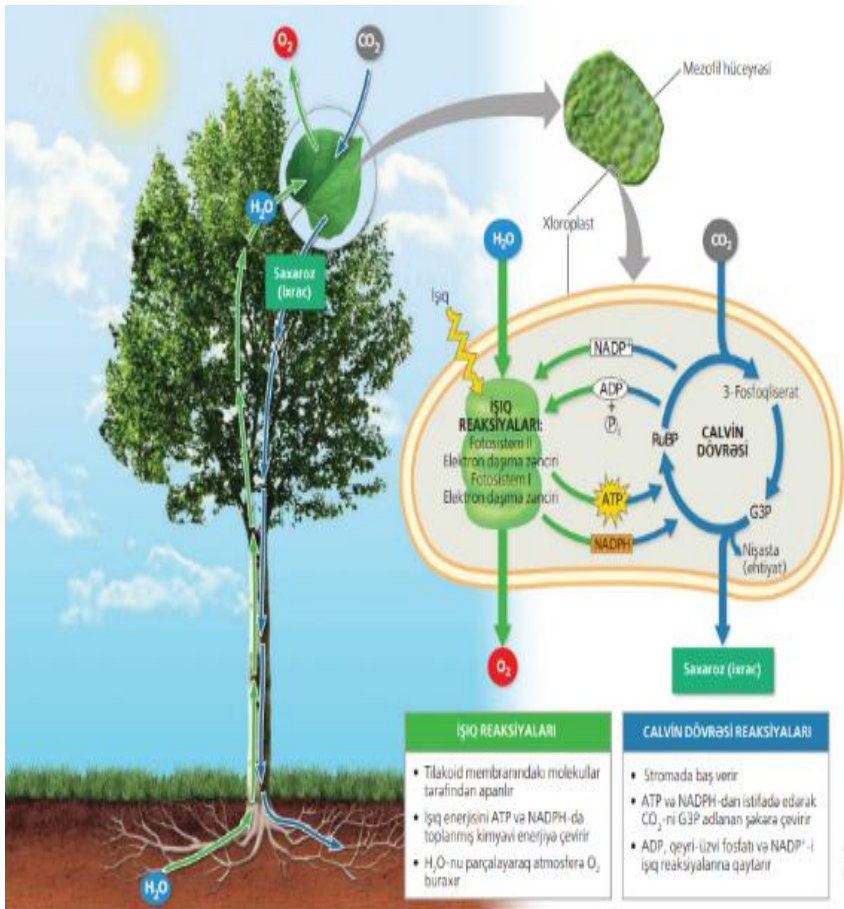
Təlim nəticələri:

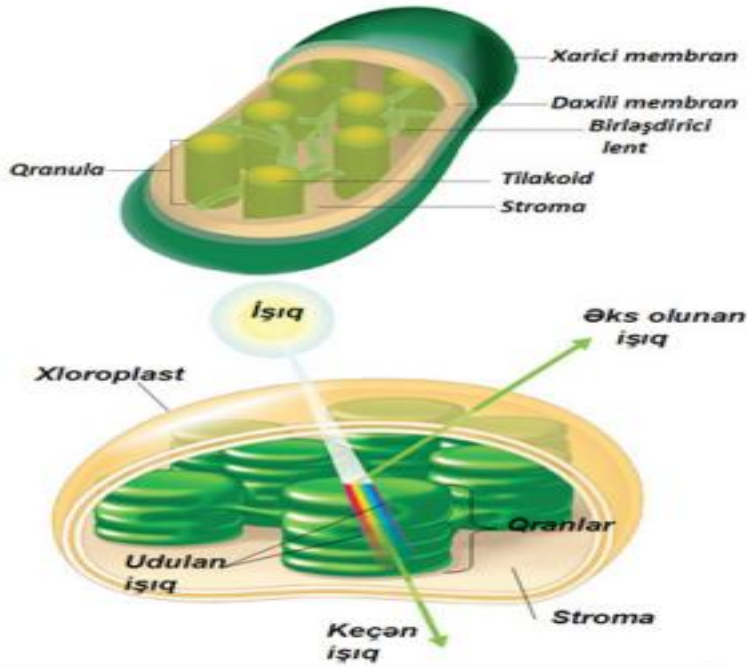
- 1.Yarpağın anatomik quruluşunu tətbiq edir.***
- 2.Yarpağın fiziologiyasını təsvir edir.***
- 3.Bitkilərdə turqor hadisəsini təsvir edir.***

VI Fəsil. Fotosintez

6.1. Fotosintez

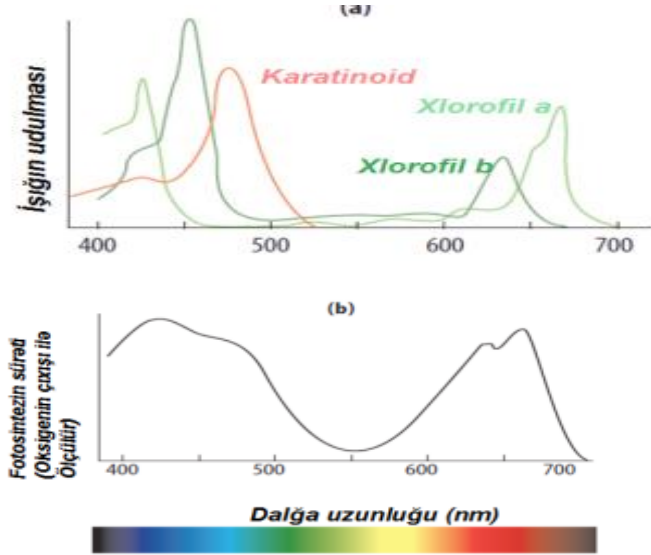
Bitkilərdə fotosintez xloroplastlarda baş verir. Xloroplast daxili və xarici membrana malikdir. Xarici membran hamar olub, O_2 -ni və CO_2 -ni yaxşı keçirmək qabiliyyətinə malikdir. CO_2 xloroplastlara daxil olur, üzvi maddə sintezində istifadə olunur.





Fotosintez prosesində aralıq məhsul kimi O_2 əmələ gəlir. Əmələ gələn oksigenin çox hissəsi xaricə çıxır, az hissəsi isə bitki tərəfindən istifadə olunur. Xloroplastların daxilində tilakiod adlanan yastı kisəciklər və ya disk formasında olan başqa bir membran sistemi var. Bəzi yerlərdə onlar üst-üstə yığılaraq, qranlar əmələ gətirir. Qranlar arasındakı boşluğu yarımmayə mühit-stroma doldurur. Xloroplast membranları bu orqanoidin içini 3 hissəyə ayırır: stroma, membranlar arası boşluq və tilakoid. Tilakoidlərin membranında yaşıl rəngli pıqment - xlorofil vardır. Xlorofil molekulunun çoxlu növləri var, amma bunlardan önəmliləri xlorofil-a və xlorofil-b molekullarıdır. Bu molekulaların quruluşunda fərq, xlorofil –a da 1 oksigen atomu az, 2 hidrogen atomu isə çox olmasıdır. Aralarındakı kiçik bir quruluş fərqi bu iki pıqmentin spektrın qırmızı və mavi bölgələrində az da olsa, fərqli dalğa

uzunluqlarını uda bilməsinə səbəb olur. Buna görə xlorofil a göy – yaşıl, xlorofil b isə sarı – yaşıl (zeytuni yaşıl) rəngdədir, xlorofil –a bütün yaşıl bitkilərdə olduğu halda, xlorofil-b isə hamısında olmur.



Müxtəlif piqmentlərin Günəş işığını udması.

Yarpaq fotosintez prosesinin baş verdiyi bitkinin əsas vegetativ orqanıdır. Bitki yarpaqlarının ağızciq aparatı öz quruluşu və hərəkət mexanizminə görə çox mürəkkəbdır.

Yaşıl bitkilərin yarpaqlarının piqmentlərini 4 qrupa bölmək olar:

- xlorofillər;
- karotinoidlər;
- fikobilinlər;
- antosianlar.

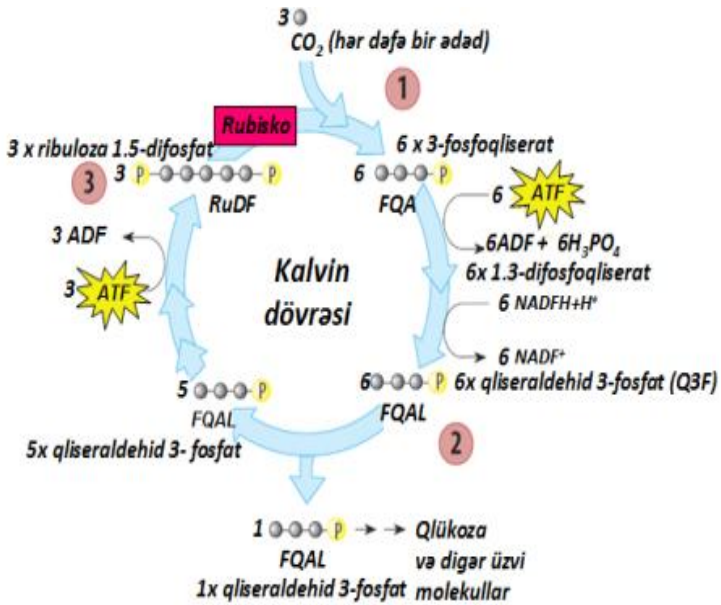
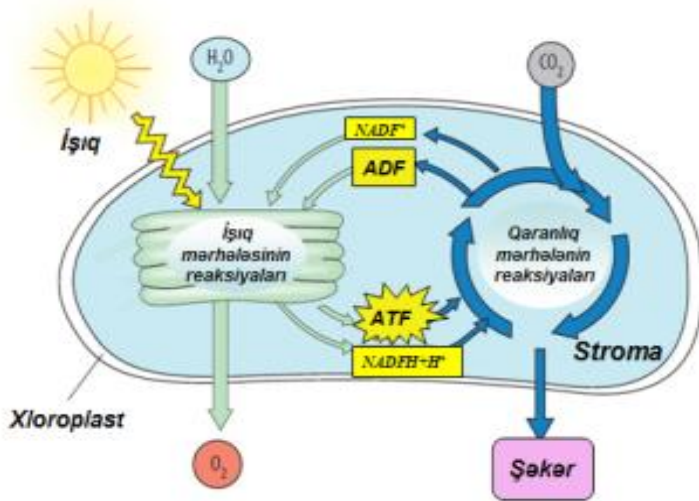
Təcrübələr vasitəsilə sübut edilmişdir ki, fotosintezin qaranlıq fazası işıq fazasına nisbətən daha çox davam edir.



Fotosintezin işıq və qaranlıq fazaları.

İşıq fazasının yekun reaksiyasını aşağıdakı kimi yazmaq olar: Tilakoid membranında hidrogen protonlarının keçməsi (xemiosmos).

Qaranlıq mərhələ (Kalvin tsikli). Mərhələ stromada işığa ehtiyac olmadan gedir. Prosesdə işıq fazasının məhsullarından istifadə olunur. Bu zaman əsas məhsul– qlükoza əmələ gəlir.



Kalvin tsikli baş verir

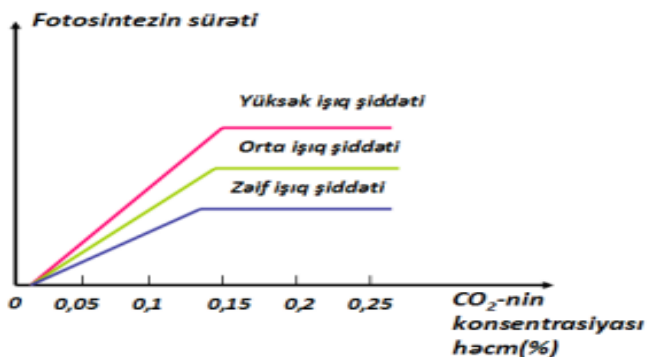
Kalvin tsikli anabolikdir. Daha kiçik molekulardan karbohidratlar əmələ gəlir. Karbon dövrəyə CO_2 şəklində daxil olur və şəkər olaraq çıxır. Enerji kimi ATF və reduksiyaedici olaraq NADFH istifadə olunur. Dövrədə əmələ gələn karbohidrat əslində qlükoza deyil, 3 karbonlu şəkər qliseraldehid 3-fosfatdır.

İşıqdan asılı reaksiyalar	İşıqdan asılı olmayan reaksiyalar (Kalvin dövrəsi)
• Qranlarda baş verir. • İşıq enerjisi ATF şəklində kimyəvi enerjiyə çevrilir. • NADFH yaranır. • Suyun parçalanması və atmosfərə oksigenin buraxılması baş verir. • EDS iş görür. • Fermentlər təsir edir. • Temperatur təsir edir. • Gündüz baş verir.	• Stromada baş verir. • ADF, qeyri-üzvi fosfat və NADF işıqdan asılı reaksiyalarda istifadə üçün əmələ gəlir. • ATF və NADFH istifadə olunur. • Oksigen ayrılır • EDS iş görmür. • Fermentlər təsir edir. • Temperatur təsir edir. • Gündüz baş verir.

Fotosintezin düzgün sürətdə getməsi üçün fotosintezə təsir edən amillərin normal mühitdə olması lazımdır. Bu faktorlardan birinin az olması, yaxud olmaması fotosintez prosesinin yavaşlanmasına və ya dayanmasına səbəb ola bilər. Fotosintezə təsir edən faktorları 2 qrupa bölmək olar:

- xarici
- daxili

Xarici faktorlar: Karbonun qatılığı. CO_2 fotosintez nəticəsində əmələ gələn qida maddələrinin C və O qaynağıdır. Əgər mühitdə CO_2 olmazsa, kalvin reaksiyaları getmədiyindən fotosintez olmaz. Mühitdə CO_2 -nin qatılığı müəyyən həddə qədər artarsa, fotosintezin sürəti də artır. Müəyyən həddən sonra isə fotosintezin sürətinə təsir etmir.



İşıqlanma intensivliyi. Fotosintezdə işığın varlığı ATF, NADFH^+ , H^+ sintezi üçün, suyun parçalanması üçün zəruridir. Işıq fotosintezin işıq mərhələsinə səbəb olur. İşıqlanma intensivliyi də müəyyən həddə qədər fotosintezin sürətini artırır, sonra isə təsir etmir.



Temperatur. Temperatur ən çox fotosintezin qaranlıq fazası üçün lazımdır. Çünki bu fazada çoxlu fermentlər fəaliyyət göstərir. Temperaturun dəyişməsi fermentlərin fəaliyyətini pozur, eyni zamanda işıqlanma intensivliyindən asılı olaraq təsir edir. Çünki qaranlıq fazada istifadə olunan maddələrin bir hissəsi işıq fazada sintez olunur. Yəni işıq və temperatur artması zamanı fotosintez artır.

Daxili (irsi) faktorlar.

Xloroplast sayı. Fotosintez prosesi xloroplastlarda getdiyi üçün bu orqanoidlərin sayı artdıqca üzvi maddə sintezi

də artır. Yarpağı tünd yaşıl rəngdə olan bitkilərdə xlorofil çox, açıq yaşıl rəngli olan yarpaqlarda isə xlorofil az olur.

Yarpaq sahəsi. Yarpaq sahəsi artdıqca fotosintez intensivliyi də artır. Lakin bu bütün yarpaqlarda müşahidə olunmur. Çünki, yarpağın geniş olması ilə yanaşı onda xloroplastların sayının da çox olması lazımdır. Şəkər çuğunduru üzərində aparılmış təcrübədən məlum olmuşdur ki, günün sərin və az işıqlı vaxtlarında xlorofillə zəngin olan yarpaqlarda, günün çox isti və işıqlı vaxtlarında isə xlorofillə zəngin olmayan yarpaqlarda fotosintez prosesi sürətli getmişdir.

Ağızcıqların sayı. Yarpaqda ağızcıqlar qazlar mübadiləsini təmin etdiyindən, onların sayı nə qədər çox olsa o qədər çox karbon qazı mənimsəyə bilər.

Kutikula qalınlığı. Yarpaq səthində epidermisin üzərini kutikula təbəqəsi örtür. Bu təbəqə su itkisinin qarşısını aldığından, təbəqənin qalınlığı fotosintez prosesi üçün böyük əhəmiyyət kəsb edir. Kutikulanın qalınlığı artdıqca, Günəş enerjisindən istifadə azaldığından fotosintezin sürəti azalır. Qalın kutikula quraqlıq bitkilərində müşahidə olunur.

Ferment miqdarı. Bitkilərin irsi xüsusiyyətindən asılı olaraq əmələ gətirdiyi ferment miqdarı dəyişə bilər. Nə qədər çox fotosintez fermenti əmələ gəlirsə, bir o qədər çox üzvi maddə əmələ gəlir

Fotosintezin məhsuldarlığı

1 saatda 1 m. 2 yarpaq sahəsində 1q. karbohidrat əmələ gəlir. Bununla əlaqədar verilmiş çalışmalarda $S = m/t$ düsturundan istifadə etmək olar. S – yarpaq sahəsi (m_2 -lə), m – əmələ gələn karbohidratın kütləsidir (q -la), t – isə müddətdir (saatla).

Təlim nəticələri:

- 1. Bitkidə baş verən fizioloji prosesləri təsvir edir.**
- 2. Fotosintezin mərhələlərini və bu mərhələlərdə gedən kimyəvi reaksiyaları təsvir edir.**

VII Fəsil. Tənəffüs

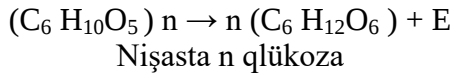
7.1. Tənəffüs

Tənəffüs həyatla sıx əlaqədar olan hadisədir, bu zaman orqanizmdə qidanın parçalanması yolu ilə enerji ayrılır, ondan ATF enerjisi sintez olunur. Əldə olunan ATF müxtəlif proseslərə sərf olunur.

Tənəffüs 3 formada olur:

- **Anaerob**
- **Aerob**
- **Fakultativ**

Tənəffüs prosesində enerji mübadiləsinin əvvəlində hazırlıq mərhələ olur. ● Hazırlıq mərhələ. Bu mərhələnin mahiyyəti ondan ibarətdir ki, qida ilə qəbul olunan mürəkkəb quruluşlu üzvi maddələr sadə maddələrə parçalanır. Proses zamanı polisaxaridlər monosaxaridlərə, zülallar amin turşulara, yağlar isə qliserin və yağ turşularına parçalanır. Məsələn:

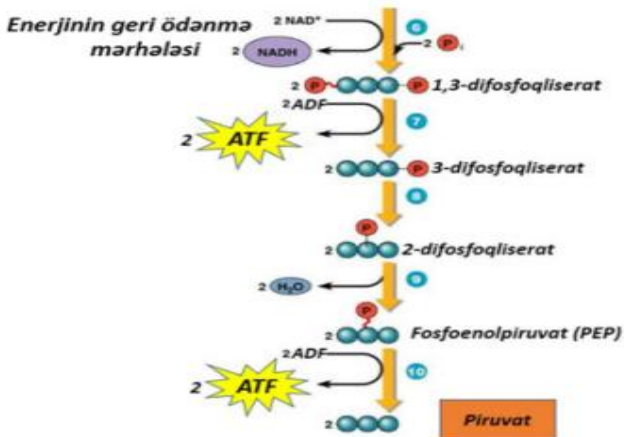
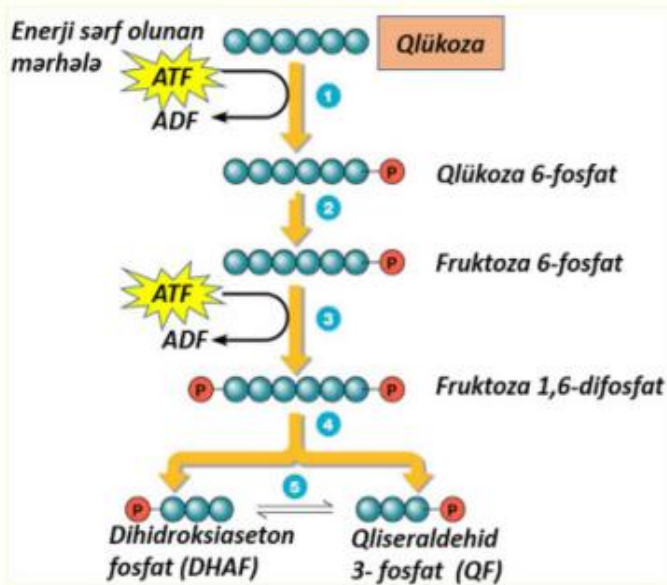


Bu prosesdə enerji ayrılsa da, ATF sintez olunmur. Əmələ gələn enerji istilik şəklində ayrılır. Tənəffüs prosesi üçün əsas enerji mənbəyi karbohidratdır. Ona görə də tənəffüs prosesində enerji çevrilmələrini karbohidrat misalında öyrənək.

Anaerob tənəffüs. Anaerob tənəffüs hazırlıq mərhələdən sonra başlanır, qlikoliz və fermentasiyadan ibarətdir. Qlikoliz (“glycys”-şəkər, şirin, “lysis”-parçalanma) bütün canlı aləmlərdə müşahidə olunan və sitoplazmada gedən fermentativ prosesdir. Proses nəticəsində qlükoza iki 3 karbonlu birləşmə olan piruvat (piroüzüm) turşusuna çevrilir.

Qlikolizi 2 mərhələyə ayırmaq olar:

1. Enerji sərf olunan mərhələ. Hüceyrə bu mərhələdə 1 mol qlükozanın tam olaraq aktivləşdirmək üçün 2 molekul



ATF enerjisi istifadə edir. Beləki, qlükoza ATF molekulundan enerji alaraq, fermentlərin iştirakı ilə əvvəlcə qlükoza monofosfata (qlükoza 6 fosfata), daha sonra isə fruktoza difosfata (fruktoza 1,6-fosfata) çevrilir və prosesə 2 mol ATF sərf olunur. Davamsız birləşmə olan fruktoza difosfat, daha sonra izomeraza adlı fermentin iştirakı ilə 3 karbonlu birləşmə qliseraldehid 3-fosfat əmələ gətirir

2. Enerji ayıran mərhələ. Bu mərhələdə bir ferment (tioz fosfat dehidrogenaza) iştirakı ilə ilk olaraq elektronlar NAD^+ - ə ötürülərək NADH əmələ gəlir. Reaksiya nəticəsində ayrılan enerji reaksiyaya ortofosfat turşusunun daxil olmasını təmin edərək, 1,3 bisfosfoqliserat əmələ gəlir. 1,3 bisfosfoqliserat fermentlərin iştirakı ilə bir neçə mərhələdən sonra piruvat (piroüzüm) turşusuna çevrilir. 2 molekul 1,3 bisfosfoqliseratın hər birində 2 ortofosfat qalığı olduğundan (cəmi 4) fermentlərin iştirakı ilə ortofosfat qalıqları ADF molekuluna birləşərək 4 mol ATF molekulunu sintez olunur

Qlikolizin yekun tənliyini aşağıdakı kimi yazmaq olar:



4H protonu ($2\text{NADH} + \text{H}^+$) reaksiyadan əmələ gəlir ki, bu da oksigenli mərhələdə 6ATF sintezinə (hər NADFH 3ATF əmələ gəlməsinə sərf olunur) istifadə olunur. Orta məktəb dərsliklərində proses nəticəsində 200 kC enerji ayrıldığı göstərilir. Bu enerjinin 40%-i (80 kC) ATF enerjisinə çevrildiyi, 60%-i isə (120 kC) istilik şəklində ayrıldığı qeyd olunur.

Qlikolizdə əmələgələn piroüzüm turşusu oksigenli şəraitdə eukariot hüceyrələrdə mitoxondriyə keçir. Oksigensiz şəraitdə isə spirt və yaxud süd turşusuna fermentasiya edir.

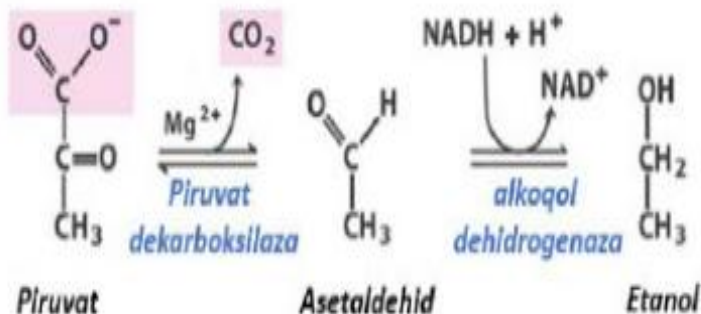
Fermentasiya prosesinin mexanizmi əsasən 2 cürdür.

- Süd turşusu fermentasiyası.
- Etil spirti fermentasiyası (qıcqırma).

Süd turşusu fermentasiyası. Qlikoliz nəticəsində əmələ gələn piruvat (piroüzüm) turşu süd turşusuna çevrilir.

Etil spirti fermentasiyası (qıvcırma).

Qıvcırma oksigen olmadıqda yalnız qlikoliz yolu ilə ATF enerjisi əldə edilən metabolik prosesdir. Maya göbələklərində etil spirtinə fermentasiya müşahidə olunur.



Süd turşusuna fermentasiya.

Süd turşusu əmələ gəlir. Süd turşusu 3 karbonludur. Karbon qazı ayrılmır. Qapalı mühitin təzyiqini dəyişmir. Anaerob canlılarda, eninəzolaqlı əzələlərdə, bəzi bakteriyalarda müşahidə olunur

Etil spirtinə fermentasiya.

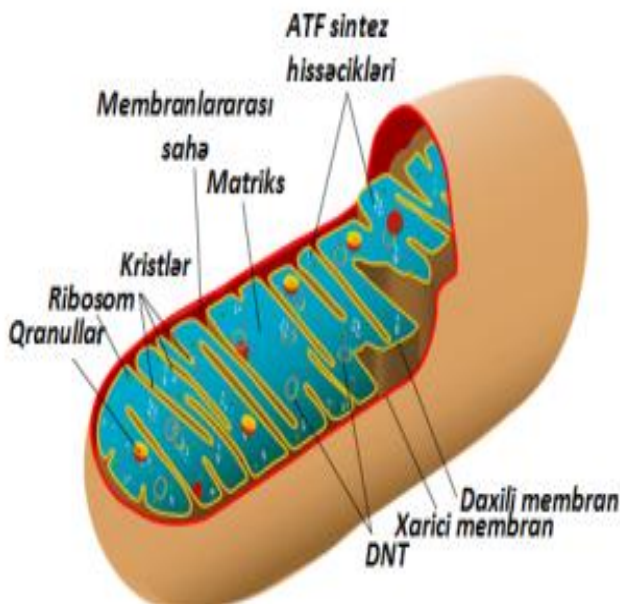
Etil spirti əmələ gəlir. Etil spirti 2 karbonludur. Karbon qazı ayrılır. Qapalı mühitin təzyiqini artırır. Maya göbələklərində, bəzi bakteriyalarda müşahidə olunur

Aerob tənəffüs. Canlıların əksəriyyəti üçün tənəffüs prosesinin getməsi üçün oksigen lazımdır. Belə tənəffüs aerob tənəffüs adlanır. Aerob tənəffüs hazırlıq mərhələdən sonra başlanır və bu zamanı enerji mübadiləsi 3 mərhələdə gədir:

- Qlikoliz
- Krebs tsikli
- Oksidləşdirici fosforlaşma

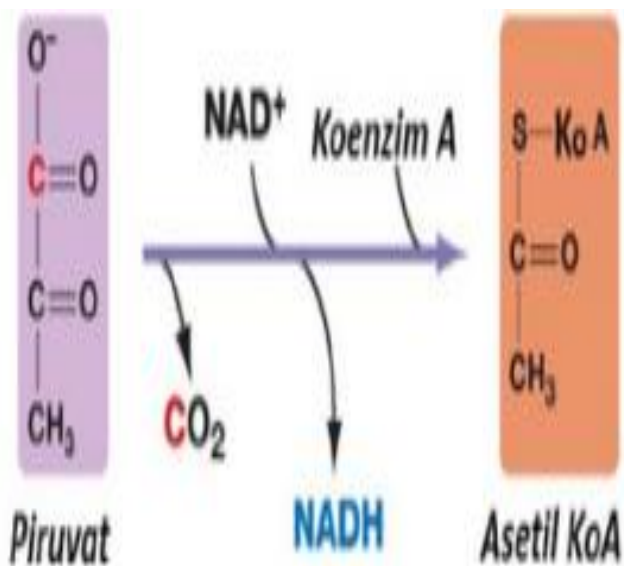
Qlikoliz. Qlükəzanın sitoplazmada fermentlərin iştirakı ilə parçalanmasından 2 mol piroüzüm turşusu (piruvat) əmələ gəlir.

Göründüyü kimi tənlikdən 4H protonu ($2\text{NADH} + \text{H}^+$) əmələ gəlir. H protonları (2NADH) oksidləşdirici fosforlaşma mərhələsində 6ATP sintezinə istifadə olunur.

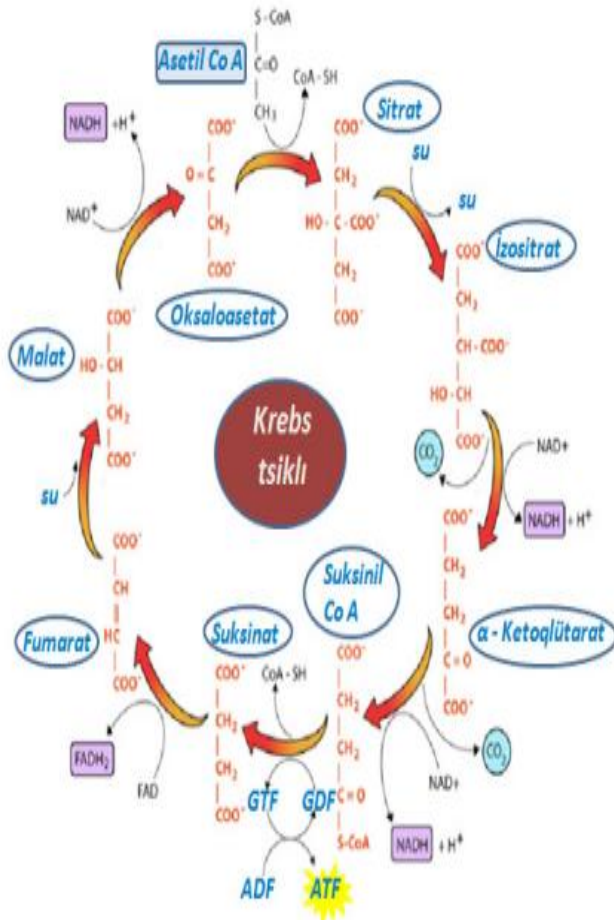


Krebs tsikli.

Bu proses mitoxondrinin daxili membranları arasında gedir. Mərhələ çox mürəkkəb və fermentativ proseslərdən ibarətdir. Əvvəl mitoxondri daxilində piroüzüm turşusu ($\text{C}_3\text{H}_4\text{O}_3$) A asetil kofermentinə (asetil-KoA) çevrilir.



2 mol piruvatdan 2 mol asetil KoA (asetil-koferment A), 2 CO₂ və 4 H protonu (2NADH+H⁺) əmələ gəlir. H protonları (2NADH) oksidləşdirici fosforlaşma mərhələsində 6ATP sintezinə istifadə olunur. Bundan sonra Krebs tsikli (limon turşu tsikli) baş verir. Bu tsikli ingilis alimi Hans Krebs kəşf etdiyinə görə Krebs tsikli adlandırılmışdır. Asetil KoA özünün 2 karbonlu asetil qrupunu 4 karbonlu birləşməyə - oksaloasetata (oksalat-sirkə turşusu) verir. Nəticədə 6 karbonlu birləşmə limon turşusu (sitrat) əmələ gəlir. A kofermenti isə bu zaman azad olan yeni asetil qrupuna birləşə bilər. Fermentlərin təsirindən 6 karbonlu birləşmədən CO₂ ayrılır və nəticədə 5 karbonlu (ketoqlütarat və ya α-ketoqlütat turşusu) əmələ gəlir. Bu prosesdə NAD hidrogen alaraq, NADH+H⁺-a çevrilir. 5 karbonlu birləşmədən də 1 mol CO₂ ayrılır və 4 karbonlu birləşmə (suksinil KoA) əmələ gəlir. Burada da NAD⁺ hidrogen alaraq NADH+H⁺ -ə çevrilir.



Sonda onu qeyd etmək olar ki, Krebs tsiklində 2 ATF, 2 FADH₂, 6NADH+H⁺ və 4 CO₂ əmələ gəlir.

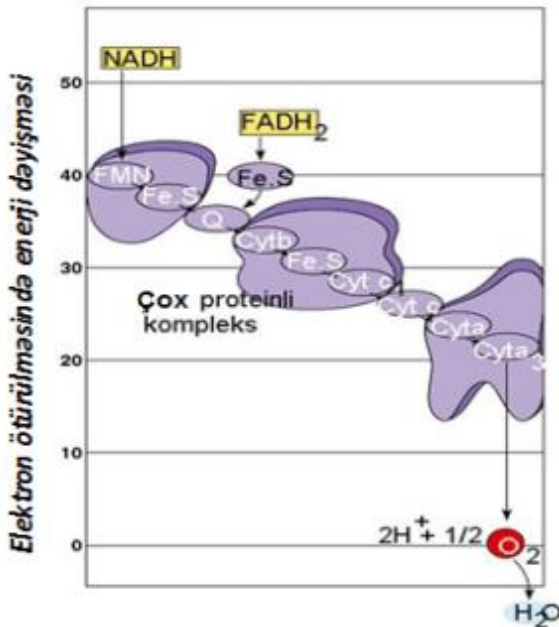
Mərhələdən görüldüyü kimi 16 H protonu əmələ gəlir. Oksidləşdirici fosforlaşma prosesində NAD⁺ ilə ötürülən 6 H protonu (6NADH) 18 ATF molekulunun, FAD ilə ötürülən 4 H protonu (2FADH₂) isə 4ATF molekulunun sintezində istifadə olunur.

Oksidləşdirici fosforlaşma.

Elektronların mitoxondri membranındakı elektron daşıyıcı sistemdə (EDS – də) oksigenə daşınması prosesindən ayrılan enerji hesabına ATF sintezinə oksidləşdirici fosforlaşma deyilir. Oksigenli tənəffüsdə enerjinin ən çox ayrıldığı mərhələdir. Oksidləşdirici fosforlaşmada elektron daşıma və xemosmos baş verir.

Elektron daşıma sistemi. H₂ fermentativ yolla oksidləşərək H⁺ kationu əmələ gətirir. H₂ → H⁺ + e⁻ Hidrogendən ayrılan elektronlar (e⁻) və kationlar (H⁺) xüsusi daşıyıcı molekullarla (NAD⁺ və FAD) tutulur və müxtəlif istiqamətə yönəldilir. Elektronlar daşıyıcı molekullarla (NADH və FADH₂ şəklində) elektron daşıma sisteminə (EDS -nə) daxil olur

EDS -nə 4 zülal kompleksi və kompleks əmələ gətirməyən ubiquinondan (koferment Q) ibarət olan fermentlər daxildir. NADH-dan elektronlar I kompleksdə olan ilk molekul



flavoproteinə (bu ad zülalın prostetik qrupu olan flavin mononukleotiddən (FMN) qaynaqlanıb) ötürülür. Sonrakı reduksiya reaksiyasında FMN elektronları dəmir- kükürd tərkibli (FeS - I sistemdəki) zülalə ötürərək oksidləşir. Burdan da elektron unixinona (koferment Q) ötürülür. Bundan sonra gələn elektronlar sitoxromlara (III və IV sistem) keçir. Sitoxromlarda HEM qrupu olur ki, hemoglobindən fərqli olaraq onlar elektron daşıyırlar. Sitoxromlardan elektronlar daxili membranın daxili tərəfinə keçərək O₂ ilə birləşir və nəticədə su əmələ gəlir.

Elektron daşıma sistemi üçün başqa bir elektron qaynağı olan FADH₂-nin elektronları daha aşağı enerji səviyyəsinə sahib kompleks II-dən ötürülür. Bundan sonrakı yol NADH-dən alınan elektronun getdiyi yol ilə eynidir. Elektronverici NADH yox, FADH₂ olarsa EDS, ATF sintezi üçün 1/3 nisbətində daha az enerji yaradır.

Beləliklə, EDS -də elektronlar yuxarı enerji səviyyəsinə aşağı enerji səviyyəsinə (elektromənfilik azdan çox doğru) pillə-pillə enir ki, bu zaman da enerji ayrılır. Əmələ gələn enerjinin bir hissəsi xemosmos prosesində ATF sintezinə sərf olunur

Elektronların daha çox elektromənfili olan oksigen atomuna doğru EDS-də bu şəkildə addım-addım ötürülməsi baş verməsəydi, yəni enerjinin hamısı eyni vaxtda ayrılısaydı, çox güclü enerji partlaması olardı və hüceyrə bundan zərər görərdi. E.D.S.-də oksigen olmazsa elektronlar daşınmır. Bu prosesdə oksigen elektron tutucu funksiyasını yerinə yetirir. O, həmçinin hidrogenin elektron və protonları ilə birləşərək hüceyrə üçün böyük əhəmiyyət kəsb edən metabolik su əmələ gətirir. $2H^{+} + 2e^{-} + 1/2 O_2 \rightarrow H_2O$

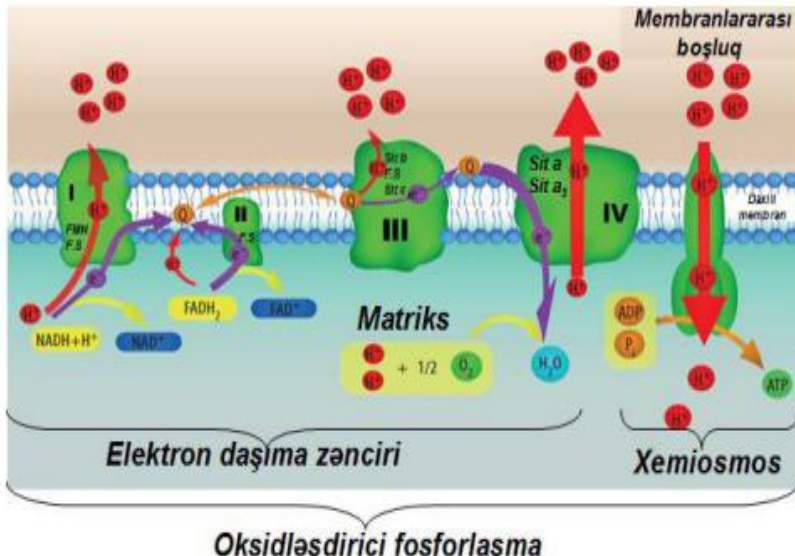
Prosesdən 24 hidrogenin əmələ gəldiyini nəzərə alsaq, bu zaman 12 molekul suyu ayrılır. Ayrılan suyun 6 molekulu krebs dövrəsində sərf olunduğundan 6 molekul su xaric olunur. $24H + 24e^{-} + 6O_2 \rightarrow 12H_2O$ Xemosmos (yun."osmos"- itələmə).

Elektron daşıma sistemi biləvasitə ATF sintez etmir. Bu zəncir elektronların qidadan oksigenə gəlməsini təmin edir, NADH və FADH_2 -dən elektron daşınması zamanı ayrılan enerji hesabına mitoxondri matriksindən membranlararası sahəyə H^+ kationlarını toplayır. H^+ protonları çox olan yerdən az olan yerə doğru keçməyə meyillidir. Lakin, onlar yalnız ATF-sintetaza kanalı olan sahədən matriksə keçə bilirlər.

ATF-sintetaza kanalından H^+ -ların keçməsi üçün mitoxondri membranının daxili və xarici səthində H^+ qatılığının böhran səviyyəyə (200mV) çatmasıdır. Bu yolla əmələ gələn H^+ qatılıq fərqinə proton motiv gücü deyilir. Bu qatılıq fərqinə pH fərqi kimi də baxıla bilər (çünki, pH mühitin H^+ ionunun dəyişilməsinin göstəricisidir).

Beləliklə, enerjinin membranın hər iki tərəfi arasındakı H^+ -lərin qatılıq fərq kimi toplanmasına və ATF sintezi üçün istifadə olunmasına sərf edən proses xemosmos adlanır.

ATF-sintetaza hər biri çoxlu polipeptiddən əmələ gələn 4 hissədən (stator, rotor, katalik toxmaq və mil) ibarət bir kompleksdir. Protonlar rotorun üstündəki bağlama hissəsindən

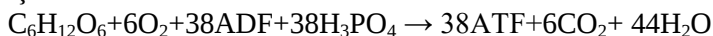


içəriyə doğru bir-bir daxil olaraq, rotorun fırlanmasına səbəb olur. Sanki proses suyun pərləri fırlatmasına bənzəyir. Bu hərəkət ADF və ortofosfat turşusundan ATF-in sintezinə səbəb olur.

Oksigenli mərhələnin yekununu aşağıdakı tənlik kimi verilmişdir: $2C_3H_6O_3 + 6O_2 + 36ADF + 36H_3PO_4 \rightarrow 36ATF + 6CO_2 + 42H_2O$

- Oksigenli mərhələdə 2600kC enerji ayrılır. Bu enerjinin 45%-i (1170kC) isə istilik, 55%-i (1430kC) ATF formasında saxlanılır, ayrılır.

Qlükozanın tam parçalanmasının yekun tənliyi belə verilmişdir:



Oksigen atomları və qlükozanın tərkibindəki hidrogen atomları suyun tərkibinə keçir. Qlükozanın tərkibindəki karbon və oksigen atomları isə karbon qazının yaranmasına sərf olunur.

- Qlükozanın tam parçalanması zamanı 38 mol ATF əmələ gəlir: 2 molu qlikolizdə, 2 molu Krebs tsiklində, 34 molu isə oksidləşdirici fosforlaşmada.

1 NADH molekulu 2,5 mol ATF (əvvəllər isə 3 mol göstərilirdi), 1 FADH₂ isə 1,5 mol ATF (əvvəllər isə 2 mol göstərilirdi) sintez edir.

II. ATF-in miqdarı elektronların hansı daşıyıcı ilə ötürülməsindən də asılıdır.

III. ATF miqdarını aşağı salan başqa bir səbəb reduksiya reaksiyaları ilə əmələ gələn enerjinin (proton motiv güc) başqa işlər üçün istifadə olunmasıdır.

7.2. Bioloji oksidləşmə

Hidrolitik proseslərdə iştirak edən fermentlər müxtəlif n bəsit birləşmələrdən mürəkkəb maddələrin sintezini (su elementləri karbon ilə oksigen (R-C-O-C-R) və azot ilə 3 mürəkkəb maddələrin bəsit birləşmələrə parçalanmasını və həm n bəsit birləşmələrdən mürəkkəb maddələrin sintezini (su ayırmaq və ya su vermək vasitəsilə) kataliz edir. Bu qrupun fermentləri karbon ilə oksigen (R-C-O-C-R) və azot ilə karbon (R-NH-C-R) arasındakı kimyəvi rabitələri qırır, bununla da mürəkkəb maddəni öz tərkib hissələrinə, yəni bəsit birləşmələrə parçalayır. Məsələn, saxaroza hidroliz olunduqda iki molekul monosaxarid verir. Orqanizm bir sıra hidrolitik, xüsusilə də sintetik proseslərin getməsinə müəyyən enerji sərf edir. Buna baxmayaraq, belə fermentativ reaksiyalar orqanizmdə gedən maddələr mübadiləsi üçün çox zəruridir, çünki mürəkkəb birləşmələr oksid-reduksiya proseslərinə uğramır.

Hidrolitik fermentlər vasitəsilə hazırlanmış nisbətən bəsit kimyəvi birləşmələr (monosaxaridlər, alifatik turşular, qliserin, aminli turşular və sair) oksid-reduksiya proseslərini kataliz edən fermentlərin (oksidazalann, dehidrazaların və s.) təsirinə məruz qalaraq, daha bəsit maddələr mübadiləsini son məhsulları olan birləşmələrə (CO_2 , H_2O , NH_3) parçalanır.

Oksid-reduksiya proseslərində sulu karbonlar, yağlar, zülallar və onların bir sıra müxtəlif parçalanma məhsulları 50 parçalanaraq, tərkibindəki potensial enerjini kinetik enerji şəklində orqanizmə verir. Buradan aydın olur ki, orqanizmin yaşayışı üçün zəruri olan kinetik enerjinin çox hissəsi, maddələrin oksid - reduksiya proseslərinə uğraması nəticəsində alınır.

Canlı orqanizmlərdə üzvi maddələr üç müxtəlif üsulla oksid-reduksiya proseslərinə uğrayır:

1.Maddələrin bilavasitə oksigenlə birləşib oksidləşməsinə;

2.Hidrogen ayırıb hidrogensizləşməsinə;

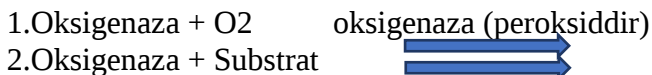
3.Elektron verməsinə oksidləşmə prosesi deyilir. Bunun əksi olan proseslərə reduksiya deyilir.

Heyvan orqanizmlərində bu iki əks proses bir-birini müşayiət edir və biri digərindən asılı olduğundan tək (öz-özünə) getmir, mübadilə prosesinə uğrayan maddələrdən biri oksidləşdikdə, digəri hökmən hidrogen və ya elektron alır.

Hava hidrogeninin iştirakı ilə üzlərdə və toxumalarda gedən bioloji oksidləşmə prosesinə aerob tənəffüs, oksigensiz mühitdə gedən oksidləşmə (qıvcırma və qlikoliz) prosesinə anaerob tənəffüs deyilir. Orqanizmin üzvi maddələrinin əksəriyyəti qeyri-aktiv halda olan molekulyar oksigenin təsirindən oksidləşmir. Onların oksidləşməsi üçün molekulyar oksigen atom halına keçməli və ya oksidləşəcək üzvi birləşmə müəyyən tərzdə aktivləşdirilməlidir.

Molekulyar oksigenin aktivləşdirilməsi nəzəriyyəsi A.N. Bax tərəfindən irəli sürülmüşdür. Bu nəzəriyyəyə görə hemoqlobin vasitəsilə hüceyrələrə gələn molekulyar oksigen ancaq kimyəvi fəal olan xüsusi fermentlərə verilir. Bu fermentləri A.N.Bax oksigenazalar adlandırmışdır, həmin fermentlərin oksigenlə birləşməsinə isə peroksidlər deyilir.

Oksigenazalar aldığı oksigeni asanlıqla birləşmələrə verərək onu oksidləşdirir, özü isə reduksiya olunub, yenidən molekulyar oksigenlə rabitəyə girir. Oksigenazalardan oksigeni alıb üzvi birləşmələrə verən, beləliklə də onların oksidləşməsinə kataliz edən fermentlərə peroksidazalar deyilir. Oksigenazanın molekulyar oksigenlə birləşməsinə və peroksidaza vasitəsilə oksidləşərək, üzvi maddənin (substratın) oksidləşməsinə A.N.Bax nəzəriyyəsinə əsasən sxematik olaraq aşağıdakı kimi təsəvvür etmək olar:



Oksidləşmiş substrat + oksigenaza

Beləliklə, tənəffüs zamanı havadan alınan oksigenin oksidləşəcək substrata yolu peroksiddən keçir, buna görə də A.N.Bax nəzəriyyəsi "peroksid oksidləşmə nəzəriyyəsi" adlanır.

Üzvlərdə və toxumalarda üzvi birləşmələrin hidrogensizləşmə üsulu ilə bioloji oksidləşmə prosesini V.İ.Palladin ətraflı öyrənərək, bu barədə xüsusi nəzəriyyə irəli sürmüşdür. V.İ.Palladinin nəzəriyyəsinə görə, bitkilərdə tənəffüsündə hava oksigeninin rolu, bitkilərdə təsadüf edilən xromogenləri oksidləşdirib piqmentlərə çevirməkdən ibarətdir.

Deməli, hava oksigeni oksidləşəcək substratlara gedib çatmır və üzvi maddələrin (sulu karbonların, lipidlərin, zülalların və s.) karbonları ilə bilavasitə birləşmir. Orqanizmlərdə oksidləşən bu üzvi birləşmələr hidrogen donatorlarıdır, hava oksigeni isə ənciq hidrogen akseptoru rolunu ifa edir.

Oksidləşəcək maddələrdən hidrogeni alıb oksigenə və ya bir baş akseptora verən fermentlər dehidrazalar adlanır. V.İ.Palladinin hidrogensizləşmə əsaslanan Viland göstərir ki, bir sıra üzvi addələr anaerob şəraitində də (oksigeniz mühitdə) asanlıqla oksidləşmə prosesinə uğrayır.

Anaerob şəraitdə karbon qazının əmələ gəlməsini xüsusi ferment sistemləri kataliz edir. Alkoqol qıcqırması zamanı maya hüceyrələrində karbon qazının əmələ gəlməsini karboksilaza adlanan ferment kataliz edir. Karboksilaza fermentinin kofermenti karboksilaza adlanır və tərkibcə bu koferment B₁ vitamininin pirofosfat efirindən ibarətdir.

1. Təlim nəticələri:

2. Bitkilərdə bioloji prosesləri sadalayır

3. Tənəffüs prosesini təsvir edir.

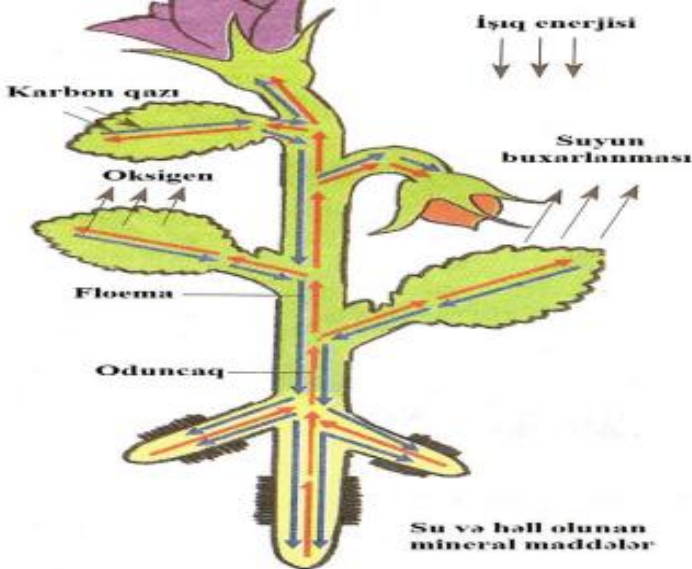
VIII Fəsil. Bitkilərdə su mübadiləsi

8.1. Bitki orqanizmində suyun rolu və mübadiləsi

Bitkinin bütün orqanlarında, xüsusən cavan yarpaqlarda suyun miqdarı daha da çox olur və bitkinin yaşı artdıqca onun bütün hissələrində suyun miqdarı tədricən azalır. Bitkinin toxumalarında suyun miqdarının çox olması bitki orqanizmində elastikliyi, yəni turqor vəziyyətini təmin edir

Bitki hüceyrəsində su fotosintez prosesində oksigen (O_2) hidrogen (H_2) mənbəyi rolunu oynayır və energetik reaksiyalarda, o cümlədən ATF-in əmələ gəlməsində iştirak edir.

Kök vasitəsilə mənimsənilən suda həll olunmuş mineral maddələr bitki orqanizmində üzvi maddələrin sintez olunmasına əsas verir. Bitkinin kökündə yerləşən əmici tellər vasitəsilə sorulmuş su əvvəlcə kökün boyu uzununu hərəkət edir. Su bu qısa yolu canlı hüceyrələrlə gedir. Sonra mərkəzi silindrdəki su borularına çatır və onların vasitəsilə yərüstü hissələrə qalxır. Suyun ksilema boruları vasitəsilə bitkiyə daxil olub, onu yərüstü hissələrinə qədər qaldıran qüvvə “kök təzyiqidir.”



Kök təzyiqi nəticəsində ksilema borularına daxil edilən su damcı şəklində yarpaq ayasının kənarlarında olan və hidatod adlanan mikroskopik məsafələrdən xaric olunur. Suyun yarpaq ayasından damcı şəklində ayrılması hadisəsinə “quttasiya” deyilir. Quttasiya hadisəsi əsasən çox rütubətli şəraitdə bitən bitkilərdə gedən prosesdir. Quttasiya hadisəsi zamanı xaric olan suya quttasiya suyu deyilir.

Ağızcıqların açıq olması transpirasiyanın və fotosintez



proseslərinin normal getməsi üçün əlverişli şərait yaradır. Bitkilərin həyatındakı bu iki proses fotosintez və transpirasiya bir-birinə zidd, lakin biri digəri üçün vacib olan proseslərdir. Çünki bitki orqanizmində fotosintez prosesi yalnız yaşıl yarpaqlarla suyun buxarlanması şəraitində gedir və bu zaman qeyri-üzvi maddələrdən üzvi maddələr əmələ gəlir. Transpirasiya prosesi yarpaqların həddindən artıq qızmasının da qarşısını alır. Bu prosesin bitki üçün çox böyük əhəmiyyəti vardır. Transpirasiya prosesi, ümumiyyətlə, bitkinin orqan-

larında temperaturu nizamlayır. Bu proses eyni zamanda suyun və onda həll olmuş elementlərin yarpaqlara qədər qalxmasına xeyli təsir göstərir ki, bu da bitkinin həyat fəaliyyəti üçün ən mühüm şərtlərdəndir.

8.2. Transpirasiya

Təlim nəticəsi

Yarpağın fiziologiyasını təsvir edir.

Bitkinin torpaqdan aldığı suyun yarpaqlar vasitəsilə buxarlanması transpirasiya prosesi adlanır. Transpirasiya yarpaq ağızcıqları və kutikula təbəqəsi ilə gedə bilir. Ona görə də transpirasiyanın iki növü: ağızcıqla gedən transpirasiya və kutikula ilə gedən transpirasiya müəyyən edilmişdir.



Ağızcıqla gedən transpirasiyada mezofil hüceyrələrinin səthindən su buxarlanıb, yarpaq hüceyrələri aralarına daxil olur, oradan da yarpaq ağızcıqları vasitəsilə atmosfərə diffuziya edilir. Ağızcıqla gedən transpirasiyasının intensivliyi yarpaq səthində olan ağızcıqların miqdarından asılıdır. Bitkidəki suyun bütöv yarpaq səthindən buxarlanması kutikulyar transpirasiya adlanır. Bu cür transpirasiya çox isti və quru havada, isti və güclü küləklər zamanı intensivləşir. Zəif kutikulaya malik cavan yarpaqlarda kutikulyar transpirasiya ümumi transpirasiyadan 10–20 dəfə zəif olur.

Transpirasiya prosesi bitkidə gedən fizioloji proseslərlə, xüsusən də fotosintez prosesi ilə sıx sürətdə əlaqədardır. Fotosintez prosesinin normal və intensiv getməsi üçün yarpaq hüceyrələrinin karbon qazı (CO_2) ilə təmin olunması vacib şərtidir. Bu isə yarpaq ağızcıqlarının tam açıq olması şəraitində mümkündür. Ağızcıqlar tam açıq olmadığı halda transpirasiya prosesi zəiflədiyi kimi, karbon qazı (CO_2) yarpaqlara daxil olmadığından fotosintez prosesi nisbətən dayanır. Ağızcıqların açıq olması transpirasiyanın və fotosintez proseslərinin normal

getməsi üçün əlverişli şərait yaradır. Bitkilərin həyatındakı bu iki proses fotosintez və transpirasiya bir–birinə zidd, lakin biri digəri üçün vacib olan proseslərdir.

Transpirasiyanı tənzim edən mühüm amillərdən biri də atmosferin rütubətliyi. Havada rütubətin miqdarı artdıqda transpirasiya prosesi zəifləyir, azaldıqda isə intensivləşir. Bitkilərdə gedən fizioloji proseslərdə suyun rolu onun fiziki xassələrindən asılıdır. Su onda həll olan maddənin bir hüceyrədən digərinə keçməsi üçün mühit yaratmaqla, orqanizmdə temperaturu tənzim edir. Bundan başqa su hüceyrədə fizioloji, biokimyəvi proseslərin getməsi üçün həlledici kimi də iştirak edir. Suyun sıxılması az olduğundan o, bitki orqanizminin quruluşunun saxlanılmasında mühüm rol oynayır.

Su həmçinin yüksək dərəcədə istilik tutumuna və istilik keçiriciliyinə malikdir. Suyun mühüm fiziki xassələrindən biri də onun elektromaqnit spektrinin görünən sahəsi üçün tam şəffaf olmasıdır. Bunun sayəsində günəş şüaları yarpaqlardakı xloroplastlara, həmçinin okeanların dərinliklərində olan bitkilərə asanlıqla çatır.

Bitki hüceyrəsində su fotosintez prosesində oksigen, (O_2) hidrogen (H_2) mənbəyi rolunu oynayır və energetik reaksiyalarda, o cümlədən ATF-in əmələ gəlməsində iştirak edir. Suyun digər mühüm fiziki xassəsi onun yüksək dielektrik keçiriciliyi. Suyun fizioloji cəhətdən ən mühüm xassələrindən biri də onun qazları həll etməsidir. Bitki tərəfindən sürətlə buxarlandırılan su müntəzəm olaraq bitkinin kök sistemi vasitəsilə torpaqdan alınır və arasıkəsilmədən yarpaqlara qədər qalxır.

Beləliklə, bitkilərin həyat proseslərinin getməsinə lazımi səviyyədə su ilə təmin edən yeganə orqan bitki orqanizminin bioloji xüsusiyyətlərindən asılı olaraq müxtəlif quruluşa malik kök sistemidir. Kök sistemi ali bitkilərin əsas vegetativ orqanlarından biri olaraq, bitkini torpaq səthində dayanmasına əsas verir və həmin sistemin vasitəsilə su və qida maddələrini

mənimsəmək üçün daim torpağın dərinliklərinə doğru inkişaf edir. Kök sistemi inkişaf etdikcə torpağın dərinliklərində çoxlu şaxələr əmələ gətirir.

Yarpaqların adətən, böyük səth sahələri və yüksək səth nisbətləri olur. Böyük səth sahəsi fotosintez üçün işıqın udulmasını artırır. Fotosintez zamanı CO_2 -nin udulmasında, həmçinin fotosintezin əlavə məhsulu olan O_2 -nin buraxılmasında isə yüksək səth/ həcm nisbəti kömək edir.

Stomalardan diffuziya edən CO_2 məsaməli mezofil hüceyrələrinin yaratdığı hava boşluqlarına daxil olur. Bu hüceyrələrin nizamsız formasına görə yarpağın daxili səth sahəsi xarici səth sahəsində 10-30 qat daha böyük ola bilir. Böyük səth sahəsi və yüksək səth/həcm nisbəti fotosintez sürətini artırırsa da, eyni zamanda stomalardan su itkisini də artırır. Buna görə də, əslində bir bitkinin suya olan tələbatı zoğ sisteminin fotosintez üçün çox miqdarda CO_2 və O_2 tələb etməsindən qaynaqlanır. Qoruyucu hüceyrələr stomaları açıb-bağlayaraq, bitkinin fotosintezə olan tələbatını suyun qorunub saxlanılmasına olan tələbatı ilə tarazlaşdırır.

Stomalar açıq qaldıqda transpirasiyanın miqdarı günəşli, isti, quru və küləkli bir gündə ən yüksək həddə çatır, çünki bu mühit amilləri buxarlanmanı artırır. Transpirasiya yarpaqlara kifayət qədər su çəkməyəndə hüceyrələr turqor təzyiqini itirdiyindən zoğ bir qədər büzüşür. Bitkilər belə mülayim quraqlıq stresinə stomaları sürətlə bağlayaraq reaksiya versə də, yenə də müəyyən qədər su buxarlanma yolu ilə kutikuladan itirilir. Yarpaqlar uzun müddət davam edən quraqlıq şəraitində kəskin büzüşə və dönməz şəkildə zədələnə bilər.

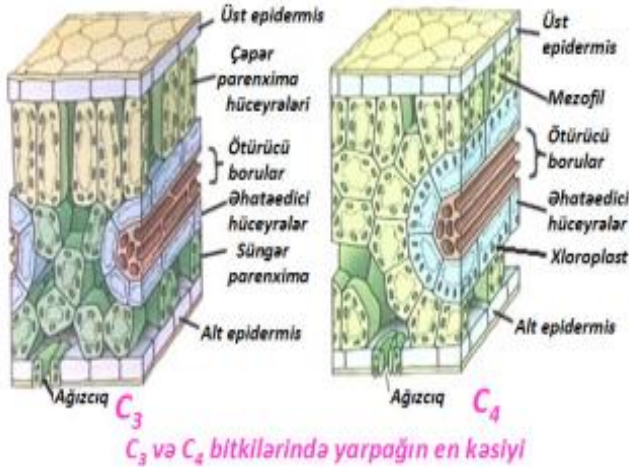
Transpirasiya buxarlanma yolu ilə, soyuma ilə də nəticələnir ki, bu da öz növbəsində yarpağın istiliyini ətrafdakı hava ilə müqayisədə 10°C -ə qədər daha aşağı edə bilər. Bu soyuma yarpağı fotosintez və digər metabolik proseslərdə iştirak edən enzimləri denaturasiya edə bilən temperatura çatmaqdan qoruyur.

8.3. C₃, C₄ və CAM bitkilər

Fotosintez üçün lazımı CO₂ yarpağın səthindəki dəliklər olan stomalardan içəri daxil olur (eyni yolla O₂ xaric olunur). Lakin stomalar eyni zamanda transpirasiyanın (buxarlanma yolu ilə yarpaqlardan su itirilməsi) da əsas kanalıdır.

Quru, isti günlərdə bir çox bitki stomalarını bağlayıb suya qənaət edir, lakin bu CO₂ qəbulunu da azaldır. Stomalar yarı-açıq olsa belə, yarpaq daxilindəki havada CO₂ qatılığı azalmağa, O₂ qatılığı isə artmağa başlayır. Bu yarpaqda israfçı bir proses olan fototənəffüsə şərait yaradır.

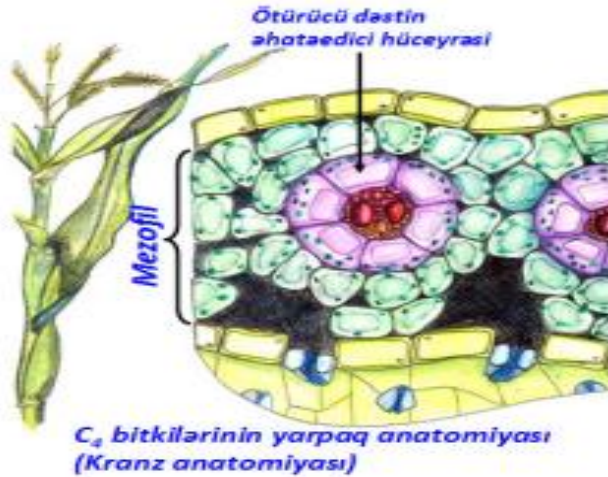
Bir çox bitkidə ilkin karbon tutulması Calvin dövrəsində ribuloz bifosfata CO₂ əlavə edən rubisko enzimi tərəfindən həyata keçirilir. Karbon tutulmasının ilk üzvi məhsulu üçkarbonlu birləşmə olan 3-fosfoqliserat olduğundan, belə bitkilərə C₃ bitkiləri deyilir.



Düyü, buğda və soya kənd təsərrüfatı üçün əhəmiyyətli C₃ bitkiləridir. İsti, quru günlərdə stomalarını bağladıqda, yarpaqdakı CO₂ səviyyəsi aşağı düşdüynə görə, Calvin dövrəsi karbonsuz qalır və belə olan halda, C₃ bitkiləri daha az şəkər istehsal edir. Bundan əlavə rubisko CO₂ yerinə O₂ də

bağlaya bilir. Nəticədə yarpaqda CO_2 səviyyəsi azalır və O_2 səviyyəsi artdıqca rubisko Calvin dövrəsinə CO_2 əvəzinə O_2 əlavə etməyə başlayır. Yaranan məhsul parçalanır və ikikarbonlu birləşmə xloroplastı tərk edir. Peroksisom və mitoxondri bu birləşməni dəyişdirib parçalayaraq CO_2 buraxırlar. Proses işıqda (foto) baş verdiyinə və O_2 istifadə edib CO_2 buraxdığına görə (tənəffüs) fototənəffüs adlanır. Lakin normal tənəffüsdən fərqli olaraq, fototənəffüs ATF istehsal etmək əvəzinə istifadə edir.

Calvin dövrəsinə alternativ karbon tutma yolu ilə



birləşdirib ilk məhsul olaraq dördkarbonlu birləşmə istehsal edə bilən bitkilərə C_4 bitkiləri deyilir. Ən azı 19 bitki fəsiləsində təsadüf olunan C_4 yolu 45 dəfədən çox bir-birindən müstəqil şəkildə fərqli növlərdə ortaya çıxmışdır. Təsərrüfat əhəmiyyətli C_4 bitkilərinə misal olaraq, taxıllar fəsiləsinə aid şəkər qamışı və qarğıdalını göstərmək olar. C_4 yarpağının anatomiyası C_4 fotosintezi mexanizminə uyğundur. C_4 bitkilərində iki fərqli növ fotosintetik hüceyrə olur: topa örtüyü və mezofil hüceyrələri.

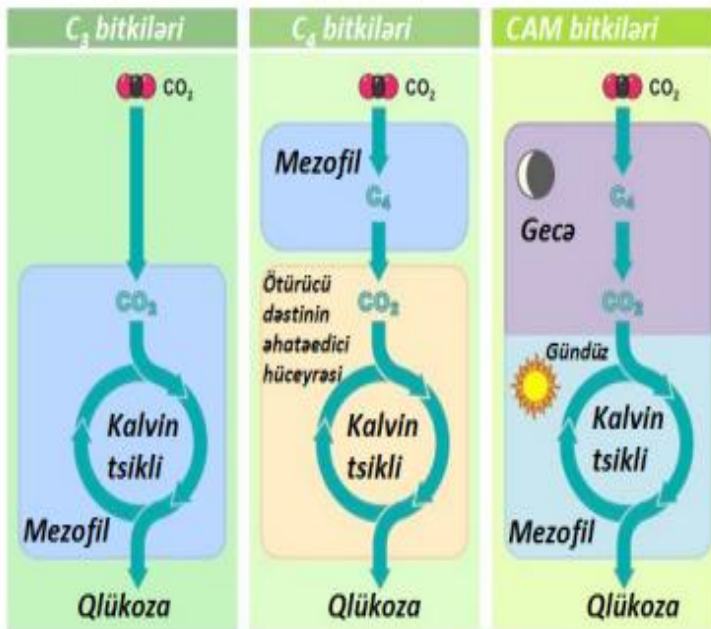
C₄ fotosintezi su və digər resurslardan daha az istifadə etdiyinə görə, C₃-dən səmərəli hesab olunur. Hazırda planetimizdə əhali və qida ehtiyacı getdikcə artmaqdadır. Eyni zamanda iqlim dəyişikliyi, həmçinin dəniz səviyyəsinin qalxması, bir çox yerdə daha isti və quru iqlimin yaranması əkin üçün yararlı torpaq sahəsini azaldır.

Qida ehtiyatı problemini həll etmək üçün Filippindəki alimlər çox əhəmiyyətli qida mənbəyi və eyni zamanda C₃ bitkisi olan düyünü genetik olaraq elə dəyişdirməyə çalışırlar ki, əldə olunan bitki C₄ fotosintezi edə bilsin. İndiyədək alınan nəticələr nikbin olmağa səbəb verir. Alimlərin təxminlərinə əsasən, C₄ düyüsü C₃ düyüsü ilə müqayisədə eyni su və resurs sərfiyyatı ilə 30-50% daha artıq məhsul verə bilər.

CAM bitkiləri.

CAM bitkilərində gecələr ağızcıqlar açıq olur, gündüzlər isə su itkisinin qarşısını almaq üçün ağızcıqlar bağlanır. Bu zaman gündüzlər CO₂-nin ağızcıqlardan daxil olması mümkün olmur. Əksəriyyət sukkulent (su anbarı) bitkilərdə iqlim şəraiti ilə bağlı bu şəkildə adaptasiya müşahidə olunur. Kaktus, ananas və bəzi bitki fəsilələrinin növlərində bu cür adaptasiyaya rast gəlinir. Gecələr ağızcıqlar açıq olarkən karbon qazı mezofil hüceyrələrə daxil olur və üzvi turşuların tərkibində vakuollarda saxlanılır. Gündüzlər isə CO₂ gecə yaranan üzvi turşulardan sərbəst buraxılır və xloroplastlarda şəkərə çevrilir. Bu bitkilərin CAM (Crassulacean acid metabolism) olaraq adlandırılmasının səbəbi bu modelin ilk dəfə sukkulent quruluşlu *Crassulaceae* fəsiləsinin nümayəndələrində tapılmasıdır. Həm C₄, həm də CAM fotosintezində ilk olaraq 4 karbonlu birləşmə əmələ gətirmək üçün CO₂ fiksə edilir.

Daha sonra bu birləşmə parçalanaraq CO₂-ni sərbəst buraxılır. Başlanğıcda karbon qazı ilə birləşəcək molekulun yenidən dövrəyə girməsi üçün ATF lazımdır. İsti quraq və çox günəşli günlərdə ağızcıqlar bağlandıqda C₃ bitkilərinin fotosintez məhsuldarlığı azalır.



Hər iki uyğunlaşmada ilk olaraq CO₂ üzvi turşulara birləşdirilir, sonra Calvin dövrəsinə ötürülür. C₄ və CAM yolları isti və quraq günlərdə ağızcıqlar qismən, yaxud tamamilən bağlı olduqda belə fotosintezin davam etməsinə imkan verir. CAM və C₄ yolu arasındakı fərq isə C₄ bitkilərində karbon fiksasiyası və Calvin dövrəsi fərqli hüceyrə tiplərində getdiyi halda, CAM bitkilərində isə hər iki mərhələ eyni hüceyrə daxilində amma ayrı-ayrı zamanlarda baş verir.

Təlim nəticələri:

1. ***Bitkilərdə bioloji prosesləri sadalayır.***
2. ***Bitkilərdə su mübadiləsini izah edir.***
3. ***Transpirasiya prosesini təsvir edir.***
4. ***C₃, C₄ və CAM bitkilərinin fiziologiyasını sadalayır.***

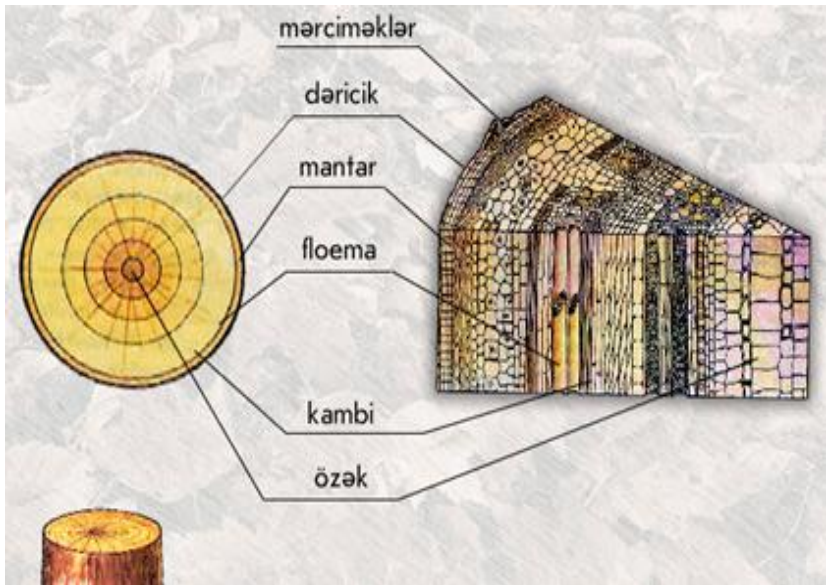
IX Fəsil. Gövdə anatomiyası və fiziologiyası

9.1. Gövdə anatomiyası və fiziologiyası

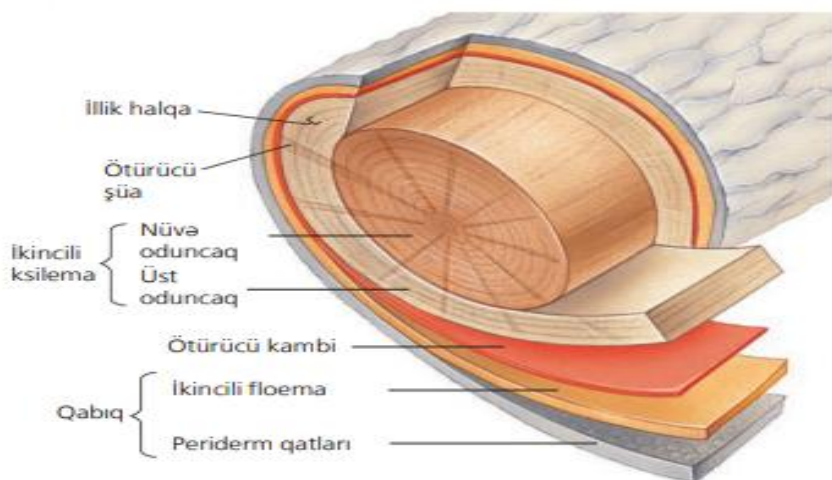
Gövdə bitkinin ən vacib vegetativ orqanlarındanır. Yerləşdiyi mühitdən asılı olmayaraq üzərində normal və ya şəkil dəyişmiş yarpaq və tumurcuqlar yerləşən bitki orqanına gövdə deyilir. Ən mühüm vəzifəsi bitkilərin başqa orqanları ilə əlaqə qurmaqdır. Gövdənin yarpaqla əhatə olunmuş cavan hissəsinə zoğ adlanır.

Ağac gövdəsinin eninə kəsiyində qatların ardıcılığı və funksiyaları:

Qabıq (mərciməklər, dəricik, mantar):



Floema. Qabığın yaşıl hüceyrələrinin arasında olur, gövdəyə möhkəmlik və elastiklik verir, yarpaqlarda əmələ gələn üzvi maddələri orqanların hamısına çatdırır.



Kambi. Oduncaqla qabıq arasında yerləşir, gövdənin eninə böyüməsini təmin edir.

Oduncaq. Kambi qatının altında yerləşir, su və qida həll olunmuş mineral maddələrin daşınmasını təmin edir.

Özək. Ehtiyat qida maddələrinin toplanmasını yerinə yetirir.

Zoğların birincili böyüməsi.

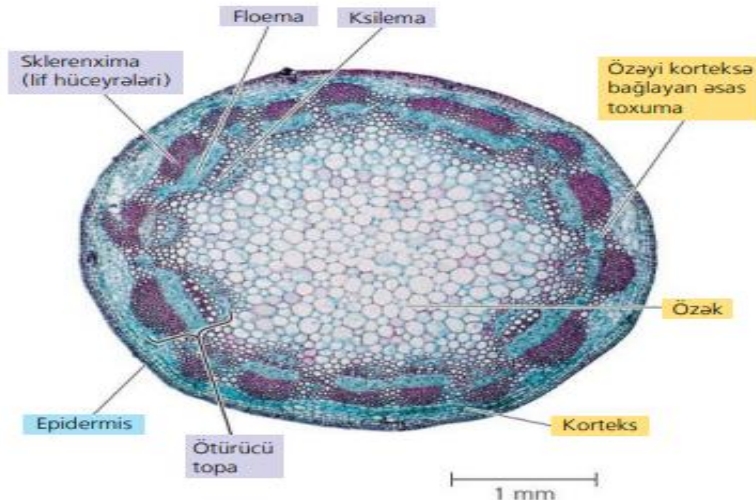
Birincili zoğun bütün biokütləsi (bütün yarpaqlar və gövdələr) zoğ ucunda yerləşən, qübbəşəkilli bölünən hüceyrə kütləsi olan zoğun apikal meristemindən yaranır.

Zoğun apikal meristemi təpə tumurcuğunun yarpaqları tərəfindən qorunan həssas strukturdur. Bu cavan yarpaqlar aralarındakı buğumalarını qısa olduğundan bir-birinə yaxın yerləşir. Zoğ ucunun aşağısında yerləşən buğumarası hüceyrələrinin uzanması zoğun uzanmasına gətirib çıxarır. Kök apikal meristemində olduğu kimi, zoğ apikal meristemi də zoğda üç növ birincili meristem yaradır: protoderm, əsas meristem və prokambi.

Bu üç birincili meristem də öz növbəsində zoğun yetişkin birincili toxumalarını əmələ gətirir. Hər biri öz apikal

meristeminə sahib olan yan tumurcuqlarının aktivləşməsi birincili böyümənin bir növü olan budaqlanmaya gətirib çıxarır. Bitki hormonları vasitəsilə saxlanılan əlaqəyə görə yan tumurcuqları fəal təpə tumurcuğuna nə qədər yaxın yerləşsə, bir o qədər qeyri-fəal olur. Bu məfhumu apikal dominantlıq deyilir. Əgər təpə tumurcuğu hansısa heyvan tərəfindən yeyilərsə və ya gün işığı zoğun yanına daha çox düşərsə, apikal dominantlığı saxlayan kimyəvi kommunikasiya kəsilir. Bunun nəticəsində yan tumurcuqları qeyri-fəal vəziyyətdən oyanaraq böyüməyə başlayır. Fəallaşmış yan tumurcuqları bir müddət sonra öz təpə tumurcuğu, yarpaqları və yan tumurcuqları olan yan zoğlara çevrilir. Bağbanlar kol və ya ev bitkilərini budaqanda təpə tumurcuqlarının sayını azaldır və bu yolla bitkinin budaqlarının uzanmasına, onun daha dolğun və sıx görünməsinə nail olurlar.

9.2.Gövdənin böyüməsi və anatomiyası



Gövdə, adətən bir hüceyrə qalınlığındakı epidermislə əhatələnir. Epidermisin özü isə su itirilməsinin qarşısını alan

munlu kutikul təbəqəsi ilə əhatələnir. Gövdədəki ixtisaslaşmış epidermis hüceyrələrinə misal olaraq qoruyucu hüceyrələri və trixomları göstərmək olar. Gövdənin əsas toxuması daha çox parenxim hüceyrələrindən ibarət olur.

Buna baxmayaraq, epidermisin dərhal altındakı kollennima hüceyrələri birincili böyümə zamanı bir çox gövdəyə möhkəmlik verir. Sklerenxim hüceyrələri (xüsusilə də lif hüceyrələri) isə gövdənin artıq böyüməni dayandırmış bölgələrinə mexaniki dəstək verir.

Ötürücü toxuma gövdə boyu ötürücü topalar şəklində uzanır. Kökün daxilindəki ötürücü toxumadan yaranan və uzandıqca ötürücü silindri, korteksi və epidermisi dələn yan köklərdən fərqli olaraq, yan zoğlar gövdənin səthindəki yan tumurcuğu meristemindən əmələ gəlir və böyüyəndə digər toxumaları zədələmir. Torpaq səthinə yaxın, kök və zoğ arasındakı keçid bölgəsində gövdənin totalı boru düzlüyü kökün ötürücü silindri ilə qovuşur. Bir çox ikiləpəli gövdəsinin ötürücü toxuması halqa formasında düzülmüş ötürücü topalar şəklində olur. Hər topada ksilema özəyə, floema isə korteksə yaxın yerləşir. Bir çox birləpəli gövdəsində isə ötürücü topalar əsas toxuma boyu paylanır və halqa əmələ gətirmir.

İkincili böyümə ötürücü kambisi və mantar kambisi tərəfindən istehsal olunan toxumalar sayəsində gedir. Ötürücü kambisi ikincili ksilema (oduncaq) və ikincili floema istehsal edərək nəqliyyat axını və gövdələr üçün dəstəyi artırır. Mantar kambisi munlu hüceyrələrdən ibarət möhkəm və qalın örtük istehsal edərək, gövdəni su itkisindən, o cümlədən həşərat, bakteriya və göbələklərin hücumundan qoruyur. Oduncaqlı bitkilərdə birincili və ikincili böyümə eyni vaxtda gedir.

Birincili böyümə bitkinin cavan bölgələrinə yarpaqlar əlavə edib, bu ərazilərdə gövdə və kökləri uzatdıqca, bu növ böyümənin dayandığı yerlərdə ikincili böyümə gövdə və

yarpaqların diametrini artırır. Gövdə və köklərdə bu proses oxşar şəkildə baş verir.

İkincili böyümənin erkən mərhələlərində epidermis çölə tərəf itələndikcə parçalanır, quruyur və nəhayət gövdə və ya kökdən qopub tökülür. Gövdədə xarici korteksdə, kökdə isə perisikldən əmələ gələn və bölünən hüceyrə silindri olan birinci mantar kambisinin istehsal etdiyi toxumalar tökülmüş epidermisin yerini alır. Mantar kambisindən əmələ gələn mantar hüceyrələri bu qatın xaricində yerləşir. Mantar hüceyrələr yetkinləşdikcə divarlarında mumlu, hidrofobik material olan suberin toplayır. Mantar hüceyrələr bir-birinə yaxın yerləşdiyindən və divarlarında suberin toplandığından, epidermisdən fərqli olaraq su və qazlara qarşı keçirici olmur. Buna görə də mantar gövdə və kökləri su itkisindən, fiziki zədədən və patogenlərdən qoruyan bir sədd rolunu oynayır.

Qeyd etmək lazımdır ki, “mantar” qatına çox vaxt səhvən “qabıq” da deyilir. Bitki biologiyasında ötürücü kambinin xaricində yerləşən bütün toxumalara birlikdə qabıq deyilir. Qabığın əsas tərkib hissələri ikincili floema (ötürücü kambi tərəfindən istehsal olunur), onun xaricində yerləşən ən yeni periderm və peridermin bütün köhnə qatları daxildir. Böyümə prosesi davam etdikcə, ağac gövdələrinin xaricdən də göründüyü kimi çatlamış, qopmaqda olan peridermin köhnə qatları qopub tökülür.

Peridermin üstündə lentisellər adlanan çox sayda kiçik qabarıq bölgələr olur. Bu strukturlarda mantar hüceyrələrin arasında boşluq daha geniş olur və oduncaqlı gövdə və ya kökün canlı hüceyrələri xaricdəki hava ilə daha çox qaz mübadiləsi edə bilər.

Gövdələrin növləri

1. **Dikduran gövdələr:** dayağa söykənməyib müstəqil olaraq dik qalxır (ağaclar, taxıllar və s.).

2. **Sərilən gövdələr:** böyüyəndə yerə sərilir (qabaq fəsiləsi və s.).

3. **Sürünən gövdələr:** böyüyəndə yer ilə sürünürlər (çəmənçayı, qaytarma, ciyələk və s.).

4. **Sarmaşan gövdələr:** dayağa sarmaşıb yuxarı qalxırlar (lobya, maya sarmaşığı və s.).

5. **Dırmaşan gövdələr:** dayağa tutunub yuxarı qalxırlar (daş sarmaşığı və s.). (*Sarmaşan və dırmaşan gövdəli bitkilərə lianlar deyilir*).

Təlim nəticələri:

1. Gövdənin anatomiyasını təsvir edir.

2. Gövdənin fiziologiyasını təsvir edir.

3. Gövdəyə gedən bioloji prosesləri izah edir.

X Fəsil. Bitkilərdə böyümə, hormonlar və hərəkəti

10.1. Bitkilərdə böyümə və hormonlar

Bitkilərdə böyümə və inkişafa həm endogen, həm də ekzogen amillər təsir edir. Endogen amillər bitki hormonları (fitohormonlar) adlanır. Fitohormonlar təsir xarakterinə görə 2 qrupa bölünür:

1) Böyüməni sürətləndirən (auksinlər, hibberellinlər, sitokinin);

2) Böyüməni zəiflədənlər (abssiz turşusu etilen);

Auksinlər. Sürətlə böyüyən meristem hüceyrələrində, həmçinin də yarpaqlarda və toxumalarda əmələ gəlir. Toxumlarda, ehtiyat toxumalarında, tozcuqlarında çoxlu miqdarda auksin vardır.

✓ Bitkidə böyümə və inkişafı stimullaşdıran ən vacib hormondur.

✓ Embrionda, apikal meristemdə və gənc yarpaqlarda əmələ gəlir.

✓ Birbaşa işıq qəbul etməyən bitki nahiyələrində daha çox sintez olunur. Buna görə də asimmetrik böyüməyə səbəb olur. Orientasiya (tropizm) hərəkətləri yaradır.

✓ Apikal dormansiyanın davam etməsini təmin edir.

Hibberellinlərin biosintezi zoğlarda köklərin uclarında, cavan yarpaqlarda və həmçinin böyüməkdə olan rüşeymdə həyata keçirilir. Yetişməmiş toxumlarda hibberillinlərlə zəngin olur.

Sitokinin.

✓ Köklərdə sintez olunur.

✓ Hüceyrə bölünməsinə stimullaşdırır. Oksinlə diferensiasiyanı təmin edir.

✓ Yan qönçələrin böyüməsini sürətləndirir.

✓ Apikal dormansiyanın yox olmasını təmin edir.

Hibberellin.

- ✓ Apikal meristemdə, gənc yarpaqlarda və embrionda əmələ gəlir.
- ✓ Toxumun cücərməsini stimullaşdırır.

Böyüməyə mane olan hormonlar.

Absis turşusu.

- ✓ Yarpaqda, gövdə, kök və meyvədə sintez olunur.
- ✓ Uyğun olmayan şəraitdə toxumun cücərməsinin qarşısını alır. Toxumda yuxu rejiminin davam etməsini təmin edir.
- ✓ Su itkisinin qarşısını almaq üçün stomatların bağlanması təmin edir.
- ✓ Ekoloji şərait uyğun olduqda, ABA-nın miqdarı azalır, hibberellin miqdarı artır və toxum cücərir.

Etilen

- ✓ Yetişən meyvələrdə, qocalmış yarpaqlarda və çiçəklərdə istehsal olunur.
- ✓ Qaz halında olan hormondur. Bu, yalnız istehsal edildiyi bitkiyə deyil, ətrafdakı bitkilərə də təsir göstərir.
- ✓ Quraqlıq, sel və infeksiya kimi stresslərə cavab vermək üçün istehsal olunur.
- ✓ Yarpaqların saralmasında və meyvələrin yetişməsində təsirlidir.
- ✓ Kökün böyüməsinə mane törədir.
- ✓ Yarpaqların tökülməsini təmin edir.
- ✓ Meyvədəki nişastanın şəkərə çevrilməsini təmin edir.

10.2. Bitkilərin hərəkəti

Bitkilərin hərəkəti toxumların cücərməsindən başlayaraq, qocalma fazasına kimi ona məxsus olan digər xüsusiyyətlərlə birlikdə davam edir. Bitkilərin hərəkəti qidalanma,

orqanizmlərin xarici şərait amillərinin təsirinə qarşı reaksiya və böyümə prosesləri ilə sıx surətdə əlaqədardır.

Bitkilərdə hərəkətlər ən əvvəl əsasən yerüstü orqanlarının (yarpaq, gövdə və kökləri) əmələ gəlmələri ilə başlanır. Bitkilərdə xarici amillərin (ışıq, temperatur, yerin cazibə qüvvəsi, və s.) təsiri ilə yaranan hərəkətlər qıcıqlanma və cavab reaksiyası ilə əlaqədardır.



Qıcıqlanma dedikdə hərəkət üçün lazım olan enerjini verməyən, lakin orqanizmdə hərəkətə səbəb olan xarici kimyəvi və yaxud fiziki təsirlər başa düşülür. Qıcıqlanma zamanı xaricdən alınan enerji yalnız hərəkət üçün lazım olan reaksiyaları aktivləşdirməyə kifayət edir.

Bitkilərin hərəkətini üç qrupa bölmək olar:

Birinci qrupa – tropizmlər, nasti və endogen hərəkətlər.

Tropizmlərin adları bu tip hərəkətin yaranmasına səbəb olan qıcıqlandırıcının adını daşıyır (məsələn, aerotropizm, fototropizm, geotropizm, tiqmotropizm və s.).

Tropizmlər qıcıqlanma mənbəyinə görə müsbət və mənfi ola bilər. Müsbət tropizmlərdə bitki orqanlarının hərəkəti qıcıqlandırıcı amilə doğru, mənfi tropizmlərdə isə onun əksinə yönəlir. Tropizmlərin çoxu böyümə hərəkətlərindən ibarətdir. Bu zaman orqanın cavab reaksiyası qıcıqlandırıcının həmin orqanda əmələ gətirdiyi qradiyentlə müəyyən olunur.

Tropizmlərin aşağıdakı növləri vardır:

1. Fototropizm. Ali bitkilərin yərüstü hissələrinin əsasən (təpəciklərinin) işığa doğru hərəkət edərək əyilməsinə fototropizm deyilir. Müsbət fototropizm nəticəsində bitkilərin fotosintezedici orqanları işığa doğru istiqamətlənir ki, bu da fotosintez prosesi üçün çox əlverişlidir.

2. Geotropizm. Bitkilər adətən şaquli böyüyür. Bitkilərin ağırlıq qüvvəsi təsirinə verdikləri cavab reaksiyası geotropizm adlanır.

3. Xemotropizm. Müxtəlif kimyəvi maddələrin bitkinin müəyyən orqanlarına təsiri nəticəsində bu orqanların müəyyən istiqamətdə hərəkətinə xemotropizm deyilir.

Nasti hərəkətləri. Nasti hərəkətlərinə xarici təsir amillərindən hər hansı birinin təsiri nəticəsində əmələ gələn qıcıqlayıcılar səbəb olur. Bitki orqanizminə bu cür təsir edən amillərdən temperaturu, mühitin rütubətini, ümumi işıqlanma amilini və s. amilləri göstərmək olar.

10.3. Fotoperiodizm

Çiçəklənmədə ən vacib stimül günün uzunluğudur. Bitkilərin çiçəkləmə kimi gecə və gündüzün uzunluğuna fizioloji reaksiyasına fotoperiodizm deyilir. Buna uyğun olaraq 3 növ bitki fərqləndirilir.

1) Qısa gün bitkiləri: Gecə vaxtı gündüzdən uzun olduqda çiçək açan bitkilərdir.

2) Uzun gün bitkiləri: Gündüz vaxtı gecədən uzun olduqda çiçək açan bitkilərdir.

3) Neytral gündüz bitkiləri: Bunlar gün uzunluğundan təsirlənməyən bitkilərdir.

Çiçəklənmədə gecə uzunluğu vacibdir.

Bitkilərdə Mutualizm.

Düyük: paxlalı bitkilərin köklərində yaşayan azot fiksasiya edən bakteriyaların əmələ gətirdiyi quruluşdur. Bitkilər havadakı azot qazından birbaşa istifadə etmirlər. Bu azot fiksasiya edən bakteriyalar torpağa azot verir və bitkinin azot ehtiyacını ödəyir. Bitki bakteriyaları üzvi maddələrlə təmin edir.

Mikoriza: göbələklərin bitki köklərinə daxil olması ilə əmələ gələn strukturlardır. Göbələk bitkinin su və mineral udulmasını artırmaq üçün səth sahəsini artırır. Bitki göbələkləri üzvi birləşmələrlə təmin edir.

Mühit temperaturu aşağı düşdükdə bitkilərin üzləşdiyi problemlərdən biri hüceyrə membranının axıcılığındakı dəyişmədir (soyuk stresi). Membran müəyyən kritik nöqtədən artıq soyuyanda tərkibindəki lipidlər kristal strukturunda möhkəmlənərək axıcılığı azaldır. Bu hal membran üzərindən həllolan nəqliyyatına təsir edir və membran proteinlərinin işini zəiflədir. Bitkilər soyuğa cavab olaraq membranın tərkibini dəyişdirir.

Məsələn, membran lipidlərindəki doymamış yağ turşularının nisbəti artır. Doymamış yağ turşularının quruluşu membranı aşağı temperaturlarda axıcı saxlamağa imkan verir. Membranın bu şəkildə dəyişməsi saatlar və günlər ala bilər, buna görə də qeyri-adi dərəcədə soyuq temperatur bitkilər üçün temperaturun mövsümlə bağlı olaraq dəyişməsindən daha stresli olur.

Sitozolda həllolanların miqdarı onu əhatə edən hüceyrə divarındakına nisbətən daha çox olduğuna və həllolanlar məh-

lulun donma temperaturunu azaltdığına görə, təbiətdə rastlaşan soyuma sürətlərində sitozol donmur. Hüceyrə divarında buzun əmələ gəlməsi ilə bağlı olaraq maye suyun azalması hüceyrə-xarici su potensialını azaldır və bu sitoplazmadan suyun çıxmasına gətirib çıxarır. Bunun nəticəsində sitoplazmadakı ion qatılığının artması zərərli və hüceyrənin ölümünə yol açar bilər. Hüceyrənin həyatda qalıb-qalmaması onun dehidrasiyaya qarşı nə qədər yaxşı müqavimət göstərməsindən asılıdır.

Qışın soyuq keçdiyi yerlərdə böyüyən yerli bitkilər donma stresinə qarşı yaxşı uyğunlaşmış olur. Məsələn, donmaya davamlı növlər qış başlamazdan əvvəl sitoplazmada şəkər kimi müəyyən həllolanların qatılığını artırır. Bu həllolanların yüksək qatılığı bitki üçün o qədər zərərli deyil və onlar eyni zamanda hüceyrəxarici donmayla bağlı olaraq suyun itirilməsinin qarşısını alır. Bu bitkilərdə doymamış membran lipidlərinin də miqdarı artaraq, lazımı membran axıcılığı qorunur.

Müəyyən gündüz və ya gecə uzunluğuna verilmiş fizioloji cavab, məsələn, çiçəklənmə fotoperiodizm adlanır. Təcrübələr göstərmişdir ki, çiçəklənmə fotoperiod yalnız 14 saat və ya daha az olduqda baş verir. Bu çeşidin yayda çiçək açmamasının səbəbi, Merilendin yerləşdiyi coğrafi enlikdə fotoperiodların çox uzun olması idi. Tədqiqatçılar Maryland Mammoth-u qısa gün bitkisi adlandırdılar, çünki bu bitkinin çiçək açmaq üçün tələb etdiyi gündüz uzunluğu kritik perioddan daha qısa idi. Payızgülləri, puansetiylar və bəzi soya çeşidləri də qısa gün bitkiləri olub, adətən, yayın axırı payızda və ya qışda çiçək açır. Digər bir qrup bitki isə gündüz uzunluğu müəyyən limitdən yuxarı olduqda çiçək açır. Bu uzun gün bitkiləri adətən yazın sonu, yayın əvvəlləri çiçəklənir.

Yetişmə zamanı zəncirvari bir reaksiya baş verir. Etilen yetişməyə, yetişmə isə öz növbəsində daha çox etilen istehsalına səbəb olur. Bunun nəticəsi isə etilen istehsalında böyük bir partlayışdır. Etilen bir qaz olduğu üçün yetişmə

siqnalı meyvədən meyvəyə yayılır. Yaşıl meyvə almısınızsa, onu kağız torbada saxlayıb etilenin yığılmasına imkan verərək, yetişməsinə sürətləndirə bilərsiniz.

10.4. Bioloji saatlar və Sirkadian ritmlər

Bitkilərdə gedən bir sıra proseslər, məsələn, transpirasiya və müəyyən enzimlərin istehsalı gündəlik dalğalanma keçirir. Bu dövrü dəyişmələrin bir hissəsi 24 saatlıq gündüz və gecə dövrəsinə bağlı olaraq dəyişən işıq miqdarı və temperaturdakı dəyişmələrə verilən cavabdır. Lobyə bitkisi sabit işıq və ya sabit qaranlıq şəraitində saxlansa da, bu “yuxu hərəkətlərini” davam etdirir. Yarpaqlar təkcə günəşin çıxması və batmasına reaksiya vermir. 24 saatlıq dövrəyə malik və bilinən heç bir mühit dəyişəni ilə idarə olunmayan belə dövrlərə sirkadian ritmləri deyilir. Bitki və insanlar da daxil olmaqla bütün orqanizmlər zəif geofiziki dövriliklərin dəyişdiyi yerlərdə belə, məsələn, yerin dərinliyindəki mədən şaxtalarında və ya peyklərdə orbit edərkən ritmlərinə davam edir. Buna baxmayaraq, mühitdəki siqnallar sirkadian saatının daha dəqiqliklə 24 saatlıq perioda sahib olmasına kömək edə bilər. Orqanizm sabit şəraitdə saxlanarsa, sirkadian ritmləri 24 saatlıq perioddan kənara çıxmağa başlayır (period bir dövrənin başa çatması üçün lazım olunan müddətə deyilir). Belə periodlara sərbəst periodlar deyilir və müddəti verilən müəyyən ritmik cavabdan asılı olaraq, təxminən 21 və 27 saat arasında dəyişir. Məsələn, sərbəst şəraitdə sabit qaranlıqda saxlanılan lobyə bitkisinin periodu təxminən 26 saat olur. Sərbəst periodun 24 saatdan kənara çıxması o demək deyil ki, bioloji saatlar təsadüfi şəkildə dəyişir. Sərbəst saatlar hələ də zamanı mükəmməl izləyir, sadəcə xarici dünya ilə sinxronlaşmır. Sirkadian ritmlərin əsasında duran mexanizmləri başa düşmək üçün öncə saat və onun idarə etdiyi ritmik prosesləri bir-birindən ayırmalıyıq. Sirkadian ritmləri yaradan molekulyar

mexanizmlərin mərkəzində müəyyən genlərin transkripsiyasındakı rəqslərdir. Bitkilərdə əsas sirkadian ritmlərdən biri fotosintezlə əlaqəli bəzi proteinlərin gündəlik istehsalıdır. Molekulyar bioloqlar bu ritmin mənbəyini həmin fotosintez proteinlərini kodlayan genin transkripsiyasını idarə edən promoterdə tapıblar. Saat mutantlarını təyin etmək üçün bu promoterin arxasına işıldaböcəklərdə bioışıldamaya imkan verən lüsiferaz adlı enzimi əlavə ediblər. Lobyə bitkisi (Phaseolus vulgaris) yuxu hərəkətləri yarpağın hərəkət orqanları olan pulvinusların əks tərəflərində yerləşmiş hüceyrələrdə turqor təzyiqinin dəyişməsindən yaranır.

Təlim nəticələri:

- 1. Bitkinin hormonlarının böyümə prosesini təsvir edir.***
- 2. Bitkilərdə uyğunlaşmanı sadalayır.***

XI Fəsil. Bitkilərdə qeyri cinsi çoxalma

11.1. Bitkilərdə qeyri cinsi çoxalma

Qeyri-cinsi çoxalma zamanı balalar təkcə bir valideyndən yumurta və spermin birləşməsi olmadan əmələ gəlir. Nəticədə valideynlə genetik olaraq eyni olan klon əmələ gəlir. Qeyri-cinsi çoxalma örtülütoxumlu və digər bitkilər arasında geniş yayılmasa da, bəzi növlər üçün çoxalmanın əsas formasıdır. Bitkilərdəki qeyri-cinsi çoxalma qeyri-müəyyən böyümə bacarığının bir hissəsidir. Bitki böyüməsi ixtisaslaşmamış bölünən hüceyrələrdən ibarət meristem toxuması sayəsində qeyri-müəyyən müddətdə gedə bilir. Bundan əlavə Parenxim hüceyrələri bölünərək, daha ixtisaslaşmamış hüceyrə növlərinə başqalaşa və bununla da itirilmiş bədən hissələrini yenidən yarada bilir. Bəzi bitkilərin qopmuş kök və ya gövdə parçaları bütöv bir bala canlıya çevrilə bilər; məsələn, kartofda “gözcük” (tumurcuq) olan bir hissə bütöv bir bitkiyə çevrilə bilər. Belə fraqmentləşmə, yəni ana bitkinin bütöv bir bala bitkiyə çevrilə bilən hissələrə ayrılması qeyri-cinsi çoxalmanın əsas növlərindən biridir. Zəncirotu və bəzi başqa bitkilərdə qeyri-cinsi çoxalmanın fərqli bir mexanizmi inkişaf etmişdir. Bu bitkilər bəzən tozlanma və mayalanma olmadan toxum istehsal edə bilirlər. Toxumların qeyri-cinsi istehsalına apomiksis (Yunanca “qarışdırılmadan uzaq” mənasına gəlir) deyilir, çünki burada sperm və yumurtanın nəinki birləşməsi, hətta istehsalı belə baş vermir. Bunun əvəzində, toxumluqdakı bir diploid hüceyrə rüşeymi əmələ gətirir və toxumluq yetişkin toxuma çevrilir, zəncirotunda yaranan toxumlar küləklə yayılan meyvələr tərəfindən ətrafa yayılır.

Beləliklə, bu bitkilər qeyri-cinsi proses vasitəsilə klonlasalar da, bir çox hallarda cinsi çoxalmaya aid olan toxum vasitəsilə çoxalmanın üstünlüklərindən də yararlanırlar. Hibrid təsərrüfat bitkilərində apomiksisə nail olmaq ona görə

maraqlıdır ki, bu yolla hibrid bitkilər arzuolunan genlərə sahib olan genomlarını bütöv şəkildə növbəti nəsillərə ötürə bilirlər.

Cinsi və qeyri-cinsi çoxalmanın mənfi və müsbət tərəfləri.

Qeyri-cinsi çoxalmanın üstünlüyü ondadır ki, tozlandırıcı tələb olunmur. Eyni növə aid bitkilərin seyrək yerləşdiyi yerlərdə bu üstünlük ola bilər, çünki belə hallarda bir tozlandırıcının eyni növə aid bitkiləri ziyarət etməsi ehtimalı aşağı olur. Qeyri-cinsi çoxalma eyni zamanda bitkiyə bütöv genetik tərkibini balalara ötürməyə imkan verir.

Müqayisə olaraq, yada salaq ki, cinsi çoxalan bitki allellərinin yalnız yarısını növbəti nəsillə ötürə bilər. Əgər bir bitki mühitinə mükəmməl şəkildə uyğunlaşıbsa, qeyri-cinsi çoxalma bitki üçün üstünlük ola bilər. Güclü olan bitki çox sayda nüsxəsini yarada bilər və əgər mühit şərtləri dəyişməzsə, onun yaratdığı balalar da eyni mühit şərtlərinə yaxşı uyğunlaşmış olacaq.

11.2. Vegetativ çoxalma

Gövdə, yarpaq və ya köklərin vegetativ böyüməsinə əsaslanan qeyri-cinsi çoxalmaya vegetativ çoxalma deyilir. Adətən, vegetativ çoxalma ilə yaranan balalar cinsi çoxalma ilə ortaya çıxan cücərtilərdən daha güclü olur. Cinsi çoxalma balalarda və populyasiyada genetik çeşidlilik yaratdığına görə, həyatda qalma və çoxalma şanslarını müəyyən edən patogen və digər dəyişkən amillərin olduğu qeyri-stabil mühitdə canlılar üçün üstünlük təşkil edə bilər. Bununla müqayisədə qeyri-cinsi çoxalmanın yaratdığı genetik yeknəsəklik bitkini mühitdəki fəsadlarla, məsələn yeni növ xəstəliyin əmələ gəlməsi qarşısında böyük təhlükə ilə üz-üzə qoyur. Bundan əlavə çox vaxt cinsi yolla istehsal olunan toxumlar balaların daha uzaq yerlərə yayılmasına imkan yaradır. Son olaraq toxum fəaliyyətsizliyi

mühit şərtləri yaxşılaşanadək böyüməni dayandırmağa imkan verir. Bitkilər arasında çox rast gəlinir. Aşağıdakı növləri var.

1. **Kök çilikləri ilə**- (ağac və kol bitkiləri, moruq, zəncirotu)

2. **Gövdə çilikləri ilə** - (kaktus, elodiya, buynuz yarpaq, ağac və kol bitkiləri)

3. **Yarpaq çilikləri ilə** - (limon, süsən, beqoniya, qaymaqotu)

4. **Biğcıqlarla** - (çiyələk, sürünən qaymaq çiçəyi)

5. **Kök birləri ilə** - (əksəriyyət ağac və kol bitkiləri)

6. **Soğanaqla** - (soğan, dağlaləsi)

7. **Gövdə yumrusu ilə** (kartof, topinambur)

8. **Calaq vasitəsi ilə.**

Təlim nəticələri:

1. ***Bitkilərdə çoxalmanı təsvir edir.***

2. ***Bitkidə gedən bioloji prosesləri izah edir.***

3. ***Bitkidə gedən qeyri-cinsi çoxalma prosesini şərh edir.***

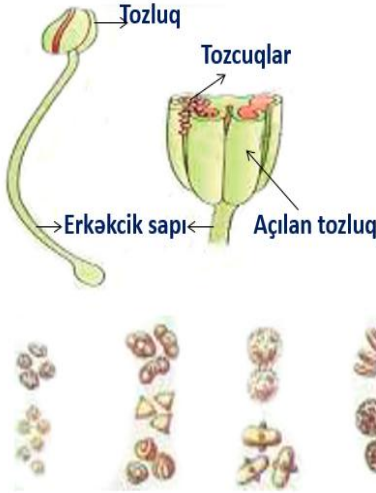
4. ***Vegetativ çoxalma prosesini təsvir edir.***

XII Fəsil. Bitkinin generativ orqanları

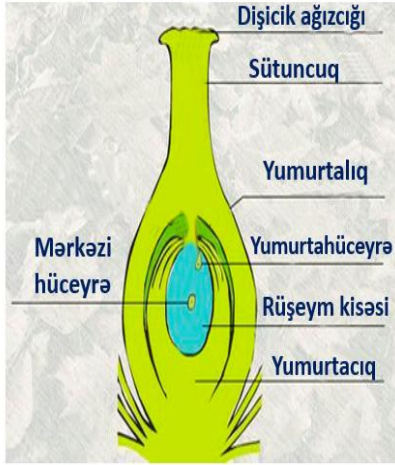
12.1.Çiçəyin anatomiyası və fiziologiyası.

Örtülütəoxumlularda cinsi çoxalma üzrə ixtisaslaşmış

Erkəkciyin quruluşu



Dişiciyin quruluşu



sporofit strukturu olan çiçək dişicik, erkəkciik, ləçək, kasacıq, çiçək yatağı, çiçək saplağından ibarətdir. Dişiciyin (meqasporofil) aşağısında yerləşən yumurtalıq uzun və incə bir sütuncuqdan ibarətdir. Sütuncuğun başında tozcuğu tutmaq məqsədi daşıyan ağızcıq deyilən bir yapışqan hissə var. Erkəkciik (mikrosporofil) sap və tozluq adlanan quruluştan ibarətdir. Tozluq içərisində tozcuq istehsal edən mikrosporangiya (toz kisələri) adlı kameralar var. Tam çiçəklərdə bütün dörd əsas çiçək orqanı olur. Bəzi növlərdə ləçək, kasacıq, erkəkciik və ya dişiciyin olmadığı qeyri-tam çiçəklər də olur. Erkəkciik androsey dişiciyi əmələ gətirən yarpaqlara birlikdə genisey deyilir.

Çiçəyin struktur və funksiyası

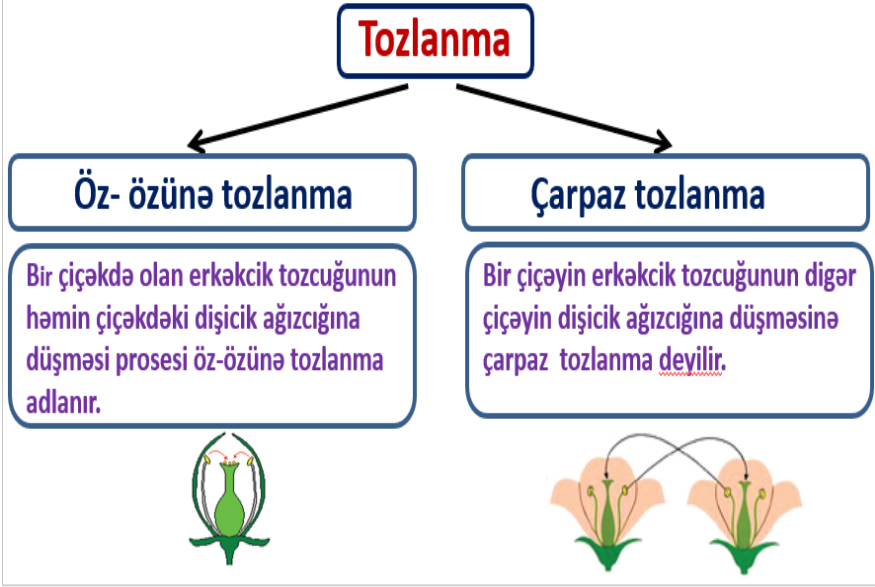
Yuxarıdan baxdıqda bu orqanlar ortaqmərkəzli köbələr kimi görünür. Dişiciklər birinci (daxili) köbəni, erkəkciqlər ikinci, ləçək üçüncü, kasacıq isə dördüncü (xarici) köbəni əmələ gətirir. Orqanların hamısı gövdənin altlıq adlanan hissəsinə birləşmiş halda olur. Çiçəklər müəyyən zoğlardır, yəni çiçək və meyvə formalaşdıqdan sonra onun böyüməsi dayanır.

Dişicik və erkəkciqlər sporofillərdir, yəni çoxalma üçün ixtisaslaşaraq, şəkildəyişmiş yarpaqlardır. Kasacıq və ləçəklər isə çoxala bilməyən yarpaq şəkildəyişməsidir. Dişiciyin (meqasporofil) aşağısında yerləşən yumurtalıq uzun və incə bir sütuncuqdan ibarətdir. Sütuncuğun başında tozcuğu tutmaq məqsədi daşıyan, ağızciq deyilən bir yapışqan hissə var. Yumurtalığın içərisində bir və ya daha artıq toxumluq olur ki, bu toxumluqlar da mayalandıqda toxum əmələ gətirirlər. Toxumluqların sayı növdən növə dəyişir. Əksər növlərdə dişiciklər bir-birinə birləşmiş olur və hər biri bir və ya daha artıq toxumluğa sahib iki və daha artıq kameradan ibarət mürəkkəb yumurtalıq əmələ gətirir.

Genisəy termini bəzən tək, o cümlədən iki və ya daha artıq birləşmiş dişiciyin əmələ gətirdiyi struktura istinad etmək üçün istifadə olunur. Erkəkciq (mikrosporofil) sap və tozluq adlanan quruluşdan ibarətdir. Tozluq içərisində tozcuq istehsal edən mikrosporangiya (toz kisələri) adlı kameralar var. Ləçək, adətən kasacıqlardan daha parlaq rəngdə olur və çiçəyi böcək və digər tozlandırıclar üçün cəlbedici edir.

12.2.Tozlanma

Çiçəkli bitkilərdə erkəciyin tozcuğunun dişicik ağzıçıına düşməsi prosesi tozlanma adlanır.



Öz-özünə tozlanan bitkilərdə:

- ❖ Həm dişiciyi, həm də erkəciyi olan ikicinsli çiçəklər olmalıdır
- ❖ Erkəkci və dişiciklər eyni vaxtda yetişməlidir
- ❖ Erkəkci, adətən dişicikdən yuxarıda yerləşir



Buğda, arpa, darı, noxud, çəltik, vələmir kimi öz-özünə tozlanan bitkilərdə tozlanma çiçək açılmazdan əvvəl- qapalı çiçəkdə gedir.

Pambıq, kənaf, kətanda isə tozlanma çiçək açıldıqdan sonra baş verir.

Çarpaz tozlanma

Bu tozlanmaya təbiətdə daha çox rast gəlinir. Belə bitkilərdə dişicik və erkəkci əksər hallarda müxtəlif vaxtlarda yetişir, dişicik, adətən, erkəkciyədən yuxarıda yerləşir.

Küləklə çarpaz tozlanma



Həşəratla çarpaz tozlanma



Süni tozlanma



Küləklə tozlanan bitkilərdə:

- ❖ Çiçəklər ətirsiz, görkəmsiz və nektarsız olur
- ❖ Erkəkcik sapları, adətən, uzun olur
- ❖ Tozcuqlar çoxsaylı, quru və yüngül olur
- ❖ Fındıq, qızılağac kimi bitkilər hələ yarpaqlar açmamış, çiçəkləyirlər

Qovaq



Söyüd



Qarğıdalı



Çovdar



Quşlarla tozlanma.

Akvilegiya kimi quşlarla tozlanan çiçəklər adətən iri, parlaq qırmızı və ya sarı rəngdə olsalar da, ətirli olmurlar. Quşlarda iybilmə hissi o qədər də inkişaf etmədiyindən, bu çiçəklərdə qoxu istehsalını təşviq edən seçici təzyiq yaranmamışdır. Buna baxmayaraq, bu çiçəklər tozlandırıcı quşların yüksək enerji tələbatını qarşılamaq üçün şəkərli nektar istehsal edirlər. Çiçəyin aşağı hissəsində yerləşən nektariyalar tərəfindən istehsal olunan nektarın əsas funksiyası tozlandırıcını mükafatlandırmaqdır. Belə güllərin ləçəkləri adətən birləşərək, quşun dimdiyinə uyğun şəkildə formalaşmış çiçək borusu əmələ gətirir.

Tropik ölkələrdə bəzi bitkilər quşlarla tozlanır, buna ornitofil tozlanma deyilir. Həşərat vasitəsilə tozlanan bitkilərə entomofil bitkilər deyilir. Külək vasitəsilə tozlanan bitkilərə anemofil bitkilər deyilir.

▼ Akvilegiya çiçəyindən
nektar içən kolibri.



Həşəratla çarpaz tozlanan bitkilərdə:

- ❖ İri, əlvan çiçəkyanıqlı, ətirli çiçəklər
- ❖ Nektarla zəngin nektarlıqlar
- ❖ İri çiçək qrupları
- ❖ Yapışma qabiliyyətinə malik iri tozcuq dənələri



Xaşxaş



Lalə



Ətirli tütün



Gecəçiçəyi



Arılarla tozlanma.

Çiçəkli bitkilərin 65%-i tozlanma üçün həşəratlardan asılıdırlar, əsas təsərrüfat bitkiləri üçün bu faiz daha da yuxarıdır. Arılar ən əsas tozlandırıcı həşəratlardır. Tozlandırıcı arılar qida üçün nektar və tozcuqlardan istifadə edirlər. Adətən, arılarla tozlanan çiçəklərin zərif, şirin qoxusu olur. Arıları əsasən, sarı və göy kimi parlaq rənglər cəlb edir. Qırmızı rəng onlara tutqun görünsə də, ultrabənövşəyi şüaları görə bilirlər. Arılarla tozlanan çiçəklərə malik bir çox bitkidə məsələn, zəncirotunda (*Taraxacum vulgare*) “nektar bələdçiləri” adlanan ultrabənövşəyi cizgilər olur ki, bu cizgilər həşəratların nektariyaları (nektar istehsal ədən vəzilər) tapmasına kömək edir, insan gözüne isə yalnız ultrabənövşəyi işıq altında görünür.

Toxumlu bitkilərin təkamülü boyunca qametofitlər ölçü baxımından kiçilmiş və qidalanma üçün tamamilə sporofitdən asılı vəziyyətə düşmüşlər. Dişi qametofitlərin (rüşeym kisələrinin) inkişafı dişicik inkişaf etdikcə yumurtalığın şişkin dərinliklərində bir və ya bir-neçə toxumluq formalaşmağa başlayır. Hər bir toxumluğun içərisində rüşeym kisəsi olaraq, dişi qametofit inkişaf edir.

Rüşeym kisəsinin formalaşması toxumluq daxilindəki meqasporangium adlı toxuma içərisində baş verir. Hər bir meqasporangium mikropil adlanan boşluq olmaq şərtilə iki divar qatı ilə əhatələnir (sporofit toxuma təbəqələri olan divarlar daha sonra toxum örtüyünə çevrilirlər). Toxumluq daxilindəki meqasporangiumda yerləşən bir hüceyrənin (meqasporosit və ya meqaspor ana hüceyrəsi) böyüyüb meyoz keçirərək, dörd haploid meqasporu əmələ gətirməsilə dişi qametofitin inkişafı başlayır. Dörd meqaspordan yalnız biri salamat qalır, digərləri isə məhv olur. Canlı qalmış meqasporun nüvəsi sitokinezsiz mitozla üç dəfə bölünərək, səkkiz haploid nüvəyə malik bir ədəd iri hüceyrə əmələ gətirir. Bu çoxnüvəli kütlə membranlarla ayrılaraq, rüşeym kisəsini əmələ gətirir.

Rüşeym kisəsinin mikropilinin yaxınlığında olan və sinergid adlanan iki hüceyrəsi yumurtanın yanında yer alaraq, tozcuq borusunu rüşeym kisəsinə cəlb etməyə kömək edir. Yerdə qalan qütbü nüvə adlanan iki nüvə ayrı-ayrı hüceyrələrə ayrılır və rüşeym kisəsinin iri mərkəzi hüceyrəsinin sitoplazmasını paylaşmağa davam edirlər.

Beləliklə, yetişmiş rüşeym kisəsi yeddi hüceyrəyə paylanmış səkkiz nüvə ehtiva edir və mayalandığı təqdirdə toxuma çevriləcək olan toxumluğa, bununla da meqasporangium tərəfindən əhatə olunmuş rüşeym kisəsi ilə ikiqat divara sahib olur.

Tozcuq dənələrində inkişaf.

Hər bir tozluqda tozcuq kisələri adlanan dörd mikrosporangium inkişaf edir. Mikrosporangiumların içində çox sayda mikrosporosit və ya mikrospor ana hüceyrəsi adlanan diploid hüceyrələr yerləşir. Hər mikrosporosit meyoza keçirərək, dörd haploid mikrospor əmələ gətirir və bunların hər biri öz növbəsində bir haploid qametofitə çevrilir. Hər mikrospor bundan sonra mitoz keçirərək, yalnız iki hüceyrədən (generativ hüceyrə və boru hüceyrəsi) ibarət erkək qametofitə çevrilir. Bu iki hüceyrə ilə spor divarı birlikdə tozcuq dənəsini əmələ gətirir.

Həm mikrospor, həm də tozluq tərəfindən istehsal olunan materialdan ibarət spor divarı adətən, hər növə xas naxışa sahib olur. Erkək qametofit inkişaf etdikcə, generativ hüceyrə boru hüceyrəsinin içinə keçir və beləliklə də, boru hüceyrəsinin daxilində müstəqil bir hüceyrə formalaşır.

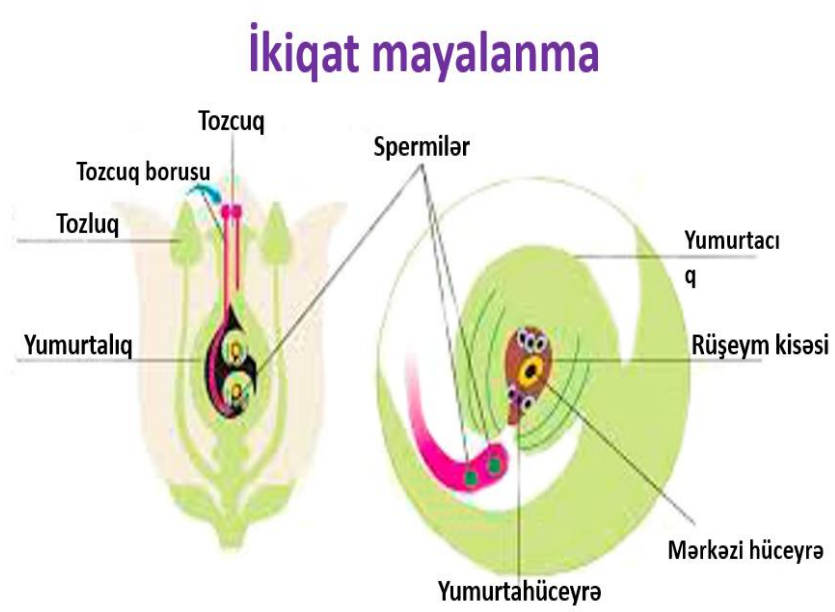
Tozcuq borularında spermin ötürülməsi ilə mikrosporangium açılaraq tozcuqları buraxdıqdan sonra tozcuqlar ağızcığının səthinə ötürülüb, tozlanma aktını həyata keçirir. Tozlanma anındakı tozcuq dənəsi adətən, ancaq boru hüceyrəsi ilə generativ hüceyrədən ibarət olur. Bunun ardından tozcuq su qəbul edir və spermi diş qametofitə çatdıran tozcuq borusu adlanan hüceyrəvi çıxıntı istehsal edərək cücərir. Tozcuq

borusu sütuncuq boyu irəlilədikcə generativ hüceyrənin nüvəsi mitozla bölünərək, iki sperm istehsal edir və bu hüceyrələr boru hüceyrəsinin içində qalır.

Tozcuq borusunun ucu sinergidlər tərəfindən buraxılan kimyəvi cəlbedicilərə cavab olaraq, mikropilə doğru böyüdükcə boru hüceyrəsinin nüvəsi iki spermdən qabaqda gedir. Tozcuq borusunun gəlişi iki sinergiddən birinin məhvini başladaraq, rüşeym kisəsinə yolu açır. Bunun ardından boru nüvəsi və iki sperm tozcuq borusundan dişi qametofitin yaxınlığına düşür.

12.3. İkiqat Mayalanma

İki qametın birləşməsi - mayalanma - iki sperm dişi qametofitə çatdıqdan sonra baş verir. Bir sperm yumurtanı mayalayaraq, ziqotu formalaşdırır. Digər sperm isə iki qütbü nüvə ilə birləşərək, dişi qametofitin iri mərkəzi hüceyrəsinin mərkəzində triploid ($3n$) nüvə əmələ gətirir.



Mayalanma - iki sperm dişi qametofitə çatdıqdan sonra baş verir. Bir sperm yumurtanı mayalayaraq, ziqotu formalaşdırır. Digər sperm isə iki qütbü nüvə ilə birləşərək, dişi qametofitin iri mərkəzi hüceyrəsinin mərkəzində triploid ($3n$) nüvə əmələ gətirir

Mayalanma zamanı mayalanmada iştirak etməyən 3 hüceyrə antipod, 2 hüceyrə isə sinergid adlanır. İkiqat mayalanma zamanı boru nüvəsi, yerdə qalan sinergid və antipod hüceyrələr məhv olur. İkiqat mayalanmadan sonra hər toxumluq bir toxuma çevrilir. Bununla paralel olaraq, yumurtalıq toxumları əhatə edən, onların külək və ya heyvanlar tərəfindən yayılmasına kömək edən meyvəyə çevrilir.

Ziqot inkişaf edib sporofit rüşeymi formalaşdırdıqca, toxum növdən-növə dəyişilən nisbətlərdə protein, yağ və nişasta toplayır. Bu isə toxumları əsas qida itkisi yerlərindən biri edir. Əvvəldə karbohidrat və digər qidalar toxumun endospermində toplansa da, daha sonra növdən asılı olaraq, rüşeymin şişməkdə olan ləpə yarpaqları (toxum yarpaqları) bu funksiyanı öz üzərinə götürür.

Dənli bitkilərdə və birləpəlilərin çoxunda, o cümlədən bir çox ikiləpəlilərdə endosperm cücərmədən sonra cücərtinin istifadə edə biləcəyi qida maddələrini özündə ehtiva edir. Digər ikiləpəli toxumlarda toxumun inkişafı tamamlanmadan öncə endospermdeki qida ehtiyatı ləpə yarpaqlarına keçir və ona görə də yetişkin toxumda endosperm olmur.

Toxumun cücərməsi suyun qəbulundan sonra enzimlər endosperm və ya ləpə yarpaqlarında toplanmış ehtiyat qidaları həzm etməyə başlayır və ortaya çıxan qidalı maddələr rüşeymin böyüyən bölgələrinə köçürülür. Cücərən toxumdan çıxan ilk orqan radikl, yəni rüşeym köküdür. Endosperm inkişafı adətən, rüşeymdən əvvəl inkişaf edir. İkiqat mayalanmadan sonra toxumluqdakı mərkəzi hüceyrənin triploid nüvəsi bölünür. Sitokinez sitoplazmanı bölmələrə ayıraraq, nüvələr arasında membranlar əmələ gətirəndə bu maye kütləsi

(endosperm) çoxhüceyrəli formaya keçir. Cəmi üç dənli bitkinin-buğda, qarğıdalı və düyü endospermi insanların həyatda qalması üçün lazım olan qida enerjisinin böyük hissəsini təmin edir. Dənli bitkilərdə və birləpəliyərin çoxunda, o cümlədən bir çox ikiləpəliyərdə endosperm cücərmədən sonra cücərtinin istifadə edə biləcəyi qida maddələrini özündə ehtiva edir. Digər ikiləpəli toxumlarda toxumun inkişafı tamamlanmadan öncə endospermdəki qida ehtiyatı ləpə yarpaqlarına keçir və ona görə də yetişkin toxumda endosperm olmur.

İkiləpəli bitkidə rüşeymin inkişafı.

Toxumluq yetişkin toxum yaradana qədər, divarlar isə bərkilərək qalınlaşıb toxum örtüyünə çevrilənədək ziqot elementar orqanlara malik olan rüşeymi əmələ gətirir.

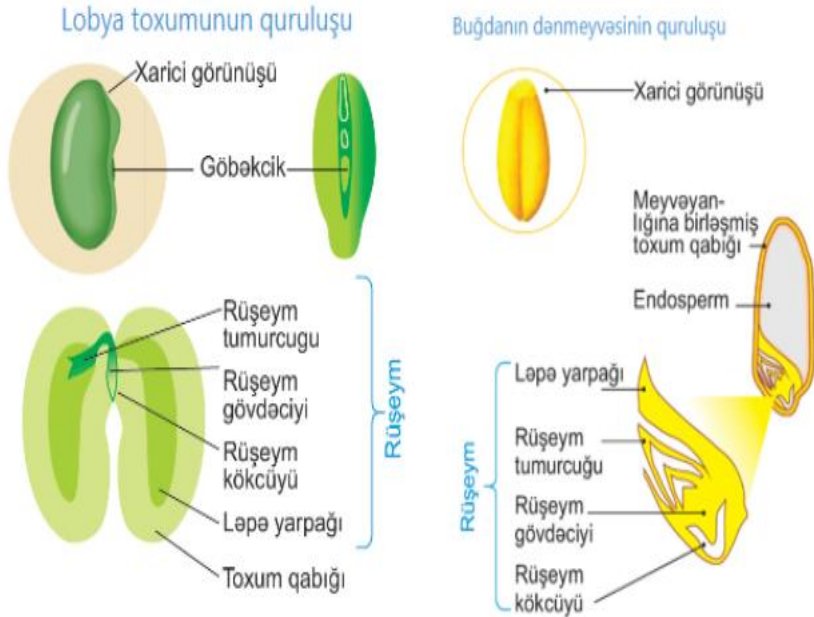
Rüşeymin inkişafı.

Ziqotun ilk mitoz bölünməsi asimmetrik olub, mayalanmış yumurtanı bazal və terminal hüceyrəyə ayırır. Növbəti mərhələlərdə rüşeymin böyük hissəsi terminal hüceyrədən əmələ gəlir. Bazal hüceyrə bölünməyə davam edərək, rüşeymi ana bitkiyə bağlayan asılqan adlanan hüceyrələrdən ibarət sapı əmələ gətirir. Asılqan ana bitkidən, bəzi növlərdə isə endospermdən rüşeymə qida köçürülməsinə kömək edir. Asılqan uzandıqca rüşeymi qidalı və qoruyucu təbəqələrin içinə doğru basır. Buna paralel olaraq terminal hüceyrə bir neçə dəfə bölünərək, asılqana bağlı olan kürəvi prorrüşeymi (erkən rüşeym) əmələ gətirir. Ləpə yarpaqları prorrüşeym üzərində qabarıqlar şəklində inkişaf etməyə başlayır.

İbtidai ləpə yarpaqları əmələ gəldikdən sonra rüşeym uzanmağa başlayır. Rüşeym zoğunun təpəsi iki ləpə yarpağının arasında yerləşir. Rüşeymin əks tərəfində, asılqanın bağlandığı yerdə kök təpəsi formalaşır. Toxum cücərəndən sonra, bitkinin həyat periodu ərzində zoğ və kökün ucundakı apikal (təpə) meristemlər birincili böyüməni davam etdirirlər.

12.4. Toxum

Toxum sərbəst çoxalma orqanı olub, çiçəkli bitkilərin inkişafında mühüm rol oynayır. Mayalanma zamanı toxumluğun - meqasporangiyanın inkişafında yaranan məhsul toxum adlanır.



Toxumun quruluşu. Toxum qabıqdan, endospermdən və rüşeymdən təşkil olunmuşdur. Toxumun daxilində rüşeym, onun da yanında rüşeymin müvəqqəti (ehtiyat maddəsi) qidası olur. Hər bir toxum xaricdən qabıqla örtülü olur. Toxumu xarici təsirlər olan qurumaqdan, zədələnmədən toxum qabığı qoruyur və tamlığını bərpa edir. Toxumun xarici qabığı fərqli sərtlilikdə və rəngdə, üzəri çopur, qırıxıq, hamar, kələ-kötür, tikanlı, tüklü olur.

Xüsusi hüceyrələr qrupu olan endospermə ehtiyat qida maddəsi yığılır. Toxumun rüşeymini qidalandırır. Örtülü toxumlu bitkilərə çiçəkli bitkilər aid edilir. Buna səbəb toxum tozlananda və mayalananda əsas bitkidə qapalı yumurtalıqda yaranmasıdır və eyni zamanda ilk inkişafını yumurtalıqda vacib bitki üzərində aparmasıdır. Toxumlar böyüklük və çəki baxımından, eləcə də birləpəli və ikiləpəli olduğuna görə çox cürbəcürdür. Müxtəlif rəngdə və formada olurlar. Toxumda olan ləpə üstədən qabıqla örtülmüşdür.

Toxumun aşağıdakı hissələri vardır: kökcük, ləpə (və ya ləpələr), gövdəcik, toxum qabığı (dəriciyi), endosperm, tumurcuq (yarpaqcıq). Kökcük, gövdəcik və tumurcuq bir yerdə toxumun rüşeymi adlanır. Rüşeym kökcüyündən bitkinin əsas kökü əmələ gəlir. Rüşeym gövdəciyinin üstündə rüşeymin hissələri olur. Əsas gövdə rüşeym tumurcuğundan inkişaf edir. Ləpə yarpaqları bitki rüşeyminin ilk yarpaqlarıdır. Bəzilərində çox yaxşı əmələ gəldiyi üçün (məsələn, lobyə) ləpə yarpaqları torpaqdan qırağa çıxmır. Toxumun rüşeyminin inkişafı üçün vacib olunan ehtiyat qida maddələri ləpələrdə rüşeymdə, ya da endospermə yerləşir.

Birləpəli və ikiləpəli bitkilər.

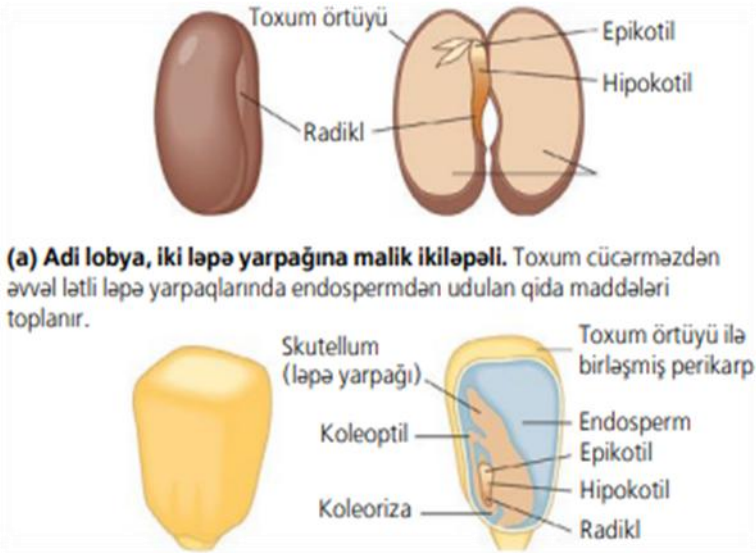
Çiçəkli bitkilərin rüşeymində əsasən bir və ya iki ləpə yarpağı olur. Rüşeymində bir ləpə yarpağı olan bitkilərə birləpəlilər, iki ləpə yarpağı olanlar isə ikiləpəlilər adlanır.

İkiləpəli bitkilər. Bunların toxumunda ehtiyat qida maddələri toxumun rüşeymində toplanır. Lobyə, noxud kimi ikiləpəli bitkilərin toxumlarında, ehtiyat qida maddələri rüşeymin ləpə yarpaqlarında, yabanı ağ turp və quşəppəyi bitkilərində isə tumurcuqdan savayı rüşeymin hər yerində toplanır. Qaymaqçiçəyi və üçrəng bənövşə bitkilərində qida maddələri rüşeymdən başqa, həm də endospermə toplanır. Bu səbəbdən onların rüşeymləri endospermlə əhatə olunur.

Birləpəli bitkilər. Buğda, çovdar, soğan, zanbaq kimi birləpəli bitkilərin rüşeymində ehtiyat qida maddəsi olmur.

Ehtiyat qida maddəsi toxumun yalnız endospermində toplanır. Toxum cücərərkən endospermində olan ehtiyat qida maddələri ləpə yarpağı vasitəsilə rüšeymə daxil olur.

Toxum qabığı. Toxumun qabığı toxum borusunun xarici qabığından əmələ gəlir. Dənli bitkilərdə toxumlarda toxumun qabığı yumurtalığın divarları ilə sıx yapışır. Mayalanma qurtardıqdan sonra toxum inkişaf etdikdə yumurtalığın divarlarında morfoloji, biokimyəvi dəyişkənlik baş verir və bunun nəticəsində meyvə qılaflı (perikarpiya) yaranır. Toxumun



qabığı onun daxili hissələrini mexaniki zədələnmələrdən, xarici mühitin zərərindən mühafizə edir və suyun daxil olmasını, buxarlanmanı, qaz mübadiləsini və s. təmin edir. Toxumun qabığı əsasən sellülozadan ibarətdir, onun bərkliyinə səbəb isə liqninlə örtülü olmasıdır. Toxumun qabığında xeyli mantar toxumaları yerləşir. Bəzən toxumların (kətanda) qılaflının üstündə selikli maddələr, başqalarında isə aşı maddələri və pigmentlər vardır. Toxum qabığında çoxlu miqdarda kül elementləri (Ca, Si, P və s.) və mikroelementlər vardır.

Toxumun tərkibində müxtəlif üzvi və qeyri üzvi maddələr var. Günəbaxan, çətənə, kətan, pambıq, zeytun, qoz, fındıq və bir çox başqa bitkilərin toxumlarında yağ çoxdur. İnsanlar bir çox bitkiləri onların toxumlarında olan üzvi mineral maddələri və yağları almaq üçün becərirlər.

Toxumların tənəffüsü. Bütün canlılar- bitkilər, heyvanlar və insanlar tənəffüs etdiyi kimi toxumlar da tənəffüs edir. İnsanlar və heyvanlar xüsusi tənəffüs orqanları ilə tənəffüs edir. Lakin bitkilərin xüsusi tənəffüs orqanları yoxdur. Toxumlar cücərərkən rüşeym kökcüyü, gövdəciyi və yarpaqcıqları vasitəsi ilə tənəffüs edir. Quru toxumlarda tənəffüs prosesi zəif gedir. Onların tənəffüsü cücərmə zamanı daha güclü olur.

12.5. Toxumun cücərməsi

Toxumların cücərməsi üçün *rütubət* *hava* və *istilik* lazımdır. Əksər çiçəkli bitkilərin toxumlarının cücərməsi üçün çoxlu miqdarda hava tələb olunur. Ona görə bu toxumlar suyun içində cücərmir. Çəltik və pişikquyruğu kimi bitkilərin toxumları cücərmə üçün tələb olunan oksigeni suda həll olmuş şəkildə olan havadan da ala bilir. Bu səbəbdən onların toxumları suyun içində də cücərir.

Toxumlar müəyyən temperatur şəraitində cücərir, məsələn, çovdar, noxud və buğda bitkilərinin toxumları 3°C-yə qədər, əksər bitkilərin toxumları isə yalnız 10–15°C və daha yüksək temperatur şəraitində cücərir. Cücərməzdən əvvəl toxumlar su udaraq şişir.

Müxtəlif bitkilərin cücərməsi üçün lazım olan suyun miqdarı:

Noxud-öz çəkisi qədər.

Qarğıdalı-öz çəkisinin yarısı qədər.

Darı - çəkisinin 1/4 qədər.

Toxumun içərisində rüşeym və onun ilk qidasını təşkil edən ehtiyat qida maddəsi var. Toxumun rüşeymi üç hissədən: tumurcuq, kökcük və ləpədən ibarətdir.

Toxum inkişafa başladıqda tumurcuqdan gələcək yarpaq və 46 gövdə, kökcükdən bitkinin kök sistemi, ləpədən isə bitkinin ilk yarpaqları əmələ gəlir. Ehtiyat qida maddəsinin toplandığı əsas toxumaya (ehtiyat parenxim) endosperm (endosperm – daxili toxum deməkdir) deyilir. Bəzən belə olur ki, ehtiyat qida maddələri endospermə yox, rüşeymin öz hissələrində toplanır, bu zaman o, endospermsiz toxum adlanır.

Endospermli (bir ləpəli) toxumlara buğda, arpa, vələmir və s. taxıl bitkiləri, zanbaqçiçəklilər və sair bitkilər daxildir. Endospermli toxumlar rüşeym, endosperm və qabıqdan ibarətdir. Qabıq rüşeym ilə endospermi xaricdən əhatə edir. Rüşeym kökcük, gövdəcik və tumurcuqdan ibarətdir. Bunlardan başqa endosperm ilə rüşeym arasında qalxancıq olur ki, o, endospermə qida maddələrini sorub cücərməkdə olan rüşeymə keçirir.

Qalxancıq rüşeymin ilk yarpaqcığı hesab olunur. Rüşeymin ilk yarpaqcıqları isə ləpə adlanır. Endospermli toxumlarda qalxancıq bir ədəd olduğundan, bir ləpəli toxumlar adlanır. Endospermli toxumlarda ehtiyat qida maddəsi olaraq əsasən nişasta və zülal toplanır. Endospermsiz (iki ləpəli) toxumlara misal olaraq lobyə, noxud, alma, pambıq, badımcən, palıd, gənəgərçək və s. toxumları göstərmək olar.

Endospermsiz toxumlar qabıq və rüşeymdən ibarətdir. Rüşeym yenə də kökcükdən, tumurcuqdan və iki ədəd ləpədən ibarətdir. Endospermsiz toxumların ləpələrində ehtiyat qida maddələri toplanır. Bu toxumlarda ehtiyat şəklində zülal və nişasta toplandığından onlar zülallı–nişastalı toxumlar adlanır. Lakin ehtiyat qida maddələrinin əsas hissəsini zülal təşkil edir.

Toxumun cücərməsi üçün əlverişli şəraitin olması lazımdır. Hər şeydən əvvəl toxumun cücərməsi üçün istilik, rütubət, işıq, tənəffüsü üçün isə oksigen lazımdır. Toxuma

daxil olan suyun təsiri altında toxum şişir. Su ilə birlikdə fermentlərdə təsir göstərir və ehtiyat qida maddələri məhlul halına keçib rüşeyimin qidalanmasına sərf olunur. Qida maddələrinin məhlulu rüşeymə çatdıqda, onda böyümə və inkişaf başlayır. Toxumların cücərməsi üçün ikinci şərt temperaturdur.

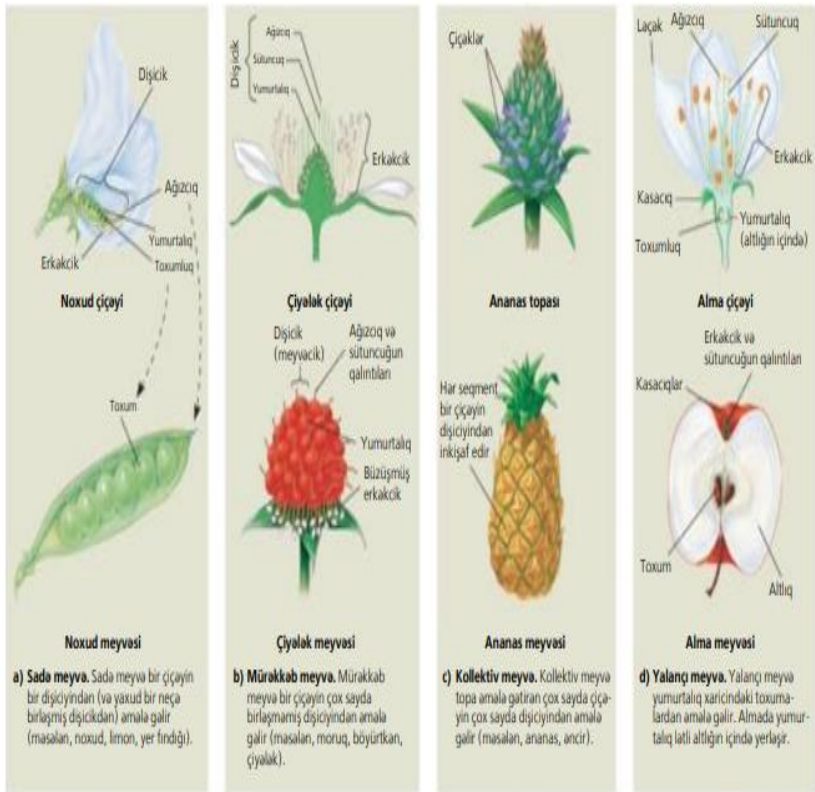
Cücərmə temperaturu minimum, optimum və maksimum olur. Temperatur minimum olduqda toxumda cücərmə başlanır, optimum temperaturda isə cücərmə nisbətən şiddətlənir, temperatur maksimumdan çox olduqda cücərmə dayanır. Müxtəlif bitkilər üçün müxtəlif temperatur hədləri olur. Məsələn, buğda və çovdar toxumu üçün minimum 0-4,8°C, optimum 25-31°C, maksimum 31-37°C; xiyar toxumu üçün minimum 15-18,5°C, optimum 31-37°C, maksimum 44-50°C temperatur lazımdır.

Toxum cücərməyə başladıqda ilk dəfə rüşeym kökcüyü və sonra gövdəcik inkişaf etməyə başlayır. Böyüyən və inkişaf edən rüşeymdən tədricən müstəqil bitki əmələ gəlir. Onun kökü, gövdəciyi və yarpaqları iriləşir və nəhayət müstəqil bitkiyə çevrilir. Toxumun cücərməsindən, yer üstündə ilk yaşıl yarpaqların əmələ gəlməsinə qədər cücərti, toxumda olan ehtiyat qida maddələri hesabına qidalanır və tənəffüs edir.

Yaşıl yarpaqlar əmələ gəldikdən sonra isə bitkilərdə üzvi maddələr hazırlanır. Daha doğrusu assimilyasiya prosesi gedir və müstəqil həyat başlanır

12.6. Meyvə

Meyvənin inkişafı zamanı yumurtalıq divarı meyvənin qalınlaşmış xarici divarı olan perikarpa çevrilir. Meyvə - tozlanma və mayalanma nəticəsində çiçəyin yumurtalığından əmələ gəlir. Yumurtalığın divarının böyüməsindən meyvə yanlığı əmələ gəlir. Meyvənin əsas funksiyası toxumu mühafizə etmək və onu yaymaqdır.



Bəzi bitkilərdə meyvənin əmələ gəlməsində çiçək yatağı da iştirak edir, belə meyvələr yalançı meyvələr adlanır. Toxumların miqdarına görə meyvələr 2 qrupa bölünür.

1. Birtoxumlu

2. Çoxtoxumlu

Toxum yumurtacıqdan əmələ gəldiyi üçün toxumların sayı yumurtacıqların sayında asılı olaraq dəyişir. Meyvə yanlığının quruluşundan asılı olaraq da meyvələr 2 qrupa bölünür.

1.Şirəli

Növləri

• Giləmeyvə-üzəri nazik qabıqla örtülmüş içərisində çoxlu toxumlar meyvələrdir (pamidor, üzüm, feyxoa).

• Almameyvələr-alma, armud, heyva.

• Narınc-subtropik meyvələr

• Qabaqmeyvə-boranı, qarpız, yemiş, potisson.

2.Quru (buğda, turp, günəbaxan) toxumun sayına görə 2 qrupa bölünürlər.

1.Birtoxumludur.

Növləri

• Dənmeyvə-meyvə yanlığı toxumla birləşir, bir-birindən ayrılmır (buğda, arpa, qarğıdalı).

• Fındıqmeyvə-meyvəyanlığı odunlaşıb (fındıq, qoz, püstə, badam, şabalıd).

• Toxumca-Dəricik toxumla birləşmir (günəbaxan, zəncirotu, qanqal).



2.Çoxtoxumludur

Növləri

- Paxlameyvə-toxumlar qın şəkilli iki taycıqda yerləşir (lobya, noxud, akasiya).
- Buynuzmeyvə-toxumlar tayların arasındakı pərdə şəkilli arakəsmədə yerləşir (kələm, turp).
- Qutucuq-toxumlar qutucuqda yerləşir və qutucuq açılanda toxumlar tökülür (xaş-xaş, tütün).

Meyvə və toxumlar küləklə, heyvanlar, quşlar, su və insan vasitəsi ilə uzaq məsafələrə yayılır. Meyvə bitkiləri əsasən vegetativ yolla və calaqla çoxaldılır.

Meyvənin yetişməsi.

Yetişməmiş lətli meyvələr adətən, daha turş, sərt və yaşıl olur. Bu xassələr inkişaf etməkdə olan toxumları otyeyənlərdən qorumağa kömək edir. Yetişdikdən sonra yetişmiş meyvələr toxumları yayan heyvanları cəlb etməyə kömək edir. Bir çox hallarda meyvədə etilen istehsalındakı artım yetişmə prosesini aktivləşdirir. Hüceyrə divarlarının enzimlər tərəfindən parçalanması meyvəni yumşaldır, nişasta və turşuların şəkərə çevrilməsi meyvəni şirinləşdirir. Yeni qoxu və rənglərin istehsalı meyvələri yeyən və toxumları yayan heyvanlara meyvənin yetişdiyini çatdırmağa kömək edir. Yetişmə zamanı zəncirvari bir reaksiya baş verir. Etilen yetişməyə, yetişmə isə öz növbəsində daha çox etilen istehsalına səbəb olur.

12.7.Toxum və meyvələrin yayılması

Meyvə və toxumlarını su ilə yayanlar



Elodeya

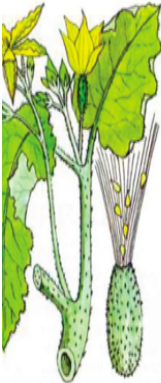


Suzanbağı



Qızılağac

Toxumlarını özləri yayanlar



İtxiyarı



Paxlameyvə



Qutucuq meyvə



Buynuzmeyvə

Meyvə və toxumlarını heyvan və insanlar ilə yayanlar



Moruq



Böyürtkən



Qarağat



Atpıtrağı



Dəvədabanı

Toxumlarını müxtəlif amillərlə yayanlar

Bunların toxumları hər hansı bir amilin – küləyin, suyun, heyvan və insanların vasitəsilə yayılır.

Küləklə yayanlar

Uçağanlar



Zəncirotu

Tükcüklər



Qovaq



Söyüd



Suqamışı

Qanaqcıqlar



Cökə



Ağcaqayın



Göyrüş

Təlim nəticələri:

1. Çiçəyin quruluşunu və funksiyasını təsvir edir
2. İkiqat mayalanma prosesini təsvir edir.
3. Toxumun anatomiyasını və fiziologiyası təsvir edir.

Ədəbiyyat

1. N.A. Qasimov, N. Ş.Əliyeva, S.M.Tahirli, S. M.Abdueva-İsmaylova. Bitki anatomiyası.
2. Rəşad Səlimov. Yaşar Kazımov. Gülnar Mirzəyeva. Biologiya.
3. https://www.e-derslik.edu.az/noduploads/vet_pdf/botanika-seleksiya-va-bitki-muhafiza-tadbirlari.pdf
4. Campbell biologiya. urry. cain. wasserman minorsky. reece birinci və altıncı bölüm.
5. Zaur Hübətov bitki morfologiyası və anatomiyası üzrə mühazirələr mətni.
6. A.Ş. İbrahimov, C.Ə.Əliyev, R.İ.Bəşirov, A.Q.Qarayeva. Botanika.
7. Robert Edward Lee Phycology.
8. Buggeln, R. G. (1974). Negative phototropism of the haptera of *Alaria esculenta* (Laminariales). J. Phycol.
9. Cabello-Pasini, A., and Alberte, R. S. (2001). Expression of carboxylating enzymes in *Laminaria setchellii* (Phaeophyceae). Phycologia.
10. Tutayuy V.X. Bitki anatomiyası və morfologiyası. Bakı., 1966.
11. Əliyər İbrahimov, Musa Piriyeu, Daşqın Qənbərov, Həbib Hüseynov. Fermentlər.

Mündəricat

Giriş. Bitkilərin ümumi xassələri	3
I Fəsil. Bitki hüceyrəsinin anatomiyası və fiziologiyası	
1.1. Bitki hüceyrəsi	6
1.2. Mitoxondri və xloroplastın mənşəyi	12
1.3. Bitkinin hüceyrə divarı	16
1.4. Bitki hüceyrəsinin qovşağı. Plazmodesma	18
1.5. Vakuollar	19
1.6. Hüceyrədə toplanan bioloji aktiv və ehtiyat qida maddələri	20
II Fəsil. Hüceyrədə üzvi maddələr	
2.1. Karbohidratlar	22
2.2. Yağ	27
2.3. Zülallar	33
2.4. Fermentlər	38
2.5. Nuklein turşuları	39
2.6. DNT- nin replikasiyası	44
2.7. Gendən proteinə	51
2.8. Vitaminlər	73
2.9. Antibiotiklər və fitonsidlər	74
III. FƏSİL. TOXUMALAR.	
3.1. Meristem toxuma	81
3.2. Əsas toxuma (Parenxim)	85
3.3. Ötürücü toxuma	90
3.4. Örtük toxuması	92
IV Fəsil. Kökün anatomiyası və fiziologiyası	
4.1 Kökün anatomiyası və fiziologiyası	95
4.2. Su və mineral maddələrin udulması	100
V Fəsil. Yarpağın anatomiyası və fiziologiyası	
5.1. Yarpağın anatomiyası və fiziologiyası	110
5.2 Bitkilərdə turqor hadisəsi	116
VI Fəsil. Fotosintez	
6.1. Fotosintez	119

VII Fəsil. Tənəffüs	
7.1. Tənəffüs -----	127
7.2. Bioloji oksidləşmə -----	138
VIII Fəsil. Bitkilərdə su mübadiləsi	
8.1. Bitki orqanizmində suyun rolu və mübadiləsi -----	141
8.2. Transpirasiya -----	143
8.3. C ₃ , C ₄ və CAM bitkilər -----	146
IX Fəsil. Gövdə anatomiyası və fiziologiyası	
9.1. Gövdə anatomiyası və fiziologiyası -----	150
9.2 Gövdənin böyüməsi və anatomiyası -----	152
X Fəsil. Bitkilərdə böyümə, hormonlar və hərəkəti	
10.1. Bitkilərdə böyümə və hormonlar -----	156
10.2. Bitkilərin hərəkəti -----	157
10.3. Fotoperiodizm -----	159
10.4. Bioloji saatlar və Sirkadian ritmlər -----	162
XI Fəsil. Bitkilərdə qeyri cinsi çoxalma	
11.1. Bitkilərdə qeyri cinsi çoxalma -----	164
11.2. Vegetativ çoxalma -----	165
XII Fəsil. Bitkinin generativ orqanları	
12.1. Çiçəyin anatomiyası və fiziologiyası -----	167
12.2. Tozlanma -----	169
12.3. İkiqat Mayalanma -----	175
12.4. Toxum -----	178
12.5. Toxumun cücərməsi -----	181
12.6. Meyvə -----	183
12.7. Toxum və meyvələrin yayılması -----	187
Ədəbiyyat -----	189

Abdullayeva Şəhla Ayaz qızı
Məmmədova Rəqşanə Fəxrəddin qızı

BİTKİLƏRİN ANATOMİYƏ VƏ FİZİOLOGİYASI

DƏRS VƏSƏİTİ

Nəşriyyatın direktoru: Hüseyn Hacıyev
Redaktor: Mustafa Şəfiyev
Korrektor: Sevinc Mamoyeva
Dizayn: Müşfiq Hacıyev
Cildçi: Elmar Mikayılov

Çapa imzalanmış 13.05.2024-cü il
Kağız formatı 70x100^{1/16}, çap vərəqi 12
Sifariş 103, sayı 100

ADPU-nun nəşriyyatı
Bakı, Ü.Hacıbəyli küçəsi, 68
Tel: (+912) 493-74-10
E-mail: poliqrafiya@mail.ru