

**R.Ə. QULİYEV, M.Ş. BABAYEV,  
E.M. AXUNDOVA**

# **TƏKAMÜL TƏLİMİ**

***Dərslik***

Yenidən işlənmiş ikinci nəşri

*Azərbaycan Respublikası Təhsil  
Nazirliyinin 24.11.2009-cu il tarixli  
1331 sayılı əmri ilə təsdiq edilmişdir.*

**ÇAŞIOĞLU**  
**2012**

## RƏYÇİLƏR

biologiya elmləri doktoru, professor  
*Qara Teyfur oğlu Mustafayev*

biologiya elmləri doktoru, professor  
*Əli Həsən oğlu Əliyev*

## ELMİ REDAKTOR

biologiya elmləri doktoru, professor  
*Məcnun Şıxbaba oğlu Babayev*

**Quliyev R.Ə., Babayev M.Ş., Axundova E.M.**

**Təkamül təlimi.** *Ali məktəblər üçün dərslik.* Yenidən işlənmiş ikinci nəşri. Bakı: Çarşıoğlu, 2012.– 456 s.

Mövcud program əsasında yazılmış bu dərslik universitetlərdə biologiya ixtisası alan tələbələr üçün nəzərdə tutulmuşdur. Dərslikdə təkamül təliminin tarixindən, canlı həyatın əmələ gəlməsi, həmçinin Yer üzərində həyatın mütəşəkkilliyindən ətraflı bəhs olunur. Burada bioloji təkamülün hərəkətverici qüvvələrinə mikrotəkamül və makrotəkamül problemlərinə müasir səviyyədən yanaşma əks olunmuşdur.

Kitabın giriş, I bölmə (1, 2, 3 və 4-cü fəsillər), II bölmə (5 və 6-cı fəsillər), IV bölmə (14,15 və 16-cı fəsillər) və V bölmə (18-ci fəsil) prof. M.Ş.Babayev, III bölmə (7,8,9,10,11,12 və 13-cü fəsillər), V bölmə (19 və 20-ci fəsillər) prof. E.M.Axundova və IV bölmə (17-ci fəsil) prof. R.Ə.Quliyev tərəfindən tərtib edilmişdir.

Dərslikdən universitetlərin, Kənd Təsərrüfatı Akademiyasının tələbələri, magistr və aspirantlar, həmçinin orta ümumtəhsil məktəblərinin biologiya müəllimləri faydalana bilər.

Q  $\frac{1901000000 - 707}{082 - 12}$

© Quliyev R.Ə., Babayev M.Ş., Axundova E.M., 2012.

## ÖN SÖZ

XIX əsrin ikinci yarısında Ç.Darvin canlı təbiətin təkamülünün elmi konsepsiyasını yaratdı. Darvinin təlimi biologiyada sərt dönüşə səbəb olub, sonrakı dövr üçün elmi dünyagörüşün formalaşmasında böyük təsirə malik oldu. Müasir təkamül təlimi bioloji elmlərin böyük bir kompleksinin nəzəri əsası hesab edilir, belə ki, o, yəni təkamül təlimi həyatın bütün formalarının tarixi inkişafının və onun mütəşəkkilliyinin bütün səviyyələrinin ümumi qanunlarını açdı. Buna görə də təkamül təlimi kursu ali məktəblərin proqramına daxil edildi. Təkamül təliminin bir çox bölmələri təbiətsünaslığın digər sahələri və dialektik-materialist fəlsəfə ilə əlaqədardır.

Bioloji təkamül dedikdə, çox uzun sürən geoloji tarix ərzində həyatın qeyri-üzvi aləmdən necə əmələ gəldiyi, onun sadə quruluşundan mürəkkəb quruluşa doğru, birlüceyrəli orqanizmlərdən insana qədər dönməz bir inkişaf prosesi, həmçinin onun qanunauyğunluqlarının öyrənilməsi nəzərdə tutulur.

Müasir təkamül təlimi XIX əsr və XX əsrin ortalarınaqədərki təkamül təlimi səviyyəsində qalmamışdır. Biologiya elminin yeni sahələri – genetikə, molekulyar biologiya, molekulyar genetikə, biokimya, biofizika, genetik mühəndislik və s. inkişaf etdikcə təkamül təlimi həm faktlar baxımından, həm də keyfiyyət baxımından zənginləşmiş, inkişaf etmiş və müasir dövrün tələblərinə cavab verə biləcək bir səviyyəyə çatmışdır.

Bir sıra digər elmlərdə olduğu kimi bioloji təkamül təliminin ən zəruri məqsədi – üzvi aləmin inkişafının qanunauyğunluqlarını öyrənmək və onun mexanizmini açmaqdan ibarətdir. Bu mühüm qanunauyğunluğu öyrənməyin həm nəzəri-təcrübi, həm də metodoloji cəhətdən əhəmiyyəti böyükdür.

Bu «Təkamül təlimi» dərsləri universitetlərdə biologiya ixtisası alan tələbələr üçün yeni proqram əsasında yazılmışdır. Əvvəllər yazılmış təkamül təlimi dərsliklərindən fərqli olaraq bu dərsləyin həcmi şəkillər, bəzi fəsillərin müasir məlumatlarla zənginləşdirilməsi, həmçinin yeni fəsillərin əlavə edilməsi hesabına artmışdır. Dərsləyin əsas hissəsi müasir təkamül təliminin əsas vəziyyətini özündə birləşdirir. Dərsləyin quruluşu təkamül təliminin predmetinin məntiqi məzmununa uyğun gəlir.

Təkamül təliminin tədrisi təcrübəsi göstərir ki, kursun predmetinin məntiqinə uyğun olaraq materialın bölüşdürülməsi, onun tələbələr tərəfindən düzgün mənimsənilməsinə xeyli asanlaşdırır.

Təkamül təliminin yuxarı kurslarda tədris olunması heç də təsadüfi xarakter daşmır. Təkamül təliminin əsas məqsəd və məzmununu mənimsəmək üçün aşağı kurslarda tədris edilən botanika, zoologiya, mikrobiologiya, genetikə, sitologiya, fərdi inkişaf, fiziologiya, biokimya, biofizika, ekologiya və i.a. kimi fənlərin proqramları həcmində hazırlıq tələb olunur. Bu o demək deyildir ki, təkamül təlimi müxtəlif bioloji fənlərdən təşkil olunmuş hissəciklərin cəmidir. Kursun ayrı-ayrı bölmələri və fəsilləri ilə tanışlıq zamanı aydın olacaqdır ki, təkamül təlimi, tamamilə, müstəqil bir fəndir, onun da əsas məqsədi, məzmunu, üsulları, həll olunacaq məsələ və problemləri vardır. Təkamül təlimi üzvi aləmin meydana çıxması, inkişafı, ümumi qanunauyğunluqları, onun istiqamətləri, hərəkətdirici qüvvələri haqqında düzgün təsəvvür yaradır.

Bioloji təkamül uydurulmuş fantastik bir anlayış deyil, o, həqiqətən də təbiətdə gedən real, obyektiv və tarixi bir prosesdir. Təbiətdə istər canlı, istərsə də cansız varlıqlar prosesi düzgün qiymətləndirməyi bacarmayanların, idealistlərin, metafiziklərin zənn etdikləri kimi hazır bir şəkildə yaranmamış, onlar uzun sürən tarixi inkişafın – təkamülün məhsuludur. Hər bir cismin, hər bir canlı varlığın arxasında böyük bir tarixi keçmiş, uzun dövr vardır. Bu fənn canlılar aləminin tarixi inkişafını materializm baxımından şərh edir ki, bu da darvinizmin biologiya elminə gətirdiyi tarixilik prinsipidir.

Təkamül təliminin bioloji elmlərlə əlaqəsi yuxarıda verilmişdir. Onlardan genetikənin, müasir klassik təkamül təliminin bir elm kimi formalaşmasında rolu xüsusi şəkildə bizim tərəfimizdən bu dərslərdə ilk dəfə verilir. Bu baxımdan genotip təkamülü təkamülün əvvəllər məlum olmayan mexanizminin açılmasında nə qədər əhəmiyyətə malik olduğu aydın görünür.

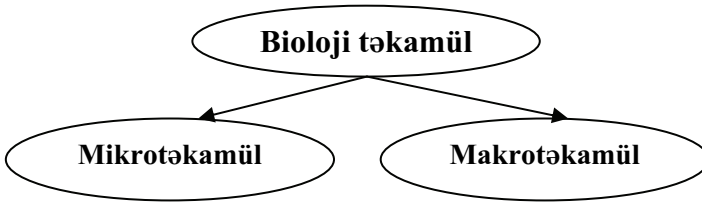
Beləliklə, nəzərə alınmalıdır ki, biologiyanın istənilən sahəsində təkamül təlimi haqqında təsəvvürə malik olmadan məntiqi qanunauyğunluq əldə etmək çətindir. Ona görə də biologiya sahəsində tədqiqat aparan hər kəs təkamül təlimindən faydalana bilər.

*Müəlliflərdən*

## GİRİŞ

«Təkamül» termini bir qayda olaraq müxtəlif elm sahələrində istifadə olunur. İlkən vəziyyətin vaxta görə ardıcıl dəyişilməsilə, hansısa yeni bir şeyin əmələ gəlməsi kimi təsəvvür edilən təkamülü atoma, qalaktikaya, yerə, maşınlara, cəmiyyətə, dərkolunma üsullarına, müxtəlif elm sahələrinə və s. şamil edirlər. Təkamül termini (*lat.* *evolutio* – çevrilmə) ilk dəfə biologiyada İsveç təbiətşünası Ş.Bonne tərəfindən 1762-ci ildə embrioloji işlərdə tətbiq edilmişdir.

Təkamül təlimini daha dərinədən öyrənmək, başqa elmlərlə müqayisə etmək, onun mexanizmini açıqlamaq və nəhayət üzvi aləmin inkişaf tarixinin qanunauyğunluqlarını müəyyən etmək üçün şərti olaraq iki hissəyə ayırırlar:



Mikrotəkamüldə yeni növlərin, makrotəkamüldə isə növdən yüksək taksonların əmələ gəlməsi baş verir (növəmələgəlmə makrotəkamüldə də davam edir).

***Bioloji təkamülün əsas cəhətləri.*** Bioloji təkamül digər «təkamüllərdən» mahiyyət etibarilə fərqlənir. Belə ki, onun əsasında makromolekulların və canlı orqanizmlərin öz-özünü törətməsi kimi nadir proseslər durur. Yerdə həyatın inkişaf tarixinin göstərdiyi kimi, bir çox nəsillər boyu demək olar ki, canlı sistemlərin qeyri-məhdud dərəcədə makromolekul və canlı orqanizmlərin yenidən yaranmasını özündə həll edir.

Bioloji təkamül proseslərə və nəticələrə görə çox müxtəlifdir. Bioloji təkamül geri dönməzdir və məlum dərəcədə üzvi aləmin istiqamətlənmiş tarixi inkişafı, populyasiyanın genetik tərkibinin dəyişilməsi ilə müşayiət olunan adaptasiyaların formalaşması, növlərin əmələ gəlməsi və məhv olması, biogeosenozların və biosferin bütövlükdə yenidən əmələ gəlməsidir. Bioloji tə-

kamülün nəticəsi həmişə inkişaf etməkdə olan canlı sistemlərin, onların mövcud olduqları şəraitə uyğun gəlməsidir. Belə bir uyğunluğun müvəffəqiyyəti bəzi bioloji sistemlərin geniş yayılması və digər diskret sistemlərin məhv olması ilə əlaqədardır.

**Darvinizm bir elm kimi.** Müasir elmdə təkamül prosesinin öyrənilməsinə böyük diqqət yetirilir və bununla demək olar ki, bütün bioloji fənlər məşğul olur. Xüsusi fənlərin məlumatlarına əsaslanmaqla təkamül təlimi ilk dəfə ümumi formada Ç.Darvin tərəfindən kəşf edilmiş həyatın ümumi qanunauyğunluqlarını və tarixi inkişafın hərəkətverici qüvvələrini öyrənir.

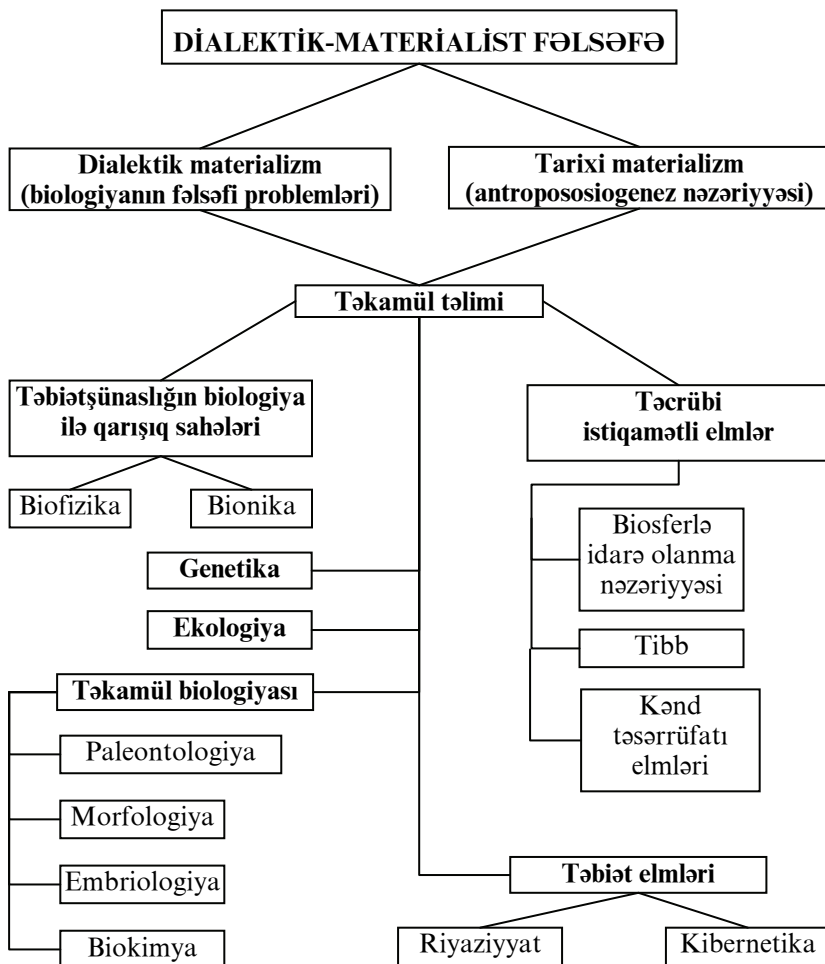
Ənənəvi və xüsusilə də təbiətsünaslığın yeni sahəsində məlumatların lava şəklində toplanması, klassik darvinizmin məzmununu xeyli genişləndirilmiş, təkamül təliminin ayrı-ayrı bölmələrinin nisbətini dəyişdirmişdir. Bir halda ki, müasir təkamül təliminin əsasını Darvin nəzəriyyəsi təşkil edir (təkamül amilinin başlıca və vahid istiqaməti kimi təbii seçmənin aparıcı rolu kimi təsəvvür edilən), deməli bu fəndə əks olunan müasir təkamül təlimi tam hüquqi əsasla əvvəllər olduğu kimi darvinizm adlandırılı bilər.

*Təkamül təliminin məqsədi – gələcəkdə bu prosesi idarə etmək üçün üzvi aləmin inkişafının qanunauyğunluqlarını üzə çıxarmaqdan ibarətdir.*

Müasir dövrdə antropogen amillərin təsiri altında biosferdə baş verən nəhəng dəyişmələrdən bəşəriyyət narahatdır. Qısa bir vaxt ərzində biosferin təkamülünün qanunauyğunluqlarını bilməmək üzündən, təbii sistemlərin inkişafına insanın şüursuz müdaxilə etməsi üzündən planetin müxtəlif rayonlarında pozulmalar baş vermişdir. Buna bənzər nəticələr gələcəkdə elmi cəhətdən əsaslandırılmış tövsiyələr və insanın biosferlə münasibətində dəyişikliklər olmazsa, onda daha dəhşətli ola bilər. Bu çox vacib tövsiyələrin elmi cəhətdən işlənilib hazırlanması, biosferin təkamülünün keçmişini öyrənmədən və ayrı-ayrı növlərin, həmçinin bütövlükdə birliklərin keçmiş və müasir inkişaf qanunları haqqında bilik əldə etmədən qeyri mümkündür.

***Bioloji elmlər sistemində darvinizmin yeri.*** Canlı təbiətin öyrənilməsinə təkamülü yanaşma bütövlükdə daha çox biologi-

yanın metodoloji əsasının olması heç şübhə doğurmur. Biologiyanın müxtəlif bölmələrində toplanmış dəqiq faktiki materiallar təkamül mövqeyindən düşünməyi tələb edir. Biologiyada istənilən nəzəriyyə və hipotezlər təkamülün prinsiplərini doğrultduğu zaman məntiqli sonluq əldə edir.



Şəkil 1. Təkamül nəzəriyyəsinin başqa elmlərlə əlaqəsi.

Biologiyanın diferensiasiyasının (ixtisaslaşmasının) güclən-

məsindəki obyektiv meyl müxtəlif bioloji fənlərin ayrılmasında, onlar arasında əlaqənin zəifləməsində real təhlükə vardır. Təkamül təlimi elə bir başlıca qüvvədir ki, məhz o biologiyanın parçalanmasının (hissələrlə bölünməsinin) qarşısını alır və hər bir yaxın və uzaq fənnin nəzəri nailiyyətlərindən geniş istifadə etməyə imkan verir. Buna görə də demək olar ki, təkamül təlimi müasir biologiyada mərkəzi yeri tutur və müəyyən mənada metodoloji məzmununu təşkil edir. Təkamülü yanaşma müasir biologiyanın əsas dünyagörüşü hesab edilir. O, canlı təbiətə dinamik, onun elementləri ilə qarşılıqlı əlaqədə və bioloji mühitlə əlaqəli baxmağa imkan verir.

Əlbəttə, heç də biologiyanın bütün sahələri öz məlumatlarını izah etmək üçün təkamülü yanaşmadan istifadə etmir. Təkamülü yanaşma biologiyanın bütün sahələri üçün zəruridir: ayrı-ayrı qrup faktları təkamülü yanaşmadan, istifadə etmədən izah etmək olar, lakin biologiyada hər hansı bir faktın təbii elmi izahını vermək olmaz.

***Təkamül təliminin məsələləri.*** Təkamül təliminin başlıca məsələləri səbəb və canlı materiyanın tarixi inkişafının ümumi qanunauyğunluqlarını dərk etməkdən ibarətdir. Onların həlli əsas iki istiqamətlə həyata keçirilir.

1. Populyasiyaların dəyişdirilməsindən başlayıb, növəmələgəlmə ilə başa çatmaqla təkamül prosesinin bütün hissələrinin geniş təcrübi yolla öyrənilməsi. Təkamülün əsas obyektii növdür. Növ, təkamül prosesinin elementar vahidi olan populyasiyalardan ibarətdir. *Populyasiya* – bu elə bir «laboratoriyadır» ki, məhz orada təkamül başa çatır. Biogeosenozların quruluşunun öyrənilməsi də az əhəmiyyət daşımır, belə ki, onlarda təbii seçmənin zəruri zəmini kimi yaşamaq uğrunda mübarizənin xarakterini müəyyən edən orqanizmlər arasında əks münasibətlər toplanır. Təkamülün başlıca səbəbi – təbii seçmədir. Bu işə təkamül prosesinin çoxlu zəminlərinin qarşılıqlı təsiri əsasında həyata keçir. Seçmənin təsirinin istiqamətinin formalarının və zəminlərinin öyrənilməsi darvinizmin mərkəzi problemini təşkil edir.

2. Təkamül elmlərin əsas problemlərinin əsas nəzəri tədqiqinin inkişafıdır. Bu məsələnin həlli yollarından biri kimi yeni hipotezlərin irəli sürülməsi götürülür. Təkamül prosesinin mü-



rəkkəbliyi ilə əlaqədar onların rolu xeyli artmışdır. Təkamül prosesi isə öz növbəsində bir çox zəmin və səviyyələri, həmçinin elementar amillərin qarşılıqlı təsir formalarını və təkamülün səbəblərini özündə birləşdirir. Hipotezlərin bir qədər də rolu növdən yüksək taksonların əmələ gəlməsinin tədqiq edilməsidir.

Təkamülün təcrübi və nəzəri məsələlərini müvəffəqiyyətlə həll etmək üçün gələcəkdə təcrübələrin qoyulması metodikasının və təkamül prosesinin təbii və laboratoriya populyasiyalarında modelləşdirmə üsullarını işləyib hazırlamaq tələb olunur.

Təkamül nəzəriyyəsi böyük kompleks praktiki məsələləri həll edir. O, seleksiyanın elmi əsasını təşkil edir, təbii problemlərin həllində geniş istifadə edilir, kənd təsərrüfatı heyvanları və bitkilərinin xəstəliklərinin səbəblərini tədqiq edir. Adları çəkilən əksər məsələlərin həlli təkamül prosesinin proqnozlaşdırılmasının imkanları ilə sıx bağlıdır.

### ***Üzvi təkamülün əsas prinsipləri və öyrənilməsi üsulları.***

Təkamül nəzəriyyəsi iki prinsipə əsaslanır: tarixilik və aktualizm. Üzvi təkamülün tədqiq olunma istiqamətləri və konkret üsulları məhz bu prinsiplərlə əlaqədardır.

Tarixilik prinsipi müasir orqanizmləri öyrənmək üçün keçmiş təkamülü öyrənən zaman əldə edilmiş biliklərin istifadə edilməsindən ibarətdir. Onun mahiyyəti aşağıdakı aforizmi ifadə edir: «Keçmişə öyrənmək müasirliyin dərk edilməsi üçün açardır». Dəqiq ifadə edildikdə nəzərə alınmalıdır ki, tarixilik prinsipi əsasında təkamülün dərk edilməsi müqayisəli və genetik metodlarla həyata keçirilir.

Müqayisəli üsul, artıq toplanmış formaları öyrənən zaman istifadə edilir. Bu üsul müxtəlif qrup orqanizmlərin funksiya və quruluşunda oxşarlıq və fərqlərin müəyyən edilməsinə əsaslanır. Məsələn, onurğalı heyvanların müxtəlif nümayəndələrinin müqayisəli tədqiqi, skeletin quruluşunun vahid planını, həmçinin xarici və daxili orqanlar sisteminin prinsiplial oxşarlığını müəyyən etdi.

Müqayisəli üsul anatomik tədqiqatlarda geniş tətbiq edilir. Bunun nəticəsində quruluşlarının oxşarlığına görə orqanizmlərin qrupları arasında qohumluq olduğunu müəyyən etmək mümkündür. Bununla yanaşı elə bu məqsədlə müqayisəli – embrioloji

tədqiqatlarda da müqayisəli üsul tətbiq edilir. Yəni bu zaman müxtəlif orqanizmlərin ontogenezinin ilkin mərhələsində oxşarlıq müəyyən edilir ki, bu da onların ümumi bir mənşədən başlanğıc aldığını sübut edir.

Son illərdə filogenetik sistematikanın məsələləri (taksonlar arasında qohumluğun müəyyən edilməsi) molekulyar biologiyanın üsulu, daha doğrusu elektroforez üsulu ilə müvəffəqiyyətlə həll edilir. Bu üsullarla müxtəlif qrup orqanizmlərdə zülalların quruluşunda oxşarlıq və fərqlər, həmçinin onların filogenetik oxşarlıqlarının dərəcəsi müəyyən edilir. Məşhur təkamülçü, Amerika alimi F.Ayyalanın qeyd etdiyi kimi molekulyar biologiyanın üsulları digər üsullardan fərqli olaraq iki üstün cəhətə malikdir. Birincisi, bir sıra növlərdə zülalların ilkin quruluşu və nuklein turşuları haqqında bilik bu makromolekulların quruluşuna görə fərqi müəyyən edir. İkincisi, olduqca uzaq olan taksonlar arasında filogenetik qohumluq əlamətlərini üzə çıxarmaqdan ibarətdir. Məsələn, maya hüceyrələrinin, küknar və balıqların müqayisəli morfologiyası onların kəskin dərəcədə fərqləndiklərini göstərir.

Təkamülə dərk etmək üçün müqayisəli üsulun çox böyük əhəmiyyətinin olmasına baxmayaraq o, bir sıra orqanizmlərin əmələ gəlməsinin səbəblərini izah etməkdə acizdir. Bu problemin həll edilməsində genetik üsul xüsusi əhəmiyyətə malikdir. Bu üsulla üzvi formaların əmələ gəlməsini analiz etmək mümkündür. Genetik üsul (əksər hallarda onu tarixi üsul adlandırırlar) biologiyaya Ç. Darvin tərəfindən gətirilmişdir. Nəticədə o, təbiətşünaslığın bir çox sahələrində və eləcə də bütövlükdə elmi dünyagörüşlərində inqilab etmişdir.

Filogenezi tədqiq edən zaman genetik üsul hər şeydən əvvəl paleontoloji məlumatlara istinad edir. Belə ki, bu zaman genetik üsul konkret materiallar əsasında bu və ya başqa qrup orqanizmlərin tarixinin gedişini bərpa edə bilər. Bu halda genetik üsul müqayisəli üsulla sıx bağlı olur. Bu yolla hansısa filogenetik xətlərin təkamüldə ardıcılıq formaları müəyyən edilir.

Üzvi aləmin tarixinin öyrənilməsində biocoğrafi tədqiqatlar xüsusi yer tutur. Onlar yer qabığında ayrı-ayrı növlərin və tam biosenozların yayılması tarixini, həmçinin orqanizmlərin bioloji inkişaflarının və məhv olmalarının səbəbini bərpa etməyə imkan

verir. Bu halda, növlərin təkamülünün baş verdiyi mühit şəraitinin öyrənilməsi böyük əhəmiyyətə malikdir. «Paleoekologiya» adlanan bu tədqiqat sahəsi son zamanlar daha da inkişaf etməkdədir.

Aktualizim prinsipi müasir bilikləri keçmiş hadisələr əsasında müəyyən bir sahəyə yönəltməkdən ibarətdir. Onun mahiyyətini aşağıdakı aforizm ifadə edir. «Müasirliyi öyrənmək keçmişin dərk olunmasının açarıdır». Bizim gözlərimiz önündə baş verən mikrotəkamül prosesinin bilavasitə öyrənilməsi mümkündür, buna görə də təkamül nəzəriyyəsində başlıca və həlledici olan təkamülün səbəb və mexanizminin təcrübi tədqiq edilməsidir. Bunun müqayisəli morfologiya yaxud paleontologiya üsulları ilə müəyyən etmək olmaz. Bir halda ki, təkamül populyasiyalarda baş verir, deməli onların öyrənilməsi üçün populyasiya-statistik üsul xarakteridir.

Tarixilik və aktualizim prinsipləri bir-biri ilə qarşılıqlı əlaqədədir, belə ki, hazırda təkamülün təsiredici səbəbləri prinsiplial şəkildə keçmişdəki təsiredici səbəbləri ilə oxşardır.

**Təkamülü öyrənmə üsulları.** Təkamül prosesi mexanizminə və nəticələrinə görə o qədər hərtərəfli və mürəkkəbdir ki, hansısa bir tədqiqat üsulunu tətbiq etməklə onu kifayət dərəcədə bütövlükdə öyrənmək olmaz. Bu məqsədlə kompleks ümumi və xüsusi üsullardan istifadə edilir. Görünür ki, elə bir bioloji fənn yoxdur ki, təkamül prosesinin gedişinin xüsusiyyətlərini spesifik üsullarla üzə çıxarmaq üçün hansısa bir yenilik gətirməmiş olsun.

Müasir təbiətşünaslıqda müvəffəqiyyət qazanmış aktualizim prinsipi təkamül prosesini öyrənən zaman tarixilik prinsipi ilə üzvi surətdə uyğunluq təşkil edir.

**Üzvi təkamülün əsas xüsusiyyətləri.** Üzvi aləm bir sıra xüsusiyyətlərlə səciyyələnir, biz bunlardan ən əsaslarının üzərində dayanacağıq:

1. üzvi aləmin bir kökdən əmələ gəlməsi – *monofelitik mənşə*.
2. bu və ya digər növ müxtəlif istiqamətlərdə inkişaf edərək yeni növlərin əmələ gəlməsinə səbəb olur. Bu hadisəni Ç.Darvin *divergensiya* (əlamətlərin ayrılması) adlandırmışdır.
3. təkamül nəticəsində orqanizmlərin mütəşəkkilliyi yüksəlir. Bu hadisə təkamülün əsas istiqamətidir.

4. yüksək inkişaf etmiş bitki və heyvanlarla yanaşı ibtidai orqanizmlər qrupunun birgə yaşaması, təkamülün müxtəlif istiqamətdə getməsinin nəticəsidir.

5. növlərin təkamül nəticəsində inkişafı məhz bu və ya digər həyat şəraitinə uyğunlaşma yolu ilə gedir. Bu hadisə *adaptasiya* adlanır.

***Təkamül təliminin əsas bölmələri.*** Təkamül təlimi müasir dövrdə müxtəlif dərəcədə inkişaf etmiş bir çox bölmələri birləşdirən biologiyanın geniş fənlərarası sahəsidir. Belə bölmələrdən birincisi təkamülü ideyaların, konsepsiya və hipotezlərin tarixi yaranması və inkişafıdır. Bu bölmə ümummilli və metodoloji əhəmiyyətə malikdir. Onu da bilmək lazımdır ki, tarixsiz müasirliyi dərk etmək olmaz.

Təkamül təliminin digər bölməsi – canlı orqanizmlərin hər bir qrupunun tarixi inkişaf yolunu tərtib edə bilən xüsusi filogenetikadır. Qrupların inkişafının bu yönünün cəmi həyatın filogenetik ağacını tərtib etməyə imkan verir. Müasir təkamül təliminin əsasını (və darvinizm kursu müvafiq olmaqla) mikro- və makrotəkamülə həsr edilmiş iki böyük bölməni təşkil edir.

## TƏKAMÜL İDEYALARININ İNKİŞAF TARİXİ

*Təkamül təlimi – həyatda müşahidə olunan müxtəlifliyin tarixi inkişafı haqqında təsəvvürlər min illərlə bundan əvvəl yaranmışdır. Təbiətşünaslığın tərəqqisi ilə, bir çox dəlillərlə zənginləşən bu ideyalar XVIII əsrin sonunda təkamül nəzəriyyəsinin yaranmasına səbəb oldu. Ç.Darvin təbii seçmənin mexanizmini açmaqla təkamül təlimində təkamül nəzəriyyəsini ayırmışdır. Təkamül təliminin müasir vəziyyətini və problemlərini başa düşmək üçün təkamülün yaranma mərhələlərini bilmək vacibdir. Mahiyyət etibarilə belə mərhələlər ikidir – **darvinəqədərki** və **darvin mərhələsi**. Darvinəqədərki mərhələdə J.B.Lamarkın ilk təkamül nəzəriyyəsinin əmələ gəlməsi dövrünü yarım bölmə kimi ayırmaq olar.*

### F ə s i l 1

## DARVİNƏQƏDƏRKİ DÖVRDƏ CANLI TƏBİƏTİN İNKİŞAFI HAQQINDA TƏSƏVVÜRLƏR

Belə bir böyük müddət ərzində təkamülü biliklərin inkişafına aşağıdakı əsas mərhələlərlə baxaq: Qədim dövr, Orta əsrlər, Dirçəliş dövrü, XVIII əsr və XIX əsrin birinci yarısı.

### 1.1. Təkamül ideyaları qədim dövrlərdə. Orta əsrlər və Dirçəliş dövrü

***Qədim dövrdə təbiətin vahidliyi və inkişafı.*** Təbiətin inkişafı haqqında ideyaları Hindistan, Çin, Misir, Yunanıstan və Mesopotamiyanın qədim materialist alimlərinin əsərlərində izləmək olar. Hələ bizim eradan əvvəl I minilliyin əvvəllərində Hindistanda fəlsəfə məktəbləri mövcud olmuşdur. Bu fəlsəfə məktəblərinin ideyalarına görə materialist aləm (o cümlədən də üzvi aləm) «paramateriyadan» inkişaf etmişdir. Hələ çox qədim «ayuved»in

mətnlərində sübut edilirdi ki, insan 18 milyon il əvvəl İndostan və Cənubi-Şərqi Asiyanı birləşdirən materikdə yaşamış meymunlardan əmələ gəlmişdir. Bu mülahizələrə görə müasir insanların əcdadları təxminən 4 milyon il əvvəl qida əldə etmənin kollektiv formasına keçmişlər. Lakin müasir insan 1 milyon il əvvəl meydana gəlmişdir.

Çində bizim eradan 2 min il əvvəl müxtəlif iri buynuzlu qaramal, at, balıq cinsləri və bəzək bitkiləri yetişdirməyin xüsusi seleksiyasından istifadə edilirdi. Bizim eradan əvvəl I minilliyin sonunda orada təkamül prosesində bir canlı varlığın başqa canlı varlığa çevrilməsi imkanları haqqında təlim yayılmışdır. Aralıq dənizi ölkələrinin qədim filosoflarının əsərlərində də analoji fikirlər inkişaf etmişdir.

Qədim Yunanıstanda təbiət elmlərinin inkişaf tarixi antik dövrün fəlsəfə tarixi ilə bağlıdır. I-II əsrlərdə yaşamış Yunan materialist-filosofları bizim eraya qədər təbiət hadisələrinin müxtəlifliyini başa düşməyə və dərk etməyə çalışmışlar. Onların görüşləri ibtidai-icma quruluşunun dağılıb yerinə quldarlıq cəmiyyəti gələn zaman formalaşmağa başlamışdır.

Elmin yaranması (dirçəlməsi) qədim yunan mifologiyası əsasında olan köhnə dini baxışlarla mübarizə dövrünə təsadüf etmişdir. Mifiyada təbiətə fantastik baxışlardan bəhs edilirdi. Belə hesab edirdilər ki, insanın taleyi yaradıcı qüvvənin iradəsindən asılıdır: onun taleyi, əhatəsində olan bütün şeylər kimi qabaqcadan müəyyən edilmişdir.

Bir sıra materialist filosoflar fantastik baxışlara qarşı özlərinin təbii-dialektik xarakter daşıyan baxışlarını irəli sürürdülər. Onların təsəvvürlərində təbiət əlaqəli və qarşılıqlı münasibətdə canlanırdı. Onlar təbiətdə hərəkəti və bütün mövcud olanların dəyişildiyini görürdülər. Onda hər şey əmələ gəlir və məhv olur, bir şeydən başqası – təzəsi yaranır. Dünya Allah tərəfindən yaradılmamışdır, o xaosdan yaranmışdır və o vaxtdan etibarən hər şeyi yaradıcı qüvvə müəyyən edir. Beləliklə, qədim yunan filosoflarında təbiəti vahid kimi başa düşmək söyləri müşahidə olunurdu.

İlk fəlsəfi məktəbin meydana çıxdığı mərkəz antik Yunanıstanın ictimai-iqtisadi və mədəni inkişafında qabaqcıl yer tutan

Kiçik Asiya sahillərində nəhəng ticarət şəhərləri sayılan Milet və İfes olmuşdur.

Mileet məktəbinin meydana gəlməsi Fales, Anaksimandr və Anaksimən kimi nəhəng filosofların adı ilə bağlıdır.

Sonralar materialist fəlsəfənin inkişafı xəyalpərvər Heraklitin təlimində öz əksini tapmışdır (VI-V b.e.ə.) O, öyrədirdi ki, dünya (üzvi aləm) nə Allah, nə də hər hansı bir qüvvə tərəfindən yaradılmamışdır. Onda durğun halda heç nə yoxdur, hər şey daim hərəkətdədir, hər şey axır, dəyişir daha doğrusu su və çayların dəyişilməsi kimi. Eyni axar sudan iki dəfə təkrar keçmək olmaz, belə ki, həmin yerdən həmişə təzə su axır. O, təbiətdə qarşılıqlı əlaqəni dərk edirdi. Bir şey başqasına çevrilir, nəticədə isə o da öz növbəsində dəyişilməz qalmır. Təbiətdəki bütün dəyişilmələrin əsasını od təşkil edir. Od sönerək havaya çevrilir, sonra isə su və torpağa çevrilir, torpaq isə yenidən suya çevrilə bilər, su buxarlanaraq oda-işığa çevrilir.

Heraklit əşya və varlıqların özlərinin əks hallarına çevrilməsi fikrini inkişaf etdirdi. «Soyuq istiləşir, isti soyuyur, nəmlik quruyur, quru nəmlənir». Əksliklərin mübarizəsi hərəkət mənbəyi hesab edilir.

Heraklitin nəzəriyyələrinə oxşar ideyaları Sisiyalı Empodokl (483–423 e.ə.) da inkişaf etdirərək öyrədirdi ki, dörd əsas «kök»–od, hava, su və torpaq–həyata başlanğıc verir. Onlar birləşir və ayrılırlar, onların nisbətlərindən təbiətin varlıqları əmələ gəlir. Hərəkətin mənbəyi ədalət və dostluqdur. Bununla o Heraklitin əksliklərin mübarizəsi ideyasını təkrar etdirir. Empodoki canlı varlıqların əmələ gəlməsi haqqında bir sıra fikirlər irəli sürmüşdür. Onun fikrinə görə həyat hələ günəşin olmadığı dövrdə əmələ gəlmişdir. Güclü yağışlar nəticəsində yerdə kölgə bir yerdə ilk bitki əmələ gəlir. Sonralar heyvan bədəninin müxtəlif hissələri əmələ gəlməyə başlamışdır – boyunsuz baş, çiyinsiz əllər, alınsız gözlər. Bu bədən hissələri, orqanlar bir-birinə birləşməyə başlamışlar. Bəzi hallarda eybəcərliklər alınır, yəni iki başlı heyvanlar, adam başına malik öküz və bəzi möcüzələr. Ədavət nəticəsində onlar məhv olurdular. Bəzi hallarda isə uyğun üzvlər bir-birilə normal birləşirdilər. Dostluq onları mühafizə edir və yerdə heyvanlar meydana çıxırdı. Empodoklın

bu kimi konsepsiyalarında orqanizmlərin həyata uyğunlaşması fikrini aydınlaşdırmağa çalışmasını, həmçinin üzvi formaların məqsədəuyğun problemini həll etmək də çətin deyildir.

O dövrün ən nəhəng ensiklopediyaçısı hesab olunan Demokritin (460–370 e.ə.) təlimində antik fəlsəfə özünün inkişaf zirvəsinə yüksəlmişdi. Demokrit materiyanın quruluşunun atom nəzəriyyəsini işləmişdir. O, öyrədirdi ki, təbiətdəki bütün varlıqlar xırda, bölünməz hissəciklərdən – atomlardan qurulmuşdur. Təbiətdə atomlar real mövcuddur (olanlar) və boşluqlar (olmayanlar) da mövcuddur. Atomlar bir-birindən formalarına görə fərqlənirlər: kitab mətni əlifba hərflərindən düzəltdiyi kimi bütün əşyalar da atomlardan qurulur. Təbiətdə baş verən bütün dəyişilmələr boşluqda hərəkət edən atomların birləşmə və ayrılımlarının müxtəlif nisbətləri ilə əlaqədardır. Atomların hərəkəti başlanğıc sürətə malik deyildir, onlar əbədi mövcuddurlar.

Özünün atom nəzəriyyəsinə əsaslanaraq Demokrit bizi əhatə edən aləmdə baş verən prosesləri aydınlaşdırmağa cəhd göstərmişdir. Demokritə görə dünya belə yaranmışdır. Bir halda ki, bölünməz hissəciklər (atomlar) təsadüfi və fasiləsiz hərəkətə malikdirlər, deməli hər hansı bir yerdə müxtəlif ölçü və formaya malik çoxlu hissəciklər toplanı bilər. Ən ağırları aşağıya enir. Aşağı enmiş atomlardan və onların mütənasibliyindən Yer (torpaq), yuxarı qalxanlardan isə səma, od və hava əmələ gəlmişdir.

Yerin səthində çirkinliyə bənzər maddələr olmuşdur: onun duru hissəsindən dəniz, bərk hissəsindən isə əvvəllər boz və nəmli olan yerin üst qatı əmələ gəlmişdir. Günəş şüalarının təsiri ilə nəm maddələrdən həyat əmələ gəlməyə başlamışdır.

Onlardan özlərinə daha çox istilik qəbul edənlər quşa çevrilərək yuxarı qalxır, başqaları – torpaq qarışığına malik olanlar yerdə yaşayan heyvanlara çevrilir, üçüncülər isə yeni nəm maddələrdən ibarət olanlar suda qalırlar. Sonra yer soyuyaraq nəhəng heyvan əmələgətirməni dayandırır, lakin hər bir canlı həmin formada yeni orqanizmlər yaratmağa başlayır.

Demokrit həmçinin insanın mənşəyini və ictimai həyatının inkişafını izah etmək üçün səy göstərmişdir. O, təsəvvür edirdi ki, əvvəllər ibtidai insanlar vəhşi həyat tərzini keçirmişlər. Onlar qida axtarmaq və yararlı ot və meyvə əldə etmək üçün tək-tək



gəzirdilər. Bələ hallarda onlara vəhşi heyvanlar hücum edən zaman bir-birinə kömək etməyi öyrəndilər. Ov, vəhşi heyvanlardan birgə müdafiə nitqin əmələ gəlməsinə səbəb oldu.

İlkin insanlar öz həyatlarını ağır zəhmətlə keçirirdilər, onların geyimi yox idi, onlar mənzil tikməyi, oddan istifadə etməyi bacarmırdılar. Buna görə də çoxları qışda soyuqdan, həmçinin qidanın çatışmazlığından məhv olurdular. Tədricən onlar həyat tərzini dəyişməyə başladılar: oddan istifadə etməyi, heyvanların dərisindən paltar tikməyi öyrəndilər. Ehtiyac onları mağaralarda yaşamağa məcbur etdi. Sonralar isə mənzil tikməyə alışdılar.

Xarakter cəhətlərdən biri də Demokritin insanın psixi həyat məsələlərinə atom nəzəriyyəsi mövqeyindən yanaşması olmuşdur. O, «ruhu» odu əmələ gətirən və ona oxşar sürətlə hərəkət edən atomlardan (dairəvi) təşkil olunduğunu təsəvvür edirdi. Buradan da aydın olur ki, ruh da bədən kimi ölür, nəticədə bədəndə ruh atomları parçalanır.

Yunanıstanda inkişaf edən Empodokl və Demokritin ideyaları sonralar Roma imperiyasında yayılmağa başladı. Roma filosofu və şairi Lukretsi Kar (I əsr e.ə.) «Şeylərin təbiəti haqqında» poemasında yunan xəyalpərvərlərindən bəhs etmişdir.

Lukretsi şeylərin təbiətini başa düşməyə qadir olmayanlara, hər şeyi yaradıcı qüvvənin iradəsinə tabe edənlərə qarşı çıxırdı. Əslində o, sübut edirdi ki, Aləm yaradıcı qüvvə tərəfindən yarıdılmamışdır, bir halda ki, heç nədən heç nə törəmir, deməli dünya əbədidir, lakin dəyişkəndir. Onda həmişə hərəkət və mübarizə mövcuddur. Canlı varlıqlar yerə havadan tökülməmişdir, onlar yerdə yaranmış və yerdə yaranırlar. Bitkilər torpaqdan yaranmışdır. Onlardan isə rütubətin təsiri ilə qurdlar meydana gəlmişdir. Bəzi orqanizmlərdən başqaları yarana bilər. Belə ki, bitkidən qoparılmış əlvan bir çiçək kəpənəyə çevrilə bilər.

F.Engels «Təbiətin dialektikası» əsərində o dövrdəki yunan alimlərinin materialist fikirlərini gələcək elmin inkişafı üçün rüşeym hesab edirdi. Materialist filosoflarla yanaşı idealist filosoflar da öz təlimləri ilə çıxış edirdilər.

Qəti idealist filosof olan Platon (V-IV əsr e.ə.) ruhun sərbəstliyini sübut edirdi. Platona görə ruh bədənə köçür, bu xüsusilə insanın özünü yerdə aparmasından asılıdır. Küt ağıllı adamların

ruhu sürünənlərə, yüngül ağıllı adamların ruhu isə havada uçan quşlara köçür.

Maraqlı məsələlərdən biri eyni zamanda bir adamda iki materialist ideyaların qarışmasıdır. Aristotelin baxışları buna misaldır. Engels onu «universal zəka» adlandırmışdır. Onun fikrincə bütün təbiət az və ya çox dərəcədə ruhlanmışdır. Canlı orqanizmlərdə ruh canlı yaratmağın başlanğıcıdır – entilexiyadır.

Biologiyanın bir elm kimi yaranmasında Yunan mütəfəkkiri Aristotelin (384–322-ci illər, b.e.ə.) fəaliyyəti ilə əlaqədardır. Özünün kapital əsərlərində heyvanların təsnifatı prinsipini vermişdir, müxtəlif heyvanları quruluşlarına görə müqayisə etmişdir, antik embriologiyanın əsasını qoymuşdur.

Aristotel orqanizmlərin təsnifatını müqayisəli–morfoloji və fizioloji tədqiqatlar əsasında qurmuşdur («Heyvanların tarixi» əsəri). Bu zaman o, bir deyil, bir çox əlamətləri əsas götürmüş və bununla da məlum mənada təbii sistemin yaranmasına yaxınlaşmışdır. Heyvanları iki böyük qrupa bölmüşdür: «qanlı heyvanlar» və «qansız heyvanlar» (müasir bölgüyə görə onurğalılar və onurğasızlar). O, sonralar bu qrupları daha kiçik taksonlara bölmüşdür, ilk dəfə olaraq mahiyyət etibarilə «cins» və «növ» anlayışlarını təklif etmişdir. Aristotel tərəfindən işlənib hazırlanmış təsnifləşdirmə üsulu ona 500 heyvan növünü təsvir etməyə imkan vermişdir.

Aristotələ görə canlı üç əlamətlə xarakterizə olunur: I – inkişaf və çoxalma üçün vacib olan qidalanma, II – orqanizmi hərəkət etməyə məcbur edən – hiss, III – duymaq. Bu əlamətlər ruhun xassəsi ilə müəyyən edilir. Müxtəlif orqanizmlərin ruhu müxtəlifdir: qidalanan ruhlar (bitkilərdə), hiss edən ruhlar (heyvanlarda) və ağıllı ruhlar (insanlarda).

Bəzi məsələlərin həllində klassiklərin sözləri ilə desək, Aristotel materializmə yaxınlaşır. Aristotələ görə ətraf təbiət orqanizmə təsir etməklə hiss əmələ gətirir. Hisslər hafizəni formalaşdırır. Təkrar olunan hafizə təcrübə yaradır. Nəhayət, təcrübədən isə incəsənət və elm başlanğıc alır.

***Təbiətşünaslıqda metafizik dövr.*** Roma imperiyasında artıq xristian dini meydana çıxmışdı. Quldarlıq cəmiyyətində bu din pərdəsi qullara o dünyada əbədi cənnət verəcəyinə söz verdi. Bu

isə qul sahiblərinin mənafeyi üçün çox əlverişli idi.

410-cu illərdə Roma imperiyasında dövlətin idarə olunmasında kilsənin rolu yüksəlməkdə idi. Kasıblar kilsədən nicat tapmaq üçün, varlılar isə əmlaklarını saxlamaq üçün istifadə edirdilər.

Feodalizmin inkişaf etdiyi Qərbi Avropada katolik kilsəsi birinci növbədə nəhəng iqtisadi və siyasi qüvvəyə çevrilmişdir. O, dini ideologiyayı yeritməklə xalqı feodallara tabe olmağa səfərbər edirdi. O həmçinin dünyanın yaranması və mövcud olanların dəyişilməzliyini inkişaf etdirirdi.

Kilsə məktəblərə böyük təsir göstərirdi, şagirdlərə əsasən dini doqmatizm öyrədirdi. II əsrdən X əsrə qədər məktəblərdə təbiətşünaslıq sahəsində əsas kitab «Fizioloquş» tədris edilmişdir. Bu kitab bir sıra avropa dillərinə də tərcümə edilmişdir. Kitabın yazılmasında əsas mənbə dünyanın yaranması haqqında bibliya nağılları, fantastik uydurmalar olmuşdur. Kitabın əsas ideyası dini təsəvvürləri doğrultmaq idi. Burada abbat haqqında nağıl çox maraqlıdır. Kitabda həmçinin min ildən artıq yaşaya bilən simurq quşu haqqında da nağıl verilmişdir. Onun yuvası günəş şüalarının təsiri ilə yana bilər, yanmış quş isə küldən yenidən əmələ gələ bilər.

Kitabda şəkillərə geniş yer verilmişdir. Bir ağac şəkili xüsusilə diqqəti cəlb edirdi, belə ki, onun budaqlarında xüsusi meyvələr yetişir: suya düşən bəzi meyvələr ördəyə çevrilir və s.

X əsrdən XII əsrə kimi kilsə hakimiyyət uğrunda daha kəskin mübarizə aparmışdır. Yeni yaranmış vəziyyət xaç yürüşləri yaradırdı. Şərqdə qılıncla və katolik kilsənin xaçı ilə silahlanmış qüvvələr yayılırdı. Günahsız adamlar öldürülür və qanlar axıdılırdı. Kilsə onun doqmatizmi ilə razılaşmayanlara bağışlanmaz müharibə elan edirdi. Məktəblərdə təbiətdən bəhs edən dərslərin tədrisi qadağan edilmişdir.

Əsaslı dəyişikliklər XII-XIII əsrlərdə ticarətin inkişaf etdiyi yeni şəhərlərin meydana çıxması ilə yaranmışdır. Paris, Roma, Lissabon kimi böyük şəhərlərdə ilk universitetlər yaranırdı. Paris universitetində dörd fakültə fəaliyyət göstərirdi:

1. İlahiyyat
2. Hüquq
3. Tibb

#### 4. Sərbəst incəsənət (fəlsəfə)

Birinci iki fakültə kilsənin mənafeyini müdafiə edən mütəxəssislər hazırlamalı idi. Eyni zamanda qalan iki fakültə isə katolik kilsə monopoliyası üçün başqa üsullar hazırlayırdı. XIII əsrdə katolik kilsə xüsusi məhkəmə – inkvizisiya yaradır. Müqəddəs inkvizisiya 5 əsr davam etmişdir.

M.A.Axundovun məlumatlarından aydın olur ki, məşhur ərəb alimi, filosofu, həkimi, təbiətçisi *İ.Roşd* (1126-1198) Aristotelin təbiyyat və fəlsəfi əsərlərinə geniş şərh vermişdi. O yazırdı: «Varlığın mənşəyi haqqında bir-birinə zidd iki fikir vardır: birincisi aləmə inkişaf, ikincisi isə yaranma nəzəriyyəsi baxımından». Ərəblər riyaziyyat, kimya, astronomiya, təbabət və s. elmlər sahəsində də tarixi əhəmiyyəti olan işlər görmüşlər.

*Əl-Həsən* optika sahəsində yazdığı əsərdə gözün anatomiyasına dair maraqlı məlumat vermişdi.

Bu yaxınlarda anadan olmasının 1000 illik yubileyi bütün dünya miqyasında keçirilən həkim, filosof, zooloq *Əbu Əli İbn Sinanın* (980-1037) təbabətə dair yazdığı «Tibbi qanun» kitabı ona dünya şöhrəti qazandırmışdır. Bu dahi alim Orta Asiyada anadan olmuş və təbabət elmlərinin şöhrətini daha yüksəklərə qaldırmışdır. Onun «Tibbi qanun» adlı çoxcildli əsəri bütün dünya elminin, xüsusilə təbabətin inkişafında böyük rol oynamışdır. İbn Sina bitkilər aləmi, əsasən dərman bitkiləri və onların əhəmiyyəti haqqında böyük tədqiqat işləri aparmışdır.

Orta əsrlərdə Azərbaycanda da bir sıra elmlər inkişaf etdirilmişdir, hələ XI əsrdə Şamaxıda «Məlhəm Tibb Akademiyası» fəaliyyət göstərmiş və 17 növə qədər müxtəlif köbələkdən bir sıra dərmanlar hazırlanmışdır.

İbn Sinanın müasiri və şagirdi Azərbaycan filosofu *Bəhmənyar* yazdığı «Mabədüttəbiyyə» (Metafizika), «Məratübul mövcudat» (varlıqların mərtəbələri – ierarxiyası) və s. əsərlərində bütün aləmin o cümlədən, üzvi aləmin daima dəyişildiyi haqqında çox maraqlı fikirlər irəli sürmüşdür. O yazır ki, «İlk baxışda bizə elə gəlir ki, heyvan və bitkinin cismi, məsələn, qızıl gül bütün günü axşam da səhər olduğu kimi qalır. Əslində isə qızıl gül bütün gün ərzində bir çox cəhətdən dəyişilir, axşam gördüyümüz qızıl gül səhər gördüyümüz qızıl gülün eyni deyildir».

Dahi şair və mütəfəkkir *Nizami Gəncəvi* (1141-1209) «Sirlər xəzinəsi», «Xosrov və Şirin», «Leyli və Məcnun», «Yeddi gözəl», «İskəndərnamə» poemalarından ibarət xəmsəsində aləmin dəyişməsi, materiyanın itməməsi, dövrünü haqqında çox qiymətli fikirlər söyləmişdir. O yazır ki:

–Əgər çox keçmişsə də bu dünyanın yaşından  
Zərrə qədər tük belə əksilməmiş başından.

(«*İskəndərnamə*» II c)

Aləmdə hər şeyin daim dəyişikliyə uğramasını o belə ifadə etmişdir:

Göyə atılan daş yerə tez düşər,  
Bu qısa müddətdə işlər dəyişər.

(«*İskəndərnamə*» II c)

Böyük Nizami aləmdə maddələrin dövrünü haqqında da qiymətli fikirlər irəli sürmüşdür:

Torpaqda çürüyən bədənlərimiz,  
Dağılır, dəyişir, yox olmur təmiz.  
Torpağa tökülən şeylər təmənən  
Torpaqdan dirçəlib qalxır yenidən

(«*İskəndərnamə*» II c)

M.A.Axundov Nizaminin əsərlərində təkamül ideyalarının öz əksini tapdığını xüsusi qeyd etmişdir. Nizamiyə görə ilk canlı qeyri-üzvi maddələrin birləşməsi sayəsində əmələ gələn və mürəkkəb quruluşa doğru inkişaf etmişdir. Onun fikrincə gördüyümüz bu varlıq dörd ünsürdən (su, hava, torpaq və od) yaranmışdır:

Qatdı bir-birinə onları həyat  
Yaratdı bunlardan bitki, nəbatat,  
Bitki də başqa cür artdı, dirçəldi,  
Cürbəcür heyvanlar vücuda gəldi.

(«*İskəndərnamə*» II c)

Nizami insanı da təbiətin inkişafından ayırmır:

Aləmin birinci balasıdır yer  
Yerin son beşiyi olmuşdur bəşər  
(«Xosrov və Şirin» s.323)

Nizami qeyd edirdi ki, əvvəl qeyri-üzvi aləm, sonra bitkilər, daha sonra heyvanlar, ən axırda isə insan əmələ gəlmişdir. O, islam dinini bütün aləmin allah tərəfindən bir neçə gün ərzində yaradılması haqqındakı əfsanəsinə zidd elmi fikirlər irəli sürür. Nizamının əsərlərində insanın gigiyenası, anatomiya və fiziologiyasına dair də qiymətli fikirlərə rast gəlirik.

XIII əsrdə yaşamış və məşhur Marağa rəsədxanasının banisi, dünya şöhrəti qazanmış görkəmli riyaziyyat, həndəsə, astronomiya alimi *Nəsirəddin Tusi* (1201–1274) «varlıqların nərdivanı» sxemini tərtib etmişdir. Bu sxemdə cansız təbiəti ilk pillədə, ondan sonra bitkiləri, sonra heyvanları, son pillədə isə insanları yerləşdirmişdir.

N.Tusi bu pillələri bir-birindən təcrid olunmuş halda təsvür etmir. Onun fikrincə «hər üst pillənin kökləri alt pillənin üfüyündə yerləşir».

N.Tusi hətta insanın mənşəyini də Afrikanın qərbində yaşayan meymunlarla – «meymunabənzər insanlarla» əlaqələndirmişdir. Yəqin ki N.Tusi insanabənzər meymunları nəzərdə tutmuşdur.

Orta əsrlərin hökmranlıq etdiyi dövrlərdə Avropada da bəzi intibah elementləri müşahidə edilir. Məsələn, Alman monaxı *Albert Bolştedskinin* (XIII əsr) çoxcildli ensiklopediyasında bitki və heyvanların həyatına da xüsusi yer verilmişdir.

XIII əsrdə ingilis filosofu *Rocer Bekon* (1214–1294) düzgün olaraq təklif etmişdi ki, təbiəti yalnız nüfuzlu alimlərin əsərləri üzərində öyrənmək olmaz. Həqiqi elmin yaranmasına və inkişafına yalnız təcrübə və müşahidələr kömək edər. O özü optika və gözün quruluşu ilə maraqlanmış və bu haqda müəyyən elmi fikir söyləmişdir. Elə bunun üçün də onu monastır həbsxanasına salmışlar.

***Orta əsrlərdə biliklərin tənəzzülü.*** Qədim dövrdə biliklərin iki minillik inkişafından sonra demək olar ki, Çində, Hindistanda,

Misirdə, Yunanıstanda – Avropada VI əsrdən XIV əsrədək orta əsrlərin «təbiətşünaslığı üçün qaranlıq gecə» başlayır. Bu zaman ancaq təbiətin inkişafı haqqında ideyalar söyləyən insanları deyil, eyni zamanda qədim dövr filosoflarının kitablarını oxuyanları da tonqallarda yandırırıldı. Təkcə, İspaniyada bu müddət ərzində tonqalda 35 min adam yandırılmış, 300 mindən çox adam isə qılınıcdan keçirilmişdir. İspaniya inkvizisiyasının hökmü ilə axırıncı tonqal 1826-cı ildə yanmışdı. Buna görə də universitetlərin ilk dövrlərində təbiətşünaslıqdan bəhs etmək olduqca çətin idi.

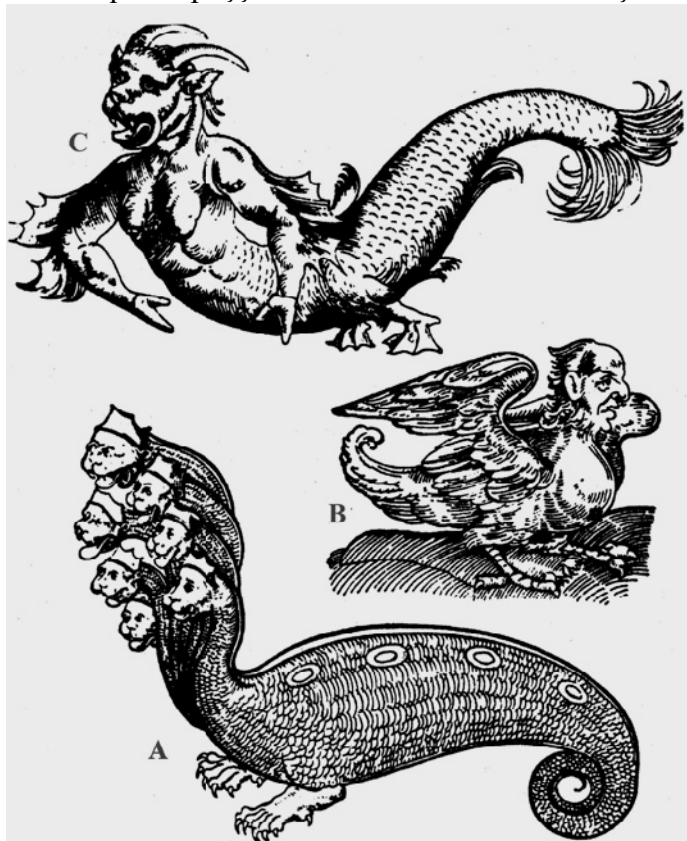
Təəccüblü deyildir ki, belə bir vəziyyətdə təbii-elmi biliklər olduqca ləng toplanırdı. Üzvi aləm hadisələrinin təsvirində müxtəlif sxolastik məktəblərin görüşləri üstünlük təşkil edirdi. Müxtəlif növlərin bir-birinə çevrilməsi, öz-özünə törəmə, hətta məməlilərin də, məsələn, siçanların əski parçasından əmələ gəlməsi kimi fikirlər geniş yayılırdı. Bu dövrdə nəşr olunan kitablarda külli miqdarda fantastik heyvan şəkilləri verilirdi (şəkil 1.1).

Lakin buna baxmayaraq Orta əsrlərdə təbiətin obyektiv öyrənilməsinə çağırışlar səslənirdi. Belə ki, alman rahibi Albert Bolştedski (1206-1280) bitki və heyvanlara həsr edilmiş çoxcildli ensiklopediya çap etdirir. Aristotelin, Pliniyin, Qalenin məlumatlarına istinad edərək o, təsnifatın əsasını verir, heyvanların davranışını təsvir edir. Orta əsr alimlərini bitkilər yaxud heyvanlar əksər hallarda olduğu kimi deyil, məhz yaradıcının ideyalarını ifadə edən rəmz kimi maraqlandırır.

Mədəniyyət və təhsil bir qədər yüksək səviyyədə X-XII əsrlərdə orta əsr ərəb ölkələrində inkişaf etmişdir. Avropada islam mədəniyyətinin mənbəyi Kordova (İspaniya) hesab edilirdi. İbn-Roşdun (Averroes) əsərləri (1126-1198) və xüsusilə İbn Sinanın (Avitsenna) «Tibb kanonu» (980-1037), yalnız antik alimlərin məlumatlarından ibarət deyildir. Onlarda həmçinin, bitki və heyvanların öyrənilməsi sahəsində, hətta insan haqqında orijinal fikirlər var idi.

Ticarət kapitalının artması və ticarətin inkişafı yeni bazarların və yeni ticarət obyektlərinin vacibliyini ortaya çıxarmışdır. Xüsusilə diqqəti cəlb edən Şərq – əfsanəvi, dövlətli Hindistan idi. XV əsrdə Hindistana quru yolu (Afanasi Nikitin) və dəniz yolu (Vasko De Qamo) açılır. Bu əsrin axırlarında Hindistana

yeni yollar axtaran zaman Xristofor Kolumb Antil adalarını, sonra isə Ameriqo Vespuççi cənubi Amerika sahilini kəşf etmişdir.



**Şəkil 1.1.** Orta əsrlərdə heyvanlar haqqında fantastik təsəvvürlərin yayılması: A – yeddibaşlı hidra (XII əsr), B – Cənubi Asiya yarasası (1250-ci il), C – dəniz şeytanı (1598-ci il) müxtəlif müəlliflərin məlumatlarına əsasən)

1519-1522-ci illərdə Fernand Magellan dünya səyahətini başa çatdırır. XVI əsrdən dünya xəritəsinin (coğrafi xəritə) müəyyən olunması sürətlənir, nəhayət 1770-1771-ci illərdə Ceyms Kukun səyahəti zamanı Avstraliya kəşf edilir. Coğrafiya ilə qarşılıqlı əlaqədə fizika-riyaziyyat elmləri də inkişaf edirdi. Xüsusilə yunanlarda həndəsə, ərəblərdə isə cəbr inkişaf etmişdir.



Engels Kopernikin işlərinə xüsusi qiymət vermişdir. Nikolay Kopernik Yerin başqa planetlər kimi Günəş ətrafında və öz oxu ətrafında fırlanması təlimini sübut edir. 1600-cü ildə tonqalda yandırılmış Cordano Bruno sübut edirdi ki, dünya əbədidir, günəş yeganə ulduz deyildir. Qeyd etmək lazımdır ki, «müqəddəs» inkvizisiyanın tonqalları elmin inkişafının qarşısını almaqda gücsüz idi.

**XVIII əsrin ortalarında canlı təbiət haqqında metafizik görüşlər.** İnkişaf etmiş böyük şəhərlərdə parklar salınır, botanika bağları inkişaf etdirilir, çiçəkli bitkilər və dərman bitkiləri yetişdirilirdi. Səyahətlər nəticəsində əldə edilmiş bitki və heyvan kolleksiyalarından ibarət muzeylər təşkil edilirdi.

Məlum olanların təsnifləşdirilməsi, təsvir edilməsi və adlandırılması məcburiyyəti meydana çıxırdı. Bunun çətinliyi onda idi ki, material başqa ölkə və şəhərlərdə toplanmışdır. O, müxtəlif adamlar tərəfindən tədqiq edilirdi və hər kəs istədiyi adı verirdi. Burada heç bir xüsusi qaydaya riayət edilmirdi, elmi sistematika hazırlanırdı. Hərdən eyni bir bitkiyə müxtəlif ölkələrdə başqa-başqa adlar verilirdi.

Bitkilərin elmi sistematikasının yaranma vacibliyi haqqında 1583-cü ildə Florensiyada Çezalpin (De Olanfiz Libri XVI əsr 1583-cü il) xüsusi əsər nəşr etdirir.

Çezalpin bitkiləri təsnifləşdirmək üçün ilk cəhd göstərmiş alimlərdən biri idi. Bu məqsədlə o toxum və meyvələrin quruluşuna əsaslanırdı. O, bütün bitkiləri iki yerə: çiçəkli və çiçəksiz bitkilərə ayırırdı.

Çiçəkli bitkiləri də öz növbəsində 3 qrupa ayırır (ağac, kollar və otlar). Hər bir qrupu isə siniflərə bölür. Çezalpin çiçəkli bitkiləri 15 sinfə ayırır, 16-cı sinfə isə çiçəksiz bitkiləri vermişdir.

**Biologiya dirçəliş dövründə.** Dirçəliş dövrünün başlanması ilə əlaqədar antik təbiətşünasların (Aristotel, Pliniya, Platon, Teofrast və b.) əsərləri yayılmağa başladı. Ticarətin və dəniz nəqliyyatının inkişafı nəticəsində üzvi aləm haqqında biliklər sürətlə artır, flora və fauna haqqında siyahıyaalınma başlanır.

XV əsrin ortalarında Avropada feodalizmin dağılması və kapitalizmin yaranması ilə təbiətşünaslığın inkişafı üçün əlverişli şərait yaranır. Müasir təbiətşünaslığın tarixi başlanır. Mahiyyət

etibarilə XV əsrin II yarısından dirçəliş dövrü başlanır. Elə bununla da bəşəriyyətin təsəvvürlərində dönüş yaranır.

Böyük ingilis filosofu F.Bekon (1561–1626) induktiv üsulun əsasını qoymaqla elmi tədqiqatlara təcrübi yanaşmanın əsasını yaradır. Yalnız təcrübə və müşahidə həqiqi biliyin etibarlı mənbəyidir. Və bu cür bilikdən «bütün dünyanın rifahı asılıdır». Belə bir çağırışa bütün təbiətşünaslar qoşulurdu.

XVI əsrdə insanların cəsədlərinin yarılmalarına qoyulan qadağalar aradan götürüldükdən dərhal sonra anatomiya çox böyük nailiyyətlər əldə edir. A.Vezalinin «İnsan bədəninin quruluşu haqqında» yeddi kitabı nəşr olunur (1543). 1628-ci ildə U.Harvey qan dövrünü haqqında özünün təlimini nəşr etdirir. Mikroskopun yaradılması ilə canlı varlıqların tədqiq olunmasının imkanları genişlənir: bitkilərin hüceyrəvi quruluşu (R.Huq, 1665), mikroorqanizmlər aləmi, eritrositlər və spermatozoidlər (A.Levenhuk, 1683), kapilyar damarlarda qanın hərəkəti, öz-özünə yaranma nəzəriyyəsinin qeyri-mümkünlüyünü sübut edir. Bu dövrdə artmaqda olan təbii elmi biliklərin təsnifləşdirilməsi və ümumiləşdirilməsi lazım idi. Bitki və heyvanlar aləmini təsvir edən ilk çoxcildli əsərlər meydana çıxır. Artıq 1583-cü ildə italyalı həkim, təbiətşünas və filosof A.Çezalpino bitkiləri toxumlarının quruluşuna, çiçəklərin və meyvələrin quruluşuna görə təsnifləşdirməyə cəhd göstərir. İngilis bioloqu Con Rey «Bitkilərin tarixi»-ndə (1686–1704) 18600-dən çox bitki növünü təsvir edir, ilk dəfə «növlər» və «cinslər» anlayışlarını elmə gətirir. O, ətraf mühitin təsiri altında müxtəlifliyin əmələ gəlməsini qəbul edirdi, lakin zəmanə tərəfindən ümumi qəbul edilmiş fikirləri inkar edirdi. O, eyni zamanda növlərin dəyişilməsinin qeyri mümkün olduğunu qəbul edirdi.

## **1.2. XVIII əsrdə və XIX əsrin birinci yarısında təkamül baxışlarının inkişafı.**

Sistematikanın, müqayisəli anatomiyanın, biocoğrafiyanın nailiyyətləri nəticəsində XVII–XVIII əsrlərdə təbiətşünaslıqda faktiki materialların toplanması baş verirdi. Böyük isveç təbiətşünası K.Linney (1707–1778) o dövr üçün əlverişli olan «Təbiətin

sistemi» (1735) adlı əsərini təklif etmişdir. Onun ən böyük xidmətlərindən biri indi də biologiyada istifadə olunan binominal nomenklaturanı irəli sürməsi olmuşdur. Con Rey kimi Linney də növ müxtəlifliklərinin təbii yolla əmələ gəlməsini qəbul edirdi, lakin çox ciddi şəkildə inanırdı ki, «növlər nə qədər mövcuddursa, elə o qədər formanı ilahi qüvvə yaratmışdır». O, növə təbiətdə sabit element kimi baxırdı və növlərin yaradılması haqqında bibliyada verilmiş əfsanələrə rə inanırdı.



**Karl Linney (1707-1778)**

K.Linney həyatının son illərində təkamül məhdud səviyyədə qəbul etməklə hesab edirdi ki, cins daxilində yaxın növlər ilahi qüvvənin iştirakı olmadan təbii yolla inkişaf edə bilər.

**XVIII əsrdə təkamül ideyaları.** XVIII əsrdə təkamül ideyaları təbiətşünas və filosofların əsərlərində daha da aydın şəkildə tədqiq edilməyə başlayır. Belə ki, Q.V.Leybinis (1646-1716) Aristotelin ideyalarını inkişaf etdirərək, qradasiya prinsipini irəli sürür və bitkilərlə heyvanlar arasında keçid formaların mövcud olduğunu iddia edir. Qradasiya prinsipi sonralar «varlıqlar pilləkəni» haqqında təsəvvürlər minerallardan insana qədər inkişaf etmişdir. Elə bununla əlaqədar olaraq bəzi alimlər üçün Aristotelin ideal fasiləsizliklər ifadəsi, digərləri üçün isə təbii çevrilmələr (transformizm) ifadəsi qalmaqda idi.



**Jorc Lui Büffon (1707-1788)**

1749-cu ildə J.Büffonun «təbii tarix» (1788-ci ilədək 36 cildi nəşr olunmuşdur) adlı çoxcildli əsəri nəşr olunmuşdur. O, bu əsərində Yerin inkişafı haqqında hipotezi əsaslandırmışdır. Onun fikrinə görə bu inkişaf 80-90

min ili (onun nəşr edilməmiş yazılarında bu tarix 500 min ilə bərabər götürülür) əhatə edir, lakin yalnız son dövrlərdə Yerdə qeyri-üzvi maddələrdən canlı orqanizmlər yaranır: əvvəlcə bitkilər, sonra isə heyvanlar və insan. J.Büffon heyvanların quruluş planında vahid mənşəlik dəlillərini görür və yaxın formaların onların ümumi əcdadları ilə oxşarlığını izah edirdi. O, növlərin dəyişilməsi haqqında təlimin-transformizm mövqeyinin üzərində dururdu.

Təkamül ideyaları ensiklopediyaçı D.Dudronun (1713–1784) əsərlərində də öz əksini tapmışdır. O, hesab edirdi ki, bütün varlıqların xırda dəyişilmələri və Yerin mövcudluğunun vaxta görə uzun müddətli olması üzvi aləmin müxtəlifliyinin əmələ gəlməsi ilə izah edilə bilər. Fransız alimi P.Mopertyui (1648–1759) irsiyyətin korpuskulyar təbiəti, mühitə uyğunlaşa bilməyən müxtəlif formaların məhv olmasında təkamülün rolu, yeni formaların məhv olmasında təkamülün rolu, yeni formaların inkişafında təcridin rolu haqqında mülahizələr söyləmişdir. Ç.Darvinin babası Erazm Darvin (1731–1802), şairənə bir formada bütün canlı varlıqların vahid mənşəlilik prinsipini təsdiq edirdi. O, eyni zamanda göstərirdi ki, üzvi aləm milyon illər ərzində inkişaf etmişdir. İ.Kant (1724–1804) «kosmoqoniyada» (1755) Yerin inkişafının yüz milyonlarla illər ərzində inkişaf etdiyini göstərmişdir.

Bütün bu göstərilən konsepsiyalar XVII–XVIII əsrlərdə biologiyanın inkişafında həlledici olmadı. XVII əsrin ikinci yarısında heyvanlarda spermatozoidlərin və yumurta hüceyrələrin kəşfi antik filosofların bir orqanizmin digər orqanizmdə «yerləşməsi» ideyasının dirçəlişinə gətirib çıxardı: hər bir varlıqda digər varlıq miniatür şəklində yerləşir və buna görə də fərdlər formalaşan (əmələ gələn) zaman həqiqi inkişaf baş vermir, yalnız böyümə (preformizm) gedir. O dövrün bir çox görkəmli bioloqları – Ş.Bonne, A.Levenhuk, Ya.Svammerdam, M.Malpigi, R.de Qraaf və başqaları preformist idilər. Lakin onlarda fikir ayrılıqları əmələ gəlmişdi. Belə ki, bəziləri miniatür formanın yumurta hüceyrədə («ovisitlər»), digərləri isə spermatozoidlərdə («animalkulitlər») yerləşdiyi fikrini müdafiə edirdi. Üzvi aləmin inkişafı ideyasının həyata keçirilməsində preformizm kreasionizm mövqeyində dururdu.

XVIII əsrdə transformizm ideyası Rusiyada da yayılmışdır. M.V.Lomonosov (1711–1765) yazırdı: «Yadda saxlanmalıdır ki, Yer üzərində görünən cismani şeylər və bütün aləm əmələ gəl-diyi zaman indi biz gördüyümüz halda deyildi, onların üzərində çox böyük dəyişikliklər baş vermişdir». Lomonosov kreasioniz-mə zidd fikirlər irəli sürürdü: «Bir çoxları nahaq düşünürlər ki, bütün şeylər lap başlanğıcdan (ibtidaidən) yaradan qüvvə tərə-findən yaradılmışdır və buna görə də onun səbəbini axtarmaq lazım deyil». O, kreasionizmə qəti zərbə endirərək qeyd edir: «O ağılda olanlara elə gəlir ki, üç kəlməni: «Allah belə yaratmışdır» əzbərləyib filosof olmaq olar».

Lomonosov Yer in həmişə dəyişikliyə uğradığını və bu prosesin indi də davam etdiyini qeyd edirdi. O, katastroflar nəzəriyyəsinə zidd olaraq bu dəyişikliyin dəqiq səbəbini göstərirdi. Onun fikrinə görə Yer üzərində dəyişikliklərə səbəb iki amildir. Bunlardan biri xarici amillər – su, hava (onların müxtəlif vəziyyəti, yağış, qar, dolu, dəniz, okean, çaylar və s.) digəri isə daxili vulkanlardır.

Peterburq Akademiyasının həqiqi üzvü K.F. Volf (1734–1794) preformizmə ilk ciddi zərbəni endirir.

Quşlarda və bitki tumurcuqlarında rüseymin inkişafının gedişini öyrəndikdə O, belə nəticəyə gəlmişdir ki, bütün hallarda rüseymin quruluşunun yeni əmələgəlmə yolu ilə «homogen vəziyyətdən heterogen vəziyyətə tədrici inkişafı» baş verir (epigenez konsepsiya).

***J.Küvyə ilə E. Joffrua Sent-İler arasında mübahisə.*** XVIII əsrin sonunda kreasionizmin və transformizmin tərəfdarları ara-sında mübarizə kəskinləşdi. J.Küvyə (1769–1832) paleontologiya və müqayisəli anatomiya sahəsində o dövrün ən görkəmli alimi olub, çox zəngin faktiki materiallara istinad edərək, qazıntı ha-lında tapılan qalıqlarla hazırda mövcud olan heyvanların oxşar olduğunu sübut edirdi. O, eyni zamanda təkamüldəki qohumluq əlaqələrini görə bilmir və keçmişdə yaşamış heyvanların katas-troflar nəticəsində məhv olduqları fikrini irəli sürürdü. Bir sözlə Küvyə növlərin sabitliyi ideyasını müdafiə edirdi. Küvyə öz tədqiqatları nəticəsində «korrelyasiya», yəni orqanizmin müxtəlif üzvləri, hissələri arasında əlaqələrin olması «orqanizmin yaşama

şəraiti» prinsiplərini irəli sürmüşdür. Müəyyən vaxtlarda faunanın dəyişilməsi faktını izah etmək üçün J.Küvyə keçmişdə Yerin üst qatının katastrofları və canlı varlıqların məhv olması haqqında təsəvvürləri inkişaf etdirirdi. Bu təsəvvürlərin inkişafı A.d'Orbinini katastroflar nəzəriyyəsini dürüst və qısa ifadə etmişdir. Buradan aydın olur ki, hər bir katasrofdan sonra heyvanların yaranması baş vermişdir.

J.Küvyenin həmyerlisi və müasiri E.Joffrua Sent-İler (1772–1844) – əks mövqedən çıxış edirdi. Sent-İlerin fikrinə görə növlər sabit deyil və hazır şəkildə yaranmamışdır, əksinə onlar təbii qanunlar əsasında əmələ gəlmiş və hər zaman xarici şəraitin təsiri ilə dəyişikliyə uğrayır. O, heyvanlar aləminin çoxşəkilliliyini quruluşun vahid planı nəzəriyyəsi ilə izah edir. Onun fikrinə görə bütün heyvanların bədəni vahid plan üzrə qurulmuşdur. Bu vahid planın dəyişikliyə uğraması nəticəsində canlılar aləmində çoxşəkillilik meydana gəlmişdir.

Küvyə və Sent-İler arasında bu məsələyə görə fikir müxtəlifliyi kəskin kütləvi mübahisəyə səbəb olmuşdur (1830). Nəticədə Küvyə qələbə qazanmışdır.

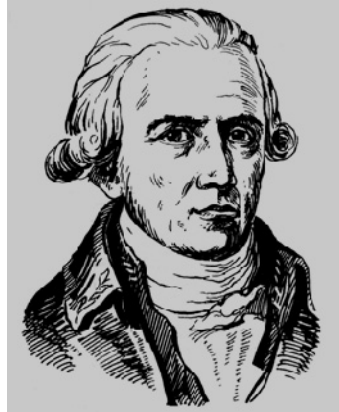
## TƏKAMÜL TƏLİMİNİN TƏŞƏKKÜL TAPMASI

XIX əsrdə təkamülü fikirlərin inkişafı tarixində ən əhəmiyyətli hadisə – Ç.Darvin tərəfindən 1842–1853–cü illərdə təkamül nəzəriyyəsinin yaradılmasıdır. Lakin təbiətin inkişafını sübut edən, tam elmi görüşlər sistemini özündə birləşdirən təkamül təlimi darvinizmin meydana gəlməsinə qədər, yəni: XIX əsrin birinci yarısında fransız bioloqu J.B.Lamarkın və Ç.Darvinin bir sıra sələflərinin əsərləri ilə formalaşmışdır.

**J.B.Lamark və onun təlimi.** Elmə «biologiya» terminini daxil etməklə, heyvanlar aləmini ilk dəfə olaraq «onurğalılar» və «onurğasızlar»a bölərək sistem yaratmaqla, hörümçəkkimiləri və tikanlı qurdları ayrıca sinif kimi ayırmaqla, həmçinin insanın meymunabənzər əcdadlardan əmələ gəlməsi yolları haqqındakı təsəvvürləri əsaslandırmaqla J.B.Lamark öz adının ölməzliyini təmin etmişdir. Lakin Lamarkın başlıca nəzəri nailiyyəti təbiətin inkişafının təkamül konsepsiyasını yaratmaqdan ibarət olmuşdur.

J.B.Lamark «Zoologiyanın fəlsəfəsi» əsərində (1809) «varlıqlar pilləkəninin» təkamülünün əsasını vermişdir. Onun fikrinə görə təkamül orqanizmlərin tərəqqiyə doğru daxili meyli (qradasiya prinsipi) əsasında baş verir. Bu «tərəqqiyə doğru meyli» xarici səbəblərlə müəyyən edilmir, onlar yalnız qradasiyanın düzgünlüyünü pozur, Lamarkın öz təliminin əsasında verdiyi ikinci prinsip dəyişilən xarici mühitə istənilən orqanizmin başlanğıc məqsədyönlü reaksiyasını və bilavasitə uyğunlaşma imkanını təsdiq etməkdən ibarətdir.

Təkamül prosesində yeni əlamətlərin əmələ gəlməsini Lamark necə təsəvvür edirdi? Əgər bu heyvan orqanizmlərinə aid edilirsə, deməli əgər şərait dəyişilirsə, onda



Jan Batist Lamark  
(1744–1829)

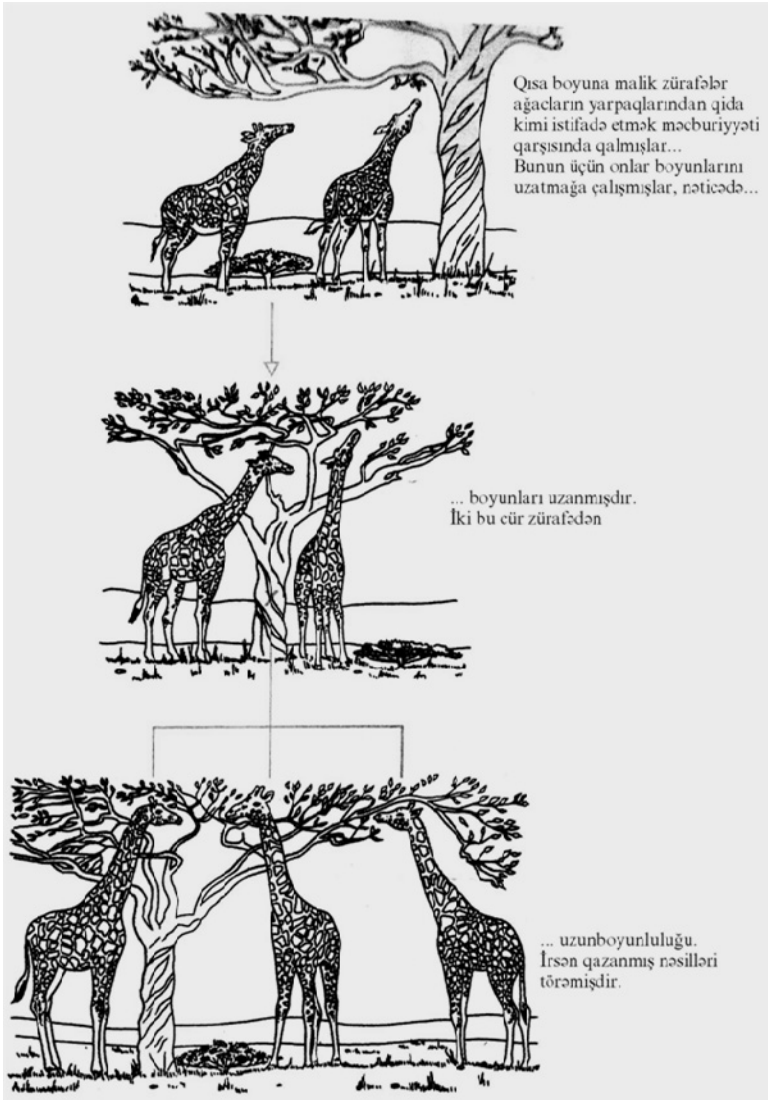
dəyişilən mühitin ardınca vərdişlər dəyişilir, məşqetdirmə nəticəsində müvafiq orqanlar lazım olan istiqamətə dəyişilir (birinci «qanun») və bu dəyişilmələr irsən nəsə ötürülür (ikinci qanun).

Lamark qeyd edir ki, sahil həyatı keçirən bir quşun mühit şəraiti dəyişdikdə (qida azaldıqda və s.) onda qidanı suda axtarmaq üçün yeni tələbat baş verir. Tələbatın dəyişilməsi ilə əlaqədar olaraq o su mühitinə keçməli və suya dalmalı olur. Bu zaman o, islanmaqdan qorunmaq üçün çalışır ki, bədənini yuxarı dartsın və ətraflarını uzatsın. Uzun müddət ərzində bu vərdiş sayəsində həmin quşların ətrafları uzun və çılpaq olmuşdur. Lamarkın fikrinə görə analogi yolla heyvanlarda bütün xüsusi uyğunlaşmalar inkişaf edir. Başqa bir misala baxaq. Zürafələrin əcdadlarının yaşadıkları yerdə bitkilər azaldığından onlar ağacların yarpaqlarından istifadə etmişlər. Buna görə də onlar boyunlarını uzun zaman uzatmağa məcbur olmuşlar (şəkil 2.1).

**J.B.Lamarkın təliminin qiymətləndirilməsi.** J.B.Lamarkın fəlsəfi görüşləri və təkamül baxışları dəfələrlə ədalətli tənqid predmeti olmuşdur. Onun görüşləri deizmə (*lat.* deus – allah) əsaslanırdı – materiya ilkin olaraq öz-özlüyündə passiv (fəaliyyətsiz) olmuşdur, lakin onun inkişafı «bütün mövcud olanların yaradıcısı» ilə müəyyən olunur. Növlərin tədricən və ümumiliklə dəyişilməsi, həmçinin də onların başqa növlərə çevrilməsi ideyasına aludə olan Lamark təbiətdə növlərin real olaraq mövcud olmasını inkar edirdi. Ona elə gəlirdi ki, biologiyadan «növlər» anlayışını kənar etməklə kreasionizm və transformizm arasındakı mübahisəyə son qoymaq olar. Lamarkın görüşlərinin şübhəsiz progressivliyi zamanı onun təkamülün səbəblərini başa düşmək konsepsiyası səhv idi, mahiyyət etibarilə natur fəlsəfi idi ki, bu da idealizm (tərəqqiyə doğru daxili meyl, dəyişilən şəraitə istənilən reaksiyaların ilkin məqsəduyğunluğu) kimi ifadə edilə bilərdi. Bunlarla belə biz bu gürkəmli mütəfəkkirə, üzvi aləmin təkamül konsepsiyasını irəli sürdüyü üçün xüsusi qiymət verməliyik.

Lamarkın təkamül görüşləri faktiki materiallara çox az əsaslanmışdır və buna görə də müasirləri arasında geniş yayıla bilmədi. Lakin nəticədə (XIX əsrin sonu – XX əsrin əvvəllərində) onun bəzi görüşləri, qazanılmış xassələrin nəsə ötürülməsi hipotez şəklində geniş yayıldı.





**Şəkil 2.1.** Lamarkizim nöqtəyi-nəzərindən zürafələrdə uzunboyunluluğun təkamülü. Lamark hesab edirdi ki, zürafələr ağacların budaqlarında yarpaqlarla qidalanmaq üçün boyunlarını uzatmışlar. Sonralar onlar bu əlaməti öz nəsillərinə ötürmüşlər. Ağac gövdəsindəki işarə (X) iki fərdin çarpazlaşmasını göstərir (orta şəkil).

**Ç.Darvinin sələfləri.** XIX əsrin birinci yarısında biologiya-nın bütün xüsusi bölmələrində və qarışıq təbii-tarixi elmlərdə kifayət qədər material toplanmışdır. Lakin bu materiallar dövrün ictimai-fəlsəfi görüşlərinin təsiri ilə özünün tam materialist izahını tapa bilməmişdir. Buna baxmayaraq həmin materiallar biologiyada təkamül təliminin formalaşmasına əsas verirdi. Bu materiallar həm də ona görə əhəmiyyətlidir ki, bütün heyvanların və bitkilərin təkamül prosesində onların hansısa ümumi bir əcdad formadan inkişaf etmələri izah edilirdi. Ç.Layelin əsərlərində (1797-1875) tarixi geologiyanın, onun aktualizm prinsipləri ilə əsası qoymuşdur. Yer qabığının tarixi dəyişilməsi elə bu gün də ona təsir göstərən qüvvələrin təsiri ilə müəyyən edilir. Artıq təkamülə sübut edən ümumiləşdirici əsərlər meydana gəlir. 1845 və 1846-cı illərdə R.Çembersin iki cildli əsəri Londanda çap olunmuşdur. Onun «Yaranmanın təbii tarixinin izləri» adlı iki cildli əsəri tezliklə bütün Avropa dillərinə tərcümə edilmişdir.

Ç.Darvinin Rusiyada bilavasitə sələfləri zooloq K.F.Rulye (1814-1858) və botanik A.N.Beketov (1825-1902) olmuşdur. K.F.Rulye üzvi aləmin qeyri-üzvi aləmdən əmələ gəlməsi konsepsiyasını inkişaf etdirmişdir. O, həmçinin orqanizmlərin tədricən təbii dəyişilmələrini və xarici şəraitin dəyişilməsinin təsiri altında varlıqların müxtəlifliyinin yaranması, canlı orqanizmlərin əsas xassəsi kimi irsiyyət və dəyişkənlik konsepsiyasını da inkişaf etdirmişdir.

A.N.Beketov «Təbiətdə harmoniya» (1858) adlı əsərində bitkilərin mövcud olduqları müxtəlif şəraitlərdə dəyişilməsi, o cümlədən yaşamaq uğrunda mübarizə haqqında maraqlı məlumatlar irəli sürmüşdür.

## DARVİNİZMİN YARANMASI

Ç.Darvin tərəfindən əsaslandırılmış təkamül nəzəriyyəsinin əsas vəziyyəti ilə tanış olmazdan əvvəl onun yaranmasında rol oynayan zəminlərə, Ç.Darvinin həyat və yaradıcılığına nəzər yetirmək lazımdır. Ç.Darvinin təkamül baxışlarının inkişafı təkamül dünyagörüşləri prosesinin formalaşması müasir biologiyada güzgüdə olduğu kimi əks olunur.

***Darvinizmin yaranmasının zəminləri.*** XIX əsrin birinci yarısında biologiya sahəsində ümumiləşdirilməsinə ehtiyac duyulan çox böyük miqdarda faktiki materiallar toplanmışdır. Belə bir ümumiləşdirmə üçün yeni yanaşmalar lazım gəlirdi. Kənd təsərrüfatı təcrübəsi gələcəkdə də seleksiya üsullarını inkişaf etdirmək üçün yeni nəzəriyyələrin yaradılmasını tələb edirdi.

XIX əsrin ortalarında İngiltərə təsərrüfatının inkişafı səviyyəsinə görə irəlidə gedən dövlətlərdən biri olduğu üçün təkamül nəzəriyyəsinin yaradılması mümkün idi. Bu nəzəriyyənin yaradılması dahi İngilis alimi Ç. Darvinə nəsib olmuşdur.

Ç.Darvin (1809–1882) gənclik illərində Bibliyaya inanmışdır. Odur ki, kənd pasteri olub, həvəskar – təbiətşünas kimi zoologiya ilə məşğul olmaq istəmişdir.

Darvin, Kembric Universitetində oxuduğu dövrdə öz qarşısına qoyduğu məqsədə (təbiəti öyrənməyə) nail ola bildi. O, Kembric Universitetinin ilahiyyat fakültəsini bitirdiyi vaxtda (1831-ci il) professor Henslo ona dünya səyahətinə çıxmaq kimi çox faydalı bir təklif etdi. İngiltərə hökuməti 5 illik dünya ekspedisiyası təşkil etmişdi. Bu ekspedisiyada məqsəd Cənubi Amerikada Pataqoniyani, Odlu Torpağı öyrənmək, Çili, Peru, Sakit okean adalarının sahillərini tədqiq etməkdən ibarət idi.

İlk dəfə Henslo belə məsuliyyətli işi Darvinə təklif edərkən o, təvazökarlıqla bu işə hazır olmadığını bildirmişdi. Darvin hələ uşaqlıq illərində dünya səyahəti haqqında fikirləşmişdi. Xüsusən, Humboldtun əsərləri ona bu sahədə çox böyük təsir göstərmişdi.

Henslo onu ilk dəfə «Biqql» (Axtarış) gəmisinin kapitanı Fits-Roylla tanış etdikdə Darvinin burnu kapitanın xoşuna gəlməmişdi. Guya, belə burun sahibi olan adamda zəhmətə, ağır iş-

lərə davamlılıq, ardıcılıq ola bilməz. Sonra isə Henslo Darvinin bu iş üçün yaranan bir adam olmasını kapitana inandıra bilmişdir.

Darvinin dünya səyahətinə çıxmasında ikinci manəə atasının ona razı olmaması idi. Lakin atası Darvinə son sözündə: «Əgər bir ağıllı adam sənə səyahətə çıxmağı məsləhət görsə mən buna razı olaram» demişdi.

Darvin atasının çox hörmət etdiyi və «dayı» adlandırdığı Vecvudun yanına getmiş və atasından razılıq almasını xahiş etmişdir. Robert Darvin Vecvudun xahişini yerinə yetirmiş, Ç.Darvinə dünya səyahətinə çıxmasına icazə vermişdi. Bir gün Darvin ova çıxmaq istəyərkən dayısı ona həmin şad xəbəri verir. Atasının razılığını alan kimi Darvin Kembricə – dostu və müəllimi Henslonun yanına yola düşür və bu şad xəbəri ona da bildirir.

23 yaşlı kapitan Fits-Roylla Darvinin dostluğu belə başlayır. Kapitan yola nə götürmək lazım gəldiyini və səyahətin nə qədər xərc götürəcəyini Darvinə xəbər verir.

Nəhayət, nəhəng okean gəmisi «Biqql» 1831-ci il dekabrın 27-də İngiltərə sahillərindən uzaqlaşib dünya səyahətinə yola düşür.

Gənc alim Ç. Darvin canlı təbiəti yaxşı tanıyan, kolleksiyalar toplamağı bacaran, bitki və heyvanlar aləmini tədqiq etmək üsulları ilə tanış olan, geoloji tədqiqatlardan baş çıxaran istedadlı bir adam olsa da, gəmiyə minərkən çox həyəcan, sıxıntı keçirirdi. Darvini yola salmağa gələn dostu professor Henslo, ona Çarlz Layyelin «Geologiyanın əsasları» adlı əsərini verir və bundan istifadə etməyi məsləhət görür. Darvin sonra bu kitab haqqında yazırdı: «Bu kitab mənə çox böyük fayda verdi... İlk tədqiqata başlayarkən məndə belə bir inam əmələ gətirdi ki, Layyelin əsas nöqteyi-nəzəri bütün başqa əsərlərin müəlliflərinin nöqteyi-nəzərindən üstündür».

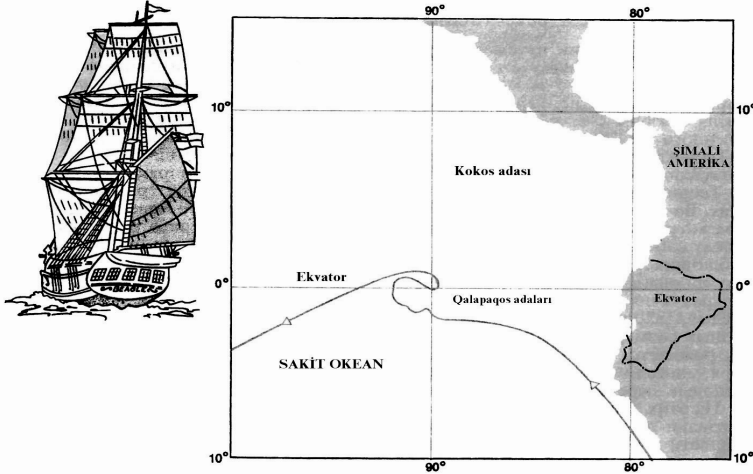
Çarlz Darvinin çıxdığı dünya səyahətinin marşrutu belə idi: «Biqql» 1831-ci ildə Cənubi Amerikanın şərq sahilini öyrənir. Darvin Santyaqo və Yaşıl Burun adalarını tədqiq edir. Gəmi 1832-ci ildə Rio-de-Janeyronu, sonra Montevideo və Buenos-Ayresi öyrənib cənuba doğru hərəkət edərək, Odlu torpağa çatır, 1833-cü ilin avqustunda yenə şimala doğru hərəkət edərək Bayya Blanka körfəzində dayanır. 1833-cü ilin dekabrında gəmi

cənubi Pataqoniya sahillərinə doğru üzməyə başlayır. Sonra Od-lu torpağın yanından keçərək Cənubi Amerikanın qərb sahilləri ilə şimala doğru gedir. Burada isə Peru və Çilini gəzir (şəkil 3.1).

1835-ci ilin sentyabrında «Bıql» gəmisi Qalapaqos (okeanın dibinin qabarması nəticəsində əmələ gələn adadır) adalarında olur, sonra gəmi Sakit okeandan keçərək Yeni Zelandiya sahillərini tədqiq etməyə başlayır. Avstraliyanı öyrəndikdən sonra 1836-cı ildə Hind və Atlantik okeanlarından keçərək yenidən Braziliya sahillərinə qayıdır.

1836-cı ilin oktyabrında gəmi öz səyahətini başa çatdırıb, 5 ildən sonra sağ-salamat Londona qayıdır.

Ç.Darvin İngiltərəyə gəlib, alim yoldaşları və müəllimləri ilə görüşən zaman özünü «faktlar milyoneri» adlandırır. Həqiqətən də ekspedisiya zamanı Darvin bitki və heyvanlar, yerin geoloji quruluşuna aid çox zəngin materiallar toplaya bilmişdi. O, topladığı materiallar əsasında bir sıra görkəmli əsərlər yazır. Bunlardan geologiyaya dair yazdığı «Mərcan riflərinin qurulması və yayılması», «Vulkan adaları üzərində geoloji müşahidələr» və «Cənubi Amerikanın geoloji tədqiqatı» kimi əsərləri çox qiymətli idi.



**Şəkil 3.1.** Qalapaqos və «Bıql» gəmisinin hərəkət yolunun bir hissəsi. Bu adalarda təkamül effekti xüsusilə aydın verilmişdir, ona görə ki, adalar qurudan və bir-birindən təcrid olunmuşdur. Qalapaqos adalarına gətirilmiş xeyli miqdarda bitki və heyvanların təkamülü müxtəlif adalarda müxtəlif göstərilmişdir.

Darvin 1842-ci ildə həkimlərin məsləhəti ilə çox səs-küylü şəhər olan Londonu tərk edərək atasının Daun kəndində olan malikanəsinə köçür və ömrünün axırına qədər burada yaşayır. 1844-cü ildə o, öz dostu məşhur botanik Hükərə yazdığı məktubunda təkamül haqqında əsas fikirlərini əks etdirmişdir. Darvin 1856-cı ildə məşhur geoloq Layyelin məsləhəti ilə «Növlərin mənşəyi» adlı əsərini yazmağa başlayır. Onu maraqlandıran əsas məsələ üzvi aləmi düzgün başa düşmək və onu olduğu kimi əks etdirmək idi.

Darvinin «Növlərin mənşəyi» adlı məşhur əsəri, nəhayət, 1859-cu il noyabrın 24-də çapdan çıxır. 1250 nüsxədən ibarət olan bu əsər çapdan çıxan günü satılıb qurtarır. Əsər hələ müəllifin sağlığında 6 dəfə çap edilmişdir.

Kitab Darvinin ən böyük əsərlərindən biri idi. Biologiya elmlərinin tarixində böyük inqilab yaradan bu əsər Darvinin adını bütün dünyaya tanıda bilmişdir. Darvin sakit və ucqar bir kənddə (Daunda) oturub dünyaya elə bir «top» atmışdı ki, onun səsini ayılmamaq mümkün deyildi.

Bu əsərdə Darvinin əsas məqsədi ondan ibarət idi ki, növlər ayrı-ayrı yaranma aktı nəticəsində, yəni yaradan qüvvə tərəfindən deyil, təbii seçmə yolu ilə əmələ gəldiyini sübut etsin.

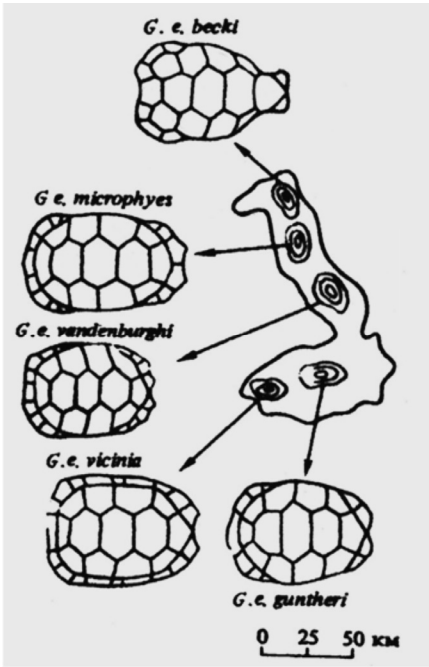
«Növlərin mənşəyi» əsərində «Əhliləşdirmənin təsiri altında dəyişkənlik», «Təbiətdə dəyişkənlik», «Yaşayış uğrunda mübarizə», «Təbii seçmə», «Dəyişkənlik qanunları», «Nəzəriyyədə rast gəlinən tənliklər», «Təbii seçmə nəzəriyyəsinin əleyhinə müxtəlif etirazlar», «İnstinkt», «Hibridləşdirmə», «Geoloji tarixin tam olmaması haqqında» və s. geniş məlumat verilir.

«Növlərin mənşəyi» çapdan çıxandan bir neçə ay sonra K.Marks Engelsə yazdığı məktubunda onu öz təliminin «təbii tarixi istinadgahı» kimi qiymətləndirmişdir.

«Biqıl» gəmisində təbiətşünas kimi səyahət edərkən məni, üzvi varlıqların Cənubi Amerikada yayılmasına və bu qitədə keçmiş və müasir canlıları arasındakı geoloji münasibətlər heyran etdi. Bu faktlar, növlərin mənşəyi əsərinin sonuncu fəslindən göründüyü kimi müəyyən dərəcədə növlərin mənşəyini, yəni bir sözlə sirlərdən sirri açmışdır. Bu beləcə başlanır «Növlərin mənşəyi» əsərində «Giriş...»

Ç.Darvin Cənubi Amerikaya səyahət edən zaman qeyd etmişdir ki, heyvanlar aləminin müxtəlifliyi məntiqi olaraq ayrı-ayrı yaradıcı aktına nisbətən müxtəlif formalarda yavaş dəyişilmənin getməsi prosesi ilə əlaqədar olması ilə izah oluna bilər (şəkil 3.2). Qazıntı halında tapılan nəhəng formaların qalıqlarına əsasən Ç.Darvin belə bir nəticəyə gəlmişdir ki, müasir dövrdə yaşayan formalar, məhv olmuş formalar ilə qohum olmuşlar. Təkamül görüşlərinin formalaşmasında kulminasiya nöqtəsi üçün Qalapaqos adalarının flora və faunasının tədqiq edilməsi mühüm rol oynamışdır. Ç.Darvin burada vürok quşlarının yaxın növləri arasında, həmçinin tısbağa və kərtənkələlərin də yaxın növləri arasında təkamül prosesinin təsirini görmüşdür.

1836-cı ildə Ç.Darvin İngiltərəyə artıq formalaşmış təkamülçü kimi qayıdır. Elə bu andan etibarən təkamül prosesinin mexanizminin açılmasına əsaslanan təkamül nəzəriyyəsinin düzgün, mükəmməl işlənib hazırlanmasının uzun dövrü başlanır.



Şəkil 3.2. Qalapaqos adalarında Albemar adasında fil tısbağalarının beş yarımnövünün çanağının üst tərəfindən dəyişilməsi. Bunlara bənzər tısbağa formaları arxipelaqın digər adalarında da yaşayırdı. Ç.Darvin belə bir nəticəyə gəlmişdir ki, onların hamısı nə vaxtsa bu arxipelaqa düşmüş bir formanın nəsiləridir (E. Volpə görə, 1981).

Ç.Darvin göyərçin, it cinslərinin yetişdirilməsi və mədəni bitkilərin yüksək məhsuldar sortlarının yaradılması tarixini analiz edərək inanırdı ki, sortlar və cinslər arasında fərqlər seçmə nəticəsində, həmçinin arzu olunan xassə yaxud əlamətin daha çox seçildiyi fərdlərin çoxalmasında meydana çıxır. Qədim dövrlərdən süni seçmə insan üçün ya şüursuz (bu zaman çoxalma üçün yalnız yaxşı fərdlər saxlanılır, son nəticə isə gözlənilmir), ya da metodiki (bu zaman seleksiyaçı qarşısına müəyyən əlamət yaxud xassəni yaxşılaşdırmağı məqsəd qoyur) ola bilər. Ev heyvanlarının və mədəni bitkilərin təkamülünün izah edilməsində Ç.Darvinin yanaşmasının yeniliyi ondan ibarətdir ki, o insan fəaliyyətinə yaradıcı başlanğıc kimi baxmışdır. Ç.Darvin ev heyvanlarının müxtəlifliyinin izah edilməsinin açarını insan tərəfindən sadəcə olaraq əvvəllər hesab edildiyi kimi dəyişkənlik və irsiyyət haqqındakı faktları toplamaqda yox, məhz seçmə yolu ilə dəyişkənliklərin toplanmasını bacarmasında görürdü. Yeni cins və sortların yetişdirilməsinin tarixini öyrənən zaman, onların əksəriyyəti monofiletik (bir kökdən) mənşəyə malikdir nəticəsinə gəlmək mümkün olmuşdur. Ç.Darvin görmüşdür ki, bir çox nəsilərdə müxtəlifliklərin toplanmasında, süni seçmənin təsir mexanizmində, təkamül prosesində ilkin əsas mexanizm kimi təbii seçmənin təsiri durur.



**Dahi naturalist, təbii seçmənin yaradıcısı Carlz DARVİN**

Dünya səyahəti başa çatdıqdan sonra Ç.Darvin bütün vaxtını əldə etdiyi müşahidələri analiz etməyə səf etmişdir. 1839-cu ildə alimin «Biqł gəmisində təbiətşünasın dünya səyahəti» adlı əsəri çapdan çıxır. Bu əsər alimə elm aləmində böyük şöhrət gətirir. Botanikadan və zoologiyadan kolleksiyaları analiz etmək, bitkilərlə təcrübələr və göyərçinlərin yetişdirilməsinə həsr edilmiş təcrübələrlə zəngin olan daha dörd il arxada qalır. Qeydlər kitabına istinad edərək müəyyən etmək mümkün olmuşdur ki, Ç.Darvində hələ



1837-ci ildə təbii seçmə ideyası baş qaldırmışdır. 1842-ci ildə Ç.Darvin təbii seçmə nəzəriyyəsinin qaralama variantını hazırlamışdır. Daha iki il keçdikdən sonra o, bu əsəri 35 səhifədən 230 səhifəyə qədər genişləndirir. Bu zaman səhhətinin pisləşdiyini görən alim əsəri tamamlamaqdan imtina edir və xahiş edir ki, əsəri onun ölümündən sonra çap etsinlər.

Bir neçə vaxtdan sonra alimin səhhəti yaxşılaşır. Bu zaman «Yaradıcının təbii tarixinin izləri» adlı anonim kitabın meydana gəlməsi bütün oxucu kütləsini narahat etmişdir. Kitabın müəllifi, Ç.Darvin nəzəriyyəsini fəal müdafiəçisi hesab edilən R.Çembers idi. Kitabın hərtərəfli kəskin tənqid edilməsi (R.Çembers təkamülün mövcud olmasını sübut edən bir neçə təəccübləndirici sübutları irəli sürməklə onda təbiətdən üstün qüvvənin iştirakını qəbul edirdi) və ona şübhə ilə yanaşan dostları Ç.Darvini məcbur edirlər ki, (demək olar ki, hazır olan) kitabın nəşr olunmasını dayandırsın. Onlar istəyirdilər ki, irəli sürülmüş vəziyyətləri hərtərəfli şəkildə Darvin sənədləşdirsin. 1858-ci ildə Ç.Darvinin əsəri 2000 səhifəyə çatır və onun sözlərinə görə əsərin üçdə iki hissəsi çapa hazır idi. Lakin Ç.Darvin onu tamamlamadı.

Bu zaman Ç.Darvin gənc zooloq Alfered Uollesdən bir məktub alır. Uolles məktubunda Darvindən xahiş edirdi ki, onun «Növmüxtəlifliyinin başlanğıc tipdən qeyri üzvi kənarlaşmalara meylliliyi haqqında» adlı məqaləsini oxusun və əyər bəyənersə çap edilməsi üçün jurnala təqdim etsin. Məqalədə yığcam şəkildə hələ 1842-ci ildə Ç.Darvinin A.Uollesdən asılı olmadan irəli sürdüyü nəzəriyyədən bəhs edilirdi. Əvvəlcə Ç.Darvin istəyirdi ki, Uollesin məqaləsini çapa təqdim etsin və bu nəzəriyyə haqqında daha heç çıxış etməsin. Lakin dostlarının təkidi ilə «üzvi varlıqların təbii vəziyyətdə dəyişilməsi haqqında...» adlı məqaləsini çap etdirmək qərarına gəlir. G. Layel və Con Huker linneyçilər cəmiyyətinə hər iki məqaləni təqdim edirlər.

Bütün sənədlər 1858-ci ildə çap edilmişdir. Bu hadisələr, Ç.Darvini uzun illər boyu hazırladığı «Növlərin təbii seçmə yolu ilə əmələ gəlməsi yaxud həyat uğrunda mübarizədə əlverişli cinslərin saxlanması» əsərini qısaldılmış şəkildə çap etdirməyə məcbur edir. 24 noyabr 1858-ci ildə Londonda 1250 nüsxədə çap olunmuş əsər bir neçə gündə satılıb qurtarır.

Ç.Darvin təbii seçmə nəzəriyyəsini yaratmasaydı belə, onu görkəmli təbiətşünas hesab etməyə haqqımız vardır. Yalnız onun əsas əsərlərinin siyahısı göstərir ki, o nə qədər dərin və hərtərəfli dünyagörüşlü alim olmuşdur. Aşağıda onun əsas əsərləri verilir.

- 1839 —«Bıql» gəmisində təbiətşünasın dünya səyahəti.
- 1842 —«Mərcan qayalarının quruluşu və yayılması»
- 1844 —«Vulkan adaları üzərində geoloji müşahidələr»
- 1846 —«Cənubi Amerika üzərində geoloji müşahidələr»
- 1851-1854 —«Bığayaq xərçəngləri»
- 1859 —«Növlərin təbii seçmə yolu ilə əmələ gəlməsi yaxud həyat uğrunda mübarizədə əlverişli cinslərin saxlanması».
- 1862 —«Səhləb bitkisinin tozlanması»
- 1865 —«Dırmaşan bitkilərin hərəkəti və sarılması»
- 1868 —«Ev heyvanları və mədəni bitkilərin dəyişilməsi» (2 cilddə)
- 1871 —«İnsanın mənşəyi və cinsiyyətli seçmə»
- 1872 —«İnsan və heyvanlarda emosiyaların ifadə edilməsi»
- 1875 —«Həşəratyeyən bitkilər»
- 1876 —«Bitki aləmində çarpaz və öz-özüə tozlanmanın təsiri»
- 1877 —«Bir bitkidə və elə həmin növdə çiçəklərin müxtəlif formaları»
- 1879 —«Erazm Darvinin həyatı»
- 1880 —«Bitkilərdə hərəkətmə qabiliyyəti»
- 1881 —«Yerdə bitki örtüyünün əmələ gəlməsi yağış qurdunun fəaliyyətidir və onların həyat fəaliyyəti üzərində müşahidə»

### **3.1. Təbii seçmə nəzəriyyəsinin əsas vəziyyəti və onun qiymətləndirilməsi**

Ç. Darvinin heç vaxt unudulmayan xidməti ondan ibarətdir ki, o, təkamülün mexanizmini açmaqla növlərin inkişafı və əmələ gəlməsi prosesini izah etmişdir. Məhz bu təkamül təliminin təkamül nəzəriyyəsinə çevrilməsinə səbəb olmuşdur.

Təbiətşünaslıq, bitkiçilik və heyvandarlıq sahəsindəki təcrübələrdən toplanmış çoxlu sayda faktlara əsaslanaraq Ç.Darvin təbiətdə mövcud olan hər bir növün həndəsi proqreslə çoxalmağa meylli olduğu nəticəyə gəlmişdir. Bu qayda nə bitkilər

aləmində, nə də heyvanlar aləmində istisnalıq təşkil etmir. Hər bir növ potensial olaraq yetkin yaşa çatan fərdlərdən daha çox nəsil törətmək qabiliyyətinə malikdir: cavan fərdlərin sayı yaşlı fərdlərin sayından çoxdur. Lakin hər bir bitki və heyvan növünün yaşlı fərdlərinin sayı az və ya çox dərəcədə daimi saxlanılır. Dünyaya gələn fərdlərin sayı həddindən artıq çox olur, lakin yaşlı dövrə qədər çox az sayda fərdlər yaşayıb qalır. Deməli, digər fərdlər «yaşamaq uğrunda mübarizədə» məhv olur. Bu mühüm əhəmiyyəti olan nəticədir.

«Mən xəbərdarlıq etməliyəm ki, deyərək Ç.Darvin yazırdı ki, bir varlığın digər varlıqdan asılı olduğunu, həmçinin (ən vacib olan) yalnız bir fərdin deyil, hətta onun özündən sonra nəsil qoyma müvəffəqiyyətini də daxil etməklə bu termini (yaşamaq uğrunda mübarizə) geniş və metaforizm mənasında istifadə etmişəm».

Təbiətdə aparılmış müşahidə göstərir ki, heyvan və bitki orqanizmləri üçün əlamət və xassələrin ümumi dəyişmələri xarakterikdir. Yəni bir cüt valideyndən törəyən nəsillər arasında tamamilə eyni olan iki fərdə rast gəlmək olmaz. Orta əlverişli olan mühit şəraitində bu cür fərqliliklər xüsusi əhəmiyyət daşımaya bilər, lakin kənar qeyri-əlvərişli şəraitdə hər bir xırda fərq belə yaşayış üçün həlledici ola bilər.

Ç. Darvinin dahiliyi ondan ibarətdir ki, yaşamaq uğrunda mübarizənin faktlarının, əlamətlərin və xassələrin ümumi dəyişilmələrin tutuşdurulmasından o, belə bir nəticəyə gəlmişdir ki, təbiətdə bəzi fərdlər məhv edildiyi halda, digərləri isə təbii seçmə yolu ilə seçilir və intensiv çoxalır. Yaşamaq uğrunda mübarizə prosesində ilk baxışda heç bir əhəmiyyəti olmayan fərqlər bəzi fərdlərə üstünlük verdiyi halda, digərlərinin məhvinə səbəb olur. Son nəticədə konkret şəraitdə əlvərişli xassələrə malik olan və elə bu növün digər fərdlərindən kəskin fərqlənən fərdlər salamat qalır.

Təkamülün başlıca mexanizminin kəşfi, canlı orqanizmlərin mövcudluğundan üzvi şəkildə ortaya çıxan təkamül prosesini hadisəyə çevirmişdir: nəticədə üzvi aləmin dəyişilməsi və inkişafı hadisələrini izah edən zaman təbiətdənkənar qüvvələrə müraciət zərurəti aradan çıxmışdır.

### **3.2. Darvinizmin sonraki inkişafı və onun biologiyaya təsiri**

«Növlərin mənşəyi» əsərinin xüsusi bölmələrində Ç.Darvin göstərmişdir ki, təbii seçmə prinsipi üzvi aləmin əsas xarakterini, daha doğrusu taksonların iyerarxiya sisteminin mövcudluğundan tovuz quşlarında əlvan rəngli lələklərin əmələ gəlməsində, rudiment orqanların saxlanmasıdan Yerdə orqanizmlərin coğrafi yayılmasının xüsusiyyətlərində izah edir.

«Növlərin mənşəyi» əsərinin çap olunmasından 150 il keçmişdir, bütün bu vaxt ərzində təkamül nəzəriyyəsi fasiləsiz inkişaf etmişdir. Bu inkişafda bir neçə mühüm mərhələni ayırmaq mümkündür (cədvəl 3.1). Bu mərhələlərin xarakteristikasını belə bir kiçik həcmli dərslikdə ətraflı vermək çətinidir, ona görə də burada təkamül nəzəriyyəsinin əsas cəhətlərini işıqlandırmağa çalışacağıq.

**Cədvəl 3.1.** Təkamül nəzəriyyəsinin inkişafının əsas mərhələləri

<b>Mərhələ</b>	<b>İllər</b>	<b>Dövlərin xarakteristikası</b>
I	1859-1900	Təkamül ideyalarının təsdiqi uğrunda mübarizə. Klassik darvinizmin və təkamül haqqında fikirlərin əsas antidarvinist istiqamətləri. Təkamülü biologiyanın meydana gəlməsi.
II	1901-20-ci illərin əvvəli	Klassik darvinizmin genetikanın meydana gəlməsi və onun darvinizmə əks qoyulması ilə əlaqədar böhranı. Bütün antidarvinist formaların güclənməsi.
III	20-ci illərin sonu - 30-cu illərin əvvəli	Populyasiya haqqında düşüncələrə keçidin başlanması. Mikrotəkamülün sistemli eksperimental tədqiqinin başlanması.
IV	30-cu illərin sonu 50-ci illərin əvvəli	Təkamülün sintetik nəzəriyyəsinin inkişafı və formalaşması. Ekosistemli düşüncələrin inkişafının başlanması.
V	50-ci illərin sonu – 80-cı illərin əvvəli	Dəyişkənlik və təkamülün molekulyar əsasının öyrənilməsi. Ekosistemlərin təkamülünün öyrənilməsinin başlanması. Neokatastrofizmin və antidarvinizmin başqa formalarının inkişafı. Kreasionizmin canlanması

**Klassik darvinizmin formalaşması.** «Növlərin mənşəyi....» əsərinin birinci nəşrindən ay yarım sonra ikinci nəşri oxucular tərəfindən rəğbətlə qarşılınır və tezliklə satışdan qurtarır. Əsər tezliklə bütün Avropa dillərinə tərcümə edilir və geniş oxucu dairəsinə çatdırılır. Əsər, o cümlədən Almaniya, Rusiya, İngiltərə, Birləşmiş Ştatlarda geniş yayılır. Bütün hadisələr qrupları və faktları darvinizm mövqeyindən təsdiq edir. Bir neçə ildən sonra antitəkamülçülük və kreasionizm özlərinin hakim konsepsiyalarını birdəfəlik itirməli oldular.

Bu prosesdə T.Heksli, A.Uolles və Con Hukerin İngiltərədə; E.Hekkel, F.Müller, K.Gedenbaurun Almaniya; K.A.Timiryazev, İ.İ.Meçnikov, A.O. və B.O.Kovalevski, İ.M.Seçenovun Rusiyada; Aza Qreyn isə Amerikada apardıqları təbliğatın çox böyük əhəmiyyəti olmuşdur.

Təkamül ideyalarının biologiyada geniş yayılması yeni istiqamətlərin və fənlərin əmələ gəlməsinə səbəb olmuşdur. Bunlardan təkamüli paleontologiya, təkamüli embriologiya, tarixi biocoğrafiya və başqalarını göstərmək olar. Filogenetik istiqamət müəyyən dövr ərzində biologiyanın əksər sahələrinin, lakin təkamüli yanaşmalar isə xüsusi fənlərin metodologiyası və əsası oldu.

XIX əsrin ikinci yarısı bütün nəhəng heyvan qrupları və bitki orqanizmləri üçün intensiv surətdə filogenetik ağacın tərtib edildiyi dövrdür. E.Hekkel tərəfindən irəli sürülmüş embriologiya, müqayisəli anatomiya və paleontologiya dəlillərini müqayisə edən «üçlü paralelizm» metodu bioloji tədqiqatların praktikasına möhkəm daxil olur. Ayrı-ayrı qrupların filogenetik inkişafının gedişinin analizinə əsasən çox mühüm prinsiplər açıqlanır və qrupların təkamülünün əsas xarakterləri, (makrotəkamül), həmçinin alloqenez və aroqenezin prinsipləri formalaşır. Eyni zamanda biogenetik qanun, ixtisaslaşmamış əcdadlardan və progressiv ixtisaslaşmanın mənşəyinin, təkamülün dönməzliyi, orqanların multifunksionallığı və funksiyaların dəyişilməsi yolu ilə orqanların təkamülü formalaşır. Darvinizmin inkişafında «romantik» dövr belə başa çatır.

**Klassik darvinizmin böhranı.** Əksər bioloqlar tərəfindən Ç.Darvin təliminin qəbul edilməsinə baxmayaraq, bir çox aparıcı

bioloqlar (R.Ouen, K.Ber) onu ya qəbul etmirdilər, ya da təkamül haqqında təlimi təbii seçmə yolu ilə düzəlişlə qəbul edirdilər, ya da çox ciddi etirazlar irəli sürürdülər (L.Aqassis, A.Kelliker, K.Negeli və b.)

Təkamül təlimini tənqid edən alimlər göz, beyin və s. kimi mürəkkəb orqanların, çox mürəkkəb davranışların, insanı təəccübləndirən uyğunlaşmaların, başqa sözlə adaptasiyaların təbii seçmə yolu ilə tədricən meydana gələ bilməsinə inana bilmirdilər. Daha doğrusu, qeyri-müəyyən dəyişkənliyin nəsillər boyu təbii seçmə ilə toplanaraq mürəkkəb təkmilləşmələr əmələ gətirə biləcəyinə şübhə ilə yanaşırdılar.

«Növlərin mənşəyi...» əsərinin çap edilməsindən dərhal sonra riyaziyyatçı, mühəndis F.Cenkin bu əsərə mənfi rəy yazmışdır. O, deyirdi ki, təbii seçmə qeyri-müəyyən dəyişkənliklərdən istifadə edə bilməz. Guya ki, təkamüldə cüzi dəyişilmələrin heç bir əhəmiyyəti yoxdur. Onun fikrinə görə bu cüzi qeyri-müəyyən dəyişkənlik bir neçə nəsildən sonra nəsillər arasında azalacaq və nəhayət itib gedəcəkdir. F.Cenkin yazırdı ki, eyni cür irsiyyətli dəyişkənliyə malik iki fərdin olması və onların özündən sonra nəsil qoyması ehtimalı çox azdır.

Ç.Darvin təkamül prosesində cüzi qeyri-müəyyən dəyişkənliklərin daha çox rol oynadığını bildirmişdir. O, yazırdı ki, hər hansı bir irsi dəyişkənlik heç bir zaman nəsillər arasında itmir, həyat mübarizəsində nəsil üçün faydalıdırsa onu daşıyan fərdlər təbii seçmə tərəfindən saxlanılır, faydasızlar isə çıxdaş edilir. F.Cenkinin tənqidi gözlənilmədən meydana çıxmışdı. O dövrdə hamıya məlum olan və ona cavab verə biləcək iki fakt yada düşməmiş və demək olar ki, unudulmuşdur. Burbunlar adlanan Kral sülaləsində burunun donqarlığı səkkiz nəsil boyu olduğu kimi qalmışdır, yəni yox olmamışdır. Bundan başqa əsrlər boyu mutasiyaya uğramış qabsburq dodaqlılıq (dovşan dodaqlılıq) əlamətini idarə edən genin irsən nəsillərə ötürülməsi haqqında da F.Cenkinin heç bir təsəvvürü yox idi (şəkil 3.3). F.Cenkin valideynlərin əlamətlərinin itib getməsinə belə izah edirdi. Əgər valideynlərdən biri A əlamətinə malikdirsə, onda onun uşaqlarında əlamətin keyfiyyətə təzahürü  $A/2$  olacaqdır. Nəvələrində  $A/4$ , nəticələrində  $A/8$  və s., yəni «çarpazlaşmalar zamanı əlamətlərin

əriməsi» baş verəcəkdir. F.Cenkinin hesablamasına görə gerek bu əlamət 128 dəfə azalmış olaydı. Daha bir misal: İngiltərədə Şrusberi hersoqu sülaləsində əl barmaqlarının birinci və ikinci məfsəlləri bitişik olmuşdur və 500 il ərzində bu əlamət nəsillər arasında «əriməmişdir». F.Cenkinin dediklərinə düzgün düzəliş vermək üçün genetika elmini, xüsusilə də bu sahədə son nailiyyətləri bilmək zərurəti ortaya çıxırdı. Lakin genetika bir elm kimi yalnız 1900-cü ildə, daha doğrusu Q.Mendelin işlərinin yenidən kəşf olunması ilə meydana gəlmişdir.



**3.3.** Qabsburq dodaqlılıq. Əsrlər boyu mutasiyaya uğramış genin irsən nəsle ötürülməsi. *Yuxarıda soldan:* Maksimilian I (1459-1519), *yuxarıda sağda:* Kral V Maksimilianın nəvəsi (1500-1558), *aşağıda solda:* erihersoq Karl Teşen (1771-1847), *aşağıdan sağda:* Teşenin oğlu, ershersoq Al-bext (1817-1895).

XIX əsrin sonu – XX əsrin əvvəllərində darvinizmə qarşı birbaşa, yaxud dolaylı yolla mübarizə aparan başqa bir tədqiqatçı-

lar cəbhəsi mövcud idi. V.İohansen (1903) öz-özünə tozlanan lobyə və s. bitki üzərində apardığı təcrübələrdən belə nəticə çıxarmışdı ki, seçmə yolu ilə populyasiyadan bir çox əlamətlərlə homoziqot saf xətlər alındıqdan sonra seçmə öz effektini itirir. Məlum olduğu kimi təbiətdə bu cür homoziqot fərdlər olmur. İohansen öz-özünə tozlanan bitki populyasiyalarında götürdüyü ayrı-ayrı hər bir toxumun nəslini yetişdirməklə saf xətlər almışdır. İohansen öz-özünə tozlanan bitkidən alınmış saf xətdən bir fərd götürüb onun nəslini üzərində bir əlamətə görə məsələn, çəki üzrə seçmə apardıqda, xətt üçün xarakter olan əlamətin ümumi orta hesab ədədindən uzaqlaşdığını görmüşdü. Bu dövrdə saf xətlər dedikdə, bir çox əlamətlərinə görə, genotipcə tam homoziqotlaşmış fərdlər sırası nəzərdə tutulurdu. Halbuki genotipcə belə ideal homoziqot xətt ola bilməz. Belə ki, saf xətdə mutasiyalar əmələ gələ bilər və qismən çarpaz tozlanma yaranar. Deməli, seçmə öz effektini itirə bilməz, əksinə saf xətlər də həmçinin seçmə üçün material ola bilər.

Ç.Darvin tərəfindən irəli sürülmüş «müvəqqəti panaqezis nəzəriyyəsi» tədqiqatlar yolu ilə əlamətlərin nəslə ötürülməsi müşahidə edilən faktlarla təsdiq edilmədi. Görünür ki, bu Q.de Friz (1889) tərəfindən irəli sürülmüş təkamülün hipotezləri ilə əlaqədar idi. Q. de Friz sübut edirdi ki, yeni növlər qısa müddətdə, yəni sıçrayışla, təbii seçmənin aparıcı rolu olmadan, ayrı-ayrı böyük irsiyyətli dəyişilmələr (mutasiyalar) nəticəsində əmələ gəlir.

Darvinizmdə göstərilən çətinliklərin səbəbi, yuxarıda qeyd edildiyi kimi, irsiyyətli dəyişkənliyə aid kifayət qədər tutarlı dəlillərin olmaması, təbii seçmədə genetik əsasların «çatışmazlığı» hesab edilirdi. Genetikadakı mutasiya nəzəriyyəsi, saf xətlər haqqında təlim və irsiyyətin korpuskulyar prinsipi kimi nailiyyətlər antidarvinist baxışları əsaslandırmaq üçün istifadə edilirdi. Genetikanın bu dəlilləri doğrudan da Ç.Darvinin təlimini möhkəmləndirirdi. Çünki bu təbii seçmənin təsir mexanizmini başa düşmək üçün ona aydınlıq gətirirdi.

O dövrün genetikləri Ç.Darvinin təsəvvürləri ilə birlikdə, həmçinin, onun irsiyyət haqqındakı tərəfdarları davamlı qanunlar irəli sürməyə çalışırdılar. Öz müvəffəqiyyətlərinə aludə olmuş



genetiklər öz tərəflərindən Ç.Darvin təlimində müsbət keyfiyyətləri «görmürdülər». Bu isə öz növbəsində münaqişələrin səbəbi idi. Təkamül təliminin inkişaf tarixində mühüm hadisə 1926-cı ildə baş verdi. Bu zaman S.S.Çetverikovun «Müasir genetikə nöqteyi-nəzərindən təkamül prosesinin bəzi anları haqqında» adlı əsəri meydana gəldi. Bu əsər genetikə və klassik təkamül təliminin sintez olunmasının başlanğıcını qoydu.

**Genetikə və klassik darvinizmin sintezi dövrü.** Sintez yolu sadə olmamışdır. Bu yolda birinci addım kimi, hüceyrələr bölünən zaman xromosomların paylanmasının qanunauyğunluqlarını hesab etmək olar. Bu faktlara əsaslanaraq, A.Veysman (1834-1914) irsilikdə xromosom nəzəriyyəsinin əsas vəziyyətini formalaşdırır və ilk dəfə olaraq «qazanılmış» əlamətlərin nəsle ötürülməsinin qeyri-mümkünlüyü prinsipini irəli sürür.

Müasir dövrdə də «qazanılmış» əlamətlərin nəsle ötürülməsi prinsipini qəbul edən tədqiqatçılara təsadüf edilir («adekvat dəyişkənlik», «somatik induksiya» və s.). Lakin, xarici mühitin irsiyyətə təsiri faktının qəbul edilməsindən (heç bir zaman genetikə tərəfindən iddia edilməyən) adekvat dəyişkənlik imkanları ortaya çıxmır. Əvvəllər olduğu kimi Ç.Darvinin çox gözəl müqayisəsi: «...biz aydın görürük ki, şəraitin təbiəti, orqanizmin özünün təbiəti ilə müqayisəsinin qiymətinə tabe olan hər bir verilmiş dəyişkənliyi müəyyən edilir; ola bilsin ki, onun elə bir böyük əhəmiyyəti yoxdur, nəinki təbiətin qılgıcımı, hansı ki, o alovun xassələrinin müəyyən edilməsində yanacaq materialını alovlandırır» ədalətli idi.

Q. de Frizin adı çəkilən təkamülün mutasiya hipotezi genetikə və darvinizmin sintezi zamanı çox mühüm müsbət rol oynamışdır. Bununla əlaqədar olaraq canlı təbiətdə irsiyyətli dəyişkənliyə görə dəqiq materialın toplanması sürətlənmişdir. Drozofil milçəyində xromosomların sayına görə ilişikli gen qruplarının müşahidə edilməsindən sonra irsiyyətin xromosom nəzəriyyəsi tamamilə müəyyənləşir (T.Q.Morqan, A.Stertevant və b.).

### **3.3. Populyasiya haqqında düşüncələrə keçid**

Genetikanın müxtəlif tədqiqatlarının axınında görkəmli

«Hardi prinsipi» (1908) formalaşır: hər hansı bir xarici amilin təzyiqi olmadan, sonsuz dərəcədə böyük panmiktik (sərbəst cütləşmə) populyasiyalarda genlərin tezliyi artıq bir nəsildən sonra sabitləşir. Başqa sözlə, xarici təzyiqlər olmadığı halda populyasiyalarda genlərin tezliyi daimi olmalıdır.

Hardi prinsipindən çıxış edən S.S.Çetverikov (1882-1959) göstərmişdir ki, bütün populyasiyalarda daima mutasiya prosesinin baş verməsi nəticəsində irsi heterogenlik, təkamül prosesinin genetik əsasını əks etdirən müxtəlif mutasiyalar və kombinasiyalar yaranır və mövcud olur. S.S.Çetverikovun hesablamalarından aydın olur ki, bütün populyasiyalarda olduqca müxtəlif mutasiyalar olmalıdır. Təbii seçmənin təsiri altında bu mutasiyaların bir növ «süzgəcdən keçirilməsi» ilə təkamül prosesi həyata keçir. Təbii populyasiyaların müxtəlif mutasiyalarla doyması haqqındakı S.S.Çetverikovun çıxardığı nəticələr təcrübi yoxlanılmalarla tamamilə təsdiqləndi.

1928-1930-cu illərdə aparılmış tədqiqatlar (A.A.Fişer, N.P.Dubinin və D.D.Romaşov, S.Rayt və b.) göstərdi ki, təkamüldə yalnız yeni yaranan mutasiyalar deyil, bu prosesdə həmçinin, populyasiyalarda sayın vaxtaşırı dəyişilməsi, genlərin itirilməsi və s. kimi təsadüflər nəticəsində mövcud olan allellərin (genlərin) tezliyinin dəyişilməsi də rol oynayır.

Genetika, populyasiyalarda yeni əlamətin əmələ gəlməsindən yeni növün yaranmasına qədər təkamül prosesinin keçməsinin əsas anlarını analiz etməyə imkan verdi. Növdaxili səviyyədə təkamülü (mikrotəkamül) öyrənən zaman dəqiq eksperimental yanaşmaların tətbiq edilməsi mümkün oldu. Bunun nəticəsində ayrı-ayrı təkamül amillərinin rolunun, elementar təkamül vahidi (populyasiya) haqqında təsəvvürlərin formalaşdırılması, elementar təkamül materialları və hadisələrlə üzə çıxarılması mümkün olmuşdur. Bütün bunlar, 1937-1939-cu illərdə F.Q.Dobrijskiyə və N.V.Timofeyev-Resovskiyyə müasir təkamül nəzəriyyəsinin əsas bölmələrindən biri olan mikrotəkamül haqqında təlimi yaratmağa imkan verdi.

**Təkamülün sintetik nəzəriyyəsinin yaradılması. Təkamülü biologiyanın inkişafı.** Təkamülün sintetik nəzəriyyəsi adlanan, təkamül nəzəriyyəsinin inkişaf mərhələlərində darvinizmin

bazasında biologiyanın bir çox sahələrindən toplanmış dəlillər böyük rol oynamışdır. Bunlardan aşağıdakıları xüsusilə qeyd etmək lazımdır: populyasiyanın quruluşunun genetik-ekoloji öyrənilməsi (N.İ.Vavilov, Q.Turesson, E.N.Sinskaya, Con. Klauzen, M.A.Rozanova və b.), yaşamaq uğrunda mübarizə və təbii seçmənin eksperimental və riyazi öyrənilməsi (Y.N.Sukaçev, Con. B.S.Xoldeyn, Q.F.Qauze, Q.Ketluell və b.), eksperimental və nəzəri genetikanın məlumatları (M.Lerner, K.Mazer, İ.İ.Şmalhauzen, N.P.Dubinin, B.Renş, E.B.Ford, Q.Stebbins və b.), növ nəzəriyyəsinin inkişafı (N.İ.Vavilov, E.Mayr, K.M.Zavadskiy, V.Qrant və b.) və bir sıra başqa istiqamətlər də vardır. Demək olar ki, müasir, təkamül nəzəriyyəsinin inkişafının sintetik mərhələsi hər şeydən əvvəl mikrotəkamül haqqında təlimin inkişafıdır.

Təkamül nəzəriyyəsində mikrotəkamül səviyyəsinin ayrılması və təkamül prosesinin mexanizminin öyrənilməsindəki proses təkamül problemini və daha böyük səviyyəni – makrotəkamülü işləyib hazırlamağa imkan yaratmışdır (N.İ.Vavilov, İ.İ.Şmalhauzen, Con. Q. Simpson, B.Renş, A.N.Severtsov və b.).

**Təkamüldə dəyişkənliyin molekulyar əsasının öyrənilməsi.** Con. Uotson və F.Krik (1953) tərəfindən genetik kodun kəşf edilməsindən başlayaraq molekulyar biologiyanın sürətli inkişafı təbii seçmənin təsiri üçün material olan, irsiyyətli dəyişkənliyin meydana gəlməsinin ilkin müəyyənədicisi DNT-nin molekulyar quruluşunun xüsusiyyətlərinin aydınlaşdırılması çox sürətlə gedirdi. Nukleotidlərin ardıcılıqlarının təkrarlarından ibarət requlyator (tənzimləyici) və struktur genlər kəşf olundu. Requlyator genlərin ardıcılığı, bir qayda olaraq təkrarlanır, onlar zülal-fermentləri kodlaşdırır və struktur genlərin transkripsiyasını tənzimləyir. Struktur genlər isə unikaldir (nadirdir), aminturşuların növbələşmə ardıcılığını müəyyən etməklə polipeptid sintezini kodlaşdırır. Bir halda ki, orqanizmlərin bir çox budaqlarda təkamül sürəti zülalların təkamül sürətindən yüksəkdir, onda belə bir təsəvvür irəli sürülmüşdür ki, struktur genlərdən fərqli olaraq, requlyator genlərin təkamül labilliyi böyükdür. Lakin bu genlərdən hər birinin mutasiyaları təkamül üçün xüsusi əhəmiyyətə malikdir. Göstərilmişdir ki, bir sıra yaxın növlər arasındakı fərqlər əksər hallarda genlərin duplikasiyasına əsaslanır.

Genetik kodu öyrənən zaman kodun pozulması hadisəsi kəşf edilmişdir: kodunda nukleotidlərin bir hissəsinin yerini dəyişməsi sintez olunan amin turşularının xarakterini dəyişmişdir. Hesablamalar göstərmişdir ki, nukleotidlərin 1/3 hissəsinin molekulyar səviyyədə yerinin dəyişilməsi fenotipin dəyişilməsində əks olunmamalıdır, buna görə də təbii seçmə ilə nəzarət olunmamalı idi («neytral təkamül» hipotezi buradan yaranmışdır). Nəhayət, transduksiya hadisəsi kəşf olundu, yəni genlərin virusların iştirakı ilə bir bakteriyadan digər bakteriyaya keçməsi hadisəsi kəşf edildi. Eyni zamanda göstərilmişdir ki, bir sıra əlamətlər təkamül prosesində prokariotlarda yalnız nəsil növbələşməsi yolu ilə («şaquli») deyil, həm də «üfüqi» yolla, yəni növdən növə ötürülə bilər.

Əvvəllər hər bir belə kəşf darvinizmi inkar etmək, ona qarşı çıxmaq üçün istifadə edilirdi. Lakin sonralar hər bir hadisə (o cümlədən də genetik), molekulyar biologiya darvinizmi tamamlamış, təbii seçməni təkamülün əsas istiqaməti kimi qiymətləndirmişdir. O da nəzərə alınmalıdır ki, «molekulyar antidarvinizm»i indiyə qədər müasir biologiyadan kənarlaşdırmaq mümkün olmamışdır.

**Darvinizmin müasir tənqidi.** Darvinizmin bütün inkişaf mərhələlərində «darvinizmin köhnəliyini» sübut etməyə çalışan alimlər vardı. Yalnız XX əsrin ortalarında təkamülün darvinizm mövqeyindən izahına qarşı neolamarkizm, makromutasionizm (saltasionizm) və artıq qeyd edildiyi kimi, neytralizm yönəldilmişdir. Bu dərslərdə göstərilən məsələlər xüsusi izah ediləcəkdir, lakin burada tənqidin bəzi xüsusiyyətlərini açıqlamağa çalışacağıq.

1. Tənqidin əsas zərbəsi, təkamülün yeganə istiqamət amili olan seçmə nəzəriyyəsinə endirilmişdir;

2. Əvvəlcə darvinizmin ünvanına hansısa heç bir kənarlanmaya yol verilməyən sarsılmaz kanonları («postulatları») yazmağa cəhd göstərildilər, lakin sonralar onların kifayət qədər universal olmadığı sübut edilir (doğrudan da darvinizmin yeganə postulatı olan, yəni adaptasiyaları və təkamülə istiqamətlənmiş, obyektiv amil kimi təbii seçmə tanınırdı).

3. Hər bir canlı üçün təbii və inkişaf etməkdə olan nəzəriyyələrin inteqrasiyasında olan çətinliklər müasir elmi nailiyyətlər, bütün seçmə nəzəriyyəsini bütövlükdə dağıtmaq üçün əlçat-

maz hal kimi qələmə verilir.

4. Darvinizm əvəzinə, canlı orqanizmlərdə əvvəlcədən hansısa uyğunlaşma xassəsinin mövcud olduğunu qəbul edən bir konsepsiya (avtogenetik, idealist, yaxud mistik baxışlar), bütün adaptasiya prosesinin yaranmasını, təbiətdə məqsəduyğunluq hadisəsini və növəmələgəlməni deyil, yalnız çox məhdud dairəli faktları izah edən təklif irəli sürülür.

5. Şübhə yoxdur ki, üzvi aləmin təkamülü haqqında müasir təsəvvürlərə əsaslanan seçmə haqqında təlimin gələcəkdə inkişaf etdirilməsinə ehtiyac duyulur. Üzvi aləmin təkamülü haqqında bütün suallara Ç.Darvinin əsərlərində cavab axtarmaq düz olmazdı. Yeni faktların darvinizmin prinsipləri ilə razılaşdırılmasında çətinliklər ortaya çıxanda darvinizmin bir çox əleyhdarları məhz bunu tələb edirdilər.

Təkamül təliminin müasir vəziyyətindən söz açdıqda unutmamaq olmaz ki, təkamüldə təbii seçmənin aparıcı rolu haqqında darvinizmin mərkəzi tezi biologiyada materialist gövdəni təşkil edir.

## HƏYATIN FORMALAŞMASI VƏ ONUN ƏSAS XARAKTERİSTİKASI

Yerdə üzvi aləmin təkamülünün qanunauyğunluqlarını başa düşmək üçün təkamülün obyektini haqqında, canlıların əsas xüsusiyyətləri haqqında ümumi təsəvvürə malik olmaq zərurəti ortaya çıxır. Bunun üçün: birincisi, canlı varlıqları, onların bəzi ümumi xüsusiyyətləri nöqtəyi-nəzərdən xarakterizə etmək, ikincisi, həyatın formalaşmasının əsas səviyyələrini üzə çıxarmaq lazımdır.

**Canlıların əsas xüsusiyyətləri.** Nə vaxtsa hesab edilirdi ki, canlıyı cansızdan fərqləndirmək üçün aşağıdakı xüsusiyyətlərdən istifadə etmək lazımdır: maddələr mübadiləsi, hərəkət, qıçılma, böyümə, çoxalma, uyğunlaşma. Lakin bir çox analizlər göstərdi ki, bütün bu ayrı-ayrı xüsusiyyətlərə cansız təbiət arasında da təsadüf edilir, buna görə də bunlara canlıların spesifik xüsusiyyətləri kimi baxmaq olmaz. Qərribə də olsa qeyd edilməlidir ki, indiyə qədər «həyat, canlı» anlayışlarına qənaətbəxş tərif vermək mümkün olmamışdır.

**Nəzəri biologiyanın beş aksiomu.** B.M.Mednikov (1982) nəzəri biologiyada aksioma şəklində canlıları xarakterizə etmək üçün verdiyi ən son və əlverişli cəhdlər aşağıdakılardan ibarətdir:

1. Bütün canlı orqanizmlər, nəsildən nəslə ötürülən (A.Veysmann aksiomu) vahid fenotipə və onun qurulması üçün proqrama (genotipə) malikdir.

2. Genetik proqram matrisa yolu ilə əmələ gəlir. Gələcək nəslin olduğu matrisa əvvəlki nəslin genindən istifadə edir. (N.K.Koltsovun aksiomu).

3. Genetik proqramın nəsildən nəslə ötürülməsi prosesində o müxtəlif səbəblər nəticəsində təsadüfən dəyişilir və istiqamətlənməmiş belə dəyişilmələr təsadüfən bir mühitdə əlverişli ola bilər (Ç.Darvinin 1-ci aksiomu).

4. Fenotipin qurulması zamanı genetik proqramın təsadüfi dəyişilməsi bir neçə dəfə güclənir (Timofeyeva-Resovski aksiomu).

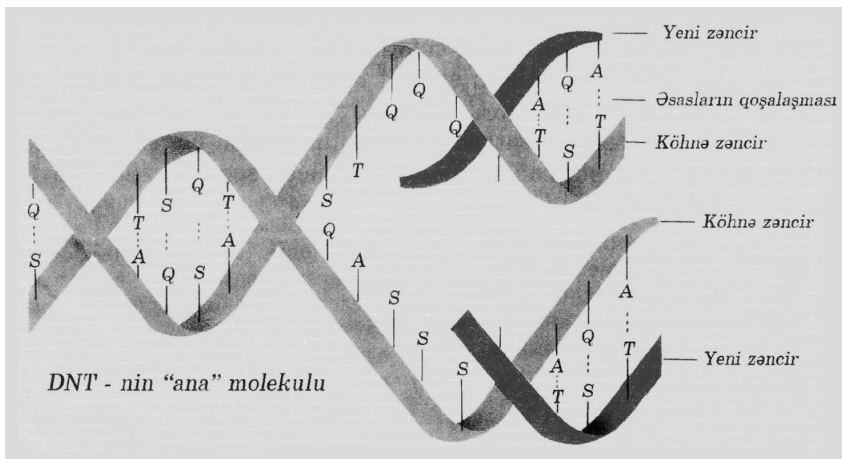
5. Xarici mühit şəraitinin təsiri ilə dəfələrlə dəyişilmiş genetik proqram seçməyə məruz qalır (Ç.Darvinin 2-ci aksiomu).

Yuxarıda verilmiş aksiomlardan canlı təbiətin bütün əsas xassələrini üzə çıxarmaq olar. Təkamülü inkişaf prosesinə birbaşa aid olan bəzi xüsusiyyətlərə baxaq.

**Diskretlik və tamlıq** – Yerdə həyatın formalaşmasının iki əsas xüsusiyyətidir. Təbiətdə canlı obyektlər bir-birindən nisbi asılıdır (fərdlər, populyasiyalar, növlər). Çoxhüceyrəli heyvanlardan istənilən fərd hüceyrələrdən ibarətdir, lakin istənilən birhüceyrəli orqanizm müəyyən orqanoidlərdən ibarətdir. Orqanoidlər diskret, adətən yüksək molekulyar üzvi maddələrdən ibarətdir. Bu üzvi maddələr isə öz növbəsində diskret atomlardan və elementar (bunlar da diskretdir) hissəciklərdən ibarətdir. Eyni zamanda mürəkkəb formalaşma (təşkil olunma), onun hissələri və quruluşunun tamlığı olmadan ağlasığmazdır. Bioloji sistemlərin tamlığı cansızlardan keyfiyyətə, hər şeydən əvvəl onunla fərqlənir ki, canlılığın tamlığı inkişaf prosesində saxlanılır. Canlı sistemlər – açıq sistemlərdir, onlar daima mühitdən maddələr və enerji ilə mübadilə edirlər. Onlar üçün mənfi entropiya (qaydaya salınmanın yüksəlməsi) xarakterikdir. Görünür ki, bu üzvi təkamül prosesində artır. Çox güman ki, canlılarda materiyanın özünüformalaşdırma qabiliyyəti meydana çıxır.

Canlı sistemlər arasında iki eyni fərd, populyasiya və növ yoxdur. Canlılığın bu iki diskretliyi və tamlığının nadir üzə çıxması konvariant reduplikasiya hadisəsinə əsaslanır.

**Konvariant reduplikasiya** (dəyişilməklə özünütörətmə), matrisia prinsipi əsasında həyata keçən (üç aksiomanın cəmi) olub, həyat üçün yeganə spesifik xassədir. Onun əsasında əsas idarəedici sistemin (DNT, xromosom və genlər) nadir özünütörətmək qabiliyyəti durur. Reduplikasiya makromolekul sintezinin matrisia prinsipi ilə müəyyən edilir (şəkil 4.1). Kristalların «çoxalması» və böyüməsi bu cür reduplikasiyadan matrisia prinsipinə görə prinsipial şəkildə fərqlənir, onlar sonsuz sayda irsən nəsllə ötürülən yeniomələgəlmələrin meydana gəlməsini təmin etmir (Ç.Darvinin 1-ci aksiomu). Matrisia prinsipinə görə DNT molekulunun özünütörətmək qabiliyyəti, ilkin idarəedici sistemin irsiyyətin daşıyıcısı rolunu yerinə yetirməyə imkan verir (Veysman aksiomu). Nuklein turşularının bu xassəsi həyatın təkamülünün mühüm zəminidir.



**Şəkil 4.1.** DNT-nin reduplikasiyasının sxemi. Proses cüt əsasların adenin-timin (A-T) və qüanin-sitozin (Q-S) ayrılması və ilkin spiralin iki zəncirinin açılması ilə əlaqədardır. Hər bir zəncir yeni zəncirin sintezi üçün matrisa kimi istifadə olunur (Con. Seveyçə görə, 1969).

İbtidai diskret canlı hissəciklərin (viruslar, faqlar, bakteriyalar və oxşar formalar), sərbəst çoxala bilən eukariot-hüceyrələrin, çoxhüceyrəli orqanizmlərin cinsiyyət hüceyrələrinin DNT molekullarının başlanğıc idarəedici sistemləri yüksək dərəcədə nisbi sabitliyə malikdir ki, bu da identik özünü törətmək imkanını təmin edir (irsilik hadisəsi). Təkamül prosesini, bir sıra nəsillər boyu öz xassələrini nəsillərə ötürmədən mövcud olmasını qəbul etmək ağılaşmaz olardı.

Qeyd etmək lazımdır ki, özünü törətmə (hasil etmə) zamanı canlı orqanizmlərdə idarəedici sistem sadəcə olaraq mexaniki təkrarlanma olmayıb, dəyişkənlik baş verməsi ilə özünü törətmədir (Ç. Darvinin 1-ci aksiomu).

Bu cür dəyişkənliyin labüdlüyü DNT molekulunun fiziki-kimyəvi xassəsi ilə bağlıdır. İstənilən mürəkkəb molekulyar və yüksək molekulyar quruluşlar məhdud dərəcədə sabitliyə malikdir. Vaxtaşırı olaraq atom və molekulların hərəkəti nəticəsində o quruluş dəyişilmələrə məruz qalır. Belə dəyişilmələr letal xassəli olmadıqda, onlar dəfələrlə güclənər (Timofeyeva-Resovski aksiomu) və sonra matrisa prinsipi ilə özünü törətməsi nəticəsində



də nəslə ötürüləcəkdir. Konvariant reduplikasiya ilkin vəziyyətdən diskret kənarlaşmaların, daha doğrusu mutasiyaların nəslə ötürülməsi imkanına malik olma kimi başa düşülməlidir.

**Həyatın geokimyəvi rolu.** XX əsrdə biosfer haqqında təlimin (V.İ.Vernadski) meydana gəlməsi, Yerdə canlıların cansızlarla əlaqəsini dərindən başa düşməyə imkan verdi və canlıların təkamülünün zəruri bir proses olduğunun səbəblərini açdı.

**Həyatın geokimyəvi enerjisi. Biotik potensial.** Yerin üst səthində «özünün son nəticələrinə görə, hətta canlı orqanizmlər bütövlükdə götürüldükdə belə » kimyəvi qüvvələrdən üstün heç nə yoxdur (V.İ.Vermudski). Canlı orqanizmlərin çoxalma qabiliyyəti onların Yer səthi boyu «uzanması» ilə baş verir. Bu prosesin əsasında matrisa prinsipi yolu ilə özünü törətmə (Koltsovun aksiomu) durur, belə ki, bir matrisadan çox sayda surətlər hazırlamaq olar. Hər bir cüt orqanizmin verdiyi fərdlərin sayı, yetkin yaşa çatan fərdlərin sayından qat-qat çox olur. Bu həm heyvanlara, həm də bitkilərə aiddir. Siyənək balığının (*Clupea harengus*) bir fərdi hər il orta hesabla 40 min, osetra (*Acipenser queldenstaedtt*) – bir çox illər boyu 2 milyon, treska (*Gadus morhua*) – 10 milyona yaxın, yaşıl qurbağa (*Rana ridibunda*) – 10 minə yaxın kürü tökür. Bir cüt sərçənin nəslı 10 il ərzində nəzəri olaraq 200 milyarddan çox fərdə çata bilər. Yerin inkişafının gedişində və yeni-yeni adaptasiyaların əmələ gəlməsi nəticəsində canlılar tədricən bütün böyük sahələri tutmuş, həmçinin əvvəllər həyat olmayan sahələri mənimsəmişlər. Yerin üst səthinin canlılar tərəfindən tutulma xassəsində həyatın geokimyəvi enerjisi üzə çıxır (V.İ.Vernadski).

V.İ.Vernadskinin hesablamalarına görə istənilən varlığın geokimyəvi enerjisi, yerin ekvatoruna bərabər sahədə, onun yayılması qabiliyyətinə görə müəyyən edilə bilər və Yerin üst səthini, çoxalmanın qarşısı alınmadığı şəraitdə nazik pərdə şəklində örtə bilər. Təbii ki, belə bir şəraitin olması mümkün deyil və buna görə də canlının geokimyəvi enerjisinə hansısa şərti göstərici kimi baxmaq olar. Ölçüsü  $10^{-12}$  sm<sup>3</sup> olan Fişer bakteriyası 1,5 gün ərzində çoxalaraq Yer planetini nazik təbəqə şəklində örtə bilər. Xolera vibrionu 1,6–1,7 günə çoxalaraq  $2,0 \times 10^{25}$  qram olan canlı maddə əmələ gətirə bilər ki, bu da Yer qabığının 16 km qalınlığı–

nın kütləsinə bərabər olar. Bu qədər kütləni Nitzchia pulricla yosunu 24,5 gün çoxalaraq əmələ gətirə bilər, fil isə 1300 ilə (çoxalmanın qarşısı alınmazsa) əmələ gətirir. Zəncirotunun (Taraxacum officinale) bir toxumundan əmələ gələn bitkilərin hamısı sağlam qalarsa, onda ikinci ildə onların sayı 100 fərd, 5-ci il  $10^7$ , 10-cu il  $10^{17}$  olar. Bir zəncirotunun 10 ildə əmələ gətirdiyi fərdlər bizim planetimizi bütöv təbəqə ilə 20 sm qalınlığında örtə bilər. Bir lələ bitkisi (Papaver smniferum) hər il 30 min toxum verir və onun nəsiləri bizim planetimizi 3–4 ilə örtə bilər. Çoxalmanın proqresinin potensial imkanları belədir (Ç.Darvin).

#### **4.1. Təkamül həyatın mövcudluğunun şəraiti kimi. Həyat təzyiqi**

Yerdə həyat fəal geokimyəvi amil kimi fəaliyyət göstərir. Canlı orqanizmlərin fəaliyyəti nəticəsində Yerin bütün parametrləri dəyişilmişdir (atmosferin, litosferin və hidrosferin tərkibi dəyişilmişdir). Hər bir ilkin dəyişilmə növbəti dəyişilmə üçün və bütün planeti tutmaq (əhatə etmək) üçün, nəhayət bioloji qanunla Yerdə maddələrin dövrəni prosesinə əlverişli şərait yaratmışdır. Lakin, canlı orqanizmlərin fəaliyyətinin əla və qlobal nəticələrindən biri Yerin torpaq örtüyü – pedosferin əmələ gəlməsi olmuşdur (V.V.Dokuçayev).

Çoxalma intensivliyini müəyyən edən həyatın davam etmə müddətinə, nəsilvermə, reproduktiv tsiklə və başqa xüsusiyyətlərə görə bütün hallarda normadan artıq olması – bu bir tərəfdən həyatın geokimyəvi enerjisidir, digər tərəfdən isə təbii seçmə aparıcı zəruri mexanizmdir.

Təkamül prosesinin gedişi zamanı orqanizmlər asanlıqla reproduktiv imkanları aşağı salan və onları yaşamaq uğrunda kəskin mübarizədən azad edən xüsusiyyətlər qazana bilərdilər. Lakin, hər yerdə, daimi həyat təzyiqinin mövcudluğunu təmin edən çoxalma formasının inkişafı və davamlı saxlanması müşahidə edilir. Fərdlərin sayının artması ilə yeni irsiyyətli dəyişkənliklərin meydana gəlmə ehtimallığı və onların kombinasiyası yüksəlir. Hər bir növün və bütövlükdə biosferin təkamülü elə bil saatlarla özü qurulan qurğu kimidir.

Çoxalmanın intensivliyi iki mühüm nəticəyə gətirib çıxarır: 1) yeni irsiyyətli kənarlanmaların meydana gəlmə ehtimalı yüksəlir; 2) həyat təzyiqi yaranır (V.İ.Vernadski) və təbii seçmənin zəmini olan yaşamaq uğrunda mübarizə əmələ gəlir.

Bütün deyilmələrdən belə bir nəticə çıxarmaq olar ki, canlı varlıqlar özünün yaranma anından etibarən mövcud olmaları üçün fəal amil olurlar. Sonda isə biosferin inkişafı noosferin – ağıllı sferanın meydana gəlməsini zəruri edir.

#### 4.2. Həyatın formalaşması və sistemliliyi

Yerdə həyatın yaranması fəvqəladə dərəcədə müxtəlifdir. Yerdə həyat nüvəli və nüvəyəqədər, birhüceyrəli və çoxhüceyrəli varlıqlar kimi verilmişdir; çoxhüceyrəli də öz növbəsində göbələklər, bitkilər və heyvanlar təşkil etmişdir. Bu aləmlərdən hər hansı biri müxtəlif tipləri, sinifləri, dəstələri, fəsilələri, cinsləri, növləri, populyasiyaları və fərdləri birləşdirir.

**Molekulyar-genetik səviyyə.** Bu səviyyəni öyrənən zaman bir sıra nailiyyətlər əldə edilmişdir. Üzvi aləm hansı səviyyədə olursa-olsun, konvariant reduplikasiya zamanı o öz irsi məlumatlarını xromosomlar və onların tərkib hissəsi olan genlər vasitəsi ilə nəsillərə ötürür. DNT molekulu da konvariant reduplikasiya qabiliyyətinə malikdir. DNT-nin reduplikasiyası isə matrisa prinsipi əsasında baş verir.

Klassik təkamül təliminin formalaşmasında çox böyük əhəmiyyəti olan genetik kursundan məlum olduğu kimi, DNT ikiqat spiral şəklində polimer molekuludur. Bu polimer molekulun monomerləri – nukleotidlərdir. DNT-nin reduplikasiyası DNT polimeraza adlanan ferment vasitəsilə başlayır (şəkil 4.2). Bu proses çox sürətlə həyata keçir. Belə ki, 40 min nukleotid cütündən ibarət olan bağırsağ çöpü (*Esherichia coli*) DNT-sinin özünü qurması üçün cəmi 100 san vaxt tələb olunur. Genetik məlumat nüvədən və RNT-vasitəsilə sitoplazmada olan ribosomlara ötürülür və orada zülalların sintezində iştirak edir. Min amin turşusundan ibarət olan zülalın canlı hüceyrədə sintezi 5-6 dəqiqəyə, bakteriyalarda isə daha tez sintez olunur.

Nüvədə DNT öz matrisası üzərində m-RNT-si hazırlayır.

m-RNT nüvənin membranının məsamələrindən çıxıb sitoplazmaya keçir və onda olan ribosomlara daxil olur. Burada triplet halında gətirdiyi informasiya əsasında zülal sintez olunur.

Hüceyrədə DNT-nin matrisası üzərində genetik məlumatların tam surətləri, həm də baş vermiş hər hansı mutasiyalar hüceyrələrə ötürülür. Cinsiyyət hüceyrələri vasitəsilə çoxalan orqanizmlərdə də bu mexanizm hökm sürür. Cinsiyyət hüceyrələrinin DNT-ləri yaratdıqları m-RNT-ləri vasitəsilə irsi məlumatları nəsillərə ötürür.

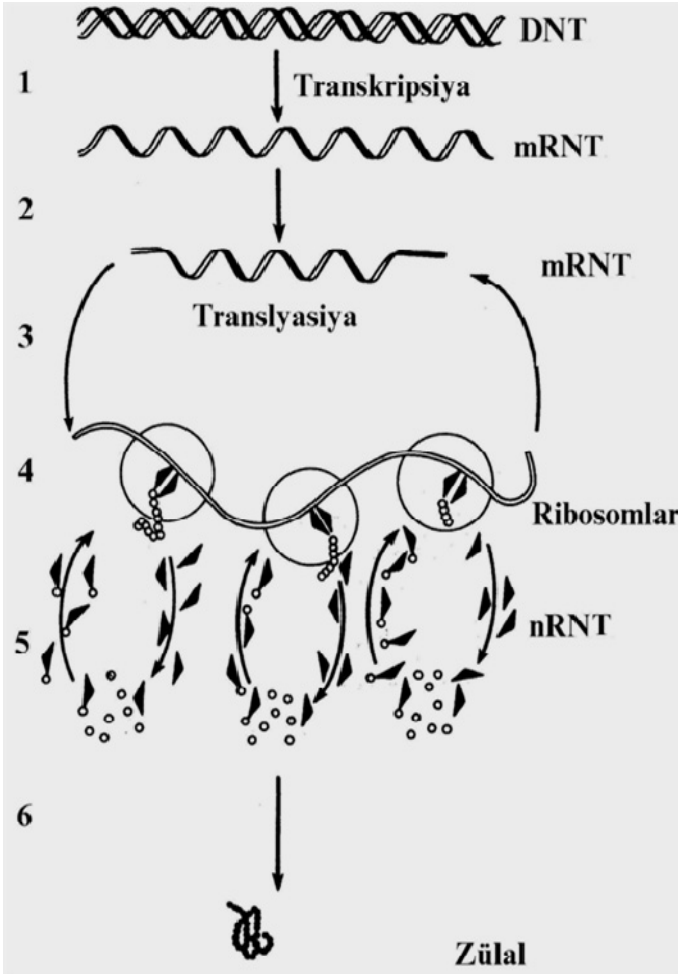
Matrisa prinsipinə əsaslanan reduplikasiya yalnız genetik normanı saxlamır, o, eyni zamanda ondan kənarlanmaları, daha doğrusu mutasiyaları da (təkamül prosesinin əsası) saxlayır. Molekulyar-genetik səviyyə haqqındakı dəqiq bilik həyati hadisələri aydın başa düşmək üçün zəruridir.

**Ontogenetik səviyyə** – Yerdə həyatın formalaşmasında mühüm rol oynayan kompleks pillədir. Bu səviyyədə baş verən hadisələri xarakterizə etməzdən əvvəl «fərd» anlayışını müəyyən etmək lazımdır.

Canlılar aləminin hamısı ayrı-ayrı diskret fərdlərdən təşəkkül etmişdir. İstər mikroorqanizmlər, istərsə də bitkilər, göbələklər, heyvanlar ayrı-ayrı diskret fərdlərdən ibarət növ halında yaşayır. Hər bir fərd isə konvariant prinsip əsasında özünü hasiletmə yolu ilə çoxalır. Canlılar aləminin bölünməz vahidi fərddir. Fərdi parçalasaq, onun ayrı-ayrı hissələri yaşaya bilməz (burada yüksək regenerasiya qabiliyyətinə malik hidralar və ya planarilər, vegetativ çoxalan orqanizmlər – bitkilər nəzərdə tutulmur). Bir sözlə, canlı aləmin əsas və bölünməz elementar vahidi fərddir.

*Fərd* dedikdə, ilk baxışda cinsiyyətli çoxalan orqanizmlərdə ziqotdan başlayaraq inkişaf sayəsində meydana çıxan bir vahid canlı təsəvvür edilir. Başqa sözlə, fərd uzun müddət genofondun bir hissəsini müvəqqəti saxlayan və onu növbəti nəsllə ötürən varlıqdır. Fərd təbii seçmənin obyektidir.

Bəs koloniya halında yaşayan canlıları, məsələn, sifonoforları, göbələklə yosunun birgə simbioz həyat sürməsi sayəsində əmələ gələn şibyələri müstəqil bir fərd hesab etmək olarmı?



**Şəkil 4.2.** Zülal biosintezinin sxemi (A.S.Spirinə görə, 1986). 1-mRNT-nin sintezi (transkripsiya), 2,3-mRNT nüvə membranından ribosomlara keçir (translyasiya), 4-aminturşuları RNT-yə müəyyən ardıcılıqla birləşərək ferment əmələ gətirir, 5,6-zülalın əmələ gəlməsi.

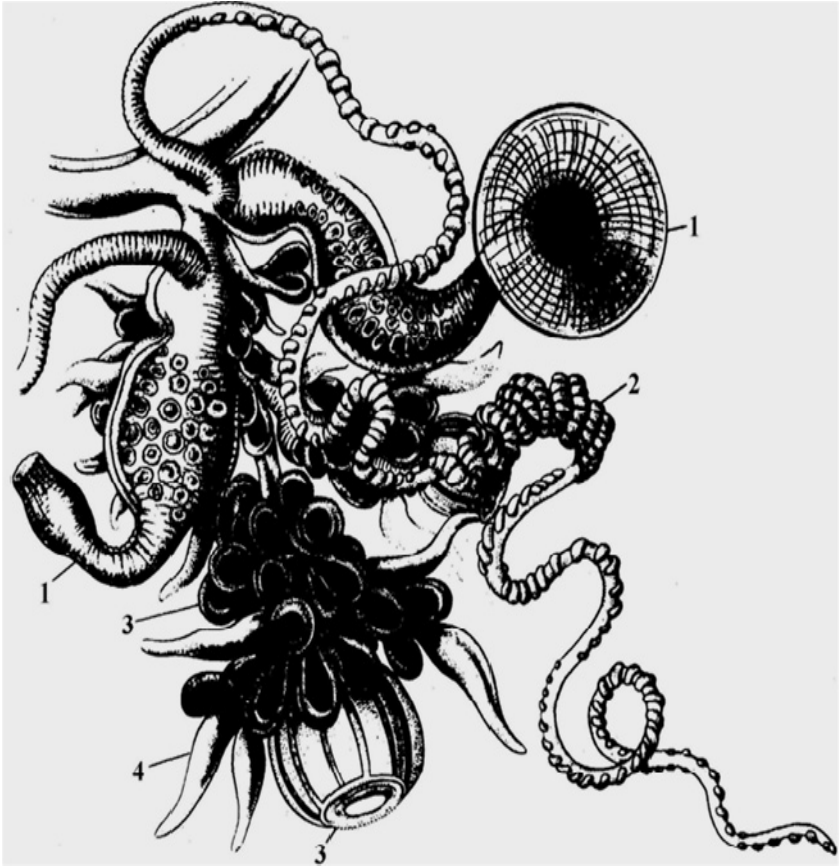
Buradan aydın olur ki, fərd anlayışı və buna veriləcək tərif çox da asan deyil. Lakin təkamül baxımından, demək olar ki, fərd bir ziqotdan və ya bir qamətdən, bir spordan əmələ gələn, hər biri təkamül faktorlarının təsirinə məruz qalan bütöv morfoloji bir vahiddir.

Müxtəlif orqanizmlərdən əmələ gəlmiş koloniya da bir fərd kimidir. Bu koloniyada ayrı-ayrı fərdlərin hər biri müəyən funksiya daşıyır (şəkil 4.3).

*Ontogenez* dedikdə, hər fərdin ilk rüşeymdən başlayaraq yetkin mərhələyə və hətta ölümünə qədər keçirdiyi inkişafı nəzərdə tutulur. Hətta birhüceyrəli orqanizmlərin də müəyyən də-rəcədə inkişaf edib iki qız hüceyrəyə bölünməsinə qədər keçirdiyi inkişaf onların ontogenezi hesab edilə bilər. Hər bir fərd öz ontogenezinə onun mənsub olduğu növün tarixi təkamülünü, filogeniyasını müxtəsər təkrar edir. Bəs necə olur ki, hər bir fərd öz ontogenezinə filogeniyasını ardıcıl olaraq təkrar edir, bir mərhələdən digərinə keçir və nəhayət vahid bir canlı kimi meydana çıxır? Əlbəttə, bu mürəkkəb prosesin bir anını dəqiqliklə göstərmək çətindir. Hər halda təkamül prosesində tədricən qazanılmış irsiyyətli dəyişkənlik hər fərdin genotipində ardıcılıqla irsiyyət qanunları əsasında saxlanılır, proqramlaşmış olur. Bu genetik proqram açıldıqca fərdi inkişafın müəyyən mərhələləri özünü göstərir və nəhayət fərd vahid tam bir canlı kimi meydana çıxır. Təkamül prosesində baş verən mutasiyalar – konvariant reduplikasiyaya səbəb olur və təbii seçmənin təsiri nəticəsində yeniliklər meydana çıxır. Biz canlı təbiətin fərdlər halında mövcud olduğunu öyrəndik. Lakin nəticədə qeyd etmək lazımdır ki, canlılar aləmində fərdlər bir-bi-rindən təcrid olunmuş halda mövcud ola bilməz. Fərdlər bu və ya başqa şəkildə bir-birilə qarşılıqlı əlaqədə həyat keçirir. Mənşəcə yaxın fərdlər daha üstün səviyyədə — populyasiya və növ halında yaşayır.

**Populyasiya-növ səviyyəsi.** Canlı təbiət yalnız molekulyar və ontogenetik – fərdlər səviyyəsində mövcud ola bilməz. Bu aləm nisbətən daha yüksək bir səviyyədə – populyasiya və növ səviyyəsində birləşir. Bu səviyyənin özündə də müəyyən qarşılıqlı əlaqə və münasibətlər, qanunauyğunluqlar meydana çıxır.

Populyasiyada fərdlər sərbəst çarpazlaşma – panmiksiya yolu ilə nəsil artırır. Populyasiyanı təşkil edən fərdlərin genetik tərkibində bir sıra dəyişiklik baş verir. Populyasiya hardi-Vaynberq qanununa uyğun genetik tərkibdə həyat keçirir. Əlbəttə, populyasiyaya genetik cəhətdən sabit və dəyişməz fərdlər yığılı kimi baxmaq olmaz. Təbiətdə baş verən mutasiyalar,



**Şəkil 4.3.** Sifonofor *Salacia* koloniyasının bir hissəsi. İlk baxışda bir fərd kimi görünən koloniya ayrı-ayrı fərdlərdən ibarətdir. Koloniyanın inkişafı bir fərddən başlayır ki, bu da tumurcuqlanma yolu ilə çoxalır, tumurcuqlanmış ayrı-ayrı fərdlər ya sərbəst həyat keçirə bilər və ya koloniyanın bir hissəsi kimi yaşaya bilər (1-qidalandıran, 2-qoruyan, 3-cinsiyət, 4-hiss edən fərdlər qrupu) (E.Hekkelə görə, 1986).

təcridlər, miqrasiyalar və s. populyasiyanın genetik tərkibində dəyişikliyə səbəb olur. Populyasiyalar növ halında genetik cəhətdən qapalı sistem təşkil edir. Ayrı-ayrı növlərin fərdləri arasında, adətən, çarpazlaşma getmir, bu qayda üzrə növ öz quruluşunu nisbi sabit saxlamış olur. Lakin növü təşkil edən populya-

siyalarda daim mutasiyalar baş verir, yəni növ daxilində həmişə təkamülcə böyük əhəmiyyət kəsb edən dəyişikliklər meydana çıxır. Növ divergensiyaya uğrayır, ondan yeni növlər başlanğıc alır və sərbəst növlər səviyyəsində formalaşır.

Ümumiyyətlə, populyasiyaya təkamülün elementar vahidi kimi, növə isə təkamül prosesinin keyfiyyətə yeni bir mərhələsi kimi baxmaq olar. Populyasiya və növ səviyyələri molekulyar və ontogenetik səviyyə ilə sıx əlaqədə olur, yəni canlılar aləmi bütün səviyyələrdə bir-birilə qarşılıqlı əlaqə və münasibətdə mövcud olduqda yaşaya bilər. Bu səviyyələri bir-birindən təcrid olunmuş halda təsəvvür etmək olmaz. Bununla yanaşı populyasiya və növ müəyyən mühitdə abiotik və biotik şəraitdə həyat keçirir.

**Biogenetik (ekosistem) səviyyə.** Planetimizin hər yerində – quruda, yerin altında, suda, atmosferdə canlılar aləmi üçün şərait olduqca müxtəlifdir. Yer üzərində canlıların həyat sürməsi üçün əlverişli olmayan sahələr də az deyildir. Atmosferi tədqiq etdikdə müəyyən edilmişdir ki, canlı ancaq 30 km-dək yüksəklikdə yaşaya bilər. Bundan yuxarı səviyyədə canlıya təsadüf edilməmişdir. Lakin ən çox həyat formalarına atmosferin təxminən 100 m-ə qədər yüksəkliyində təsadüf edilir. Yerin səthini də nəzərdən keçirdikdə məlum olmuşdur ki, ən çox həyat formalarına təxminən 10 m-ə qədər dərinlikdə rast gəlinir. Lakin neft quyuları qazılarkən 3 km dərinlikdə də mikroorqanizmlərə təsadüf edilmişdir. Okean və dənizlərin (hidrosfera) 11 km dərinliyində canlılar qeyd edilmişdir. Lakin müəyyən edilmişdir ki, okean və dənizlərin 100-200 m dərinliklərində həyat daha zəngindir. Canlılar aləmi Yerlərin həyat üçün əlverişli olan örtüyünün təşəkkülündə çox mühüm rol oynamışdır və indi də bu proses davam etməkdədir. Planetimizin həyatla əlaqədar olan bu örtüyü *biosfer* adlanır. Biosferdə bütün canlılar – mikroorqanizmlər, bitkilər, göbələklər və heyvanlar bir-birilə qarşılıqlı və mürəkkəb əlaqə və münasibətdə olur, yəni biosferdə bütün populyasiyalar birgə mürəkkəb həyat (qrup, cəmiyyət) halında həyat keçirir ki, buna biosenoz deyilir. Deməli, müəyyən yaşayış yerində həyat keçirən populyasiyalar birlikdə biosenoz əmələ gətirir. Hər bir biosenozda bitki, heyvan, göbələk və mikroorqanizmlərin növləri bu cür birgə həyat şəraitində öz həyatlarını davam etdirir.

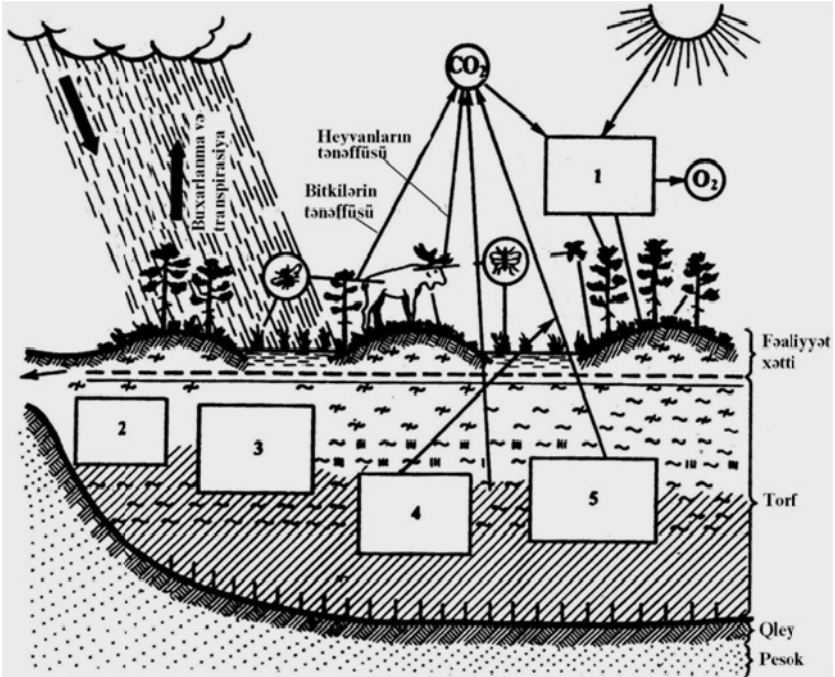


Biosenozda şərait nisbi sabit qaldıqda orada həyat keçirən ayrı-ayrı populyasiya və növlərin fərdlərinin sayı nəsillər boyu tarazlıq halında olur. Lakin həyat şəraitində bir dəyişiklik baş verərsə, biosenozda da tarazlıq pozulacaqdır.

Bizim planetin biosferinin cəmində əmələ gələn biogeosenozlar enerji və maddələr dövrünü ilə qarşılıqlı təsirdədir. Bu dövrandə Yerdə həyat biosferin aparıcı komponenti kimi iştirak edir (V.İ.Vernadski, V.N.Sukaçev). Biogeosenoz açıq sistem olub, o, onu qonşu biogeosenozlarla əlaqələndirən energetik «giriş» və «çıxış»a malikdir (şəkil 4.4). Qonşu biogeosenozlar arasında maddələr mübadiləsi qaz şəklində, maye və bərk fazalarda, həmçinin canlı maddələr şəklində (heyvanların miqrasiyası) həyata keçə bilər.

Müəyyən quru sahədə və ya su hövzəsində biosenozu təşkil edən növ və populyasiyalar bir-birilə müəyyən (maddələr və enerji mübadiləsi) asılılıqda olur. Planetimizin müəyyən sahəsində biosenoz və onu əhatə edən atmosfer birlikdə biogeosenoz adlanır. Buradan aydın olur ki, biogeosenoz daha mürəkkəb təbii bir sistemdir. Bu sistem tarixi təkamül prosesində təşəkkül edir, formalaşır. Bu böyük təbii sistemdə müxtəlif aləmdən (mikroorqanizmlər, göbələklər, bitkilər və heyvanlar) və müxtəlif taksonomik kateqoriyalardan olan populyasiya və növlər qarşılıqlı əlaqə və münasibətlərdə bir-birindən asılı həyat sürür.

Müasir təbiətdə bütün canlıların (bəzi anaerob bakteriyalardan başqa) həyatı yaşıl bitkilərdə baş verən fotosintezdən asılıdır. Canlıların əsas qidası olan üzvi maddələr fotosintez sayəsində sintez olunur. Hələ K.A. Timiryazev bitkilərin kosmik rolu haqqında, yəni bitkilərin Yer üzərində əsas enerji mənbəyi olması haqqında qeyd etmişdi. Doğrudan da, bitkilər aləmi hər il 100 mlrd. t. üzvi maddə hasil edir və  $900 \approx 10^{15}$  kC günəş enerjisi fiksə edir. Bundan əlavə bitkilər atmosferdən 170 mlrd. t karbon qazı udur, fotosintez prosesində isə 130 mlrd. t suyu parçalayaraq atmosferə 115 mlrd. t-a qədər oksigen buraxır. Bitkilər aləmi heterotrof canlılara lazım olan üzvi maddələr hazırlayır və onları sərbəst oksigen ilə təmin edir.



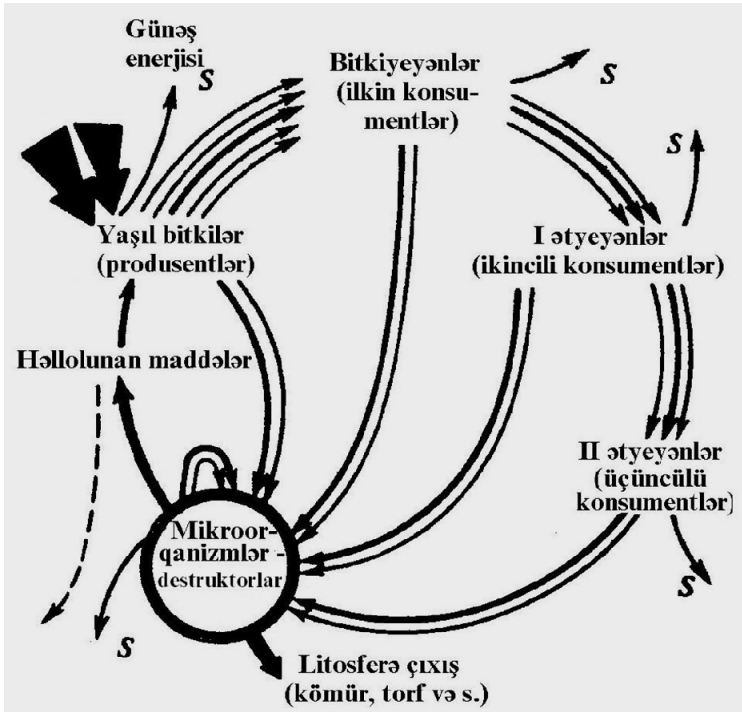
**Şəkil 4.4.** Biogeosenozun üst bataqlıq sahəsində komponentlərin qarşılıqlı təsiri (N.İ.Pyavçenkoya görə, 1972). 1-enerjinin sərf olunması (albedro, transpirasiya, buxarlanma, fotosintez); 2-yeraltı fitokütlə 5 t/ha; 3-1 metrlik qatda qeyri-üzvi maddələr, t/ha azot – 7,8, kalsium – 2,8, maqnezium – 0,9, fosfor – 0,7, kalium – 0,8; 4-1 qr. quru torfda bakteriyalar 4 milyard, göbələk – 175 min; 5-1m<sup>2</sup> səthdə enxitreidlər 270 ədəd, ayaqquyruqlar – 4000 ədəd, akarin – 700 ədəd, nematod – 240 ədəd.

Yuxarıda qeyd etdiyimiz həyat səviyyələrini bir-birindən təcrid olunmuş halda təsəvvür etmək mümkün deyil. Bu həyat səviyyələri bir-birilə sıx əlaqədədir.

### 4.3. Biosfer dövrəndə həyatın vahidliyi

Hazırda Yerdə həyat tamamilə fotosintezdən aslıdır. Fotosintezin məhsullarında günəş işığının enerjisini fiksə etdikdə aydın olur ki, bitkilər kosmos rolunu, yəni Yerdə enerji mənbəyi rolunu yerinə yetirir (K.A.Timiryazev). Hər il bitkilər 100 milyard tona qədər üzvi maddə əmələ gətirir və günəş radiasiyasının

900·10<sup>15</sup>kJ enerjisini mənimsəyir. Bu zaman bitkilər atmosferdən 170 milyard tona qədər karbon qazını mənimsəyir və 130 milyard ton suyu parçalayır və 115 milyard ton sərbəst oksigen xaric edir. Beləliklə, ekosistemin bütün biotik komponentləri üç əsas qrupa bölünür: *produsentlər* (yaşıl bitkilər və orqanizmlər, kimyəvi enerjini mənimsəyənlər – xemosintetiklər), *konsumentlər*, yaxud islakçılar (bir çox trofik səviyyədə ola bilərlər), və *redusentlər*, parçalayıcılar və bioloji dövriyyəni qapayan orqanizmlər. Bütün canlı orqanizmlər bu və ya başqa yolla bir-birindən istifadə etməklə biosferdə nəhəng bioloji dövriyyə əmələ gətirirlər (şəkil 4.5). Bu dövrən tam qapalı deyil: energetik daxil olmadan başqa



Şəkil 4.5. Böyük biosfer dövrəni (V.A.Radkeviçə görə, 1985) .  
S–entropiya.

(günəş enerjisi) o, həmçinin xaricə çıxan da malikdir – ölmüş üzvi maddələrin bir hissəsi mikroorqanizmlər, yəni mineralaşdırıcılar

tərəfindən parçalandıqdan sonra su məhlullarına düşə bilər və çöküntü süxuru şəklində toplanar, lakin digər hissəsi isə daş kömür, torf və s. kimi biogen süxurlar əmələ gətirir.

Bu böyük biogeokimyəvi dövriyyədə maddələr və enerji, xüsusi maddələr dövrənindən – su, karbon, oksigen, azot, kükürd, fosfor və b. kimi bir sıra maddələr ayrılır, bu zaman canlı orqanizmlərlə qeyri-üzvi mühit arasında kimyəvi elementlərin mübadiləsi baş verir.

### F ə s i l 5

## YERDƏ HƏYATIN TARİXİNİN MƏRHƏLƏLƏRİ VƏ ƏSAS XÜSUSİYYƏTLƏRİ

Müasir dövrdə həyatın öz-özünə törəməsinin mümkünlüyünün inkar edilməsi, üzvi təbiətin və həyatın keçmişdə qeyri-üzvi materiyadan inkişaf etməsi haqqındakı prinsipial imkanlarla ziddiyyət təşkil etmir. Məlumdur ki, materiyanın inkişafının müəyyən mərhələsində həyat materiyada baş vermiş təbii proseslərin nəticəsi kimi meydana gələ bilər.

Həyatın əmələ gəldiyi və inkişaf etdiyi ilkin mərhələlərdə elementar kimyəvi proseslər yalnız Yerdə deyil, eyni zamanda kainatın başqa sahələrində və müxtəlif vaxtlarda baş verə bilər. Buna görə də Yerə həyatın kosmosdan gəlməsi imkanı da vardır. Lakin hələlik insan tərəfindən öyrənilmiş Kainatın bir sahəsi olan yalnız Yerdə onlar həyatın əmələ gəlməsi və hərtərəfli inkişafına gətirib çıxarmışlar.

### 5.1. Həyatın yaranmasının mərhələləri və zəminləri

Canlı orqanizmlərin fəaliyyətlərinin əlamətlərinə bütün yer kürəsinə yayılmış kembriyəqədərki süxurlarda dəfələrlə təsadüf edilmişdir. Cənubi Afrikada yaşı 3,5 milyard ildən artıq olan süxurlar müşahidə edilmişdir.

Yerdə həyatın əmələ gəlməsində zəmin rolunu oynamış proseslər, şübhəsiz ki, hazırda Yerdə fəaliyyət göstərən fiziki və kimyəvi qanunlar əsasında baş vermişdir. Bu, təbii-elmi aktualizm prinsipi, həyatın mənşəyi bilavasitə ilkin planetin üst səthində müəyyən kimyəvi reaksiyaların ardıcıl gətməsi ilə əlaqədar olduğunu təsdiq etməyə imkan verir. Suyun və karbonun fiziki və kimyəvi xassələri məhz onlar həyatın beşiyində olduqlarını təyin etdilər. Müxtəlif atom və molekulların kimyəvi və fiziki

xassələri onlar arasında qarşılıqlı təsiri məcburi etmişdir. Molekulların mürəkkəb kimyəvi yolla başqa şəkllə düşməsilə həyatın əmələ gəlməsi haqqında danışıqda nəzərə alınmalıdır ki, bu proseslər vahid və təkrar olunmayan xarakterə malik olmayıb, görünür ki, onlar Yer in üst səthinin eyni olmayan şəraitdə müxtəlif sahələrində baş verə bilərdi. Həyatın kimyəvi təkamülünün əsas mərhələləri necə ola bilərdi?

***Canlıların kimyəvi təkamülü.*** Yerdə sərbəst enerji olduğu zaman hidrogen, azot və karbondan əvvəlcə aşağıda verilən sadə molekullar əmələ gəlməli idi: ammoniyak, metan və buna bənzər birləşmələr. Sonralar bu mürəkkəb olmayan molekullar ilkin okeanda həm öz aralarında və həm də başqa maddələrlə yeni əlaqəyə girə bilərdilər.

Görünür ki,  $-N=C=N-$  qrupları olduqda molekulların böyüməsi prosesi xüsusi müvəffəqiyyətlə getmişdir. Ümumiyyətlə həyatın əmələ gəlməsində dörd kimyəvi element: C, H, O, N əsas rol oynamışdır. Bunlara orqanogen elementlər də deyilir. Karbonun, hidrogenin yüksək temperaturda başqa kimyəvi elementlərlə reaksiyaya girmə qabiliyyətləri vardır. İlk mərhələdə planetimizdə olan sərbəst enerjinin təsiri ilə karbon və hidrogen başqa elementlərlə reaksiyaya girə bilər. Məsələn,  $SN_4$ ,  $NH_3$ ,  $H_2O$  (metan, ammoniyak və su). Həyatın əmələ gəlməsində mühüm elementlərdən biri də oksigendir. Atmosferdə olan oksigen ( $O_2$ ) canlılar aləminin həyat fəaliyyəti sayəsində yaranır. Təsvir etdiyimiz dövrdə atmosferdə suyun, su buxarının günəşdən gələn ultrabənövşəyi şüaların enerjisinin təsiri ilə parçalanması nəticəsində sərbəst oksigen əmələ gəlmiş və getdikcə artmışdır. Oksigenin  $CH_4$ ,  $NH_3$ ,  $H_2S$  kimi birləşmələri oksidləşdirməsi sayəsində  $CO_2$ ,  $NO_3$ ,  $CO_3$  kimi birləşmələr əmələ gəlmişdir. Metanın ( $CH_4$ ) oksidləşməsi sayəsində mühüm kimyəvi birləşmələr: metil spirti, qarışqa turşusu əmələ gəlmişdir. Bu prosesdə yəqin ki, sian qrupunun  $-N=S=N-$  fəal iştirakı olmuşdur. Bu qrupun da başqa elementlərlə reaksiyaya girməyə böyük daxili kimyəvi imkanları olmuşdur. O zaman milyon illər ərzində yağın leysan yağışları Yer üzərində məskən tapmış və ümumdünya okeanı meydana gəlmişdir. Atmosferdə yaranmış həmin üzvi maddələr ardıcılıqla məskənləndirən yağın yağışlarla

ümumdünya okeanına daxil olmuşdur.

Sadə birləşmələrin kimyəvi reaksiyaya kirməsi nəticəsində daha maraqlı maddələr aminturşular və adenin tipli birləşmələr əmələ gəlmişdir. Tədricən okean suları bu üzvi birləşmələrlə zənginləşmişdir. Bu qayda üzrə həyatın əmələ gəlməsi üçün aşağıdakı üzvi birləşmələr: sadə şəkərlər ( $C_6H_{12}O_6$ ), aminturşular, yağ turşuları, qliserin, purin və primidin meydana gəlmişdir.

Planetimizin ilk okeanında gedən kimyəvi təkamül sayəsində canlı cisimlərin əmələ gələ bilməsi üçün zəruri olan komponentlər mövcud idi. Dünya okeanı sanki abiogen yolla əmələ gəlmiş bu üzvi maddələrin qatışığından ibarət «bulyona» çevrilmişdi.

Yer üzərində təsvir etdiyimiz şəraitdə üzvi birləşmələrin necə əmələ gələ biləcəyini Miller sadə bir cihazda nümayiş etdirmişdir. İçərisində  $H_2O$ ,  $CO_2$ ,  $NH_3$ ,  $CN_4$  olan bir balon qızdırılır (təxminən  $80^{\circ}C$ -yə qədər). Əmələ gəlmiş su buxarı həmin maddələrlə bərabər cihazın başqa şişirdilmiş hissəsinə (balona) daxil olur. Burada ona elektrik cərəyanı verilir. (Yerin tarixində atmosferdə baş verən şimşəyə uyğun şərait yaradılır). Bir həftə ərzində həmin kimyəvi birləşmələrdən canlı cismin meydana gəlməsi üçün zəruri olan kimyəvi birləşmələr – spirt, aldehid, aminturşular və s. əmələ gəlir. Bu cihazda aparılan təcrübələr planetimizin çox uzaq keçmişində atmosferdə baş vermiş kimyəvi prosesləri bizə təsəvvür etməyə imkan verir. Təcrübələr vasitəsilə nisbətən daha mürəkkəb kiçik molekulyar quruluşu olan üzvi birləşmələr, məsələn, qlisin, alanin, asparagin turşusu, yağ turşusu, yantar, süd turşuları və s. kimi maddələr əmələ gəlmişdir. Təcrübə yolu ilə hətta adenin, quanin, adenzin, adenzinmonofosfat, adenzindifosfat, adenzintrifosfat kimi daha mühüm birləşmələr sintez olunur. Planetimizin ilk okeanında sadə birləşmələrdən polimerləşmə reaksiyası ilə daha mürəkkəb molekullar, məsələn, zülallar, lipidlər, nuklein turşuları və onların məhsulları əmələ gəlmişdir. Məlum olduğu kimi bütün canlı sistemlərdə təkamül boyu polinukleotidlər – DNT və RNT olmuşdur.

Bu qayda üzrə planetimizin ilk okeanında getdikcə həyatın mahiyyətini təşkil edən zülal, nuklein turşuları, lipidlərin sintezi getmişdir. Bu üzvi maddələrin qarşılıqlı əlaqələri və mühitdə

olan enerjinin təsiri ilə daha mürəkkəb və həyati xassələrə malik molekullar əmələ gəlmişdir. Akademik A.İ. Opainə görə sulara əmələ gələn kolloid halında yüksəkmolekullu üzvi birləşmələr bir-birilə reaksiyaya girərək koaservat damcılarını əmələ gətirmişdir. Bu koaservat damcılarında canlı sistemə oxşar xassələr yaranmışdı. Başqa sözlə, bu damcılar suda ərimiş halda olan üzvi maddələri özünə cəlb etmiş və onların ölçüləri böyümüşdür. Koaservat damcılarında bir qismi mühitdən aldıkları bəzi maddələri mənimsəmiş, bəzilərini isə xaric etmişdir. Bu prosesdə öz quruluşunu saxlaya bilməyən damcılar parçalanmış, saxlaya birlənlər isə öz fəaliyyətini davam etdirmişdir, yəni damcılar arasında sanki təbii seçmə getmişdir. Koaservat damcılarında bu xassələrin müşahidə olunmasına baxmayaraq, hələ onlara canlı cisim demək olmaz.

Polinukleotidlərin öz-özünü hasiletmə qabiliyyəti ilə peptidlərin katalitik aktivliyinin birləşməsi həyatın əmələ gəlməsində mühüm bir mərhələ olmuşdur. Başqa sözlə deyə bilərik ki, bu iki birləşməni qeyd etdiyimiz xassələri biri digərindən ayrılıqda fəaliyyət göstərə bilməzdi. Belə ki, nuklein turşularının konvariant reduplikasiyası, zülalların katalitik funksiyasının iştirakı olmadan gedə bilməzdi.

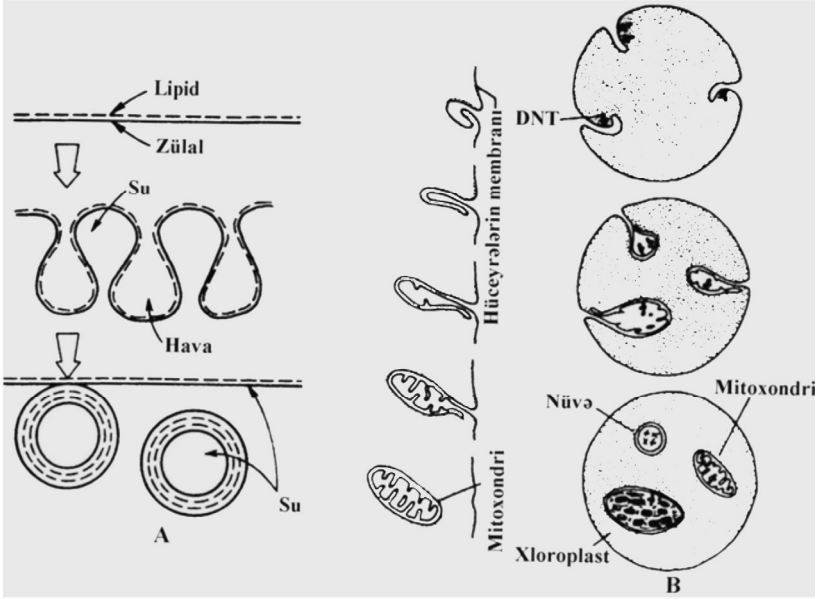
Həyatın meydana gəlməsində ən mühüm mərhələlərdən biri də öz-özünü hasil edən bilən yüksəkmolekullu molekulların-nuklein turşularının meydana çıxmasıdır.

Müasir təbiətdə yüksəkmolekullu üzvi maddələrin, məsələn, nuklein turşularının (DNT) sintezi ancaq hüceyrənin daxilində gedir. Lakin ilk okeanda bu proses hüceyrədən kənar şəraitdə purinlərdən, primidinlərdən, şəkərlərdən və fosfatdan ( $PO_4$ ) sintez olunmuşdur. Bu dövrlərdə DNT-nin ikiləşməsi, özünü hasil etməsi hələ fermentlərin əmələ gəlməsindən əvvəllər, zülal təbiətli olmayan katalizatorlar vasitəsilə getmişdir. Bu dövrdə DNT-nin ikiləşməsi prosesi çox yavaş getmişdir.

Qeyd etdiyimiz bu koaservat damcılarında bioloji maddələr mübadiləsinin başlanması üçün hər şeydən əvvəl membranın və fermentlərin əmələ gəlməsi lazım idi. Həyatın mənşəyində membran strukturunun və fermentin əmələ gəlməsi ən mühüm mərhələlərdən biri olmuşdur. Bunun üçün mühitdə zülal və li-

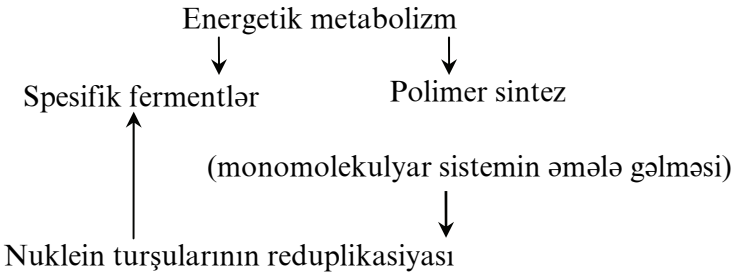


pidlərin olması zəruri idi. Membran ya koaservatların təşəkkülü zamanı və ya polimerlərin qlin səthinə adsorbsiyası yolu ilə əmələ gələ bilərdi (şəkil 5.1).



**Şəkil 5.1.** İlkin okeanın bulyonunda koaservatlar əmələ gələn zaman membran quruluşunun formalaşması yolunda imkanlar (A.M.Kelinə görə, 1971); mitoxondriyərin əmələ gəlməsi (B); eukariot hüceyrələrin əmələ gəlməsi (V.E.Volpa görə, 1981)

Bioloji membran və ferment əmələ gəldikdən sonra DNT-nin duplikasiyası daha müntəzəm və daha sürətlə getmişdir. Canlı cisimlər üçün xarakter olan tsiklik (dövri) maddələr mübadiləsi başlanmışdır.



Koaservat quruluşun sabit qalmasında DNT-nin mühüm rolu olmuşdur. Lakin bu damcılar günəşin şüaları ilə gələn enerjinin təsirinə məruz qalmış və bəzən DNT-nin ikiləşməsi zamanı onun quruluşunda səhvlər, yəni mutasiyalar baş vermişdir. Təbii seçmə mutasiyaya uğrayan genlərin ən əlverişli uzlaşmalarına yaşama hüququ vermiş, onlar qalib çoxalmış, əlverişsiz uzlaşma variantları isə məhv olmuşdur. Bu «xoşbəxt» genlər okeanda üzən aminturşulardan özlərinə qoruyucu zülal örtüyü yaratmışlar. Beləliklə, koaservat damcılarında mütəşəkkillik baş vermişdir. Bu qayda üzrə kimyəvi seçmə prosesindən bioloji seçmə (təbii seçmə) prosesinə keçilmişdir.

Qeyd etmək lazımdır ki, koaservat damcılarının DNT-lərində baş verən mutasiyalar nəticəsində nukleotidlərin ardıcılığında əlverişli uzlaşmalar meydana çıxdıqda onların qalib fəaliyyət göstərmələri imkanları artmışdır. Lakin bu mutasiyalar DNT-lərdə əlverişli dəyişikliklərə səbəb olmamışsa, onlar sıradan çıxmışdır. Başqa sözlə desək, genlərin seçilməsi prosesi getmişdir. DNT-lərin fəaliyyəti əlverişli olduqda, demək olar ki, artıq bioloji sistem – canlı əmələ gəlmişdir. Həmin «qalib» gəlmiş və üzərində membran yaranmış koaservatlar təxminən müasir viruslara oxşayırmışlar. Məlum olduğu kimi müasir viruslar adi halda genlərin məcmuyundan ibarət olan və üzəri membran örtüyü ilə əhatə olunmuş kristal formadır. Lakin onlar ancaq hüceyrələrin daxilində çoxala bilir, yəni özlərini canlı kimi aparır

Milyon illər ərzində yuxarıda qeyd etdiyimiz «xoşbəxt» koaservatlarda maddələr mübadiləsinin sürətlə getməsinə və onların çoxalmasını təmin edən fermentlərin meydana çıxması da çox mühüm bir mərhələ idi. Məlum olduğu kimi fermentlər hüceyrədə gedən biokimyəvi prosesləri sürətləndirir, lakin özləri bu prosesdə dəyişilmir, yəni ancaq katalizator rolunu oynayır.

İlk canlı nə zaman və hansı şəraitdə meydana gəlmişdir? Yuxarıda qeyd etdiyimiz kimi planetimizdə həyatın yaşı 3,5 milyard il hesab olunur. Bu baxımdan arxey erasının axırlarında, yəni təxminən 3,5 mlrd. il bundan əvvəl planetimizin qida maddələri ilə (kimyəvi təkamül nəticəsində əmələ gəlmiş üzvi maddələrlə) zəngin olan isti su hövzələrinin, dənizlərin dibində canlı deyə biləcəyimiz ilk varlıqlar əmələ gəlmişdir. Bu ilk və ən sadə canlılar

həmin dövrdə ancaq heterotrof yolla, yəni hazır üzvi maddələrlə qidalana bilərdi. Başqa sözlə, bunlar protobiontlar olmuşlar. Həmin dövrdə su hövzələri hazır üzvi maddələrlə çox zəngin idi. Lakin ilk və ən sadə canlılar bunlarla qidalandıqca onların miqdarı azalmağa başlamışdır. Getdikcə bu cür qida mənbələri tükənə bilərdi. Belə bir şəraitdə protobiontlar içərisində elə bir canlı varlıq əmələ gəlməli idi ki, onlar özləri qeyri-üzvi maddələrdən üzvi maddələr sintez edə bilsin. Həqiqətən də, baş vermiş mutasiyalar sayəsində təbii seçmənin təsiri ilə protobiontlar arasında avtotrof yolla qidalana bilən canlılar əmələ gəldi. Bu proses üçün avtotrof canlılar enerjini Günəşdən alırdı. Avtotrof canlıların, yəni biogen yolla qidalanan canlıların təkamül üçün böyük imkanları olmuşdur. Təbii ki, protobiontlar getdikcə azalmalı idi.

Avtotrof canlıların meydana gəlməsi və onların fəaliyyəti (fotosintez) sayəsində atmosfer oksigenlə zənginləşməyə başladı.

İndi belə bir sual meydana çıxır: o, ilk canlı varlıqlar quruluşca nəyə oxşayırmışlar? Bu suala son tədqiqatlar cavab verdi. Məlum oldu ki, okeanların dibində və isti su mənbələrində çox sadə quruluşlu bakteriyalar yaşayır. Onlara bəzi gövşəyən heyvanların mədələrində də rast gəlmək olur. Bu bakteriyalar karbon qazını və hidrogeni alıb metan ifraz edir. Bunlara metan hasil edən bakteriyalar da deyilir. Belə güman edilir ki, planetimizin su hövzələrində ilk avtotrof canlı varlıqlar həmin bakteriyalar kimi ən sadə quruluşda olmuşlar. Planetimizdə uzun sürən geoloji tarix boyu baş vermiş dəyişikliklərlə əlaqədar olaraq həyat şəraiti də dəyişilmişdir. İlk canlılar dəyişilmiş həyat şəraitinə uyğunlaşma yolu ilə inkişaf etmişdir. Şübhəsiz ki, bu təkamül prosesində yaradıcı qüvvə təbii seçmə olmuş, yəni üzvi aləmin inkişafı təbii seçmənin təsiri ilə getmişdir Yuxarıda deyilənlərdən məlum olur ki, həyat planetimizin məhsuludur. Uzun sürən kimyəvi təkamül prosesində qeyri-üzvi təbiətdən keyfiyyətə fərqli, daha mürəkkəb bir sistem – ilk canlı əmələ gəlmişdir. Artıq bioloji təkamül prosesi bu dövrdən başlamış və təbii seçmənin fəaliyyəti sayəsində ən sadə quruluşdan insana qədər inkişaf getmişdir.

Yerdə bioloji mübadilələrin yaranması probleminə hələ aydın olmayan məsələlər çoxdur. Yerə həyat başqa yerdən gətirilmişdirmi, yaxud o elə burada yaranmışdır? Bioloji mübadilə

koaservat vəziyyətindən keçmişdirmi, yaxud ilkin olaraq genetik kod yaranır? Nə üçün yer qabığında bəzi nadir elementlər (molibden, maqnezium) adi elementlərdən fərqli olaraq (kalsium, silisium) bioloji mübadilədə böyük rol oynayır? Bu kimi suallar çoxdur, onlar öz cavabını gözləyirlər. Lakin həyatın qeyri-üzvi birləşmələrdən mühitin fiziki amillərinin, həmçinin bioloji seçmədən əvvəlki seçmənin təsiri ilə yaranmasının elmi cəhətdən sübut edilməsi hələ də böyük ehtimallıqla qalmaqdadır.

## 5.2. Bitki və heyvanların təkamülünün əsas mərhələləri

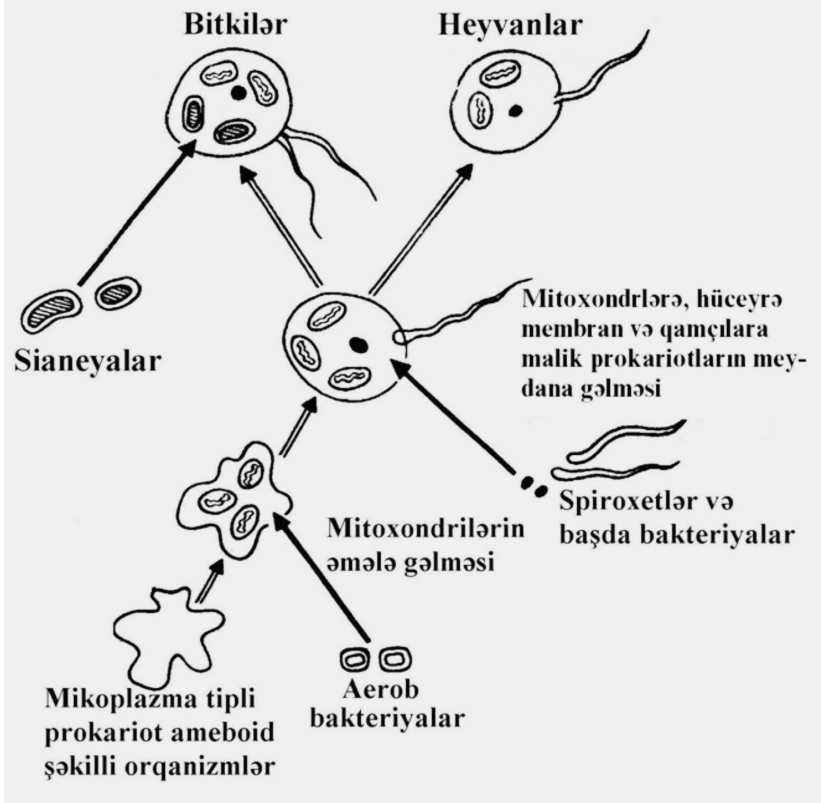
Əksər tədqiqatçılar hesab edirlər ki, həyat əmələ gəldikdən dərhal sonra o, üç kökə ayrılmışdır. Bu köklərin hər birini *aləmüstü* adlandırmaq olar. Görünür ki, başlanğıc protoorqanizmlərin əlamətlərini ən çox saxlayan arxebakteriyalar oksigensiz lildə, duzla qatılaşdırılmış məhlullarda, qaynar vulkan mənbələrində yaşayır. İkinci, *güclü aləm* – eubakteriyalardır. Üçüncü kökdən isə eukariotların membranına malik olan və formalaşmış nüvəsi olan orqanizmlər budağı inkişaf etmişdir. Belə bir hipotezə əsaslananlar da vardır ki, guya eukariotlar onların əcdadlarının mitoxondri və xloroplastların əcdadları ilə simbiozluğu nəticəsində meydana çıxmışdır (şəkil 5.2).

Eukariotlar aləmüstü görünür ki, olduqca erkən vaxtda milyard il əvvəl heyvan, bitki və göbələklər aləmlərinə bölünmüşdür. Göbələklər, bitkilərə nisbətən heyvanlara daha yaxındır (şəkil 5.3). İndiyə qədər ibtidailərin vəziyyəti tam aydın deyildir. Ona görə də belə bir sual meydana çıxır: onları bir aləmdə birləşdirmək olarmı, yaxud da onları bir neçə aləmə ayırmalı? Nəhayət, selikli bitkilərin çox da böyük olmayan qrupları o qədər özünəməxsusluğa malikdirlər ki, çox çətinliklə onları göbələklər aləminə birləşdirirlər. Görünür ki, çoxhüceyrəlilik göbələk, bitki, bağırsağboşluqlular və digər heyvanlardan asılı olmadan meydana gəlmişdir.

## 5.3. Bitkilərin təkamülünün əsas yolları

Hazırda məlum olan bitki növlərinin sayı 500 mindən çoxdur.

Belə ki, onların 300 mini çiçəkli bitki növləridir. Yaşıl yosunların qalıqlarını arxeyin yaşına (3 milyard il əvvəl) mənsub süxur-

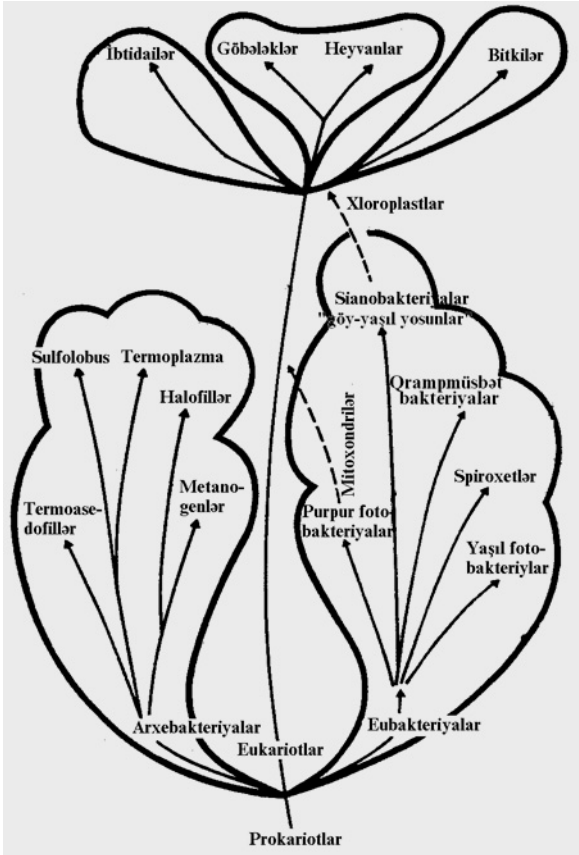


**Şəkil 5.2.** Canlı varlıqların başlıca qruplarının meydana gəlməsi zamanı simbiogenezin mümkün olan əsas ardıcıl mərhələləri

lardan tapmışlar. Proterozoy erasında dənizlərdə yaşıl və qızılı yosunların çoxlu nümayəndələri mövcud idi. Elə bu vaxtlar, görünür ki, dibə yapışmaq (birləşmək) qabiliyyətinə malik yosunlar meydana gəlmişdir. Proterozoyda ilkin torpaqəmələgətirmə prosesləri, müasir bitkilərin quruya çıxmaları üçün şərait yaratmışlar. Silurda (435-400 milyon il əvvəl) bitkilər aləmində böyük təkamül hadisəsi baş verir: bitkilər (piniofitlər) quruya çıxırlar. Paleozoyun birinci dövrlərində bitkilər əsasən dənizlərdə geniş yayılmışdır. Dənizlərin dibinə (substrata) birləşənlər

içərisində yaşıl və qonur yosunlara təsadüf edilirdi, lakin suyun dərin qatlarında diatom, qızılı, qırmızı və başqa yosunlara daha tez-tez rast gəlmək olardı.

Təkamülün lap əvvəllərində müasir bitkilərlə paralel olaraq avtotrof və heterotrof qidalanan bitki qrupları da mövcud olmuş və inkişaf etmişdir. Bunlar da öz növbəsində maddələr dövriyyəsində



**Şəkil 5.3.** Canlı orqanizmlərin əsas aləmlərinin qarşılıqlı təsiri (B.M.Mednikova, 1987)

bir-birini qarşılıqlı tamamlayırdılar. Bu bitkilər aləminin və onun nisbi müstəqilliyinin tamlığının güclənməsinə şərait yaradırdı. İlk fototrof ibtidai bitkilər tərkibinə görə müxtəlif idilər, onların arasında «a» və «b» xlorofilləri olan qruplar, yüksək miqdarda

karotinoidlər və «s» xlorofili və nəhayət fikobilinlə zəngin olan qruplar var idi. Ehtimal ki, bu qrup orqanizmlər arasında genetik vahidlik yox idi. İlk fototrofların tərkibindəki müxtəliflik şübhəsiz ki, mövcüd olduqları şəraitin kifayət qədər müxtəlif olması ilə əlaqədar idi.

Silurun sonunda ilk quru bitkiləri olan psilofitlər qeyd edilmişdir. Bunlar sahillərin quru hissələrini yaşıl örtük kimi tutmuşdular. Bu çox mühüm təkamülü addım idi. Ötürücü və örtük toxumlarında təkmilləşmə baş verir, yəni psilofitlərdə zəif ixtisaslaşmış ksilema və floema, kutikula və bıçcıqlarla birlikdə ötürücü damar sistemi meydana çıxır. Psilofitlər oxun (gövdənin) aşağı hissəsini dixotomik budaqlanmasının köməyi ilə substrata çox möhkəm yapışdırdılar. Onlardan bəzilərində sadə «yarpaqlar» müşahidə edilmişdir. Psilofitlər yerüstü damarlı bitkilərlə yosunlar arasında keçid forma təşkil etmişdir. Xarici görünüşcə onlar yosunlara oxşayırdı, gövdələri vegetativ orqanlara ixtisaslaşmamışdır və böyük buxarlanma səthinə malik olmuşlar.

Təkamül prosesində bitki aləminin sonrakı inkişafı sayəsində quru şəraiti ilə əlaqədar olaraq substrata daha yaxşı yapışan köklərə, gövdəyə, yarpaqlara malik kiçik bitkilər meydana çıxmışdır. Ən sadə damar sistemi borulardan ibarət idi. Borulardan damarlara keçid onların quru şəraitinə uyğunlaşması idi. Damarlar vasitəsilə suyun gövdənin yuxarı hissəsinə qalxmasına imkan yaranmışdır. Damarlara keçid əvvəlcə kökdə, gövdədə və sonra isə yarpaqlarda baş vermişdir.

Yerüstü hissədə, yəni quruda bitki aləminin inkişafının ilk pilləsində mamırlar, qıjıkimilər sonralar isə çıpaqtoxumlular dayanmışdır. Bunlarda dişicikləri arxeqoniyadan, erkəkçikləri isə anteridilərdən ibarət cinsiyyət sistemi olmuşdur. Bunlara *arxeqonial bitkilər* deyilir. Bu bitkilərin qonur və yaşıl yosunlardan başlanğıc almaları ehtimal olunur.

Bioloji təkamül prosesində sudan quruya çıxan bitkilərin inkişafı çoxalma baxımından iki istiqamətdə getmişdir: qametofit və sporofit bitkilər. Qametofit bitkilərə mamırkimiləri, sporofitlərə isə yerdə qalan bitkiləri aid etmək olar. Quru həyatı ilə əlaqədar olaraq bitkilərin çoxalması da təkmilləşmiş və onlarda dən küləklə yayıla bilən sporelar və toxumlar əmələ gəlmişdir.

Artıq devon dövründə qədim çılpaqtoxumlulardan ibarət meşələr meydana gəlmişdir. Bunlar karbon dövründə daha geniş yayılmış nəhəng kardaitlərdən ibarət meşələr əmələ gətirmişdir. Bu dövrdə iqlim çox rütubətli və isti olmuşdur. Belə şərait uzunluğu 40 m-ə çatan lepidodendronlar və siqillyariyalardan ibarət qalın meşələrin əmələ gəlməsinə səbəb olmuşdur.

Üzvi aləmin təkamülü prosesində quru mühit sahələrinin genişlənməsi ilə qıjıkimilərin inkişafında istiqamət dəyişmişdir. Cinsiyyətsiz (sporofit) çoxalma üçün daha əlverişli şərait yaranmış, cinsiyyətli (qametofit) çoxalma isə getdikcə reduksiyaya uğramışdır. Quru mühitində qametofitlərin hərəkətinə və mayalanmasına kömək edən su mühitində ehtiyac qalmamışdı. Silur-devon dövründə bəzi plaunkimilərin və toxumlu qıjıkimilərdə meqasporlar və mikrosporlar əmələ gəlmişdir. Başqa sözlə, dişi (meqasporlar) və erkək (mikrosporlar) cinsiyyət hüceyrələri meydana gəlmişdir. Bu proses təxminən 400 milyon il bundan əvvəl baş vermişdir. Meqasporangilər 4 meqaspora, lakin mikrosporangilər çoxlu sayda mikrospora malik olmuşdur.

Qametofitlərin getdikcə reduksiyaya uğraması nəticəsində orqanizmin diploid fazası uzanmışdır. Buna görə də ilk müxtəlif sporlu bitkilər çox nəhəng olmuş və geniş yayılmışdır. Bunlara misal olaraq siqillyariyaları, lipidodendronları, nəhəng qıjıları, kalomitləri göstərmək olar.

Paleozoyun karbon dövrünün isti, mülayim və rütubətli şəraiti, həmçinin vulkanların təsiri nəticəsində havada yaranan çoxlu karbon qazı bitkilərin inkişafı üçün çox əlverişli şərait yaratmış və qalın meşələrin yaranmasına səbəb olmuşdur. Bitkilərin bu cür inkişafı torpağın münbitliyini artırmışdır (şəkil 5.4).

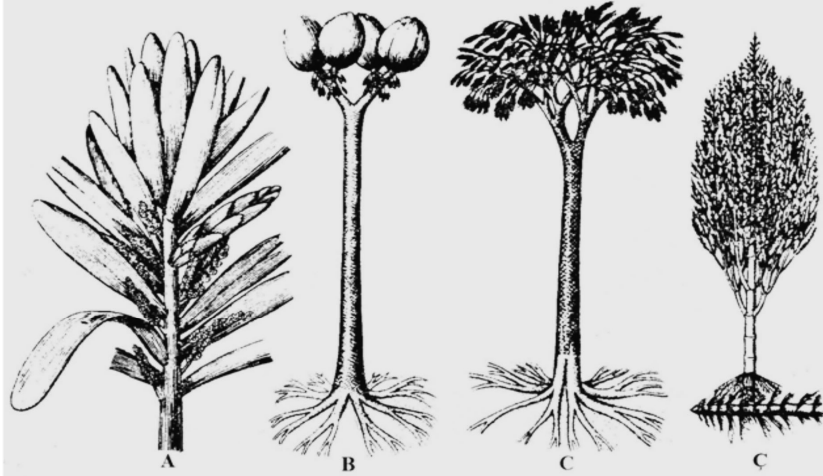
Hesablamalara görə təxminən 300 milyon il bundan əvvəl karbon və perm dövrlərində çılpaqtoxumlu bitkilərin daha geniş yayılmasına əlverişli şərait yaranmışdır. Müasir toxumlu bitkilərin qədim əcdadları olan toxumlu qıjıkimilərdə sporlar əvəzinə toxumlar əmələ gəlmişdir. Deməli, təkamül prosesində sporlu bitkilərdən toxumlu qıjıkimilər əmələ gəlmişdir.

Toxumlu bitkilərdə bir sıra bioloji üstünlüklər olmuşdur. Bunlarda cinsiyyət hüceyrələrinin qamçılara və mayalanma prosesində suya ehtiyac qalmamışdır. Bundan başqa gələcək nəslin



diploid rüşeymi toxum daxilində yerləşmiş və əlverişsiz şəraitdən qorunmuşdur. Toxumda rüşeym üçün çoxlu ehtiyat qida maddələri toplanmışdır. Ümumiyyətlə, bu və ya başqa üstünlüklər toxumlu bitkilərin geniş yayılmasına imkan verirdi.

Örtülütöxumluların bilavasitə əcdadları hələlik qazıntı halında tapılmışdır. Hesab edilir ki, örtülütöxumlular bennetitlər-



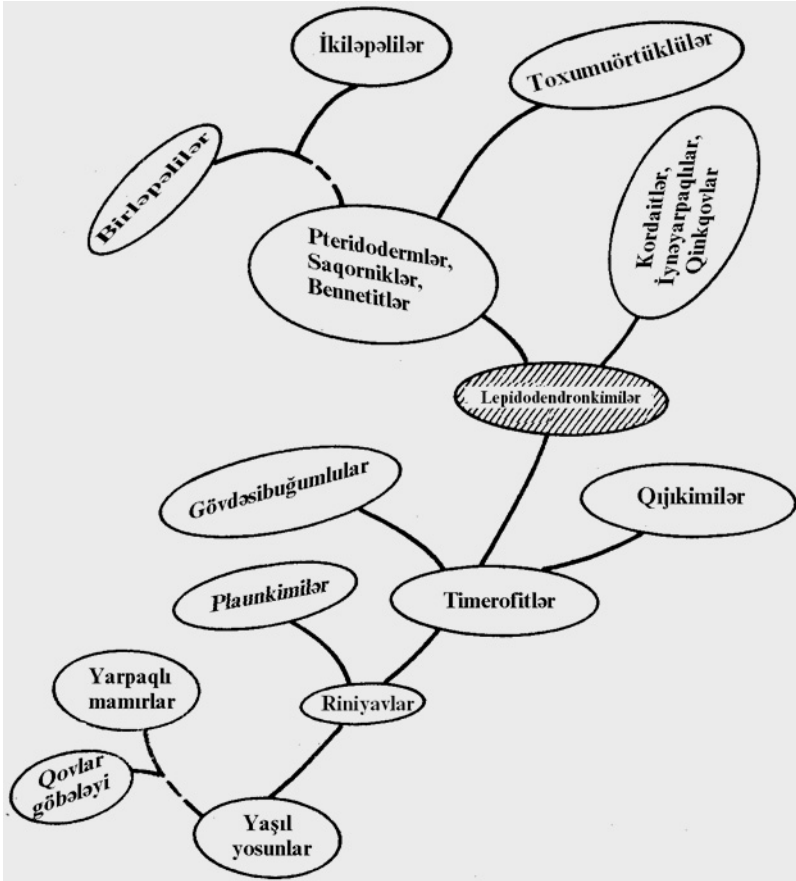
**Şəkil 5.4.** Karbon dövrünə aid qazıntı halında tapılmış bitki qalıqları: A-kordait (*Cardaites levis*); B-siqillariya (*Siqillaria*); C-lepidodendron (*Lepidodendron*); Ç-kalamit (*Calamites*).

dən başlanğıc almışdır. Şübhə yoxdur ki, bu fikir S.V.Meyenə məxsusdur. Bennetitlərlə ibtidai örtülütöxumlular gövdədə oduncağın ümumi quruluşunun, ağızciqların, tozcuqların, entomofillərin və s. olmasına görə oxşardır. Örtülütöxumluların vətəni arid torpağı (yağıntı az, lakin buxarlanma çox olan torpaq) olan rayonları yaxud mövsümə görə quru iqlimli sahələr hesab edilir. Bu bitkilərdə generativ orqanlar yüksək sürətlə inkişaf etmələrinə və rüşeymin formalaşmasına görə pozulmuş ekosistemlərdə bitə bilərdilər. Təbaşir dövrünün əvvəllərində inkişaf edən bennetitlər və sikadlar da analoji əlamətlərə malik olmuşdur. Çiçəkli bitkiləri xarakterizə edən əlamətlərin meydana gəlməsi üçün bir sıra təsəvvürlər mövcuddur (oduncaqda borular, torvari damarlanma, yumurtalıq, dişicik ağzı, ikiqat mayalanma). Bütün

bu əlamətlər bir qrupda cəmləndikdə çiçəkli bitkilər meydana çıxır. Belə bir inkişaf yolu başqa taksonlar üçün də xarakterikdir.

Əsas bitki qruplarının filogenetik qarşılıqlı təsiri şəkil 5.5-də verilmişdir.

Örtülütoxumlu, yeni çiçəkli bitkilər bioloji üstünlüklərinə görə az bir vaxtda çox geniş yayılmağa başlamışdır. Bu bitkilərdə

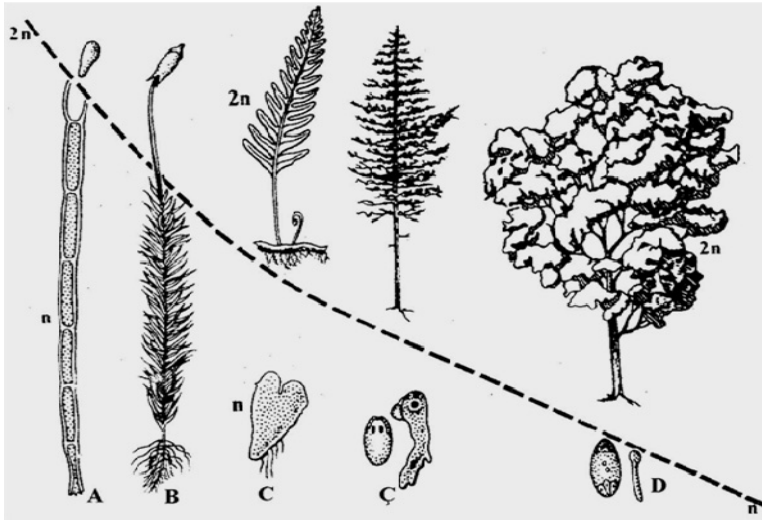


Şəkil 5,5. Əsas bitki qruplarının filogenezi (S.V.Meyenə görə)

çılpaqtoxumlu bitkilərdə olmayan bir sıra mühüm xüsusiyyətlər meydana gəlmişdir. Elə buna görə də onlar dünya florasında hökmüran mövqe tutmuşlar. Örtülütoxumlu bitkiləri çılpaqtoxumlulardan fərqləndirən əsas xüsusiyyətlər aşağıdakılardan ibarətdir:

1. Toxumun meyvə daxilində yerləşməsilə, onun xarici mühitin qeyri-əlvərişli təsirlərindən qorunması (nəsil qayğısı);
2. Çiçəklərdə əlvən rəng və ətrin olması. Buna görə çiçəklərə cücülər cəlb olunur;
3. Çiçəkləmə vaxtlarının müxtəlif olması. İlin müxtəlif fəsilələrində müxtəlif cücülərlə tozlanma və mayalanmanın baş verməsi;
4. Çiçək qruplarının müxtəlif olması;
5. Çarpaz, öz-özünə və süni tozlanma proseslərinin getməsilə nəsil törətmənin asanlaşdırılması;
6. Toxumların yayılmağa uyğunlaşmasının müxtəlif olması (külək, su, nəqliyyat, öz-özünü tullama, quşlar, heyvanlar və s. vasitəsilə);
7. Bitki gövdələrinin müxtəlifliyi və s.

Ümumiyyətlə, bitki aləminin təkamülünə nəzər saldıqda aşağıdakı filogenetik mənbələri görmək olar (şəkil 5.6).



**Şəkil 5.6.** Bitkilərin təkamülü dəyişiklikləri: cinsiyyətsiz nəslin (2n) əhəmiyyətinin və ölçülərinin artması, cinsiyyətli nəslin (n) ölçülərinin reduksiya olunması istiqamətində dəyişilməsi. A-yosunlar, B-mamırlar, C-qıjılar, Ç-çılpaqtoxumlular və D-örtülütoxumlular (K-Füller və O.Tippeyə görə, 1954).

Beləliklə, bizin planetin bitki örtüyü müasir xüsusiyyətlər qazanmaqla daima dəyişmişdir. Bitkilər aləminin təkamülünün əsas xüsusiyyətləri aşağıda verilir:

1. Haploidlikdən diploidliliyə keçid. Orqanizmin diploidləşməsilə qeyri-əlverişli mutasiyaların üzə çıxması azalmışdır, onda orqanizmin morfoqenetik potensialı güclənmişdir. Əksər yosunlarda bütün hüceyrələr (ziqotdan başqa) haploiddir. Bir qədər yüksək quruluşa malik yosunlarda (qonur və b.) haploid fərdlərlə yanaşı diploid fərdlər də mövcuddur. Mamırlarda diploidlilik zəif inkişaf etdiyi üçün haploid nəsil üstünlük təşkil edir. Qıjılarda diploid nəsil üstünlük təşkil edir, lakin onlarda haploid nəsil (qametofit) hələ ki, sərbəst əmələgəlmə davam edir. Çılpaqtoxumlularda və örtülütoxumlularda qametofit nəslin tam reduksiyası müşahidə edilir, nəticədə onlarda diploid fazaya keçid baş verir.

2. Suyun damcımaye şəklində olması ilə cinsiyətli çoxalma prosesinin əlaqəsi itmiş, erkək qametlərin hərəkətliliyi itmiş, qametofit nəslin nəzərə çarpacaq dərəcədə reduksiyası və sporofit nəslin isə güclü inkişafı, xarici mayalanmadan daxili mayalanmaya keçid, çiçəyin və ikiqat mayalanmanın əmələ gəlməsi.

3. Yerüstü şəraitə keçidlə əlaqədar orqanizmlərin ixtisaslaşması: kök, gövdə və yarpağa bölünməsi, ötürücü sistem şəbəkəsinin inkişafı, örtük, mexaniki və başqa toxumaların təkmilləşməsi.

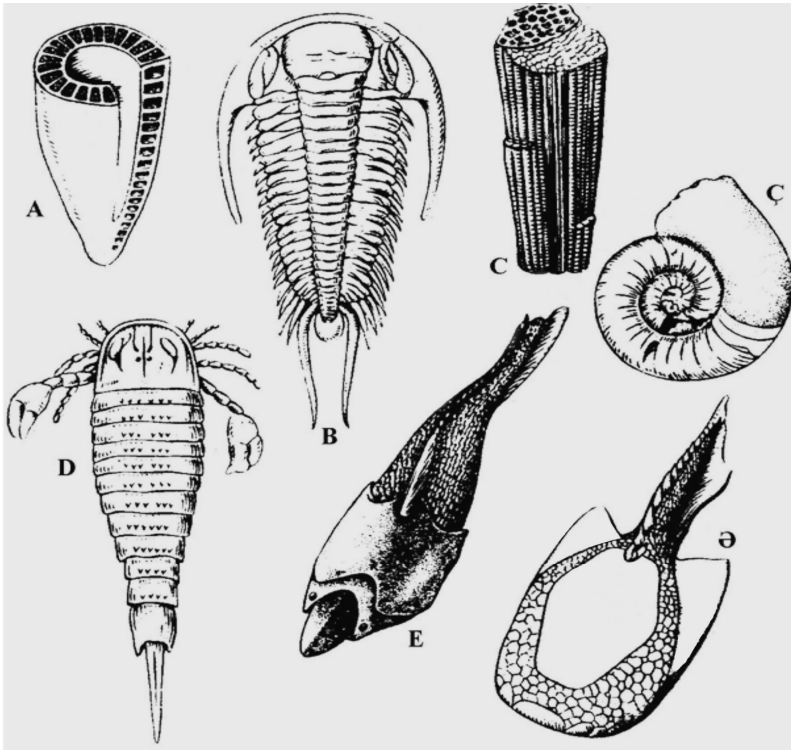
#### **5.4. Heyvanların təkamülünün əsas yolları**

Heyvanlar aləmi müxtəlifliyinə görə heç də bitkilər aləmindən geri qalmır. Növlərin sayına görə heyvanlar aləmi bitkilər aləmindən üstündür. Hazırda 1 milyon 200 min heyvan növü məlumdur. Onlardan 900 min növ buğumayaqlılara, 110 min növ molyusklara, 42 min növ isə xordalı heyvanlara aiddir. Hesab edilir ki, bu növlər mövcud olan növlərin təxminən yarısını təşkil edir.

Qazıntı halında tapılan qalıqlarda heyvanların meydana gəlməsi izlənilmir. Heyvanların ilk qalıqları proterozoya məxsus dəniz çöküntülərində tapılmışdır ki, bunların da yaşı 1 milyard ildən çoxdur. İlk çoxhüceyrəli heyvanlar bir neçə tipdə verilmiş-

dir: süngərlər, bağırsaqboşluqlular, çiyinayaqlılar, buğumayaqlılar.

Kembri dövrünün dənizlərində bütün əsas heyvan tipləri mövcud olmuşdur. Bunlardan süngərləri, xərçəngkimiləri, derisitikanlıları, müxtəlif molyuskları, çiyinayaqlıları, trilobitləri göstərmək olar (şəkil 5.7).



**Şəkil 5.7.** Kembri, ordovik və silur dövrlərinin faunası: A-arxeosiatın skeleti; B-qədim buğumayaqlılar – trilobitlər; C-koralların skeleti; Ç-başıayaqlı molyusklarnın çanağı; D-çanaqlı karpion; E, Ə-qədim onurğalılar – çənəsizlər (D.K.Belyayev və başqa müəlliflərə görə, 1967).

Ordovik dövründə əsasən kembri dövrünün heyvanları təkmilləşməyə doğru inkişaf etmişlərsə də, bu dövrdə müasir dəyirmaniağızlılara bənzər zirehli onurğalı heyvanlar da yaşamışdır. Bu dövrün isti su hövzələrində mərcanlar və müasir kalmaraoxşar-

lar, həmçinin bir neçə metr uzunluğunda olan başıayaqlı molyusklar yayılmışdır.

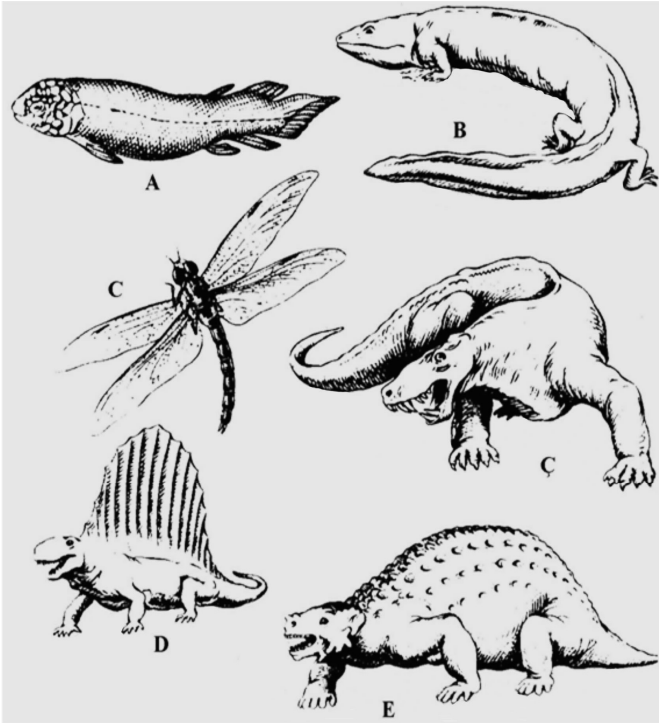
Nəzərə alınmalıdır ki, silur dövrü istər bitkilər və istərsə də heyvanlar aləminin inkişafında böyük əhəmiyyət kəsb edir. Artıq atmosfer havası ilə tənəffüs edən və quruya çıxan heyvanlar meydana gəlmişdir. Onurğasızlardan quruluşca müasir əqrəblərə oxşar hörümçəkkimilər ilk dəfə quruya çıxmışdır. Bu dövrün kiçik şirin su hövzələrində çoxlu sayda müxtəlif ibtidai onurğalı heyvanlar, məsələn zirehli balıqlar yaşamış və sürətlə inkişaf etmişdir. Güman edilir ki, ilk onurğalılar dayaz və şirin su hövzələrində meydana çıxmışdır. Tədricən, devonun gedişi dövründə belə şirin su formaları dənizləri və okeanları zəbt etmişlər. Devon dövründə iki cür tənəffüs edənlər, pəncəüzgəclilər və şüaüzgəclilər balıqlar meydana gəlmişdir. Onların hamısı suda tənəffüs etməyə uyğunlaşmışlar. Bizim dövrə qədər iki cür tənəffüs edən bir sıra növlər qalmışdır (şəkil 5.8), şüaüzgəclilər müasir sümüklü balıqlara, lakin pəncəüzgəclilər isə ilk suda-quruda yaşayanlara (steqosefallara) başlanğıc vermişdir. Steqosefallar üst devonda meydana gəlmişdir: təxminən elə bu vaxtlarda fəvqəladə dərəcədə progressiv heyvan qrupu olan cücülər meydana gəlmişdir (şəkil 5.8).

Onurğalı və onurğasız heyvanları əks etdirən xəttin inkişafında bu və ya digər məsələnin həllində iki meyl meydana gəlmişdir. Su mühitindən hava mühitinə keçid, əsas daşıyıcı orqanların və bütövlükdə bütün bədənin möhkəmlənməsini tələb edirdi. Onurğalı heyvanlarda daxili skelet, lakin onurğasızların ali formaları olan buğumayaqlılarda isə xarici skelet əsas dayaq rolunu oynamışdır. Mühitdə inkişaf etmək üçün tələb olunan daha mürəkkəb davranış reaksiyaları həyat ağacının bu iki budağında iki müxtəlif prinsipial üsulla həll edilmişdir. Cücülərdə fəvqəladə dərəcədə mürəkkəb sinir sistemi mövcuddur ki, bu da bütün bədən boyu böyük və nisbətən müstəqil sinir mərkəzləri ilə yayılmışdır. Bu cür sinir sistemi anadangəlmə qazanılmış reaksiyalar üzərində üstünlük təşkil etmişdir. Onurğalı heyvanlarda baş beyinin güclü inkişafı və şərti reflekslərin şərtsiz reflekslər üzərində üstünlük təşkil etməsi baş vermişdir.

Daşkömür dövründə ilk sürünənlər meydana çıxmışdır. Bu-

nunla da quru onurğalı heyvanları tərəfindən fəal surətdə tutulurdu. Quru və möhkəm örtüyə malik, qurumaqdan qorxmayan sərt qabıqla örtülmüş yumurtaya malik reptililər su hövzələri ilə əlaqəni kəmişlər. Bu dövrdə cücülərin qədim qrupları olan iynəcələr və tarakanlar əmələ gəlmiş və inkişaf etmişlər.

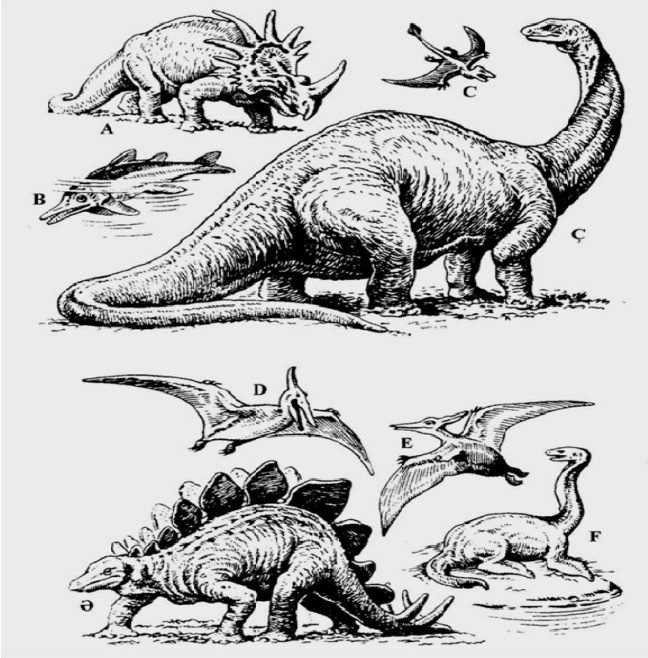
Perm dövründə steqosefalların yox olması başlanmış və müxtəlif reptililərin geniş yayılması üçün şərait yaranmışdır. Bu zaman ibtidai (sadə) reptililərdən olan bütövkəlləlilər qrupundan xüsusi bir budaq olan pelikozavrlar inkişaf etmişdir. Bu da öz növbəsində bir qədər sonra terapsidlərdən məməlilərin inkişafına gətirib çıxarmışdır.



**Şəkil 5.8.** Devon, kembri və perm dövrlərinin faunası: A-ikicürtlənəf-füslü balıqlar; B-steqosefal; C-cırcıramayabənzər cücülər; Ç-E-qədim sürünənlər (D.K.Belyayev və b., 1967).

Paleozoy erasının sonunda iqlim və yerin relyefində kəskin

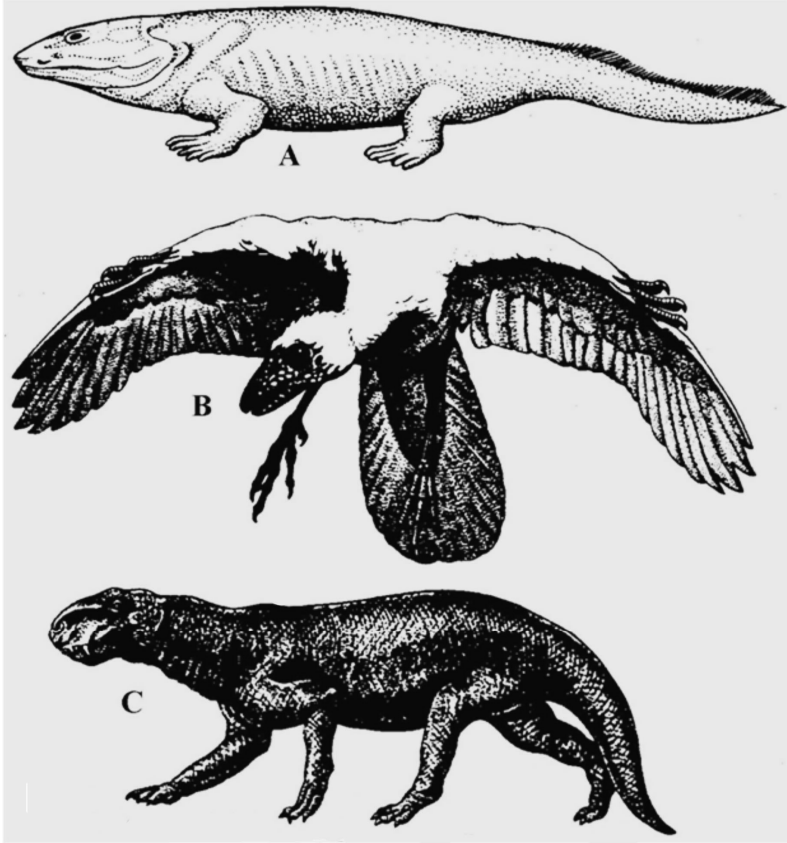
dəyişikliklər baş vermişdir. Yer üzərində yaranan quraqlıq iqlim şəraiti sürünənlərin həyatında müəyyən rol oynamışdır. Belə ki, bu zaman müxtəlif reptililər güclü inkişaf edirdi. Onlardan müasir dövrə qədər (triasa məxsus) hatteriya və tısbağalar qalmışdır. Reptililərin bəziləri yırtıcı, başqaları otqeyən olub, üçüncülər isə ikinci dəfə suya qayıdılar (şəkil 5.9). Su mühitində onlar çoxsaylı sümüklü balıqlar və başıayaqlı molyusklarla qidalanırdı.



**Şəkil 5.9.** Mezozoy erasının bəzi sürünənləri: A-buynuzlu dinozavr; B-ixtiozavr; C-uçan quyruqlu kərtənkələ; Ç-brontozavr; D,E-uçan quyruqsuz kərtənkələ; Ə-steqozavr; F-pleziozavr (müxtəlif alimlərin məlumatlarından D.K.Belyayev və b. görə, 1967).

Lakin yura dövründə əsasən dəniz sürünənləri daha gur inkişafa başlayır. Bunlardan ixtiozavrları və pleziozavrları göstərmək olar. Elə o zaman sürünənlərdən hava mühitini mənimsəyən pterozavrlar meydana gəlir. Onlar havada küllü miqdarda olan iri cücülərlə qidalanırdılar. Trias dövründə sürünənlərin şaxələrinin birindən quşlar meydana gəlir. İlk quşlarda həm sürünənlərin və həm də quşların əlamətləri vardı (şəkil 5.10).





**Şəkil 5.10.** Qazıntı halında tapılmış keçid formalara misallar: A-devon dövrünə aid (İchthyosteqa) balıqlardan quru onurğasızlarına keçid forma; B-yura dövrünə aid ilk quş (Archopteryx) sürünənlərlə quşlar arasında keçid forma; C-terapsid qurupundan olan yırtıcıyabənzər reptili (Jucapors) reptililərdən məməlilərə keçid forma (İ.İ.Şmalhauzen, 1969; A.Romeru, 1968; R.Pitersona görə, 1978).

Tabaşir dövründə sürünənlərin ixtisaslaşması davam etmişdir: bitkiyeyən nəhəng dinosavrlar meydana gəlir, qanadları açılmış şəkildə 20 m olan uçan nəhəng kələzlərə təsadüf edilir. Bu zaman cücülər aləmində də böyük hadisələr baş vermişdir. Entomofil bitkilər və tozlandırıcı cücülərin bir-birilə əlaqəli təkamülü başlanır. Ammonitlərin, beleminitlərin, dəniz kələzləri-

nin məhv olma prosesi başlanır. Sahilətrafi bitki örtüyünün tutduğu sahələrin ixtisara düşməsi ilə əlaqədar bitkiyeyən dinozavrlar, onların ardınca isə onlarla qidalanan yırtıcı dinozavrlar məhv olur. Yalnız tropik qurşaqda iri reptililər (timsahlar) qalmışdır. Soyuqların düşdüyü şəraitdə sabit bədən temperaturuna malik quşlar və məməlilər üstünlük qazanmışlar. Odur ki, onlar sonralar kaynozoy erasında geniş yayılmışlar.

Kaynozoy erasında cücülər, quşlar və məməlilər geniş yayılmış və inkişaf etmişdir. Mezozoyun axırında placentalı məməlilər meydana gəlmişdir. Paleosendə və eosendə cücüyeyənlərdən ilk yırtıcılar yaranır. Elə bu zaman yaxud bir qədər sonra ilk məməlilər dənizi tutmağa başladılar (balinakimilər, kürəkayaqlılar, sirenlər). Qədim yırtıcılardan dırnaqlılar əmələ gəlir, cücüyeyənlərdən primatlar dəstəsi başlanğıc alır. Neogenin axırında artıq məməlilərin bütün müasir fəsilələrinə rast gəlmək olardı. Geniş açıq sahələri olan Afrika savannalarında meymunların çoxlu sayda formaları meydana çıxır. Onlardan bəziləri düz yerləşə keçirildilər. Belə meymun qruplarından biri də avstralopitəklər olmuşdur ki, bunlar da Homo cinsinə aparən şaxəyə başlanğıc vermişdir.

Kaynozoy erasının axırlarında ali məməlilərdə qruplarla, ailələrlə yaşama zərurəti meydana çıxmış və inkişaf etmişdir. Bəlliklə, heyvanlar aləminin inkişafında ən yüksək budaq olan insanların əcdadları inkişaf yoluna ilk addım atmağa başlamışlar. Bu dövrün təbii hadisələrindən biri də temperaturun çox aşağı enməsi və buzlaşma hadisəsinin baş verməsi idi. Buzlaşma nəticəsində Yer üzərində maraqlı landşaftlar, müxtəlif ekoloji şəraitlər yaranmışdır. Bu sahələrdə tundra və çöl sahələri birləşmiş və meşələr sıxışdırılmışdır. Xüsusilə planetimizin şimal yarımqitələrində buzlaşma daha geniş sahələri əhatə etmişdir. Orta pleystosendə 250 min il bundan əvvəl quruda buzlaşma Volqoqrad en dairəsini, Şərqi Avropa düzənlikləri və Şimali Amerika böyük düzənliklərini əhatə etmişdir. Şübhə yoxdur ki, belə sahələrdə heyvanlar yaşaya bilməz. Onlar buzlaqların əhatə etmədiyi cənub rayonlarına, məsələn, Şimali Qafqaza və Kırım sahələrinə keçməli oldular. Bu cür buzlaq sahələrində yayılmış heyvanlardan şimal marallarını, mamontları, timsah, tülkü, kərgədanları, lem-

minqləri, tundra tülküsünü, qütb kəkliklərini göstərmək olar.

Müasir faunanın təkamülü üçün mühüm rol oynayan buzlaşma dövrünün başlaması ilə bir vaxtda Dünya okeanının səviyyəsinin tez-tez dəyişməsi baş vermişdir, belə ki, müxtəlif vaxtlarda okeanın səviyyəsi müasir səviyyəyə nisbətən yüz metrə qədər gah qalxıb, gah da aşağı düşmüşdür. Okeanın səviyyəsinin bu cür qalxıb endiyi zaman Şimali Amerika və Şimali Avrasiyanı, Britaniya adalarını Avropa materiki ilə və s. birləşdirmişdir. 5–6 min il bundan əvvəl Avropada iqlim müasir iqlimə nisbətən nəzərə çarpacaq dərəcədə isti olmuşdur. Lakin iqlimin bu cür dəyişməsi heyvanlar aləminin növ tərkibinin dəyişməsində elə bir xüsusi rol oynamamışdır, əksinə, insanın rolu daha böyük olmuşdur. İnsan bir çox heyvan və bitki növlərini məhv etmişdir. Bəzi hesablamalara görə, XX əsrin ortalarına kimi insan 200–dən çox heyvan növünü məhv etmişdir.

Heyvanların təkamülündə yaranmış adaptasiyaların inkişafında bir neçə magistral (anna xətt) istiqaməti qeyd etmək olar:

1. Çoxhüceyrəliliyin meydana gəlməsi və bütün orqanlar sisteminin ixtisaslaşması.
2. Möhkəm skeletin meydana gəlməsi (buğumayaqlılarda xarici, onurğalılarda isə daxili);
3. Mərkəzi sinir sisteminin inkişafı. Onurğalı heyvanlarda baş beyin inkişaf etmişdir ki, bu da öyrədilmə və şərti reflekslərə əsaslanır, hər bir fərdin yüksək qiymətləndirilməsi. Cücülərdə sinir sistemi inkişaf etmişdir. Bu onlarda instinkt tipli reaksiyaların irsən möhkəmləndirilməsinə xidmət edir.
4. Heyvanlar aləmi ağacının bir sıra şaxələrində sosialçılığın inkişafı materiyanın bioloji hərəkət formasını, sosial hərəkət formasından ayırır.

## **5.5. Biosferin təkamülünün əsas mərhələləri**

Ola bilsin ki, Yerdə ilk orqanizmlər heterotrof olmuşlar. Belə ki, onlar qida kimi ilkin bulyonda olan üzvi maddələrlə qidalanmışlar. Onlar bərpa edilmiş müxtəlif substratlardan istifadə etmək qabiliyyətinə malik idilər. Bu substratlar 4–4,5 milyard il

əvvəl Yer in üst səthində ( $H_2$ ,  $H_2S$ ,  $F^{++}$ ,  $HN_3$ ,  $NO^{-2}$ , abiogen üzvi-lik) olmalı idi. Üzvi aləmin təkamülünün ilkin mərhələlərində fotososforlaşma prosesi meydana çıxmalı idi (V.P.Skulaçev). Buna görə ilkin fotosintetiklər oksigen hazırlamırdılar. Təkamülün bu mərhələsini hazırda yaşıl və purpur bakteriyalar yerinə yetirir. 2,5 milyard il əvvəl sianobakteriyaların meydana gəlməsilə vəziyyət dəyişilmişdir. Fotosintez nəticəsində ilk dəfə olaraq Yer in atmosferində oksigen əmələ gəlmiş və toplanmışdır.

Yer in üst qatında olan üzvi maddələrdə, hər bir sonrakı mərhələdə fotosintezin hesabına daha çox Günəş işığının enerjisi toplanırdı. Bu, maddələrin bioloji dövrünə şərait yaratmış və bütövlükdə təkamülü sürətləndirirdi.

Təxminən 2 milyard il əvvəl atmosferdə oksigenin qatılığı müasir dövrdə olan oksigenin 1%-ni təşkil etmişdir. Elə buna görə də bakteriyalara nisbətən, daha böyük eukariot orqanizmlər meydana gəlmişdir (B.M.Mednikov).

İlkin ekosistemlər, şübhəsiz ki, su ilə əlaqəli olmuşdur. Son illərdə mikrobioloqların diqqətini, bəzi sahilyanı rayonlarda düzən rütubətli boş yerləri təbəqə şəklində örtən mikrob mənşəli sianobakterial «matlar» cəlb edirdi. Təsəvvür edilirdi ki, bu cür təbəqələr kembri dövrünə qədər bizim planetimizin canlı örtüyünü təşkil etmiş və gələcəkdə torpağın inkişafı üçün əsas olmuşdur. Ola bilsin ki, o zaman «dənizdən-dənizə qədər» vahid sianobakterial təbəqə olmuşdur. Bu isə planetin yerüstü ilk ekosistemini təşkil etmişdir (Q.A.Zavarzin).

Biosferin təkamülü prosesində tezliklə onun «ikiqatlı» quruluşu – bakteriya-mikrob «əsas» və eukariot «üst quruluş» müəyyən edilmişdir. Belə «əsas» (özül) hətta bizim dövrümüzdə də biosferin təkamülündən 3,5 milyard il keçdikdən sonra belə davamlıdır. Hazırda elə o cür, yəni biosferin təkamülünün ilkin mərhələləri üçün xarakter olan mikrob birliklərini müşahidə edirik. Bu cür mikroblara əsasən həm quruda və həm də okeanların dərinliklərində olan qaynar mənbələrin ətrafında rast gəlirik. Bu biosferin bakteriya-mikrob əsası yüz milyon illərlə üstünlük təşkil etmişdir (cədvəl 5.1).

**Cədvəl 5.1.** Yerin ümumi geoxronoloji və stratiqrafiya şkalası

<b>Eon</b>	<b>Era</b>	<b>Dövrələr</b>	<b>Epoxalar</b>	<b>İzotop müddət, mln. il</b>	<b>Həyatın xarakter formaları</b>
<b>Fanerozooy</b>	<b>Kaynozoy</b>	Dördlük	Qolosen Pleistosen	1,8	Homo cinsinin inkişafı
		Neogen	Pilosen	25±2	Məməlilərin müasir fəsilələrinin əmələ gəlməsi, müasir floranın formalaşması
		Paleogen	Miosen Oliqosen Eosen Paleosen	66±3	Məməlilərin və quşların inkişafı
	<b>Mezozoy</b>	Təbaşir		136±5	Çiçəklili bitkilərin inkişafı, cücülərin inkişafı, bir çox sürünənlərin məhv olması
		Yura		190– 195±5	Quruda, suda və havada sürünənlərin hökmranlığı. Örtülütoxumlu bitkilərin və quşların əmələ gəlməsi
		Trias		230±10	Sürünənlərin inkişafı, çılpaqtoxumluların yayılması, məməlilərin meydana çıxması
	<b>Paleozoy</b>	Perm		280±10	Çılpaqtoxumluların meydana gəlməsi, sürünənlərin yayılması
		Daş kömür		345±10	Məşələrin yayılması, suda-quruda yaşayanların inkişafı, uçan cücülərin meydana gəlməsi
		Devon		400±10	Balıqların hökmranlığı, cücülərin və suda-quruda yaşayanların meydana gəlməsi, qıjılardan və plaunlardan ibarət meşələrin meydana çıxması
		Silur		435±10	Bitkilərin və onurğasızların quruya çıxması
		Ordovik		490±15	İkionurğalılardan – çənəsizlərin meydana gəlməsi
		Kembri		570±20	Onurğasızların inkişafı, ali bitkilərin meydana gəlməsi
<b>Kriptozooy</b>	<b>Proterozoy</b>	Bend		650– 690±20	Bağırşaqboşluqluların, buğumayaqlıların, dərisitikanlıların meydana gəlməsi
		Riyef		1650±50	Eukariot, çoxhüceyrəli bitkilərin və heyvanların meydana gəlməsi
		Kareliy		2500±100	İbtidai bitkilərin inkişafı
	<b>Arxey</b>			3500–dən çox	Həyatın mənşəyi, prokariotların meydana gəlməsi. Bakteriyaya və göy-yaşıl yosunların hökmranlığı, yaşıl yosunların meydana gəlməsi

İlk bitkilər olan yaşıl yosunlar arxey erasına (3 milyard il əvvəl) məxsus süxurlarda müşahidə edilmişdir. İlk heyvanların qalıqlarına hələlik qazıntı halında təsadüf edilməmişdir. Bu, həmçinin üst proterozoya da aiddir. Vənddə (1,5 milyard il əvvəl) çoxhüceyrəli bağırsaqboşluqlular, buğumayaqlılar və dərisitikanlılar meydana gəlmişdir. Vənddə, həmçinin bitkiyəyən orqanizmlər (amöblər, infuzorlar, göbələklər) meydana gəlmişdir ki, məhz bunlar da əvvəllər mövcud olan ekosistemi birinci sıra konsumentlərlə çətinləşdirmişdir.

Çoxhüceyrəli orqanizmlərin meydana gəlməsi ekosistemlərin davamlılığının yüksəlməsi ilə müşayiət edilmiş və onların müxtəlif istiqamətlərdə inkişaf etməsinə imkan yaratmışdır.

Paleozoyun əvvəllərində, kembri dövründə tezliklə bir çox orqanizm qruplarında minerallaşmış skeletlər (silisium, kalsium, apatit, stronsium, xitin) meydana çıxmışdır. Bu «skelet inqilabı» B.M.Mednikova görə ekosistemlərdə yalnız ikinci dərəcəli konsumentlərin – yırtıcıların meydana gəlməsini göstərə bilər ki, bu da ekosistemlərin müxtəlifliklərinin kəskin artmasının başlıca səbəbi ola bilər. Başqa bir mümkün olan səbəb isə daha çox ixtisaslaşmış orqanizmlərin – süzücülərin meydana gəlməsi olmuşdur. Bu cür canlı süzücülər olmasaydı, onda su hövzələri, hətta Dünya okeanı da daxil olmaqla bütün sular bulantılı, tamamilə başqa fiziki-kimyəvi xassəli olardı. İfrazatla su hövzələrinin dibinə daşınan üzvi maddələr süzücülərin fəaliyyəti nəticəsində dib çöküntüləri zənginləşir. Bununla da zəngin dib ekosistemlərinin inkişafı üçün şərait yaranır. Trilobitlərin müxtəlifliyinin inkişafı üçün bu da bir səbəb rolunu oynamışdır. Yalnız paleozoyun ordovik dövründən başlayaraq, su dərinliklərinin mənimsənilməsi ilə əlaqədar olaraq faunanın müxtəlifliyinin formalaşması başlamışdır.

Canlı orqanizmlərin su hövzələrini mənimsəməsilə planetin hidrosferi kosmos vəziyyətindən biokos vəziyyətinə çevrilir. Əgər torpaqla əlaqədar, onun biokos (biokos – orqanizmlərin və onları əhatə edən abiotik mühitin dinamik qarşılıqlı əlaqəsi ilə yaradılan təbii sistem) xarakteri haqqındakı təsəvvürlər elmə möhkəm daxil olmuşsa, onda okean haqqında analogi baxışlar kifayət qədər yaxşı inkişaf etməmişdir. Belə bir fikir L.A.Zenkeviçə məxsusdur.

Silur və devon dövrlərində borulu bitkilərin meydana gəl-

məsi və yayılması yalnız atmosferin qaz tərkibinin gələcəkdə dəyişilməsində deyil, o həm də qurunun eroziyasının azalması da, həmçinin quru və su hövzələrinin ayrılma istiqamətlərinin sabitləşməsində mühüm rol oynamışdır. Dikduran gövdəli yerüstü bitkilərin meydana gəlməsi biosferin fotosintezedici quruluşlarının üçölçülü fəzada yerləşməsinə imkan vermişdir ki, bu da bütün fotosintez prosesini kəskin dərəcədə intensivləşdirmişdir. Yerüstü bitki örtüyünün inkişafı öz növbəsində yerüstü ekosistemləri mürəkkəbləşdirmişdir (torpağın, kök sisteminin inkişafı, bitki töküntülərinin çürüməsi, çoxlu miqdarda biokütlənin toplanması).

O dövrün ekosistemlərində yaşıl kütlənin kifayət qədər konsumentlərinin əmələ gəlməsi üçün yüz milyonlarla illər tələb olunmuşdur. Buna görə külli miqdarda üzvi maddə mənimsənilməmiş qalmış və biogen qaynar qazıntılar – daşkömür, neft, qaynar şist şəklində bizim dövrə qədər qalmışdır.

Yerin biosferinin gələcək inkişafında əsas inqilabi anlardan biri görünür ki, təbaşir dövrünün ortalarında birillik ot bitkilərinin meydana gəlməsi olmuşdur. Onlar, çox sürətlə təkamül etmiş heyvanlar və göbələklərlə uyğunluq təşkil etməklə ekosistemlərdə biogenlərin dövryyəsinə kəskin dərəcədə sürətləndirmişlər.

Mezozoy erası ilə paleozoy erasının sərhəddində dəniz biotalarının biomüxtəlifliyinin kəskin dərəcədə azalması baş vermişdir (bax: cədvəl 2). Bu o deməkdir ki, on milyonlarla illər bundan əvvəl dəniz orqanizmlərinin fəsilələrinin sayı iki dəfə azalmışdır. Bunun səbəbi hələlik açıqlanmamış qalmışdır. Bir də ki, belə bir böhran o zaman yerüstü ekosistemlərdə izlənilmirdi.

Nəticədə, mezozoy və kaynozoy eralarında biomüxtəliflikdə böhran az müşahidə edilmişdir. Onda, qısa bir tarixi vaxt ərzində (bir neçə milyon il) əvvəllər mövcud olan taksonların dördüdə biri yox olmuşdur. Belə bir böhranın səbəbləri haqqında bir sıra təsəvvürlər var, lakin onların heç biri kifayət qədər sübut edilməmişdir.

Yerdə həyatın təkamülü prosesində ən mühüm nailiyyət biotik dövrünün əmələ gəlməsi idi. Bu zaman elə bir ekosistem yaranmalıdır ki, məhz onda maddənin bir porsiyası (hissəsi) dəfələrlə istifadə edilsin. Bu, ekosistemlərə yalnız avtotrof orqa-

nizmlər (xemosintetiklər və fotosintetiklər) qoşulduqda deyil, həm də heterotrof orqanizmlər qoşulduqda mümkün olmuşdur. Bu yolla da *produsentlər* (istehsalçılar), *konsumentlər* (istehlakçılar), *redusentlər* (parçalayıcılar, mineralaşdırıcılar) meydana gəlmişdir. Ekosistemlərin təkamülünün gələcək mühüm istiqaməti biotik dövriyyədən maddələrin itməsinin azalması, həmçinin kimyəvi elementlərin miqراسiyasının intensivləşməsi olmuşdur. Maddələrin heyvanlarda bioloji dövriyyəsinin bu cür intensivləşməsi sabit bədən temperaturunun meydana gəlməsi ilə ifadə edilir. Bura, həmçinin birillik ot bitkilərinin də əmələ gəlməsini aid etmək lazımdır.

Nə olur olsun, bizim planetimizdə həyatın inkişafı prosesində bütövlükdə ekosistemlərin mürəkkəbləşməsi baş vermişdir. Nəticədə, eyni vaxtda mövcud olmuş növlərin sayının artması, müasir dövrdə planetin bütün yerüstü hissəsini əhatə edən həyatın genişlənməsi baş vermişdir. Ekosistemlərin təkamülünün milyard illik nəticəsi, çoxlu sayda biogeosenozlara diferensiasiya edilmiş Yerin müasir biosferi olmuşdur ki, bu da özündə müasir dövrdə yaşayan on milyondan çox növü birləşdirir. Görünür ki, təkamülün gedişi zamanı biosferin ixtisaslaşmasının nəticələrindən biri onun bütövlükdə davamlılığının yüksəlməsi olmalı idi. Lakin bu nəticə də bir çox başqa nəticələr kimi, qanunauyğunluqları və həmçinin onun ekosistemlərini təşkil edən biosferin təkamülünün əsas xassələrini aydınlaşdırma sahəsində, hələlik müəyyən dərəcədə əqli mühakimə kimi görünür. Odur ki, onun ciddi izahata ehtiyacı vardır.

Yerin biosferinin təkamülünün əsas xüsusiyyətləri aşağıdakılardan ibarətdir:

- ekosistemlərin ümumi mürəkkəbləşməsi və «həyatın məcmusunun artması»;
- produsentlərin, konsumentlərin, redusentlərin qarşılıqlı təsirinin köməyi ilə həyata keçən, maddələrin biotik dövriyyəsinin meydana gəlməsi;
- üzvi maddələrin kütləsinin toplanması;
- biokos ekosistemlərin (torpaq, müasir okean) meydana gəlməsi, kos canlı maddələrin tam mənimsənilməsi;
- biomüxtəlifliklərin artmasının tsiklik və dövrü xarakteri.



## TƏKAMÜLÜN ÖYRƏNİLMƏSİ ÜSULLARI

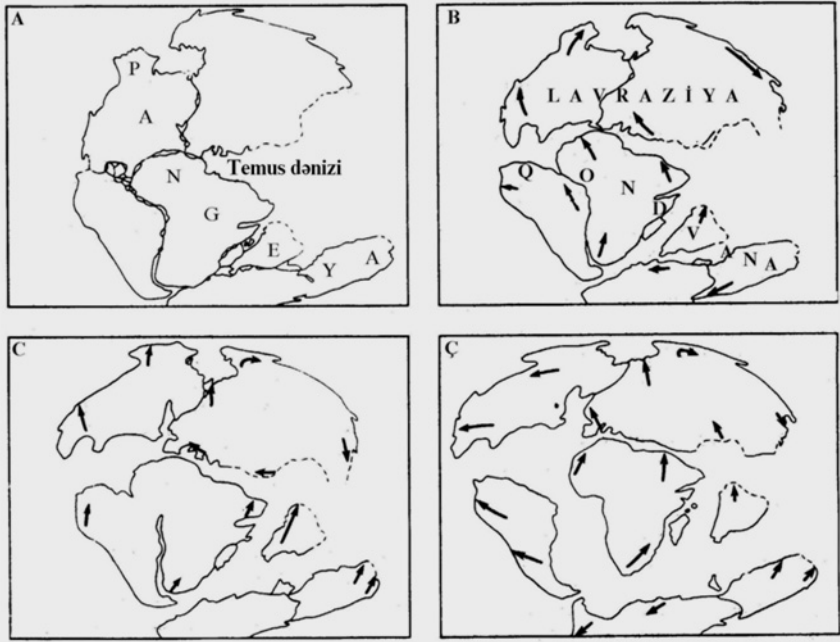
XIX əsrin ortalarında, müasir təkamül nəzəriyyəsinin inkişafının ilk mərhələlərindən təkamülü sübut etmək üçün istifadə edilən təbii-tarixi faktlar eyni zamanda əvvəllər təkamülün baş verməsinin xüsusiyyətlərini dərinləndirən başa düşməyə imkan vermişdir. Təkamülün sübutu, təkamül prosesinin öyrənilməsi üsulları ilə sıx şəbəkələndir.

### **6.1. Müxtəlif elmlərin məlumatları ilə təkamül prinsipinin əsaslandırılması.**

Bütün canlı varlıqların qurulmasının əsasını zülal tipli yüksək molekulyar maddələr təşkil edir. İrsi məlumatların kodlarını daşıyan DNT molekulu bütün canlı formalarda (bakteriyalardan başqa) nukleoproteid molekulları hazırlamaqla zülallarla sıx əlaqədədir. Bitkilərin və heyvanların kimyəvi tərkibinin birliyi xlorofilin (bitkilərdə), hemoqlobinin (onurğalılarda) və hemosianinin (onurğasızlarda) quruluşunun prinsipial oxşarlığı ilə təsdiq edilir. Bütün canlı orqanizmlərdə əsas biokimyəvi proseslər, yəni oksidləşmə, qlikoliz, yağ turşularının parçalanması, hüceyrə membranından spesifik maddələrin keçməsi oxşardır. Müxtəlif qruplardan olan orqanizmlərdə quruluşuna görə olduqca yaxın olan fermentlər bu proseslərdə iştirak edir. Ümumi kimyəvi tərkibinin, maddələr mübadiləsinin xüsusiyyətlərinin öyrənilməsi Yerdə həyatın biokimyəvi universallığı nəticəsinə gəlməyə imkan verir. Bu isə öz növbəsində həyatın əmələ gəlməsini sübut edən dəlillərdən biridir.

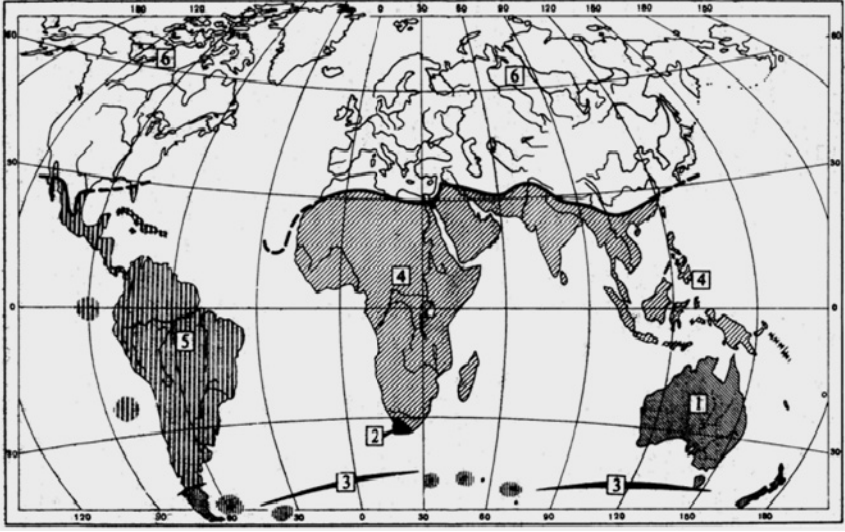
Biocoğrafi vilayətlərin hər birində heyvanların və bitkilərin özünəməxsusluğu, Yer fiziki-coğrafi qabığının, dənizlərin və qitələrin formalaşması tarixi ilə izah edilir. Yer tarixində qitələrin əlaqəsi və ümumi görünüşü dəfələrlə dəyişilmişdir. Şəkil 6.1-də Yer əsas inkişaf mərhələlərində materiklərin ümumi görünüşü göstərilir. Qurunun bəzi massivlərinin uzunsürən və dərin təcridləri, qonşu flora və faunaların ərazilərində özünə-

məxsusluğun və fərqin əmələ gəlməsini təmin etmişdir. Sonralar materiklər arasında əlaqələrin yaranması, qonşu faunaların və floraların kompleks elementlərinin bir-birinə qarşılıqlı keçməsinə müəyyən etmişdir. Belə ki, məsələn, birdəlikli məməlilər yarım-sinifinin və kazuarlar dəstəsinin nümayəndələri Avstraliya faunasını xarakterizə edir. Ərincəklər, zirehlilər və qoasnlərin dəstələrinin nümayəndələri Cənubi Amerika faunası üçün xarakterikdir. Neotropik flora üçün kaktus, Kanana, Bromel və b. fəsilələri xarakterikdir. Yerlərin əsas faunasının və florasının vilayətlərə bölünməsi 6.2-ci şəkildə göstərilmişdir.



**Şəkil 6.1.** Planetimizin qədim quru sahələrinin parçalanması: A–perm dövrünün sonu, təxminən 230 mln. il əvvəl; B–triasın sonu, 195 mln. ilə yaxın, C–yura dövrünün sonu, 140 mln. il əvvəl; Ç–təbaşir dövrünün sonu, 70 mln. il əvvəl (müxtəlif müəlliflərin məlumatlarına görə).

Ümumi morfoloji xüsusiyyətlər belə qrupların mənşələrinin vahidliyi faktının qəbul edildiyi zaman aydın olur. Hazırda yaşayan növlər, gövdəsi və budaqları (şaxələri) keçmişdə itib getmiş



**Şəkil 6.2.** Yerın əsas flora və faunalarını göstərən vilayətlər: 1-Avs-traliya aləmi; 2-Kap aləmi; 3-Antraktida aləmi; 4-Paleotropika; 5-Neo-tropika; 6-Holiartika (müxtəlif müəlliflərin məlumatlarına görə).

həyat ağacının sonuncu zoğları hesab edilir. Bu zaman yaxın növlərin qrupları – cinsləri, yaxın cinslərin qrupları – fəsilələri, yaxın fəsilələrin qrupları – dəstələri (heyvanlarda) və sıraları (bitkilərdə) və s. əmələ gətirir. Bu kimi taksonlar arasında (cinslər, fəsilələr, dəstələr və s.) təbiətdə tədrici keçidlərin olmaması ilə müəyyənləşən qırılmalar mövcuddur. Qeyd etmək lazımdır ki, əldə edilmiş kompleks məlumatlar əsasında sistemətlər yüksək dərəcədə inandırıcılıqla müxtəlif kateqoriyadan olan taksonların iyerarxiya tabeliyini bərpa etmişlər (növlər – cinslər, cins – fəsilələr və s. daxil olur). Bununla da müxtəlif qruplar arasında, yəni bir formanın başqa formadan, daha cavan formaların daha qədim formalardan başlanğıc aldığını şüurlu surətdə izah etməklə məhz onlar arasındakı təkamül qarşılıqlı münasibətlərin mövcudluğunu sübut etmək olar.

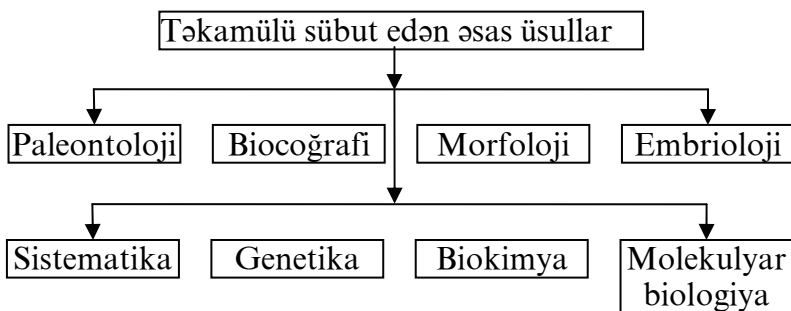
Qrupların təsnifat dərəcəsi qız bölmələrinin sayı və tərkibi ilə müəyyən edilir. Cins, fəsilə, dəstə, siniflərin müəyyən edilməsi təsnifat üçün «əlverişli» olmaq üçün deyil, məhz obyektiv zərurətdir. Genetika və seleksiya təkamül prosesinin getməsi haqqında dəlillər verir. Ev itlərinin bütün müxtəlif cinsləri süni

seçmənin təsiri altında ümumi vəhşi bir əcdaddan başlanğıc almışdır. Bu, eynilə iri və xırda buynuzlu mal-qaranın, quşların müxtəlif cinslərinin yaradılmasına da aiddir. Genetika və seleksiyanın, yeni formalı bitki orqanizmlərinin yaradılması sahəsindəki müvəffəqiyyətləri hamıya məlumdur, belə ki, təcrübi yolla yalnız yeni sort və yarımnovlər deyil, həm də yeni, sərbəst növ və hətta cins formaları da (bitkilərdə) alınmışdır.

Populyasiya genetikasının inkişaf etməsi təkamül təlimi üçün xüsusi əhəmiyyətə malikdir. Bunun nəticəsində populyasiyalarda müxtəlif genlərin geri dönməyən dəyişilmələrinin tezliyini müəyyən etmək – açılmaq mümkündür.

## 6.2. Təkamül prosesini öyrənən əsas üsullar

İndi də təkamülü ideyaların müəyyən ardıcılıqla verilmiş bioloji fənlərə daxil olduğunu əks etdirən və təkamül prosesini öyrənən başlıca üsullara nəzər yetirək.

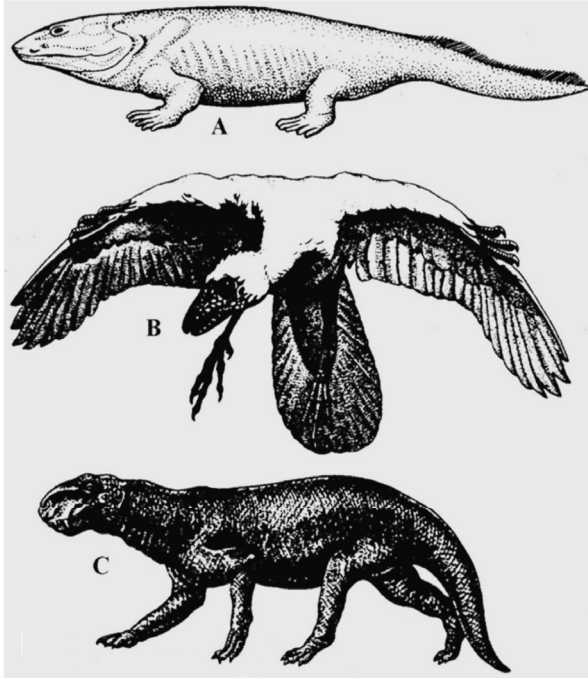


**Paleontoloji üsullar.** Mahiyyət etibarı ilə, nəslə kəsilməmiş və qalıqları qazıntı halında tapılan heyvanlardan bəhs edən elm kimi və paleontologiyanın bütün üsullarına, təkamül prosesini öyrənən üsullar kimi baxmaq olar. Təkamülü öyrənən əsas, başlıca paleontoloji üsullardan – qazıntı halında tapılan keçid formaların üzə çıxarılmasına, filogenetik sıraların bərpa olunmasına və ardıcıl qazıntı formaların əldə edilməsinə baxaq.

**Qazıntı halında tapılan keçid formalar** – qədim və müasir qrup orqanizmlərin əlamətlərində uyğunluq təşkil edən orqanizm formalarıdır. Belə formaların axtarışları və dəqiq təsvir edilməsi

ayrı-ayrı qrupların filogenezi bərpa etmək üçün mühüm üsul kimi xidmət edir.

Buna ən yaxşı misal kimi, daha doğrusu keçid formaların bir nümayəndəsi kimi qazıntı halında tapılmış *ichthyosteqa*-nı göstərmək olar. Bu forma balıqlarla yerüstü onurğalılarda olan bir sıra əlamətləri özündə birləşdirir (şəkil 6.3). Steqosefallar qrupundan olan qədim yerüstü onurğalılar da həmçinin balıgabənzər bəzi əlamətləri saxlayır.



**Şəkil 6.3.** Keçid qazıntı formalarına misallar: A-devon dövrünə aid (Ichthyosteqa) balıqlardan quru onurğalılarna keçid forma; B-yura dövrünə aid ilk quş (Archaeopteryx); C-terapsid qrupundan olan yırtıcıabənzər reptili (Lycaenops) reptililərdən məməlilərə keçid forma (İ.İ.Şmalhauzenə, 1969; A.Romerə, 1968; R.Pitersona, 1978 görə)

Sürünənlərdən quşlara keçid forma yura dövrünə aid olan ilk quş Archaeopteryx hesab edilir. Arxeopteriksdə sürünənlərdə olduğu kimi uzun quyruq olmuşdur ki, bu da fəqərələrlə və bel

qabırğaları ilə bitişməmişdir, ağzında dişləri olmuşdur. Bu artıq müasir quş idi: bədəni yaxşı inkişaf etmiş lələklərlə örtülmüşdü, ön ətraflar qanadlara çevrilmişdir. Keçid formalardan axırını baxdığımız terapsid qrupundan olan yırtıcıyabənzər reptilidir (*Lycaenops*). Böyük diş sümüyünün (os dentale) inkişafı, ikinci sümük damağı, məməlilər üçün xarakterik olan kəsici, köpək və azı dişlərinə ixtisaslaşmış və bir sıra digər əlamətlər bu heyvanı yırtıcı məməlilərə oxşar etmişdir. Lakin bir sıra əlamətlərə və həyat tərzinə görə bunlar əsil sürünənlər olmuşlar.

Hazırda təsvir edilmiş bir sıra qazıntı keçid formalar yalnız tip, dəstə, siniflər kimi böyük taksonlara deyil, həm də dəstə, fəsilə kimi kiçik bitki və heyvanlar aləmi qruplarına da aiddir.

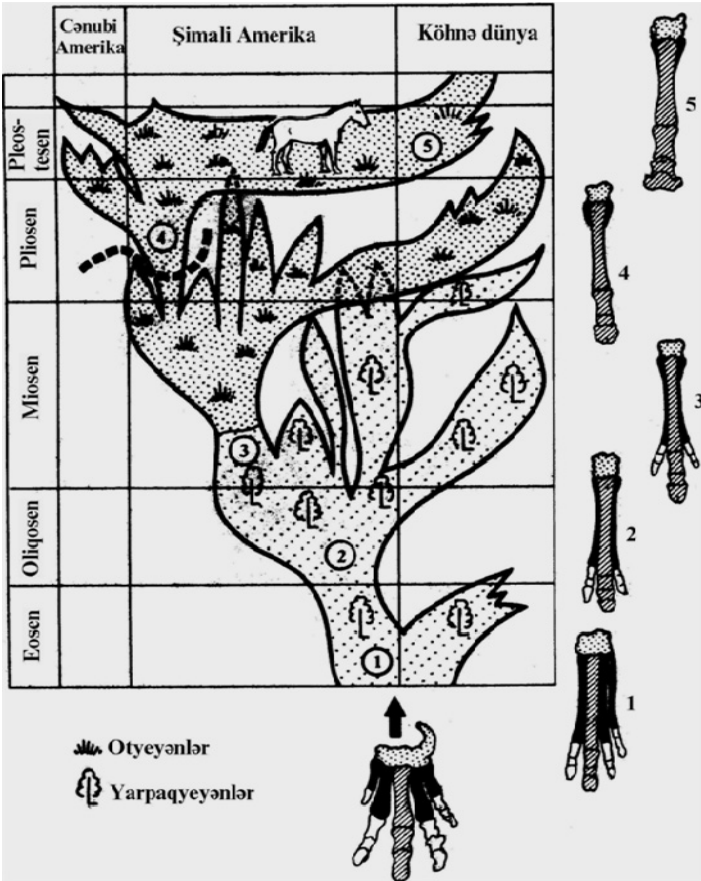
### 6.3. Paleontoloji sıralar

Paleontoloji sıralar – təkamül prosesində bir-birilə əlaqədar olan və filogenezin gedişini əks etdirən qazıntı formaların sıralarıdır. Bu baxımdan təkamülün sübutu üçün filogenetik sıra əmələ gətirən qazıntılar çox əhəmiyyətlidir. Belə ki, atların, fillərin və molyuskaların təkamülünü aydın göstərən qazıntı materialları xüsusi qeyd etmək lazımdır. Tapıntıları inkişaflarına görə bir sırada yerləşdirdikdə həmin heyvanların hansı inkişaf mərhələlərini keçərək müasir forma qazandıqlarını aydın görmək olar.

Y.O. Kovalevski (1842–1883) göstərmişdir ki, atlar ən qədim formadan müasir formalarına qədər böyük təkamül yolu keçmişdir. Atların ən qədim əcdadları Eohippus üçlük dövrünün əvvəllərində Şimali Amerika meşələrində yaşamışdır. Onların boyu təxminən 30 sm olub, qabaq ayaqlarının hər birində 4, arxa ayaqlarının hər birində isə 3 barmağı olmuşdur. Bunlar yaşadıkları meşə-bataqlıq torpaqlarda bütün barmaqlarını torpağa basaraq yaxşı hərəkət edə bilirdilər. Onların bədəni müasir atlardakı kimi düz dayanan deyil, yırtıcı heyvanların bədəni kimi elastik imiş. Onlar meşə və kolluqlar arasından əyilib, sıxılıb keçə bilmişlər. Dişlərinin ixtisaslaşmış quruluşu malik olmasına görə, belə nəticəyə gəlmişlər ki, onlar yumşaq bitkilərlə qidalanırmışlar.

Eohippus-dan müasir atlara qədər inkişafı izlədikdə aşağıdakı sıra ardıcılığı alınır: eohippus, proterohippus, merihippus, hippari-

on, müasir Prejevalski atı. Adlarını çəkdiyimiz hər mərhələyə aid atları təsvir etmədən yalnız bunu qeyd etmək olar ki, atların inkişafı belə getmişdir: ekoloji şəraitin dəyişməsi ilə, yəni meşə həyatından çöl həyatına keçməklə əlaqədar olaraq boyları artmış, ayaqlarında barmaqlarının sayı azalmış, yalnız hər ayaqda bir orta barmaq qalmış, kəllə böyümüş, qida formalarına – yarpaqlarla, sonra otlarla qidalanmaya keçmələri ilə əlaqədar olaraq dişlərinin forma və sayı dəyişmiş və s. (şəkil 6.4). Eosendə yaşamış eohippusu müasir



**Şəkil 6.4.** Atkimilər (Equidae) fəsiləsinin təkamül ağacı (C.Simpsona görə, 1948). Şəkilə yarpaqyeyən formadan otqeyən formaya keçmə və barmaqların ixtisarı görünür.

atlarla müqayisə edən zaman, onların filogenetik əlaqələrini sübut etmək inandırıcı dərəcədə çətinidir. Ümumiyyətlə, son məlumatlara əsasən müasir atlarla Prjevalski atlarını da müqayisə etmək bir sıra çətinliklər törədir.

Alimlərin əksəriyyəti izah edir ki, müasir ev atları Prjevalski atlarından başlanğıc almışdır. Lakin sonralar ev atı ilə Prjevalski atının xromosomlarının sayında fərq aşkar olunduqdan sonra müəyyən edildi ki, indiki ev atlarının əcdadı Cənubi-rus çöllərində yaşamış vəhşi at – Tarpan olmuşdur. Bu atın nəslə XIX əsrin sonları, XX əsrin əvvəllərində insanlar tərəfindən qırılmaqla kəsilmişdir. Deməli, Tarpan və Prjevalski atları ümumi bir əcdaddan başlanğıc almışdır.

#### **6.4. Qazıntı formalarının ardıcılığı**

Paleontoloji sıralar müxtəlif ərazilərə aid olan, pərakəndə tapıntıların analizi əsasında qurulmuşdur. Buna görə əvvəllər yaşamış hansısa formaların kifayət qədər materialın olmaması üzündən yox olması ehtimal edilir. Lakin müasir ayrı-ayrı paleontoloji qruplarda gedən təkamül prosesinin daha bir inandırıcı dəlilini verir.

Müəyyən əlverişli şərait zamanı eyni bir yerdə bütün məhv olmuş formalar qazıntı halında saxlınır. Laylar üzrə belə çöklünlülərin analizi zamanı təkamüldə formaların dəyişilməsi və yaranması haqqında əsil ardıcılıq əldə etmək olar (şəkil 6.5).

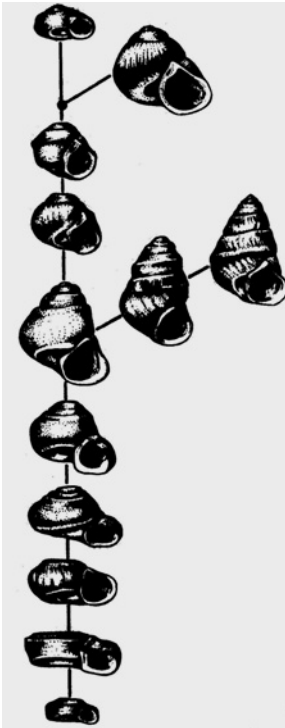
Qazıntı halında tapılan formaların ardıcılığının analizi zamanı təkamül prosesinin başvermə sürətini müəyyən etməyə real imkanlar yaranır. Qazıntı halında tapılan molyuskaların ardıcılığı haqqında İ.İ.Şmalhauzen yazmışdır: «Təkamülün mövcud olmasını sübut etmək üçün bundan daha böyük obyektiv dəlilin mümkün olması çətin ki, tapıla».

#### **6.5. Floraların və faunaların əvəz olunmasının öyrənilməsi, ekosistemlərin təkamülü**

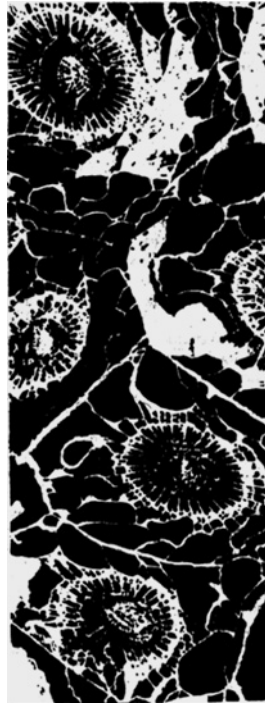
Son onilliklərdə qazıntı qalıqların öyrənilməsində çox böyük müvəffəqiyyətlər əldə edilmişdir. Ətrafdakı flizlərin həll edilməsi



üsulları hətta ölmüş mikroskopik orqanizmlərin incə quruluşlarını belə bərpa etməyə imkan verir (şəkil 6.6). Müasir paleomaqnit,



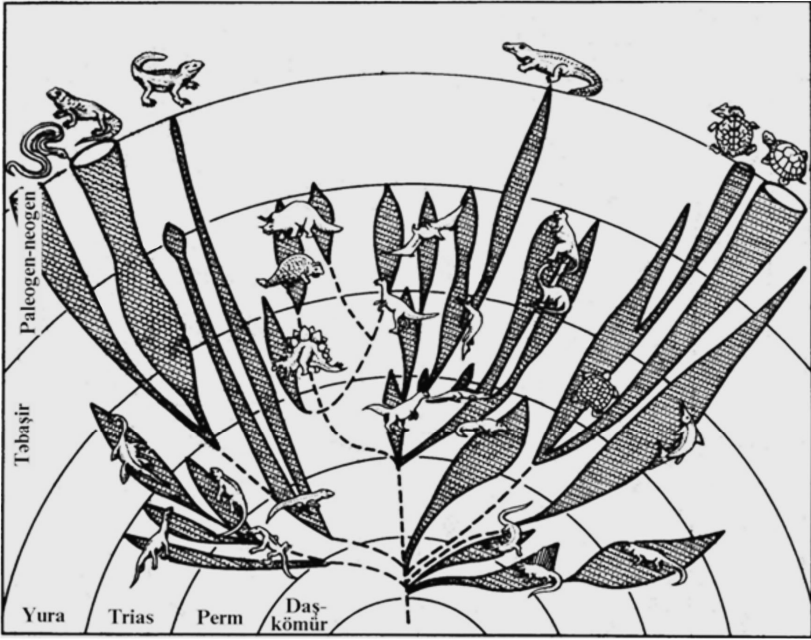
Şəkil 6.5. *Guraulus* cinsindən olan üst pliosen molyusklarının qazıntı halında tapılan formalarının ardıcılığı (Şmalhauzenə görə, 1969)



Şəkil 6.6. Qazıntı koralların böyüdülmüş kəsiyi. Divarda sklet lövhələrin sutkalıq təbəqələrin artma sayına görə müəyyən edilmişdir ki, devonda il 400 gündən, daşkömürdə 390 gündən ibarət olmuşdur (M.F.İvaxnenko və V.A.Korabelnikova görə, 1987).

paleokimyəvi, radioavtoqrafik və başqa tədqiqat üsullarının tətbiq edilməsi, keçmiş dövrün iqlimini və mövcudolma şəraitini, məsələn okeanın bu və ya digər sahəsinin duzluluğunu, suyun temperaturunun, atmosferin qaz tərkibinin xüsusiyyətlərini açıqlamağa imkan verir. Daha geniş geoloji və paleontoloji tədqiqatların aparılması tədqiqatçılara xeyli miqdarda qazıntı formaları verir (şəkil 6.7). Bütün bunlar mahiyyət etibarilə «geoloji əlyazmalarının

qeyri-tamlığını» azaldır, lakin onu bütövlükdə ləğv etmir (cədvəl 6.1).

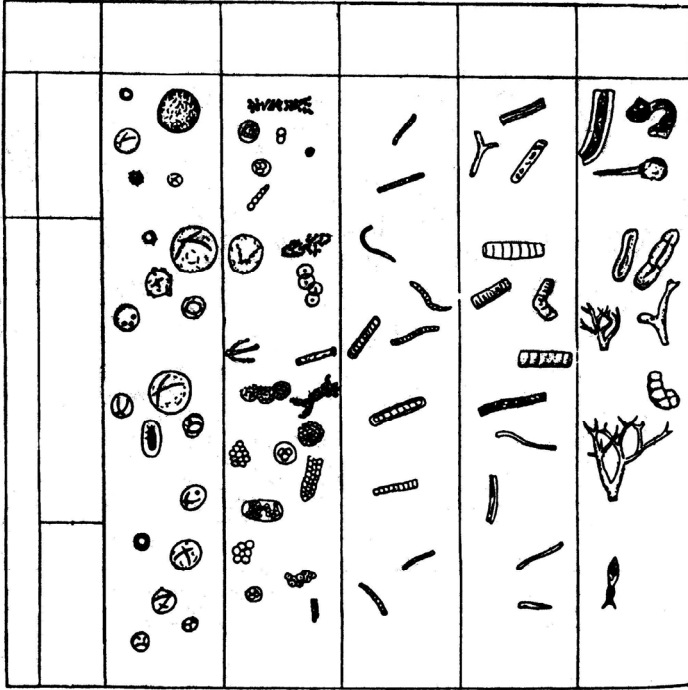


**Şəkil 6.7.** Sürünənlərin filogenetik ağacı qrupların bütövlükdə filogenezi bərpa etmək üçün məhv olmuş qrupların öyrənilməsinin əhəmiyyətini əyani şəkildə əks etdirir. Müasir timsahlar (və quşlar) əvvəllər güclü inkişaf etmiş arxeozavrlar qrupundan başlanğıc almışdır (müxtəlif müəlliflərin məlumatlarına görə).

**Cədvəl 6.1.** Bir sıra qruplara görə müasir paleontoloji məlumatların tamlığının qiymətləndirilməsi (müxtəlif müəlliflərin məlumatlarına görə, M.Riddi, 1985)

Qruplar	Dövrələr	Təsəvvür edilən ümumi mövcud olmuş qruplardan məlum olan formaların sayı
Şüalılar	Neogen	2
Ammonitlər	Yura	3
Foraminiferlər	Perm	4
« »	Neogen	23
Məməlilər	Eosen	28
Molyusklar	Pensilvaniya	34
« »	Plio-pleyostosen	45-73

Bunun əsasında keçmiş ekosistemlərin dəqiq surətdə yenidən qurulması üçün (şəkil 6.8), həmçinin Yerin konkret sahəsinin təkamül prosesində ardıcıl əvəz olunmalarını izah etmək üçün real imkanlar yaranır. Keçmiş həyatın belə ardıcıl yenidən qurularının təsvirləri, Yerdə həyatın inkişafının əsas istiqamətlərinin öyrənilməsində güclü inteqrasiya üsullarıdır.



Şəkil 6.8. Keçmiş dövr ekosistemlərinin yenidən qurulması üçün material: Şərqi-Sibirin Uçuro-Mayk rayonunun yuxarı kembriyəqədərki mikroqazıntılar (A.F.Veysə görə, 1993).

Paleontoloji üsullar makrotəkamülün öyrənilməsi zamanı (yüz min-yüz milyon illər civarlarında baş verən) aparıcı olsa da, bir qayda olaraq mikrotəkamül proseslərini öyrənən zaman (yüz və min il) tətbiq edilə bilməz.

## 6.6. Biocoğrafi üsullar

Biocoğrafiya, müxtəlif miqyaslarda təkamül prosesinin ümumi gedişini analiz etməyə imkan verən üsulları tədqiqatçılara sanki təqdim edir.

*Flora və faunaların müqayisəsi.* Bütövlükdə flora və faunaların meydana gəlməsilə bağlı təkamülün miqyası haqqında Yerin müasir qitələrinin inkişafının xüsusiyyətlərini, onların canlılarının analizini tutuşdurmaqla öyrənməklə fikir söyləmək olar (bax: şəkil 6.1).

Trias dövrünün sonunda Pangeya iki böyük qitəyə bölünməyə başladı: Şimali – Lavraziya, cənubi – Gondvana. Gondvan da öz növbəsində Cənubi amerika–afrika qitəsinə, Antarktida ilə birlikdə Avstraliyaya və sonralar Asiyaya «birləşən» və Hindistanı əmələ gətirən böyük adaya (bax: şəkil 6.1).

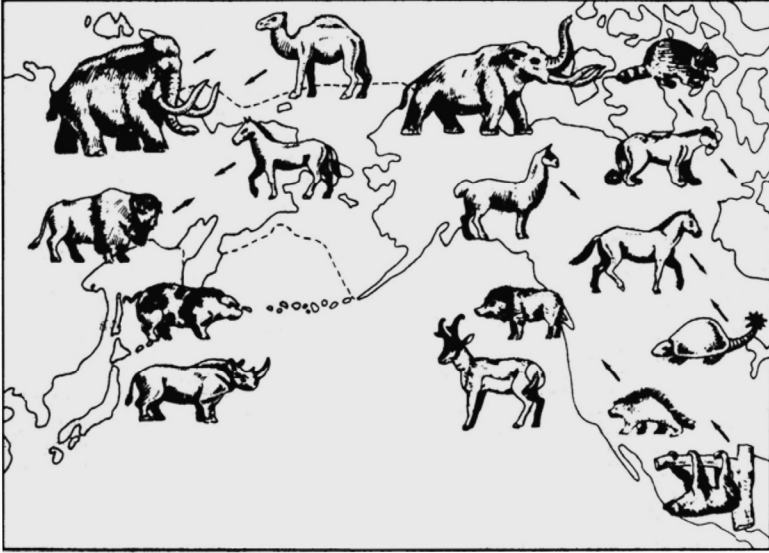
Yura dövrünün sonunda Lavraziya Şimali Amerika və Yevrasiyaya parçalanmağa başlayır. Lakin Cənubi Amerika və Afrika (Madaqaskarla birlikdə) monolit əmələ gətirir. Bu olmuş birliyin (vahidliyin) izləri müasir faunada qalmaqdadır. Bunlardan Madaqaskar və Cənubi Amerika kərtənkəlləri – iquanları, Cənubi Amerika və Afrikada olan çoxlu sayda naqqa balıqları və karpkimiləri göstərmək olar. Afrika mahmızlı qurbağalarının (*Xenopus*) (bu müasir qurbağa deyil) yaxın qohumu olan və inkişaf etməkdə olan kürüləri belində daşıyan surinam quru qurbağalarıdır (*Pipa*). Cənubi Amerika qeyri-adi (paradoksal) quru qurbağası, hazırda yaşayan, çömçəquyruğu yetkin fərddən böyük olan sarımsaq iyli qurbağa və Avstraliya üçün endemik olan səhra qurbağası daha uzaq keçmişlə qohumluq əlaqələri olduğunu göstərir. Bu başa düşüləndir – Antarktida Avstraliya ilə artıq ayrılmışdır. Bununla əlaqədar onu da qeyd etmək lazımdır ki, artıq Avstraliyada hazırda yaşayan amerika opossumlarına oxşayan avstraliya kiselilərinin əcdadları daxil ola bilmişlər.

Təbaşir dövrünün sonu, paleogen dövrünün əvvəllərində qitələrin yerləşməsi müasir dövrdəki vəziyyətə yaxınlaşmağa başlamışdı. Atlantik okeanı meydana gəlir, lakin o, bir o qədər də böyük deyildi. Bu okeandan üzən ağaclar vasitəsilə Afrikadan Cənubi Amerikaya ibtidai meymunlar və oxlu kirpilər keçmişlər.

Avstraliya ilə Antarktida arasında ayrılma (aralanma) başlamışdı. Madaqaskar Afrikadan ayrılır və qədim formaların qoruğuna çevrilir. Hindistan şimala doğru hərəkət edirdi ki, Asiya ilə toqquşaraq qədim dəniz sayılan Tetisi bağlasın və Himalayı əmələ gətirsin. Lakin Lavrasiya hələ ki, tamamilə ayrılmamışdı və Köhnə aləmlə Yeni aləmin orqanizmlərinin mübadiləsi hələ də davam etməkdə idi.

Təkamül nöteyi-nəzərindən ayrı-ayrı ərazilərin canlılarının bir neçə oxşar və fərqli cəhətlərini təhlil edək. Şərqi Avropa üçün xarakter olan məməlilərin faunası Uralda – Şimali Asiyada əsasən olduğu kimi qalmışdır. Bu onunla izah edilir ki, Şimali Avrasiyanın olduqca böyük ərazisində ölçülərinə görə böyük və kiçik məməlilərin yerləşməsi üçün xüsusi arakəsmə (sərhəd) yox idi. Şimali Afrika məməlilərinin faunası Şimali Asiya faunasına çox yaxındır və fərq bir qayda olaraq cins rəngini üstələmir. Şimali Amerika faunası üçün, Şimali Avrasiya faunası üçün olduğu kimi sığın, dələ, su samuru, Sibir porsuğu, ağ ayı, ot yığan, uçar siçovul, burunduk (qəşəng dərisi olan xırda gəmirici), marmot, sünbülqıran və bir çox digər yaxın formalar xarakterikdir. Öyrənilən ərazilərin faunalarının oxşarlığı onunla izah olunur ki, müqayisə olunacaq dərəcədə yaxın vaxtlarda müasir Avrasiya və Şimali Amerika – Berinq kimi ayrı-ayrı qitələr arasında geniş «körpü» mövcud olmuşdur (şəkil 6.9). Cəmi milyon il əvvəl, paleocoğrafi məlumatlara istinad etdikdə aydın olur ki, bu qitələr bir-birilə əlaqəli olmuşlar.

Şimali və Cənubi Amerika məməlilərinin faunalarını müqayisə edək. Bu qitələrin böyük ərazi yaxınlıqlarına baxmayaraq, onların faunaları arasında böyük fərq vardır. Əgər, Şimali Amerika və Şimali Avrasiya məməlilərinin faunalarını müqayisə edən zaman bir Şimali Amerikada yalnız üç endemik fəsilə müşahidə edilirsə, onda Cənubi Amerikada 10-dan çox endemik fəsilə müşahidə edilir, lakin endemik cinslərin sayı isə 80%-ə çatır. Ərincəklər (*Bradypodidae*), qarışqayeyənlər (*Myrmecophagidae*), zirehlilər (*Dasypodidae*) (qeyri-tam dişli məməlilər dəstəsinin nümayəndəsi) yalnız burada yaşayır (cədvəl 6.2). Cənubi Amerika ornitofaunasında da fərq mövcuddur. Planetin bu hissəsində heyvanların bu cür özünəməxsusluğu on



**Şəkil 6.9.** Şimali Amerika və Asiya dəfələri ilə Berinqin əraziləri ilə birləşmişdir, bununla əlaqədar olaraq faunaların mübadiləsi mümkün olmuşdur. Şəkildə heyvanların vəziyyəti növlərin hərəkət istiqamətinə uyğun gəlir (C.Simpsona görə, 1983).

**Cədvəl 6.2.** Yer in əsas vilayətlərinin faunalarının xarakteristikası

Vilayətlər	Onurğalı heyvanların əsas endemik qrupları
Holarktika	Qunduz, köstəbək, ərəbdovşanı, tetra fəsiləsi, qaçarka, çistik (Şimal qağayısı), nərə balığı, qızılbalıq fəsiləsi, durnabalığı, skorbit balığı və b.
Hind-Malay və Efiopiya	Hindistan filləri, gərgədanlar, lemurlar, darburun meymunlardan oranqutan, hibbon, yunqanadlılar, dırnaqlılardan qayal, qoyun, keçi, bankiv toyuqları, tovuzquşu, qırqovul, tutuquşu, gərgədarkimilər, timsahlar, qaviallar.
Neotropika	Kisəli siçovullar (opossumlar), zirehlilər, ərincəklər, qarış-qayeyənlər, genburun meymunlar (zevun və kapusinlər), lamalar, gəmiricilərdən dəniz donuzcuqları, Amerika dəvəquşu (nandu), Amerika qrifi, 400-dən artıq kolibr quş növləri, tikanlar.
Avstraliya	Yumurtaqoyan məməlilər, kisəli məməlilər, emu, kazuarlar, cənnət quşları, hatteriya

milyonlarla illər ərzində Cənubi Amerikanın başqa qitələrdən

tamamilə təcrid olunması ilə izah olunur. Bir neçə dəfə meydana gələn dar Panama boynu (bərzək) faunaların geniş mübadiləsini təmin edə bilməmişdir.

Avstraliya da demək olar ki, oxşar vəziyyətdədir, yəni 120 milyon il ərzində o başqa materiklərlə birləşməmiş qalmışdır. Bu vaxt ərzində Avstraliya materikində sərbəst, kənar heç bir faunanın təsiri olmadan kisəli və kloakalı məməlilər inkişaf etmişdir. Avstraliyanın müasir faunasında, heyvanların bura keçməsi və yerləşməsinə görə dörd mərhələni göstərmək olar: *birinci mərhələdə* bura, müasir dövrə çoxlu sayda müxtəlif növlər, cinslər, fəsilələr vermiş kisəlilər (Marsupialia) və birdəliklilər (Monotremata) daxil olmuşdur. *İkinci mərhələdə*, Dünya okeanının səviyyəsinin kəskin dərəcədə aşağı düşdüyü bir vaxtda (bir milyon il əvvəl), Cənubi Asiya adalarından ora bir sıra gəmiricilər daxil olmuşlar. Müasir dövrdə bu gəmiricilər 26 siçan növü, həmçinin altı endemik cinslə (qunduz siçanları, zəncirquyruq siçovullar, ərəbdovşanikimi siçovullar və b.) ilə təmsil olunur. *Üçüncü mərhələ* Avstraliyaya, bir neçə on min il əvvəl insanlarla birlikdə vəhşi it dinqo (*Canis dinqo*) bu qitəyə gətirilmişdir. Və nəhayət, artıq bizim dövrümüzdə insanların köməyi ilə Avstraliyaya dovşanlar, marallar və bir sıra başqa məməlilər gətirilmişdir.

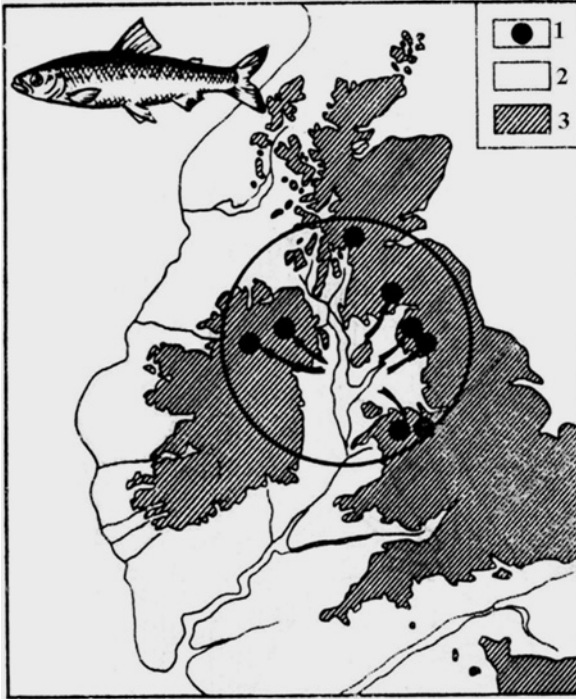
Yuxarıda biz Yer in bir sıra zoocoğrafi vilayətlərində yalnız ali onurğalılardan (əsasən məməlilər) yayılmasından bəhs etdik. Belə bir analiz bitkilər üçün də mümkündür (cədvəl 6.3). Bütün bunlar, planetin ayrı-ayrı rayonlarının növ tərkibinin xüsusiyyətlərinin elə bu yerlərin tarixi ilə sıx əlaqəli olduğunu göstərir.

**Cədvəl 5.** Yer in əsas rayonlarının florasının xarakteristikası

<b>Aləm</b>	<b>Ali bitkilərin əsas endemik qrupları</b>
Holarktika	Söyüdkimilər, Tozağacıkimilər, Fısdıqkimilər, Qozkimilər, Qaymaqçıçəyikimilər, Tərəççəkkimilər, Daşdələnkimilər, Acıçəçəkkimilər, Novruzçəyikimilər, Xaççəyikimilər
Neotropika	Kaktuskimilər, Herikgülkimilər, Meşə novruzçəçəkkimilər, Kannakimilər
Paleotropik	İkiqanadlımeyvəlikimilər, Banankimilər, Sabunağacıkimilər, Dəfnəkimilər
Kapsk	İstiotkimilər, Sədəfotukimilər, Süsənkimilər
Avstraliya	Kanzarinkimilər

## 6.7. Yaxın formaların yayılmasının xüsusiyyətləri

İngiltərə və İrlandiyanın bir sıra çaylarında hazırda Coreqonus cinsindən olan üç növ şirin su alabalığına təsadüf edilir (şəkil 6.10). Onların müasir qidalanma yerləri xəritədə dairələrlə göstərilmişdir.



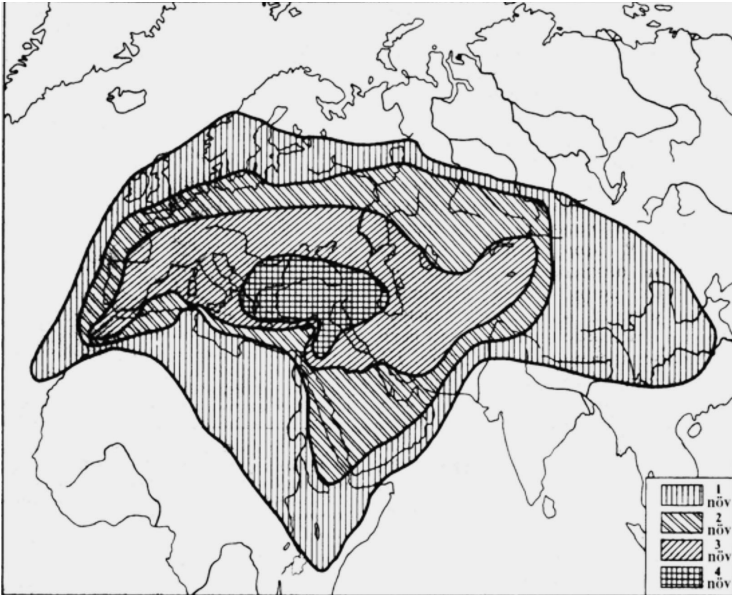
**Şəkil 6.10.** Britaniya adalarında Coreqonus cinsindən olan şirin su alabalığının müasir dövrdə yayılması (N.A.Bobinskiyə görə, 1946): 1-müasir növlərin yayılması, 2-keçmiş quru ərazi, 3-müasir quru ərazi.

Yaxın keçmişdə bütün Şimali-Qərbi Avropa okean səviyyəsindən (müasir səviyyə ilə müqayisədə) xeyli qalxmışdır. O zaman İrlandiya dənizinin yerinə böyük şirin su hövzələri ilə nəhəng vadi yerləşməli idi. Bu cür vadi oraya çaylarla axan suyun hesabına əmələ gəlmişdir. Bu su hövzəsində müasir alabalığının ulu valideynlərinin növü yaşamışdır. Mərkəzi su hövzəsinə dəniz



suyunun daxil olması üzündən onun çaylarında qidalananlar birbirindən təcrid olunmuşlar. Sonrakı müstəqil təkamül müddətində təcrid olunmuş alabalığı qrupları üç müxtəlif növə çevrilmişlər. Bu misal zoocoğrafi məlumatların köməyi ilə yalnız təkamül prosesinin gedişini bərpa etməyi deyil, həmçinin təkamülün tempi haqqında məlumatların əldə edilməsini göstərir.

Biocoğrafi analiz bəzi hallarda qrupların mənşələrinin mərkəzlərini üzə çıxarmağa imkan verir. Avrasiyanın xəritəsində (şəkil 6.11) bütün parabizən (*Verbascum*) növlərinin arealları yerləşdirilmişdir.



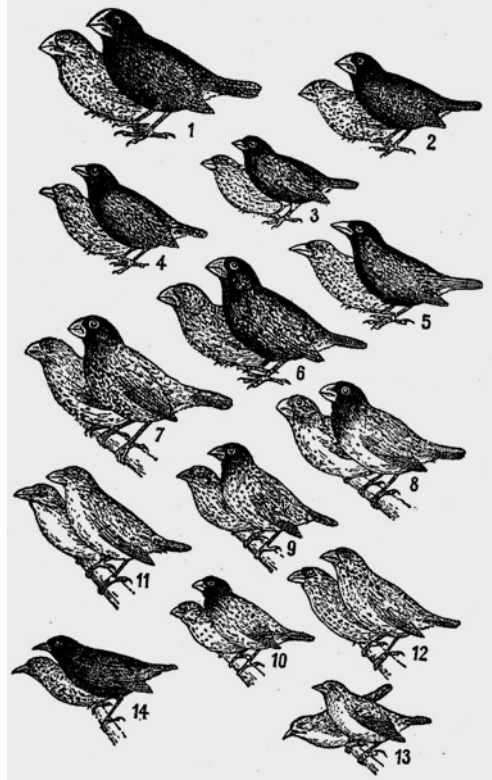
**Şəkil 6.11.** Parabizən (*Verbascum*) cinsinin arealı. Cizgilərin sıxlığı bu ərazidə qidalanan növlərin sayına mütənəsibdir (A.İ.Tolmaçevə görə, 1976).

Kiçik Asiyada növlərin sıxlığına görə belə bir nəticəyə gəlmək olar ki, bura yalnız müxtəlifliklərin mövcudluğu mərkəzi deyil, həm də bütün cinsin mənşəyi mərkəzidir.

*Ada formaları.* Adaların florası və faunası özünəməxsus bir şəkildə bu adaların əsas quru sahəsindən təcrid olunmasından

daha dərindən fərqlənir. Belə ki, məsələn, yaxın vaxtlarda materiklə əlaqəni itirmiş Britaniya adaları yalnız burada meydana gəlmiş az sayda növlərə malikdir. Belə növlərdən çiltoyuğu (laçopus skotikus), iki növ tarla siçanı, bir neçə alabalıq (siq) və bir sıra xırda cücü növlərini göstərmək olar. Digər tərəfdən, Afrika materikindən çoxdan ayrılmış (onlarla milyon il) Madaqaskar adaları özünəməxsus faunaya malikdir. Bu fauna da öz növbəsində xüsusi zoocoğrafi yarımvilayətlərə ayrılır və burada mə-

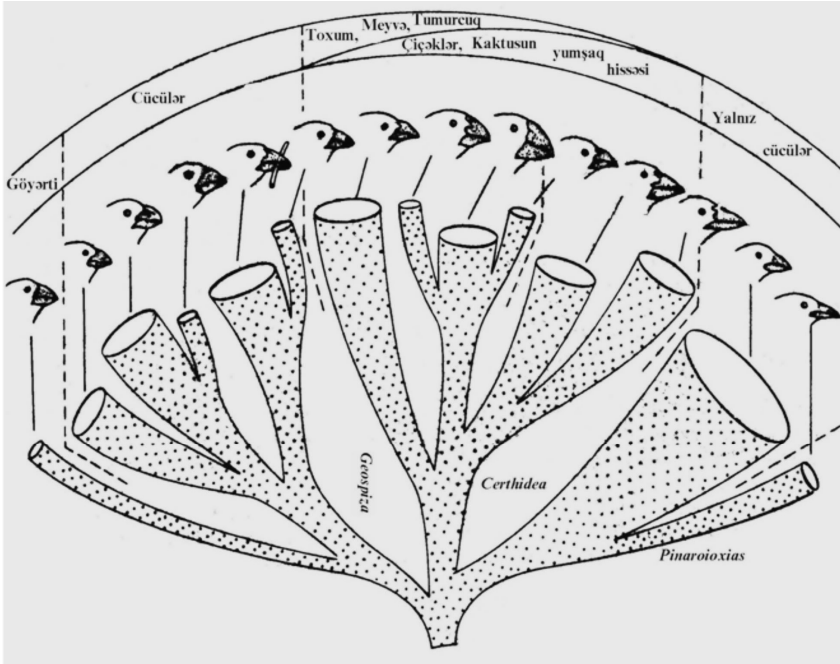
**Şəkil 6.12.** Darvin vürokları (Geospizinae), onların oxşarlıq dərəcəsinə görə düzülüşü: 1. Böyük yer vürokları – *Geospiza macrinostris*, Gould; 2. Orta yer vürokları – *G. fortis*, Gould; 3. Kiçik yer vürokları – *G. fultginosa*, Gould; 4. İti dimdikli yer vürokları – *G. difficilis* Sharpe; 5. Kaktus yer vürokları – *G. scandens*, Gould; 6. Böyük kaktus yer vürokları – *G. conirostris*, Ridgway; 7. Qalındimdik ağac vürokları – *Camarhuesorq crassirostris*, Gould; 8. Tutuquşu ağac vürokları – *G. psimttacula*, Gould; 9. Böyük ağac vürokları – *G. pauper macrinostris* Ridgway; 10. Kiçik ağac vürokları – *G. parvulus* Gould; 11. Ağacdələ ağac vürokları – *Castospiza Pallida*, Sclater et Salvin; 12. Manqoağac vürokları – *C. heliobates*, Snodgrass et Heller; 13. Pöhrəçil vüroklar – *Certhidea divacea*, Gould; 14. Hindqozu vürokları – *Pinaroloxias inornata*, Gould.



məlilərin 36 cinsindən 32 cinsi endemikdir, həmçinin 127 quş cinsindən demək olar ki, yarısı endemikdir.

Adaların faunaların dəqiq analizi yaxın növlərin qruplarının

təkamül yolunu bərpa etməyə imkan verir. Hələ Ç.Darvin dövründən klassik misallarla qalapaqos vüroklarının təkamülü qeyd edilmişdir. Bu vürokların 13 növü hazırda Qalapaqos adalarında və Koks adasında yaşayır. Qalapaqos adalarının yaşı bir neçə milyon ildən çox deyildir (şəkil 6.12). Müasir qalapaqos vüroklarının hansısa əcdadı bura düşmüşdür. Güman etmək olar ki, bunlar digər sərçəkimilərdən xeyli əvvəl bura düşmüşdür. Şübhəsiz ki, bu qitələrdən gələnlərdən əvvəl baş vermişdir. Bu əcdad növ bütün adaptasiya sahələrini mənimsəmişdir (şəkil 6.13).



**Şəkil 6.13.** Darwin vüroklarının (Geospizinae) Qalapaqos adalarında divergeniyası (D.Lekuya görə, 1949). Şaxələrin qalınlığı müasir yarımnövlərin sayına uyğundur. Endemiklərin miqdarı adaların təcrid olunmasının güclənməsilə artır. (Endemiklərin ən çox sayı kənarlaşmış adalar üçün xarakterikdir).

Qalapaqos vüroklarının əcdad növlərindən biri heç bir yeni növ əmələ gətirmədən Koks adasına düşmüşdür. Qidalanma yerinin müxtəlifliyinə baxmayaraq, növün fərdlər qrupunun ayrı-

ayrı hissələri təcrid olunmamışdır və nəticədə cütləşə bilirlər.

«Ada formaları» anlayışına, yəni dağlar və su hövzələri ilə təcrid olunmuş dərin mağara sakinlərini də daxil etmək lazımdır. Mağara faunasında elə formalara rast gəlmək olur ki, məhz onların meydana gəlməsi, mağaraların ətrafında yaşayan qohum formalarının yaxın vaxtlardakı təkamülü ilə izah edilir. Belə ki, məsələn Kentukki ştatında (Şimali Amerika) məşhur Mamont mağarasında yaşayan kor balığın (*Amblyopsis spelaea*) yaxuq qohumları bu rayonun su hövzələrinin adi sakinləridir. Digər tərəfdən isə, mağarada yaşayanlar fəvqəladə dərəcədə uzaq yaxın qohum formalara malik ola bilər. Bu da öz növbəsində mağarada yaşayanların dolayı yolla qədimliyini göstərir. Belə ki, məsələn, Yuqoslaviyanın yeraltı suarından – Şimali Amerikada yaşayan *Necturus* cinsindən olan amfibilər avropa proteylərinin yaxın qohumlarıdır.

Oxşar vəziyyət təcrid olunmuş dağ rayonlarında orqanizmlər qidalanan zaman toplanır. Kilimandcaro və Keniya dağının döşündə (yamacında) olan 18 dağ-meşə məməli növü (meymun, dələ, daman və b.) 18 yaxın qohum növə uyğun gəlir, lakin Kilimandjar yamacında olan növlər başqadır.

Qeyd etmək lazımdır ki, bütün hallarda ada flora və faunasının inkişafı təkamül amili kimi fəza təcridinin təsirlə meydana gəlir. Ada orqanizmlərinin təkamülünün başlanğıc mərhələsinin analizi üçün çoxlu miqdarda materialı, bizim dövrümüzdə də toplamaq olar. İnsan tərəfindən biosfer dəyişdirildikdə əvvəllər vahid olan ərazini təcrid edən yeni su hovuzları meydana çıxır, sonra müxtəlif ölçülü adalara malik yeni süni dənizlər yaranır. Bütün bunlar, təkamül prosesinin başlanğıc mərhələsini öyrənən zaman təbiətdə əsil tədqiqat laboratoriyası kimi mühüm rol oynaya bilər.

Hazırda biocoğrafiyanın yeni istiqaməti meydana gəlmiş və indi də intensiv şəkildə inkişaf etməkdədir. Bu ada flora və faunasının təkamülünün qanunauyğunluqlarını öyrənən – ada biocoğrafiyasıdır (R.MakArtur, E.O.Vilson).

*Fasiləli yayılma.* Təkamülü sübut etməkdə faunanın fasilələrlə, yəni sahə etibarilə ara-sıra yayılması faktı çox maraqlıdır. Zoocoğrafi tədqiqatlar göstərmişdir ki, vaxtilə geniş ərazidə

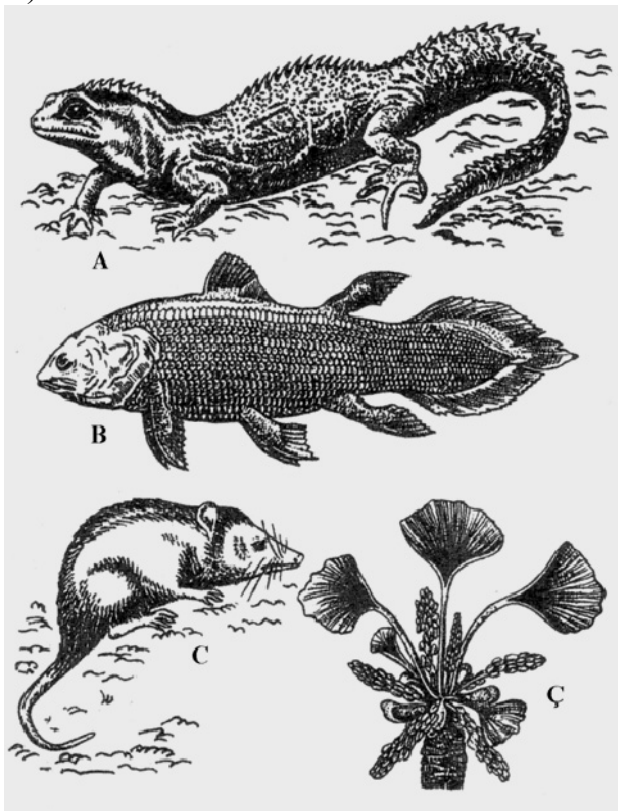
yayılmış növlər bu ərazinin bəzi sahələrində baş vermiş dəyişikliklərlə meydana gəlmiş ekoloji şəraitə uyğunlaşa bilməyərək məhv olmuşdur. Bu qayda üzrə əvvəlcə birbaşa yayılmış heyvanların ümumi sahələrində fasilələr meydana gəlmişdir. Tapır adlanan heyvanın bir növü Hind-Çində, 4 növü isə Mərkəzi və Cənubi Amerikada qalmışdır. Lakin geniş bir zonada, məsələn, Asiyada və Şimali Amerikada tapirlərə rast gəlmək olmaz. Hazırda dəvələr Afrika, Asiya və mənşəcə onlara yaxın olan lamalar Cənubi Amerikada yaşayır. Asiya, Afrika və Cənubi Amerika əraziləri arasında geniş bir ərazidə (məsələn, Şimali Amerikada) dəvələr yaşamır. Nə ilə sübut etmək olar ki, vaxtilə dəvələr geniş bir ərazidə yayılmış, sonralar müəyyən ərazidə (məsələn, Şimali Amerikada) yaşayanlar məhv olmuşdur. Şimali Amerikada dəvələrə aid tapılan qazıntı qalıqlar sübut edir ki, dəvələrin hazırda yayılmasında müşahidə edilən ərazi fasilələri sonralar meydana çıxmışdır. Başqa misalları da bu məntiqlə izah etmək mümkündür.

İnciçiçəyi (*Convallarin majalis*) Avropanın meşə sahələrində və Qafqaz meşələrində, onun yaxın növü *S. transcaucasica* və *S. keikei* Uzaq Şərqdə yayılmışdır. Yəqin ki, inciçiçəyi daha geniş sahələrdə yayılmışdır. Aralıq dənizi hövzəsində, Qafqazda və Uzaq Şərq ərazisində son buzlaşma dövrlərində hələ isti iqlim sevən formalar yaşayırmış, lakin Avrasiyanın geniş sahələrində onlar məha olmuşdur.

Biocoğrafi baxımdan dərin mağaraların faunasının da əhəmiyyəti böyükdür. Kentukki ştatında (Şimali Amerika) məşhur mamont mağarasında kor balıqlar yaşayır. Bunların ən yaxın əcdadlarına indi də həmin rayonun su hövzələrində rast gəlinir. Deməli, mağaradakı kor balığın yaxın əcdadı o yerin ətrafındakı su hövzələrində indi də yaşayan növlərlə yaxın qohum imiş. Bu fakt, həmin coğrafi şəraitdə təkamülün necə getdiyinə və sürətinə bir dəlil ola bilər. Uca dağ sahələri ilə alçaq dağ sahələri arasında baş verən təcridlər də həmin sahələrin fauna tərkibinə təsir göstərməmiş olmazdı. Bu sahələr bir-birindən 300 km aralı olmalarına baxmayaraq, onların faunasında ümumi qohumluq əlaqəsi vardır.

*Reliktlər.* Təbiət qoynunda milyon illərdən bəri canlı «şahidlər» — özündə paleontoloji materiallar saxlanmışdır. Keçmiş

epoxanın flora tərkibinə daxil olan və bu günə kimi həyatını davam edən bitkilər və heyvanlar *reliktlər* adlanır. Yuxarıda adlarını çəkdiyimiz pəncəüzgəcli balıqlar — latimerilər, hatteriyalar, opossumlar, bitkilər aləmindən kinkqolar relikt orqanizmlərdir (şəkil 6.14).



**Şəkil 6.14.** Relıkt formalara dair misallar: A-Qatteriya (*Sphenodon punctatum*), B-latimeriya (*Latimeria chalumnae*), C-opossum (*Didelphis massupialis*), Ç-kinkqo (*Ginkgo biloba*) (N.İ.Şmalhauzen, 1960; A.Romer, 1960; L.Kursanov, 1951 və b. görə).

1938-ci ildə Şərqi Afrikanın sahillərində tutulmuş pəncəüzgəcli balıqlardan — latimerilərdən amfıbilər başlanğıc almışdır. Bu balıqları devon dövründən indiyə qədər (təxminən 400 mln. il) təbiət qorumuşdur. Müasir təbiətdə yaşayan hatteriyalar sürünənlər yarımsınıfinin bir nümayəndəsi kimi hələ mezozoy erasından

yaşayır. Bunların bədənində nəslə kəsilməmiş kotilozavrların bir neçə əlamətləri, o cümlədən tərə gözləri saxlanılmışdır. Bunlar hazırda Yeni Zelandiyanın sahilində, dərin yuvalarda həyat keçirir.

Maraqlı reliktdə heyvanlardan biri də opossumlardır. Bunların cinsləri və növləri çoxdur. Onlar Amerikanın tropik zonalarında yaşayır. Bunlar ən primitiv kəsilməmişlərdən olub, bədənində milyon illər bundan əvvəl yaşamış əcdad formalarının əlamətləri vardır. Buna görə də, opossumları reliktdə heyvanlar sırasına daxil edirlər.

Ginkqo (*Ginkgo Biloba*) adlanan bitkilərdə hələ yura dövründə nəslə kəsilməmiş ağac formalı əcdadların əlamətləri görünür. İndi bunlar ancaq Çin və Yaponiya ölkələrində bəzək bitkisi kimi becərilir.

Tanış olduğumuz reliktdə orqanizmlər üzvi təkamülün real proses olduğunu bir daha sübut edir.

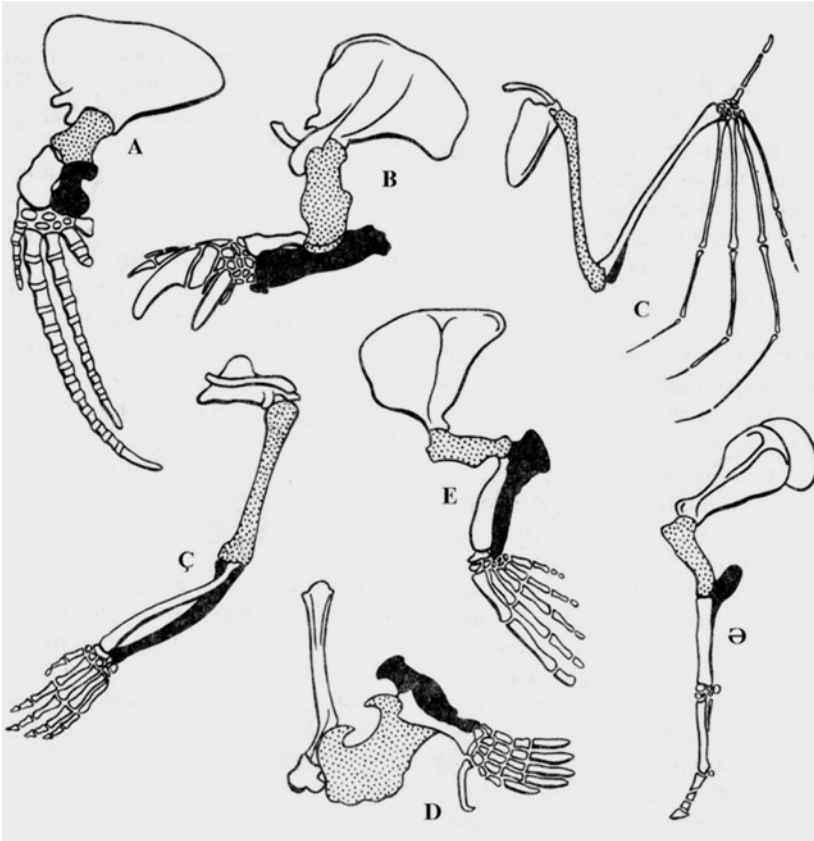
Beləliklə, biocoğrafi üsullar həm makrotəkamül proseslərini, həm də mikrotəkamül proseslərini öyrənməyə imkan verir. XX əsrdə mikrotəkamülün öyrənilməsində bu üsulların əhəmiyyəti xüsusilə artmışdır. Nəticədə bu, dinamik biocoğrafiya və geno (feno) coğrafiya kimi yeni istiqamətlərin meydana gəlməsində mühüm rol oynamışdır.

*Morfoloji üsullar.* Təkamülün öyrənilməsi üçün istifadə edilən morfoloji (müqayisəli – anatomiya, histoloji və b.) üsullar sadə bir prinsipə əsaslanır: orqanizmlərin daxili dərin oxşarlıqları müqayisə olunan formaların qohumluğunu göstərə bilər.

*Orqanların homolojiyası.* Oxşar rüşeymlərdən inkişaf edən, digər orqanlar ilə oxşar münasibətdə olan və həm oxşar, həm də müxtəlif funksiyaları yerinə yetirən, ümumi quruluş planına malik orqanlar *homoloji orqanlar* adlanır. Başqa sözlə, quruluşunda çox dərin oxşarlığa malik olan bu orqanlar, müvafiq orqanizmlərin vahid mənşəyə malik olmalarına əsaslanır.

Xarici görünüşlərinə və funksiyalarına görə müxtəlif olan məməlilərin ətrafları oxşar elementlərdən ibarətdir: çiyin sümükləri, bazu sümüyü, əl darağı, bilək, barmaq falanqları (şəkil 6.15).

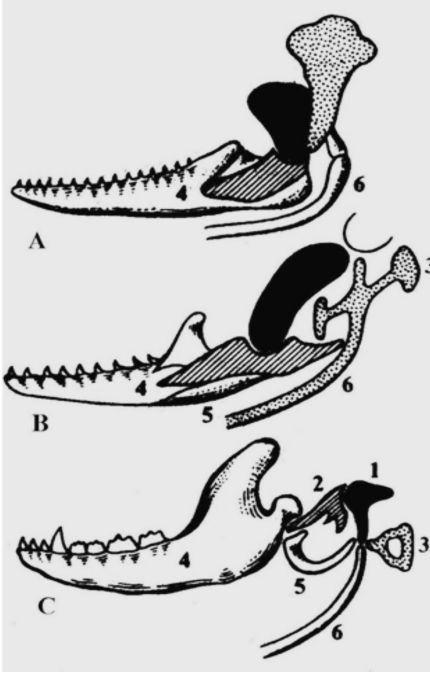
Bütün hallarda vahid quruluş planı, ətrafların digər orqanlarla qarşılıqlı təsiri və ontogenetik inkişafda oxşarlıq saxlanır.



**Şəkil 6.15.** Məməlilərin müxtəlif dəstələrinin nümayəndələrinin ön ətraflarının skeletinin quruluş sxemi: A-Finval (balina) (*Balænoptera physalus*); B-nəhəng zirehlilərin (*Pirodotes giganteus*); C-kürən toranlıq yarasasının (*Nyctalus noctula*); Ç-qorillanın (*Gorillia qorilla*); D-köstəbəyin (*Tarla europaea*); E-sivuçun (süti cinsi) (*Eumetopias jubatus*); Ə-Prejevalski atının (*Equus prezevalskii*) (İ.Xerana görə, 1968).

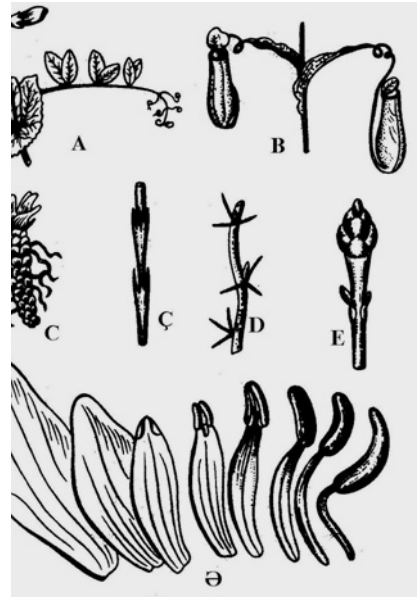
Orqanların homolojiyasının müəyyən edilməsi tədqiq edilən orqanizmlərin qohumluqları haqqında nəticə çıxarmağa imkan verir. XIX əsrdə müqayisəli anatomiya sahəsində böyük müvəffəqiyyət onurğalılarda eşitmə sümüklərinin homolojiyasının müəyyən edilməsindən ibarət olmuşdur. Bir sıra ibtidai və ali onurğalılarda kəllənin müqayisəsi (şəkil 6.16) göstərir ki, akula





**Şəkil 6.16.** Orta qulağın eşitmə sümüklərinin homolojiyası. Müqayisəli-anatomik sıra, məməlilərin eşitmə sümüklərinin yerləşməsinin təkamül yolunun bərpa olunmasına imkan verir: A-sümüklü balıqlar; B-sürünənlər; C-məməlilər (N.N.İordanskidən, 1979): 1-kvadrat sümük – məməlilərdə zindan; 2-buğumlu sümük – çəkic; 3-hiomanibulyarüzəngi; 4-diş sümüyü; 5-gips sümüyü – məməlilərdə təbil sümüyü; 6-qioid.

**Şəkil 38.** Bitkilərdə bəzi orqanların homolojiyası: A-noxudda lələkvari-mürəkkəb yarpaq, yalançı zoğ və bıçcıqlar; B-nepentesin kürəcikləri; C-kökümsovdə pulcuqlar; Ç-qatırquyruğunun gövdə pulcuqları; D-zərincin tikanları; E-tumurcuq pulcuqları. Bütün bu orqanlar yarpaq ayasının şəkildəyişməsidir. Ağ su zanbağında erkəkciklərin tədricən ləçəklərə çevrilməsi erkəkciklərin mənşə yolunu göstərir (İ.M.Polyakova görə; F.N.Pravdinə görə, 1968).

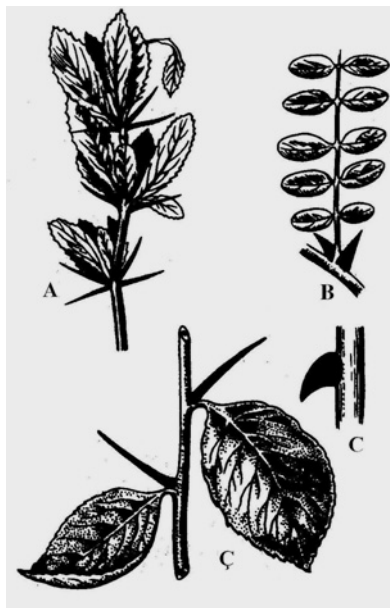


balıqlarında mərkəzi sümüklərdən olan, gələcək zindan sümüyü kəllədə mühüm konstruktiv vəziyyət tutmaqla kəllənin güclü sümüklərindən biri hesab edilir. Sürünənlərdə o, kəskin dərəcədə dəyişilmişdir və çənənin asılmasında qol rolunu oynayır, lakin məməlilərdə isə eşitmə sümükləri sistemində yer tutur.

Bitkilər aləminin nümayəndələrində homolojiyaya misal şəkil 6.17-də verilmişdir.

Homologiya hadisəsini, yaxud homoloji oxşarlığı analogiya hadisəsindən, yaxud analoji oxşarlığı fərqləndirmək lazımdır. Analoji orqanlar yalnız xarici görünüşlərinə görə oxşardılar ki, bu da onların oxşar funksiya yerinə yetirmələri ilə əlaqədardır, lakin ümumi mənşəyə malik olmurlar. Öyrənilən orqanizm qruplarında qohumluğu müəyyən etmək və təkamül yolunu aydınlaşdırmaq üçün bu orqanlar əhəmiyyət kəsb etmir. Şəkil 6.18-də akasiyanın, zərincin, yemişanın və böyürtkənin tikanları əks olunmuşdur. Bütün bu orqanlar analoji orqanlardır və öyrənilən formaların qohumluqları haqqında heç bir şəhadətnamə vermir. Bunlar yalnız oxşar uyğunlaşma istiqamətini göstərir. Şübhə yoxdur ki, bu hal təkamül prosesində təbii seçmənin təsiri ilə əmələ gəlmişdir.

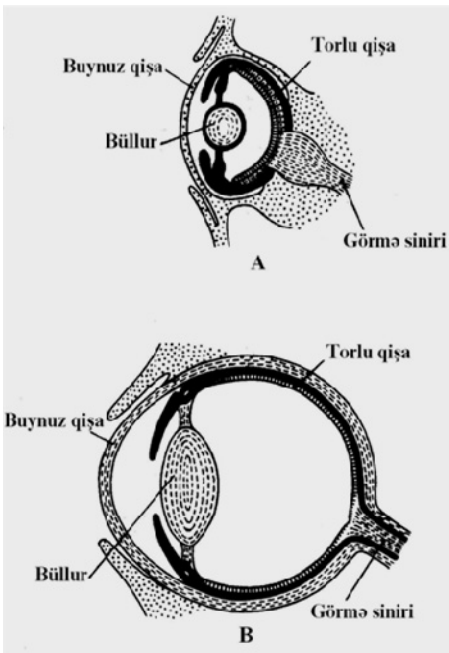
**Şəkil 6.18.** Bitkilərdə analoji orqanlara aid misallar: A-adi zərincin tikanları (*Berberis vulqaris*) yarpaqdan əmələ gəlir; B-akasiyanın tikanları (*Rodinia pseudacacia*) əlavə zoğdan əmələ gəlir; C-yemişanın tikanları (*Cradaegus oxyacantha*) soğan; Ç-böyürtkənin tikanları (*Rubus caesius*) – gövdə qabığından əmələ gəlir (F.N.Pravdinə görə, 1968).



Bəzi hallarda analoji orqanlar o qədər dərin olur ki, onların xarakterini üzə çıxartmaq üçün xüsusi müqayisəli-anatomik və embrioloji tədqiqatların aparılması tələb olunur. Yerüstü (quru) onurğalının və başıayaqlı molyuskların gözlərinin quruluşunda təəccüb

doğuracaq dərəcədə oxşarlığın olmasına baxmayaraq, onlar analogiya təşkil edir (şəkil 6.19).

Kalmarın və onurğalılarda gözləri müxtəlif rüşeymlərdən inkişaf edir, onların oxşarlığı isə işığın fiziki təbiəti ilə müəyyən edilir. Əbəs yerə deyildir ki, istənilən fotoqrafik aparatın konstruksiyası dəqiqliklə gözün quruluşunu təkrar edir: büllur obyektiv, ağıl qışa – diafraqmanı, torlu qışa – həssas pərdəni, gözün müxtəlif məsafələrdə olan şeyləri aydın görməyə uyğunlaşma qabiliyyəti (akkomadasiya) mexanizmi – aydınlaşdırma fokusuna.



**Şəkil 6.19.** Heyvanlarda analogi orqanlara aid misallar. Quru onurğalılarda (A) və başıayaqlı molyuskların (B) gözlərinin quruluşunda oxşarlıq analogiyaya əsaslanır, baxmayaraq ki, onlar müxtəlif rüşeymdən inkişaf edir (V.Daudesvellə görə, 1960).

Oxşarlıqların xarakterinin üzə çıxarılması (homologiya yaxud analogiya) təkamülün inkişaf yolunu izah etməyən qrupların qohumluqlarını müəyyən etməyə imkan verər və nəhayət təbii seçmənin təsirinin istiqamətini göstərə bilər.

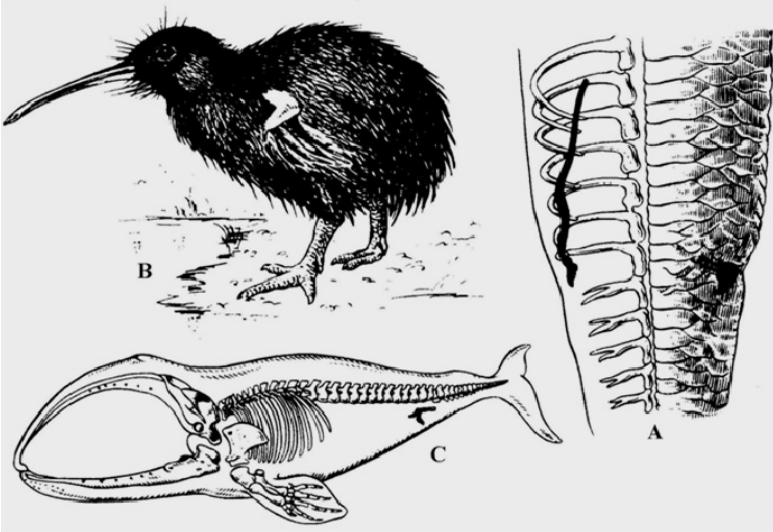
*Rudiment orqanlar və atavizm.* Homologiya haqqında olan məlumatlar bu və ya digər qrupun inkişaf yolunu bərpa etmək üçün kifayət etmir, bu zaman müqayisə olunan formalardan hansının əcdad olduğunu müəyyən etmək çətin olur.

İstənilən orqanizmin quruluşunda praktiki olaraq elə orqanlar yaxud quruluşlar tapmaq olar ki, inkişaf etməmiş olsun və fiлогenez prosesində əsas əhəmiyyətini itirmiş olsun: belə orqanlar

yaxud quruluşlar *rudiment* adlanır.

İndi də bir neçə klassik rudiment orqana baxaq. Balinakimilərdə arxa qurşağın yerində, ərxə ətrafın rudiment halında cinsiyyət-sidik əzələləri içərisində qalmışdır. Ön ətraflar isə dəyişilərək üzgəc formasını almışdır (şəkil 6.20).

Bu çanaq sümükləri, balina və delfinlərin arxa ətrafları yaxşı inkişaf etmiş quruda yaşamış dördayaqlı əcdadlardan başlanğıc alması faktını təsdiq edir. Pitonda arxa ətrafların rudimenti, hazırda yaşayan ətrafsız ilanların da ətrafları inkişaf etmiş əcdad formalardan başlanğıc aldığını göstərir. Yeni Zelandiyanın uçmayan kivilərində qanadlardan güclə seçilən çıxıntı-rudiment qalmışdır. Bu isə öz növbəsində onların əcdadlarında əsil qanadların olmasını sübut edir.



**Şəkil 6.20.** Rudiment orqanlara misallar: A-pitonun skeletində arxa ətrafların rudimentləri (*Python regius*); B-kivinin qanadının rudimenti (*Apteryxaustralis*); C-balinanın çanaq qurşağının elementləri (*Eubalae-na glasialis*) (St. Skovrona görə, 1965; A.A.Paramonova görə, 1978).

Rudiment orqanlar insanda da çoxdur. Bunlardan qulaq əzələlərini, tüklərin follikullarının əsasını (dib hissəsini) qaldıran xırda əzələləri (insanda bunlardan «qaz dərisi» əməllə gətirən əzələlər qalmışdır) göstərmək olar. Vəhşi məməlilərdə tüklərin qaldırıl-

masının termotənziqləmə əhəmiyyəti indi, yəni hazırda böyük əhəmiyyəti vardır. İnsanlarda isə əzələlərin bu funksiyası rudimentdir.

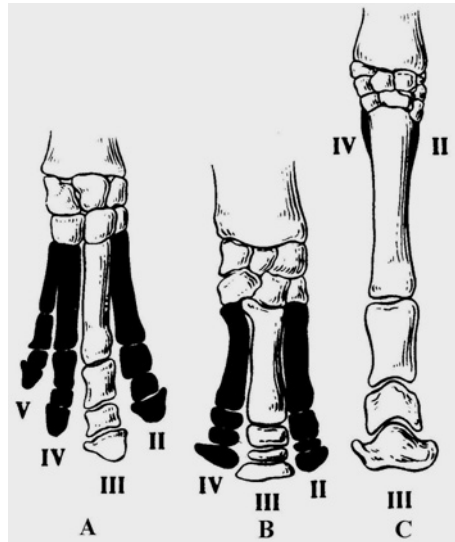
Bəzi hallarda rudiment orqanlar (növlərdə bəzi fərdlərdə) elə bir ölçüyə çata bilər ki, nəticədə etibarlı ilə onlar əcdad formalarının quruluşunu xatırladır. «Əcdada qayıtma»-nı xatırladan orqan və quruluşlar atavizm (*lat.* atavus – əcdad) adlanır.

İnsanda çıxıntı şəklində olan quyruq, bədən səthində güclü tük örtüyü, iki əvəzinə bir neçə cüt əmziklərin olması atavizmdir. Atlarda qrifel sümüklərin əvəzinə (rudiment barmaqlar) əsil yan barmaqların inkişafı da atavizmə misaldır.

Rudiment orqanların atavizmdən fərqi ondan ibarətdir ki, rudimentlərə populyasiyada olan bütün fərdlərdə, lakin atavizmə isə yalnız bəzi fərdlərdə təsadüf edilir.

Beləliklə, yadda saxlamaq lazımdır ki, canlı orqanizmlərdə təsadüf olunan həm rudiment orqanlar və həm də atavizmlər təkamül prosesinin sübut edilməsinə xidmət edir.

*Müqayisəli-anatomik sıralar.* Orqanların homolojiyası ilə tanış olan zaman söhbət, təkamül yolunun öyrənilməsi üçün xüsusi seçilmiş bir sıra orqanizmlərin müqayisəsinin əhəmiyyətindən gedirdi. İndi də müqayisəli-anatomik sıraların təkamülünün analizini göstərən misallarla tanış olaq. Aşağıdakı şəkildə müasir təkdırnaqlı məməlilərin bir sıra ətrafları verilmişdir: tapirin, kərgədanın, atın. Bu atlarda birbarmaqlı ayaqların əmələ gəlməsinin təkamül yolunu göstərir (şəkil 6.21).



**Şəkil 6.21.** Müqayisəli-anatomik sıra: A-tapirin ön ətrafi (tapirus); B-gərgədanın ön ətrafi (Ceratotherium); C-atın ön ətrafi (Equus); II-V-barmaqlar (D.K.Belyayev və b. 1967)

Təkamül prosesində atların ayaq barmaqlarının bir barmağa qədər ixtisara düşməsi uzun sürən təkamül prosesində baş verə bilərdi. Hazırda tapirlər rütubətli tropik meşə şəraitində yaşayır. Onların ön ətrafında dörd barmaq vardır, bunlardan ancaq III barmaq daha yaxşı inkişaf etmişdir. II və IV barmaqlar da qeyd etdiyimiz şəraitdə heyvan hərəkət edərkən müəyyən dərəcədə yerə basıla bilər, lakin V qısa barmaq artıq heyvanın hərəkətində müəyyən fəaliyyət göstərə bilməz. Savanna şəraitində yaşayan kərgədənda üç barmaq (IV, III, II) qalmışdır. Lakin bu heyvanda da III barmaq daha artıq inkişaf etmiş və kərgədanın hərəkətində əsas ağırlıq III barmağın üzərinə düşür. IV və II barmaqlar qısalmış olsa da, onun hərəkətində müəyyən dərəcədə fəaliyyət göstərir. Atın artıq bir orta, III barmağı qalmışdır, II və IV barmaqlar ancaq rudiment halda qalmış və atın hərəkətində onların heç bir əhəmiyyəti yoxdur. Tədrici reduksiya prosesi ilə bərabər III (orta) barmağın getdikcə güclənməsi heyvanların hərəkətində əsas rol oynamaları müşahidə olunur.

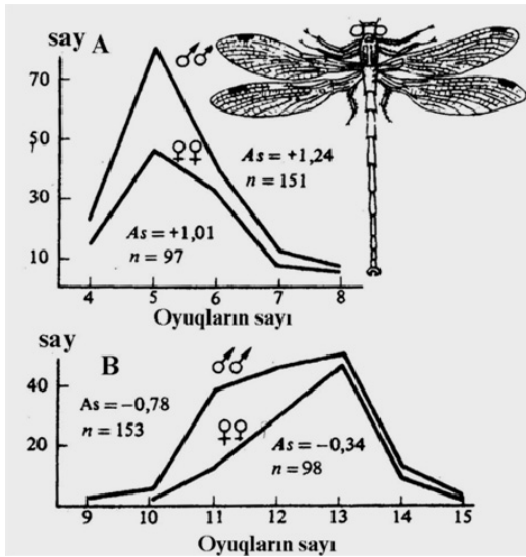
Təkamülün öyrənilməsində morfoloji üsullar, «qohumluq nə qədər yaxın olarsa, oxşarlıq da bir o qədər çox olar» prinsipinə əsaslanır. Praktiki olaraq onlar təkamülü tədqiq edən zaman başqa yanaşmalar və üsullarla (paleontoloji, biocoğrafi və s.) uyğun gəlir.

Təkamülün öyrənilməsində morfoloji yanaşmalara və üsullara ən çox yaxın olan embrioloji dəlillərdir.

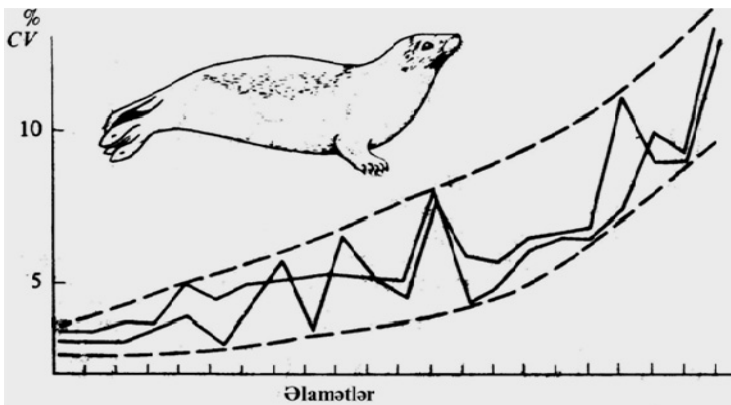
*Populyasiya morfolojiyası.* XIX əsrdə A.Uolles bir o qədər də çox olmayan fərdlər qrupu üçün tədqiq olunan əlamətlərin qiymətləndirilməsinin variyasiya sırasını müəyyən etmişdir. Populyasiya düşüncələrinin yayılması ilə morfoloji tədqiqatlar da həmçinin, mikrotəkamülün gedişi prosesinin öyrənilməsi üçün əlverişli silah rolunu oynayır. Populyasiya-morfoloji üsullar əlamətin qiymətinin populyasiyalarda paylanmasının xarakterinin müxtəlif mərhələlərdə onun mövcud olmasını yaxud müxtəlif populyasiyaları müqayisə edən zaman təbii seçmənin istiqamətini tutmağa (müəyyən etməyə) imkan verir (şəkil 6.22).

Morfoloji üsullar, təbii seçmənin təsirinin yüksək yaxud zəif təzyiqinə məruz qalan eynicinsli qruplar arasında əlamətləri ayırmağa imkan verir (şəkil 6.23).

Onu da qeyd etməli ki, bu halda əlamətin özünün adaptiv qiyməti əlavə ekoloji-fizioloji tədqiqatlarla açıqlana bilər. Mik-



Şəkil 6.22. Kəmiyyət əlamətinin qiymətinin paylanmasında asimetriya təbi seçmənin istiqamətini göstərə bilər (A.V.Yablokova görə, 1966). Cırcıramanın qanadlarının müəyyən sahələrində oyuqların sayı



Şəkil 6.23. Əlamətlər qrupunun «dəyişkənliklər axınında» sürətlə ayrılıb düşən variasiya əmsalının qiyməti verilmiş əlamətin seçmənin təzyiqinə münasibətini göstərə bilər.

rotəkamül prosesinin öyrənilməsində morfoloji üsulların tətbiq edilməsində ortaya çıxan çətinliklərdən biri, geniş reaksiya norması ilə müəyyən olunan dəyişkənlikdən, müasir təkamül amillərinin təsirini sərhədləndirməkdən ibarətdir.

## 6.8. Embrioloji üsullar

Embrioloji təkamül prosesinin öyrənilməsində iki əsas üsul mövcuddur: rüşeym oxşarlıqlarını üzə çıxarmaq və rekapitulyasiyaları öyrənmək.

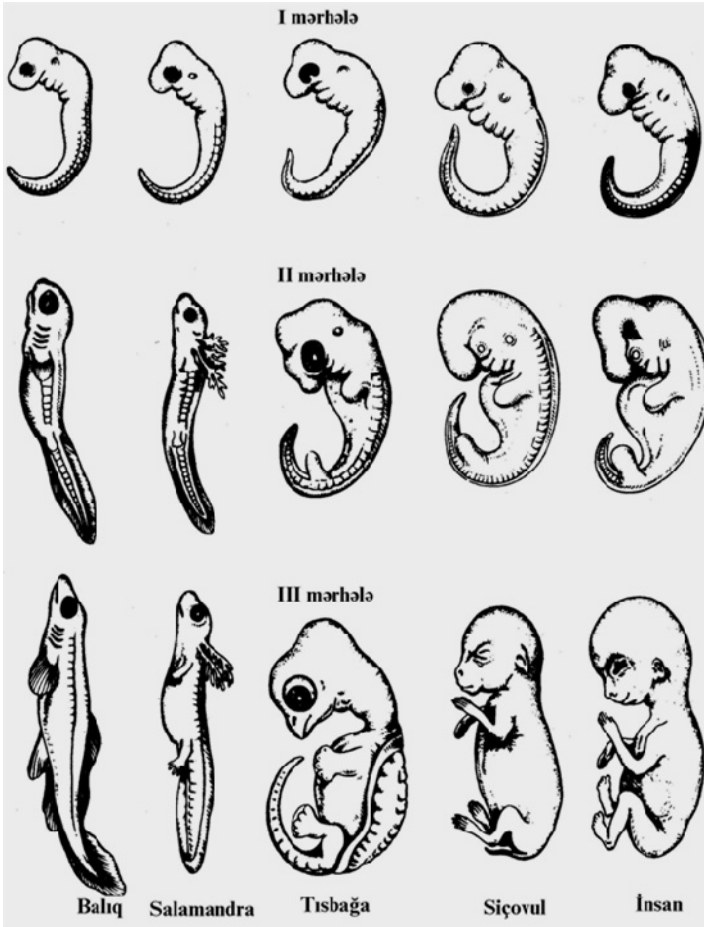
*Rüşeym oxşarlıqlarının aydınlaşdırılması.* XIX əsrin birinci yarısında görkəmli təbiətşünas alim K.Ber, «rüşeymlərin oxşarlıqları qanunu» işləyib hazırlamışdır: fərdi inkişafın nə qədər çox ilkin mərhələsi tədqiq edilirsə, müxtəlif orqanizmlər arasında bir o qədər çox oxşarlıq müşahidə edilir. Məsələn, onurğalılarda inkişafının ilkin mərhələsində rüşeymlər bir-birindən fərqlənmir. Yalnız inkişafın orta mərhələsində müqayisə olunan sırada balıq və suda-quruda yaşayanlar üçün xarakterik olan xüsusiyyətlər meydana gəlir; inkişafın bir qədər son mərhələsində isə sürünənlərin, quşların və məməlilərin xarakter xüsusiyyətləri meydana gəlir (şəkil 6.24).

K.Ber tərəfindən rüşeym oxşarlıqları hadisəsi kəşf edildikdən sonra Ç.Darvin göstərmişdir ki, bu mühüm kəşf müqayisə edilən formaların ümumi mənşəyə və onların təkamülünün vahid başlanğıc mərhələlərə malik olmalarını sübut edir.

***Rekapitulyasiya prinsipi.*** Rüşeym oxşarlıqları hadisəsi Ç.Darvinə və E.Hekkelə aşağıdakıları deməyə imkan vermişdir: ontogenez prosesində ilkin (əcdad) formaların quruluşunun bir çox əlamətləri təkrar olunur (rekapitulyasiya olunur): inkişafın ilkin mərhələsində daha uzaq əcdadların əlamətləri təkrar olunur (daha az qohum formaların), lakin sonrakı mərhələlərdə isə yaxın əcdadların əlamətləri (yaxud daha çox müasir qohum formaların əlamətləri, təkrar olunur.

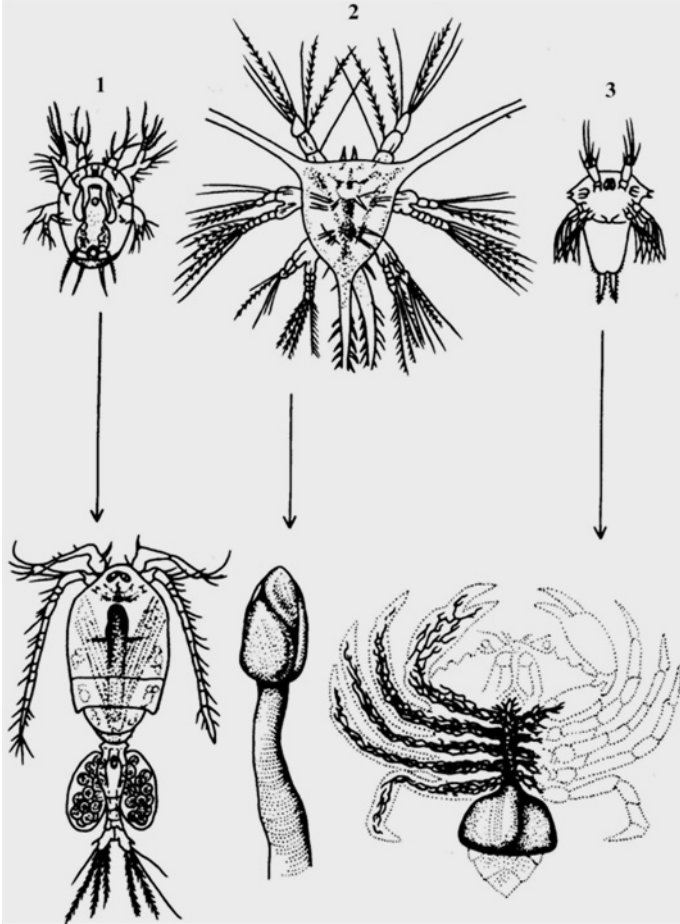
Bütün çoxhüceyrəli orqanizmlər birhüceyrəli orqanizmlərin inkişafını keçirlər ki, bu da çoxhüceyrəli orqanizmlərin birhüceyrəli orqanizmlərdən başlanğıc aldığını göstərir. Onlar həmçinin birqatlı «kürecik» mərhələsini keçirlər. Belə bir quruluşa bir sıra





**Şəkil 6.24.** Rüşeym oxşarlıqları hadisəsi. Bütün onurğalıların embrionları inkişafın ilk mərhələsində, sonrakı mərhələyə nisbətən bir-birilə daha çox oxşardır (E.Hekkelə görə, 1866).

müasir sadə orqanizmlər (məsələn, volvoks) uyğun gəlir. Heyvanların sonrakı inkişaf mərhələsi – ikiqatlı kisə, yaxud, «kürecik» mərhələsidir. Ontogenezin bu mərhələsi müasir bağırsaqboşluqların quruluşuna (məsələn, hidranın) uyğun gəlir. Bütün onurğalı heyvanlarda inkişafın müəyyən mərhələsində xorda olur. Bu onu göstərir ki, onurğalı heyvanların əcdadlarında xorda bütün ömrü boyu qalmışdır.



**Şəkil 6.25.** Naupliusların (ibtidai xərçəngkimilərin plankton sürfəsi) xarici görünüşcə oxşar olmayan yaşlı formalarının filogenetik qohumluğunu sübut edir (Y.N.Beklemşevə görə, 1964): 1-kürekayaqlı xərçəng (*Calanus*); 2-bığayaq xərçəngkimilər (*Lepas*); 3-yengəcin bədənində kökbaşı parazit xərçəng (*Sacculina*).

Sürfə formalarının quruluşu çox vaxt tanınmaz dərəcədə fərqlənən yaşlı orqanizmlərin qohumluq əlaqələrini müəyyən etməyə imkan verir. Bir çox ibtidai xərçəngkimilər üçün üç cüt ətrafa və bir gözə malik nauplius (xərçəngkimilərin inkişaf mərhələsi) sürfə xarakterikdir (şəkil 6.25). Onun yaşlı forması xərçə-

ngkimilərə oxşamır, lakin nauplius yalnız buynuzvari çıxıntıya görə fərqlənir. Bu cür «buynuzlar» sakkulina naupliusunda da (sacculina) vardır. Bu bığayaq xərçəng yaşlı formada ali xərçəngkimilərin toxumalarında parazitlik edir. Onlar toxumalarda kökşəkili çıxıntılarla böyüyərək xərçəngəbənzər formanı tamamilə itirirlər.

Rekapitulyasiya prinsipi yalnız morfoloji dəyişkənliklərlə məhdudlaşmır. Onurğalılarda təkamül prosesində, sidik cövhərinin parçalanması üçün zəruri olan fermentlərin (purinlərin mübadiləsinin son məhsulu) tədricən itməsi baş verir. Belə ki, bir sıra sürünənlərdə və quşlarda belə bir mübadilənin son məhsulu sidik turşusudur. Suda-quruda yaşayanlarda və balıqların əksəriyyətində sidik cövhəri, onurğasızlarda isə ammoniyadır. Embriokimyəvi tədqiqatlar göstərmişdir ki, quşların rüşeymi inkişafın ilkin mərhələlərində ammoniyak ifraz edir, bir qədər sonrakı mərhələlərdə – sidikcövhəri, nəhayət son mərhələlərdə isə – sidik turşusu ifraz edir. Elə bu oxşar yolla çömçəquyruqlarda – quyruqsuz suda-quruda yaşayanların sürfəsində mübadilənin son məhsulu ammoniyak olduğu halda, onda yaşlı qurbağada bu məhsul sidik cövhərindən ibarətdir.

Bütün bu faktlar rekapitulyasiya prinsipinin fizioloji-biokimyəvi əlamətlər arasında da təsir göstərdiyindən xəbər verir.

Rekapitulyasiya konsepsiyası, paleontoloji materiallarda olmayan yaxud çatışmayan bir çox qrupların və orqanların təkamülünün inkişaf yolunu bərpa etməyə kömək edir.

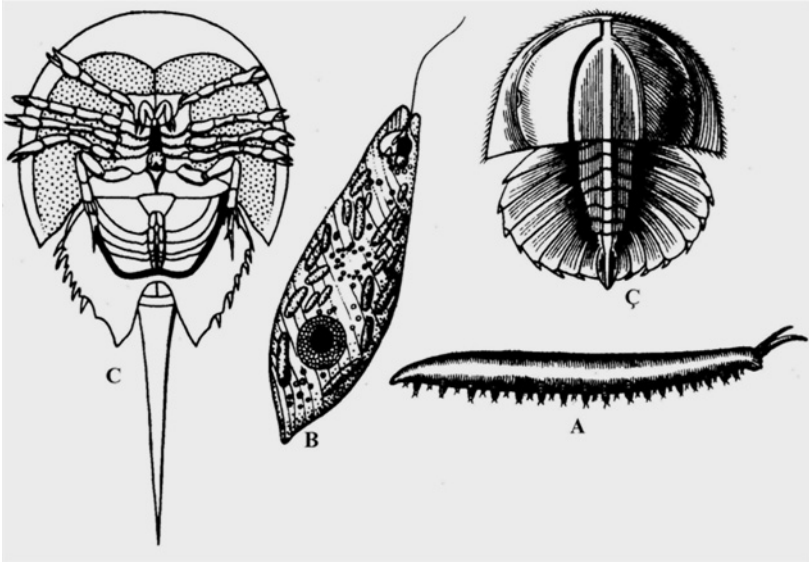
***Sistematikanın üsulları.*** Məlumdur ki, sistematikanın məqsədi, yəni orqanizmlərin təsnifləşdirilməsindən bəhs edən elmin məqsədi onların təbii filogenetik sistemini yaratmaqdan ibarətdir. Buna görə də bu və ya digər formaların sistematik vəziyyətinin başqa formalara nisbətən izah edilməsi hər zaman geneologiyanın, müqayisə edilən qrupların təkamülünün inkişaf yollarının bərpa edilməsi təkamül probleminin həlli ilə bağlıdır.

***Keçid formalar.*** Təbii böyük heyvan, bitki və mikroorqanizmin qrupları arasında, bir qayda olaraq aralıq formaların qırılması ilə, dərin qırılmanın mövcud olmasına baxmayaraq, bir çox hallarda bəzi keçid formaları müşahidə edirik. Müxtəlif tip orqanizmlərin əlamətlərini öz quruluşunda uyğunlaşdıran və

büna görə də aralıq sistematik vəziyyət tutan formaların mövcud olması orqanizmlərin ümumi qohumluğu ilə müəyyən edilir. Belə bir qohumluq zamanı həyat ağacının bir-birindən uzaqlaşan böyük şaxələri ilə yanaşı, aralıq xarakter daşıyan kiçik şaxələri də mövcud ola bilər (şəkil 6.26).

Tunikalılar (yarımtip) ilə onurğalı heyvanlar arasında keçid formaya aid misallardan biri kimi neştərçələr cinsini göstərmək olar. Neştərçələr üçün xordalıların bütün əlamətləri xarakterikdir, lakin bu onlarda zəif inkişaf etmişdir. (A.O.Kovalevski).

Müasir üzvi aləmdə aralıq formaların mövcud olması, həyat ağacının iri gövdələrinin formalaşmasının vahidliyini və eləcə də onların vahid mənşəyə malik olmasını göstərir.

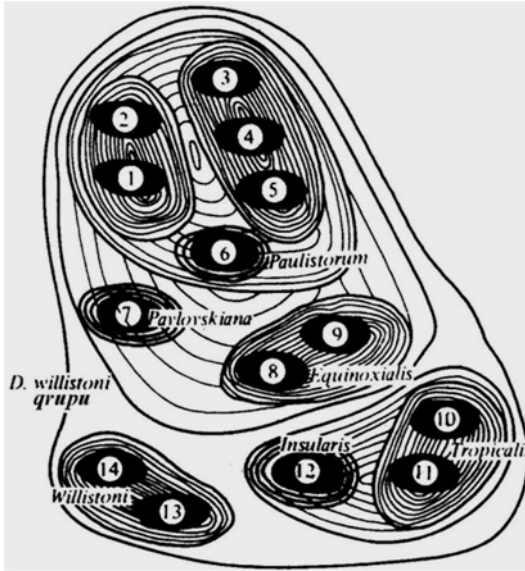


**Şəkil 6.26.** Hazırda mövcud olan keçid formalar: A-buğumayaqlı və həlqəvi qurdların əlamətlərini daşıyan peripatus (*peripatus laurojeranus*); B-bitkilərin və heyvanların əlamətlərini birləşdirən evqlena (*Euqlena viridis*); C-müasir tipik buğumayaqlılarla qazıntı halında tapılan trilobitlər arasında aralıq vəziyyət təşkil edən qılincquyruq (*Limulus polyphemus*); Ç-trilobitin sürfəsinə oxşayan qılincquyruğun sürfəsi (İ.İ.Şmalhauzenə görə, 1969)

**Mikrosistematika.** P.P.Semyonov-Tyan-Şanskinin klassik işlərindən başlayaraq, növlər qrupunun yaxşı öyrənilməsi halda on-

ların növdaxili quruluşunun yarımnövlər, irqlər və başqa qruplaşmaların (mikrosistematika) üzə çıxarılması imkanları yaranmışdır. Belə öyrənmə, mikrotəkamülün xüsusiyyətlərinin başa düşülməsində mühüm rol oynayır. Hazırda aydın olmuşdur ki, növün sistemində populyasiyaların və onların qruplarının mürəkkəb ierarxiya qarşılıqlı münasibəti mövcud ola bilər.

Bu zaman, növ daxili taksonomik dərəcələrin müəyyən edilməsi üçün zəruri olan belə qruplaşmaların həqiqi filogenetik qohumluğunun üzə çıxarılması onların mikrofilogenezinin bərpa edilməsi, yəni növün fərdlərinin ayrı-ayrı hissələrinin tarixi inkişaf yollarının aydınlaşdırılması vaxtı çatmışdır (şəkil 6.27).



**Şəkil 6.27.** Drosofilin Willistoni qruplarının mikrofilogenezi, çarpazlaşmaya, xromosomların quruluşunun analizinə və biokimyəvi polimorfizmə görə bərpa etmək olar. Bu halda filogenetik formaların ierarxiyası aşağıdakı kimi təsvir edilməlidir: populyasiya-növaltı-yarım-növ-növ-növästü (B.Spaskiyə görə, 1971)

**Ekoloji üsullar.** Canlı orqanizmlər arasında qarşılıqlı münasibəti və həyat şəraitini öyrənən ekologiya, təkamül prosesinin dərk olunmasında mühüm rol oynayır.

Bütövlükdə təkamül prosesi adaptiogenezdır, daha doğrusu adaptasiyanın meydana gəlməsi və inkişafı prosesidir.

Ekologiya adaptasiyaların əhəmiyyətini açıqlayır. Məsələn, ekoloqlar göstərmişlər ki, yüksək çoxalma sürətinə malik olan növlərin adalarda məskunlaşmasının böyük üstünlükləri vardır. Adaların tutulmasının sonrakı mərhələlərində faunaların və floraların «sıxlığının» artması ilə potensial çoxalması az olan, lakin yüksək rəqabət aparmaq qabiliyyətinə malik olan növlər üstünlük qazanırlar.

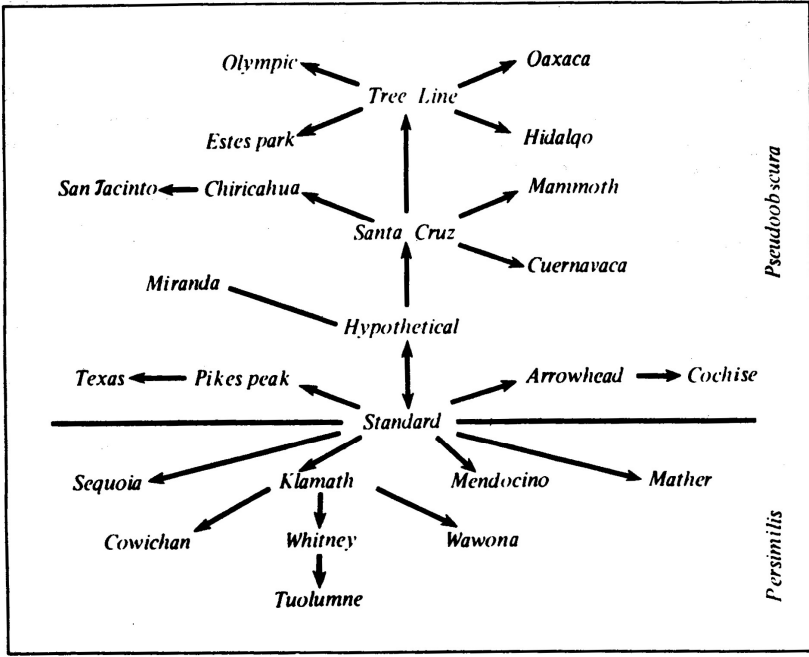
Təkamül dəyişilmələrini, növlərin bir-birinə qarşılıqlı uyğunlaşması misalında çox yaxşı izləmək olar. Bu isə ekosistemlərin dinamik tarazlığının yaranmasında və onun davamlılığında mühüm rol oynayır. Mərkəzi Amerikada və Meksikada, adətən akasiya ağaclarının bir qədər şişmiş tikanlarında koloniya halında yaşayan qarışqalar (*Pseudomyrmex ferruginea*) olmadıqda, bu ağaclar məhv olur. Çünki, belə hallarda başqa cücülər bu ağacların yarpaqlarını yeyib qurtarırlar. Monarx kəpənəyi (*Danaus plexippus*) zəhərli bitkilərin yarpaqları ilə qidalanan zaman onların bədənində yüksək toksiki qlikoizidlərin toplanması üzündən onlar yeyilməyən olurlar. Belə misallar çoxdur.

Təbii seçmə nəzəriyyəsini əsaslandırmaq üçün ekoloqlar tərəfindən model populyasiyalarda aparılan tədqiqatlar fəvqəladə dərəcədə mühüm rol oynayır. Onlar belə populyasiyalarda rəngi, davranışı və bir sıra cücülərdə bədən formasını öyrənmişlər.

Beləliklə ekologiyanın üsulları, təkamülü sübut etmək üçün onu aydınlaşdırmağa və dərinədən öyrənməyə imkan verir.

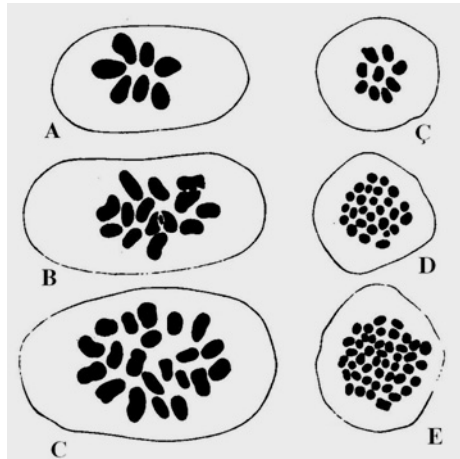
**Genetik üsullar.** Təkamül prosesini öyrənən genetik üsullar müxtəlifdir. Bu, müqayisə edilən formaların genetik müasirliyinin birbaşa tərifidir (məsələn, hibridləşmənin təmsalında) və orqanizmlərin sitogenetik xüsusiyyətlərinin analizidir. Bu və ya digər, yaxud da yaxın növlərin müxtəlif populyasiyalarında müəyyən xromosomlarda təkrar inversiyaların öyrənilməsilə, böyük dəqiqliklə belə inversiyaların meydana gəlməsinin ardıcılığını, daha doğrusu belə qrupların mikrofilogenezi bərpa etmək olar (şəkil 6.28).

Yaxın növlərin qruplarında xromosomların sayının və quruluşunun xüsusiyyətlərinin analizi belə formaların genomunun



**Şəkil 6.28.** Xromosomların inversiyasına görə qrupların mikrofilogenezinin bərpa edilməsi. Yalnız bu qaydada işarə edilmiş formalar birbirindən əmələ gələ bilər. Nadir hadisələr mikrofilogenezin inamlı bərpası üçün yararlıdır. *Drosophila pseudoobscura* – *D. persimilis* qrupunda üçüncü xromosomda mürəkkəb inversiyaların yayılmasına əsasən yəni-dən qurulmuş növün və yarımnövün filogenetik qarşılıqlı münasibəti.

**Şəkil 6.29.** Poliploidiya yolu ilə növlərin əmələ gəlməsi. A-C – üç buğda növündə meyozun birinci metafazasında xromosom dəsti: *Triticum aestivum*,  $n=7$ ; *T. aestivum*,  $n=21$ ; *T. dicoccoides*,  $n=14$ ; Ç-E – həmçinin payızgülü (*xrissantem*) növləri üçün: *Chrysanthemum makinoi*,  $n=9$ ; *Ch. indicum*,  $n=18$ ; *Ch. japonense*,  $n=27$ . (A.Myuninsinqə görə, 1967).



mümkün olan təkamülünün istiqamətini üzə çıxarmağa, daha doğrusu onların təkamülünün qarşılıqlı münasibətini aydınlaşdırmağa imkan verir. Aşağıdakı şəkildə bir sıra yaxın formaların xromosom dəsti verilmişdir (şəkil 6.29). Bu formalar başlanğıc tipin genomunun poliploidiyaya uğraması nəticəsində əmələ gəlmişdir.

Təkamülün qarşısında duran məsələlərin həll edilməsində genetikanın təkamül təliminə daxil olmasında mühüm metodoloji nəticə tədqiqat yolu ilə yanaşmanın geniş yayılması durur. Bununla yanaşı bu işdə genetik anlayışlar aparatının dəqiq tətbiq edilməsinin də rolu böyükdür.

Genetik yanaşmalar və üsullar tətbiq edilmədən müasir təkamül təlimini işləyib hazırlamaq qeyri-mümkündür. Populyasiya morfologiyası, fenocoğrafiya və genocoğrafiya, mikrosistematika, kariosistematika və digər «ara» fənlərin (məlum mənada təkamül təliminin inkişafının müasir mərhələsini) inkişafı əyani şəkildə genetikanın hərəkətverici rolunu nümayiş etdirir.

## **6.9. Biokimya və molekulyar biologiyanın üsulları**

Hələ öz dövründə Ç.Darvin, bu və ya digər formanın sistematikasına aid olanları müəyyən etmək üçün biokimyəvi göstəricilərdən müvəffəqiyyətlə istifadə etmişdir. Lakin yalnız XX əsrin ortalarından başlayaraq biokimyəvi və əsasən molekulyar-bioloji üsullar təkamül prosesinin öyrənilməsində ön sıraya çıxmışdır.

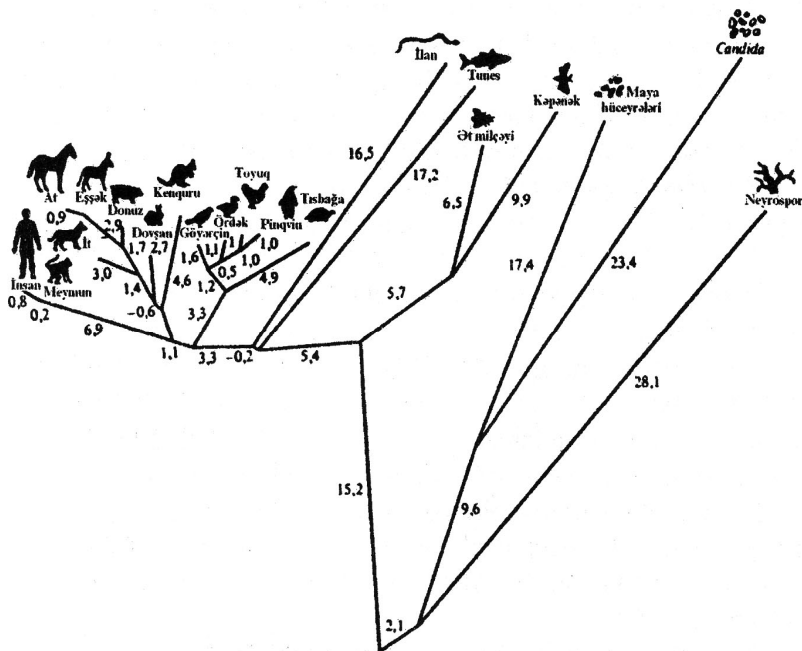
XIX əsrdə, XX əsrin əvvəllərində orqanların və ontogenezin təkamülünün analogiya üzrə öyrənilməsində yeni istiqamət olan «molekulyar təkamül» meydana gəldi. Burada biz molekulyar biologiyanın bəzi üsullarına nəzər yetirəcəyik. Bu üsullar müasir dövrdə təkamül prosesinin öyrənilməsində geniş tətbiq edilir.

*Nuklein turşularının və zülalların quruluşunun aydınlaşdırılması.* Təkamül prosesi molekulyar səviyyədə nukleotidlərin (DNT və RNT-də) və aminturşularının (zülallarda) tərkibinin dəyişilməsi ilə əlaqədardır. Molekulyar biologiyanın müasir inkişaf mərhələsində müxtəlif növlərin nuklein turşularının, yaxud zülalların elementlərinin ardıcılığında fərqlərin sayını analiz et-



mək olar, həmçinin bu göstəricilərə görə onların fərqlənmə dərəcələri haqqında mülahizə yürütmək olar. Bir halda ki, zülaldə hər bir amin turşusunun əvəz olunması DNT-də bir, iki yaxud üç nukleotidin dəyişilməsi ilə əlaqədar ola bilər, onda EHM-də əvəz olunmuş nukleotidlərin maksimum və minimum sayını hesablamaq olar ki, bu da zülaldə amin turşularının əvəz olunması üçün zəruridir.

Beləliklə, alınmış məlumat sonrakı kəmiyyət qiymətinin təsiri altına düşür: bir sıra orqanizmləri müqayisə edən zaman onlar arasında amin turşularına, yaxud nukleotidlərə görə fərqlilik dərəcəsinə müəyyən etmək olur. Molekulyar biologiyanın üsulları ilə təkamülün öyrənilməsində digər mühüm üstünlük istənilən qədər uzaq olan orqanizmləri – bitkiləri və heyvanları, göbələkləri və mikroorqanizmləri müqayisə etməkdən ibarətdir. Şəkil 6.30-da sitoxrom C zülalının sintezini kodlaşdıran genlər arasındakı



**Şəkil 6.30.** Sitoxrom C zülalının molekulyar quruluşunda kəmiyyət dəyişmələri əsasında müxtəlif orqanizmlər arasında qurulmuş filogenetik məsafə. Rəqəmlər mutasiyaların sayını göstərir (A.F.Ayalaya görə, 1981).

nukleotidlərin sayında olan minimum sayına əsasən 20 müxtəlif orqanizmin filogenetik münasibətinin öyrənilməsinin nəticələri göstərilmişdir. Buradan görmək olar ki, ümumilikdə bu məlumatlar, klassik sistematikanın nəticələri ilə üst-üstə düşür. Əlbəttə, yalnız zülalı öyrənən zaman alınmış nəticələrə əsasən mütləq qiymət vermək olmaz. Belə ki, bir çox müxtəlif zülallara görə qurulmuş analoji sxemləri müqayisə edən zaman filogeniyanı daha dəqiq izah etmək olar. Aydın məsələdir ki, bütün orqanizmlər qruplarının təkamülündə eyni əhəmiyyətə malik olan universal zülal ola bilməz. Hər bir böyük qrupda hansısa zülal daha sabit, yaxud hansısa daha az sabit ola bilər.

Təkamül prosesinin molekulyar səviyyədə öyrənilməsində digər bir üsul kimi müxtəlif orqanizmlər qruplarında DNT-nin hibridləşdirilməsi yolu ilə, nuklein turşularının ilkin quruluşunun oxşarlıq dərəcəsinə görə təkamül dəyişilmələrinin qiymətləndirilməsindən istifadə edilir. Doğrudur, DNT-nin 90%-i zülalları kodlaşdırmır, buna baxmayaraq DNT-nin öyrənilməsi genin filogeniyasını qiymətləndirməyə imkan verir. Nukleotid ardıcılığı, molekulyar biologiyanın digər üsullarından fərqli olaraq, genlərin təkamülü haqqında dəqiq mühakimə yürütməyə imkan verir. Bir orqanizmin hər hansı bir növə aid ayrı-ayrı tellərə ayrılmış DNT-si başqa növün DNT molekulu ilə «hibridləşir» və nukleotidlərin ardıcılığının nə qədər fərqlənməsindən asılı olaraq, hibridləşmə DNT tellərinin az yaxud çox sahəsini tutur. Bununla müqayisə olunan növlərdə baş vermiş təkamül dəyişilmələrinin kəmiyyət qiymətinə nail olurlar. İnsanın DNT-sində olan genlərin 60%-i makakanın DNT-sində onlar genlərlə, öküz DNT-sində onları genlərin 28, siçovul DNT-sində olan genlərin 17, qızılbalığın – 8, bağırsağ çöpü bakteriyasının DNT-sində olan genlərin isə 2%-i ilə homolojiya təşkil edir, başqa sözlə hibridləşir.

Təkamülün xüsusiyyətlərinin molekulyar səviyyədə öyrənilməsi «molekulyar saat»ın mövcudluğu ideyasına gətirib çıxarır. Bu saat təkamül prosesini yalnız əks etmir, o eyni zamanda onu tənzimləyir. Bu cür ümumiləşdirmə, məlumat makromolekullarında dəyişkənliklərin daimi sürətlə toplanması haqqında təsəvvürlərə əsaslanır. Lakin, DNT-nin ilkin quruluşunun

yüksək təkamül sürəti ilə fərqlənən bitkilər üçün molekulyar saat konsepsiyası qəbuledilməzdir. Belə ki, müxtəlif fəsilələrdən olan bitkilərin DNT-ləri, müxtəlif siniflərdən olan heyvanların DNT-ləri kimi fərqlənir. Təkamülün gedişi zamanı bitkilərdə DNT molekulalarında təkrar olunan və nukleotidlərin nadir (unikal) ardıcılığı çox sürətlə dəyişilə bilər. Bitkilərin müxtəlif filogenetik xətlərində makromolekulun təkamül sürəti çox da eyniyyət təşkil etmir. Belə ki, çiçəkli bitkilər xəttində nuklein turşularında dəyişkənliklərin toplanma tempi, çiçək açmayan (çiçəksizlər) bitkilər xəttindən 10 dəfədən çoxdur. Aktinlərin genlərini öyrənən zaman müəyyən edilmişdir ki, bitkilərdə yaxın növlər arasındakı fərq, müxtəlif heyvan siniflərində olduğundan çoxdur. Buna görə də molekulyar saatın başvermə sürəti müxtəlif qruplarda müxtəlifdir, həmçinin müxtəlif geoloji dövrlərdə belə bu müxtəlif olmaşdır.

***İmmunoloji üsul.*** Biokimya, müxtəlif qrupların «qan qohumluğunu» böyük dərəcədə dəqiqliklə izah etməyə imkan verən xüsusi tədqiqat üsullarına malikdir. Qanda zülalları müqayisə etmək üçün, orqanizmlər tərəfindən antitel hazırlaya bilməsi qabiliyyətindən istifadə edilir. Bundan sonra qan plazmasından antiteli (qana kənar zülalların daxil olmasına cavab) ayırmaq və təyin etmək mümkündür, yəni bu plazmanı hansısa bir qatılıqda götürmək olar ki, o müqayisə edilən digər zülal reaksiya vermiş olsun. Belə bir analiz göstərmişdir ki, insanın yaxın qohumları ali insanabənzər meymunlardır, lakin daha uzaq olanlar – bu primatlar içərisində lemurlardır. Qan zərdabına görə yırtıcı məməlilərlə kürəkəyahlılar arasında oxşarlıq, quşların timsah və tısbağa ilə yaxınlığı müşahidə edilmişdir. Quyuqlu və quyuqsuz sudaqaruda yaşayanlar arasında qan zərdabına görə fərq göstərilmişdir. Bu cür tədqiqat üsulları bitkilərdə də aparıla bilər.

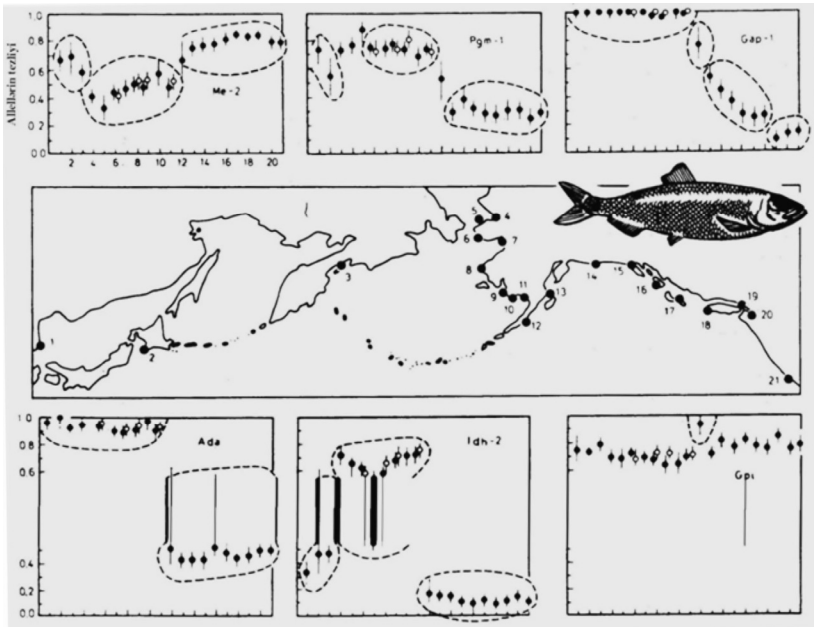
## **6.10. Biokimyəvi polimorfizm**

XX əsrin 60-cı illərindən başlayaraq mikrotəkamülü tədqiqatlar praktikasına, elektroforezin köməyi ilə müşahidə edilən zülalların variyasiyasının öyrənilməsi üsulu daxil edilmişdir. Bu üsulun köməyi ilə, əvvəlki üsullardan fərqli olaraq populyasiya-

larda genetik dəyişkənliklərin səviyyəsini yüksək dəqiqliklə müəyyən etmək olar. Bununla yanaşı, belə variasiyaların cəminə görə populyasiyalar arasında oxşarlıq və fərqlilik dərəcələrini də müəyyən etmək olar.

Biokimyəvi göstəricilərə görə populyasiyalar arasında fərqi əyani olaraq şəkil 6.21-də verilmiş xəritəyə əsasən təyin etmək olar.

Elektromorf tezliyinə görə populyasiyadaxili fəza-genetik quruluşu tədqiq etmək və bu quruluşun dinamikasını üzə çıxarmaq olar, daha doğrusu mikrotəkamül prosesinin başlanğıc mərhələsini tədqiq etmək olar.



**Şəkil 6.31.** Sakitokean siyənəklərinin populyasiya quruluşlarında allelozmin tezliyinə görə fenocoğrafi analizə aid misal (Me-2, Pgm-1, Gap-1, Ada, idh-2, Gpi) (V.Qrant və F.Utterə görə, 1985).

Müasir dövrdə yaşayan orqanizmlərin biokimyəvi müqayisəsi göstərmişdir ki, sterinlərin, karotinoidlərin sintezinin ilkin metabolik hissəsi, ikincili metabolitlərin, qlikoliz reaksiyası bir çox heyvanlarda, həmçinin bitkilərdə oxşardır və oksigenin işti-

rakına ehtiyac duyulmur. Bir çox metabolik yolların başa çatma mərhələsi, xüsusilə də yüksəkquruluşlu varlıqlarda oksigenin iştirakı ilə gedir. Bu onların təkamülcə cavan olmasını və Yer in tarixinin aerob fazasında yığılmasını göstərir. Beləliklə, biokimyəvi üsulların köməyi ilə (o cümlədən molekulyar-bioloji) təkamül prosesini ilk mərhələdən tədqiq etmək olar.

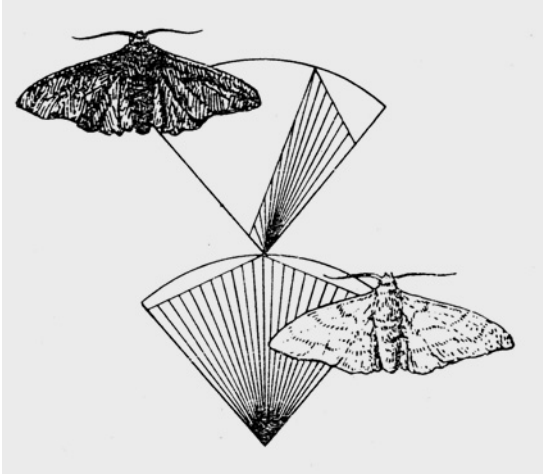
**Təkamülün modelləşdirilməsi üsulları.** Son onilliklərdə təkamül prosesini modelləşdirmək imkanları yaranmışdır. Heç şübhə yoxdur ki, həyatın formalaşmasının mürəkkəbliyi belədir ki, hələlik ekosistemlərin yaxud bütöv qrupların inkişafının modelləşdirilməsi qeyri-mümkündür, lakin ayrı-ayrı təkamül amillərinin populyasiya və növə təsirini modelləşdirmək mümkündür. Hələlik belə modelləşdirilmələr bir sıra idarəedici şəraitlərlə qaçılmaz əlaqədədir. Lakin belə bir məhdud modelləşdirilmə bəzi hallarda bir sıra təkamül məsələlərini indi də həll etməyə kömək edir. Təkamül prosesinin modelləşdirilməsi ayrı-ayrı amillərin təkamülün gedişinə təsirini tədqiq etməyə imkan verir.

Zəngin yaddaşa malik, tez təsiredici EHM-dən istifadə edən zaman «təkamül prosesini» kəskin dərəcədə sürətləndirmək üçün və müxtəlif şəraitlər zamanı təkamül hadisələrinin inkişafının proqnozunu tərtib etmək üçün imkan yaranır.

Təkamül prosesini modelləşdirən zaman ən çox zəruri olan və kifayət qədər başlanğıc zəminlərə diqqət yetirilir. Bu və ya digər vəziyyətdə, bu yaxud başqa təkamülü qüvvələrin qarşılıqlı təsirinin müxtəlif variantlarını maşında yerləşdirmək və «ifa etdirmək» (səsləndirmək, çaldırmaq) olar, lakin əgər aparıcı komponentlərdən hər-hansı biri buraxılırsa, onda modelləşdirilmənin nəticəsi təbiətdə real mövcud olanların əksinə alınır. Ümumiyyətlə bu cür işləri riyaziyyatla biologiyanın sıx əlaqəsi ilə təşkil etmək daha məqsədəuyğundur.

*Təkamül həqiqətən təbiətdə  
fəaliyyətdə olan, real, obyektiv  
və tarixi bir prosesdir*

**MİKROTƏKAMÜL  
HAQQINDA  
TƏLİM**



*Müasir dövrdə təkamül nəzəriyyəsinin inkişafında mikrotəkamül haqqında təlim mühüm rol oynayır. Eksperimental və nəzəri biologiyanın, xüsusilə, genetikanın sürətli inkişafı sayəsində irsi əlamətlərin təbiəti və nəslə ötürülmə qanunları, genetik kodun universallığı, mutasiyaların mexanizmləri və təkamüldə rolu, populyasiyaların genetik quruluşu və onlarda baş verən dəyişikliklərin molekulyar-genetik əsasları, genomun ölçü və quruluşu, həmçinin tənzimləyici genlərin təkamülü kimi məsələlər öz həllini tapmışdır. Təkamül prosesinin əsasını təşkil edən elementar materialın xüsusiyyətlərinin, dəyişkənliklərin elementar təkamül amillərinin rolunun və növmələgəlmə prosesinin başlanğıc mexanizmlərinin dərinlən tədqiqi mikrotəkamül təliminin əsasını təşkil edir. Biologiya elminin yeni sahələri – molekulyar biologiya, genetica, biokimya və s. inkişaf etdikcə təkamül təlimi həm faktlarla, həm də keyfiyyətcə zənginləşmiş və inkişaf etmişdir. Müasir təkamül təlimi populyasiya, orqanizm, hüceyrə və hətta molekulyar səviyyədə aparılan tədqiqatlar sayəsində əldə edilmiş materiallar əsasında indiki mərhələyə yüksəlmişdir.*

## MİKROTƏKAMÜL HAQQINDA TƏLİMİN YARANMASI. TƏKAMÜLÜN ELEMENTAR QURULUŞ VAHİDİ VƏ ELEMENTAR TƏKAMÜL HADİSƏSİ

XIX əsrin ikinci yarısında müqayisəli anatomiya, embriologiya, paleontologiya, biocoğrafiya üsullarından istifadə olunmaqla, Yer üzərində canlılar aləminin tarixi inkişafının əsas mərhələləri və qanunauyğunluqları müəyyən edilmişdir. Aşkar olunmuş bu qanunauyğunluqlar iri taksonomik qruplardan olan canlıların – tiplərin, siniflərin, dəstələrin təkamülünə aid olub, çox böyük tarixi dövrləri əhatə edir (makrotəkamül). Lakin yeni növlərin əmələ gəlməsində fəaliyyət göstərən təkamül prosesinin ilkin mərhələləri (mikrotəkamül) və daxili mexanizmləri çox az tədqiq olunmuşdur. Həmin mexanizmləri açıqlamaq, üzvi aləmin inkişafının hər hansı mərhələsində baş verən dəyişikliklərin hərtərəfli və kifayət qədər analiz olunması həmçinin, təkamülün elementar quruluş vahidlərinin və baş verən elementar hadisələrin aşkar edilməsilə mümkündür. Lakin bu cür yanaşma biologiyanın bir çox sahələrində mümkün olmamışdır. Müasir genetikanın nailiyyətlərinin tətbiqi ilə yeni formaların əmələ gəlməsinin – növəmələgəlmə prosesinin (mikrotəkamül) öyrənilməsində yeni bir dövr başlandı.

*Mikrotəkamül* populyasiya (növlər) daxilində baş verən və onun genetik tərkibinin dəyişməsinə səbəb olan təkamül prosesidir. Mikrotəkamül yeni populyasiyaların və növlərin əmələ gəlməsi ilə başa çatır. *Makrotəkamül* dəyişkənlikləri mikrotəkamül proseslərinin əsasında və nəticəsində baş verir, növlərarası əlaqələrin yaranması və daha yüksək taksonomik qrupların cinslərin, fəsilələrin, dəstələrin, siniflərin və tiplərin formalaşması ilə nəticələnir. Mikrotəkamül makrotəkamülə nisbətən daha kiçik dövrdə, populyasiyalar daxilində genetik dəyişkənliklərin nəticəsi olaraq baş verir, növəmələgəlmə prosesi ilə yekunlaşır.

Təbiətdə bütün canlılar fərdlərin müəyyən qrupları – po-

populyasiyalar şəklində mövcud olur. Belə qruplar növ daxilində uzun illər boyu sərbəst yaşamaq və təkamül etmək imkanına malikdirlər. Lakin ayrı-ayrı fərdlər sərbəst təkamül edə bilmir. Bu onların genotiplərinin mövcud olduqları müddətdə dəyişmədən qalması, həyat dövrünün qısalığı (baxmayaraq ki, bəzi orqanizmlərin, məsələn, sekvoyanın ömrü min illəri əhatə edir) ilə izah olunur. Həmin səbəbdən təkamülün elementar vahidi orqanizm (fərd) deyil, populyasiyadır. *Populyasiya bir növün sərbəst çarpazlaşa bilən, müəyyən ərazidə yaşayan və uzun müddət quruluşunu sabit saxlayan canlılar qrupuna deyilir.* Bir-birilə sərbəst çarpazlaşan və cinsiyyətli yolla çoxalan fərdlər qrupu Mendel populyasiyaları da adlanır. Populyasiyalardakı əlaqələr kəsilməz nəsillər sırası kimi təsəvvür edilir. Bundan əlavə, populyasiyaların genetik quruluşu nəsildən-nəslə dəyişilə, yəni təkamül edə bilər. Mendel populyasiyalarının daha yüksək pilləsi növlərdir. Ayrı-ayrı növlər, adətən, bir-birindən genetik cəhətdən təcrid olunmuşlar, yəni cinsiyyətli yolla çoxalan müxtəlif növlərin fərdləri arasında çarpazlaşma mümkün olmur; buna mane olan xüsusi reproduktiv təcrid mexanizmləridir. Populyasiyadakı genotiplərin bir lokusunda baş verən dəyişikliklər növün bütöv arealına yayıla bilər, lakin digər növün fərdlərinə, adətən, sirayət etmir.

Hər bir növün fərdləri tutduğu ərazidə eyni sıxlıqla yayılır, yaşama şəraiti əlverişli olan yerlərdə daha sıx toplaşaraq, lokal və ya yerli populyasiyaları əmələ gətirir. Populyasiya daxilində fərdlər daha kiçik, nisbətən təcrid olunmuş fərdlərin qruplarına – demlərə, demlər isə ailələrə ayrılır. Adətən, lokal populyasiyalar bir neçə demdən, demlər 20 və ya daha artıq ailə qrupundan, ailə qrupları isə 4-8 fərddən ibarət olur.

Populyasiya daxilində sərbəst çarpazlaşma mövcud olduqda populyasiyanın vahid genofondu və vahid genetik sistemi yaranır. Populyasiyada olan bütün fərdlərin genotiplərinin cəminə *genofond* deyilir.

Müasir dövrdə təkamülün elementar vahidi olaraq, növü və ayrı-ayrı fərdləri deyil, ancaq populyasiyanı əsas götürürlər. Yuxarıda göstərdiyimiz kimi, ayrı-ayrı fərdlər təkamül edə bilmir. Onlar min və milyon illər davam edən təkamül prosesində iştirak



edə bilməz. Bu səbəbdən kiçik qruplar, məsələn, ailə, sürü, dəstə elementar təkamül vahidi ola bilməz. Hər bir növ bir sıra populyasiyalardan ibarətdir və bunların hər biri uzun müddət ərzində yaşamaq qabiliyyətinə malik olur. Növ isə təkamül prosesində əsas pillə olub, yeni keyfiyyət mərhələsi kimi meydana gəlir.

### 7.1. Populyasiyaların əsas ekoloji xüsusiyyətləri

Hər bir populyasiya tutduğu ərazi, orada fərdlərin miqdarı, dinamikliyi, cinsiyyətdən və yaşdan asılı olaraq tərkibinin dəyişməsi və digər xüsusiyyətləri ilə səciyyələnir.

Eyni və fərqli növlərin daxilində olan populyasiyalar müxtəlif ölçülü əraziləri və ya arealı tutur. Məsələn, meşənin müəyyən sahəsində bir qrup ağac, kol və ya çoxillik otlar, həmin növün digər qruplarından aralı, adətən, tozcuqların çata bilmədiyi məsafədə yerləşir. Həmin qruplar nisbətən kiçik ərazidə ayrıca populyasiya əmələ gətirir. Digər tərəfdən bir bitkinin populyasiyası böyük çəməndə (yüzlərlə hektar) həyat sürə bilər. Cəld kərtənkələnin (*Lacerta agilis*) bir populyasiyası 0,1 ha-dan bir neçə hektara kimi sahədə yayıla bilər; su siçanının (*Arvicola terrestris*) ayrı-ayrı populyasiyaları onlarla hektar məsafəni tuta bilər. Ümumiyyətlə, fərdləri az hərəkətli olan növlərin populyasiyaları kiçik, daha yüksək hərəkətliyə malik növlərin populyasiyaları isə geniş arealları əhatə edə bilər (cədvəl 7.1)

**Cədvəl 7.1.** Bitki və heyvanlarda fərdi fəallıq radiusu göstəriciləri

Növlər	Fəallıq radiusu
Tənək ilbizi ( <i>Hellex pomacea</i> )	bir neçə on metr
Siyənək balığı ( <i>Clupea rharengus</i> )	bir neçə yüz kilometr
Tülkü ( <i>Alopex lagurus</i> )	bir neçə yüz kilometr
Şimal maralı ( <i>Rangifer farandus</i> )	yüz kilometrədən artıq
Ondatra ( <i>Ondatra zibetica</i> )	bir neçə yüz metr
Bıçlı balinalar ( <i>Misticeti</i> )	bir neçə min kilometr
Palıd ağacı (tozcuqlar) ( <i>Quercus petraea</i> )	bir neçə yüz metr

Beləliklə, populyasiyanın arealı onu təşkil edən fərdlərin hərəkətliliyindən asılıdır. Belə ki, fərdlərinin fəallıq radiusu az

olan populyasiyaların arealı da, adətən, kiçik olur. Bitkilərdə fərdi fəallıq radiusu tozcuqların yayılması, vegetativ orqanların uzanma məsafəsi ilə təyin olunur.

Bəzən tropik areal reproduktiv areala uyğun gəlmir. Məsələn, yayı Avropada, qışı isə Afrikada yaşayan ağ leykək (*Ciconia alba*) böyük tropik areala malik olsa da, hər bir quş cütü yazda köhnə yuvasına qayıdır və çoxalma zamanı nisbətən kiçik ərazini tutur. Nəvəkimilərin Xəzər dənizində yaşamasına baxmayaraq, çoxalması çaylarda, müəyyən kiçik sahələrdə baş verir.

**Populyasiyalarda fərdlərin miqdarı.** Populyasiyada fərdlərin sayı sabit olmayıb, bir sıra amillərin təsiri altında dəyişilir. Bu, daha çox arealın kiçilməsi ilə baş verir. Açıq sahələrdə həşəratın və xırda bitkilərin sayı yüz minlərə və milyonlara çatır. Digər tərəfdən, populyasiyalarda fərdlərin sayı məhdudlaşa bilər. Hər bir konkret halda populyasiyalarda fərdlərin sayı növdən asılı olaraq səciyyələnir. Hətta hər bir növ daxilində böyük və kiçik populyasiyalara rast gəlinir. Cəld kərtənkələ (*Lacerta agilis*) bir neçə yüzdən bir neçə minə qədər fərdlərdən ibarət populyasiyalar əmələ gətirir.

Son zamanlar bir çox bitki və heyvan növlərinin sayı azalmış, yayılma ərazisi daralmışdır. Bəzi hesablamalara görə pələng populyasiyaları yüzdən artıq fərddən ibarət olur. Populyasiyada fərdlərin sayının belə azlığı olduqca təhlükəlidir. Xüsusilə, gözənilmədən təbii fəlakət baş verdikdə (yanğın, daşqın və s.) populyasiyadakı fərdlərin sayı kəskin şəkildə azala bilər, bu da şübhəsiz ki, bir neçə nəsil ərzində pələnglərin tamamilə yox olması ilə nəticələnər. Digər iri heyvanların çoxu və nadir bitki növləri hazırda ekoloji amillərin təsiri altında oxşar vəziyyətə düşmüşlər.

**Populyasiyaların dinamikası.** Populyasiyaların ölçüsü (ərazisi və fərdlərin sayı) daima dəyişilir. Populyasiyaların dinamikasına zaman və məkanda təsir edən amillər çoxdur, ümumi şəkildə isə onlar biotik və abiotik amillərin təsiri ilə səciyyələnir. Populyasiyalarda fərdlərin sayının vaxtaşırı dəyişilməsi S.S.Çetverikov (1905) tərəfindən təsvir edilmiş və bu hadisə «*həyat dalğaları*» adlandırılmışdır. Həyat dalğaları mühüm təkamül amillərindən olub, populyasiyaların genetik tərkibini kəs-

kin və qeyri-istiqamətli dəyişdirir.

Hər bir populyasiyada fərdlərin sayı optimal ölçüdə saxlanılır. Fərdlərin miqdarının həddindən artıq olması yaşamaq uğrunda mübarizəni kəskinləşdirir. İngiltərənin cənub-qərb sahilində, kiçik bir adada, vəhşi həyat sürən adovşanı (*Oryctolagus cuniculus*) populyasiyası mövcud idi. Populyasiyada fərdlərin sayı payızda, qida bol olduqda, maksimuma – 10000-ə çatmış, qışdan sonra soyuq və qida azlığından çıxmış adovşanlarının sayı 100 fərdə qədər enmişdir. Onurğasızların (milçək, ağcaqanad və b.) miqdarı mövsümlə əlaqədar daha kəskin şəkildə dəyişilir.

Beləliklə, abiotik və biotik amillər populyasiyalarda fərdlərin miqdarının və arealının dəyişilməsinə, onların yayılmasına və ya yox olmasına səbəb olur. Populyasiyanın dinamikliyi təkamülün elementar vahidi kimi təsir göstərir.

**Populyasiyaların yaş tərkibi.** Populyasiya müxtəlif yaşlı və cinsiyyətli fərdlərdən ibarət olur. Ayrı-ayrı növlər və növ tərkibində olan populyasiyalar yaş qruplarının nisbətinə görə fərqlənir. Yaş qruplarının populyasiyalarda nisbəti təkamül prosesində müəyyən şəraitə uyğunlaşmanın nəticəsi olaraq, fərdlərin yaşama müddətindən (ömrünün uzunluğundan), cinsiyyət yetişkənliyinə çatmasından və çoxalmanın intensivliyindən asılıdır. Deməli, hər populyasiyada növə məxsus yaş qrupları olur ki, sonuncular təkamül prosesində müəyyən şəraitə uyğunlaşma kimi formalaşır. Ən sadə yaş qruplarına malik növlərə məməli efemerləri – yereşənləri (*Sorex*) misal göstərmək olar. Onların populyasiyalarında yazda bir-iki döl meydana çıxır, yaşlı formalar isə qırılır. Payızda populyasiya ancaq cinsiyyət yetişkənliyinə çatmamış fərdlərdən ibarət olur. Növbəti ilin yazında populyasiyada yalnız cinsiyyət yetişkənliyinə çatmış fərdlər olur və çoxalma tsikli yenidən təkrarlanır. Bəzi orqanizmlər ömrləri ərzində bir dəfə nəsil verir. Məsələn, Uzaq Şərqi dənizlərində yaşayan balıqların (*Oncorhynchus*) çoxu cinsiyyət yetişkənliyinə çatdıqda çaylara keçir və orada kürü tökür. Bir neçə aydan sonra körpələr dənizə qaydır. Çoxalmadan sonra yaşlı nəsil məhv olur.

Elə canlılar da vardır ki, ildə bir neçə dəfə bala verir. Məsələn, çöl siçanları il ərzində 3-4 dəfə çoxalır. Sürü ilə yaşayan məməlilərdə populyasiyalar yaş tərkibinə görə daha mürəkkəb-

dirlər. Belə populyasiyalarda bir neçə yaş qrupu formalaşır və çoxalma müxtəlif yaşlı fərdlər arasında baş verir. Populyasiyanın daha mürəkkəb yaş tərkibi ağac bitkilərində rast gəlinir. Palıd meşələrində tozlanma yüz ildən çox yaşı olan və yeni yetişən ən cavan ağaclar arasında baş verir.

Maraqlıdır ki, əsasən, cavan fərdlərdən ibarət olan qısa ömürlü populyasiyalarda (az hərəkətli olan xırda məməlilərdə), quşlarda, əksər həşərat növlərində və digər onurğasızlarda fərdlərin miqdarı kəskin dərəcədə dəyişilir. Əksinə, uzun müddət yaşayan fərdlərin populyasiyada sayı az tərəddüd edir.

Ümumiyyətlə, populyasiyaların yaş tərkibinə fərdlərin ömrünün uzunluğu, çoxalma dövrünün müddəti, cinsiyyət yetişkənliyinə çatma müddəti, fərdlərin miqdarı və digər amillər təsir göstərir.

**Populyasiyaların cinsiyyət tərkibi.** Cinsiyyətli çoxalan eyni növ daxilində bir-birindən təkamül prosesində qazanılmış morfoloji, fizioloji xüsusiyyətləri və xüsusilə, həyatilik qabiliyyətinə görə fərqlənən iki cinsiyyətə – erkək və dişiyə rast gəlinir. Ümumi şəkildə götürsək, erkək və dişilər 100/100 nisbətində doğulur ki, bu da genetikada analizədiçi çarpazlaşmada (Aaxaa) meydana gələn 1/1 nisbətinə oxşayır. Cinsiyyət nisbəti müxtəlif yaşlarda dəyişilir. Məsələn, insan populyasiyalarında cinsiyyətlərin ikincili nisbəti yenidoğulmuşlarda 100 qız və 100 oğlandan təşkil olunur, 16-18 yaşlarında bu nisbət bərabərləşir, 50 yaşında 100 qadın 85 kişi və 80 yaşında 100 qadın, 50 kişidən ibarət olur.

Bəzi heyvan və bitkilərdə II və III cinsiyyət nisbəti müxtəlif növlərdə kəskin dərəcədə tərəddüd edir (embrional inkişafda I cinsiyyət nisbəti, anadan doğulduqda II cinsiyyət nisbəti, yaşlı halda III cinsiyyət nisbəti adlanır). Bəzi milçəklərdə yalnız dişilərdən ibarət populyasiyalar mövcuddur. Bu cür yalnız dişilərdən ibarət populyasiyalar partenogenetik yolla çoxalan həşərat növlərində və digər heyvanlarda da rast gəlinir.

Təkamülün müxtəlif pillələrində olan orqanizmlərin müqayisəli öyrənilməsi göstərir ki, cinsiyyətli çoxalmanın ən qədim forması ikicinslilik olmuşdur, bu zaman fərd iki tip qamet hazırlamağa qadir olur. Ayrı-ayrı cinsiyyətlilik əmələ gələndən sonra

bu xüsusiyyət itirilir. Lakin müxtəlif heyvan və bitkilərin embrioloji, anatomik, fizioloji və biokimyəvi xüsusiyyətlərinin öyrənilməsi göstərmişdir ki, iki cinsiyyət ayrıldıqdan sonra hər bir fərd dişi və ya erkək istiqamətində inkişaf etmə qabiliyyətini saxlayır və hansı tərəfə meyllilik üstün olarsa, bu və ya digər cinsiyyət əmələ gəlir.

Ümumiyyətlə, cinsiyyətin formalaşması müxtəlif yollarla baş verir: proqam, sinqam, epiqam. Proqam formalaşmada cinsiyyət mayalanmadan əvvəl təyin olunur. Məsələn, bəzi qurdlarda dişi iki cür yumurta əmələ gətirir: sitoplazma ilə zəngin olan iri və sitoplazması az olan xırda. Mayalanmadan sonra birincilərdən dişi, ikincilərdən isə erkək əmələ gəlir. Sinqam formalaşmada cinsiyyət mayalanma prosesində müəyyən edilir. Epiqamda isə cinsiyyət xarici amillərin təsiri ilə müəyyənləşir. Misal olaraq dəniz qurdu bonelliyanı (*Bonellia viridis*) göstərmək olar. Suda sərbəst üzən bonelliyanın sürfəsi dənizin dibinə sancılarda dişiyə çevrilir. Əgər sürfə dişinin xortumcuğuna düşsə, o, xüsusi xortumcuqla ifraz olunan maddələrin təsiri altında erkəyə çevrilir və dişinin cinsiyyət üzvlərinə keçir. Nadir hallarda epiqamlıq bitkilərdə də rast gəlinir. Məsələn, yapon erizemasının iri kök yumrusundan çoxalma zamanı dişi çiçəklər, xırdalarından isə erkək çiçəklər əmələ gəlir. Ümumiyyətlə, cinsiyyətli proses yeni kombinasiyaların əmələ gəlməsinə səbəb olur, bu da irsi dəyişkənlik imkanlarını artırır.

## **7.2. Populyasiyaların əsas genetik – təkamül xüsusiyyətləri**

Üzvi aləmin tarixi inkişafının mexanizmlərini ilk dəfə açan və onun əsas amillərini və hərəkətverici qüvvələrini kəşf edən Ç.Darvin (1809–1882) olmuşdur. Onun klassik əsəri «Növlərin mənşəyi...» ilk dəfə 1859–cu ildə dərc olunmuşdur. Darvin üzvi aləmdə dəyişkənlik hadisəsinin geniş yayıldığını və canlıların bütün əlamət və xassələrinə toxunduğunu göstərir. Darvin sübut etmişdir ki, canlılar aləmində iki bir-birinə tamamilə oxşar fərd tapmaq olmaz. Təbii populyasiyalarda irsi dəyişkənliyin geniş yayılması Darvin nəzəriyyəsinin əsas sübutlarından biri olmuşdur. Darvinə görə dəyişilmiş əlamətlər faydalı olduqda, bu əla-

mətlərə malik fərdlər başqa fərdlərə nisbətən yaşamaq uğrunda mübarizədə üstünlük qazanır və həyat şəraitinə daha yaxşı uyğunlaşır. Onların qalıb yaşamaları və nəsil vermə imkanları daha da artmış olur. Bunun nəticəsi olaraq nəsillər keçdikcə faydalı əlamətlər toplanır, zərərli əlamətlər isə sıxışdırılır, aradan götürülür və get-gedə faydalı əlamətlər daşıyan fərdlərin sayı artır. Mühitə uyğunlaşa bilənlərin qalıb yaşamalarını və uyğunlaşa bilməyənlərin sıxışdırılmasını Darvin *təbii seçmə* adlandırmışdır. Başqa sözlə desək, dəyişkənlik təkamül üçün material verir, təbii seçmə isə mühitə uyğunlaşanları saxlayır.

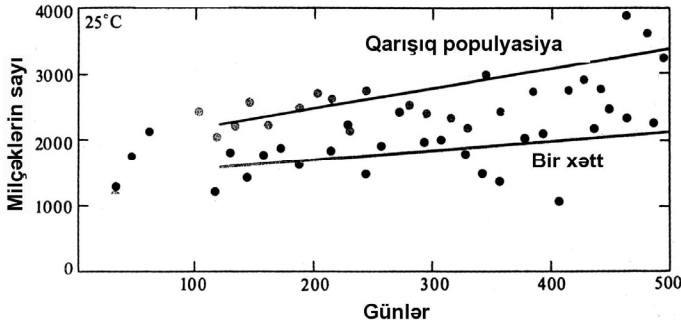
Genetik dəyişkənlik təkamülün əsas şərtlərindən biridir. Güman edək ki, bir populyasiyada müəyyən lokus üzrə bütün fərdlər homoziqotdur. Bu halda həmin lokusa görə allellərin tezliyi nəsildən-nəslə dəyişilmir və təkamül mümkün olmur. İndi güman edək ki, digər populyasiyada müxtəlif fərdlər eyni lokusda iki, fərqli allel daşıyır. İkinci populyasiyada həmin lokus üzrə təkamül tam mənada mümkün olur, bu da bir allelin tezliyinin digərinin hesabına artması nəticəsində baş verir. Dəyişilmiş lokuslar və onların daxilindəki allellər nə qədər çoxdursa, bir allelin tezliyinin digərinin hesabına dəyişilmə imkanı o qədər artıq olacaq. Əlbəttə, həmin əlamət yalnız faydalı olduqda, təbii seçmə üçün əlverişli şərait yaranır. Cədvəl 7.2 populyasiyada genetik dəyişkənlik ilə təbii seçmə nəticəsində baş verən təkamülün sürəti arasında olan əlaqəni göstərir.

**Cədvəl 7.2.** Popondettadan (Yeni Qvineya) və Sidneydən (Avstraliya) olan *Drosophila serata*-nın laboratoriya populyasiyalarında genetik dəyişkənlik dərəcəsi və təkamül sürəti arasında korrelyasiya

Populyasiya	Populyasiyada milçəklərin orta sayı	Bir nəsildə milçəklərin sayının artma sürəti (orta)
Təcrübə 25 <sup>0</sup> Bir xətt ( <i>Popondetta</i> )	1862±79	31,5±13,8
Qarışıq xətt ( <i>Popondetta</i> × <i>Sidney</i> )	2750±112	58,5±17,4
Təcrübə 19°C Bir xətt ( <i>Popondetta</i> )	1724±58	25,2±9,9
Qarışıq xətt ( <i>Popondetta</i> × <i>Sidney</i> )	2677±102	61,2±13,8

Təkamül sürəti 25 nəsil müddətində populyasiyanın dəyişkənlik sürəti ilə qiymətləndirilmişdir.

Şəkil 7.1-də 25°C-də aparılan təcrübənin nəticələri əks olunmuşdur (Ayala F., Kayger C., 1988).



Şəkil 7.1. *Drosophila serata*-nın laboratoriya populyasiyalarında genetik dəyişkənlik dərəcəsi ilə təkamül sürəti arasında korrelyasiya

Təcrübədə alınan nəticələrə əsasən, həm 19°C, həm də 25°C-də milçəklərin sayı qarışıq, yəni müxtəlif genotiplərdən ibarət olan populyasiyada daha çoxdur (1,5–2,5 dəfə). Digər əlamət (bir nəsilə milçəklərin artma sürəti) üzrə də qarışıq populyasiya üstünlük təşkil edir.

**Populyasiyada genlərin və genotiplərin tezliyi.** Hər bir populyasiyanın genetik quruluşu genlərin və genotiplərin yayılma tezliyi, baş verən mutasiyalar və onların genotipdə təzahürü ilə xarakterizə olunur. Genofondun dəyişkənliyini genlərin və ya genotiplərin tezliyi ilə təsvir etmək olar. Müəyyən genotiplərlə onlara münasib fenotiplər arasındakı nisbəti bildikdə, fenotiplərin tezliyi əsasında genotiplərin sıxlığını təyin etmək mümkündür.

İnsan populyasiyasında MN qan qrupunun Avstraliya aborigenləri arasında yayılmasını tədqiq etmişlər (cədvəl 7.3). Populyasiyada genotiplərin və allellərin tezliyi hesablanmışdır. 730 aborigendən 22-si M, 216-sı MN, 492-si N qan qruplarının daşıyıcısı olmuşdur. Qan qruplarının və müvafiq genotiplərin tezliyini həmin göstəricilərə malik fərdlərin sayını populyasiyada olan fərdlərin ümumi sayına bölməklə təyin etmək olar. Genotiplərin tezliyi

$$L^mL^m : 22/730=0,030; \quad L^ML^M : 216/730 = 0,296;$$

$$L^N L^N : 492/730 = 0,674$$

olmuşdur. Burada allellərin tezliyi də təyin olunur.  $L^M L^M$  genotipli fərdlər iki allel daşıyıcısı olduqlarından, onların populyasiyada sayı  $(22 \cdot 2) + 216 = 260$  olacaqdır. Bütün allellərin populyasiyada ümumi sayı  $2 \cdot 730 = 1460$ -dir. Beləliklə,  $L^M$  allelinin tezliyi  $260/1460 = 0,178$ , müvafiq olaraq,  $L^N$  allelinin tezliyi  $(2 \cdot 492) + 216 = 0,822$  olur.

**Cədvəl 7.3.** Avstraliya aborigenlərindən ibarət populyasiyada MN sistemində qan qruplarının sıxlığı

Qan qrupları	Genotip	Miqdarı	Sıxlığı
M	$L^M L^M$	22	0,030
MN	$L^M L^N$	216	0,296
N	$L^N L^N$	492	0,674
Cəmi		730	1,000

Populyasiyada genetik dəyişiklikləri təsvir etmək üçün daha çox allellərin tezliyi hesablanır, belə ki, genotiplərin sayı allellərin sayından, adətən, artıq olur. Populyasiyada bir lokus üzrə iki allel olduqda, mümkün olan genotiplərin sayı üçə, üç allel olduqda – altıya, dörd allel olduqda – ona bərabərdir. Ümumiyyətlə, bir lokus üzrə allellərin sayı  $k$ -ya bərabədirsə, mümkün genotiplərin sayı  $k(k+1)/2$  olacaqdır.

**Təsadüfi çarpazlaşma. Hardi-Vaynberq qanunu.** Panmiktik populyasiyada fərdlərin cütləşməsi sərbəst getdiyindən, əlamətlərin irsiliyi xromosom və genlərin meyoza prosesində paylanması, mayalanma zamanı qametlərin təsadüfi birləşməsi mexanizmi əsasında baş verir. İrsən nəsələ əlamət deyil, genetik sistemlə təyin olunan reaksiya norması keçir. Orqanizmlərin reaksiya norması onların genotipi ilə tənzim olunur və dəyişkən şəraitdə müəyyən hədd dairəsində fenotiplərin dəyişilməsini təmin edir.

Məlum olduğu kimi, orqanizmdə bu və ya digər əlamətin inkişafı bir, iki deyil, bir çox genlərin mürəkkəb və qarşılıqlı təsiri (polimeriya) sayəsində meydana çıxır. Həmçinin bir gen bir sıra əlamətlərin inkişafına təsir göstərə bilər (pleyotropiya).

İlk dəfə populyasiyanı genetik cəhətdən tədqiq edən Dani-



marka alimi B. İohansen olmuşdur. B.İohansen (1903) sübut etmişdir ki, yalnız genotiplər qarışığı olan heterogen populyasiyalarda seçmə səmərəli ola bilər, təmiz xətlərdən ibarət populyasiyalara isə seçmə heç bir təsir göstərmir. S.S. Çetverikov populyasiyaların genetik quruluşunu tədqiq edərək göstərmişdir ki, hər bir populyasiya mutasiyalarla zəngindir. Populyasiyanın genetik tərkibi xarici mühitin təsiri olmadan dəyişilmir və müəyyən tarazlıqda saxlanılır. Fərdləri sərbəst çarpazlaşan populyasiyalarda əlamətlərin irsiliyi ilk dəfə Hardi (ingilis) və Vaynberq (alman) tərəfindən izah olunmuşdur. Hardi-Vaynberq qanununa görə elementar təkamül prosesləri olmadıqda, yəni populyasiyaya mutasiya, seçmə, miqrasiya, genetik dreyf təsir göstərmədikdə, genlərin tezliyi nəsildən-nəslə dəyişilmədən qalır.

Fərz edək ki, hər hansı bir populyasiyada eyni genin müxtəlif allellərinə görə homoziqotların, yəni AA və aa formalarının miqdarı eynidir. p və q tezlikli iki A və a allelləri aşağıdakı düstura uyğun olaraq, üç mümkün genotipi əmələ gətirəcəklər:

$$(p+q)^2 = \begin{matrix} p^2 & + & 2pq & + & q^2 \\ A & a & AA & Aa & aa \end{matrix}$$

p, q və r tezlikli üç – A<sub>1</sub> A<sub>2</sub> A<sub>3</sub> allelləri mövcud olduqda, genotiplərin tezlikləri aşağıdakı kimi təyin olunacaq:

$$(p + q + r)^2 = \begin{matrix} p^2 & + & q^2 & + & r^2 & + & 2pq & + & 2pr & + & 2qr \\ A_1 A_1 & A_2 A_2 & A_3 A_3 & A_1 A_2 & A_1 A_3 & A_2 A_3 \end{matrix}$$

Allellərin sayı dəyişildikdə analogi üsulla genotiplərin tezliyini təyin etmək olar. Həmin qanunun mahiyyətini daha aydın izah etmək üçün sadə bir misala nəzər salmaq. Fərz edək ki, müəyyən lokusdakı iki A və a alleli dişi və erkəklərdə eyni tezliklə (p-A, q-a) rast gəlinir. Populyasiyada fərdlər sərbəst cütləşsə, həmin qamətlərin eyni ehtimalla görüşüb mayalanmasından aşağıdakı cədvəl 7.4-də verilmiş kombinasiyalar gözlənilir. Onda hər genotipin allellərinin tezliyi müvafiq allellərin vurma hasilinə bərabər olar.

Başqa bir misalda p=0,7 və q=0,3 olduqda, genotiplərin tezliyi Hardi-Vaynberq qanununa görə şəkil 7.2-də göstəriləni kimi dəyişəcəkdir.

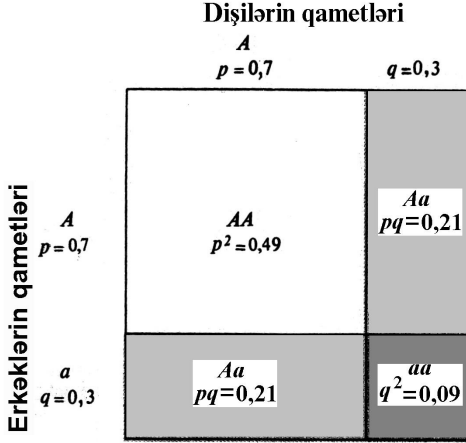
**Cədvəl 7.4.** İki allelə görə Hardi-Vaynberq tarazlığı

♀ \ ♂	p (A)	q (a)
p (A)	$p^2$ (AA)	pq (Aa)
q (a)	pq (Aa)	$q^2$ (aa)

Nəzərə alsaq ki, bütün allellərin sıxlığı və bütün genotiplərin tezliklərinin cəmi 1-ə bərabərdir, bir lokus p və q tezlikli iki alleldən ibarət olduqda,  $p+q=1$ , uyğun olaraq  $p^2+2pq+q^2=(p+q)^2=1$ , p, q, r tezlikli üç alleldən təşkil olunduqda,  $p+q+r=1$  və nəticədə  $(p+q+r)^2=1$  olacaq.

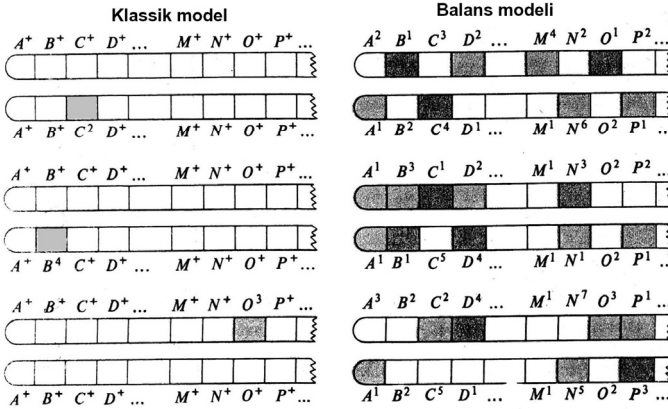
Hardi-Vaynberq qanunu insan populyasiyalarında bir çox xəstəliklərin tezliyinin təyini üçün tətbiq olunur. Albinosluq insanda nadir rast gəlinən, resessiv genlərlə təyin olunan, irsi xəstəlikdir. Əgər piqmentasiyanın normal alleli A və albinizm alleli a ilə işarə olunsay, onda albinoslara genotipləri aa, normal piqmentasiyalı insanların genotipləri isə AA və Aa olacaq. Güman edək ki, insan populyasiyalarında albinoslara rastgəlmə tezliyi 10000-də birdir. Hardi-Vaynberq qanununa görə aa homoziqotlarının tezliyi  $q^2=0,0001$ , onda  $q=\sqrt{0,0001}=0,01$  olacaq. Burada normal allelin tezliyi  $p=1-q=1-0,01=0,99$ -a bərabərdir. Normal piqmentasiya olan insanların genotipləri (AA)  $p^2=0,99^2=0,98$ , Aa isə  $2pq=2\cdot 0,99\cdot 0,01 \approx 0,02$  tezliklərdə rast gəlinəcək. Nəticədən görüldüyü kimi, heteroziqot vəziyyətdə resessiv a alleli 100 dəfə homoziqotlardan çoxdur. Alınan nəticə resessiv allellərə qarşı seçmənin uyğunsuzluğunu göstərir. Belə ki, irqlərin yaxşılaşdırılması ideyası ilə resessiv homoziqotları populyasiyadan kənarlaşdırmaq istədikdə və resessiv allelin başlanğıc tezliyi 0,01 olduqda, onu 0,001-ə çatdırmaq üçün 900 nəsil, 0,0001-ə çatdırmaq üçün 9900 nəsil lazım olacaq.

Hardi-Vaynberq qanunu aşağıdakı şərtlər daxilində: 1. populyasiyalarda fərdlərin cütləşməsi və qamətlərin birləşməsi təsadüfi baş verərsə; 2. populyasiyada mutasiyalar seyrək şəkildə baş verərsə; 3. populyasiya çoxfərdli olduqda; 4. populyasiyanın müxtəlif genotipləri eyni həyatilik və nəsil vermək qabiliyyətinə malik olduqda tətbiq oluna bilər.



**Şəkil 7.2.** Hardi-Vaynberq qanununa əsasən allellərin tezliylə genotiplərin sıxlığı arasında mövcud olan qarşılıqlı əlaqələrin həndəsi təsviri

**Populyasiyanın quruluşunun iki modeli.** Populyasiyanın quruluşu haqqında iki fərziyyə irəli sürülür. Klassik modelə görə populyasiyanın genetik dəyişkənliyi çox az, balans modelinə görə isə çox yüksəkdir (şəkil 7.3).



**Şəkil 7.3.** Populyasiyanın genetik quruluşunun iki modeli

Klassik modelə görə lokusların əksəriyyəti vəhşi tipin allellərini daşıyır. Bundan əlavə, populyasiyanın genofondunda mu-

tasiya nəticəsində əmələ gələn və çox aşağı səviyyədə saxlanılan zərərli allellər də vardır. Buna uyğun olaraq, tipik fərd lokuslarına görə homoziqotdur, əsasən vəhşi tipin allellərini daşıyır və yalnız bir neçə lokusda mutant allelə görə heteroziqot ola bilər. Təkamül isə o zaman baş verir ki, hərdənbir uğurlu allel əmələ gəlir və o, təbii seçmənin təsiri altında tədricən artır. Yeni allel vəhşi allelə çevrilərək köhnə alleli aradan qaldırır.

Balans modelinə əsasən, bir çox lokuslarda müxtəlif tezlikli bir sıra allellər mövcud olur. Buna uyğun olaraq, populyasiyalarda lokusların əksəriyyəti heteroziqotdur və fərdlər bir çox lokuslarına görə fərqlənir. Balans modeli klassik modelə uyğun olaraq, bir çox mutant allellərin zərərli olmasını qəbul edir. Balans nəzəriyyəsi çərçivəsində təkamül eyni zamanda bir çox allellərin tezliyi və tiplərinin dəyişkənliyi ilə səciyyələnir. Lakin allellər bir-birindən təcrid olaraq fəaliyyət göstərmir. Hər bir lokusun allelləri digər lokusların allelləri ilə koadaptiv olur və bir lokusda allel tezliyinin sıxlığının dəyişilməsi digər lokuslarda da dəyişikliyə səbəb olur.

Biz artıq bilirik ki, populyasiyalarda əhəmiyyətli dərəcədə genetik dəyişkənlik müşahidə olunur. Lakin bunu sübut edən dəlillər bilavasitə keçən əsrin 60-cı illərində əldə olunmuşdur.

Hər bir növ daxilində müxtəlif orqanizmlər morfoloji əlamətlərinə görə fərqlənir. Məsələn, insan populyasiyalarında üzün cizgilərinə, dərinin rənginə, saçın forma və rənginə, bədən quruluşuna, boy və çəkiyə, qan qruplarına və digər əlamətlərə görə dəyişkənlik müşahidə olunur (şəkil 7.4). Eyni qanunauyğunluq bitki və heyvan populyasiyalarında da müşahidə edilir. Genetiklər müəyyən etmişlər ki, təbii populyasiyalarda genetik dəyişkənlik müşahidə olunan morfoloji dəyişkənlikdən olduqca çoxdur. Bu nəticə yaxın qohum orqanizmlərin çarpazlaşdırılmasından əldə olunmuşdur. İnbredinq zamanı nəsildə resessiv homoziqotların artması müşahidə olunur. İnbredinq vasitəsi ilə müəyyən olunmuşdur ki, hər bir drozofilin genotipində bir çox gizli resessiv allellər vardır ki, onlar homoziqot vəziyyətdə təzahür edir. Eyniliklə bir çox bitkilərin genotipində resessiv vəziyyətdə allellər mövcuddur ki, onlar homoziqot vəziyyətə keçməklə xlorofil sintezini pozur və ya onun tamamilə dayanmasına səbəb olur. İnbredinq orqanizmlərdə həyatiliyə və nəsilvermə qabiliyyətinə eyni

zamanda təsir edən xüsusi allellərin aşkar olunmasına imkan yaradır. Genetik dəyişkənliyin geniş yayılmasına dair əsaslı nəticələr süni seçmə yolu ilə aparılan təcrübələrdən əldə edilmişdir. Süni seçmədə yalnız müəyyən əlamətlərə görə üstünlük təşkil edən fərdlər iştirak edirlər. Əgər bir neçə nəsil ərzində həmin əlamət seçmə istiqamətində artırsa, deməli, həmin populyasiyada bu əlamətə görə müəyyən genetik dəyişkənlik mövcuddur. Məsələn, 30 il ərzində süni seçmə nəticəsində «ağ leqqorn» cinsində yumurtlama qabiliyyəti iki dəfə artmışdır. Süni seçməni əks istiqamətdə də aparmaq olar. Məsələn, qarğıdalının müxtəlif xətlərində toxumda zülalın miqdarı 10,9%-dən 19,4%-ə qədər artmış, əks istiqamətdə seçmə aparıldıqda isə 10,9%-dən 4,9%-ə qədər azalmışdır.



**Şəkil 7.4.** İnsan populyasiyalarında müəyyən edilmiş dəyişkənlik

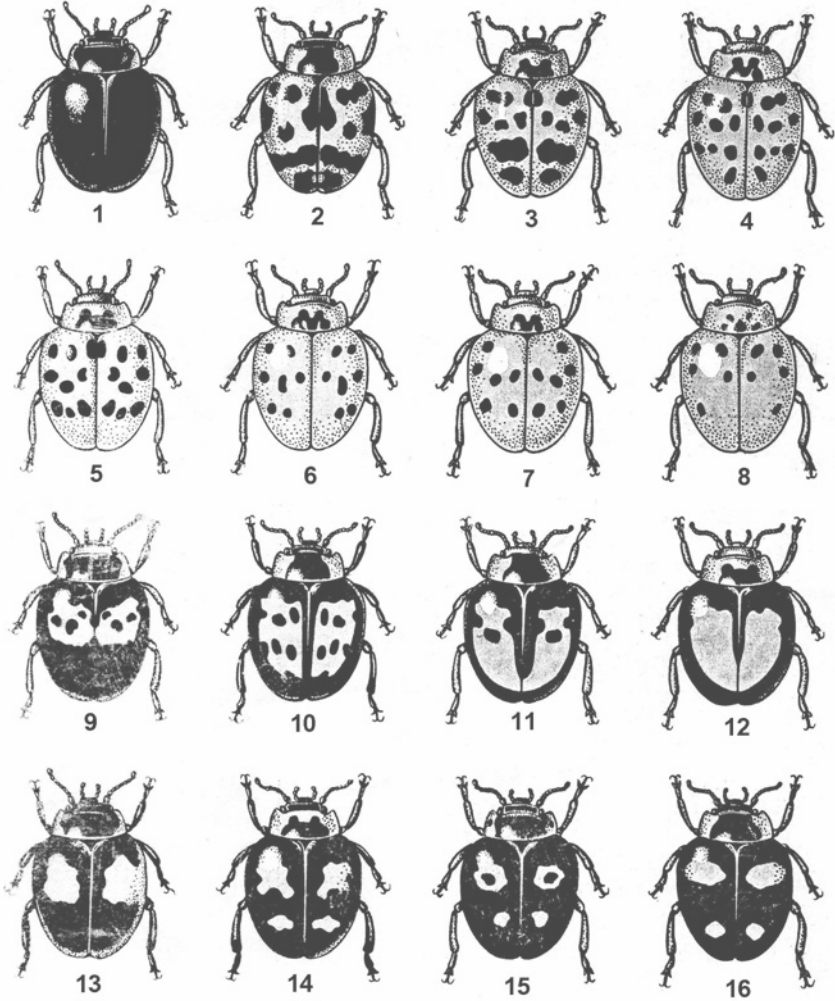
Balans modelinin tərəfdarları süni seçmənin praktiki cəhətdən uğurunu populyasiyalarda hər bir əlamət üzrə genetik dəyişkənliyin olmasının sübutu kimi istifadə edirlər.

**Genetik dəyişkənliyin qiymətləndirilməsi.** Genetik dəyişkənliyin təbii populyasiyalarda geniş yayılması təkamül üçün əlverişli şərait yaradır. Təbii ki, populyasiyalarda genetik dəyişkənliyin qiymətləndirilməsi mühüm məsələ olaraq meydana çıxır. Məsələn, müəyyən populyasiyada tipik fərddə polimorf lokusların və heteroziqot lokusların payının az olması böyük maraq

kəsb edir. Lakin həmin suallara genetik analizlərin önəmi üsullarından istifadə edərək cavab vermək mümkün deyildir.

Yaranmış vəziyyətdən çıxış yolu molekulyar genetikanın nailiyyətləri sayəsində mümkün oldu. Məlumdur ki, quruluş genlərinin DNT-nin nukleotid ardıcılıqlarında kodlaşan genetik informasiya translyasiya zamanı polipeptidləri əmələ gətirən amin turşuları ardıcılıqlarında təzahür edir. Biz populyasiyadakı dəyişkənlik haqqında heç bir məlumat almadan müəyyən zülalları ayırıb onları analiz edə bilərik. Həmin zülallar onları kodlaşdıran quruluş genlərini ifadə edir. Əgər bu və ya digər zülal bütün fərdlərdə eyni olarsa, deməli, onu kodlaşdıran quruluş genləri də oxşardır və populyasiyada həmin genlərə görə dəyişiklik yoxdur. Yaxud əksinə, populyasiyadakı fərdlər zülalların quruluşuna görə fərqlənirlərsə, deməli, onları kodlaşdıran gen də dəyişmişdir. Beləliklə, tədqiq edilən zülalın müxtəlif formalarını təyin etməklə onların sıxlığını və dəyişkənlik dərəcəsini müəyyənləşdirmək mümkün olur. Həmin problemin həll edilməsində istifadə olunan digər üsul müxtəlif fərdlərin homoloji genlər seçimində DNT-nin nukleotid ardıcılıqlarının təyiniidir. Elektroforez üsulunun tətbiqi genetik dəyişkənliyin əmələ gəlməsində iştirak edən tədqiq olunan hər bir zülalın allellərinin sayını, müxtəlif tiplərdə homoziqot və heteroziqotların nisbətini təyin etməyə imkan yaradır. Populyasiyanın genetik dəyişkənliyinin kəmiyyətə qiymətləndirilməsində genetik dəyişkənliyin iki ölçüsü – polimorfluq və heteroziqotluğun təyindən daha geniş istifadə olunur.

**Polimorfluq və heteroziqotluq.** Populyasiya daxilində eyni genin allelləri çox olduqda müxtəlif kombinasiyalar əmələ gəlir və populyasiya daxilində bir-birindən fərqlənən formalar meydana çıxır. Populyasiyada eyni genin allel çoxluğu nəticəsində müxtəlif genotiplərin əmələ gəlməsi *polimorfizm* adlanır. Polimorfizm canlıların morfoloji, fizioloji, biokimyəvi və s. əlamətlərində təzahür olunur. Polimorfizmə misal olaraq ilbizlərin çanağının rəngini və üzərində olan naxışların müxtəlifliyini, kəpənəklərin qanadlarının rəngini, quşların rəngbərəng tük örtüyünü, parabizənlərin qanadüstünün fərqli rəngini göstərmək olar (şəkil 7.5).



**Şəkil 7.5.** Parabizənlərin (*Harmonia oxymorpha*) qanadüstlərinin rəngində növdaxili morfoloji dəyişkənlik. Həmin növ Sibirə, Çində, Koreyada, Yaponiyada məskunlaşır. Qara rəng (1) daha çox qərbi və mərkəzi Sibirə yayılmışdır. Lakin şərqə getdikcə populyasiyalar daha çox polimorf olur və bu zaman sarı fonda qara ləkəli parabizənlərin sıxlığı artır (2-8). Qara rəngdə sarı ləkələr 9-12-ci fenotiplərdə müşahidə olunur. Qara fonda qırmızı ləkələri olan (13-16) parabizənlərə yalnız Uzaq Şərqdə rast gəlinir. Populyasiya daxilində müxtəlif fenotiplərin mövcudluğu onların fərqli adaptasiya qabiliyyəti ilə əlaqədardır.

Bitkilər çox zaman çiçəklərin rənginə, naxışına, toxumların ölçüsü, rəngi və formalarına, böyümə və inkişafın xüsusiyyətlərinə görə bir-birindən fərqlənir. Dağlıq və aran şəraitində eyni bitkinin dəyişilmiş formalarına rast gəlinir. Dağ şəraitində bitkilərin gövdəsi qısa, yarpaqları gövdənin kökə yaxın sahəsində, kökləri isə dərinə yerləşmiş olur. Dərədə bitən eyni növ bitkilərin gövdəsi uzun, kök sistemi torpağın üst qatına yaxın yerləşir. Bu cür dəyişkənliklər adaptiv xarakter daşıyır.

Molekulyar genetikanın inkişafı ilə əlaqədar polimorfizmi yeni baxımdan, genetik aparatda baş verən dəyişkənliklər səviyyəsində tədqiq etmək imkanları yaranmışdır. Elektroforez üsulunun köməyi ilə müəyyən edilmişdir ki, təbii seçmə bir çox genlərə zəif təsir göstərir. Eyni zamanda müəyyən olunmuşdur ki, populyasiyaların genofondunun dəyişilmə imkanları çox yüksək potensiala malikdir. Populyasiyalarda ətraf mühit şəraiti dəyişilən zaman müəyyən genlərin yeni kombinasiyaları və yaxud bir neçə nəsil ərzində yeni reaksiya norması olan genotiplərin əmələ gəlməsi mümkündür.

Hazırda hər bir populyasiyada gizli dəyişkənliyin böyük ehtiyatının olması məlumdur. İzofermentlərin elektroforetik analizi göstərmişdir ki, drozofil, siçan və insan populyasiyalarında 50%-ə qədər lokuslar polimorfdir. Populyasiyaların genetik dəyişkənliyini xarakterizə edən polimorfluğun (P) və heteroziqotluğun (H) elektroforez üsulu ilə təyin olunmasına aid bir neçə misal göstərək. Güman edək ki, dörd populyasiyanın 30 lokusunda polimorfluq öyrənilmişdir. Birinci populyasiyada 30 lokusdan 18-i polimorfdir, bu halda biz deyə bilərik ki, həmin populyasiya  $18/30=0,6$  lokus üzrə polimorfdir. Digər üç populyasiyada 30 lokusdan 15, 16, 14 lokusda polimorfluq müəyyən olunmuşdur. Həmin populyasiyaların polimorfizmi, müvafiq olaraq, 0,50, 0,53 və 0,47 olacaqdır. İndi dörd populyasiyanın orta polimorfluğunu hesablamaq olar:  $(0,60+0,50+0,53+0,47)/4=0,525$  (cədvəl 7.5)

Orqanizmlərin və populyasiyaların genetik, morfoloji və biokimyəvi heterogenliyi geniş yayılmışdır. Heterogenlik hər bir həyat səviyyəsində mövcuddur və adaptiv əhəmiyyətə malikdir. Orqanizmlərin heteroziqotluğu heterogenliyin ayrıca bir forması



**Cədvəl 7.5.** Dörd populyasiyada orta polimorfluğun hesablanması

Populyasiya	Lokusların sayı		Polimorfluq
	polimorfluq	ümumi	
1	18	30	$18/30=0,60$
2	15	30	$15/30=0,50$
3	16	30	$16/30=0,53$
4	14	30	$14/30=0,47$
			Orta 0,525

kimi qiymətləndirilir. Heteroziqotluğun izah edilməsi üçün yenə də bir misala müraciət edək. Güman edək ki, populyasiya dörd lokus üzrə tədqiq edilmiş və heteroziqotluğun tezliyi 0,25, 0,42, 0,09 və 0 olmuşdur (cədvəl 7.6). Bu zaman populyasiyada heteroziqotluğun orta qiyməti  $(0,25+0,42+0,09+0)/4=0,19$  və ya 19% olacaqdır. Bir neçə populyasiyanın heteroziqotluğu təyin olunduqda, biz hər populyasiyanın heteroziqotluğunu ayrılıqda hesabladıqdan sonra alınan nəticələri toplamalıyıq. Məsələn, dörd populyasiyanın heteroziqotluğu 0,19; 0,15; 0,13 və 0,17 olduqda, populyasiyalar üzrə heteroziqotluq  $(0,19+0,15+0,13+0,17)/4=0,16$ , yəni 16% olacaqdır.

**Cədvəl 7.6.** Dörd populyasiya üzrə heteroziqotluğun hesablanması

Lokus	Fərdlərin sayı		Heteroziqotluluq
	heteroziqotlar	ümumi	
1	25	100	$25/100=0,25$
2	42	100	$42/100=0,42$
3	9	100	$9/100=0,09$
4	0	100	$0/100=0$
			Orta: 0,19

Populyasiya genetikləri çox zaman heteroziqotluğu genetik dəyişkənliyin əsas göstəricisi kimi qiymətləndirirlər. Lakin öz-özünü tozlayan bitkilərin populyasiyalarında və yaxın qohumluq əlaqələrinin mövcud olduğu populyasiyalarda heteroziqotluqdan dəyişkənlik ölçüsü kimi istifadə etmək olmaz. Belə ki, bu cür populyasiyalarda bir çox fərdlər homoziqotdur. Mövcud çətinliyi

aradan qaldırmaq üçün allellərin tezliyi nəzərə alınmaqla gözlənilən heteroziqotluq ( $H_{gözl}$ ) hesablanır. Güman edək ki, populyasiyada dörd allel var və sərbəst çarpazlaşma nəticəsində onların sıxlığı  $f_1, f_2, f_3, f_4$ -ə bərabərdir. Həmin lokus üçün gözlənilən heteroziqotluq  $H_{gözl}=1-(f_1^2+f_2^2+f_3^2+f_4^2)$  düsturu üzrə hesablanacaqdır. Məsələn, bu allellərin tezlikləri 0,5, 0,30, 0,10 və 0,10 olarsa, gözlənilən heteroziqotluq  $H_{gözl}=1-(0,50^2+0,30^2+0,10^2+0,10^2)=1-(0,25+0,09+0,01+0,01)=0,64$  bərabər olacaqdır.

İnsan populyasiyalarında genetik dəyişkənliyin təyini üçün elektroforez üsulundan istifadə edilir. Məsələn, insanın Avropa populyasiyasında müxtəlif fermentləri kodlaşdıran 71 lokusu tədqiq edilmiş və onlardan 29-nun siyahısı cədvəl 7.7-də əks olunmuşdur.

**Cədvəl 7.7.** Avropalılar populyasiyasında elektroforez üsulu ilə 71 lokusdan 20-də heteroziqotluğu əks edən nəticələr

Lokus	Ferment	Heteroziqotluq
ACP 1	Turş fosfataza	0,52
PGM 1	Fosfoqlükomutaza-1	0,36
PGM 2	Fosfoqlükomutaza-2	0,38
AK	Adenilatkinaza	0,09
PEPA	Peptidaza-A	0,37
PEPC	Peptidaza-C	0,02
PEPD	Peptidaza-D	0,02
ADH	Adenozindezaminaza	0,11
PGD	6-fosfoqlükonatdehidrogenaza	0,05
ACP2	Qələvi fosfataza	0,53
AMY2	Amilaza	0,09
GPT	Alaninaminotransferaza	0,50
GOT	Aspartataminotransferaza	0,03
GALT	Qalaktoza-1-fosfat-uridiltransferaza-2	0,11
ADH 2	Alkoqoldehidrogenaza-2	0,07
ADH 3	Alkoqoldehidrogenaza-3	0,48
PG	Pepsinogen	0,47
ACE	Asetilxolinesteraza	0,23
ME	Alma turşusunun dehidrogenazası	0,30
HK	Heksokinaza (leykositlər)	0,05
	Orta heteroziqotluq (51 monomer lokus daxil olmaqla)	0,067

Cədvəldə fermentlərin və onları kodlaşdıran lokusların adı və müvafiq lokusların tezlikləri əks olunur. Populyasiyalarda heteroziqotluğun orta qiyməti hər lokus üzrə ümumi heteroziqotların sayına görə hesablanır.

**Təbii populyasiyalarda genetik dəyişkənlik.** Təbii populyasiyaların əksəriyyətində əhəmiyyətli dərəcədə genetik dəyişkənlik vardır. 69 bitki və 125 heyvan növünün çoxsaylı lokusları üzərində elektroforez üsulu ilə tədqiqat aparılmışdır (cədvəl 7.8). Həmin nəticələrə görə onurğalı heyvanlarda orta heteroziqotluq 6,0%, onurğasızlarda 13,4%, bitkilərdə isə 12% təşkil edir.

**Cədvəl 7.8.** Bəzi heyvan və bitki qruplarının təbii populyasiyalarında genetik dəyişkənlik

Orqanizm	Növlərin sayı	Lokusların orta sayı (bir növə görə)	Orta polimorfluq	Orta ziqotluluq
<i>Onurğasızlar</i>				
Drozofil	28	24	0,529	0,150
Arı	6	15	0,243	0,062
Digər həşərat növləri	4	18	0,531	0,151
Dəniz onurğasızları	14	23	0,439	0,124
Quru ilbizləri	5	18	0,437	0,150
<i>Onurğalılar</i>				
Balıqlar	14	21	0,306	0,078
Suda-quruda yaşayanlar	11	22	0,336	0,082
Sürünənlər	9	21	0,231	0,047
Quşlar	4	19	0,145	0,042
Məməlilər	30	28	0,206	0,051
<i>Bitkilər</i>				
Öz-özünə tozlananlar	33	14	0,179	0,058
Çarpaz tozlananlar	36	11	0,551	0,185
<i>Orta hesabla</i>				
Onurğasızlar	57	22	0,469	0,134
Onurğalılar	68	24	0,247	0,060
Bitkilər	69	13	0,345	0,121

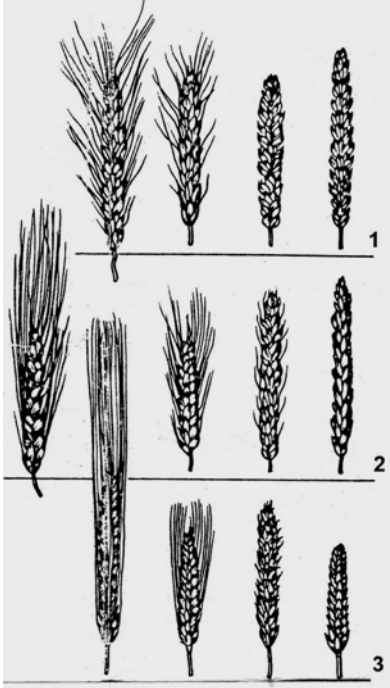
Təbii populyasiyalarda genetik dəyişkənliyi qiymətləndirmək üçün aşağıdakı üsuldən istifadə edirlər; elektroforetik tədqiqatlara görə, insan populyasiyalarında heteroziqotluq 6,7%-dir. Əgər güman etsək ki, insanın genomunda 30000 quruluş geni

vardır, onda hər insan orta hesabla  $30000 \cdot 0,067 = 2010$  lokus üzrə heteroziqot ola bilər. Buradan nəzəri gözlənilən qametlərin sayı  $2^{2010} \approx 10^{605}$ -ə bərabər olacaqdır (bir lokusa görə heteroziqot fərd iki qamet əmələ gətirir). Bu sayda qamet nəinki bir insanda, bütün bəşəriyyətdə onun tarixi boyu əmələ gələ bilməz. Müasir təsəvvürlərə görə kainatda bütün proton və neytronların sayı  $10^{76}$ -ya bərabərdir, yəni bu, hesabladığımız qametlərin tiplərinin sayından xeyli azdır.

Baxmayaraq ki, qametlərdə bütün allellərin rastgəlinmə ehtimalı eynidir, iki sərbəst əmələ gələn qamet eyni ola bilməz, o cümlədən, Yer üzərində vaxtilə və hal-hazırda yaşayan iki insan genetik cəhətdən eyni ola bilməz. Eyni qaydada bu, cinsi yolla çoxalan hər bir orqanizmə aiddir: iki müxtəlif ziqotdan əmələ gələn orqanizmlər genetik cəhətdən eyni ola bilməz.

**Homoloji dəyişkənlik.** Təkamülün genetik əsaslarının dərk edilməsində homoloji dəyişkənlik amilləri mühüm əhəmiyyət kəsb edir. Darvin öz əsərlərində dəfələrlə bu cür dəyişkənliyin, yəni bəzən müxtəlif növmüxtəlifliyi və növlərdə eyni əlamətlərin əmələ gəlməsini qeyd etmişdir. 1920-ci ildə məşhur genetik N.İ.Vavilov müxtəlif növlərin dəyişkənliyini müqayisə edərək homoloji sıralar qanunu kəşf etdi. Vavilovun qanununa görə genetik cəhətdən yaxın növlərdə və cinslərdə bir sıra irsi dəyişkənliklər də oxşar olur (şəkil 7.6).

Ümumi sistemdə cinslər bir-birinə nə qədər yaxın olarsa, onların arasındakı dəyişkənliklər də o qədər oxşar olacaqdır. Vavilov qanununun böyük nəzəri əhəmiyyəti vardır. Vavilov qanunu kəşf olunan dövrdə və sonrakı illərdə biologiya elminin inkişafına böyük təsir göstərmişdir. O, yaxın növlərdə irsi dəyişkənliyin homologiyasında genlərin homologiyasının meydana çıxmasını müəyyən etmişdir. Həmin qanunun seleksiya üçün çox böyük əhəmiyyəti vardır. Belə ki, bir növün daxilində müəyyən formalar məlum olduqda, digər oxşar formaların mövcudluğunu proqnozlaşdırmaq mümkün olur. Spontan mutasiya prosesi nəticəsində dəyişkənlik mütləqdir, istisnasız olaraq bütün canlı orqanizmlərin əlamət və xassələrinə toxunur və beləliklə, canlıların ayrılmaz xüsusiyyəti kimi meydana çıxır.



**Şəkil 7.6.** Sünbülün formasına görə yumşaq (1), bərk (2) buğdalarda və arpada (3) homoloji dəyişkənlik sıraları. Bütün hallarda qılçıqlı və qılçıqsız formalar vardır (N.İ.Vavilova görə, 1935).

### 7.3. Elementar təkamül hadisəsi

Populyasiya – təkamülün elementar quruluş vahididir. Növün, yarımövün, bir neçə yaxın populyasiyadan ibarət olan qrupların, təbii ki, öz təkamül taleyi vardır. Lakin onlar həyatın elementar (bölünən) vahidi ola bilməz. Təkamül prosesinin daima ekoloji, morfofizioloji və nəhayət, ən mühüm olan, genetik birliyi ilə səciyyələnən bölünməz vahidi – populyasiyadır. Ayrı-ayrı fərdlərin dəyişilməsi təkamül hadisəsinə gətirib çıxarmır. Dəyişilmiş fərdlər həmin növün fərdlər qrupunda olmalıdır (çoxlu nəsillər boyu). Yalnız həmin birlikdə yeni əmələ gələn irsi dəyişikliklər saxlanılır və təkamüldə əhəmiyyətli ola bilər. Buna görə də nə fərd, nə də yaxın qohum qruplar (ailə, dem və s.) təkamülün elementar vahidi ola bilməz. Sərbəst təkamülə qabil olan ən kiçik qrup – populyasiyadır.

Qeyd etdiyimiz kimi populyasiyanın ən əsas xüsusiyyətin-

dən biri genetik heterogenlikdir. Hətta yeni əmələ gələn klon və xətlər qısa bir zamanda mutasiya prosesinin təzyiqi altında qarışıq xətlərə çevrilir. Həmin heterogenlik yalnız mutasiya təzyiqinin təsiri altında əmələ gəlmir. Genotipik dəyişkənliklərin əsas mənbələrindən biri rekombinasiyalardır. Yeni rekombinasiyaların əmələ gəlməsində əsas yeri növdaxili və növarası hibridləşmələr tutur. Populyasiyalara xarici mühitin təsiri olmadıqda onların genotip tərkibi uzun zaman sabit saxlanılır. Əksinə, əgər populyasiyaya uzun müddətli təzyiq təsir edərsə, populyasiyanın genotipik tərkibi dəyişilir. Həmin təzyiq istiqamətli və dönməz olduqda, yeni elementar təkamül hadisəsi baş verir. Elementar təkamül hadisəsi hər hansı ötəri dəyişmələr deyil, populyasiyanın genotipik tərkibinin dəyişilməsi və bir genotipik tarazlıqdan digərinə keçməsidir.

Genetik səviyyədə təkamülü iki mərhələli proses kimi təsvir edilirlər. Bir tərəfdən genetik dəyişkənliyə səbəb olan – mutasiyaların əmələ gəlməsi; digər tərəfdən isə genetik dəyişkənlikləri nəsildən-nəslə ötürən təbii seçmə və genlərin dreyfi.

Təkamül yalnız irsi dəyişkənlik olduqda mümkündür, dəyişkənliklərin tedarükçüsü isə mutasiyalardır. Cinsiyyətli çoxalma zamanı xromosomların sərbəst paylanması və krossinqoverin hesabına yeni variantların sayı artır. Mutasiyalardan başqa populyasiyalarda allellərin sıxlığının dəyişilməsi təbii seçmə, populyasiyalar arasında genlərin axını (miqrasiya) və genlərin dreyfi nəticəsində baş verir.

## **İRSİ DƏYİŞKƏNLİK – TƏKAMÜLÜN ELEMENTAR MATERIALI KİMİ**

Məlumdur ki, canlı orqanizmlər yaşadıkları mühiti təşkil edən biotik və abiotik amillərin təsirinə məruz qalırlar, bu zaman orqanizm ilə onu əhatə edən mühit arasında qarşılıqlı əlaqələr formalaşır. Həmin əlaqələrin yaranmasında bioloji dəyişkənliklər mühüm rol oynayır, onların müxtəlif tipləri orqanizmlərin yaşamaq qabiliyyətini və uyğunlaşma imkanlarını müəyyən edir.

Dəyişkənlik canlı təbiətdə çox geniş yayılmış bir hadisədir. Canlılar aləmində iki, bir-birinə tam mənada oxşar fərdlərə rast gəlmək mümkün deyildir. Təbiətdə iki eyni fərdin mövcud olmadığı hələ vaxtilə Ç.Darvin tərəfindən göstərilmişdir. Hətta eyni valideynlərdən törəyən fərdlər, eyni ağacdan dərilən meyvələr müəyyən dərəcədə bir-birindən fərqlənilir. Darvin nəinki mədəni bitkilər və ev heyvanları arasında, hətta təbiətdə mövcud olan müxtəlif bitki və heyvan növlərində də dəyişkənliyin hökm sürdüyünü sübut etmişdir.

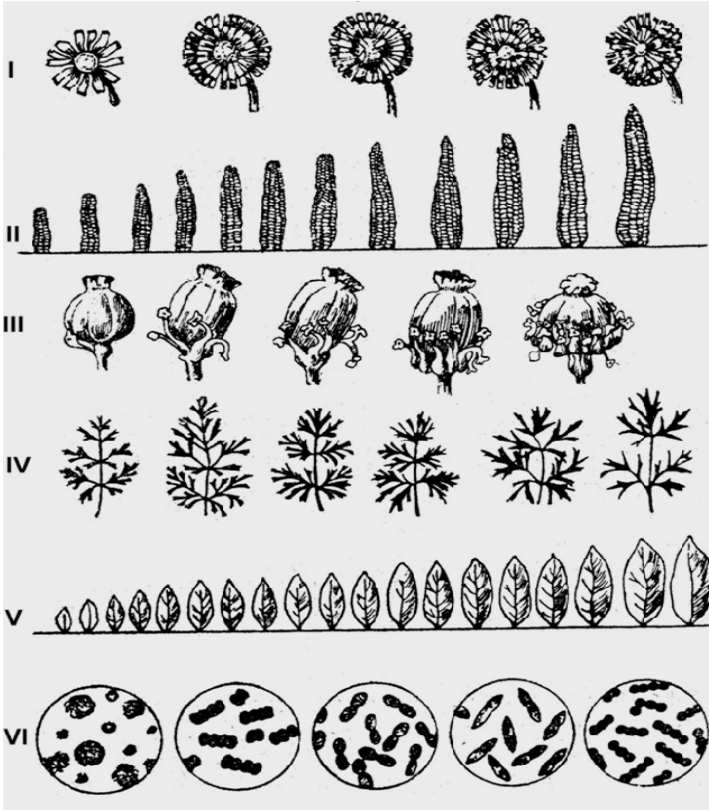
Botanik de-Kandol eyni palıd növünə mənsub ayrı-ayrı fərdlərdən olan ağaclar arasında yarpaqları ellipsoidvari, yumurta şəklində, kənarları düz və ya doğranmış, üst tərəfdən küt və ya ürəkvari, üzəri tükcüklərlə örtülü və ya sadə, çiçəklərində erkəkciklərin sayı fərqli, tozluqları şiş və ya yumru, meyvələrinin forması, sayı, yetişmə və tökülmə müddətləri olduqca müxtəlif olan formaların mövcudluğunu müşahidə etmişdir.

Zooloq Allenin tədqiqatına görə, eyni bir quş növünə mənsub olan fərdlər bir sıra əlamətləri ilə bir-birindən fərqlənilir. Uolles bir çox quşları öyrəndikdən sonra belə müəyyən etmişdir ki, eyni növə mənsub olan fərdlər bədəninin uzunluğu, dimdiyinin eni, uzunluğu, rəngi və s. etibarilə çox dəyişkən olurlar. Deməli, yabanı və mədəni halda yaşayan bütün bitkilər (şəkil 8.1) və heyvanlar (şəkil 8.2) aləmində dəyişkənlik hadisəsi geniş yayılmışdır.

Bir sözlə, canlı orqanizmlər xarici və daxili amillərin təsiri altında daima dəyişkənliyə uğrayırlar. Hətta mütləq sıfır temperaturunda ( $-273^{\circ}\text{C}$ ) elektronlar orbitlərində hərəkət edir və

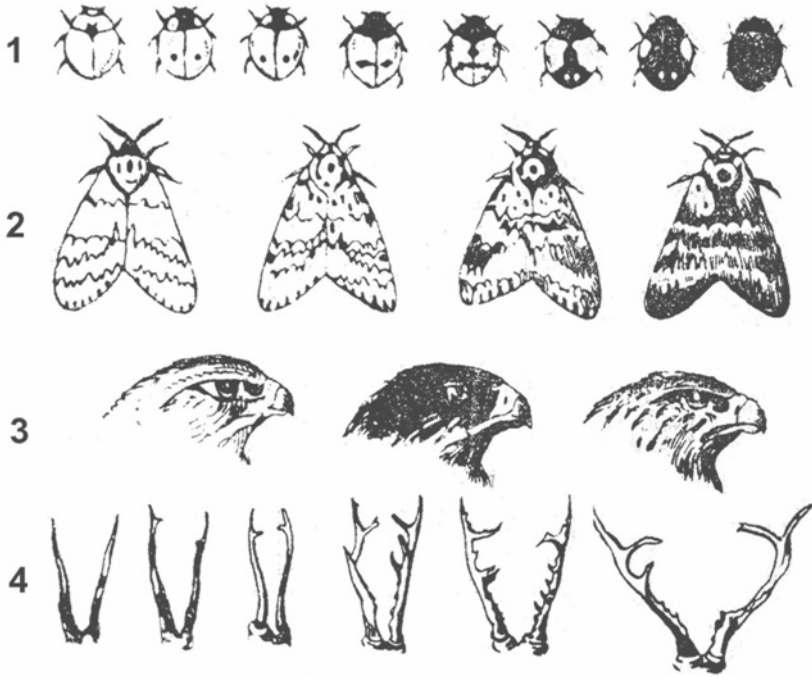
atomların termiki fluktuasiyası dayanmır. Atomların fluktuasiyası statistik olaraq qaçılmazdır və spontandır, bu da hərdən-bir genetik kodun pozulmasına səbəb olur. Nəticə olaraq, reduplikasiya zamanı DNT molekulunun tamamilə oxşar surəti əmələ gəlmir, reduplikasiya konvariant olur. DNT-nin surətinin köçürülməsi zamanı nukleotid ardıcılıqlarında müəyyən səhvlərə yol verilir və nəticə olaraq irsi dəyişkənliklər meydana çıxır.

Bu iki səbəb – spontan mutasiya prosesi və DNT-nin redublikasiyası zamanı əmələ gələn səhvlər üzvi aləmdə baş verən dəyişkənliklərin ilkin səbəbləridir.



**Şəkil 8.1.** Bitkilərdə dəyişkənlik. I-payızgülünün (*Chrizantemum* L.) çiçək qrupu; II-qarğıdalı (*Zea mays*) qıçaları; III-xaş-xaşın (*Papaver*) qutucuqları; IV-əsmənin (*Amenone* L.) yarpaqları; V-dəfnəgilasin (*Laurocerasus* L.) yarpaqları; VI-azot bakteriyaları.





**Şəkil 8.2.** Heyvanlarda dəyişkənlik. 1-ikinöqtəli parabizinin üst qanadlarındakı şəklin dəyişkənliyi; 2-şam ağacı kəpənəyinin qanadının şəkilcə dəyişkənliyi; 3-yırtıcı quşlardan olan sarın başının rəngarəngliyinə görə fərqlənən müxtəlif formaları; 4-cüyürün buynuzlarının forma dəyişkənliyi

**Fenotipik və genotipik dəyişkənliklər.** Vaxtilə Ç.Darvin dəyişkənlikləri iki qrupa ayırmışdır: müəyyən və qeyri-müəyyən dəyişkənliklər. Müəyyən dəyişkənliklərin qeyri-irsi, qeyri-müəyyən dəyişkənliyin isə əsasən, irsi xarakter daşdığını göstərmişdir. Qeyri-müəyyən dəyişkənlik *mutasiya*, müəyyən dəyişkənlik isə *modifikasiya* adlanır.

Darvin dəyişkənlik hadisəsinin meydana çıxmasında xarici mühitin rolunu yüksək qiymətləndirir və ona birinci dərəcəli yer verməklə bərabər, dəyişkənliyin xarakterinin orqanizmin təbiətindən asılı olduğunu da göstərir. Orqanizmin təbiəti şübhəsiz ki, onun tarixi təkamülü prosesində, həyat şəraiti ilə vəhdətdə meydana çıxmışdır. Eyni şəraitin təsirinə bütün canlılar eyni dərəcə-

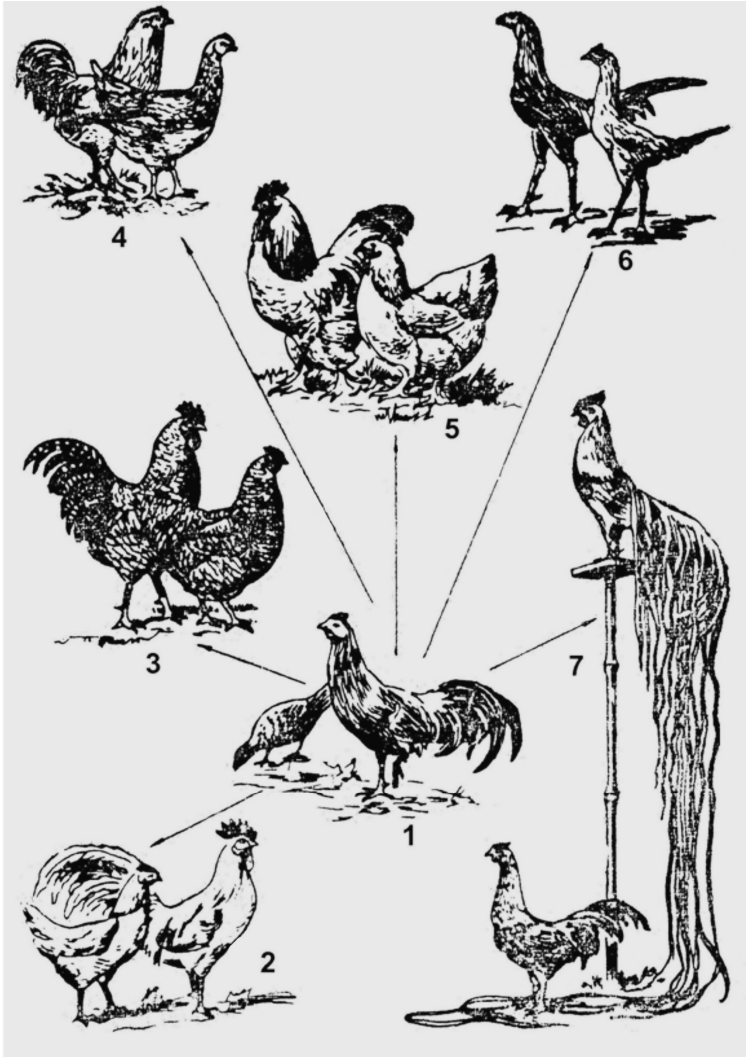
də və eyni xarakterdə reaksiya göstərmir.

Darvin irsiyyəti özünəbənzər nəsilvermə prosesi kimi xarakterizə edir. Hər bir növün təkamüldə qazandığı əlamət və xassələr nəsil-dən-nəslə ötürülür. Buna baxmayaraq nəsil bu və ya başqa əlaməti ilə öz valideynlərindən və bir-birindən fərqlənməyə başlayır. Deməli, nəsil heç bir zaman onu əmələ gətirən törədicinin – valideynin tam surəti olmur. Ümumiyyətlə, irsiyyət və dəyişkənlik bir-birindən ayrılmaz proseslərdir. Bu proseslərin vəhdəti sayəsində üzvi aləm təkamül edir.

Darvin ev heyvanları və mədəni bitkilərin çoxşəkilliliyini və bütün səbəblərini öyrənərək, onların mənşəyi haqqında çox düzgün nəticələr çıxarmışdır. Darvin öz müşahidələri və bilavasitə göyərçinlər, toyuqlar və s. canlılar üzərində apardığı təcrübələr nəticəsində onların mənşəyi məsələsini müəyyən etdi. O, 150-yə qədər müxtəlif ev göyərçini cinsinin monofiletik mənşəyə malik olduğunu, yəni eyni vəhşi göyərçin növündən başlanğıc aldığını sübut etdi. 250-dən çox ev toyuğu cinsi öz başlanğıcını hazırda da vəhşi halda Hindistanda, Seylon və Zond adalarında yaşayan bankiv toyuqları (*Callus bankiva*) növündən götürmüşlər (şəkil 8.3).

Darvin mədəni bitkilərin müxtəlif sortlarının da mənşəyini tədqiq edərək, eyni nəticəyə – monofiletik nəzəriyyəyə gəlib çıxmışdır. Darvin ev heyvanları cinslərinin və mədəni bitki sortlarının bu qədər müxtəlif olmasının səbəbini özünün süni seçmə nəzəriyyəsi ilə izah etmişdir.

Müasir genetika sübut etmişdir ki, orqanizmin bütün əlamətlərinin əsasını onların genotipi təşkil edir. Orqanizmdə bütün əlamət və xüsusiyyətlər müəyyən dərəcədə irsidir. Genotip orqanizmlərin irsi faktorları olan genlərin birliyinə, fenotip isə genotiplə ətraf mühitin qarşılıqlı təsiri nəticəsində əmələ gələn xarici əlamətlərin cəminə deyilir. Hər bir əlamətin təzahürü mühit və genotip arasında yaranan mürəkkəb qarşılıqlı əlaqələrin nəticəsidir. İrsən əlamət deyil, genetik cəhətdən təyin olunan reaksiya norması ötürülür. Ətraf mühitin müxtəlif şəraitində genotipin imkanları eyni cür təzahür etmir. Genetik informasiyanın fenotipik təzahürü genetik transkripsiya və translyasiya proseslərinə əsaslanır, həmin proseslər isə orqanizmin daxili mühitindən

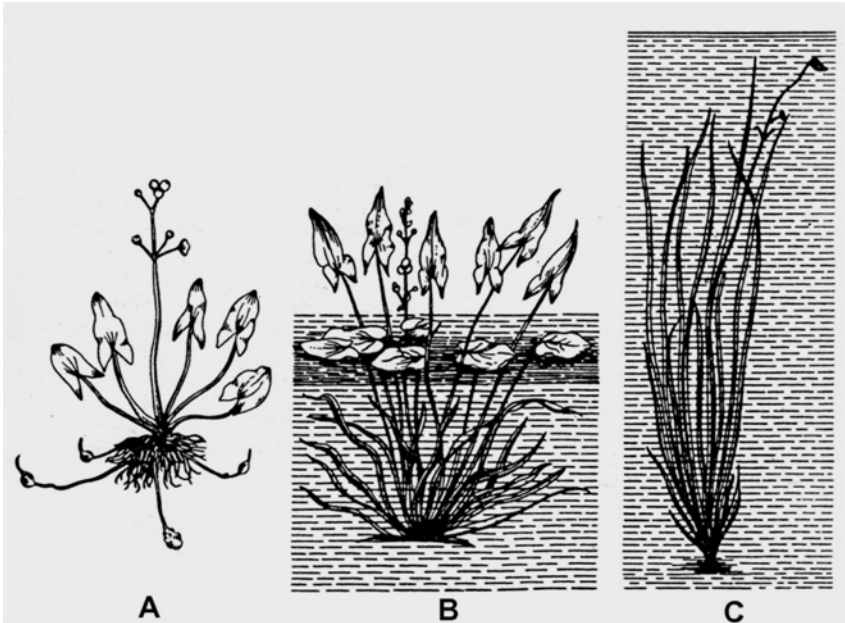


**Şəkil 8.3.** Toyuqların cinsləri və onların yabanı əcdadı: 1-Bankiv toyuqları və ev toyuqları cinsləri; 2-leqqorn; 3-plimutrok; 4-Yurlov bankir toyuqları; 5-Koxinxin; 6-döyüşkənlər; 7-Yapon cinsi.

və ətraf mühitin təsirlərindən asılıdır. Ətraf mühitin müxtəlif şəraitindən asılı olaraq eyni genotipin reallaşma imkanları dəyişilir və nəticə olaraq müxtəlif fenotiplər əmələ gəlir. Bu cür dəyiş-

kənlilər modifikasiya adlanır və əsasən, adaptiv xarakter daşıyır. Modifikasiyalaşma qabiliyyəti növün təkamül prosesində qazanılmış bir uyğunlaşmasıdır. Hər bir orqanizm mühit amillərinin təsirinə qarşı müəyyən reaksiya norması daxilində tərəddüd edir. Modifikasiya tipli dəyişkənliklər irsən keçmir, lakin modifikasiyalaşma qabiliyyəti irsi xarakter daşıyır. Orqanizmlərin fərdi inkişafının hər bir mərhələsi genotiplə idarə olunur. Genlərin fəaliyyəti xarici və daxili amillərin təsiri şəraitində baş verir və məlum olduğu kimi, hər bir orqanizmin müxtəlif əlamət və xassələrinin özünəməxsus reaksiya norması vardır. Bu anlayışı biz klassik misallar üzərində izah edək.

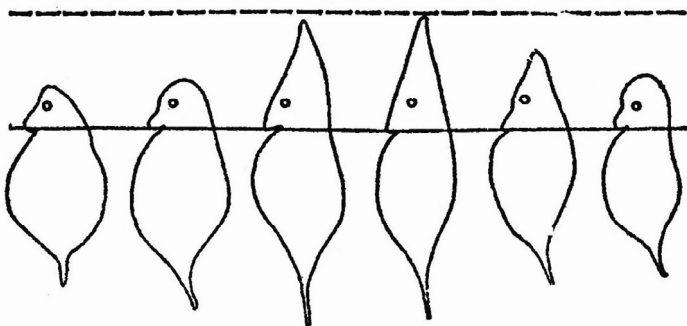
Həmişə məlumdur ki, bitkilərdə onların yaşayış şəraitindən asılı olaraq bir sıra morfoloji, fizioloji, biokimyəvi əlamətlər dəyişir. Məsələn, otyarpaq bitkisinin üç formada yarpaq əmələ gəlir; suyun altında olan yarpaqlar nazik və uzun, suyun üzündə olan yarpaqlar enli, yuxarı yarpaqlar oxvari və dik olur (şəkil 8.4).



**Şəkil 8.4.** Otyarpaq bitkisinin (*Sagittaria sagittifolia*) yarpaqları quruda (A) və suda (B) inkişaf etdikdə müxtəlif formalar əmələ gətirir. Suda əmələ gələn yarpaqların (C) forması işığın intensivliyindən asılıdır.

Suyun səthini dəyişməklə belə bitkilərdə müxtəlif formalı yarpaqlar almaq olur. Burada yarpaqların formasına təsir edən amil işığın intensivliyidir (sualtı yarpaqlar nisbətən az işıqlanır). Bu səbəbdən qaranlıq şəraitdə inkişaf edən oxyarpağında yarpaqlar su altında olduğu formada inkişaf edir. Novruzçiçəyi (*Primula sinensis*) adi şəraitdə (15–20°C-də) qırmızı çiçəklər açır. Həmin bitki yüksək temperatur (30–35°C) olan şəraitdə ağ çiçəklər açmağa başlayır. Torpaq və atmosfer quraqlığına qarşı morfoloji uyğunlaşmalar bitkilərdə, adətən, kseromorf quruluşun əmələ gəlməsinə səbəb olur. Morfoloji xüsusiyyətlərdən yarpaqların ölçüsünün kiçik olması, xırda hüceyrəliliyi, mezofilin zəif kök sisteminin güclü inkişafı, ağızcıqların yüksək həssaslığı bitkilərin quraqlığa qarşı davamlılığını təmin edir.

Heyvanlarda da modifikasiya dəyişkənliyinin çox geniş diapazonu müşahidə olunur. Məsələn, şirin suda yaşayan xərçəng hialodafniyaların aşağı temperatur və qida qıtlığı mühitində kəllələri alçaq «qalpaqlı», yüksək temperaturda və zəngin qida olduqda «qalpaqları» hündür olur (şəkil 8.5). Kəpənəklərin rəngi də temperaturdan asılı olaraq dəyişilir.



**Şəkil 8.5.** Hialodafniyada «qalpaqların» forma və ölçülərinin mövsümlə əlaqədar dəyişməsi. *Soldan sağa:* 3 iyun, 28 iyun, 30 iyul, 15 sentyabr, 18 oktyabr, 3 yanvar.

Günün uzunluğu artdıqca quşların yumurtlama qabiliyyəti dəyişir. Məməlilərdə, başqa heyvanlarda olduğu kimi, qidalanma ilə əlaqədar genotipik dəyişkənliklər müşahidə olunur.

İnsanın qanında eritrositlərin miqdarı dəniz səviyyəsindən

yuxarı qalxdıqca artır. Dağlıq şəraitindən arana endikdə eritrositlərin miqdarı əvvəlki qaydaya düşür.

Orqanizmlərin reaksiya normaları daxilində xarici mühit amillərinin dəyişilməsinə qarşı reaksiya göstərmələri təkamül prosesində qazanılmış uyğunlaşmalardır. Modifikasiyalar orqanizmlərin genotipi dairəsində baş verən fenotipik dəyişikliklərdir. Bu dəyişikliklər genotipə toxunmur, buna görə də irsən nəslə keçmir. Lakin modifikasiyalar genetik sistem tərəfindən təyin olunur.

Təkamül prosesində kiçik dəyişikliklərin toplanması yolu ilə bəzi mürəkkəb adaptasiyalar meydana çıxmışdır. Bitkilərdə müxtəlif formalarda hərəkətə uyğunlaşma (tropizm, dırmanma və s.) ilk dəfə olaraq Ç.Darvinin əsərlərində təkamül nöqtəyindən təhlil edilmişdir. Bitkilərdə həşəratla qidalanmanın meydana çıxması və onlarda dırmanmaqla uyğunlaşma mürəkkəb adaptasiyalar olub, irsi dəyişikliklər əsasında təbii seçmənin istiqamətləndirici təsiri altında meydana çıxmışdır.

Adaptiv modifikasiyaların təkamüldə rolunu qiymətləndirərək İ.Şmalhauzen (1968) yazmışdır: «Orqanizmlərin labil quruluşu, yəni orqanizmin modifikasiyaları əmələ gətirmə qabiliyyəti, təbii ki, təkamül plastikliyi ilə əlaqədardır, yəni irsi formaların təkamül gedişində dəyişilməsi növün «mobilliyindən» asılıdır».

Təkamülün elementar materialı irsi dəyişikliklərdir. Mutasiyalar – genom quruluşunun irsən keçən dəyişiklikləridir.

### **8.1. Mutasiyaların təkamül xüsusiyyəti**

Təkamül nöqtəyindən mutasiyaların ən mühüm xüsusiyyətləri onların əmələgəlmə tezliyi, təbii populyasiyalarda yayılması və fərdlərin əlamətlərinə təsiridir. Mutasiyalar müxtəlif amillərin təsiri altında orqanizmin genotipində baş verən və irsən keçən dəyişiklikdir.

Mutasiya dəyişiklikləri olduqca müxtəlifdir. Onlar orqanizmin, tam mənada, bütün morfoloji, fizioloji və kimyəvi əlamətlərini əhatə edir; dominant, natamam dominant və resessiv ola bilər; normadan çox cüzi və ya kəskin fenotipik kənarlanmalar əmələ gətirə bilər; orqanizmlərin həyatiliyini yüksəldə və ya-

xud əksinə, zəiflədə, həmçinin, letal və ya yarımletal ola bilər. Lakin bu əlamətlərdən mutasiyaların təsnifatında istifadə etmək çox çətinidir. Müxtəlif orqanizmlər çox zaman müqayisə oluna bilməyən fenotipik əlamətlər daşıyır, bundan əlavə, göstərilən əlamətlər arasında bir çox keçid formalar da olur. Bu səbəbdən, adətən, mutasiyaların təsnifatında onların fenotipik təzahürü nəzərə alınmır və genetik aparatda baş verən dəyişkənliklərin xarakteri əsas götürülür. Yuxarıda göstərilənlərə əsaslanaraq, mutasiyalar aşağıdakı əsas tiplərə bölünür:

1. xromosom dəstinin dəyişilməsi və ya genom mutasiyaları;
2. xromosom sayının dəyişilməsi və ya aneuploidiya;
3. xromosomların quruluşunda baş verən dəyişikliklər, xromosom daxili və ya xromosomarası mutasiyalar;
4. gen və ya nöqtəvi mutasiyalar.

Mutasiyalar və rekombinasiyalar orqanizmlərin filogenetik potensialını təmin edən genotipik dəyişkənliklərin əsas mənbələridir. Genotipik dəyişkənliklər genomun, xromosomların, genlərin və sitoplazma elementlərinin dəyişkənliyi nəticəsində əmələ gəlir.

**Gen mutasiyaları.** Mutasiyaların ən mühüm və çox hissəsini ayrı-ayrı genlərdə baş verən gen mutasiyaları təşkil edir. Gen mutasiyaları nəticəsində bir və ya bir neçə nukleotidin əvəz olunması, delesiyası, genlərin müxtəlif sahələrinin translokasiyaları, duplikasiyaları və inversiyaları baş verir. Mutasiyaların təsiri altında bir nukleotidin dəyişilməsi nöqtəvi mutasiya adlanır. Molekulyar səviyyədə mutasiyalar iki əsas səbəbdən: replikasiyanın xətaları və müxtəlif təbiətli mutagen təsirlər altında baş verir.

Gen mutasiyaları həyatın bütün formalarında dəyişkənliklərin əsas mənbəyi olub, yeni irsi əlamətlərin, genlərin müxtəlifliyinin və kombinativ dəyişkənliyin əmələ gəlməsində mühüm rol oynayır. Habelə onlar həm təkamüldə təbii şəraitdə baş verən təbii seçmənin, həmçinin seleksiyada heyvan, bitki və mikroorqanizmlərin süni seçməsinin əsas zəminləridir. Hər bir orqanizmdə gen mutasiyaları çoxsaylı morfoloji, fizioloji və biokimyəvi dəyişkənliklər əmələ gətirir, bununla belə bir gendə əmələ gələn mutasiya müəyyən dərəcədə bir çox genlərə təsir göstərə bilər (pleyotro-

piya). Beləliklə, gen mutasiyalarının forması və əmələ gəlmə tezliyi müxtəlifdir. Bütün orqanizmlərdə və viruslarda müxtəlif genlər spontan olaraq (heç bir eksperimental təsir olmadan) mutasiyaya uğrayır. Baxmayaraq ki, gen mutasiyalarının tezliyi bəzi orqanizmlərdə və hətta eyni orqanizm daxilində müxtəlif genlərdə fərqlənir, bir çox genlərin mutasiyasının orta tezliyi təyin olunmuşdur (cədvəl 8.1).

Spontan mutasiyaların əmələgəlmə səbəblərindən ilki ətraf mühit amillərinin təsiridir. İkinci səbəb, hüceyrələrdə normal metabolik proseslərin gedişində təsadüfi baş verən xromosom və gen zədələnmələridir. Son tədqiqatlara görə, spontan mutasiyalar xromosomların bölünməsi və DNT-nin replikasiyası zamanı baş verən səhvlərin nəticəsidir. Ali bitkilərdə və heyvanlarda spontan mutasiyaların sıxlığı təxminən  $10^{-5}$ - $10^{-7}$ -yə bərabərdir.

Mutasiya sahəsində aparılan tədqiqatlar göstərmişdir ki, dəyişkənlikdə əsas rolu xarici amillər oynasa da, dəyişkənliyin dərəcəsi və sürəti orqanizmin təbiətindən asılıdır. Müasir tədqiqatlar göstərir ki, mutasiya dəyişkənliyində orqanizmin genotipi mühüm rol oynayır. Heyvan və bitki orqanizmləri üzərində aparılan tədqiqatlar nəticəsində müəyyən olunmuşdur ki, mutabillik orqanizmlərin genotipindən asılıdır və eyni amillərin təsiri altında müxtəlif tezlikdə mutasiyalar baş verə bilər. Mutasiyaların təzahürü mutant allellərin düşdüyü mühitdən asılıdır. Eyni mutant allelin müxtəlif fərdlərdə təzahürü eyni deyil və onlar ekspressivliyinə (genin əlamətin inkişafında ifadə dərəcəsi) və penentranlılığına (genin ifadə təzahürünün tezliyi) görə fərqlənir. Ekspressivlik və penentranlıq genlərin genotipdə qarşılıqlı əlaqələri ilə və hər genotipin xarici şəraitə müxtəlif reaksiyaları ilə şərtlənir.

Məsələn, Kidney geni *Habrogracon hebitor*-da  $30^{\circ}\text{C}$ -də 100% penentranlıqla letal təsir göstərir. Aşağı temperaturda həmin gen fəaliyyət göstərmir. Bu qanunauyğunluq bitkilərdə, heyvanlarda, göbələklərdə və mikroorqanizmlərdə mutasiyaların təzahür etməsində müşahidə olunur.

Mutasiyalar əlamətlərin təsadüfi, istiqamətli olmayan dəyişikliklərilə nəticələnir, bunların yalnız az hissəsi təbii seçmə prosesində saxlanılır. Mutasiyalar xromosom və genom səviyyəsində də baş verir.



**Cədvəl 8.1.** Bəzi genlərdə spontan mutasiyaların tezliyi

Tip, sinif	Növ	Mutasiya dəyişiklikləri	Mutasiyaların tezliyi
Məməlilər	İnsan	Albinizm	$2,8 \cdot 10^{-5}$
		Fenilketonuriya	$2,5 \cdot 10^{-5}$
Mikrosefaliya		$2,7 \cdot 10^{-5}$	
Hemofiliya		$2-3,2 \cdot 10^{-5}$	
Aniridiya		$0,5 \cdot 10^{-5}$	
	Siçan	Zəif rənglənmə	$3 \cdot 10^{-5}$
		Albinizm	$3 \cdot 10^{-5}$
		Alabəzəkliklik	$3 \cdot 10^{-5}$
Həşərat	Drozofil	Sarı bədən	$1 \cdot 10^{-5}$ (dişilərdə)
		Eynilə	$1 \cdot 10^{-4}$ (erkekərdə)
		Ag göz	$2-4 \cdot 10^{-5}$
		Qanadda kəsiklik	$1,5 \cdot 10^{-4}$
		Qılçıqların qıvrımlığı	$1,5 \cdot 10^{-5}$ (dişilərdə)
		Eynilə	$1,5 \cdot 10^{-4}$ (erkekərdə)
	Qəhvəyi göz	$3 \cdot 10^{-5}$	
Çiçəkli bitkilər	Qarğıdalı	Purpur endosperm	$1,1 \cdot 10^{-5}$
		Şəkərli endosperm	$2,4 \cdot 10^{-5}$
		Qırıxıqlı endosperm	$1,2 \cdot 10^{-5}$
Yosunlar	Xlamidomonada	Streptomosinə qarşı davamlılıq	$1 \cdot 10^{-6}$
Göbələklər	Neyrospor	Adeninə qarşı tələbat	$4 \cdot 10^{-8}$
	Çörək mayası	İnozitola qarşı tələbat	$2-8 \cdot 10^{-8}$
		Metioninə qarşı tələbat	$3,4-6,5 \cdot 10^{-8}$
Bakteriyalar	Bağırsağ çöpu	Histidinə qarşı tələbat	$2 \cdot 10^{-8}$
		Streptomosinə qarşı davamlılıq	$2 \cdot 10^{-8}$
		Laktozaya qarşı tələbat	$2 \cdot 10^{-7}$
		T5 faqına qarşı davamlılıq	$7 \cdot 10^{-8}$
	Qızılı stafilokokk	Histidinə qarşı tələbat	$7 \cdot 10^{-9}$
Viruslar	Fag 2	Sahiblərini dəyişməsi	$3 \cdot 10^{-9}$
	Fag 4	Eynilə	$2 \cdot 10^{-5}, 1 \cdot 10^{-7}$
Tütün mozaikası virusu	Aukuba tipində mozaiklik		$1,6 \cdot 10^{-8}$

**Qeyd.** Cədvəldə genlərin sıxlığı viruslar üçün bir tsikl çoxalmaya, bakteriya və göbələklər üçün bir hüceyrə böyüməsinə, digər orqanizmlər üçün bir nəsilə göstərilmişdir.

**Xromosom mutasiyaları.** Bu növ mutasiyalar xromosomların miqdarının və quruluşunun dəyişilməsi ilə əlaqədardır. Belə hesab olunur ki, spontan mutasiyalar orqanizmin bütün həyatı boyu ətraf mühitin normal şəraitində öz-özünə baş verir və eukariot hüceyrələrində hüceyrə generasiyasında hər nukleotidə  $10^{-9}$ - $10^{-12}$  spontan mutasiya düşür.

Xromosomların quruluş dəyişikliklərinə çatışmazlıqlar, delesiya, duplikasiyalar, inversiyalar, translokasiyalar və transpozisiyalar aiddir. Xromosom mutasiyaları spontan və ya induksiya olunmuş ola bilər. Adətən, genotipik dəyişkənliklər fərdlərin çarpazlaşma və həyatilik imkanlarını azaldır, dölsüzlüyə səbəb olur. Lakin bəzi xromosom dəyişiklikləri – translokasiyalar, inversiyalar, duplikasiyalar adaptivliyi artırır. Yeni əmələ gələn mutasiyalar fərdlərin uyğunlaşmasına və yaşayış mühitinin mənimsənilməsinə daha çox imkan yaratdıqda selektiv üstünlük təşkil edir. Təkamül tarixi göstərir ki, xarici mühitdə baş verən qlobal dəyişikliklər canlıların təkamülündə mühüm rol oynayır. Məsələn, quruda yaşayan onurğalılarda əmələ gəlməsi yeni yaşayış yerlərinin mənimsənilməsi ilə əlaqədardır.

**Genom mutasiyaları.** Genotipik dəyişkənliyi artıran əsas mexanizmlərdən biri poliploidiya və aneuploidiyadır. Bir sıra tədqiqatlar nəticəsində müəyyən olunmuşdur ki, təbii şəraitdə poliploidlər daha davamlı olub, yayılma arealının ən ucqar sahələrində yerləşir (Stebbins, 1956 a, 1956 b). Stebbins, Qrant və Smithin tədqiqatlarına görə ali bitkilərin 50%-i poliploiddir. Lemenin (1976) verdiyi məlumatlara əsasən, əlverişli iqlim şəraitində diploid növlər məhv olduğu halda, poliploid formalar daha davamlı olaraq yaşayır. Qiymətli mədəni bitkilərin əksəriyyəti: buğda, vələmir, tritikale, hind darısı, kartof, şəkər qamışı, pambıq, gavalı, ananas, banan, tütün və s. spontan poliploidlərdir.

Poliploidiyanın əsas üstünlüklərindən biri isə hibridlərdə daha davamlı kombinasiyaların əmələ gəlməsi və çox zaman heterozis effektinin və homeostaz vəziyyətinin yaranmasına səbəb olmasıdır. Məlumdur ki, növarası və cinsarası hibridlərdə meyoza pozulur və dölsüzlük əmələ gəlir. Həmin çatışmazlıqların aradan qaldırılması üçün genomun ikiləşməsi, yəni poliploid səviyyəsinə keçməsi tələb olunur.

Poliploidiya genlərin geniş divergensiyasına, genetik heterogenliyin, heterozisin möhkəmləndirilməsinə imkan yaradır. Təbiətdə və seleksiyada hibrid materialın əsasında yaranan poliploidlər yayılma və seçmədə üstünlük təşkil edir. Heteroziotqların yayılmasında mühüm rolu avtopoliploidiya, yəni eyni genomun artması oynayır. Əgər diploidlərdə parçalanma 3:1 nisbətində olursa, tetraploiddə parçalanma 35:1 nisbətində baş verir.

Plazmidlərin, episomların və simbiotların kəşfi sitoplazmanın genetik sistemlərindən mühüm dəyişkənlik mənbəyi kimi istifadə olunmasına imkan yaradır. Sitoplazmanın genetik sistemləri bir sıra əlamətlərə nəzarət edir və genotipik dəyişkənliyin potensial ehtiyatı kimi istifadə olunur.

Ekzogen amillərin (kimyəvi, fiziki mutagenlər, ekstremal temperatur və s.) genomda mutasiya və yaxud rekombinasiya dəyişkənliklərini əmələ gətirməsi genetikada hələ 20-30-cu illərdə hamı tərəfindən qəbul edilmişdir. Eyni zamanda bəzi tədqiqatçılar genomu dəyişdirən daxili genetik sistemlərin varlığı haqqında mülahizələri irəli sürmüşlər. İlk dəfə olaraq amerikan genetikisi Mak Klinton (1948, 1950) qarğıdalı bitkisi üzərində qeyri-sabit lokuslar müəyyən etmişdir. Sonralar həmin element *transpozon* və ya *mobil element* adlandırılmışdır. Müəyyən edilmişdir ki, hərəkət edən elementlər genomun müxtəlif sahələrinə daxil olaraq mutasiyaların, transpozisiyaların, delesiyaların və s. digər genetik dəyişkənliklərin əmələ gəlməsində iştirak edir. Transpozisiya elementləri bakteriyalarda, maya göbələyində, ali bitkilərdə, drozofildə, məməlilərdə aşkar edilmişdir. Filogenezdə genetik informasiyanın dəyişilməsi genlərin növlərarası ötürülməsi ilə əlaqədardır (*cross-species gene transfer*). Bəzi mülahizələrə görə, hərəkət edən genetik elementlərin komponentləri bir növdən digərinə genlərin keçirilməsini təmin edir.

## ELEMENTAR TƏKAMÜL AMİLLƏRİ

Təkamül amillərinin müxtəlifliyi hədsiz dərəcədə çox olduğundan, populyasiyaların genotipik tərkibi onların təsirinə məruz qalır. Populyasiyalara təzyiqli göstərən amillərin rolunu dərinləndirən analiz etdikdə müəyyən olunur ki, bunlardan əsasları: mutasiya prosesi, populyasiya dalğaları, təcrid və təbii seçmədir.

### 9.1. Mutasiyalar – elementar təkamül amili kimi

Əvvəlki fəsildə göstərildiyi kimi, mutasiyalar bütün canlılara təsir göstərən elementar təkamül materialıdır. Spontan mutasiyaların tezliyi –  $10^{-4}$ - $10^{-8}$  hüdudunda baş verir. İlk baxışdan elə gəlir ki, ayrı-ayrı genlərin belə nadir spontan mutasiyaya uğraması populyasiyanın sıxlığını bir o qədər də dəyişdirə bilməz. Lakin yadıma salsaq ki, bir genotipdə genlərin miqdarı on minlərlə ola bilər, onda populyasiyanı təşkil edən fərdlərin çoxunun yeni mutasiyalar daşıyıcı olmasını aydın təsəvvür edə bilərik. Deməli, populyasiyada daima davam edən mutasiyalar ayrı-ayrı genlərin miqdarının dəyişilməsinə səbəb olur. Bunu da nəzərə almaq lazımdır ki, populyasiyalara düzünə mutasiyalardan başqa ( $A \rightarrow a$ ), geriye dönmə mutasiyalar da ( $a \rightarrow A$ ) təsir göstərir. Populyasiyada ayrı-ayrı genlərə təzyiqli çox olmasa da, bütövlükdə, orqanizmdə genlərin sayının çoxluğu mutasiyaların populyasiyaların tərkibinə əhəmiyyətli dərəcədə təsir göstərməsində şübhə doğurmur. Populyasiyalarda baş verən mutasiyalar öz təsirinə görə letal, neytral və müsbət olur. Təkamül amili kimi onların hər biri müxtəlif əhəmiyyətə malikdir.

Mutasiyaların təsir xarakteri, yəni zərərli və ya faydalı olması yalnız xüsusi mühit şəraitində müəyyən olunur. Məsələn, tük örtüyünün artması Alyaskada yaşayan məməlilərin populyasiyası üçün faydalı olub, Florida populyasiyalarında mənfi seçməyə məruz qalacaqdır. Piqmentasiyanın artması tropik Afrikada yaşayan insanlar üçün faydalıdır, lakin Skandinaviyada açıq rəngli dəri günəş şüasının təsirinə qarşı daha uyğun şərait yaradır

(Ayala, Kayqer, 1988).

**Mutasiyaların təkamüldə rolu.** Məlumdur ki, mutasiyalar onları daşıyan fərdlər üçün zərərliyindən və ya faydalılığından asılı olmadan meydana gəlir. Yeni əmələ gələn mutasiyalar daha çox mənfi xarakter daşıyır və təbii seçmənin təsirinə məruz qalır. Populyasiyada daha çox rast gəlinən allellər adaptiv xarakter daşıyır və selektiv üstünlüklərinə görə orada geniş yayılır. Hər bir yeni mutasiya, yəqin ki, populyasiyanın tarixində nə vaxtsa əmələ gəlmiş olur, lakin mənfi təsirlə əlaqədar ya aşağı tezlikdə saxlanılır, yaxud da təbii seçmə tərəfindən eliminasiya olunur. Qeyd etdiyimiz kimi, mutasiyaların təsir xarakteri, yəni zərərli və ya faydalı olması yalnız mühit şəraitində müəyyən olunur. Bir şərait üçün faydalı olan əlamət digər şəraitdə zərərli ola bilər.

Mikroorqanizmlərin müxtəlif maddələrin təsirinə qarşı davamlılığına və auksotrofluğuna səbəb olan mutasiyaların dəyəri onların yaşadığı mühitlə təyin olunur. Auksotroflar qida maddələri ilə zənginləşdirilmiş şəraitdə çoxalaraq yeni növlərin əmələ gəlməsinə səbəb olur. Kiçik effekti olan mikromutasiyalar kəmiyyət əlamətlərinin, o cümlədən populyasiyaların uyğunlaşmasının genetik variabelliyini artırır. Cinsiyyətli yolla çoxalan orqanizmlərdə genlərin rekombinasiya imkanları çox genişdir. Lakin canlı orqanizmlərdə baş verən dəyişkənliklərin əsas mənbəyi gen mutasiyalarıdır. Mutasiyalar əlamətlərin təsadüfi, istiqaməti olmayan dəyişkənliklərilə nəticələnir, bunların yalnız az hissəsi təbii və süni seçmə prosesində saxlanılır.

Yeni baş verən mutasiyaların əksəriyyəti başlanğıc normadan bioloji xüsusiyyətlərinə görə daha «pis» olur. Bu cür vəziyyət heç də təəccüblü deyildir. Təbii populyasiyalarda genotiplərin normal kompleksi – ən yaxşı kombinasiyaların uzun müddət seçilməsinin nəticəsidir. Buna görə də normadan əksər kənarlanmalar «zərərli» olmalıdır.

Məlumdur ki, bir çox mutasiyalar heteroziqot vəziyyətdə fərdlərin həyatilik qabiliyyətini artırır. Cinsiyyətli çoxalma prosesi fərdləri heteroziqot vəziyyətdə saxlayan mexanizmlərdən biridir. Cinsiyyətli çoxalma bir tərəfdən yeni əmələ gələn mutasiyaların saxlanılmasına və onların gələcəkdə təkamül prosesini davam etdirməsinə səbəb olur. Digər tərəfdən, cinsiyyətli ço-

xalma prosesi yeni əmələ gələn mutasiyaları zərərsizləşdirir və heteroziqot vəziyyətdə saxlayır. Buna əsaslanaraq söyləmək olar ki, ayrıncıyyətliliyin yaranması canlıların təkamülündə ən mühüm mərhələlərdən biridir. Genlərin çox nadir hallarda mutasiyaya uğramasına baxmayaraq, onların çox az miqdarı populyasiyada faydalı olmaqla təkamüldə müsbət rol oynayır.

Yeni mutasiyalar genetik dəyişkənliyin çox mühüm mənbəyi olaraq bioloji təkamülün əsasını təşkil edir. Buradan bir sual da meydana çıxıb bilər; yeni əmələ gələn mutasiyaların tezliyi genetik dəyişkənliyi təmin edəcək dərəcədədir? Bir gəndə baş verən mutasiyaların tezliyi çox azdır, lakin hər bir orqanizmdə genlərin sayı çoxdur və hər növ çoxlu fərdlərdən ibarətdir. Beləliklə, hər bir növ və ya orqanizmdə bütövlükdə götürüldükdə mutasiyalar o qədər də nadir hadisə deyildir.

Son məlumatlara görə insanın genomunda 30000, drozofilin genomunda isə – 1000 gen vardır. Güman edək ki, bir nəsilə mutasiyaların orta tezliyi  $10^{-5}$ -dir. Onda bir nəsilə insan ziqotuna 2 mutasiyaya, drozofilin ziqotuna isə 0,2 mutasiya düşəcəkdir.

Yer üzərində təxminən  $6 \cdot 10^9$  insan yaşayır. Əgər hər insanda 2 mutasiya əmələ gələrsə, onda hazırda Yer üzərində yaşayan insanlarda yeni əmələ gələn mutasiyaların sayı  $12 \cdot 10^9$  olacaqdır.

Həşəratda mutasiyaların tezliyi bir növdə orta hesabla  $\sim 1,2 \cdot 10^8$ -dir. Əgər nəzərə alsaq ki, orta hesabla hər cücüdə 0,2 mutasiya əmələ gəlir, onda bir növdə bütövlükdə hər nəsilə  $2,4 \cdot 10^7$  mutasiya yaranar. Digər orqanizmlərdə, məsələn, onurğalılarda növlərin daha az saylı olmasına baxmayaraq, onlarda da yeni, hər nəsilə əmələ gələn mutasiyaların sayı olduqca yüksəkdir.

Hər təbii populyasiyada genetik dəyişkənlik ehtiyatı olduqca çoxdur. Lakin əgər populyasiyada həmin anda yeni şəraitə uyğunlaşma üçün lazımı allel yoxdursa, onun mutasiya nəticəsində yaxın zamanda əmələgəlmə ehtimalı çox yüksəkdir. Mutasiya prosesinin yeni dəyişkənliklərin əmələ gəlməsi üçün potensial imkanları çox böyükdür.

**Mutasiyaların adaptiv əhəmiyyəti.** Genotipik dəyişkənliklər fərdlərin çarpazlaşma və həyatilik imkanlarını azaldır. Lakin bəzi mutasiyalar adaptivliyi artırır və bu zaman yaşayış şəraitinə

daha artıq uyğunlaşa bilən fərdlər əmələ gəlir və bunlar populyasiya daxilində normal böyüyür. Streptomisinə qarşı davamlılıq əmələ gətirən mutasiyalar yalnız mühitdə streptomisin olduqda faydalı olur. Drozofildə termohəssas letal mutasiyaların öyrənilməsi göstərmişdir ki, temperatur müəyyən kritik həddən aşağı olduqda, həmin allellərə görə homoziqot milçəklər nisbətən normal çoxalır, lakin temperatur artdıqda isə onlar normal inkişaf edə bilmir.

Göstərilən misallardan aydın görünür ki, mutasiyaların adaptivliyi yaşayış şəraitindən asılıdır. Yeni əmələ gələn mutasiyalar fərdlərin uyğunlaşmasına və yaşayış mühitini mənimsəməsinə daha çox imkan yaratdıqda selektiv üstünlük təşkil edir. Yaşayış şəraiti dəyişdikdə populyasiyaların uyğunlaşması optimal səviyyədən aşağı olur və onlara mühit tərəfindən yeni tələblər irəli sürülür. Güman olunur ki, yeni əmələ gələn formalar adaptiv imkanlarının artıq olmasına görə mühitin mənimsənilməsində daha mühüm rol oynaya bilər. Təkamül tarixi göstərir ki, xarici mühitdə baş verən qlobal dəyişikliklər canlıların təkamülündə mühüm rol oynayır. Məsələn, quruda yaşayan onurğalılardan əmələ gəlməsi yeni yaşayış yerlərinin mənimsənilməsi ilə əlaqədardır. G.Stebbinsin (1968) fikrincə adaptasiya üçün əhəmiyyətli olan mutasiyaların çoxu tamamilə yeni tiplər əmələ gətirmir, lakin alınan variantlarda adaptivlik ehtimalını artırır. Gustafsson (1951) arpa (*Hordeum sativum*) mutantlarının adaptiv dəyərini təyin edərkən müəyyənləşdirmişdir ki, mutantların 99%-nin adaptiv dəyəri azalır, yalnız 0,1-0,2%-i valideyn formalardan üstün olur. Lakin A.Gustafsson və b.-nin (1973) fikrinə görə mutantlar həm homoziqot, həm də heteroziqot halda yüksək generativ və vegetativ məhsuldarlığa malik olurlar. Baxmayaraq ki, mutasiyaların əksəriyyəti ətraf mühit amillərinə qarşı genotiplərin davamlılığını azaldır, hesab olunur ki, mutabilliyin xarakteri və səviyyəsi növün adaptiv xüsusiyyətlərini xarakterizə edir (Dubinin, 1966).

Kiçik effekti olan mikromutasiyalar populyasiyaların uyğunlaşmasının genetik variabelliğini artırır. Mutantlarda çox zaman reaksiya norması dəyişir. Bir çox alimlərin mülahizəsinə görə adaptiv potensialın artmasında daha böyük rolu mikromutasiyalar oynayır. Adaptiv potensialı daha yüksək olan genetik variantların

yaradılmasında xüsusi yeri fermentativ sistemlərə təsir göstərən fizioloji mutasiyalar tutur. Rapoportun fikrinə görə yeni fizioloji mutasiyalar makromutasiyalara nisbətən 10 dəfə yüksək sürətlə baş verir və növmüxtəlifliyi səviyyəsində hər yeni mutasiyaya 750 yeni fizioloji mutasiya düşür. Beləliklə, yüksək adaptivliyə malik olan yeni genetik variantların yaranmasında əsas yeri ferment sisteminə təsir edən fizioloji mutantların alınması tutur. Biz genom mutasiyalarını təsvir etdikdə poliploidlərin adaptiv üstünlüyünü və bunun əsas səbəblərini göstərmişdik. Təbiətdə və seleksiyada hibrid materialın əsasında yaranan poliploidlər yayılma və seçmədə üstünlük təşkil edir. Hibridləşmə və ya mutasiyaların hibrid effekti – poliploidlərdə əmələ gələn heterozis vəziyyətinin əsas səbəbidir. Heteroziotluğun yaranmasında mühüm rol avtopoliploidiya, yeni eyni genomun artması oynayır.

Mutantların müxtəlif mühit şəraitinə uyğunlaşmasının böyük təkamül əhəmiyyəti vardır. Mutasiya prosesinin təkamül əhəmiyyəti isə ilk növbədə populyasiyalarda daima və yüksək dərəcədə heterogenliyin saxlanmasıdır. Demək olar ki, mutasiya prosesi təkamülün elementar materialının tədarükçüsüdür. Şübhəsiz ki, yüzlər və minlərlə nəsillər boyu sabit yaşayış mühitinə uyğunlaşmış populyasiyaya mutasiya prosesinin təsiri zərərli olacaqdır. Lakin bunu da nəzərə almaq lazımdır ki, ətraf mühitin dəyişilmiş şəraitində mutasiya prosesi nəticəsində irsi dəyişkənliklərin ehtiyat halında toplanması populyasiyanın gələcəkdə uyğunlaşması üçün yeni imkanlar yaradır. Təşbehlərlə danışsaq, mutasiya prosesi vasitəsi ilə genetik yükün daima artması – populyasiyanın bu gün ödədiyi dəyərdir ki, sabahkı gündə, dəyişilmiş şəraitdə bunun hesabına yeni əlamət və xassələrin əldə edilməsi və yeni, indiyədək yaşayış mümkün olmayan mühitdə onun fərdlərinin yayılması təmin edilmiş olur.

**Genetik rekombinasiyaların təkamüldə rolu.** Genotipik dəyişkənliklərin əsas mənbələrindən biri rekombinasiyalardır. Rekombinasiyalar bütöv xromosom səviyyəsində, xromosomarası mübadilədə – homoloji (krossinqover) və qeyri-homoloji (translokasiya) xromosom lokusları arasında, nukleotidlər arasında (gendaxili krossinqover, konversiya) baş verir. Yeni rekombinasiyaların alınmasında mühüm rol növdaxili və növarası hibrid-



ləşmələr oynayır. Bir növün müxtəlif populyasiyaları arasında baş verən mübadiləni E.Mayr «genlərin axını» termini ilə ifadə etmiş, bir növün genlərinin digərlərinin gen kompleksinə daxil olmasını – *introgressiya* adlandırmışdır. Hibridləşmə genlərin parçalanması, rekombinasiyası və yeni genetik variantların alınmasına səbəb olur. Müxtəlif tipli rekombinasiyaların rolu təkamüldə eyni deyildir. Onlar tezliklərinə, genetik cəhətdən nəzarət olunmasına, əlamətlərin genotipik təzahürünə görə fərqlənirlər. Kombinasiya dəyişkənliyinin meydana çıxmasına səbəb meyoza prosesində xromosomların qamətlərə sərbəst paylanmasıdır. Meyoza prosesində rekombinasiya dəyişkənliklərini yaradan digər mexanizmlər – homoloji xromosomların müxtəlif sahələri arasında mübadilənin – krossinqoverin baş verməsidir. Krossinqover prosesi populyasiyaların heterogenliyini artıran mühüm amillərindən biridir. Rekombinasiya dəyişkənliyi təbii seçmə üçün geniş imkanlar yaradır. Lakin sonsuz baş verən rekombinasiya dəyişkənlikləri orqanizmlər üçün zərərli ola bilər. Belə ki, onlar genlərin faydalı kombinasiyasının möhkəmlənməsinə imkan verməz. Bu səbəbdən təkamüldə dəyişkənliyi məhdudlaşdıran mexanizmlər də yaranmışdır. Fərd səviyyəsində genetik sabitlik genlərin ilişikli qruplarda müəyyən xromosomlarda paylanması və mitoz mexanizmləri ilə saxlanılır.

Populyasiyada rekombinasiyaların yoxluğu zərərli mutasiyaların sayını (mutasiya yükü) artırır. Genomun bir sahəsində rekombinasiyaların dayandırılması zərərli mutasiyaların toplanmasına və nəticədə genetik inert zonaya çevrilməsinə səbəb ola bilər. Hesab olunur ki, meyoza ali orqanizmlərdə ontogenez zamanı toplanmış, kütləvi mutasiya dəyişkənliklərini reparasiya edərək «cavanlaşma» prosesini təmin edir. Hər bir orqanizmdə təkamül zamanı rekombinasiyaların və mutasiyaların səviyyəsi arasında optimal münasibət yaranır. Müasir təsəvvürlərə görə ali orqanizmlərin adaptasiyalarının filogenezdə təkmilləşməsi daha çox rekombinasiyaların hesabına baş verir. Prokariotlarda isə adaptasiya prosesi daha çox yeni mutasiyaların əmələ gəlməsinə əsaslanır. Başqa sözlə desək, əgər virus və bakteriyalarda genetik variabelliyin əsas mənbəyi mutasiyalardırsa, meyoza sistemlərdə həmin rol rekombinasiyalara məxsusdur. G.Stebbensin (1954,

1958) fikrinə görə mutasiyalar variabelliyin yeganə mənbəyi olduqda, onlar sürətlə baş verən sıçrayışları təmin edə bilməzlər, bu səbəbdən həmin rol hibridləşmə və rekombinasiyalar yerinə yetirir. Müəllif çox düzgün olaraq, mutasiyaları avtomobili hərəkətə gətirən yanacaq, rekombinasiyaları motor, seçməni isə sürücü ilə müqayisə etmişdir. Genotipik dəyişkənliklərdə mutasiya və rekombinasiyaların nisbi rolunu müqayisə etdikdə rekombinasiyaların iki dəfə artıq sürətlə baş verdiyi məlum olur. Lakin rekombinasiyaların təkamüldə mühüm rolunu təsvir edərkən heç də mutasiyaların əhəmiyyətini əskiltmək olmaz, ona görə ki, «rekombinasiyaların hesabına» əmələ gələn genotipik dəyişkənlik bütövlükdə allellərin sayı ilə, yəni mutasiyalarla məhdudlaşır (Levontin, 1978). E.Mayrın (1968) yazdığına görə, «mutasiya bütün genotipik dəyişkənliklərin ilk mənbəyidir». Ümumiyyətlə, hesab olunur ki, bütün rekombinasiyalar təkamülü sürətləndirir, belə ki, müxtəlif fərdlərdə əmələ gələn mutasiyaların nəsildə kombinə olmağına imkan yaradır. Təkamül baxımından genlərin rekombinasiyası iki əks nəticəyə gətirib çıxarır. Rekombinasiya səviyyəsinin həddindən artıq yüksək olması qeyri-adaptiv xarakter daşıyır, belə ki, təbii və süni seçmə zamanı əmələ gələn faydalı komplekslər bu zaman parçalana bilər. Eyni zamanda rekombinasiya potensialının məhdudlaşması ekoloji şəraitə uyğunlaşma imkanlarını xeyli azaldır.

Rekombinasiya sistemlərinin ekologiyası daha ətraflı Stebins (1968) tərəfindən öyrənilmişdir. O, müəyyən etmişdir ki, rekombinasiya sistemlərinin xüsusiyyətləri növün ekoloji sistemdə tutduğu mövqeyindən asılıdır. Məsələn, növəmələgəlmə mərkəzində yerləşən növlərin populyasiyaları arealın ucqarlarında yayılan populyasiyalarla müqayisədə daha geniş rekombinasiya potensialına malikdir. Növün yayılması nöqtəyi-nəzərindən ekoloji polimorfizmi adaptiv hesab etmək olar.

Müxtəlif rekombinasiyaların və beləliklə, bütün kombinativ dəyişkənliklərin zəmini iki və daha artıq genlərə görə heteroziqotluğun əmələ gəlməsidir. Aydın ki, haploid və bütün genləri homoziqot vəziyyətdə olan diploid genlərin yeni kombinasiyalarının əmələ gəlməsi mümkün deyildir. Eukariotlarda rekombinasiyaları yaradan heteroziqotluq, adətən, çarpazlaşma

nəticəsində meydana çıxır. Bundan fərqli olaraq prokariotlarda rekombinasiyaların əmələ gəlməsi və irsi informasiyanın bir hüceyrədən digərinə ötürülməsi bir neçə yolla baş verir – transformasiya, transduksiya, konyuqasiya, seksduksiya. *Transformasiya* – resipient hüceyrəyə genin və ya genlərin donor hüceyrədən ayrılan DNT vasitəsilə keçirilməsidir. Transformasiya bakteriyalarda və digər prokariotlarda təbii, genetik rekombinasiya prosesinin əsas səbəblərindən biridir. *Konyuqasiya* – cinsiyyətli çoxalma prosesində düzünə təmas nəticəsində bir bakteriya hüceyrəsindən digərinə genetik materialın ötürülməsidir. *Seksduksiya* – xromosom fraqmentinin bir bakteriyadan digərinə cinsi amil vasitəsi ilə ötürülməsidir. *Transduksiya* – bakteriya virusu (faq) vasitəsilə bir bakteriya hüceyrəsindən digərinə irsi informasiyanın ötürülməsidir. Viruslar vasitəsilə genlərin transduksiyası təkamülün mühüm mexanizmlərindən biridir, bu da virusların populyasiyalarında faydalı mutasiyaların yaranması imkanları ilə bağlıdır. Son tədqiqatlar nəticəsində eukariot hüceyrələrinin toxuma kulturasında bir növün DNT-nin digərinə ötürülməsi də göstərilmişdir. Tədqiqatlar genlərin bir eukariot orqanizmindən digərinə, hətta eukariotlardan prokariotlara ötürülməsini təsdiq etmişdir. Beləliklə, transformasiya, transduksiya və b. genetik rekombinasiyaların müxtəlif tipləri olmaqla genetik dəyişkənliklərin artmasında, yeni genotiplərin meydana çıxmasında və təkamüldə müəyyən rol oynayırlar.

## **9.2. Miqrasiya və ya genlərin axını – elementar təkamül amili kimi**

Miqrasiya və ya genlərin axını fərdlərin bir populyasiyadan digərinə daxil olduqda və ikinci populyasiyanın nümayəndələri ilə çarpazlaşdıqda baş verir. Bütövlükdə, genlər axını növün allellər tezliyini dəyişdirmir. Lokal populyasiyalarda gəlmələrlə yerli sakinlərin allel tezliyi arasında fərqlər olduqda, populyasiyada allellərin tezliyi dəyişilə bilər. Təsəvvür edək ki, bir populyasiyada gəlmələrin sayı  $m$ -ə bərabərdir, onda gələcək nəslin nümayəndələrinin sakinlərdən aldığı genlərin payı  $(1-m)$ , gəlmələrdən isə  $m$  olacaqdır. Güman edək ki, miqrasiya olunan po-

populyasiyada  $A_1$  allelinin tezliyi  $P$ -yə bərabərdir, lokal populyasiyada isə onun ilkin tezliyi  $p_o$ -dır. Onda lokal populyasiyada gələcək nəsildə  $A$  allelinin tezliyini aşağıdakı düsturla ifadə etmək olar:

$$p_1 = (1 - m)p_o + mP = p_o - m(p_o - P)$$

Allel tezliyinin bir nəsildə dəyişilməsi

$$\Delta p = p_1 - p_o$$

bərabərdir. Bu düstura  $p_1$  parametrinin yuxarıda göstərilən qiymətini daxil etdikdə alırıq:

$$\Delta p = p_o - m(p_o - P) - p_o = -m(p_o - P),$$

yəni populyasiyada gəlmələrin payı nə qədər çoxdursa və gəlmələrlə sakinlər arasında allellərin tezliyi nə qədər fərqlidirsə, allel tezliyinin dəyişilmə sürəti bir o qədər yüksək olur. Qeyd edək ki,  $\Delta p$  o zaman «0»-a bərabər olacaqdır ki,  $m$ , yaxud  $(p_o - P)$  0 qiymətini almış olsun. Beləliklə, əgər miqrasiya davam edirsə ( $m \neq 0$ ), lokal populyasiya ilə miqrasiyanın baş verdiyi qonşu populyasiyalarda allellərin tezliyi bərabərləşməyə qədər dəyişiləcək ( $p_o - P = 0$ ), «t» nəsil keçdikdən sonra allellərin tezliyi

$$p_t - P = (1 - m)^t \cdot (p_o - P)$$

bərabər olacaqdır.

Həmin düsturdan istifadə edərək biz miqrasiyanın və genlər axınının intensivliyini hesablaya bilərik.

ABŞ-da, adətən, qarışıq nikahlardan olan ağlarla zəncilər arasındakı nəsli zənci əhalisinə aid edirlər. Buna görə qarışıq nikahları ağlardan zənci populyasiyasına genlərin axını kimi hesab edirlər. ABŞ-ın ağ əhalisində rezus faktora nəzarət edən genin  $R^o$  tezliyi  $P=0,028$ -dir. Afrika qəbilələrindən törənmiş ABŞ-ın

müasir zənci əhalisində həmin allelin tezliyi  $p_o=0,630$ -dur. Müasir zəncilərin əcdadları Afrikadan təxminən 300 il bundan əvvəl (10 nəsələ yaxın) köçürülmüşdür, beləliklə,  $t=10$ . ABŞ-ın müasir zənci əhalisində  $R^o$  allelinin tezliyi  $p_t=0,446$  olacaqdır.

Yuxarıda alınan düsturu belə ifadə etmək olar:

$$(1 - m)^t = \frac{p_t - P}{p_o - P} .$$

Müvafiq ölçüləri yerinə qoysaq, alırıq:

$$(1 - m)^{10} = \frac{0,446 - 0,028}{0,630 - 0,028} = 0,694$$

$$1 - m = \sqrt[10]{0,694} = 0,964$$

$$m = 0,036$$

Beləliklə, ABŞ-ın ağ əhalisindən zəncilərə yeni genlərin axınının orta intensivliyi bir nəsildə 3,6% olmuşdur. Nəticədə 10 nəsil keçdikdə ABŞ-ın müasir zənci əhalisində afrikan əcdadlarının genləri ümumi saydan  $(1-m)^{10}=0,694$  təşkil edir. Amerika zənciləri genlərin 30%-ni ( $1-0,694=0,306$ ) irsən ağ əhalidən almışlar.

Köçəri quşların üzərində aparılan tədqiqatlar göstərmişdir ki, onlar radioaktiv maddələrin və DDT-nin bütün planet üzrə yayılmasına səbəb olurlar və buradan biosferin çirklənməsində quşların miqrasiyasının induktor kimi rolu müəyyən olunmuşdur. Təkamül baxımından miqrasiya, birinci, ana populyasiyanın arealının sərhəddindən kənara köçməsinə, ikinci, digər populyasiyanın fərdləri ilə çarpazlaşması hesabına genofondun yeniləşməsinə, yaxud yeni müstəqil populyasiyaların əmələ gəlməsinə göstərir. Miqrasiyaların təkamüldə rolunu miqrantların daxil olduğu populyasiyaların genetik tərkibinin dəyişilməsini analiz etdikdə asanlıqla anlamaq olur. Bu cür dəyişkənliklər genlərin axını və ya genlərin introqressiyası kimi proseslərlə həyata keçirilir. Beləliklə, fərdlərin sərbəst çarpazlaşması nəticəsində bir növün

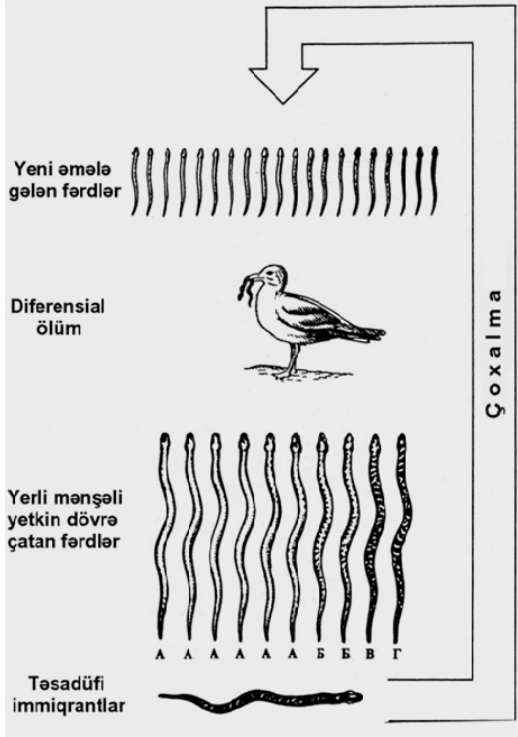
populyasiyaları arasında genlərin mübadiləsi – *genlərin* axını (ing. *gene flow*) adlanır. Bir populyasiyanın fərdləri digər populyasiyaya daxil olduqda onların genləri həmin populyasiyanın genofonduna keçmiş olur. Genlərin axını populyasiyaların genetik dəyişkənliyinin mühüm mənbəyi hesab olunur, belə ki, müxtəlif populyasiyaların fərdləri çarpazlaşdıqda gələcək nəslin genotipləri iki valideyn genotipindən fərqlənir. Bu zaman populyasiyalararası səviyyədə genlərin rekombinasiyası baş verəcəkdir. Başqa sözlə, genlər axını kombinativ dəyişkənlik mənbəyidir.

Genlərin introqressiyası (ing. *introgression*) – müxtəlif növlərin populyasiyaları arasında genlərin mübadiləsidir. Introqressiya zamanı bir növün genləri digər növün genofonduna daxil olur. Həmin proses növrəsi hibridləşmənin uğurlu olması hesabına baş verir. Bitkilərdə introqressiya heyvanlarla müqayisədə daha geniş yayılmışdır. Bitkilərdə genlərin introqressiyası tozcuqların yayılması və başqa növün fərdləri ilə çarpaz mayalanma hesabına baş verir. Heyvanlarda genlərin introqressiyası onların çoxalması zamanı aktiv olması və digər növün fərdləri ilə çarpazlaşması ilə şərtlənir və nəticə olaraq hibrid nəsil əmələ gəlir. Beləliklə, genlərin introqressiyası kombinativ dəyişkənliyin digər mənbəyidir, lakin genlərin axını ilə müqayisədə daha az əhəmiyyət kəsb edir. Bu fərq müxtəlif növlər arasında reproduktiv təcridlərlə izah olunur.

Populyasiyaların genetik dəyişkənliyinin digər səbəbi hər il də populyasiyaların mövsümlə əlaqədar miqrasiyalarıdır. Balıqların və quşların populyasiyaları hər il çoxalma yerlərinə miqrasiya edir və hər yeni mövsümdə genetik tərkibinə görə keçən ilki populyasiyalardan fərqlənir.

Miqrasiya yalnız populyasiyanın genetik dəyişkənliyinə təsir göstərmir. O, növün təkamülün müəyyən mərhələsində sabit qalmasında mühüm rol oynayır. Genlərin populyasiyalararası daima baş verən «qarışması» bütün növün genofondunun tarazlaşmasına və onun davamlı genetik quruluşunun saxlanılmasına səbəb olur. Növün sabit saxlanılmasında miqrasiyaların əhəmiyyətli rolunu Eri gölünün cənub hissəsində yaşayan suilanının (*Natrix sipedon*) polimorf quruluşunun saxlanılması misalı sübut

edir (şəkil 9.1). Materikdən təcrid olunmuş adalarda iki tip suilanları yaşayır – zolaqlı və miqdarca üstünlük təşkil edən zolaqsız. Təcrübə göstərmişdir ki, zolaqsız formalar daha yüksək yaşama qabiliyyətinə malikdirlər. Zolaqlı formaların təbii şəraitdə əhəngdaşı qayalarında daha artıq nəzərə çarpması, qağayı və vağ tərəfindən onların məhv olmasına səbəb olur. Zolaqsız formaların həyat qabiliyyətinin daha yüksək olması və zolaqlı formaların daha intensiv eliminasiyası, onların tamamilə sıxışdırılmasına gətirib çıxarmalı idi və növ tamamilə zolaqsız formalardan ibarət olardı. Əslində isə ada populyasiyalarında davamlı polimorfizmin saxlanması miqrasiyanın hesabına təmin olunur. Həmin misal miqrasiyanın ziddiyyətli təbiətini göstərir. Belə ki, miqrasiya həm populyasiyanın dəyişkənliyini, həmçinin sabitliyini saxlayır.



**Şəkil 9.1.** Eri gölündə suilanları arasında təbii seçmə: adalarda açıq rəngli, əhəngli qayalarda tünd formaların seçmə eliminasiyası baş verir.

Bütövlükdə miqrasiya genlərin axını və introqressiyası nəticəsində populyasiyaların genofundunun yeni genetik komplekslərlə zənginləşdirilməsinə səbəb olur. Miqrasiya eyni zamanda kombinativ dəyişkənliyin mənbəyidir.

### 9.3. Populyasiya dalğaları – təkamül amili kimi

Populyasiyaları təkamülün elementar vahidi kimi xarakterizə edərkən etiraf etmək lazımdır ki, «həyat dalğaları», «populyasiya dalğaları» və ya populyasiyanı təşkil edən fərdlərin miqdarının vaxtaşırı dəyişilməsi onların ən mühüm və sabit xüsusiyyətlərindən biridir. Populyasiya dalğaları – populyasiyanın əsas ümumi xassəsidir və elementar təkamül amili kimi təkamüldə mühüm rol oynayır. Bütün canlı orqanizmlərin miqdarı dövrü və qeyri-dövrü olaraq daima dəyişilir. Bu cür dəyişkənliklərin həddindən artıq çox olmasının konkret səbəbləri ətraf mühitin abiotik və biotik amillərinin təsirləridir. Həyat dalğalarının təkamülün amili kimi təsiri nəticəsində populyasiyada bəzi fərdlərin təsadüfi məhv olması və populyasiya dalğaları baş verməzdən əvvəl nadir rast gəlinən genotiplərin artması və gələcəkdə təbii seçmə tərəfindən saxlanması təmin olunur. Həmin hadisə *genlərin dreyfi* adlanır və biz bir qədər sonra bu məsələnin üzərində dayanacağıq.

**Populyasiya dalğalarının təsnifatı.** Təbiətdə çoxlu sayda müxtəlif populyasiya dalğalarına rast gəlinir. Bunlardan əsasları ilə tanış olaq.

1. Qısaömürlü orqanizmlərdə fərdlərin miqdarının dövrü dəyişilməsi bir çox həşərat, birillik bitkilər, bir çox göbələklər və mikroorqanizmlərə məxsusdur. Buna sadə bir misal kimi mikroorqanizmlərin mövsümlə əlaqədar miqdarının kəskin dərəcədə dəyişilməsini göstərək: yazda və payızda bir sıra virusların kütləvi çoxalması nəticəsində soyuqdəymə xəstəliklərinin artmasını yada salmaq kifayətdir. Bitki və heyvanların mövsümlə əlaqədar miqdarının dəyişilməsi müxtəlif yaş və cinsiyyət qruplarına eyni cür təsir göstərmir. Fərdlərin miqdarının dəyişilmə dinamikası həm də orqanizmlərin qısa ömür sürməsi ilə əlaqədardır. Bəzən belə orqanizmlərin populyasiyasında fərdlərin miqdarı müxtəlif mövsümlərdə yüz minlərə və milyonlara çata bilər.



2. Fərdlərin miqdarının qeyri-dövri dəyişilməsi müxtəlif amillərin mürəkkəb təsirindən, ilk növbədə qida şəraitindən asılıdır: məsələn, yırtıcılardan ibarət populyasiyada yırtıcıların basqının azalması və yaxud yırtıcılar populyasiyası üçün yem mənbəyinin azalması. Adətən, fərdlərin miqdarının kəskin dərəcədə dəyişilməsi bir çox heyvan və bitki növlərində baş verərək biogeosenozun bütövlükdə dəyişilməsinə səbəb olur.

3. Yeni ərazilərdə növün fərdlərinin miqdarının sürətlə artması təbii düşmənlərin olmadığı şəraitdə baş verir. Buna misal olaraq XIX-XX əsrlərdə Avstraliyada adadovşanlarının, Şimali Amerikada ev sərçələrinin, Avrasiyada Kanada elodeyasının, Mərkəzi Amerika ondatrasının sürətlə artmasını göstərmək olar. XIV-XVII əsrlərdə gəmiçilərlə bütün dünyaya siçovullar (*Rattus norvegicus*) sürətlə yayılmışdır. İnsan yaşayışlarının yaxınlığında çürümüş qida qalıqlarının və zibilxanaların yayılması ilə əlaqədar ev milçəyi (*Muşca domestika*) son dərəcədə artmışdır.

4. Təbii fəlakətlərlə əlaqədar (biogeosenozların və ya bütöv landşaftların dağılması) növlərdə fərdlərin sayının kəskin qeyri-dövri tərəddüd etməsi.

Bəzən müəyyən ərazidə bir neçə il quraqlıq hökm sürür və böyük ərazilərin görünüşündə ciddi dəyişikliklər əmələ gətirir: bataqlıq yerlərdə quru çəmənliklər əmələ gəlir, bunlar artır və bir neçə min illər ərzində biotip kimi saxlanılmış torf yataqları quruyur. Daha hərəkətli, fəal fərdləri olan növlər (iri məməlilər, həşəratlar, quşlar), torpağın dərin qatlarında yaşayan növlərə – hərəkətsiz, yaxud zəif hərəkətli olan və meşə torpaqlarında yaşayan növlərə nisbətən az zərər çəkirlər. Bu cür formalar (bitkilər, molyuskalar, reptililər, amfibilər və b.) kütləvi miqdarda məhv olurlar. Növlərin miqdarının kəskin qeyri-dövri azalması daşqınlar və meşə yanğınları zamanı da baş verir.

**Populyasiya dalğalarının təkamüldə əhəmiyyəti.** Populyasiyanın miqdarı kəskin dərəcədə dəyişildikdə, çoxsaylı populyasiyalardan təsadüfi olaraq yalnız bəziləri qala bilər. Güman edək ki, meşədə baş verən yanğın bir sahəyə toxunmadı və orada qabıqyeyənlərin populyasiyasının bir hissəsi qaldı. Populyasiyanın miqdarı fəlakətdən sonra kəskin dərəcədə azalır və orada genlərin tezliyi tamamilə dəyişilir. Əgər bundan sonra yeni həyat

dalğaları baş verərsə, populyasiyanın miqdarı sağ qalan qrupun hesabına kəskin dərəcədə arta bilər. Həmin qrupun genotip tərkibi əmələ gələn populyasiyanın genetik quruluşunu təyin edir. Bu zaman az sayda olan mutasiyalar tamamilə itə bilər, digər mutasiyaların tezliyi isə kəskin dərəcədə artır. Bütövlükdə populyasiyada müxtəlif genotiplərin və mutasiyaların tezliyi təsadüfi olaraq dəyişilir. Məhz populyasiya dalğalarının əsas təkamül əhəmiyyəti də bundan ibarətdir. Müəyyən şəraitdə fərdlərin miqdarının təsadüfi və qısa müddətdə artıb-azalması elementar təkamül hadisəsinə çevrilərək populyasiyaların genetik tərkibini kəskin (5-95% qədər) dəyişdirə bilər. Belə ki, 100 min fərddən ibarət olan populyasiyanın sayı 100 dəfə artsa, mutantların sayı da o qədər arta bilər. Populyasiyanın miqdarı artdıqca, ehtimal ki, orada yeni mutasiyaların və rekombinasiyaların tezliyi artmış olur. Əlbəttə, bu zaman aşağı tezlikdə olan mutasiyalar təsadüfi olaraq populyasiyada sıradan çıxma bilər, digərləri isə əksinə, saxlanılır və tezlikləri artır. Populyasiyada təsadüfi, seyrək mutasiyaların artmasının onun genetik quruluşunun dəyişilməsində böyük əhəmiyyəti vardır. Populyasiyada fərdlərin miqdarı kəskin dərəcədə azaldıqdan sonra tərkibinə diferensial çoxalan və diferensial yaşarlılığa malik olan mutantları daxil edir və populyasiyanın gələcək tərkibi əsasən onların nəsilərindən ibarət olur.

Populyasiya dalğalarının təsiri, xüsusən fərdlərin sayı az olan (500-dən çox fərdləri olmayan) populyasiyalarda daha kəskin olur. Belə şəraitdə populyasiya dalğaları təbii seçmənin təsiri altında nadir rast gəlinən mutasiyaları və ya artıq miqdarda olan variantları kənar edə bilər.

Beləliklə, populyasiya dalğalarının təsiri, mutasiya prosesinin təsiri kimi statistik və qeyri-istiqamətlidir. Populyasiya dalğaları təkamül materialının əsas «tədarükçülərindən» biridir. Populyasiya dalğaları öz-özlüyündə irsi dəyişkənlik əmələ gətirmir, onlar yalnız sonradan təbii seçmənin təsirinə məruz qalan mutasiyaların və rekombinasiyaların tezliyini artırır. Eyni zamanda populyasiya ölçüsünün dinamikası təkamül amili olmaqla yaşama uğrunda mübarizənin gərginliyinə təsir göstərir.

**Genlərin təsadüfi dreyfi.** Populyasiyanın genetik dəyişkənliyinə təsir göstərən amillərdən biri populyasiyanın ölçüsüdür.

*Genlərin təsadüfi dreyfi* və ya *genetik dreyf* təsadüfi səbəblərlə və xüsusilə, populyasiyanın az saylı olması ilə əlaqədar bir sıra nəsillər ərzində allellərin tezliyinin dəyişilməsidir. Güman edək ki, müəyyən populyasiyada iki allelin A və a tezliyi, müvafiq olaraq, 0,40 və 0,60-a bərabərdir. Gələcək nəsildə A allelin tezliyi 0,40-dan az və ya çox ola bilər, sadəcə ona görə ki, həmin nəslə əmələ gətirən qamətlərin seçimində A allelinin tezliyi müəyyən səbəbə görə dəyişilə bilər.

Genlərin dreyfi tamamilə təsadüfi prosesdir və onu seçmədə baş verən səhvlərlə izah etmək olar. Burada əsas səbəb seçmənin ölçüsü ilə seçmənin «səhvi» kəmiyyəti arasında tərs mütənasibliyin olmasıdır. Bunu sübut etmək üçün misal gətirək. Əgər biz 20 qəpiyi 10 dəfə yuxarı atsaq, 6 dəfə bir üzünə, 4 dəfə isə o biri üzünə düşsə, təəccüblü olmaz, baxmayaraq ki, nəzəri gözlənilən tezlik 0,5-dir. İndi təsəvvür edək ki, biz qəpiyi 1000 dəfə atırıq; əgər o, 600 dəfə bir üz, 400 dəfə digər üz üstə düşsə, bizə təəccüblü gələr, baxmayaraq ki, nəticə eynidir (6 və 4). Lakin qəpik 1000 dəfə atıldıqda 496 dəfə bir tərəfi və 504 dəfə o biri tərəfi üstə düşsə, biz bunu normal hal kimi qəbul edirik. Göründüyü kimi, seçmənin ölçüsü ilə seçmədə olan «səhvlər» arasında tərs mütənasiblik müşahidə olunur.

Populyasiyanın sayı dedikdə, bütün fərdlərin sayı nəzərə alınmır, yalnız gələcək nəslin əmələ gəlməsində iştirak edən fərdlər hesaba alınır və bu, *populyasiyanın effektiv sayı* adlanır.

**Cədvəl 9.1.** Genlərin təsadüfi dreyf effekti

Populyasiyanın sayı (N)	Qamətlərin sayı (2N)	Variansa (pq/2N)	Standart kənarlanma $\sqrt{pq/2N}$
<i>Misal 1</i>			
$p=q=0,5$			
5	10	0,025	0,16
50	100	0,0025	0,05
500	1000	0,00025	0,016
<i>Misal 2</i>			
$p=0,3; q=0,7$			
5	10	0,021	0,145
50	100	0,0021	0,046
500	1000	0,00021	0,0145

*Qeyd.*  $p, q$  – allellərin tezliyi;  $N$  – valideynlərin sayı;  $s^2$  – gələcək nəsildə allellərin tezliyinin variansıdır (dispersiyası):  $s^2 = \frac{pq}{2N}$ ;  $s = \sqrt{\frac{pq}{2N}}$ .

Cədvəl 9.1-də bir nəsildən digərinə genlərin dreyfinin effekti iki halda təsvir edilir:

1)  $p = q = 0,5$  və 2)  $p = 0,3, q = 0,7$ .

Hər bir misal üçün populyasiyanın effektiv sayı üç variantda verilmişdir  $N=5, 50$  və  $500$ .

Həmin düstur seçmənin ölçüsü ilə ( $2N$ ) nəzəri gözlənilən tezliyin dəyişkənliyini əks edir.

Beləliklə, az saylı populyasiyaların genotip tərkibinə təsir göstərən amillərdən biri genlərin dreyfidir. Kiçik populyasiyalarda təsadüfi səbəblərə görə müəyyən allellərin tezliyi ya saxlanılır, yaxud tamamilə populyasiyanın genofondundan yox olur. Genlərin dreyfi nəticəsində kiçik populyasiyalarda zərərli amillərin toplanması baş verə bilər. Bu halda populyasiyanın yükü artmış olur, lakin ətraf mühit şəraiti dəyişdikdə həmin allellər təbii seçmə tərəfindən əlverişli dəyişikliklər üçün istifadə oluna bilər. Genlərin dreyfi təkamül amillərinin biri olmaqla az saylı, təcrid olunmuş populyasiyalarda seçmə ilə birlikdə mikrotəkamüldəki dəyişikliklərdə iştirak edir.

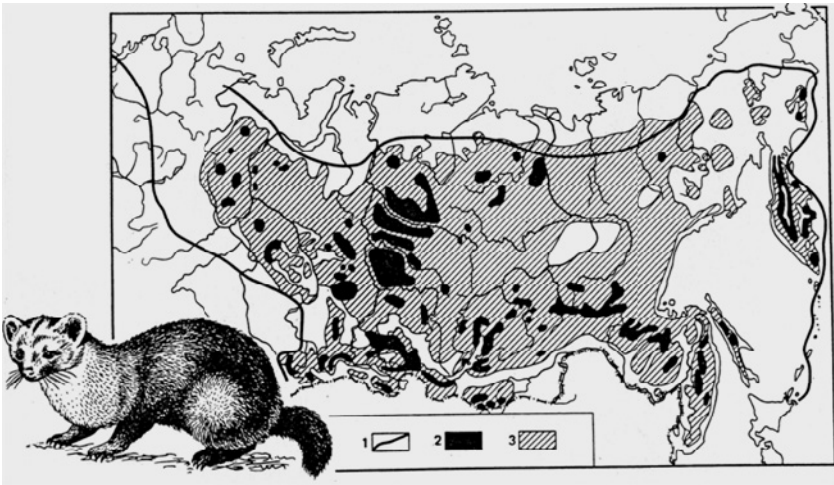
#### 9.4. Təcrid – təkamül amili kimi

Panmiksiyanı məhdudlaşdıran hər hansı təzadın meydana çıxması *təcrid* adlanır. Təkamül prosesində təcrid sərbəst çarpazlaşmanın pozulmasına səbəb olub, populyasiyaların və növün ayrı-ayrı hissələri arasında fərdlərin artmasına, möhkəmlənməsinə gətirib çıxarır. Təkamüldə əmələ gələn fərqlər möhkəmləndirildikdə heç bir forma-əmələgəlmə prosesi mümkün olmur. Təbiətdə təcridin formaları və ifadəsi çox müxtəlifdir, lakin onların əsaslarını təsvir etmədən təcridin təkamüldə rolunu anlamaq mümkün deyildir. Təcridlər əmələ gəldikləri təzadların təbiətindən asılı olaraq iki qrupa bölünür: *məkan* (coğrafi) və *bioloji təcridlər*.

*Coğrafi təcrid* üsulu landşaftda əmələ gələn dəyişikliklərlə dağların, çayların, meşə massivlərinin və s. əmələ gəlməsi ilə

əlaqədardır. Coğrafi təcrid maneələri aradan qaldırıldıqdan sonra da çarpazlaşma imkanları itmir. Məsələn, Anadirda və Alyaskada yaşayan şimal tülküsünün populyasiyası 120 km-lik boğazla ayrılırsa da, fərdlər effektiv çarpazlaşma qabiliyyətini itirməyib. Beləliklə, coğrafi təcrid genetik və ya reproduktiv xarakter daşmır. Coğrafi təcrid yalnız fiziki xarakter daşır. Lakin tam təcrid əgər on min nəsil ərzində davam edirsə, yeni növlərin əmələ gəlməsinə kifayət edir.

Hazırda insanın fəaliyyəti ilə əlaqədar biosferdə tez-tez bir çox növlərin populyasiyaları arasında məkanca təcridlər əmələ gəlir. XX əsrin əvvəllərində samurların (*Martes zibellina*) arealının parçalanmasını buna misal göstərmək olar (şəkil 9.2).



**Şəkil 9.2.** Samurun (*Martes zibellina*) arealının məkanca təcridi: 1-arealın sərhədləri; 2-30-cu illərdə saxlanılmış populyasiyaların məskunlaşması; 3-XX əsrin 80-cı illərində samurun tutduğu ərazi.

Ümumiyyətlə, parçalanmış arealın əmələ gəlməsi növün saxlanılması üçün böyük təhlükə kəsb edir. Məkanca təcridlər zəif hərəkətli heyvan və bitkilər arasında əmələ gəlir və adətən, burada əsas rol fərdi fəallıq radiusu oynayır. Bir çox palıd növləri müxtəlif torpaqlarda yaşayır: onların bəzilərinə (*Quercus mohriana*) əhəngli torpaqlarda, digərlərinə qumsallıqlarda, bir

başqalarına (*Q.grijea*) maqmalı torpaqlarda rast gəlinir.

**Bioloji təcrid** ya çarpazlaşmanı qadağan edir, yaxud normal nəslin əmələ gəlməsinin qarşısını alır. Bioloji təcrid bir neçə formada təzahür edir: ekoloji, morfofunkSIONAL, etioloji, genetik. Bütün bu formalar çoxalma şəraiti və mexanizmləri ilə əlaqədardır, buna görə də «bioloji təcrid» adlanır.

**Ekoloji təcrid** növlərin yaşayış şəraiti, çoxalma ərazisi və zamanla əlaqədardır. Buna görə də təcridin ekoloji formasını iki tipə bölürlər: biotopik və zamanla əlaqədar. Biotopik təcrid yaxın qohum növlərin yaşayış yerlərinin ayrılması ilə bağlıdır. Məsələn, qurbağanın bir növü (*Bufo americanus*) çoxalmaq üçün bataqlıq və nohurlara, digəri isə (*Bufo fewlari*) kiçik gölməçələrə və çaylara üstünlük verir.

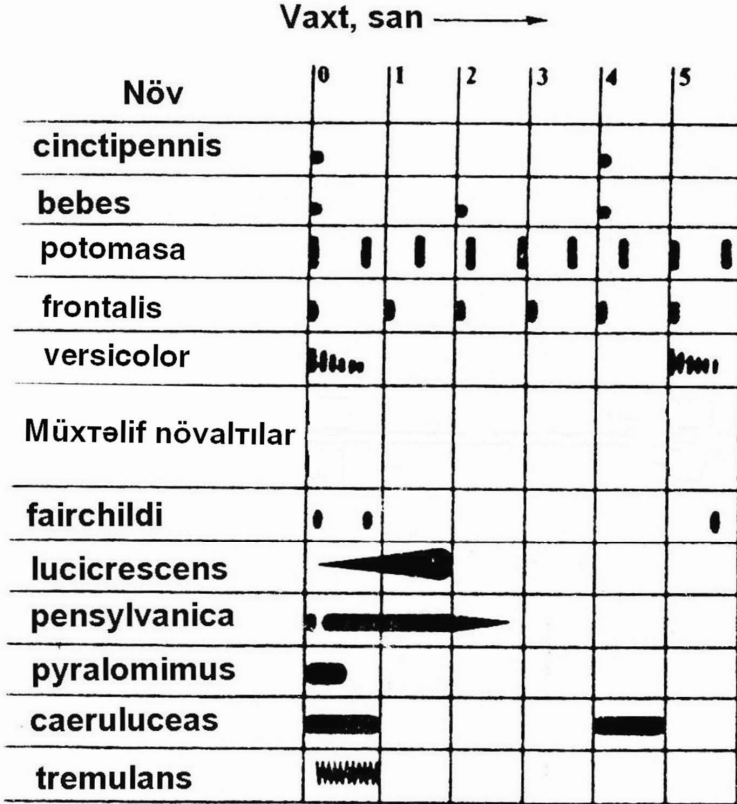
**Zaman təcridləri** çoxalma və çiçəkləmə dövründə cinsi yetişkənlikdə olan fərdlərlə təyin olunur. Məlum olduğu kimi, əksər bitkilərdə və heyvanlarda çoxalma müəyyən dövrlərdə baş verir. Cütləşmə və ya çarpaz tozlanma ilin müəyyən vaxtlarında (yay və ya payız aylarında), hətta bəzən günün müəyyən vaxtında baş verir. Məsələn, *D.pseudoobscura* və *D.persimilis* drozofil milçəkləri Şimali Amerikada simpatrik növlər olub, sutkanın müxtəlif vaxtlarında cütləşirlər. *D. pseudoobscurada* cinsiyyət aktivliyi axşam, *D. persimilis*də isə səhər çağlarında baş verir. Çoxalma müddətində olan belə kiçik dəyişikliklər vaxtın məhdud olmasına görə effektiv təcrid mexanizmi ola bilər.

**MorfofunkSIONAL təcridlər** cinsiyyət orqanlarının quruluş və ya funksiyasında olan fərqlərlə şərtlənir. Təkamül prosesində təcridin iki əsas üsulu yaranmışdır: morfoloji və fizioloji. Morfoloji təcridlər mayalanmaya maneə törədən çoxalma orqanlarının uyğun olmaması ilə əlaqədardır. Morfoloji cinsi uyğunsuzluq iki ilbiz növü (*Cepaea memoralis* və *C. hortensis*) arasında cütləşməyə yol vermir.

Fizioloji təcrid çoxalma prosesinin pozulması ilə əlaqədardır. Məsələn, çiçəyin dişiciyinin ağızcığına digər növün tozcuğu düşdükdə cücmir.

**Etioloji təcridlər** növün fərdlərinin davranışında olan fərqlərlə meydana çıxır. Təcridin bu forması davranışla əlaqədar ol-

duğundan yalnız heyvanlarda müşahidə edilir. Bir çox heyvan növlərində müxtəlif cinsiyyətli fərdlər spesifik əlamətlərə malik olur (ikinci dərəcəli cinsi əlamətlər) və onlar bir-birini tapmaq və digər növlərdən seçmək üçün bundan istifadə edirlər. Növlərin tanınması üçün müxtəlif qıcıqlandırıcılardan istifadə olunur (görmə, səs, iyilmə). Etooloji təcridə növdaxili diferensiasiya kimi böyük əhəmiyyət verilir (şəkil 9.3).



**Şəkil 9.3.** Ekoloji-etoloji təcridə misal. Şimali-Amerika işıldaquşunun (*Photurus* cinsi) işıq işartılarının xüsusiyyətləri. Şəkildəki ləkələrin hündürlüyü və uzunluğu işartıların intensivliyi və müddətini göstərir.

**Genetik təcrid** erkək və dişinin cinsiyyət məhsullarının uyğunsuzluğunda, məsələn, xromosomların sayı və quruluşunda

ifadə olunur. Məsələn, 15 xromosomlu cırcırana (*Moraba scurria*) translokasiya nəticəsində kiçik populyasiyada yayılan 17 xromosomlu irqə çevrilmişdir. Genetik təcrid ontogenezin müxtəlif mərhələlərində ziqotların və embrionların məhv olmasından başlanaraq, zəif həyat qabiliyyəti və steril nəslə olan fərdlərdə təzahür edir. Genetik təcridin səbəbi yumurta və spermatozoidlərin DNT quruluşlarının qeyri-uyğunluğu ilə əlaqədar morfogenez prosesinin pozulması ola bilər.

**Təcridin təkamüldə əhəmiyyəti.** Təcrid təkamül amili kimi yeni genotiplər və ya növdaxili formalar yaratmır. Təcridin təkamül prosesində əsas əhəmiyyəti genotipik diferensiasiyanın ilkin mərhələlərini möhkəmləndirməsi, gücləndirməsidir. Həmçinin təcrid təzadlarla ayrılmış populyasiya və ya növü seçmənin müxtəlif təzyiqlərinə düşür edir. Təcrid divergensiya edən formaların genofondunun spesifikliyinin saxlanılmasına aparır.

Təcridin təkamül amili kimi xüsusiyyətlərindən biri uzun müddət davam etməsidir. Əksər hallarda reproduktiv və məkan təcridlərini əmələ gətirən səbəblər də uzun müddət saxlanılır.

Təcridin təkamül materialına təsiri əslində statistik və qeyri-istiqlaldır, bu baxımdan təcrid digər təkamül amilləri ilə (mutasiya və populyasiya dalğaları) oxşardır.

Mikrotəkamül səviyyəsində təcridin əsas nəticəsi yaxın qohum çarpazlaşma sisteminin meydana çıxmasıdır, yəni inbridingdir. İnbridingin köməyi ilə seyrək və heteroziqot vəziyyətdə saxlanılan allellər arealın ucqarlarında xüsusi təcrid olunmuş heyvan və bitki populyasiyalarında homoziqotlaşma prosesində fenotipdə meydana çıxır. Təcrid başlanğıc populyasiyanı iki və ya daha artıq qrupa, populyasiya qruplarını isə müxtəlif formalara parçalayır. Təbiətdə hər hansı bir populyasiya qrupu təcridin təzyiqi nəticəsində digər yaxın qruplardan ayrılır. Beləliklə, təcridin təsiri uzun müddət davam edən təkamül prosesinin zəruri şərtidir.

Təcrid mexanizmləri təkamülün genetik zəminləri ilə və ilk növbədə irsi dəyişkənliklərlə sıx əlaqədardır. Məsələn, poliploid formalar növarası hibridləşmə zamanı əmələ gələ bilər. Başqa sözlə, genom mutasiyalarına (allopoliploidiya) gətirib çıxaran təcridin pozulması növəmələgəlmənin genetik zəmini ola bilər.



\*\*\*

*Təkamül prosesinin əsas zəmini – dəyişkənlikdir. İrsi dəyişkənlik (mutasiya, rekombinasiya) təbii seçmənin fəaliyyəti üçün əsas zəmindir. Populyasiyaların genetik dəyişkənliyinə təsir edən amillərdən biri populyasiya dalğalarıdır. Populyasiyada fərdlərin sayı artdıqda, təbii seçmənin əsas materialı olan mutasiyaların sıxlığı da artır. Populyasiyada fərdlərin sayı azaldıqda, faydalı mutasiyaların saxlanması nəticəsində populyasiyanın genetik tərkibi dəyişir. Populyasiya ölçüsünün dəyişkənliyi ilə əlaqədar populyasiyadaxili formaların əmələ gəlməsi yeni növlərin formalaşmasına başlanğıc ola bilər.*

*Genlərin populyasiya genofondunda «qarışmasına» təsir göstərən fərdlərin miqrasiyası populyasiyaların genetik quruluşunun dəyişməsinə səbəb olur. Genlərin axını və introqressiyası mikrotəkamüldə mühüm rol oynayan kombinativ dəyişkənliyin mənbəyidir. Mikrotəkamülün mühüm amili olan təcridlər, müxtəlif növlərin fərdləri arasında çarpazlaşmanın məhdudlaşmasını, tamamilə qadağan olunmasını və ya bir növün fərdləri arasında çarpazlaşmanın daha uğurlu olmasını müəyyən edir.*

*Dəyişkənlik və təcridlər öz-özlüyündə təkamül prosesinin səbəbi ola bilməz, onlar təkcə təbii seçmənin yaradıcı təsirinə zəruri zəminlər yaradırlar.*

*Təkamülün üç mühüm elementar amilini qiymətləndirdikdə söyləmək olar ki, bunlardan ikisi (mutasiya prosesi və həyat dalğaları) – təkamül materialının tədarükçü amilləridir, təcridlər isə müxtəlif qruplar arasında genetik müxtəlifliyi gücləndirən faktorlardandır.*

*Beləliklə, sadalan təkamül amillərinin təsir mexanizmləri müxtəlifdir, lakin onların hamısı təsadüfi, qeyri-müəyyən və qeyri-istiqamətli xarakter daşıyır. Göstərilən üç təkamül amilinin birlikdə fəaliyyəti təkamül prosesinin istiqamətli gedişini təmin etmir.*

*Təkamülə istiqamət verən təbii seçmədir.*

## **TƏBİİ SEÇMƏ – TƏKAMÜLÜN HƏRƏKƏTVERİCİ QÜVVƏSİ KİMİ**

Əvvəlki fəsildə mutasiya prosesinin, həyat dalğalarının və təcridlərin təkamüldə rolu göstərilmişdir. Lakin bu elementar amillər təkamülə istiqamətsiz təsir göstərir. Eyni zamanda təkamül bütövlükdə xaotik proses deyil, canlıların yeni-yeni uyğunlaşmalar qazanması, yeni növlərin əmələ gəlməsi, digərlərinin məhv olması, taksonların iyerarxik sistemlərinin yaranması, canlı təbiətin progressiv inkişafı ilə əlaqədar istiqamətli proseslərdir.

Yuxarıda qeyd etmişdik ki, təbiətdə mutasiya, miqrasiya və təcridlərin baş verməsi təsadüfi xarakter daşıyır və orqanizmlərə, populyasiyalara, növlərə zərərli və ya faydalılığından asılı olmadan meydana gəlir. Təbii seçmə isə uyğunlaşma qabiliyyətini artırır və digər proseslərin dağıdıcı təsirinin qarşısını alır. Bu baxımdan təbii seçmə təkamülün ən mühüm amili kimi meydana gəlir və yalnız onun təsiri ilə canlı orqanizmlərin adaptivliyini və yüksək mütəşəkkilliyini izah etmək olar. Təbii seçmənin təkamülün əsas prosesi olması haqqında ideyanı bir-birindən asılı olmadan Çarlz Darvin və Alfred Rassel Uolles irəli sürmüşlər. 1858-ci ildə Londonda Linney cəmiyyətinin iclasında bunların kəşfi haqqında məlumat verildi. Lakin təkamülün təbii seçmə yolu ilə getməsinə dair ətraflı və mükəmməl sübutlar Darvin tərəfindən külli miqdarda toplanmış material və faktların əsasında təqdim edildiyindən üstünlük Darvinin tədqiqatlarına verilmişdir. Darvin tərəfindən seçmə haqqında yaranmış təlim təkamülün əsas nəzəriyyəsi olmuşdur.

Müasir dövrdə təbii seçmə haqqında təlim yeni dəlillərlə zənginləşdirilmiş, çoxsaylı ideyalarla inkişaf etdirilmişdir. Ç.Darvinin təbii seçmə haqqında əsas müddəaları hazırda da öz əhəmiyyətini itirməmişdir.

### **10.1. Təbii seçmənin zəminləri**

Ç.Darvin təbii seçmə prinsipini əsaslandıraraq, iki zəmini

müəyyən etmişdir: birinci, bütün canlılara xas olan fərdlərin irsi heterogenliyi, ikinci isə – növün bütövlükdə ümumi sayının sabit olması ilə yanaşı nəslin övvəlki miqdarının artıqlığıdır.

**Fərdlərin heterogenliyi.** Məlumdur ki, bütün populyasiyalarda fərdlər bir çox irsi əlamətlərə görə bir-birindən fərqlənir. Bu fərqlərin ilkin mənbəyi mutasiyalar və çarpazlaşma zamanı valideynlərin irsi materialının kombinativ dəyişkənliyidir. Mutasiya prosesinin və genetik kombinatorikanın arasıkəsilmədən baş verməsi irsi heterogenliyi populyasiyanın daimi xüsusiyyəti kimi meydana çıxarır.

**Proqressiv çoxalma və həyat tərz.** Hər bir canlı cütü yetkin vəziyyətə çatdıqdan sonra daha çox nəsil verir. Nə heyvanlar, nə də bitkilər aləmində buna istisna yoxdur. Orqanizmlər nə qədər intensiv çoxalırsa, bir o qədər də çox qırılır.

Darvinə görə, canlılar aləminə məxsus olan yaşamaq uğrunda mübarizənin əmələ gəlməsinin əsas səbəbi növlərin intensiv çoxalmasıdır. Ən az nəsil verən heyvanın da balaları tələf olmayıb qalsa, müəyyən bir müddət ərzində bir heyvan cütünün nəsli bütün dünyanı tuta bilər. Hesablamalara görə, öz ömründə ancaq 6 bala verən bir cüt fil 750 il ərzində 19 milyon fil əmələ gətirə bilər. Siyənək balığı (*Clupea harengus*) hər il təxminən 40 min, treska (*Gadus morhua*) 10 mln., nərə balığı (*Acipenser guldendstadtii*) uzun illər ərzində 2 mln.-a qədər, yaşıl qurbağa (*Rana ridibunda*) 10 minə kimi kürü qoyur. Bir cüt sərçənin nəsli 10 il ərzində 200 mlrd. fərdə çatdı bilər. Fişer bakteriyası 1,5 sutka ərzində çoxaldıqda Yer üzərini canlı kütlənin nazik təbəqəsi ilə örtə bilər. Bir diş çöl siçanı iki il ərzində maneəsiz çoxaldıqda 14 min nəsil verə bilər.

Zəncirotunun bir toxumundan əmələ gələn bitkilərin 2-ci ilədə nəslinin miqdarı 100, 5-ci il  $10^7$ , 10-cu il  $10^{17}$ -ə çatdı bilər. Canlılar aləminin bu qədər intensiv çoxalmasına baxmayaraq, təbiətdə biz bunları, yuxarıdakı rəqəmlər dairəsində görə bilmərik. Darwin bu həddən artıq əmələ gələn toxumların və rüşeymlərin hamısının yetkin yaşa çatana qədər xeyli tələf olduğunu, nəticə etibarlı ilə müəyyən sayda qalmalarını göstərir. Darvinə görə canlılar aləminin həddən artıq çoxalması bir sıra maneələr və müqavimətlərlə məhdudlaşır. Bitkilərin əmələ gətirdikləri

toxumlarının çoxu heyvanların yemi olaraq tələf olunur. Hətta cücərənlərdən də bir çoxunu başqa heyvanlar, zərərvericilər tələf edir. Bir çox heyvanlar, məsələn, dovşan, kəklik, və s. müxtəlif yırtıcılar tərəfindən ovlanır. Bəzən bir heyvan növü əlverişli şərait tapıb həddən artıq çoxaldıqda sıxlıq əmələ gəlir. Belə şəraitdə xəstəlik baş verən zaman tezliklə yayılır və əmələ gələn nəslin çoxunu tələf edir.

Həddən artıq törəyən nəslin sayı ilə yetkin yaşa çatan fərdlərin sayı arasında çox böyük fərq müşahidə olunur. Törənən nəslin çoxu yaşamaq uğrunda mübarizədə məhv olur. Məcburi ölüm nəticəsində milyonlarla bitki və heyvan nəslinin böyük bir qismi tələf olur. Nəslin yalnız az hissəsi cinsiyyətli çoxalma yaşına qədər gəlib çata bilir. Şübhəsiz ki, həddindən artıq əmələ gələn nəsil daxilində, başqalarına nisbətən az da olsa üstünlük qazanan fərdlərin yetkin yaşa çatma ehtimalı daha çox olacaqdır.

Hər bir növün əmələ gətirdiyi həddən artıq böyük nəslin əksəriyyəti müxtəlif yaşlarda müxtəlif rəqiblər, düşmənlər tərəfindən məhv edilir. Deməli, növün yaşaya biləcəyinə nisbətən artıq nəsil verməsi təbii seçmə yolu ilə qazanılmış bir uyğunlaşmadır. Darvin həddən artıq çoxalmanı bir tərəfdən yaşamaq uğrunda mübarizəni doğuran amil kimi, digər tərəfdən də təbii seçmə tərəfindən saxlanılmış uyğunlaşma kimi izah edir.

Beləliklə, təkamül prosesində canlıların intensiv çoxalma formaları meydana çıxıb inkişaf etmişdir. Çoxalmanın progressivliyi 2 əsas nəticəyə gətirib çıxarır: 1) yeni, irsi kənarlanmaların meydana çıxması ehtimalı artır; 2) «həyat təzyiqi» yüksəlir və bununla əlaqədar yaşamaq uğrunda mübarizə əmələ gəlir.

**Yaşamaq uğrunda mübarizə.** Canlıların yaşamaq uğrunda mübarizə aparması hələ Darvindən əvvəl bir çox alimlər tərəfindən qeyd edilmişdir. Lakin ilk dəfə bu hadisənin bioloji mahiyyətini açıqlayan Darvin olmuşdur. Ç.Darvin «yaşamaq uğrunda mübarizə» terminini məcazi mənada qəbul edərək, fərdlərin mühitin abiotik və biotik amillərinin təsiri ilə hər hansı qarşılıqlı münasibətlərini nəzərdə tutmuşdur.

Təbiətdə fərdlər, populyasiyalar, növlər sərbəst, təcrid olunmuş vəziyyətdə deyil, müəyyən biogeosenozlarda həyat sürürlər. Bu da o deməkdir ki, onların yaşama müvəffəqiyyəti müxtəlif

növlərin populyasiyaları arasında yaranan qarşılıqlı münasibətlərdən asılıdır. Populyasiyalar arasında bu cür mürəkkəb qarşılıqlı münasibətlər bütün canlı orqanizmlərdə abiotik amillərin təsiri altında baş verir.

Yaşamaq uğrunda mübarizəni Darvin bu cür təsvir etmişdir: «Təbiət bizə ilk baxışda çox şad görünür, çox zaman təbiətdə yem bolluğu görürük, lakin bəzən biz bunu unuduruq ki, ətrafımızda qayğısız oxuyan quşlar ən çox həşəratla və toxumlarla qidalanırlar. Deməli, onlar daima canlı tələf edirlər; biz unuduruq ki, bu «xanəndələr və ya onların yumurtaları və balaları öz növbəsində yırtıcı quşlar və heyvanlar tərəfindən yeyilirlər, biz çox zaman unuduruq ki, müəyyən dəqiqədə yemin bol olduğunu söyləyirik, bunu hər il, zamanın hər anında deyə bilmərik».

Darvin üzvi aləmdə gedən yaşamaq uğrunda mübarizəni üç qrupa ayırır: növdaxili mübarizə, növarası mübarizə və canlılarla, cansız təbiət arasında gedən mübarizə (Axundov, 1962).

**Növdaxili mübarizə.** Darvinə görə eyni növün fərdləri arasında yaşamaq uğrunda mübarizə gedir. Növ çoxlu nəsil verir, lakin onların hamısı yetkin yaşa çatmır, təbiətdə bunların qidalanması üçün kifayət qədər yem tapılmır və yaşayış şəraiti uyğun olmur; bu, çoxalma ilə mühit şəraiti arasında baş verən təzad, növdaxili mübarizəyə səbəb olur. Darvinə görə, növdaxilində fərdlərin şəraitə tələbatı eyni olduğundan onlar arasında gedən mübarizə başqa mübarizə formalarından daha kəskindir. Mübarizədə üstünlük qazanan formalar qalib gəlir və öz nəslini davam etdirir, məğlub olanlar isə get-gedə aradan çıxır. Beləliklə, növ saflaşır, bioloji cəhətdən zəif olan fərdlərdən təmizlənir.

**Növarası mübarizə.** Darvinə görə növlər bir-birinin hesabına yaşayır. Bir növ başqa növün qidası olur. Məsələn, otyeyən heyvanlar müxtəlif bitki növlərini yeyir, yırtıcı heyvanlar otyeyən heyvanları yeyib dolanırlar. Darvinə görə eyni qidalardan istifadə edən yaxın növlər arasında bu mübarizə daha şiddətli gedir. Məsələn, meşə siçanları ev siçanlarını, boz siçovul qara siçovulu, Avropa arısı Avstraliya arısını yaşamaq uğrunda mübarizədə sıxışdırır. Bu cür mübarizə bitkilər aləmində də müşahidə olunur.

**Canlılarla cansız təbiət arasında mübarizə.** Hər bir növ başqa növlərlə əhatə olunduğu kimi, eyni zamanda cansız təbiət

amilləri ilə – abiotik şəraitlə də əhatə olunur. Növlər təkamül prosesində ətraf mühit şəraitinə uyğunlaşır. Bitkilər quraqlıqla, bataqlıqla və s. mübarizədə təbii seçmə yolu ilə bir sıra uyğunlaşmalar qazanır, heyvanlar mühit, iqlim və s. şəraitinə uyğunlaşırlar. Məlum olduğu kimi, Yer üzərində coğrafi, geoloji və iqlim şəraiti daima dəyişilir. Dəyişilmiş mühit şəraiti ilə orqanizmlər arasındakı münasibətlər də dəyişilir. Yeni şəraitə uyğunlaşa birlənlər qalır, uyğunlaşa bilməyənlər isə məhv olurlar.

Darvin yaşamaq uğrunda mübarizə anlayışını çox geniş mənada başa düşmüşdür. O, yaşamaq uğrunda mübarizə dedikdə canlıların bir-biri ilə və canlılarla cansız təbiət arasındakı müxtəlif münasibətləri nəzərdə tutmuşdur. Darvinə görə, yaşamaq uğrunda mübarizə ya birbaşa (qarşı-qarşıya) və ya dolaylı yol ilə gedir. Yırtıcı heyvanların öz ovunu tutub yeməsi, boz siçovulların qara siçovulları sıxışdırması birbaşa gedən mübarizədir.

Bəzən bir növ başqa növlə qarşı-qarşıya gəlmədən də mübarizə apara bilər, belə ki, bir növün artıb-çoxalması başqa bir növ üçün təhlükəli ola bilər. Məsələn, suiti Xəzər dənizində, susamuru isə Volqa çayının kənarlarında yaşayır. Qarşı-qarşıya gəlməyən hər iki növün əsas qidalarından biri də qızıl balıqdır. Qızıl balıq dənizdə yaşayır, lakin çoxalma dövründə kürü tökmək üçün dənizlərdən çaylara keçir. Çaylarda onlar kürü tökür və kürülərdən çıxan körpələri susamurları tələf edir. Qızıl balığın özünü isə dənizlərdə suiti ovlayır. Deməli, növlərdən hansı artıq fəaliyyət göstərsə, digərinin yaşayışı və nəsilverməsi üçün təhlükə törəyə bilər. Bu hadisə daha mürəkkəb bir vəziyyətə səbəb ola bilər. Susamurunun qidalanması üçün körpə qızıl balıqlar çatışmadıqda onlar xırda məməlilərə və quşlara hücum edib onları tələf edirlər. Deməli, suiti ilə susamuru arasında olan rəqabət başqa növlərin də həyatına təsir göstərə bilər.

Darvin göstərir ki, yaşamaq uğrunda mübarizədə canlılar arasında çox mürəkkəb münasibətlər meydana çıxır. Məsələn, ilk baxışda bizə elə gəlir ki, pişiklə qırmızı yonca arasında heç bir asılılıq ola bilməz. Lakin məlum olduğu kimi, qırmızı yoncunun tozlanmasına cır arı kömək edir. Cır arı yumurtalarını torpağın altına qoyur və onlardan çıxan sürfələr orada pup halına

çevrilir. Pupların düşmənləri isə siçanlardır. Siçanlar pupları tələf etdikdə cır arı azalır. Deməli, cır arının sayı siçanlardan asılıdır. Siçanların sayı isə onlarla qidalanan heyvanlardan asılıdır. Darvin göstərmişdir ki, yonca əkilən yerlərdə əhali çox pişik saxladıqda yonca çox məhsul verir. Deməli, pişiklər siçanları tələf etməklə, dolayı yol ilə yoncunun çoxalmasına səbəb olur.

Ümumiyyətlə, bir biosenoza yeni amillər, yaxud yeni bir növ daxil olduqda üzvi aləmdəki münasibətlər, mübarizə formaları dəyişilir. Beləliklə, canlılarla canlılar, canlılarla cansız təbiət amilləri arasındakı münasibətlər olduqca mürəkkəbdir, hər bir zaman sabit qalmır və dəyişilir.

Təbiətdə əksər fərdlərin cinsiyyət yetişkənliyinə çatmasını məhdudlaşdıran yaşamaq uğrunda mübarizənin nəticələrini ələmət və xassələrin ümumi dəyişkənliyi ilə müqayisə etdikdə Ç.Darvin prinsipial bir nəticəyə gəlmişdir ki, bəzi fərdlər seçilib saxlanılır, digərləri isə məhv olur. Bu hadisə təbii seçmə prosesinin təsiri altında baş verir. Hər bir növün fərdləri digərlərindən müəyyən irsi xüsusiyyətlərinə görə fərqlənir. Yaşamaq uğrunda mübarizədə ilk baxımdan əhəmiyyətsiz görünən fərqlər çoxalanda bəzi fərdlərə üstünlük verə bilər, digərləri üçün isə faydasız ola bilər. Son nəticə olaraq mövcud şəraitdə yalnız müəyyən əlverişli xüsusiyyətlərə malik olan fərdlər sağlamat qalır və ən əsası böyük nəsil verə bilər. Bu üstünlük yaşamaq uğrunda mübarizədə diferensial çoxalmaya və yaşarlılığa səbəb olur.

## **10.2. Təbii seçmə konsepsiyası**

Darvin göstərir ki, mədəni bitkilərin və ev heyvanlarının çoxşəkilliliyinin səbəbi süni seçmə olduğu kimi, təbiətdəki müxtəlifliyə səbəb təbiət amillərində baş verən seçmə – təbii seçmədir.

Yuxarıda qeyd etdiyimiz kimi, dəyişkənlik təbiətdə də ən geniş yayılmış hadisələrdən biridir. Bu hadisə növ daxilində bioloji müxtəlifliyə, yəni ayrı-ayrı fərdlərin bir-birindən fərqlənməsinə, ümumi mənada desək, yaşama şəraitinə müxtəlif dərəcədə uyğunlaşmalarına səbəb olur. Növün bəzi fərdləri öz fərdi xüsusiyyətlərinə və əlamətlərinə görə həyat şəraitinə daha yaxşı, dig-

ərləri isə nisbətən pis uyğunlaşır. Həyat şəraitində uyğunlaşanların qalib yaşamasına, uyğunlaşa bilməyənlərin isə get-gedə aradan çıxmasına, Darvin təbii seçmə adı vermişdir. İnsan heyvanları və bitkiləri seçdikdə ancaq öz faydasına, məqsədinə uyğun gələnləri nəzərə alır, onların saxlanılmasına və nəsil artırmasına çalışır. Təbii seçmə isə yalnız həyat şəraitində orqanizmlərdə fayda verə biləcək əlamətləri saxlayır. Darvin təbii seçmənin yaradıcı rolunu çox maraqlı bir ifadə ilə şərh edir. «Məcəzi mənada ifadə etmək olar ki, təbii seçmə bütün dünyada cüzi dəyişmələri hər gün izləyir, bunlardan yararsızlarını atıb, yaxşılarını toplayaraq, eşidilmədən və görünmədən fəaliyyət göstərir». Ç.Darvin qeyd edir ki, Madera adasında yaşayan 500 böcək növündən 200 növü qanadsızdır. Darvin bu qanadsız böcəklərin əmələ gəlməsini okean adalarında tez-tez baş verən küləklərin təsiri ilə izah edir. Qanadları nisbətən zəif olan böcəklər külək zamanı əksər hallarda uçmayaraq, torpaqdan və ya başqa cisimlərdən yapışib qalırlar. Belə böcəkləri külək dənizin içərilərinə doğru aparmadığından, onların qalib yaşamaq və nəsil vermək imkanları çox olmuşdur. Deməli, belə vəziyyətdə zəif qanadlılıq və qanadsızlıq fərdlər üçün faydalı bir əlamət olmuşdur. Burada bir sual meydana çıxıb bilər: əgər təbii seçmə adada qanadlı böcəklərdən qanadsız böcəklər yaradırsa, bəs nə üçün burada eyni zamanda yaxşı uça bilən qanadlı böcəklər də vardır? Ç.Darvin yazır ki, külək zamanı uçuşda olan böcəklərdən daha güclü qanadlara malik olanlar adaya düşə bilmiş və küləklərə daha yaxşı müqavimət göstərmişlər. Deməli, təbii seçmə bir tərəfdən qanadların zəifləməsi və itməsi, digər tərəfdən isə güclənməsi istiqamətində təsir göstərmişdir. Buna görə də eyni adada həm qanadsız, həm də güclü qanada malik olan böcəklərin əmələ gəlməsi və həmin mühitə uyğunlaşması heç də qeyri-təbii bir hadisə deyildir (Axundov, 1962).

Təkamülün digər amillərindən heç biri (miqrasiya, təcrid, dreyf) orqanizmlərin uyğunlaşma qabiliyyətini dəyişdirmir. Bu proseslər orqanizmlərin ətraf mühitə uyğunlaşmasının artıb-azalmasından asılı olmadan, yalnız allellərin tezliyini dəyişdirir. Bunlar təsadüfi baş verərək, ümumiyyətlə, orqanizmlərin uyğunlaşması nöqtəyi-nəzərindən quruluşunun pozulmasına və uyğunlaşma qabiliyyətinin zəifləməsinə səbəb olur. Təbii seçmə orqa-



nizmlərin uyğunlaşma qabiliyyətini artırır və digər proseslərin dağıdıcı təsirinin qarşısını alır. Təbii seçmə təkamülün mühüm amilidir. Canlı orqanizmlərin adaptivliyini və yüksək mütəşəkkilliyini yalnız təbii seçmənin təsiri ilə izah etmək olar.

Təkamüldə fərdlərin üstünlüyü yalnız onların yüksək yaşama qabiliyyəti ilə həll olunmur. Burada əsas rolu fərdlərin çoxalmada əldə etdiyi nailiyyətləri və hər fərdin populyasiyanın genofondunda iştirakı oynayır. Nəsil verməyən fərdlərin populyasiyanın genofondunda rolu sıfıra bərabərdir. Yalnız populyasiyada müəyyən allellərin, yaxud bütöv gen komplekslərinin yayılması və möhkəmlənməsində olan müvəffəqiyyətlər hər bir təkamül prosesinin əsasını təşkil edir. Bu isə ancaq genotiplərin diferensial hasil olması nəticəsində əldə edilir. Yalnız müxtəlif fərdlərin çoxalmasında qazanılan müvəffəqiyyətlər təbii seçmənin obyektiv genetik – təkamül meyarı ola bilər.

Beləliklə, «təbii seçmə» dedikdə, müxtəlif genotiplərin (və ya gen komplekslərinin) seçilməsi, diferensial hasil olması kimi başa düşmək lazımdır. Bu qanunauyğunluq mikroorqanizmlərə, göbələklərə, bitkilərə və heyvanlara onların çoxalma üsullarından və ömürlərinin uzunluğundan asılı olmadan tətbiq edilə bilər.

Təbii seçməni müxtəlif genetik variantların diferensial hasil kimi təyin etmək olar, bu isə faktiki olaraq bəzi irsi variantların yaşama və nəsil vermə imkanlarının digərlərinə nisbətən üstün olması ilə həyata keçirilir.

Ç.Darvin qeyd etmişdir ki, təbiətdə məhdud ehtiyatlar uğrunda geniş yayılmış mübarizə və rəqabət, təbii seçmənin buna əlverişli şərait yaratması ilə əlaqədardır. Onun ifadəsinə görə «Yaşaya bilənlərdən daha artıq fərdlər əmələ gəldiyindən, hər halda, müxtəlif fərdlər, yaxud müxtəlif növlərin nümayəndələri arasında yaşamaq uğrunda mübarizə baş verməlidir». Lakin Ç.Darvin qeyd etmişdir ki, təbii seçmə rəqabətsiz də – əlverişsiz hava şəraiti və ya mühitin digər amillərinin təsiri nəticəsində də həyata keçirilə bilər.

**Seçmənin obyektı.** Seçmənin təsiri altına ayrı-ayrı fərdlər, və ya bütöv qruplar: ailələr, populyasiyalar, populyasiya qrupları, növlər, nəhayət, canlılar birliyi də düşə bilər. Buna müvafiq ola-

raq, fərdi və qrupla seçmə baş verir. Lakin hər qrupda baş verən seçmə son nəticə olaraq populyasiya hüdudunda ayrı-ayrı fərdlər üzərində gedir. Buradan belə nəticəyə gəlinir ki, təkamülün elementar amili olmaqla populyasiya daxilində hər hansı bir üstünlüyə malik olan fərdlər (nisbətən çox nəsil verənlər) daha çox seçilib saxlanılır.

Genetikadan məlumdur ki, genotip quruluş və funksional cəhətdən bütöv bir sistemdir və fərdlərin genləri (və ya populyasiyanın genetik sistemində olan genotiplər) arasında mürəkkəb qarşılıqlı əlaqələr təsir göstərir. Bu cür mürəkkəb qarşılıqlı əlaqələrin nəticələri fərdlərin fenotipində bu və ya digər əlamətin inkişafında və ya populyasiyada əlamətin rast gəlmə tezliyində təzahür edir. Yaşamaq uğrunda mübarizə genlər və əlamətlər arasında deyil, onların daşıyıcısı olan fərdlər arasında baş verir. Seçmənin elementar obyektı məhz fərdlərdir.

*Təbii seçmənin təsir dairəsi* təkamülün elementar amili kimi fərdlərin bütün həyat əhəmiyyətli əlamət və xassələrini əhatə edir. Çoxalmanın uğurlu olması ilk növbədə fərdin yaşarlılığından asılıdır. Seçmənin daima fenotipə görə baş verməsi çox vacibdir. Fenotip bütün genotipik xüsusiyyətləri özündə əks etdiyinə görə bir sıra nəsilərdə ərzində fenotip üzrə aparılan seçmə, faktiki olaraq, genotiplərə də öz təsirini göstərmiş olur.

Seçmənin təsir dairəsini qiymətləndirərək onun daima nəzarəti altında nəsil vermə qabiliyyətinin olmasını qeyd etmək lazımdır. Lakin elə əlamət və xassələr vardır ki, onlar təkamüldə seçmənin nəticəsi kimi əmələ gəlir. Bunlar uyğunlaşma nöqtəyinə nəzərindən ikinci dərəcəli olub, seçmə dairəsinə daxil olurlar. Və nəhayət, elə ola bilər ki, təkamül prosesində təsadüfi, uyğunlaşma üçün az əhəmiyyətli olan əlamətlər seçilib saxlanılsın.

Seçmənin təsir dairəsinin bir məhdudluğu da vardır. Təbii seçmə heç bir növün quruluşunu növün özünə faydası olmadan dəyişdirə bilmir. Belə dəyişikliklər təkamül prosesində təbii seçmənin əsas prinsipinə zidd olur. Seçmə, adətən, növlərin bir-birinə qarşılıqlı uyğunlaşmasına istiqamətlənir. Seçmə çox zaman ayrı-ayrı fərdlər üçün yararlı olmayan, lakin bütöv populyasiya və növ üçün faydalı olan əlamət və xassələri saxlayır.

### 10.3. Təbii seçməyə aid misallar

Təbii seçmənin yaradıcı qüvvə olduğunu təsdiq etmək üçün təbiətə aid istənilən qədər misallar və faktlar gətirmək olar. Canlıların yaşadığı mühitə öz rəngləri, formaları və digər əlamətlərə görə uyğunlaşmalarını Ç.Darvinin təbii seçmə nəzəriyyəsi ilə izah etmək mümkündür. Ancaq XX əsrin ortalarından başlayaraq, təbii seçmənin yaradıcı (istiqlalətli) təsiri haqqında qəti, təkzibedilməz sübutlar alınmışdır.

Müxtəlif qoruyucu rənglərin eksperimental sübutu təbii seçmənin təsirinə misal olaraq XX əsrin əvvəllərində alınmışdır. İngilis alimi E.Paulson (1898) şəh kəpənəyinin (*Vanessa urticae*) 600 pupunu ağaclarda, çəpərlərdə, divarlarda və gicitkanın saralmış yarpaqları üzərində yerləşdirmişdir. Rəngi mühitə uyğun olan həşəratın 57%-i, rəngi mühitə uyğun gəlməyənlərin isə 90%-i quşlar tərəfindən tələf edilmişdir.

M.Belyayev (1927) dəvədəlləkləri (*Mantis reticulosa*) üzərində çox əsaslı təcrübə aparmışdır. Həmin növ rəngə görə populyasiyada xili polimorfizmi ilə seçilir: yəni fərdlərin rəngi qonur, sarı və yaşıl olur. M.Belyayev müxtəlif rəngli dəvədəlləklərini rəngi açıq qonur olan meydançada, payacıqlarda bir-birindən 1m aralı məsafədə yerləşdirmişdir. 12 gün keçdikdə məlum olmuşdur ki, quşlar tərəfindən 60% sarı, 55% yaşıl və ancaq 20% qonur rəngli həşərat məhv edilmişdir. Orqanizmlərin mühitə uyğunluğu daha az uyğunlaşanların məhv olması nəticəsində əldə edilir. Bunu da qeyd etmək lazımdır ki, uyğunlaşma kompleks əlamətlərlə həyata keçir. Məsələn, qoruyucu rəng sakit vəziyyətlə birlikdə daha effektiv olur. Daha hərəkətli fərdlər qoruyucu rənginin olmasına baxmayaraq, quşlar tərəfindən daha çox məhv edilirlər.

Rəqabət güclü olduğu yerdə təbii seçmənin təsiri daha səmərəli olur. Bunu sübut etmək üçün V. Sukaçyev zəncirotu (*Taraxacum officinalis*) bitkisi üzərində çox ətraflı və dəqiq təcrübə aparmışdır. Təcrübədə üç, genetik və fenotip xüsusiyyətlərinə görə fərqlənən (A, B, V) formalar seçilmişdir. Hər tipin toxumlarından inkişaf etmiş bitkilər bir-birindən 18 və 3 sm məsafədə əkilmişdir. Müxtəlif mühit (seyrək və sıx əkin) şəraitində sala-

mat qalan bitkilərin miqdarı, bir bitkidə çiçəklərin sayı, bir çiçək qrupunda və bütöv bitkidə toxumların sayı təyin olunmuşdur. Nəticələr göstərmişdir ki, seyrək əkin şəraitində B tipli bitkilər ən yüksək həyat qabiliyyətinə malikdirlər. V tipli bitkilərdə bir çiçək qrupunda toxumların daha çox olmasına baxmayaraq, B tipli bitkilər toxumların ümumi miqdarına görə daha məhsuldar olmuşlar.

Bu və ya digər təcrübələr fərdlərin diferensial məhv olmasını, təbii seçmənin reallığını və populyasiya daxilində fərdlərin diferensial çoxalmasını sübut edir.

#### **10.4. Təbii seçmənin yeni əlamətlərin əmələ gəlməsində aparıcı rolu**

«Növlərin mənşəyi» əsərinin dərc olunmasından 100 il keçdikdən sonra Ç.Darvinin həmyerliləri təbii seçmənin təkamülün aparıcı amili kimi rolunu müxtəlif dəlillərlə sübut etmişlər. Həmin tədqiqatlarda yüzlərlə alim on illər ərzində çalışmışlar. Təbii seçmənin təbiətdə mövcudluğunu təsdiq edən faktlar o qədər əhəmiyyətliyərlər ki, 1958-ci ildə Brüsseldə əsrin ən mühüm nailiyyətlərinin nümayiş etdirildiyi Ümumdünya sərgisində atom enerjisinin mənimsənilməsinə həsr olunmuş stendlə yanaşı təbiətdə təbii seçmənin təsirini sübut edən və tam mənada təhlil edən stend də nümayiş olunmuşdu.

İngiltərənin ərazisində son 100 ildə (sənaye inqilabı adlanan) təbii şəraitin kəskin dəyişilməsi baş vermişdir. Fabrik və zavodların inkişafı atmosferin his, tüstü hissəciklərilə çirklənməsinə gətirib çıxarmışdır. Bu hissəciklər torpaq və bitkilərin üzərinə çökərək ümumi fonun tündləşməsinə səbəb olmuşdur. İngiltərənin və Avropanın müxtəlif ərazilərindən toplanan bir çox kəpənək növlərinin analizi onların rənginin xeyli tündləşdiyini göstərmişdir. Həmin ərazilərdə 70 müxtəlif kəpənəkdə də bu cür dəyişiklik müşahidə olunmuşdur.

1848-ci ildə Mançestrin ətrafında bir ədəd tutqun rəngli (melanist) tozağacı qarışcası (*Biston betularia*) tapılmışdır. Əvvəllər çox nadir rast gəlinən melanist formalar intensiv çoxalaraq, çirkli və tüstülü ərazilərdə ağ rəngli kəpənəkləri sı-

xışdırmışdır. Kəpənəklərin tünd rəngi hislənmiş ağacların gövdələrində və digər yerlərdə onlar üçün qoruyucu olmuşdur (şəkil 10.1). Bəzi həşəratyeyən quşlar üzərində aparılan müşahidələr göstərmişdir ki, onlar sənaye mərkəzlərindən uzaqlarda, əsasən, tünd rəngli, sənaye rayonlarında isə ağ kəpənəkləri məhv edirlər.



**Şəkil 10.1.** Tozağacı qarışçasının (*Biston betula*) tipik (açıq rəngli) forması ağacın qabığı açıq rəngdə olduqda fondan az seçilir, melanist forma isə aydın görünür.

Genetik analiz göstərmişdir ki, kəpənəklərin tünd rəngi dominant C geni ilə (*carbonaria*) təyin olunur. Deməli, açıq formalar yalnız (cc)-genotipli, tünd formalar isə (CC, Cc)-genotipli olacaqlar.

Məlumdur ki, heteroziqot formalar (Cc) daha yüksək həyatilik qabiliyyətinə malik olduqlarından, açıq rəngli formaların populyasiyadan tam yox olmaq ehtimalı azdır. Mendelin qanununa görə heteroziqotlar eyni genotipli kəpənəklərlə çarpazlaşdıqda (Cc×Cc) nəslin 25%-i açıq rəngli olacaqdır; heteroziqotların açıq rəngli formalarla çarpazlaşması nəticəsində (Cc×cc) 50% tünd, 50% açıq rəngli kəpənəklər əmələ gələcəkdir.

Sistematiklərin, genetiklərin, ekoloqların 100 ildən artıq apardıqları kompleks tədqiqat nəticəsində təbii seçmənin yeni əlamətlərin əmələ gəlməsində və yayılmasında aparıcı rolu qətiyyətlə sübut olunmuşdur. Sənaye melanizminin formalaşma mexanizminin analizi, Ç.Darvinin dolaylı dəlillərlə sübut etdiyi

seçmənin yeni əlamətlərin əmələ gəlməsi və yayılmasında rolu haqqında mülahizələri həqiqətə uyğun fərziyyədən nəzəriyyəyə çevirmişdir.

Təbii seçmənin təkamül prosesində aparıcı roluna aid sübutlar sonrakı tədqiqatlarda da öz təsdiqini tapmışdır. Biz populyasiyaların əsas xüsusiyyətlərini xarakterizə edərək orada polimorfizmin geniş yayılması haqqında məlumat vermişdik (fəsil 7). Misal olaraq ilbizlərin populyasiyasında çanaqlarının rəngini, parabizənlərin rəngindən asılı olaraq müxtəlif şəraitə uyğunlaşmasını, Eri gölünün adalarında suilanlarının polimorfizmini göstərmişdik.

Qeyd edək ki, polimorfizm təbii seçmənin təsirini sübut edən amillərdən biridir. Populyasiyada hər hansı əlamətə görə heteroziqotların varlığı orada həmin əlamətə görə polimorfliyin mövcudluğuna səbəb olur. Adətən, polimorf formalar təbii seçmə tərəfindən uzun müddət saxlanılır. Canlı orqanizmlərin populyasiyalarında polimorfizmin və heteroziqotluğun mühüm adaptiv əhəmiyyəti vardır. Bu cür populyasiyalar təbii seçmə üçün fəaliyyət sahəsidir.

Ayrı-ayrı əlamətlərin populyasiyada qeyri-bərabər yayılmasına aid bir misalı da nəzərdən keçirək. Oraqvəri-hüceyrə anemiyası qan xəstəliyi olub, hemoqlobin molekulunda irsi qüsurun əmələ gəlməsi ilə eritrositlərin oksigen daşıyıcısı funksiyasını aşağı salır. Resessiv gen üzrə oraqvəri hüceyrə anemiyasına malik homoziqot fərdlər kiçik yaşlarında – 2 yaşa qədər – məhv olurlar. Belə güman edilir ki, seçmənin bu cür mənfi istiqamətdə təsiri bu geni populyasiyadan yox edə bilərdi. Lakin bu genə görə Afrikanın yerli əhalisində 20%, ABŞ və Braziliyanın əhalisində 8-9%, Hindistan, Türkiyə, Yunanıstan və başqa ölkələrdə 10-15% heteroziqotluğa rast gəlinir. Letal genin təbiətdə yüksək sıxlıqda saxlanması, həmin genin heteroziqot daşıyıcılarının malyariya xəstəliyinə qarşı davamlı olmasını müəyyən etməyə qədər sirt qalardı. Məlum olduğu kimi, malyariya xəstəliyi bəzi tropik ölkələrdə əhali arasında ölümün əsas səbəblərindən biridir.

Fərdlərin salamat qalmasına və çoxalmasına yönəlmiş təbii seçmə oraqvəri anemiya xəstəliyinə görə heteroziqotları qoruyur. Oraqvəri anemiyalı heteroziqotların nəsində isə letal genin da-

şıyıcılarından homoziqotlar meydana çıxa bilər. Beləliklə, seçmənin təzyiqi mürəkkəb və müxtəlif istiqamətli ola bilər – bir tərəfdən seçmə populyasiyada oraqvari anemiyaya qarşı davamlı olan heteroziqotların saxlanılmasına, digər tərəfdən isə populyasiyadan zərərli, oraqvari anemiya törədən genlərin aradan qaldırılması istiqamətində yönələ bilər.

Təbii seçmə nəzəriyyəsinin əsaslılığı sübut edildikdən sonra təbiətdə baş verən bir çox hadisələrin və eksperimental yolla əldə edilən nəticələrin düzgün qiymətləndirilməsinə böyük ehtiyac duyulurdu. Bəzi alimlər vaxtilə Lamarkın «qazanılmış əlamətlərin nəsle ötürülməsi» ideyasını əsas tutaraq müəyyən hadisələri yanlış təsəvvür edirdilər. T.Lisenkonun təcrübələri və onların düzgün izah edilməməsi keçmiş SSRİ-də genetika elminin inkişafına uzun illər ərzində maneəçilik törətmişdi. Bu hadisə haqqında məlumat «Genetika» kitablarında verilmişdir. Həmin dövrdə elmin və xüsusilə genetikanın inkişafında acınacaqlı hadisələrin əsas səbəbi isə modifikasiya və mutasiya dəyişkənliklərinin mahiyyətinin tam anlaşılmaması olmuşdur.

Bir neçə misal ilə bunu izah edək. Bakteriyalarda dərmanlara qarşı davamlılığın artması bir çox tədqiqatlar nəticəsində qeyd olunmuşdur. Bu məsələlərə aydınlıq yalnız genetik tədqiqatların aparılması ilə gətirildi. 50-ci illərdən başlayaraq tibdə bəzi sulfanil preparatlarının və antibiotiklərin geniş istifadə olunması, bakteriyalarda onlara qarşı rezistenliyin (davamlılığın) artması ilə müşayiət olunurdu. Bağırsağ çöpü (*E. coli*) üzərində aparılan təcrübələr göstərmişdir ki, penisilin bakteriya divarının bir komponentinin əmələ gəlməsinin qarşısını alır, bu səbəbdən onun təsiri altında bakteriyalar məhv olur. Bağırsağ çöpündə penisilinə qarşı davamlılığı artıran bir neçə gen aşkar olunmuşdur. Bu genlərin sıxlığı  $10^{-7}$ -yə bərabərdir. Penisilin təsiri nəticəsində bağırsağ çöpünün hüceyrələri məhv olur, lakin bəziləri mutasiyaya uğrayaraq rezistenliyi artırır və saxlanılır. Salamət qalan mutant hüceyrələr penisilin təsirinə qarşı daha davamlı olub, bu əlaməti gələcək hüceyrə nəsillərinə ötürür. Həmin hüceyrələri penisilin daha yüksək qatılıqlı məhluluna keçirdikdə eyni tezliklə ( $10^{-7}$ ) daha davamlı hüceyrələr əmələ gəlir. Bu misalı ətraflı izah etməkdə əsas məqsədimiz, antibiotikə qarşı davamlılığın

artmasının səbəbini göstərmək və daha doğrusu, burada yalnız seçmənin rolunu vurğulamaqdır. Şübhəsiz ki, seçmə təsadüf, lakin müəyyən təsir altında əmələ gələn mutasiyaların nəslə ötürülməsində mühüm rol oynayır.

Həmin və buna oxşar təcrübələrin nəticəsi modifikasiyaların nəslə ötürülməməsi haqqında iddiaların əsassız olmasını təsdiqləyir. Həmin səhvə böyük fizioloq-alim İ.P.Pavlovun tədqiqatlarında yol verilmişdir. İ.Pavlovun tələbələrindən biri şərti reflekslərin yaranmasını tədqiq edərkən, siçanların get-gedə «dərslər» nəticəsində yem qutusuna daha cəld yaxınlaşmalarını müşahidə etmişlər. Lakin sonralar, təcrübə dəfələrlə təkrar olunduqda, bunun səbəbini texnikanın mükəmməlləşməsi və tədqiqatın daha ustalıqla aparılması ilə əlaqələndirmişlər. Pavlov həmin işlərin nəticəsini bu cür ifadə etmişdi: «Ağ siçanlarda şərti reflekslərin irsən ötürülməsində nə metodikanın yaxşılaşdırılmasının, nə də ciddi nəzarətin təsiri təsdiq olunmamışdır, bu səbəbdən mən, bu cür əlamətlərin irsən ötürülməsinin tərəfdarı ilə razı deyiləm».

Seçmənin aparıcı rolunu təsdiqləyən hallardan biri də bəzi heyvanlarda və cücülərdə zərərli maddələrə qarşı rezistentliyin artmasıdır. Məlumdur ki, ən güclü zərərli maddələrin effektivliyi seçmə nəticəsində tez və kəskin sürətlə aşağı enir. 1947-ci ildə İngiltərədə boz siçovullara qarşı (*Rattus norvegicus*) tətbiq edilən antikoagulyant varfarinin kiçik dozası bütün populyasiyanı 5 gün ərzində məhv etmişdir. Sonralar məlum olmuşdur ki, siçovullar varfarin yedikdə heç bir ziyan çəkmirlər. Varfarinə qarşı siçovulların davamlılığının artması seçmə və sonradan populyasiya daxilində zəhərə qarşı həssas olmayan formaların yayılması ilə izah olunur. Beləliklə, müxtəlif mutasiyalar nəticəsində dünyanın bir çox ölkəsində «supersiçovullar» adlanan irqlər əmələ gəlmişdir.

Eyni problemlər həşəratla mübarizə etdikdə də meydana çıxır. Nəinki populyasiya daxilində, hətta ayrı-ayrı milçəklərdən alınmış xətlərə zəhərli maddələrlə təsir etdikdən sonra salamat qalma 0-dan 100%-ə qədər arta bilər. 1938-ci ildə çox güclü insektisid (həşəratə qarşı istifadə edilən zəhərli maddə) – DDT-nin (dixlordifeniltriqlorotanin) tətbiqi təklif olunmuşdur. DDT həşəratə, o cümlədən infeksiya xəstəliklərin keçiricilərinə qarşı çox



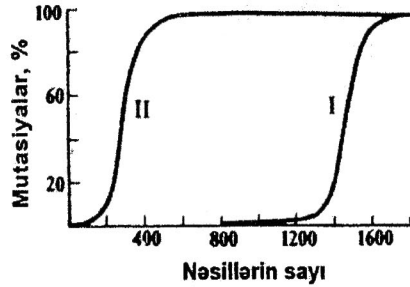
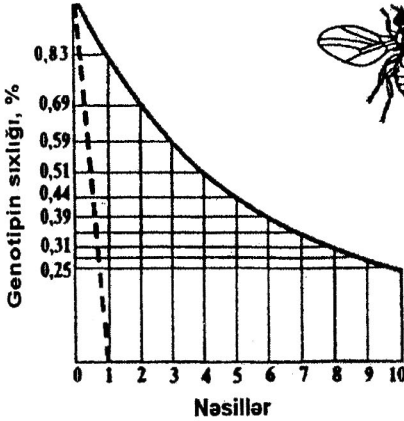
radikal vasitə olmuş və onun yaradıcısı, İsveç kimyagəri, P.Müller öz ixtirasına görə Nobel mükafatı almışdır. Sonralar pestisidlərin sayı 6000, onların istehsalı isə ildə 1,2 mln. tona çatmışdır. Lakin pestisidlərin təsirinə qarşı bəzi zərərvericilərdə elə davamlılıq əmələ gəlmişdir ki, onlarla mübarizə qeyri-mümkün olmuşdur. DDT-yə qarşı davamlılıq populyasiyalarda yüz dəfələrlə artmışdır.

Beləliklə, təbiətdə və müxtəlif eksperimental şəraitlərdə təbii seçmənin təsirinə aid misallar onun mövcudluğunu, habelə müxtəlif əlamət və xassələrin, eləcə də yeni növlərin və yarım-növlərin meydana çıxmasında həlledici rolunu sübut edir.

### 10.5. Təbii seçmənin təsirinin sürəti və effektivliyi

Təbii seçmənin effektivliyi və təsirinin sürəti bir sıra amillərdən: yaşama şəraitindən, konkret əlamətlərdən və ilk növbədə seçmə təzyiqindən asılıdır. Seçmə təzyiqinin qiymətləndirilməsi üçün genotipin adaptiv dəyəri anlayışı ilə tanış olmaq lazımdır. Seçmə prosesində hər hansı genotipin dəyəri onun gələcək nəsilərə genlərinin ötürülməsi ilə qiymətləndirilir. Populyasiyada hər hansı genotipin digər genotiplərə nisbətən yaşama və nəsilvermə qabiliyyətinə görə daha üstün olması *genotipin adaptiv dəyəri* adlanır. O, genotipin nisbi uyğunlaşma dərəcəsini səciyyələndirir,  $w$  ilə işarə edilir və 0–1 arasında tərəddüd edir.  $w=0$  olduqda gələcək nəsle genetik informasiya ötürülmür və allel populyasiyadan eliminasiya olunur,  $w=1$  olduqda, həmin əlaməti daşıyan qamətlərin sayı maksimuma çatır (yəni çoxalmada bütün potensial imkanlar realizə olunur). Genotipin adaptiv dəyəri bütün genlər kompleksi ilə müəyyən olunur, buna görə də eyni genə görə homoziqot genotiplər müxtəlif adaptiv dəyəərə malik ola bilərlər. Adaptiv dəyəri amillərin seçmədən əvvəl və sonrakı tezliyi ilə (%-lə) ifadə edirlər, bu da öz növbəsində seçmə əmsallarından asılıdır. Seçmə əmsalı  $S$  hərfi ilə işarə olunur və  $S = 1 - w$  kimi təyin olunur (müvafiq olaraq  $w = 1 - S$ ). Seçmə əmsalı müəyyən genotipin azalma sürətini təyin edir. Genotipin adaptiv dəyəri nə qədər yüksək olarsa, seçmə əmsalı bir o qədər azalır. Əgər  $w=1$  olarsa, onda  $S = 0$  olar. Əgər 100 dünyaya gə-

lən və müəyyən əlamət daşıyan fərdin hamısı, digər əlamət daşıyan fərdlərdən isə 99-u çoxalma dövrünə qədər sağ qalarsa, onda demək olar ki, birincilərin seçmə əmsalı 0-a, ikincilərininki isə 0,01-ə bərabərdir. Təbii şəraitdə, adətən, seçmə əmsalı 0,10-0,20-dən yüksək olmur. Əlbəttə, yaşarlılığı kəskin dərəcədə aşağı endirən letal mutasiyalar baş verərsə, seçmə əmsalı 1,0-ə bərabər olacaqdır (şəkil 10.2).



Şəkil 10.2. Seçmənin təzyiği  $S=1$  olduqda dominant (punktir) və resessiv genotiplərə qarşı seçmə. Genotiplərin ilkin sıklığı 1%-ə bərabərdir.

Şəkil 10.3. Dominant (II) və resessiv (I) əlamətə qarşı seçmə (əlamətlər aşağı və yüksək sıklıqda olduqda)

Seçmə əmsalı allellərin miqdarının artmasını, həmçinin azalmasını ifadə edir. Birinci halda daşıyıcının çoxalması, ikincidə eliminasiyası baş verir. Seçmə effektivliyi, şəkil 10.3-dən görüldüyü kimi, populyasiyada genin ilkin tezliyindən asılıdır. Əlamətin çox aşağı (I) və yüksək (II) sıklığı zamanı seçmə olduqca zəif təsir göstərir.

Təbii seçmə intensivliyinin ölçüsünü təyin etmək üçün nisbi uyğunlaşmadan istifadə olunur (buna *darvin uyğunlaşması*, bəzən *sektiv* və ya *adaptiv dəyər deyilir*).

Populyasiyada bütün genotiplərin adaptiv dəyərinin qiymətləndirilməsi üçün orta uyğunlaşma  $\bar{w}$  təyin olunur. O, seçmədən sonrakı genotiplərin tezliyinin cəminə bərabərdir və Hardi-

Vaynberq düsturu ilə təyin edilir:

$$\bar{w} = p^2 w_0 + 2pqw_1 + q^2 w_2 .$$

Bu zaman dominant homoziqotun uyğunlaşması 1, yerdə qalan genotiplərin uyğunlaşması isə ona nisbi olaraq faizlə götürülür.

Genotiplər	Orta uyğunlaşma
AA	$w_0 = w_0 / w_0 = 1$
Aa	$w_1 = w_1 / w_0 = 1 - S_1$
aa	$w_2 = w_2 / w_0 = 1 - S_2$

Həmin düsturlardan istifadə etdikdə və genotiplərin seçmədən əvvəl və sonrakı nisbilyini müəyyən etdikdə, asanlıqla seçmə əmsalını təyin etmək olur (cədvəl 10.1)

**Cədvəl 10.1.** Genotiplərin seçmə əmsalının (S) təyin edilməsi

Göstəricilər	Genotiplər		
Seçmədən əvvəlki sıxlıq	AA	Aa	aa
Seçmədən sonrakı sıxlıq	0,25	0,5	0,25
	0,35	0,48	0,17
Nisbi yaşarlılıq	$w_0 = \frac{0,35}{0,25} = 1,4$	$w_1 = \frac{0,048}{0,50} = 0,96$	$w_2 = \frac{0,17}{0,25} = 0,68$
	$\frac{w_0}{w_0} = \frac{1,4}{1,4} = 1,0$	$\frac{w_1}{w_0} = \frac{0,96}{1,4} = 0,7$	$\frac{w_2}{w_0} = \frac{0,68}{1,4} = 0,4$
Seçmə əmsalı	1,0-1,0=0	1,0-0,7=0,3	1,0-0,4=0,6

Seçmə əmsalı nə qədər əhəmiyyətli olarsa, müəyyən genotipə görə seçmə o qədər intensiv gedər, yəni seçmə təzyiqi bir o qədər yüksək olar. Müəyyən zamanda seçmənin təzyiqi müəyyən müsbət nəticəyə (genlərin tezliyinin dəyişilməsinə) gətirib çıxarar. Bu *effektiv seçmə* adlanır. Seçmə, xüsusilə, dominant allellərə görə effektiv olur.  $S=1$  olduqda, populyasiya bir nəsil ərzində letal mutasiyalardan azad olur. Tey-Saks xəstəliyi insanın mərkəzi sinir sisteminin toxumalarında mürəkkəb lipidlərin toplanması ilə səciyyələnir, bu isə zehni gerilik, korluq və vaxtsız ölümlə nəticə-

lənir. Axondroplastik cırtndanlar orta hesabla sağlam insanlara nisbətən 5 dəfə az nəsil əmələ gətirir. Tey-Saks xəstəliyi olan şəxslərin uyğunlaşması sıfıra, xondrodistrofik cırtndanların uyğunlaşması onların az nəsil vermə qabiliyyətinə görə 0,2-yə bərabərdir.

Təbii seçmənin təsiri nəticəsində müəyyən allellərin tam eliminasiyası (baxmayaraq ki, mutasiya zərərli allelləri aşağı tezlikdə saxlayır), yaxud bir lokusun iki və daha artıq allellərinin saxlanılması ilə populyasiyada davamlı polimorfizmin əmələ gəlməsi baş verir. Təbii seçmə 5 əsas istiqamətdə təsir göstərir: 1) resessiv allelə qarşı seçmə; 2) dominant allelə qarşı seçmə; 3) dominantlıq olmadıqda allelə qarşı seçmə; 4) heteroziqotların xeyrinə olan seçmə; 5) heteroziqotlara qarşı seçmə.

Göstərilən seçmə formaları təsirinə, istiqamətinə görə fərqlənir. Dominant allellərə qarşı seçmə resessiv allellərlə müqayisədə daha kəskin və sürətlə baş verir. Seçmənin birinci üç tipi seçmənin istiqamətindən asılı olaraq allelin eliminasiyası ilə nəticələnir. Dördüncü və beşinci tip seçmələr polimorfizm əmələ gəlməsinə səbəb olur. Resessiv homoziqotlara qarşı seçmə resessiv allellərin tezliyini azaldır (cədvəl 10.2). Bu da resessiv allelli homoziqotların dominant homoziqotlarla müqayisədə daha zəif nəsil vermə qabiliyyəti ilə izah olunur.

Resessiv allelin sıxlığı (q) azaldıqda və sıfıra yaxınlaşdıqda, allellər sıxlığının dəyişilməsi seçmənin hesabına gedir.

**Şəkil 10.2.** Seçmə əmsalının (S) müxtəlif dəyəri ilə əlaqədar «q» allelinin tezliyinin azalması

q allellinin tezliyinin azalması	Nəsillərin sayı				
	S=1	S=0,50	S=0,10	S=0,01	S=0,001
0,99-0,50	1	11	56	559	5585
0,50-0,10	8	20	102	1020	10198
0,10-0,01	90	185	924	9240	92398
0,01-0,001	900	1805	9023	90231	902314
0,001-0,0001	9000	18005	90023	900230	9002304

Bu fəsilə biz təbii seçmənin roluna aid misallar gətirməklə qeyd etdik ki, İngiltərədə *Biston batulara* kəpənəyində müşahidə olunan «sənaye melanizmi» buna ən parlaq sübut ola bilər. Hə-

min təcrübəni davam etdirərək Kettluell açıq və tünd rəngli kəpənəkləri bir işarə ilə nişan etmiş və sənayenin inkişaf etdiyi rayona (Berminqemin yaxınlığında) buraxmışdır. Təkrar tutulan kəpənəklərin sırasında tünd rənglilər 53%, açıq rənglilər isə 25% olmuşdur (cədvəl 10.3).

**Cədvəl 10.3.** Açıq və tünd rəngli kəpənəklərin (*Biston betularia*) Berminqem ətrafında nisbi uyğunlaşması

Genotip	Tünd DD Dd	Açıq dd
Buraxılan kəpənəklərin sayı (a)	154	64
Təkrar tutulan kəpənəklərin sayı (b)	82	16
Yaşarlılığı (b/a)	0,53	0,25
Nisbi uyğunlaşma (w)	$0,53/0,53=1$	$0,25/0,53=0,47$

Beləliklə, uyğunlaşmanın nisbi xarakter daşması sübut olunmuşdur. Genotipin uyğunlaşması ətraf mühitdən asılı olaraq dəyişilir. Belə ki, sənayedən uzaq olan rayonlarda kəpənəklər üzərində aparılan müşahidə ağ rəngli kəpənəklərin uyğunlaşmada üstünlüyünü göstərmişdir. Təcrübə eyni qayda üzrə kənd yerində (Dorsetdə) aparıldıqda tamamilə əks nəticələr alınmışdır. Açıq rəngli kəpənəklərin tünd rəngli kəpənəklərə qarşı nisbəti Berminqemdə 0,41:1, Dorsetdə isə 1:0,34 olmuşdur.

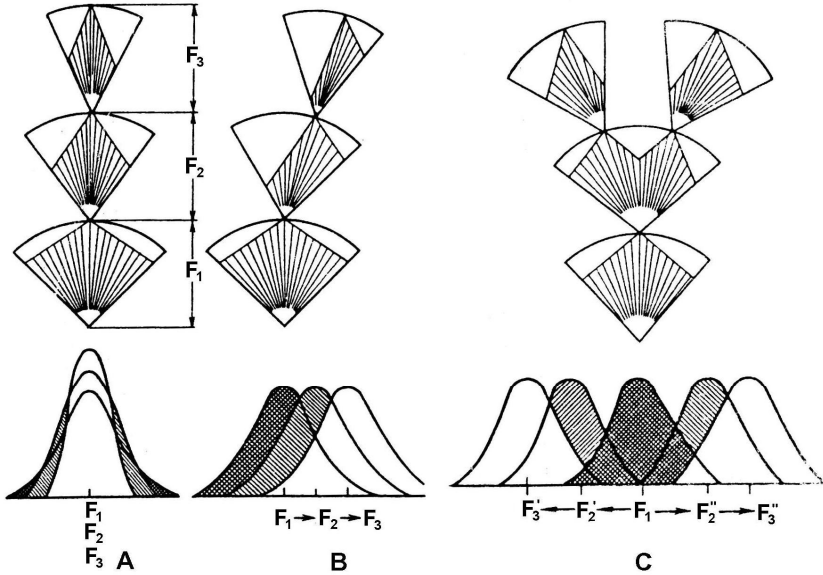
### 10.6. Təbii seçmənin formaları

Təbii seçmənin formalarının təsnifatı alimlərin diqqətini çoxdan cəlb etmişdi, lakin son zamanlara kimi bu məsələ mübahisəli olaraq qalır. Ümumi şəkildə seçmə 30 müxtəlif formaya ayrılır, lakin bunlardan əsasları: tənzimləyici, hərəkətverici və dizruptivdir (parçalayıcı) (şəkil 10.4).

Seçmənin hərəkətverici və tənzimləyici tipləri, onların təkamüldə rolu haqqında ilk təlimi İ.İ.Şmalhauzen yaratmışdır.

**Tənzimləyici seçmə** – populyasiyada uzun müddət ərzində formalaşan əlamət və xassələrin orta göstəricilərinin tənzim edilməsinə, davamlılığın saxlanılmasına və artmasına istiqamətlənən təbii seçmənin formasıdır. Tənzimləyici seçmə zamanı, əsasən, əlamətin orta dərəcəsini daşıyan fərdlərə üstünlük veri-

lır, buna görə də seçmənin bu formasını «orta kəmiyyətin saxlanması» adlandırırlar. Seçmənin bu forması elə bil ki, əlamətin orta göstəricisini saxlayır və gücləndirir, normadan yayılanları isə çoxalmadan kənarlaşdırır. Əgər uzun müddət ərzində ətraf mühit şəraiti dəyişilmərsə, populyasiya tənzimləyici seçmənin təsiri altında sabit qalır.



**Şəkil 10.4.** Təbii seçmənin tənzimləyici (A), hərəkətverici (B) və dizruptiv (C) formalarının sxemi.  $F^n$  – nəsillərdir. Populyasiya ayrılırlarında eliminasiya olunmuş variantlar ştrixlənmişdir. Nəsil daxilində seçmə apardıqda əyrinin ölçüsü həmin əlamətə görə reaksiya normasına uyğun gəlir.

Tənzimləyici seçmənin təsirini bəzi misallar üzərində izah edək. Şimali Amerikada bərk qar yağandan və güclü külək əsəndən sonra 136 yarımcan vəziyyətdə olan ev sərçələri (*Passer domesticus*) tapılmışdır, onlardan 72-si sağ qalmış, 64-ü isə məhv olmuşdur. Məhv olan quşların qanadları ya olduqca qısa, ya da çox uzun olmuşdur. Qanadları orta, «normal» olanlar daha dözümlü olmuşlar.

Digər misal – entomofil bitkilərin çiçəklərinin ölçü və formalarıdır. Həmin bitkilərdə çiçəyin quruluşu və ölçüsü dəyişil-

dikdə tozlanma prosesi pozula bilər. Milyon illər ərzində bitkilərlə onların tozlandırıcılarının – həşəratın birgə təkamülü nəticəsində bitkilərin çiçəklərində dəqiq «standart» ölçü və formalar əmələ gəlmişdir. Çarpaz tozlanan bitkilərdə bu əlamətlər dəyişildikdə tozlanma prosesi pozulur.

Tənzimləyici seçmənin nəticələrindən biri – Yer üzərində həyatın biokimyəvi vəhdətidir (biokimyəvi universallığı). Məsələn, ibtidai onurğalılardan və insanın aminturşularının tərkibi eynidir, müxtəlif bitkilərdə fermentlərin tərkibi, demək olar ki, eynidir. Bioloji təkamülün ilk çağlarında əmələ gələn həyatın biokimyəvi əsasları orqanizmlərin mütəşəkkillik səviyyəsindən asılı olmadan çox etibarlı olmuşdur. Hətta bütün canlı orqanizmlərin son dərəcədə müxtəlif olmalarına baxmayaraq, irsi material eynidir, yəni həyatın əlifbası cəmi dörd hərfdən ibarətdir, bunlar DNT-nin tərkib hissəsi olan dörd – A – adenin, Q – quanin, S – sitozin və T – timin – azot əsaslarıdır.

Tənzimləyici seçmə yüz və milyon nəsillər boyu növləri mühüm dəyişikliklərdən qoruyur (şərait sabit olduqda). O, həmin əlamət və xassənin formalaşdığı şərait dəyişilməyə qədər sabit qalır. Seçmənin tənzimləyici forması normanı mutasiyaların dağıdıcı təsirindən qoruyur. Onsuz canlı təbiətdə davamlılıq mümkün olmazdı.

Təbii seçmənin belə konservativliyi onun hərəkətverici formasının nəticələrini saxlamaq və gücləndirmək üçün zəruridir.

Tənzimləyici seçmənin təsirinin iki xüsusiyyətini qeyd etmək lazımdır. Mənfi tərəfi «standart» fenotipdən kənarlanan fenotiplərin eliminasiyası; seçmənin bu forması normallaşdırıcı seçmə adlanır. Müsbət tərəfi isə ontogenez prosesinin sabitləşməsinə təmin edən genlərin, yəni onları daşıyan fərdlərin seçilməsidir. Tənzimləyici seçmənin həmin forması kanallaşdırıcı seçmə kimi də işarə olunur. Kanallaşdırıcı seçmə inkişafın ilk və sonrakı mərhələlərində baş verən dəyişikliklərin aradan qaldırılmasını və standart fenotipin bərpa olunmasını təmin edir. Kanalizasiya genetik sistemi müəyyən sabit vəziyyətdə saxlayır və fenotipi təsadüfi pozğunluqlardan qoruyur. Tənzimləyici seçmənin bu iki formasından hansının (normallaşdırıcı və ya kanallaşdırıcı) daha əhəmiyyətli olması, populyasiyaya yeni genlərin axınının inten-

sivliyindən asılıdır (E.Mayr).

**Hərəkətverici (və ya istiqamətləndirici) seçmə** əlamətin orta göstəricisindən müəyyən istiqamətdə dəyişilməsini ifadə edir. Bu cür seçmə mühitə uyğun olmayan köhnə normanın yeniləri ilə əvəz olunmasına imkan yaradır. Bu zaman əlamətin dəyişilməsi həm zəifləmə, həmçinin güclənmə istiqamətində baş verə bilər. Təbii seçməni bilavasitə və dolayı sübut edən misallar hərəkətverici seçməyə aid ola bilər. Hərəkətverici seçmənin təsirini konkret misalda izah edək. Bu məqsədlə ətraf mühit temperaturundan asılı olaraq heyvanlarda fəallığın dəyişilməsinə aid nəticələrdən istifadə edək. Səhra kərtənkələsində (*Crotaphytus collaris*) həyat fəallığının optimal temperaturu 38°C, letal temperaturu isə 46,5°C-dir. Güman edək ki, həmin növün orta aktivliyi 38-40°C temperatur həddlərində yerləşir. Əgər həmin orqanizmlər 36°C-dən aşağı və ya 40°C-dən yuxarı temperatur şəraitinə düşərsə, daha zəif uyğunlaşmış olurlar. Güman edək ki, mühitin temperaturu aşağı düşmüşdür. Temperaturun düşməsinə qarşı adaptiv reaksiya kərtənkələnin orta fəallığının, müvafiq olaraq, dəyişilməsi olacaqdır. Əgər əvvəllər orta aktivlik norması 36-40°C temperatur diapazonunda yerləşirdisə, indi o, 24-30°C arasında yerləşir. Bu temperatur Orta Asiyanın şimal rayonlarının temperaturuna uyğun gəlir və orada kərtənkələnin digər növü yaşayır.

Temperaturun 36-40°C-dən 24-30°C-dək aşağı düşməsi ilə orta normanın uyğunlaşma istiqamətində dəyişilməsi hərəkətverici seçmənin təsirinin nəticəsidir. Temperaturun bu cür dəyişilməsinə davam gətirməyən kərtənkələlər məhv olur. Yeni şəraitə uyğunlaşanlar isə qalib həyat sürür. Bunların uyğunlaşması reaksiya normasının dəyişməsi ilə əlaqədardır. Yeni reaksiya normasının əmələ gəlməsi isə genotipin dəyişilməsi, yəni mutasiyanın əmələ gəlməsi ilə bağlıdır. Adaptiv reaksiya normasının belə dəyişikliyi əsasında seçmənin hərəkətverici təsiri nəticəsində təkamül prosesi baş verir.

Beləliklə, hərəkətverici seçmənin genetik əsası – irsi dəyişkənlikdir, ekoloji səbəbi isə mühit şəraitinin dəyişilməsidir. Əvvəllər normal tiplə müqayisədə daha zəif uyğunlaşa bilən mutantlar selektiv üstünlüyü əldə edərək əlverişli şərait olduqda



keçmişdə olan formaları tədricən sıxışdırırlar. Bunun nəticəsi olaraq populyasiyanın genetik quruluşu adaptiv mutantların miqdarının artması hesabına dəyişilir.

İstiqamətləndirici seçmə nəticəsində bir sıra əlamətlərin itməsi baş verir. Məsələn, orqanların funksional yararsızlığı onların təbii seçmə nəticəsində reduksiyasına səbəb olur. Bəzi quşlarda və həşərat növlərində qanadların, dırnaqlılarda barmaqaların, ilanlarda ətrafların, mağara heyvanlarında gözlərin, parazit bitkilərdə kök və yarpaqların itirilməsi istiqamətləndirici seçmənin təsirindən orqanların reduksiyasına misal ola bilər.

Faktiki olaraq, tənzimedicici və istiqamətləndirici seçmə qarşılıqlı əlaqəli bir prosesin iki tərəfini təşkil edirlər. Populyasiya hər zaman mühit şəraitinin dəyişilməsinə uyğunlaşmalıdır. Hərəkətverici seçmə yeni şəraitə uyğunlaşa bilən genotipləri saxlayır. Mühit şəraiti nisbətən sabitləşdikdə, seçmə əmələ gələn yeni adaptiv normanın saxlanılmasına imkan yaradır.

Bununla hərəkətverici seçmənin funksiyası başa çatır və yeni şəraitdə adaptiv normanı müdafiə edən tənzimedicici seçmə fəaliyyətə başlayır. Beləliklə, nisbətən sabit şəraitdə yüksək adaptiv əlamətləri olan fərdlər saxlanılacaq, onlardan kəskin dərəcədə fərqlənən mutantlar ya məhv olacaq, yaxud çoxalmadan kənar ediləcəkdir.

***Dizruptiv (parçalayıcı) seçmə.*** Dizruptiv (*ing. disruptive* – parçalayıcı) seçmə müəyyən ərazidə şəraitin müxtəlifliyindən genotip qruplarının heç birinin həyat uğrunda mübarizədə üstünlük qazana bilmədiyindən fəaliyyət göstərir. Bu zaman bir şəraitdə müəyyən əlamətli, başqa şəraitdə isə digər əlamətli fərdlər seçilir. Dizruptiv seçmə orta və keçici xarakter daşıyan fərdlərə qarşı istiqamətlənir və populyasiya daxilində polimorfizmin formalaşmasına səbəb olur.

Populyasiya elə bil ki, bir əlamətə görə bir neçə qrupa parçalanır («qayçı» prinsipi). Beləliklə, dizruptiv seçmə bir neçə fenotip üçün əlverişli olub, orta keçici formalara qarşı təsir göstərir. Dizruptiv seçmənin əsasında Darvin divergensiyası – yaxın qohum formaların ekoloji ayrılması dayanır. Divergensiya nəticəsində qabaqca bütöv olan polimorf populyasiya ayrı-ayrı qruplara ayrılır.

Dizruptiv seçməyə misal olaraq ilbizlərin rənginin müxtəlifliyini (çəhrayı, sarı, qonur) göstərək. İlbizlərin çanağının müxtəlif rəngli olması onları quşlardan qoruyur və fərqli şəraitlərdə yayılmasını təmin edir. İlbizlərin çanaqlarının rəngi yaşadıkları fonda asılı olaraq dəyişir. Qonur və çəhrayı rəngli ilbizlər daha çox fıstıq meşələrində rast gəlinir ki, orada yerə tökülmüş qırmızı-qonur yarpaqlardan ibarət fonda seçilmir. Müxtəlif rəngli ilbizlər nəinki qoruyuculuq funksiyasına, həmçinin fizioloji davamlılığına görə fərqlənir. Sarı rəngli ilbizlər ekstremal temperaturun təsirinə qarşı daha davamlı olurlar. Müəyyən olunmuşdur ki, gəmiricilərin yaşadıkları mühitdən asılı olaraq müxtəlif rəngliliyi adaptiv xarakter daşıyır.

Dizruptiv seçməyə sənaye melanizmini misal göstərmək olar. Sənaye inkişaf etməmişdən əvvəl seyrək melanistik mutantlar populyasiyada uzun müddət tənzimedicə seçmə tərəfindən eliminasiya olunmuşdur. Ağacların gövdələri hislə çirkləndikdən əvvəl populyasiyanın 98%-i ağ rəngli kəpənəklərdən ibarət olmuşdur. Populyasiyada az miqdarda tünd rəngli fərdlərin olması dominant melanizm mutasiyası ilə şərtlənir. Bu zaman seçmə dominantlara qarşı təsir göstərmişdir. Ağacların gövdəsi tündləşdikdən sonra açıq rəngli kəpənəklər quşlar üçün daha gözə çarpacaq olmuşdur və onlar tədricən melanistiklər tərəfindən sıxışdırılmışdır. Növ daxilində populyasiyaların nisbətinin dəyişilməsi *keçici polisorfizim* adlandırılmışdır. Əvvəllər melanistik populyasiyaların yaranmasının sənaye istehsalının zəhərli maddələrinin bilavasitə kəpənəklərə təsiri ilə izah edirdilər. Doğrudan da, mutasiyalar zərərli maddələrin təsiri nəticəsində əmələ gələ bilər, lakin sənaye melanizminin əsas səbəbi bu deyildir, burada seçici rol quşlar oynayır ki, tünd fonda aydın görünən ağ kəpənəkləri məhv edir, tünd rənglilər isə daha az nəzərə çarpdıqlarına görə populyasiyada saxlanılırlar.

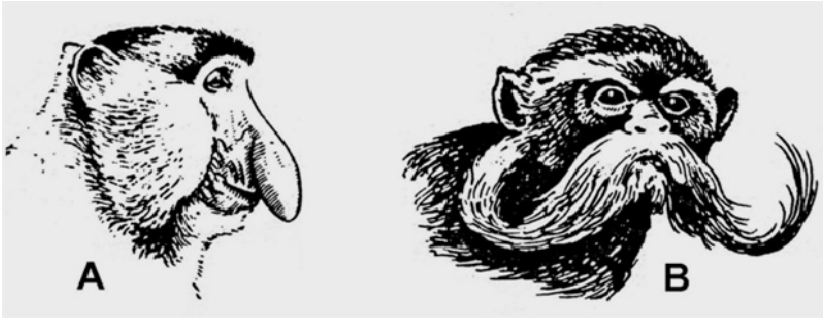
**Keçici (tranzit) seçmə.** Biz yuxarıda sənaye melanizminin əsas səbəblərini izah edərək keçici seçmə terminini işlətdik. Qeyd etmək lazımdır ki, keçici seçmə dizruptiv seçmənin müəyyən bir forması olmaqla, ondan seçilir. Birinci, seçici istiqamətli seçmədə olduğu kimi, faydalı əlamətləri tədricən toplamır. O, birdən-birə mutant formadan «start» götürür və qısa bir

zamanda mutantların sayı populyasiyada artır. İkinci, keçici seçmə, dizruptiv seçmədə olduğu kimi, populyasiyanı iki və daha çox formaya parçalayır. Üçüncü, keçici seçmənin təsiri dönməz xarakter daşıyır. İngiltərənin müəyyən rayonlarından sənaye çökildikdə və ətraf mühit təmizləndikdə yenə də ağ rəngli kəpənlərin miqdarının artmasına doğru meyillilik müşahidə olunur.

Dizruptiv seçmənin əsas nəticəsi – heteroziqot polimorfizmin yaranmasıdır. Dizruptiv seçmənin nəticəsini (və onun əmələ gəlməsini) birgə və bir-birinin ardınca baş verən aparıcı və tənzedici seçmənin təsiri kimi təsvir etmək olar.

### 10.7. Cinsiyətli çoxalma

Bir cinsiyətdən olan fərdlər arasında təbii seçmə, *cinsiyətli seçmə* adlanır. İstər bitkilər və istərsə də heyvanlar aləminin bəzi növlərində erkək və dişi fərdlər arasında bir sıra fərqlər olur. Bu hadisə *cinsi polimorfizm* adlanır (şəkil 10.5).



**Şəkil 10.5.** Primatların quruluşunda cinsi polimorfizmə misal: A – uzunburun (*Nasalis larvatus*) erkəyin başı; B – tamarin (*Sagunius mystax*) erkəyin başı. Həmin növlərin dişilərində bığlar və burun xeyli az dərəcədə inkişaf etmişdir.

Adətən, heyvanların erkəkləri dişilərə nisbətən iri və güclü olur. Bundan başqa erkəklərdə dişilərdən fərqli olaraq al-əlvan rənglər, bədənlərində xüsusi və əlavə əlamətlər – mahnız (quşlarda), yal (aslanda, meymunda və s.), iri dişlər (fillərdə, donuzlarda), buynuzlar (maral, qoyun və s.), gözəl nəğmələr (bülbül və s.) və i. a. vardır. Erkəklərdə olan bu əlamətlər yaşadığı mühitin

ümumi fonuna uyğun gəlmir. Darvin göstərir ki, erkəklərdə əmələ gələn bu xüsusi əlamətlər də təbii seçmənin məhsuludur. Bu seçməni Ç.Darvin *cinsiyyətli seçmə* adlandırır və bunu təbii seçmənin forması kimi göstərir. Hər halda erkəkləri dişilərdən fərqləndirən bu əlamətlər növün nəsil artırması prosesində qazanılmışdır. Erkəklərdə olan ikinci dərəcəli cinsiyyət əlamətləri nəslin artmasına kömək edir. Erkəklərdə əmələ gələn bu cür əlamətlər (buynuz, maqmız, diş və s.) cinsiyyətli seçmənin təsirindən meydana çıxmışdır. Çoxalma dövründə daha artıq fəallıq göstərən erkəklər (vuruşmada, məharətli mahnıların oxunmasında, rəqslərdə) növə məxsus olan əraziləri tutaraq, cütləşmə üçün daha artıq ehtimal (şans) qazanırlar. Tetra quşlarında, cənnət quşlarında, qırqovullarda, tovuzquşlarında dişiləri bəyəndirmək üçün gözəl rənglərdən başqa digər xüsusiyyətlər də (nikah rəqsləri və s.) əmələ gəlmişdir. Tovuz quşunun erkəyi uzun və al-əlvan quyruğunu yelpik kimi qaldırıb rəqs edərkən öz gözəlliyini nümayiş etdirir.

Parlaq rəngin erkəklərin çoxalmasında əhəmiyyəti təcrübələrdə də sübut edilmişdir. Avstraliya tutuquşusunun (*Metopsittacus indulatus*) yaxasında xallar olur və bunların sayı erkəklərdə nə qədər çox olarsa, onlar dişiləri bir o qədər artıq cəlb edir. Təcrübədə erkəklərin yaxasında olan xallar boyadılmış, dişilərin yaxaları isə süni olaraq xallarla bəzənmişdir. Dişilər «saxta» dişilərə üstünlük vermiş və «geyimini» dəyişmiş həqiqi erkəklərə fikir verməmişlər.

Ümumiyyətlə, erkəklər arasında dişilə uğrunda gedən mübarizə dövrü xarakter daşıyır və daha çox cinsiyyətli çoxalma zamanı baş verir. Cinsi seçmə təbii seçmə ilə əlaqədar gedən bir prosesdir. Cinsi seçmə yolu ilə qazanılmış əlamətlər növün həyatında mühüm rol oynayır. Məsələn, iri buynuzlar, iri dişlər (donuzda, fildə) və s. əlamətlər bir növün başqa növlərlə apardığı mübarizədə sürünü təhlükələrdən qorumaqda mühüm rol oynayır. Digər tərəfdən erkəklərdə olan güclü əzələlər, irilik irsi yol ilə dişilərə də keçir.

Bəzən cinsiyyətli seçmə ilə adi təbii seçmə arasında ziddiyyət müşahidə olunur. Məsələn, tovuz quşlarında erkəklərin çox uzun quyruğa malik olmaları başqa növlərlə mübarizədə faydasız ola bilər. Buna baxmayaraq, seçmənin hər iki forması nəticə etibarilə uzlaşır.

## 10.8. Fərdi və qrupla seçmə

Təbii seçmə fərdi və qrupla baş verir. Təbii seçmə populyasiya daxilində yaşamaq uğrunda mübarizədə ayrı-ayrı fərdlərin diferensial çoxalmasını təmin edir. Fərdi seçmə populyasiya daxilində fərdlərin yarışına əsaslanır.

Təbii seçmə fərdlərin cüzi irsi fərqlərini emal edərək, müəyyən istiqamətdə toplayaraq, nəslin əcdadlardan kənarlaşmasına imkan yaradır. Növün və daha yüksək taksonların hər hansı əlamət və xassələri fərdlərin seçilməsi zamanı onların fərdi müxtəlifliyinin qiymətləndirilməsi əsasında formalaşır. Qrupla seçmə təbiətdə mövcud olan və daima baş verən fərdi seçmə əsasında həyata keçirilir. Qrupla seçmə rəqabətdə olan müəyyən qrup fərdlərin çoxalmada daha üstün olmasıdır. Qrupla seçmədə bütün qrup üçün faydalı olan əlamətlər ayrı-ayrı fərdlər üçün faydalı olmaya bilər.

Qohum fərdlər daha oxşar genotipə malikdirlər. Buna görə də əgər qohum fərdlərin bəzilərində əmələ gələn əlamət yaxınların yaşamasına səbəb olarsa, həmin əlamət onun bilavasitə daşıyıcısına mənfi təsir göstərməsinə baxmayaraq, təkamül tərəfindən möhkəmlənəcəkdir. Məsələn, yırtıcının yaxınlaşmasını qışqırıqla xəbərdarlıq edən fərd daha tez hücum edənin qurbanı olur. Lakin həmin qrupun digər fərdləri xilas olur və altruist xüsusiyyət qrupun bəzi nümayəndələri üçün səciyyəvi olduğundan təbii seçmə tərəfindən saxlanılır. Güman olunur ki, məhz qruplu seçmənin köməyi ilə populyasiyanın miqdarı tənzim olunur. Qrupla seçmədə rəqabətdə olan qruplardan biri sıxışdırıla bilər ki, bu da qrupların müxtəlifliyinin azalmasına və ya qruplar arasında yeni fərqlərin əmələ gəlməsinə və seçmənin təzyiqinin aşağı düşməsinə səbəb olar. Müxtəlif qruplar çox vaxt yemləmə sahəsi və ya digər zəruri qənimət uğrunda rəqabətə girir. Bu rəqabətdə qruplar arasında müəyyən əlamətlərdə genetik fərqlər olduqda, qrupla seçmə fəaliyyət göstərir. Bu da onu göstərir ki, bütün hallarda qrupla seçmə populyasiyadaxili təbii seçməyə əsaslanır. Təkamül prosesində növlər arasındakı rəqabət fərdlər arasında olan rəqabət vasitəsi ilə həyata keçirilir. Afrika savannalarında yaşayan antilopların müxtəlif növləri

ot bitkilərinin müxtəlif hissələrini yeyirlər (bəziləri çiçəklər yerləşən yumşaq baş hissəsini, başqaları yalnız quru saman hissəsini, digərləri isə tikanlı yarpaqları və s.). Bu cür vəziyyət – növlərarası qruplu seçmənin nəticəsidir, bu da müəyyən sahədə mövcud olan «həyatın cəmini» artırır. Təkamül yenilikləri yalnız fərdi seçmənin saysız-hesabsız variantlarının hesabına qurulur, qrupla seçmə isə növdaxili səviyyədə əmələ gələn hazır uyğunlaşmaları seçir.

### **10.9. Təbii seçmənin yaradıcı rolu**

Təbii seçmə nəzəriyyəsinin rəqibləri belə hesab edirlər ki, seçmə yalnız uyğunlaşmaları «axtarıb tapır» və onları çoxalma üçün saxlayır. Məsələnin bu cür qoyulması, faktiki olaraq, seçmə mexanizminin təsirini təhrif edir. Həqiqətən əlamətlər (adaptasiyalar) hazır şəkildə meydana gəlir. Təbii seçmə kiçik kənarlanmaları cəmləşdirərək həyata keçirir. Antidarvinistlər seçmənin rolunu mexaniki ələyə bənzədirlər. Bu mülahizəyə görə seçmə yenilik yaratmır, ancaq populyasiyada olan dəyişiklikləri «çəşidləyir». Seçmə haqqında belə mülahizə ancaq eliminasiyanın funksiyasına əsaslanır.

Seçmənin genotiplərin diferensial çoxalması kimi müəyyən edilməsi onun yaradıcı rolunun qəbul olunması ilə sıx əlaqədardır. Seçmənin şəraitindən və istiqamətindən asılı olaraq eyni material (irsi dəyişkənlik) müxtəlif adaptasiyalarla nəticələnə bilər.

Təbii seçmənin yaradıcılıq imkanları genişdir. Təbii seçmə müxtəlif üzvlər vasitəsi ilə eyni şəraitdə və eyni funksiyaya uyğunlaşma əmələ gətirə bildiyi kimi, eyni üzvdən də müxtəlif uyğunlaşmalar üçün istifadə edə bilər. Məsələn, parazit həyat keçirən gənələrin parazitlik etdikləri orqanizmlərə yapışmaları çox müxtəlif vasitələrlə baş verə bilər. Gənələrin bəziləri qabaq ətrafları, bəziləri çənələri, dodaqları, bəziləri bədənlərinin alt tərəfindəki çıxıntılarını və s. vasitəsi ilə yapışmağa uyğunlaşırlar. Deməli, təbii seçmə eyni uyğunlaşma üçün orqanizmlərin müxtəlif üzvlərindən istifadə edir.

Məlum olduğu kimi, təbii seçmənin istifadə etdiyi mənbə dəyişkənlikdir. Dəyişkənlik hadisəsi Darvinə görə bütün üzvlə-

rə, əlamət və xassələrə toxunur. Dəyişkənlik, əlamət və xassələrdə müxtəliflik əmələ gətirir, bu cüzi dəyişilmələrdən faydalıları təbii seçmə yolu ilə saxlanılır və həmin istiqamətdə onlar inkişaf etdirilir. Təkamül prosesində bəzi üzvlər öz əvvəlki funksiya və quruluşunu da dəyişdirə bilir. Məsələn, bitkilərdə yarpaqların əsas vəzifəsi fotosintez prosesidir. Dırmanmağa uyğunlaşma prosesində yarpaq fotosintez qabiliyyətini saxlamaqla bərabər yeni xassəyə uyğunlaşmağa başlamışdır. Bəzi bitkilərdə dırmanmağa uyğunlaşma prosesi inkişaf etdikcə həmin yarpaqlar bıçıcılara çevrilmişdir.

Təkamül prosesində funksiyaların dəyişilməsi hadisəsi özü də təbii seçmənin məhsuludur. Təbii seçmə yalnız növə faydalı olan əlamətlərə malik fərdləri saxlayır. Ç.Darvin göstərir ki, növlərin əlamətlərində müşahidə edilən ən cüzi fərqlərin belə onların həyatında və yaşayış uğrunda mübarizəsində böyük əhəmiyyəti vardır. Bəzi bioloqların fikrincə, siçanların müxtəlif növlərində qulaq və quyruğun böyük və kiçikliyi, uzun-qısalığı heç bir uyğunlaşma xassəsinə malik deyildir. Darvinə görə, siçanların qulağında külli miqdarda sinirlər olur və onlarda toxunma vəzifəsini daşıyır. Siçanların dırmanmasına da quyruq yardım edir. Hətta quyruq onlarda bədən temperaturunu tənzimləmək funksiyasını daşıyır. Qulaq və quyruqda olan çox cüzi fərqlər ayrı-ayrı növlərin həyatında müəyyən rol oynayır.

Darvin qeyd etmişdir ki, təbii seçmə dəyişkənlik yarada bilmir. Lakin əlamətləri möhkəmləndirməklə o, irsi dəyişkənliklərə müəyyən genotipik forma verir və gələcək təkamül imkanlarını əvvəlcədən müəyyən edir.

Məşhur ingilis alimi R.Fişerin təliminə görə təkamül prosesində canlı orqanizmlərin həyatın ehtiyat mənbələrindən daha yaxşı istifadə etmək qabiliyyəti yüksəlir ki, bu, üzvi aləmin mütəşəkkilliyinin artmasında ifadə olunur. Ümumiyyətlə, təbii seçmə prosesində üzvi aləmin informasiya tutumu və onun mütəşəkkillik səviyyəsi yüksəlir.

İ.Şmalhauzen göstərir ki, orqanizmə öz-özünü tənzimləyə bilən mürəkkəb sistem kimi baxmaq olar. Öz-özünü tənzimləmək ancaq xarici mühitdən informasiyalar daxil olduqda həyata keçir.

Təbii seçmə prosesində orqanizmlərin informasiya tutumu artmaqla onların öz-özünü tənzimləmə sistemi mürəkkəbləşir və təkmilləşir. Bu da öz növbəsində orqanizmə mühitin enerjisindən, qida maddələrindən daha yaxşı istifadə etməyə imkan verir. Nəticədə orqanizmlərin entropiyadan uzaqlaşmaq qabiliyyəti artaraq, onların yaşamaq uğrunda mübarizədə üstünlüyünü təmin edir.

Beləliklə, təbii seçmə əsas və istiqamətləndirici amil olub, bütün uyğunlaşmaları, yəni formaların və taksonların ierarxiya sistemlərinin meydana çıxmasını müəyyən edir. Ona görə də, təbii seçmə uyğunlaşdırıcı, yaradıcı və istiqamətləndirici xarakter daşıyır.

### **10.10. Təbii və süni seçmənin oxşarlığı və fərqləri**

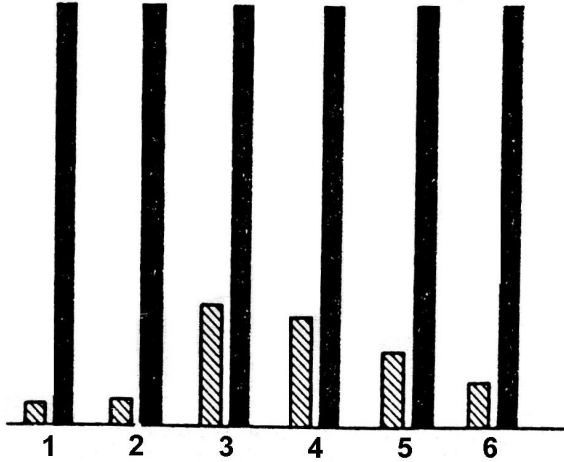
Təbii seçmənin yaradıcı rolunu şərh etmək üçün onun təsirini süni seçmənin təsiri ilə müqayisə etmək lazımdır (Ç.Darvin etdiyi kimi). Seleksiyaçı nəsildən-nəslə cüzi bir dəyişkənliyə malik olan fərdləri seçərək, yeni cinslər və sortlar yaratdığı kimi, eyniliklə təbii seçmə də yeni əlamətləri toplayaraq, yeni növlər yaradır. Təbii və süni seçmənin təsirləri oxşar olsalar da, nəticələri fərqlidir. Süni seçmənin topladığı əlamətlər növ üçün faydalı olmur. İnsan seçməni öz faydasına görə aparır, cins və ya sortları yaradaraq, çox zaman onların həyat qabiliyyətinin və uyğunlaşmasının aşağı düşməsinə səbəb olur (şəkil 10.6). Təbii seçmədə belə hadisə baş vermir. Təbii seçmə heç zaman növə zərərli olan əlamətlərin möhkəmlənməsinə gətirmir. Təbiətdə heç bir uyğunlaşma qrupun bütövlükdə həyatiliyinin aşağı düşməsinə əvəz edə bilmir. Darvinə görə dəyişkənlik hadisəsi müxtəlifliyə səbəb olsa da, öz-özlüyündə yeni cinslər, yeni sortlar yarada bilməz.

Təbii və süni seçmə arasında olan fərqlərdən biri də ondan ibarətdir ki, təbii seçmə qabaqcadan müəyyən edilməmiş və bir məqsədə yönəlməmişdir. Təbii seçmənin istiqaməti təkamülün hər mərhələsində yaşayışın daxili və xarici şəraitindən, həyat uğrunda mübarizədə müvəffəqiyyətindən asılıdır.

Təbii və süni seçmə arasında fərqlərin olmasına baxmayaraq,



onlar o qədər də dərin deyildir. İnsanın təsiri altında təbii seçmə süni seçməyə çevrilə bilər (şüursuz formaya). Şüursuz seçmədə insan əhliləşdirdiyi ev heyvanlarının sürüsündə seçmə apararkən öz qarşısında cinsi yaxşılaşdırmaq və dəyişdirmək məqsədini qoymur.



**Şəkil 10.6.** Mikroorqanizmlərin süni seçilməsi nəticəsində antibiotiklərin istehsalının artması: 1 – penisillin 24 dəfə; 2 – streptomisin 17 dəfə; 3 – xlorotetrasiklin – 4 dəfə; 4 – eritromisin – 4 dəfə; 5 – albumisin – 6 dəfə; 6 – oleandomisin – 10 dəfə. Bu qədər çoxlu miqdarda antibiotikləri istehsal edən mikroorqanizmlər təbiətdə sərbəst həyat sürə bilmirlər və onlar xüsusi süni şəraitdə saxlanılır. Ştrixlənmiş sütuncuqlar antibiotiklərin seçmədən əvvəlki istehsalını göstərir.

Mədəni bitkilər də əsrlər boyu şüursuz seçmənin təsiri altında öz əcdadlarından uzaqlaşmış sortlar vermişlər. Şüurlu seçmədə insan əvvəlcədən yaratmaq istədiyi heyvan və bitkinin nə kimi keyfiyyətlərə malik olacağını nəzərə alır və bu məqsədə nail oluncaya qədər seçməni davam etdirir. Ç.Darvin dövründə heyvandarlıq sahəsindəki nailiyyətləri öyrənən Somarvil belə yazır: «Elə bil seçmə aparənlər əvvəlcə istədikləri və bütün cəhətdən mükəmməl olan bir formanı təbaşirlə divarda çəkib, sonra onlara həyat verirlər». Ç.Darvin deyir ki: «Əgər insan çiçəkdə bir və ya iki əlavə ləçək müşahidə etsə, o, əmin ola bilər ki, bir neçə nəsilədən sonra dəstə ləçəklərdən ibarət topa çiçək yaradacaqdır». Deməli, Ç.Darvin seçməyə yalnız yaxşını bir tərəfə, pisləri digər tərəfə ayıran bir proses kimi baxmır. Ç.Darvin seçməni yaradıcı

qüvvə hesab edir. Bu qüvvə isə baş verən dəyişikliklərin faydalı olanlarını nəsildən-nəslə toplamaq yolu ilə təsir göstərə bilər.

Son zamanlar antropogen təsirin geniş miqyasa çatması süni və təbii seçmənin mədəni formalarla yanaşı təbiətdə olan növlərə də təsirini göstərir. Məsələn, İngiltərədə köhnə, tərk edilmiş mis mədənlərinin ətrafında torpaqda ağır metal duzlarının yüksək miqdarına dözümlü bitkilərin seçimi baş vermişdir. Bu hadisədə təbii və şüursuz, süni seçmənin təsirini ayırmaq çətindir.

## ADAPTASIYALAR – TƏBİİ SEÇMƏNİN TƏSİRİNİN NƏTİCƏSİ KİMİ

Canlılar aləminin əsas xüsusiyyətlərindən biri onların filogeneza və ontogenezinə yaranmış uyğunlaşma qabiliyyətidir ki, bu da orqanizmlərin digər həyatı funksiyalarını, onların yaşama və nəsil vermə imkanlarını və ətraf mühitin daima dəyişkən şəraitində təkmilləşməsinə təmin edir. Adaptiv sistemlər canlı orqanizmlərin daima dəyişən ətraf mühit şəraitində uyğunlaşma imkanlarını genişləndirir. Uyğunlaşma təbii seçmə nəticəsində baş verir. Belə ki, təbii seçmə orqanizmlərin müxtəlifliyini azaldır, bəzi genotipləri saxlayır, digərlərini – mövcud mühit şəraitinə uyğunlaşa bilməyənləri isə məhv edir. Bu yolla, zaman keçdikcə yeni adaptiv allellər, gen kombinasiyaları toplanır və nəticə olaraq, mövcud mühit şəraitinə uyğun yeni üzvi formalar və funksiyalar meydana gəlir.

Təbii seçmə prosesində hər bir populyasiya (növlər) müəyyən ərazini tutur və bu zaman populyasiya (növlər) ilə yaşama şəraiti arasında harmonik qarşılıqlı əlaqələr yaranır. Beləliklə, orqanizmlərin (populyasiya, növlər) yaşadıqları mühitə uyğunlaşması – adaptasiya baş verir. Lakin şərait dəyişdikdə, orqanizmlərin yeni yaranmış şəraitə uyğunlaşma imkanları azalır, bu isə onların quruluşunda və funksiyasında yeni, adaptiv dəyişikliklərin əmələ gəlməsinə zəruri edir. Deməli, adaptasiya nisbi xarakter daşıyır və müəyyən zaman və məkanda mövcud olan bioloji hadisədir. Adaptasiya anlayışı altında orqanizmlərin quruluş və ya funksiyasındakı xüsusiyyətlər, onların müəyyən şəraitə uyğunlaşmasını təmin edən proses və yaxud prosesin nəticəsi nəzərdə tutulur. Quruluş və funksiyada baş verən adaptiv dəyişikliklər, adətən, bütövlükdə orqanizmə təsir göstərir və universal xarakter daşıyır. Adaptivlik termini ilə orqanizmlərin müəyyən və yaxud müxtəlif şəraitə uyğunlaşmasını ifadə edirlər. Orqanizmin həyatilik, yaşama qabiliyyətini, çoxalma imkanlarını artıran quruluş və funksional dəyişikliklər adaptiv adlanır.

Canlıların mütəşəkkillik səviyyəsinə uyğun olaraq, adapta-

siyalar ontogenetik, genotipik, filogenetik, populyasiya-növ, bio-geosenotik formalara bölünür.

### 11.1. Adaptasiyaların təsnifatı

Adaptasiyaların formaları çox müxtəlif olduğundan, onların hər birini təsvir etmək mümkün deyil. Onların təkamül nöqtəyinə nəzərdən təsnifatlaşdırılması, yəni mənşəyinin, müxtəlif mühit və miqyasda baş verməsinin təsvir olunması böyük maraq kəsb edir.

**Adaptasiyaların mənşəyi.** Adaptasiyalar mənşəyinə görə predadaptiv, kombinativ və postadaptiv formalara bölünür.

*Predadaptasiya* (adaptasiyadan qabaq) zamanı potensial adaptiv hadisə mövcud şəraiti qabaqlayaraq meydana gəlir. Mutasiya prosesi və çarpazlaşmalar populyasiyalarda gizli irsi dəyişikliyin toplanmasına gətirib çıxarır. Onların bir hissəsi gələcəkdə yeni uyğunlaşmaların yaranmasında istifadə oluna bilər. Buna misal olaraq əvvəldə (fəsil 10) təsvir olunan sənaye melanizmini göstərmək olar.

Predadaptiv adaptasiyaların əmələ gəlməsində çox zaman orqanizmin başqa şəraitdə yaranmış xüsusiyyətlərindən istifadə olunur. Bu zaman qabaqcadan yaranmış, mürəkkəb uyğunlaşmalar adaptiv əlamətə çevrilə bilər. Məsələn, məməlilərin kəlləsində olan tikiş yerləri doğuşu xeyli asanlaşdırır, baxmayaraq ki, bu əlamət diri doğmadan qabaq əmələ gəlmişdir.

*Kombinativ* yolla adaptasiyalar əmələ gələn zaman yeni mutasiyaların bir-birilə və orqanizmin bütövlükdə genotipi ilə qarşılıqlı təsiri meydana çıxır. Mutasiyaların effekti, gələcəkdə onlar daxil olacağı genotipik mühitdən asılıdır. Fərdlərin çarpazlaşması mutant allellərin digər allellərlə müxtəlif birləşməsinə əmələ gətirir. Bu da genlərin qarşılıqlı təsiri nəticəsində mutasiyaların təzahür effektini dəyişdirir. Bu zaman mutasiyaların effekti ya güclənir (komplementasiya), yaxud yatırılır (epistaz), bundan əlavə, mutant allel digər allellərin təsiri altında polimer tipli təsir də göstərə bilər. Bütün hallarda bir adaptasiyanın digərləri ilə əvəz olunmasına real imkan yaranır. Adaptasiyaların kombinativ yolla yaranması təbiətdə ən geniş yayılmış üsuldur.

*Postadaptiv* yolla adaptasiyalar əvvəllər inkişaf edən əlamətin reduksiyası və onu müəyyən edən genlərin resessiv vəziyyətə keçməsi ilə əlaqədardır. Reduksiya olunan orqanların genləri resessiv vəziyyətə keçən zaman irsi dəyişkənlik ehtiyatına daxil olur. Həmin genlər populyasiyada saxlanılır və hərdən–bir fenotipik olaraq təzahür edir (məsələn, atavizmlər). Seçmə vasitəsi ilə həmin genlərlə yeni mühit şəraiti arasında müsbət əlaqə yarandıqda, onlar yeni əlamət və xassələrin əmələ gəlməsinə başlanğıc ola bilər.

İ.Şmalhauzen (1949), J.Thoday (1953), İ.Lerner (1954), T.Dobzhansky (1956), M.Simmons (1962), M.Timofeyev-Resovski və b. (1966, 1977), A.Qeorqievski və b.–nun (1975, 1978) işlərində müxtəlif tipli adaptasiyalar təsvir olunmuş və onların təsnifatı verilmişdir.

**Cədvəl 11.1.** Adaptasiyaların təsnifatı  
(Timofeev–Resovski və b. görə (1969))

Təsnifatın prinsipi	Adaptasiya qrupları
Mənşəyinə görə	Predadaptiv, postadaptiv və kombinativ yolla əmələ gələn
Müxtəlif mühitə daxil olmaqlarına görə	Genotipik (ontogenetik) populyasiya – növ, biosenotik
Təkamülün miqyasına görə	İxtisaslaşmış və ümumi
Əmələ gələn dəyişmələrin xüsusiyyətlərinə görə	Sistemi sadələşdirən, quruluşu mürəkkəbləşdirən, sistemin quruluşunu və mürəkkəblilik səviyyəsini saxlayan
Ontogenezdə saxlanılma müddətinə görə	Qısamüddətli, təkrar olunan və daima mövcud olan

**Müxtəlif mühitlərə adaptasiyalar.** *Ontogenetik adaptasiya* modifikasiya dəyişkənliyinin hesabına baş verir, orqanizmin dinamik, funksional, metabolik dəyişkənliyini göstərir və fərdi inkişaf zamanı orqanizmin uyğunlaşma imkanlarını təmin edir. İ.İ.Şmalhauzenin fikrinə görə (1968), adaptiv modifikasiya orqanizmin birinci sınağıdır ki, orqanizm onun köməyi ilə ətraf mühitdən daha səmərəli istifadə etmə imkanlarını yoxlayır. Əks halda dəyişkənliklər məqsədə uyğun olmur və qeyri-normal xa-

rakter daşıyır. Modifikasiya dəyişkənliyi ətraf mühit amillərinə qarşı lazımı reaksiyaları təmin edə bilmədikdə, genotipik adaptasiya baş verir.

İ.İ.Şmalhauzen orqanizmlərin təkamülü prosesində adaptasiyaların arasıkəsilmədən dəyişilməsini «adaptasiomorfoz», orqanizmlərin xarici mühitin yerli şəraitinə uyğunlaşması nəticəsində əmələ gələn xüsusi adaptasiyalarını «adaptasiogenez» terminləri ilə ifadə etmişdir. Müəllifin fikrincə, məhz ekoloji diferensiasiya əlamətlərin divergensiyasının əsasını təşkil edir.

*Genotipik adaptasiya* yeni reaksiya normasının əmələ gəlməsini, fərdin və ya populyasiyanın yeni ekoloji şəraitə uyğunlaşmasını təmin edir.

Yeni şəraitə uyğunlaşma modifikasiya və genotipik dəyişkənliklərin hesabına, yəni fizioloji-biokimyəvi əlamətlərin dəyişilməsinin, həmçinin təbii və süni seçmə zamanı yeni reaksiya normalarının əmələ gəlməsi nəticəsində yaranır.

Adaptiv effekt təkamül prosesində yaranaraq, növdən, sortdan, cinsdən asılı olur və hər bir həyat səviyyəsində: submolekulyar, molekulyar, hüceyrə, toxuma, fərd, populyasiya, növ daxilində əldə edilir. Genotipik adaptasiya orqanizmin bütövlükdə genotip səviyyəsində mühitə uyğunluğunu xarakterizə edir. Məlumdur ki, orqanizm sadəcə genlərin cəmi olmayıb, genetik sistem şəklində formalaşır. Əgər orqanizmin bütün üzvləri və sistemləri bir-birini qarşılıqlı tamamlayırsa (koadaptasiya), yəni müxtəlif üzvlər bir-birinə uyğun gəlsə, həmin orqanizm mövcud mühit üçün uyğun hesab edilə bilər. Koadaptasiyanın əsasını müxtəlif korrelyasiyalar təşkil edir ki, bu da ontogenetik diferensiasiyayı tənzimləyir. Beləliklə, adaptasiya ilk növbədə ontogenetik səviyyədə baş verir, lakin hər bir orqanizm biosferdə təcrid olunmuş şəkildə yox, populyasiya və ya növ sistemində mövcud olur.

Təkamül prosesində adaptiv reaksiyaları idarə edən genlər bloklarda birləşir ki, bu cür gen qrupları koadaptiv gen blokları adlanır.

Ontogenetik və genotipik adaptivliyə görə yabani növlərlə mədəni bitkiləri müqayisə etdikdə, birincilərin adaptiv potensialının daha yüksək olması aydın görünür. Yabani növlərin populyasiyaları, adətən, heteroziqot vəziyyətdə olur ki, bu da filog-

enezdə onların genotipik potensialının qorunmasına imkan yara-  
dır. Təbii populyasiyalar yaşadıkları ətraf mühitdə müxtəlif fak-  
torların təsirinə məruz qalır, bu da rekombinantların və müxtəlif  
genotipik adaptasiyaların saxlanılmasına səbəb olur. Mədəni bit-  
kilər isə müəyyən oxşar «ekoloji sığınacaqlarda» becərildiklə-  
rindən, onlarda modifikasiya dəyişkənliyinin amplitudu xeyli  
azalır. Nəticədə, mədəni bitkilərin ətraf mühitdən asılılığı artır,  
davamlılığı isə azalır.

Hal-hazırda drozofil, pomidor, qarğıdalı, arabidopsis üzərin-  
də aparılan təcrübələr nəticəsində heteroziqot orqanizmlərin  
yüksək ontogenetik uyğunlaşması öz təsdiqini tapmışdır. Hetero-  
ziqotluq «bufərlik» kimi təzahür etdikdə genotipik dəyişkənlik  
potensialını qoruyur.

Təbii seçmə nəticəsində adaptiv genotipik dəyişikliklər nə-  
sillər boyu toplanaraq filogenetik adaptasiyaları əmələ gətirir.

*Filogenetik adaptasiya* orqanizmlərin və populyasiyaların  
ətraf mühitin uzunmüddətli dəyişkənliyinə qarşı yeni reaksiya  
normasının, yəni yeni genotipin əmələ gəlməsi ilə nəticələnin və  
uyğunlaşma prosesini təmin edir.

İ.İ.Şmalhauzen qeyd etmişdir ki, «Təkamül zamanı orqa-  
nizmlərdə daima mühüm əhəmiyyəti olan adaptiv əlamətlərin  
toplanması baş verir». A.M.Seversevin fikrincə, universal tipli  
adaptasiyalar təkamül prosesində son dərəcə dayanıqlı olur.

Qeyd etdiyimiz kimi adaptasiya populyasiya və növ sə-  
viyyəsində də baş verir.

*Populyasiya-növ adaptasiyaları* populyasiya və ya növ sə-  
viyyəsində baş verir, yəni bu tip adaptasiyalar populyasiya və ya  
növ hüdudunda fərdlərin qarşılıqlı təsirində təzahür edir. Populya-  
siya (növ) uyğunlaşmalarına cinsiyyət prosesini, heteroziqotluğu,  
genetik homeostazı, populyasiya sıxlığını və s. misal göstərmək  
olar. Populyasiyanın çoxalması, fərdlərin yaşama müddəti, müxtə-  
lif davranış formaları populyasiya-növ adaptasiyaları tipində for-  
malaşır. Burada mühüm rolü növdaxili rəqabət də oynayır.

*Biogeosenotik adaptasiyalar* isə biogeosenozda müxtəlif  
növlərin qarşılıqlı təsirində təzahür edir və onların birlikdə ya-  
şamasına kömək edir. Biogeosenotik mühit biosenozda abiotik  
amillər fonunda müxtəlif bitki, heyvan və mikroorqanizmlərin

qarşılıqlı təsiri nəticəsində əmələ gəlir. Biosenozlarda növlərin qarşılıqlı təsiri müxtəlif formalarda mövcud olur: amensalizm, komensalizm, protokooperasiya, mutualizm, yırtıcılıq, parazitlik, saprofitlik və s. növlərarası adaptasiyalar nəticəsində yaranır.

Göstərilən adaptasiya tipləri arasında kəskin fərq qoymaq olmaz. Onlar bir-birilə sıx əlaqədədir. Belə ki, fərdlər populyasiyada, populyasiyalar müəyyən biosenozda mövcud olur. Biosenozun növ tərkibi növlərarası münasibətlərin xarakterini müəyyən edərək, həm genotipik, həm də populyasiya mühitinə təsir göstərir: təbii seçmə populyasiyaya təsir göstərir və nəticə olaraq biosenoz mühiti dəyişilir. Biosenoz mühitinin dəyişilməsi oradakı növlərarası münasibətlərin xarakterini dəyişdirir. Bütün bunlar isə müxtəlif mühitlərdə adaptasiyaların vaxtaşırı dəyişilməsinə səbəb olur.

## 11.2. Adaptasiyanın genetik təbiəti

Orqanizm və mühit arasında müvazinət yaradan əsas amil təbii seçmə prosesidir. Təkamül və populyasiya genetikası sahəsində aparılan tədqiqatlar göstərmişdir ki, təbii seçmə ayrı-ayrı əlamətlərə görə deyil, orqanizmin ümumi uyğunlaşma qabiliyyətinə görə baş verir.

Orqanizm və onun genetik sistemi bütöv bir varlıqdırsa da, onun daxilində olan hər bir sistem ayrılıqda öz quruluşu və fəaliyyətinə görə fərqlənir. Hər bir əlamətin, o cümlədən adaptivliyin inkişafı bütöv genomdan asılıdır. Genomun fəaliyyəti isə ayrı-ayrı genlərin qarşılıqlı təsiri altında baş verir.

Ç.Darvin (1939) korrelyasiyaların sehrli qanunlarını izləyərək yazmışdır: «...Həmin ifadə ilə mən orqanizmi böyümə və inkişaf zamanı bütöv bir sistem kimi təsəvvür edirəm, əgər onun bir hissəsində cüzi variasiyalar baş versə və təbii seçmə nəticəsində bunlar saxlanılırsa, onda onun digər hissələri də modifikasiya olunur». L.Berq (1922) qeyd etmişdir ki, «Uyğunlaşma üçün, adətən, bir əlverişli variasiya kifayət etmir, onların bütöv kombinasiyaları tələb olunur».

S.Çetverikov (1922) genlərin təsirinin birgə effektini göstərən ilk genetiklərdən biri olmuşdur. O qeyd etmişdir ki, «Fərd



yalnız somaya görə yox, hər genin təzahürünə görə də bölünməzdir». E.Durst (1930) yazmışdır: «Orqanizmin hər geni, görünür ki, bütöv genetik kompleksə təsir göstərir və öz növbəsində onun təsirini hiss edir».

Orqanizmin bütövlüyü problemi Şmalhauzenin işlərində də öz əksini tapmışdır. O qeyd etmişdir ki, ayrı-ayrı əlamətlər deyil, bütöv orqanizmlər təkamül edir. Şmalhauzen yazırdı: «Demək olar ki, hər bir əlamətin inkişafı bütöv genomdan asılıdır, digər tərəfdən isə ayrıca bir genin dəyişilməsi – bir mutasiya, bir əlamətin dəyişilməsi deyil, orqanizmin bütövlükdə dəyişilməsidir». O, adaptasiyada gen bloklarının rolunu müəyyən edən tədqiqatları qabaqlayaraq qeyd etmişdir ki: «Təkamül prosesində çox zəif, lakin daima korrelyativ, yəni ümumi əhəmiyyəti olan inteqrasiya mexanizmlərinin akkumulyasiyası baş verir».

Adaptiv reaksiyaların birliyi hazırda molekulyar, submolekulyar, hüceyrə, toxuma, fərd səviyyəsində öyrənilmişdir.

Təkamül prosesində genetik materialın inteqrasiyası (birliyi) müxtəlif yollarla baş vermişdir. Genlərin xromosomlarda birləşərək ilişikli qrup əmələ gətirməsi və bununla əlverişli kombinasiyaların saxlanması həmin mexanizmlərdən biridir. Genlərin müxtəlif tipli qarşılıqlı əlaqələrinin – allel genlərin (dominantlıq, natamam dominantlıq, resessivlik, kodominantlıq) və qeyri-allel genlərin (epistaz, komplementarlıq, polimeriya, pleyotropiya) – adaptiv reaksiyaların formalaşmasında mühüm roludur.

Koadaptiv gen bloklarının əmələ gəlməsi orqanizmlərin və populyasiyaların adaptiv imkanlarını artırır.

Adaptasiyaların genetik təbiətini xarakterizə edən digər xüsusiyyət orqanizmlərin və populyasiyaların heterogenliyidir. Orqanizmlərin və populyasiyaların genetik, morfoloji və biokimyəvi heterogenliyi (polimorfizmi) geniş yayılmışdır. Heterogenlik hər bir həyat səviyyəsində mövcuddur və adaptiv əhəmiyyətə malikdir. Təbii populyasiyalarda adaptiv əlamətlərin geniş genetik dəyişkənliyi hər zaman müşahidə olunur və onların genetik elastikliyi təmin edir. Orqanizmlərin heteroziqotluğu heterogenliyin ayrıca bir forması kimi qiymətləndirilir. Heteroziqotların yüksək adaptivliyi və heterozis effekti təkamül prosesində əmələ gəlmiş bir xüsusiyyətdir. Heteroziqotluğu qiymətləndirərkən

N.Dubin (1972) yazır ki, adaptiv fenotip heteroziqot genotiplərin əsasında əmələ gəlir. Stebbins qeyd edir ki, adaptivlik müxtəlif lokuslarda yerləşən genlərin epistaz təsirindən asılıdır və bir neçə cüt allelə görə heteroziqot olan genotiplərdə daha yüksəkdir (Heteroziqotluq və polimorfluq haqqında geniş məlumat 7-ci fəsildə verilmişdir).

### **11.3. Adaptasiyaların əmələ gəlməsi (adaptasiogenez)**

Adaptasiya mürəkkəb müdafiə – uyğunlaşma prosesi olmaqla, subhüceyrə səviyyəsindən başlayaraq biosenoza qədər hər bir quruluş səviyyəsində təzahür edir və genetik cəhətdən müəyyən olunmuş müxtəlif mexanizmlərlə (fizioloji, biokimyəvi, anatmik-morfoloji) idarə olunur. Adaptiv reaksiyaların diapazonu və xarakteri ayrı-ayrı növlər üçün müxtəlif və spesifikdir. Lakin ali bitkilərin, heyvanların və insanın bir çox adaptiv reaksiyaları universal xarakter daşıyır.

Biz müxtəlif tipli fizioloji, biokimyəvi, morfoloji adaptasiyaların əhəmiyyətini və dəyişkənlik diapazonunu xarakterizə etməzdən əvvəl, xüsusi diqqəti onların əmələ gəlməsinə, formalaşmasına və burada əsas rol oynayan dəyişkənliklərə yetirməliyik. Adaptasiyalar müxtəlif tipli dəyişkənliklərin, mutasiyaların təsiri nəticəsində baş verir. Hər iki tip dəyişkənlik, yəni mutasiyalar və modifikasiyalar eyni tipli fenotipik dəyişikliklər əmələ gətirir: fizioloji, morfoloji, biokimyəvi və s. Məlum olduğu kimi, mutasiyalarla modifikasiya dəyişkənlikləri arasında fərqlər vardır. Bunlardan əsasları mutasiya dəyişkənliklərinin irsən keçməsi və çox zaman qeyri-adaptiv xarakterli olması, modifikasiya dəyişkənliklərinin isə irsən keçməməsi və çox zaman adaptiv xarakter daşmasıdır. Hər iki tip dəyişkənliyin adaptasiyada rolu sübut olunmuşdur. Lakin orqanizmlərin ətraf mühitin müxtəlif amillərinin təsirinə qarşı uyğunlaşma reaksiyalarının aydın təsəvvür edilməsi üçün bunların daha ətraflı müzakirəsi lazım gəlir.

Orqanizmin hər hansı dəyişkənliyini analiz edərkən tədqiqatçı həmişə əmin olur ki, fərdlər arasında meydana çıxan bir çox fərqlər ətraf mühit şəraitindən asılıdır. Hətta genotipcə tamamilə oxşar olan iki fərd fenotipcə uyğun olmaya bilər. Əgər

irsi cəhətdən oxşar orqanizmlər müxtəlif cür qidalanırsa, müxtəlif temperatur və rütubət şəraitində inkişaf edirsə onlarda xarici amillərin təsiri altında modifikasiya dəyişkənlikləri əmələ gəlir. Modifikasiya dəyişkənliyi genotipcə dəyişməyən orqanizmin xarici mühitin təsirinə qarşı əmələ gələn və təkamül prosesində möhkəmlənən adaptiv reaksiyasıdır.

Təbii seçmə zamanı saxlanılan orqanizmlər ətraf mühit şəraitinə daha yüksək uyğunlaşma qabiliyyəti ilə xarakterizə olunur, lakin bu heç də onların genetik cəhətdən çevikliyi, yəni şərait dəyişdikdə daha yüksək yaşarlılığını göstərmir. Planetimizdə vaxtilə yaşayan növlərin əksəriyyətinin məhv olması daha çox onlarda sərbəst seçmə üçün lazımı potensialın olmaması ilə izah olunur.

Təkamül orqanizmlərin mövcud olan həyat şəraitinə uyğunlaşmasına, həmçinin onların gələcəkdə mürəkkəbləşməsinə istinad edir. Bu isə müəyyən şəraitdə baş verəcək təkamülün dəyişkənlik ehtiyatı olan mənfi və neytral mutasiyaların optimal ölçüsündən asılıdır. Mutasiya və rekombinasiyaların obyektiv-təsadüfi xarakteri mövcud olan şəraitə qarşı adaptasiyanı təmin edir. Lakin onların əsl dəyərliliyi orqanizmlərin yaşadığı şəraiti dəyişdikdə müəyyən olunur.

Genetik sistemlərin adaptasiogenezi zamanı canlıların quruluşunda tədricən baş verən dəyişikliklər mutasiyaların və rekombinasiyaların mürəkkəbliyindən asılı olaraq genotiplərin təkamüldə seçilməsinə imkan yaradır. Seçilən mutasiya və rekombinasiyalar fərdi inkişafın bütöv bir proses kimi gedişinə təsir göstərir.

Genetik sistemlərin adaptasiogenezi orqanizmlərin ekologiyasından asılı olaraq onların tələbatı haqqında tarixi yaddaşı saxlayır, həmçinin koadaptiv genlərin əmələ gəlməsini, mutagenез və rekombinogenezin xüsusiyyətlərini, irsi dəyişkənliklərin istiqamətini təyin edir.

#### **11.4. Adaptasiyalara aid misallar**

Canlı orqanizmlərin uyğunlaşmasına aid faktlar o qədər çoxsaylıdır ki, onların tam təsvirini vermək qeyri-mümkündür. Burada yalnız canlıların passiv müdafiə vasitələrini, növlərin qarşı-

lıqlı uyğunlaşmalarını, mürəkkəb orqanların quruluşunu, heyvanların davranışını aydın xarakterizə edən adaptasiyalara aid bəzi misalları göstərək.

Passiv müdafiə vasitələri – orqanizmlərin quruluşunda olan xüsusiyyətlərdir ki, təkə öz varlığı ilə yaşama və həyat uğrunda mübarizədə yüksək ehtimallığı təyin edir (şəkil 11.1).



Şəkil 11.1. Qaqa yuvada. Uyğunlaşdırıcı rəngin olmasına görə, çox az gözə çarpır.

Bəzi heyvanlarda möhkəm bədən örtüyü – zirehlilərdə-zireh, tısağalarda və molyuskalarda çanaq, buğumayaqlılarda xitin örtüyü, bəzi böcəklərdə və xərçəngkimilərdə olan sərt örtük buna misal ola bilər.

Bir çox bitki və heyvanlarda iynə və tikan şəklində törəmələr inkişaf etmişdir. Bitkilərdən kaktus, itburnu, yemişan, qarati-kan və s. tikanları vasitəsilə otlayan heyvanlar tərəfindən yeyilməkdən müdafiə olunur. Heyvanların (kirpi, oxlu kirpi) tikanları onları bir çox yırtıcılardan qoruyur. Bədənin möhkəm örtüyünün, tikanların və iynələrin inkişaf etməsi mutasiyalar nəticəsində təbii seçmənin nəzarəti altında baş verir.

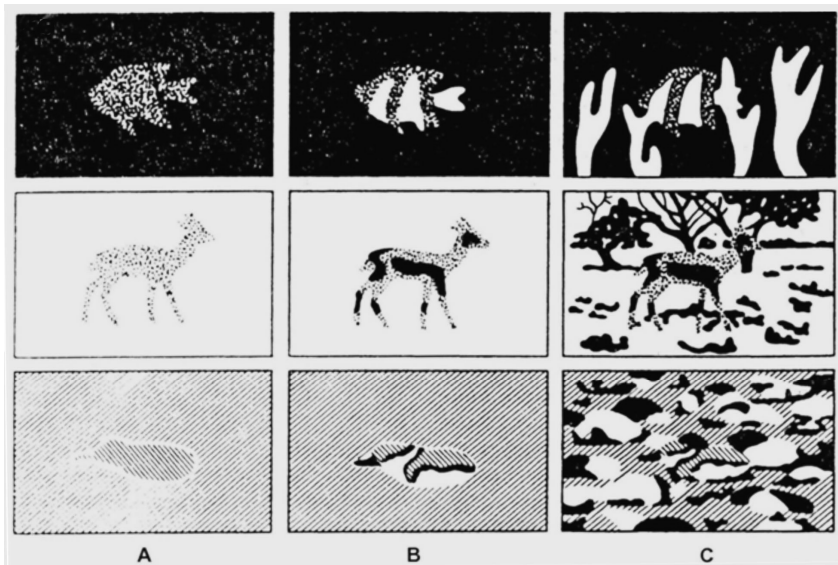
Passiv müdafiə vasitələrindən ən əhəmiyyətliyə uyğunlaş-

dırıcı rənglər və bədən formasıdır. Qoruyucu rənglərin, xüsusilə, orqanizmlərin ontogenezinin ilkin mərhələlərində (yumurta, sürfə və s.) əmələ gəlməsi vacibdir. Məsələn, quşların yumurtası otlaqda və torpaqda, açıq yuvalarda həmişə piqmentləşmiş qabıq ilə örtülür, bu da ətraf mühitin rənginə uyğun gəlir. Maraqlıdır ki, iri yırtıcı quşlarda və yırtıcılarda, həmçinin yumurtaları örtülü yuvalara və torpağın altına (məsələn, reptililərdə) qoyulduğu növlərdə qoruyucu rənglər inkişaf etmir. Əksər hallarda rəngin mühitə oxşarlığı daha çox dişilərdə müşahidə olunur ki, bunu da Darvinin cinsiyyətli seçmə nəzəriyyəsi ilə izah etmək olar.

Ayrı-ayrı fəsillərdə şərait dəyişdikdə qoruyucu rənglər çox böyük rol oynayır. Məsələn, orta və yüksək enlikdə yaşayan heyvanların rəngi qışda ağ olur (dovşan, şimal tülküsi, sincab, ağ kəklik və s.). Bəzi heyvanların rəngi qısa bir zamanda (bir neçə dəqiqə ərzində) dəyişilir, bu da dəri örtüyündə və ya bədən digər örtüklərində xromotoforda piqmentlərin yenidən paylanması ilə əlaqədardır. Məsələn, qalxan balığındakı (*Pleuronectes flescus*), aqama kərtənkələsində (*Calotes versicolor*), buqələmunda (*Chamaeleon chamaeleon*) və başqa heyvanlarda olduğu kimi. Kriptik (gizlədici) rəngin digər növü bədəndə açıq və tünd zolaqların növbələşməsi ilə əlaqədar parçalayıcı rəngin əmələ gəlməsidir. Məsələn, zəbrələr (*Equus grevici*, *Eq. bohme*, *Eq. Zebra*) və pələnglər (*Pantera tigris*) 50–70 m məsafədə, hətta açıq sahədə belə bədənələrində olan zolaqların hesabına ətraf mühitin kölgə və işıqlı yerlərindən yaxşı seçilmirlər (şəkil 11.2).

Hətta nəinki heyvanın konturu ətraf mühitdən seçilmir, habelə onun həyat üçün zəruri olan orqanları da, məsələn, onurğalı heyvanların gözləri çətinliklə görünür (şəkil 11.3).

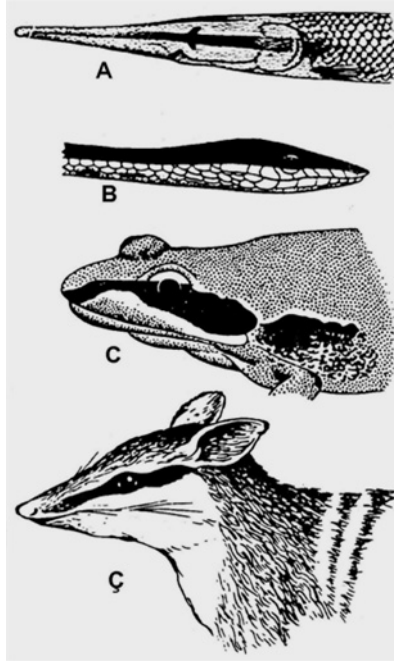
Qoruyucu rənglərin geniş yayılmış formalarından biri kölgəyə əksinə çevrilmiş prinsipdə olan «tutqun bel–açıq qarın» rəngləri hesab olunur. Belə rəng suyun dibində yaşayan əksər heyvanlara və eləcə də, kərtənkələlərə, cücüyə, ilanlara, məməlilərə və quşlara mənsubdur. Bəzən belə kriptik rəng və formalar daha



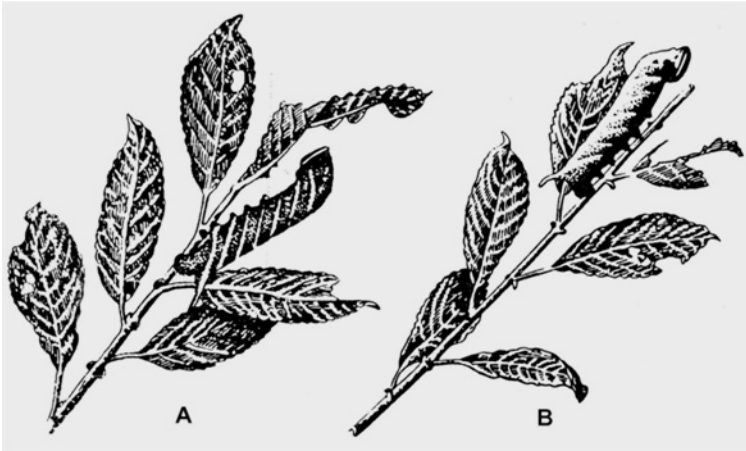
**Şəkil 11.2.** Parçalayıcı rəngin sxemi: A – tam rəng; B – parçalayıcı rəng; C – müvafiq mühitdə parçalayıcı rəngi olan heyvan az gözə çarpır.

mükəmməl şəkil alır. Təhlükə baş verən zaman bir çox cücü növləri, balıqlar, amfibilər, quşlar sakit dayanırlar. Bu daha çox aktiv müdafiə vasitəsi olmayan heyvanlara mənsubdur (şəkil 11.4). Məsələn, vaq (*Botaurus stellaris*) qamışlıqda yuvalayır. Təhlükə yarandıqda o, boynunu uzadır və başını yuxarı qaldırır. Bu vəziyyətdə olan vaq, hətta yaxın məsafədən çətin görünür. Göstərmələr (*Phasmidae*) tamamilə çöpə bənzəyir, hətta onu ələ aldıqda «cansız» bir cismə oxşayır və bu vəziyyəti uzun zaman saxlayır. Özünü ölülməyə vurmaq hadisəsi (tanatoz) həşəratın çoxunda rast gəlinir.

Verilmiş misallardan aydın görünür ki, qoruyucu rənglərin müxtəlif formalarının inkişafı bu və digər dərəcədə yaşamaq uğrunda mübarizənin müvəffəqiyyətli baş verməsinə imkan yaradır. Qoruyucu rəngin formalaşması – təkamülün elementar amillərinin qarşılıqlı təsirinə nəticəsidir. Bədən rənginin mühitə



Şəkil 11.3. Bəzi onurğalılarda qara zolaqla gözün gizlədilməsi: A – balıq, B – ilan; C – qurbağa; Ç – kişəli qarışqayeyən.



Şəkil 11.4. Kəpənək qurduunun (*Smerinthus ocellatus*) bədəninin forması, davranışı və kriptik rəngi. Kəlgəyə əksinə çevrilmiş prinsiplə rənglənən tırtıl (B), təhlükə olduqda donub qalır (A) və çox az gözə çarpır.

uyğun təsadüfi dəyişkənliyi bəzi şəraitlərdə çoxalmada daha böyük üstünlüklər verə bilər. Hətta heyvanların rəngi ilə onları əhatə edən əşyaların rəngi uyğun olduqda onların nəsil vermə imkanı xeyli artır.

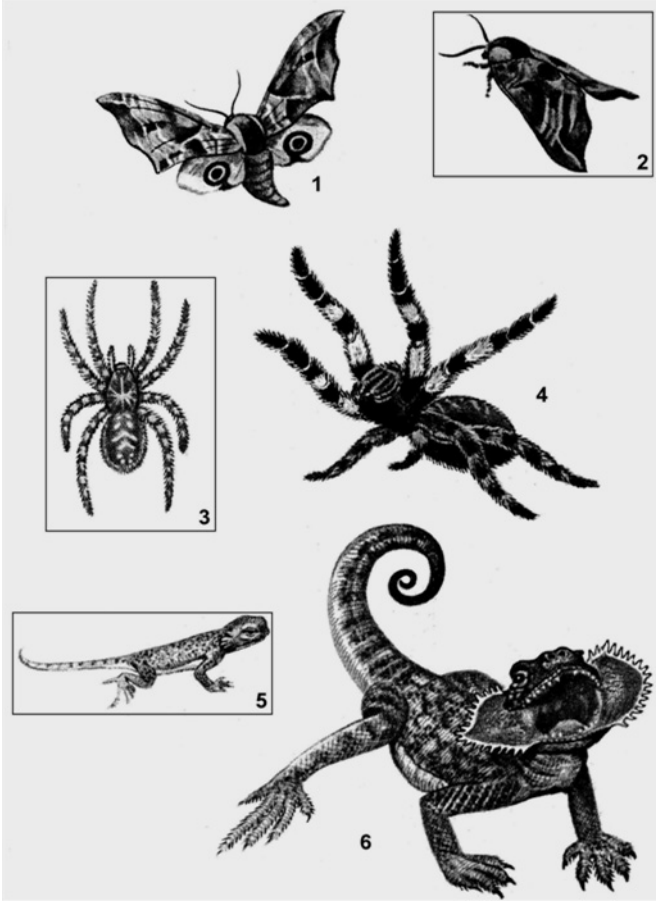
Xəbərverici rənglər, adətən, yaxşı müdafiə olunan zəhərli, yandırıcı və dalayıcı orqanları olan heyvan üçün səciyyəvidir. Əlvan rəng əvvəlcədən onların yeməli olmamaları haqqında yarıtcıları xəbərdar edir. Belə rənglərin bioloji rolu eksperimentdə yaxşı öyrənilmişdir. Fərdi «dadmalar və səhvlər» nəticədə yarıtcıları əlvan rəngli qurbandan imtina etməyə məcbur edir. Əlvan rənglər təkrar hücumlardan imtina etmək üçün özünəməxsus işarələrdir. Seçmə nəinki zəhərli maddələrin əmələ gəlməsini, həmçinin onların əlvan rənglərlə (adətən qırmızı, sarı, qara) birlikdə təsirini təmin edir.

Adaptasiyaya, həmçinin hədələyici rənglər də misal ola bilər. Xəbərverici rənglərdən fərqli olaraq, əlvan rəng hər zaman gözə çarpmır, yalnız təhlükə olduqda meydana çıxır (şəkil 11.5). Məsələn, gözlüklü kəpənək qəflətən dal qanadların əlvan, gözə oxşar cizgilərini açaraq quşları qorxudur. Adətən, hədələyici rənglər xüsusi vəziyyətlə (duruşla) müşayiət olunur. Buna tarantul hörümçəyi misal ola bilər. Tarantul hər hansı təhlükə yarandıqda, həyəcanlanaraq qabaq ayaqlarını yuxarı qaldırır. Bu zaman ayaqlarının üst tərəfində bərabər paylanmış boz rəng əvəzinə əlvan cizgilər əmələ gəlir və hörümçək düşməninə hədələyici bir vəziyyətdə qarşılıyır.

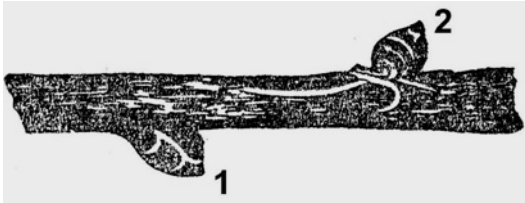
*Mimikriya* (yunan. «mimos» – aktyor) adaptasiyanın ən maraqlı formalarından biridir. Yaşamaq uğrunda mübarizədə bəzi növlər öz xarici əlamətlərinə və formalarına görə başqa bir növə bənzəyir. Hətta mimikriya (yamsılama) zamanı canlının ətrafındakı əşyalarla da müəyyən oxşarlıq yaranır. Məsələn, qarışcanın tırtılları sakit vəziyyətdə quru ağac budağından fərqlənmir. *Drassus polinovi* adlanan hörümçək oturduğu budağın tumurcuqlarına çox bənzəyir (şəkil 11.6). Hörümçəyin qarın hissəsi tumurcuqda olduğu kimi qırıqdır. Hörümçək cəld hərəkət edir və tez dayanır, dayandığı zaman tumurcuğa oxşayır və beləliklə, düşməne görünməz olur.

Həqiqi mimikriya hadisəsi daha da maraqlıdır. Mimikriya –





**Şəkil 11.5.** Hədələyici rəng və vəziyyət: 1,2-gözlüklü kəpənək; 3,4-tarantul; 5,6-qulaqlı girdəbaş kərtənkələ (*Phrynocephalus mustaceus*, Pall.).



**Şəkil 11.6.** Ağacın tumurcuğuna bənzər hörümçək: 1 – tumurcuq; 2 – hörümçək

müdafiə oluna bilməyən və yeyilən növün digər, genetik qohumluğu olmayan və düşmənlərin hücumundan qorunan növlərin nümayəndələri ilə oxşarlığıdır. Belə növlərin dadı, iyi pis olmadığı halda, bu canlılarla qidalanan növlər onlara yaxın durmur, aldanmış olur. Məsələn, bəzi kəpənəklər xarici görünüşlərinə görə həşəratyeyən quşlar tərəfindən tələf edilməyən, yəni qoruyucu rəngə və formaya malik olan cür arılara bənzəyirlər. Beləcə də bəzi zəhərsiz ilanlar öz xarici əlamətlərinə görə zəhərli ilanlara oxşayırlar.

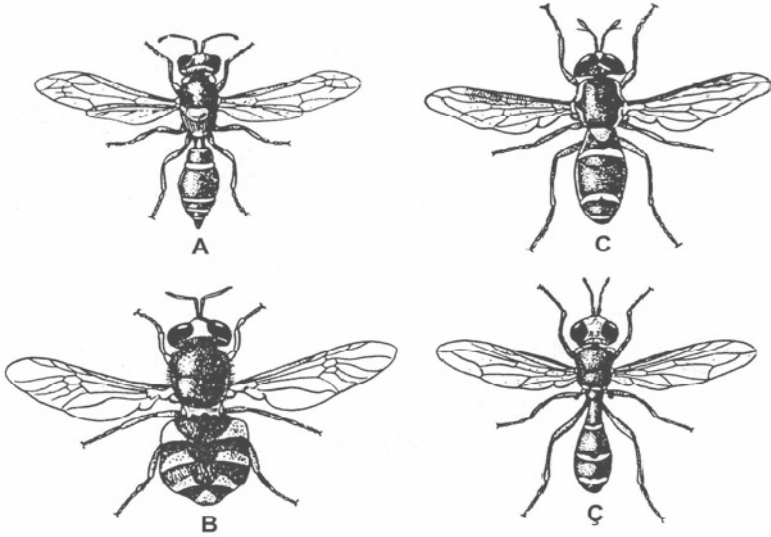
Öz xarici görünüşü və forması ilə başqa növə bənzəyən növlərə «imitator», onların özlərini bənzətdikləri növlərə isə «model» deyilir. Beytsov mimikriyasında model ya yeyilməz, ya da digər müdafiə əlamətləri, məsələn, xəbərverici rəngdə olmalıdır. Məsələn, helikonid fəsiləsinə (*Heliconidae*) aid olan əlvan rəngli (aposematik rəng) kəpənəklər xoşagəlməz qoxulu olur və quşlar tərəfindən yeyilmir. Həmin rayonlarda rast gəlinən kələm kəpənəkləri fəsiləsinin nümayəndələrində belə xoşagəlməz qoxu olur, lakin onlar helikonidlərin rənginə oxşar rəngdə olur. Quşlar onları yeyilməz helikonidlər kimi qəbul edərək toxunmur. Müdafiə olunmayan formalarla müdafiə olunanların yamsılanması hadisəsi yalnız tropik həşərat növləri arasında geniş yayılmamışdır. Bəzi milçəklər öz xarici görünüşünə görə arılara bənzəyir (şəkil 11.7).

Mimikriyanın həmin forması üçün zəruri şərtlərdən biri imitatorun sayının modelin sayından az olmasıdır. Əks halda mimikriya imitatora heç bir fayda vermir və yırtıcı saxtanı tez aşkar edir.

Müller mimikriyasında iki və daha çox yeyilməyən növlər arasında oxşarlıq əmələ gəlir. Qurbanların yeyilməməsinə aid təcrübənin toplanması yırtıcıların hər nəsində «dadmaq və səhvlər» nəticəsində qazanılır. Əgər iki yeyilməyən növün rəngi bir-birinə oxşardırsa, bu oxşarlıq hər iki növ üçün faydalıdır: yırtıcı onları bir-birindən yaxşı fərqləndirmədiyinə görə mimetik formalardan özünü daha çox gözləməyə adət edəcək. Məsələn, Cənubi Amerikanın bəzi yerlərində *Danaidae*, *Neotropidae*, *Heliconidae*, *Acrainae* kəpənəkləri arasında qarşılıqlı yamsılama müşahidə olunur. Bu cür mimikriya zəncirinin əmələ gəlməsi oraya daxil olan hər bir növün salamat qalmasında mühüm rol

oynayır. Müllər mimikriyasında növlər arasındakı oxşarlıq Beytsov mimikriyasındakı kimi o qədər də aydın ifadə olunmur.

Ümumiyyətlə, istər kriptik rəng və forma, istərsə də mimikriya hadisəsi tədqiq olunarkən, aşağıdakı qanunauyğunluqlar aşkar edilmişdir:



**Şəkil 11.7.** Arıları yamsılayan milçəklərin mimikriyası (Beytsov mimikriyası). A – möhkəm müdafiə olunmuş arı – odiner (*Odynerus parietum*); B – arıları qarncığın rəngi və bığlı arının forması ilə yamsılayan milçək (*Stratioma chamaeleon*); C – arıları rəngi və bədənin forması ilə yamsılayan sirfida milçək – (*Chrysotoxum bicinetum*); Ç – bəzi arıların xarici görünüşünə görə tam sürəti olan böyükbaşlı milçək (*Gonops flavipes*)

1) mimikriya hadisəsi həmişə orqanizmin görünən hissələrində, üzvlərində müşahidə edilir;

2) imitatorla model tamamilə başqa sistemə kateqoriyalara mənsub olmalarına baxmayaraq, xarici görünüş və forma etibarilə bir-birinə oxşadırlar;

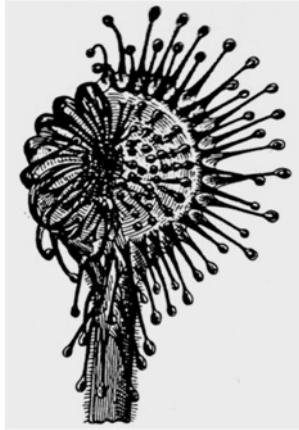
3) imitator və model növlər həmişə eyni coğrafi şəraitdə yayılmış olur;

4) canlılar aləmi içərisində yaşama şəraitinə bu cür uyğunlaşmalar ancaq təbii seçmə nəzəriyyəsi ilə izah edilə bilər.

**Mürəkkəb adaptasiyalar.** Təkamül təliminin inkişafında kiçik irsi dəyişkənliklərin toplanması yolu ilə mürəkkəb adaptasiyaların əmələ gəlməsinin düzgün izahının xüsusi əhəmiyyəti vardır. Belə adaptasiyalardan bəzilərinə – bitkilərin həşəratla qidalanması, görmə orqanının inkişafı, həşəratla çiçəkli bitkilərin qarşılıqlı uyğunlaşmalarına diqqət yetirək.

**Bitkilərin həşəratla qidalanması və hərəkətmə qabiliyyəti.** Avtotrof orqanizmlər olmalarına baxmayaraq, çiçəkli bitkilərin yüzlərlə növü arasında həşəratla qidalananlara rast gəlmək olur. Şehçiçəyində (*Drosera rotundifolia*) həşəratı tutmaq və həzm etmək üçün mükəmməl və effektiv uyğunlaşmalar vardır.

Şehçiçəyinin (*Drosera rotundifolia*) yarpaqları tükcüklərlə örtülüdür, onların əsasında sekresiya hüceyrələri yerləşir və onlar yarpağın üzərinə xüsusi yapışqanlı, ətirli şirə ifraz edir. Cücü yarpağın üzərinə oturduqda oraya yapışır. Xilas olmaq istədikdə həşərat çırpınır, bununla həssas tükcüklərdə qıcıqlanma əmələ gələrək yarpağın lövhələrinə ötürülür və onların bükülməsinə səbəb olur (şəkil 11.8). Bunun ardınca tükcüklərin yumru ucları pepsin fermenti ilə zəngin şirə ifraz edir. Fermentin təsiri altında cücü həzm olunur, həll olmuş maddə yarpaqlara hopur, sonra isə yarpaqlar düzəlir və növbəti cücünü tutmağa hazır olur.



**Şəkil 11.8.** Həşəratla qidalanan şehçiçəyi (*Drosera rotundifolia*) bitkisinin tutucu yarpağı

Digər həşərat növləri ilə qidalanan bitkilərin xüsusi həşərat-tutucu orqanları – «səhəng» və ya «tələsi» olur. Məsələn, Venera milçəkqapanı (*Dionaea muscipula*) milçəyi yarpaqlarının sol və sağ yarılarının hərəkəti ilə tutur. Yarpaqların diş-diş ucları bir-birinə daxil olaraq xüsusi tələ əmələ gətirir.

Bitkilərin həşəratla qidalanması şübhəsiz ki, əvvəlcə təsadüfən hər hansı orqanın üzərinə düşmüş ölü orqanizmlərin parçalanma məhsullarının mənimsənilməsi ilə əlaqədar olmuşdur. Ölü orqanizmlərin parçalanması bakteriyaların və bitkilərin hidrolitik fermentlərinin təsiri altında baş verir. Sonralar bitkilərin bu imkanları nəinki güclənmişdir, hətta diri cücülərin tutulması üçün bitkilərə rəng, xüsusi ətirli maddələrin ifraz edilməsi kimi xüsusiyyətlər əlavə olunmuşdur. Şübhəsiz ki, ilk dövrlərdə tutucu aparat çox sadə olmuş, sonralar isə təbii seçmə nəticəsində daha uğurlu variantlar seçilmiş, təkmilləşmiş və müxtəlif uyğunlaşmalar əmələ gəlmişdir.

Bitkilərdə müxtəlif formada hərəkətə uyğunlaşma (tropizmlər, dırmanma və s.) ilk dəfə olaraq Ç. Darvin tərəfindən təkamül baxımından analiz edilmişdir. Darvin ətraflı şəkildə bitkilərin hərəkətini tədqiq etmiş və belə nəticəyə gəlmişdir ki, bu xüsusiyyət bir çox bitkilərə məxsusdur. Belə ki, işıqsevən bitkilər işıq çatışmayan mühitdə uzun zoğlar əmələ gətirir və daha əlverişli işıq şəraitinə düşürlər.

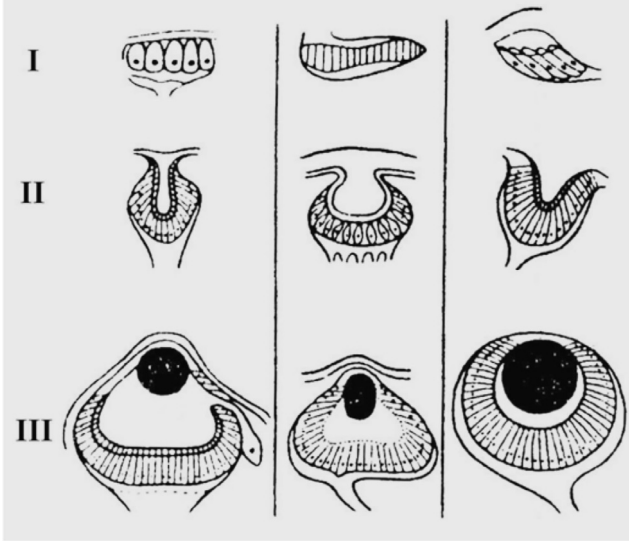
Göstərilən mürəkkəb adaptasiyalar irsi dəyişkənliklər əsasında təbii seçmənin istiqamətləndirici təsiri altında əmələ gəlir.

**Görmə orqanının quruluşu və təkamülü.** Ən mürəkkəb quruluşa malik olan bir üzvü (məsələn, gözü) diqqətlə öyrəndikdə belə müəyyən etmək olur ki, o sadə quruluşdan tədricən mürəkkəb quruluşa doğru inkişaf etmişdir (şəkil 11.9). Görmənin ən sadə forması işığın qüvvəsini dəridə olan xüsusi hüceyrələrlə hiss etməkdir. Bəzi birhüceyrəli orqanizmlər işığı hiss edə bilmir, digərlərində bədənin ön hissəsində piqmentli, işıq hiss edən törəmə əmələ gəlmişdir. Çoxhüceyrəli quruluşa doğru təkamül işıq hiss edən aparatın mürəkkəbləşməsi ilə əlaqədardır. Məsələn, planariyalarda (yastı qurdlar) primitiv «gözcük» – radopsin piqmenti ilə dolu pialəşəkilli çuxurcuqlar əmələ gəlmişdir.

Daha yüksək mütəşəkkilliyə malik heyvanlarda gözün quru-

luşu daha da mürəkkəbləşmişdir. Buğumayaqlılarda faset tipli gözlər inkişaf etmişdir. Bu tip gözlərin görmə qabiliyyəti o qədər də effektiv deyildir. Fasetli gözlərin görmə qabiliyyəti fasetlərin miqdarının yüz və minlərlə artması ilə güclənir. Bəzi qruplarda görmə üzvünün təkamülü fərqli yolla – mayeli göz kisəsi və hərəkətli büllurun – linzanın əmələ gəlməsi ilə həyata keçmişdir.

Bu dəyişkənliklər linzanın arxasında şüaların toplanmasına səbəb olmuş və bununla da gözün işığa həssaslığı yüksəlmişdir. Bu cür göz başayaqlı molyusklar (kalmar və osminoqlar) üçün xarakterikdir.



Şəkil 11.9. Həlqəvi qurdlarda (I), buğumayaqlılarda (II) və molyusklarda (III) gözlərin təkamülü

Gözün sonrakı təkamülü onun işıq impulslarını qəbul etmək imkanını daha çox artırır. Buna büllurun əyriliyinin artması, əsas fokus məsafəsinin və büllurla torlu qişa arasındakı uyğunluğun əmələ gəlməsi, bəbəyin, göz əzələlərinin, kolbacıq, çöpcüklər tipli işığa həssas hüceyrələrin və s. inkişafı səbəb olmuşdur. Beləliklə, gözün filogenetik inkişafı təsvir olunmuşdur. Müasir genetikanın nəticələri göstərmişdir ki, görmə üzvünün bütün əlamət və xüsusiyyətləri bir çox mutasiya dəyişkənliklərinə məruz qalır. Gözün təbii seçmə nəticəsində inkişaf etməsinin sübutu

onun quruluşunun sadələşməsi və hətta reduksiyasıdır (mağarada yaşayan heyvanlar – troqlobiontlar, bulanıq suda yaşayanlar və s.).

### **11.5. Təbiətdə məqsədəuyğunluq və onun nisbilyi**

Ç.Darvin sübut etmişdir ki, təbii seçmə həmişə növün faydasına olan əlamətləri seçir. Deməli, növün əlamət və xassələri onun mürəkkəb həyat şəraitində yaşamaları üçün faydalı, məqsədəuyğun olmasa, həmin növ öz həyatını davam etdirə bilməz və get-gedə onun nəsləi Yer üzündən silinmiş olar. Bir sözlə, növün özü ilə bərabər, eyni zamanda onun əlamət və xassələrindəki bioloji məqsədəuyğunluq da əmələ gəlmişdir.

Bioloji məqsədəuyğunluq – bioloji sistemlərin (fərd, növ, biogeosenoz) tarixən formalaşmış və hazırda mövcud şəraitə uyğun olan xüsusiyyətlərinin məcmusudur. Məqsədəuyğunluq nəinki fərdlərin, növün, biogeosenozun uyğunluğunda, habelə uyğunlaşma prosesində də meydana çıxır.

Uyğunlaşma qabiliyyəti orqanizmlərdə dəyişilmiş şəraitdə yeni uyğunlaşma əlamətlərinin yaranmasıdır. Canlıların hər bir mütəşəkkillik səviyyəsində uyğunlaşması ilkin olaraq mikro-təkamül mexanizmi ilə həyata keçir. Deməli, məqsədəuyğunluq canlı orqanizmlərin ilkin xüsusiyyəti olmayıb, populyasiya və növlərin inkişafı prosesində seçmənin təsiri altında tarixən formalaşmışdır.

Ç.Darvin «Səhləblərin (orxideyaların) həşəratlarla tozlanmağa müxtəlif uyğunlaşmaları» adlı əsərində yaşama şəraitinə uyğunlaşmanı və bunun məqsədəuyğunluğunu çox dərindən təhlil etmişdir. Təbii seçmə yolu ilə səhləblərin çiçəyində xoşagənlən gözəl ətir, ləçəklərində parlaq rənglər, çiçəyin daxilində dadlı və şirin maddə (nektar) əmələ gəlmişdir ki, bitki bunların vasitəsi ilə həşəratı özünə cəlb edir. Çiçəyin quruluşu da elədir ki, cücü orada oturub nektarı sora bilir və eyni zamanda həmin çiçəyin tozcuqları onun bədəninə ilişib qalır. Beləliklə, cücü bir çiçəkdən digərinə keçdikdə özü ilə onlara tozcuqlarını aparmaqla onların tozlanmasına, mayalanmasına səbəb olur.

Ç.Darvin həmin bitkilərin üzərini torla örtərək cücünün

oraya daxil olmasının qarşısını almış və nəticədə çiçəklərin öz-özünü tozlamadıqlarını müəyyən etmişdir. Buradan belə anlaşılırmışdır ki, həmin çiçəklərin tozlanması üçün müəyyən cücünün iştirakı lazımdır. Ç.Darvin səhləbin (*Orchis*) çiçəklərinin quruluşunda həşəratla tozlanmanı onun bədən quruluşuna uyğunlaşmasını öyrənərək, bu əlamətləri təsvir etmişdir.

Ç.Darvin 11 il ərzində 253 növ bitkinin cinsiyyətli çoxalması üzərində tədqiqat apararaq belə nəticəyə gəlmişdir ki, bitkilər aləmində çarpaz tozlanmağa doğru meyl daha çoxdur. Darvin göstərmişdir ki, hətta öz-özünə tozlanma hadisəsi mütləq bir kateqoriya deyildir, yəni onlarda da bəzən çarpaz tozlanma gedir. Təbiətdə öz-özünə tozlanan bitkilərdə ara-bir çarpaz tozlanma getdikcə növün həyatilik qabiliyyəti artmış olur.

Hər bir uyğunlaşmanın mürəkkəbliyi mühit şəraiti ilə təyin olunur, ona görə də hər bir uyğunlaşma nisbi xarakter daşıyır, bir şəraitə, bir mütəşəkkillik səviyyəsinə uyğunlaşma digər şəraitdə yararlı olmur. Məsələn, quruda yaşayan tısbağaların çanağı onları bir çox düşmənlərdən qoruyur, lakin yırtıcı quşlar onları çanağına alaraq havaya qaldırıb yerə atdıqda, onların çanağı parçalanır. Çanağı parçalanmış tısbağa – yırtıcı quşların qurbanı olur.

Bitkilər və heyvanlar rəng və formaları ilə öz yaşadıkları mühit şəraitinə, özlərini düşməndən qorumağa uyğunlaşırlar. Lakin bütün uyğunlaşmaların, hətta ən maraqlı formalarının biri olan mimikriya hadisəsi belə mütləq dərəcədə uyğunlaşma hesab edilə bilməz. Həşərat növləri öz rəngləri və formaları ilə düşməndən nə qədər qorunmağa uyğunlaşmış olsalar da, quşların və həşəratyeyən başqa heyvanların gözləri də onları axtarıb tapmağa bir o qədər həssaslaşmış olur. Bir sıra bitkilərin üzərindəki dalayıcı tükcüklər onları bəzi heyvanlardan qoruyursa da, başqa heyvanlar heç çəkinmədən onları tələf edir.

İlanların zəhərli olması onları bir çox heyvanlardan qoruyursa da, onlar zəhərləri ilə öz ovlarını öldürüb yeyirlərsə də, kirpi onları asanlıqla tələf edir, zəhər ona o qədər də təsir etmir. Deməli, bəzi heyvanlarda təbii seçmə yolu ilə ən şiddətli zəhərlərə qarşı davamlılıq əmələ gəlmişdir. Qaraqurd hörümçəyi onunla qidalanan dəvə və ya qaramala çox pis təsir göstərdiyi halda, do-



nuz və qoyunlara heç bir zərər vermir. Arıların sancma aparatı onları yeyən həşərat üçün təhlükəli olsa da, bəzi quşlar onları asanlıqla tələf edir.

Heyvanlar aləmində tarixi təkamül prosesində əmələ gələn instinktlər də son dərəcədə mükəmməl deyildir.

Çarpaz tozlanma ən yüksək çoxalma formasıdır, lakin həşərat olmadığı şəraitdə həmin bitkilərdə tozlanma getmədiyindən onlar öz nəsillərini artırma bilmir. Bir sözlə, canlılar aləmindəki heç bir uyğunlaşma mütləq deyil. Darvinə görə «Təbii seçmə mütləq təkmilləşmə yaratmır». Digər tərəfdən əlamətlərin uyğunluğu müəyyən mühit və zaman çərçivəsindədir. Mühit şəraiti isə sabit olmayıb, tarixən dəyişilir. Əvvəlcə ən yaxşı uyğunlaşma hesab edilən əlamətlər yeni şəraitdə əlverişli olmaya bilər (Axundov, 1962).

Canlılar aləmində üzvi məqsədə uyğunluq zaman və məkandan asılı olaraq müxtəlifdir və nisbi xarakter daşıyır. Buna sübut olaraq keçmiş əsrlərdə yaşayan və dəyişilən şəraitə uyğunlaşa bilmədiklərindən məhv olan çoxsaylı heyvan və bitki növlərini göstərmək olar.

Üzvi məqsədə uyğunluğun neodarvinist izahatı 1950-ci illərdə T.D.Lısenko tərəfindən keçmiş Sovetlər ölkəsində yayılmışdır. Neodarvinistlər bilavasitə uyğunlaşma ideyasını irəli sürmüşlər. Onların ideyaları heç də yeni deyildir, faktiki olaraq, onlar vaxtilə Y.B.Lamarkın «Qazanılmış əlamətlərin nəsle ötürülməsi» prinsipinə əsaslanmışlar. Lakin müasir biologiyada toplanan bütün faktlar sübut edir ki, «qazanılmış əlamətlərin irsən ötürülməsi» ideyası düzgün deyil. Yeni irsi əlamətlərin əldə edilməsi (seçmənin nəzarəti altında mutasiya dəyişkənlikləri) canlı sistemlərin adaptiv dəyişmələrinə və bioloji məqsədə uyğunluğun formalaşmasına əsaslanır.

Təbiətdə istər ayrılıqda götürülmüş orqanizmlər və istərsə də bütövlükdə növlərin quruluşunda olan bütün xüsusiyyətlər və daxili məqsədə uyğunluq uyğunlaşmalardan kənar ola bilməz. Uyğunlaşmalar həyatın hər bir mütəşəkkillik səviyyəsində baş verir, milyon illər və nəsillər boyu davam edən təbii seçmənin təsiri altında meydana gəlir.

## NÖV – TƏKAMÜL PROSESİNİN ƏSAS MƏRHƏLƏSİ KİMİ

Yer üzərində bütün canlıların təkamülünün ən mərkəzi və mühüm mərhələsi – populyasiyalarda baş verən mikrotəkamül proseslərinin nəticəsi olan yeni növlərin əmələ gəlməsidir. Yeni növlərin əmələ gəlməsi ilə ayrı-ayrı populyasiyalar və qruplar arasında olan fərqlər azalır, tarazlaşma imkanları itir. Çarpazlaşmaların aradan qaldırılması ilə (təcridlərin əmələ gəlməsi) tarazlaşma prosesi dayandırılır və canlı təbiətdə müşahidə olunan külli miqdarda üzvi formaların əmələ gəlməsinə imkan yaranır.

Növ anlayışının biologiyada mühüm yer tutmasına baxmayaraq, uzun illər boyu növ haqqında çox müxtəlif təriflər və anlayışlar irəli sürülmüşdür. Növ anlayışı eramızdan əvvəl, xüsusilə heyvan və bitkilərin təsnifatını ilk dəfə təhlil edən alimlərin əsərlərində də öz əksini tapmışdır. Belə ki, eramızdan əvvəl IV əsrdə Aristotel oxşar heyvanları xarakterizə etmək üçün «növ» terminini işlətməmişdi. J.Rey (1686) və K.Lenneyin (1751-1762) işlərindən sonra növ haqqında anlayış biologiyada əsas yeri tutmuşdur. Lakin növün real bir varlıq kimi qəbul olunmasına baxmayaraq, mahiyyəti haqqında fikirlər tamamilə fərqlənirdi. Təbiətdə növlərin davamlılığı və daimiliyi növlərin hazır şəkildə meydana gəlməsi və dəyişilməməsi ideyasının yaranmasına səbəb oldu (kreationizm). Kreationistlərlə mübarizədə transformistlər meydana gəlmiş (Byuffon, Lamark və b.), E.C.Sent-İler və C.Lamark növlərin dəyişildiyi fikrini daha da inkişaf etdirərək, hətta onların reallığını inkar etmiş və təbiətdə hər bir dəyişkənliyin növəmələgəlməyə səbəb olduğunu göstərmişlər.

Ç.Darvin (1859) «Növlərin mənşəyi» əsərində növlərin reallığını inkar etmədən, onların qeyri-sabitliyi və dinamikliyi haqqında mülahizələri inkişaf etdirmişdir. Bu fikrin düzgün olmasına baxmayaraq, növdaxili genetik proseslərin kifayət qədər əsaslandırılmaması, bəzi tədqiqatçıları yenə də növün reallığını inkar etmək fikrinə gətirmişdir.

XX əsrin əvvəllərində növün morfoloji təamlığı haqqında tə-

səvvürlər (tipoloji, monotipik konsepsiya) şübhə altına alınmışdır. Tədqiq olunan bitki və heyvan qruplarının əsas təsnifat vahidi coğrafi irqlər hesab olunurdu. Növlər həmin coğrafi irqlərin qrupları kimi təsəvvür edilirdi.

Növ haqqında anlayışın sonrakı inkişafı «mövsüm», «ekoloji» və «fizioloji» irqlərin kəşfi ilə davam etdirildi. Lakin növ anlayışının əsl mənası genetika elminin əldə etdiyi nailiyyətlərlə meydana çıxdı. Genetiklərin apardıqları təcrübələr əsasında növün mürəkkəb genetik quruluşu müəyyən olunmuşdur. Növ mürəkkəb genetik sistem olub, onun fərdləri ümumi genofonda malik olur və digər növlərin genlərinin daxil olmasından təcrid mexanizmləri ilə müdafiə olunur. Növ həyat tərzinə və quruluşuna görə müxtəlif formalardan (növaltı, populyasiya qruplarından) ibarət olur və bu formaların nümayəndələri arasında vaxtaşırı çarpazlaşmalar baş verir və dövlü nəsillər əmələ gəlir. Növün bu cür anlayışı növün müasir politipik konsepsiyanın inkişafına yol verir.

### 12.1. Növün kriteriləri

Yaxşı öyrənilmiş orqanizmlər qrupunda növləri müqayisə etdikdə onların müxtəlifliyi müəyyən olunur. Bəzi hallarda cinslər daxilində növlər morfoloji əlamətlərinə, digərləri coğrafi yayılmasına, başqaları isə ancaq davranış xüsusiyyətlərinə görə fərqlənir. Növləri ayırd etmək üçün aşağıdakı kriterilərdən istifadə edirlər: morfoloji, fizioloji-biokimyəvi, coğrafi və genetik.

**Morfoloji fərqlər.** Eyni növə mənsub olan fərdlərin hamısı xarici görünüşlərinə görə bir-birinə bənzəyir. Bu ümumi morfoloji oxşarlıq uzun sürən tarixi təkamül prosesində, mühitin fiziki-coğrafi şəraitinin təsiri altında qazanılmışdır. Bəzi yaxın növlər morfoloji əlamətlərə görə gözə çarpacaq dərəcədə, digərləri isə çox az fərqlənirlər. Növlərin bir-birindən fərqlənməsi adi hadisə olduğuna görə buna aid misallar həddindən artıq çoxdur və biz onları sadalamağa heç bir zərurət duymuruq. Daha maraqlısı müxtəlif növlərin morfoloji oxşarlığını nümayiş etdirən çoxsaylı misallara müraciət etməkdir. Genetik tədqiqatlar nəticəsində məlum olmuşdur ki, Şimali Amerikada yaşayan *Drosophila pse-*

*udoobseura* növünə daxil olan iki müstəqil irq (növaltı) tam reproduktiv təcrid olunmuşdur. Bunların dərindən öyrənilməsi nəticəsində aşkar olunmuşdur ki, həmin «növaltı»lar həqiqətdə iki müxtəlif növlərdir: *Dr.pseudoobscupra*, *Dr.persimilis*. Bunlar morfoloji əlamətlərinə, mühitə uyğunlaşmasına və bəzi fizioloji xüsusiyyətlərinə görə bir-birindən fərqlənirlər. Belə ki, birinci növün fərdləri pupdan çıxandan 32–36 saat, ikincininkilər isə 44–48 saat sonra cinsiyyət yetişkənliyinə çatırlar; eləcə də onlar sutkalıq aktivlik ritminə, işığa reaksiyasına görə də fərqlənirlər.

Növlərin oxşarlığına aid digər misal kimi əvvəllər «malyariya ağcaqanadı» adı altında birləşən əkiz növləri (*Anorheles maculipennis*) göstərmək olar. Tədqiqatlar göstərmişdir ki, bu növə Avropanın əvvəllər malyariya heç zaman olmayan rayonlarında rast gəlinir. Bundan əlavə, bəzi ərazilərdə onlar insan qanı ilə, digərlərində isə ancaq ev heyvanlarının qanı ilə qidalanırlar; bəzi rayonlarda onlar duzlu, digərlərində isə şirin sularla çoxalırlar. Tədqiqatlar göstərmişdir ki, bir növ deyil, artıq altı əkiz növ mövcuddur. Bu növlər xarici görünüşünə görə bir-birindən seçilmir. Yalnız yumurtanın quruluşu, sürfələrin ətraflarında tükcüklərin sayı və şaxələnməsi ilə fərqlənir.

Müasir dövrdə əkiz-növlər, yəni morfoloji əlamətlərinə görə çox az fərqlənən növlər bir çox qruplarda – quşlarda, amfibilərdə, reptililərdə, məməlilərdə aşkar olunmuşlar. Onlar morfoloji oxşarlığına görə əvvəllər eyni növə aid olmuşlar. Sonralar müşahidələr həmin genotiplərin reproduktiv təcridini sübut etmişdir və onlar ayrıca, müstəqil növlərə aid edilmişdir.

Beləliklə, növlər arasında olan morfoloji müxtəlifliklər onların sərbəst növ olmalarının etibarlı kriterisi ola bilməz. Bəzən müxtəlif növlər belə morfoloji əlamətlərə görə seçilmir.

**Fizioloji-biokimyəvi fərqlər.** Belə fərqlər, adətən, filogenetik cəhətdən daha uzaq olan növlərdə yaxın növlərə nisbətən az olur. Məlumdur ki, müəyyən, yüksək molekulyar üzvi maddələrin sintezi yalnız bəzi növlərə məxsusdur. Məsələn, badımcançıçəklilər, mürəkkəbçiçəklilər, süsənçiçəklilər, səhləb fəsiləsinə daxil olan müxtəlif növlər alkaloidlərin əmələ gəlmə və toplanma qabiliyyətinə görə fərqlənirlər.

Son illərdə molekulyar biologiyanın sürətli inkişafı ilə əla-

qədər bir çox növlərin müəyyən zülal molekullarının incə quruluşunun, DNT-nin strukturunun müqayisəli öyrənilməsinə təkan verdi. Məsələn, hemoqlobinin və bir sıra başqa molekulların tədqiqi, onların yaxın növlər arasında oxşarlığını müəyyən etdi. Müəyyən olundu ki, insulin yalnız xordalı heyvanlarda sintez olunur və quruluşuna görə məməlilərdə çox oxşar olur. Analoji nəticələr müxtəlif heyvan növlərinin DNT quruluşunu təyin etdikdə müəyyən olunmuşdur. Adətən, DNT-nin oxşarlıq dərəcəsini müəyyən etmək üçün DNT hibridləşmə üsulundan istifadə olunur. Müxtəlif DNT molekullarının quruluşunda oxşarlıq nə qədər çoxdursa, bir o qədər də hibridləşmə faizi yüksək olacaqdır, yəni DNT molekulunun quruluşunu təşkil edən nukleotidlər komplementarlıq qanununa görə bir-birilə birləşəcəkdir.

Zülalların öyrənilməsi məqsədi ilə daha çox sitoxrom C-dən istifadə edirlər. Həmin tədqiqat nəticəsində bir sıra növlərin filogenezi müqayisəli şəkildə öyrənilmişdir. Daha maraqlı nəticələr 20 müxtəlif orqanizmdə sitoxrom C-nin amin turşu ardıcılıqları və onları kodlaşdıran genlərin nukleotid ardıcılıqlarının müqayisəli tədqiqi zamanı əldə edilmişdir. Cədvəl 12.1-də müxtəlif növlər arasında sitoxrom C-nin amin turşu ardıcılığında aşkar olunmuş fərqlər nukleotidlərin əvəz olunması ilə izah olunur (cədvəl 12.1). Müxtəlif orqanizmlərin sitoxrom C-ni və genlərin quruluşunun tədqiqi nəticəsində müəyyən olunan filogenetik əlaqələr paleontoloji və digər mənbələrin əsasında qurulmuş filogeniya şəcərəsinə uyğun gəlir. F.Ayala, J.Kayqerin (1988) məlumatına görə, 700-dən artıq zülalın amin turşu ardıcılıqları təyin olunmuşdur. Bu da şübhəsiz ki, təkamül prosesində baş verən genetik dəyişkənliklər haqqında qiymətli informasiya verir. Həmin qayda üzrə müxtəlif növlərin fərdlərində DNT-nin nukleotid ardıcılıqlarının öyrənilməsi onların nə dərəcədə oxşar və ya fərqli olması haqqında məlumat verir.

Tədqiqatlar göstərir ki, ayrı-ayrı canlılar arasında fizioloji-biokimyəvi fərqlərin (oxşarlığın) olması növlər üçün yaxşı fərqləndirici kriteri ola bilər. Lakin eyni növ daxilində də bu cür fizioloji-biokimyəvi əlamətlərə görə dəyişkənlik müşahidə olunur.

Beləliklə, müxtəlif növlər arasında müşahidələr göstərmişdir ki, fizioloji-biokimyəvi fərqlər növün etibarlı kriterisi ola bilər.

məz. Uzaq növlər də fizioloji-biokimyəvi xüsusiyyətlərinə görə oxşar ola bilər, eyni zamanda yaxın növlər (hətta növ daxilində populyasiya qrupları) həmin əlamətlərə görə fərqlənə bilərlər.

**Cədvəl 12.1.** Sitoxrom C-ni kodlaşdıran genlərdə nukleotid ardıcılıqlarının əvəz olunması

Orqanizm	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
1. İnsan	-	1	13	17	16	13	12	12	17	16	18	18	19	20	31	33	36	63	56	66	
2. Makaka-rezus	-	-	12	16	15	12	11	13	16	15	17	17	18	21	32	32	35	62	57	65	
3. İt	-	-	-	10	8	4	6	7	12	12	14	14	13	30	29	24	28	64	61	66	
4. At	-	-	-	-	1	5	11	11	16	16	16	17	16	32	27	24	33	64	60	68	
5. Eşşək	-	-	-	-	-	4	10	12	15	15	16	15	31	26	25	32	64	59	67		
6. Donuz	-	-	-	-	-	-	6	7	13	13	13	14	13	30	25	26	31	64	59	67	
7. Dağ dovşanı	-	-	-	-	-	-	-	7	10	8	11	11	11	25	26	23	29	62	59	67	
8. Kenquru	-	-	-	-	-	-	-	-	14	14	15	13	14	30	27	26	31	66	58	68	
9. Ördək	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	3	7	24	26	25	29	61	62	66		
10. Göyərçin	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	4	8	24	27	26	30	59	62	66
11. Toyuq	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	8	28	26	26	31	62	62	66
12. Pinqvin	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	28	27	28	30	62	61	65
13. Tısbağa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	30	27	30	33	65	64	67	
14. Zıncırovlu ilan	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	38	40	41	62	61	69
15. Tunes (balıq)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	34	41	72	66	69	
16. Milçək	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16	58	63	65	
17 Kəpənək	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	59	60	61	
18. Neyrospor	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	57	61
19. Saccharomyces	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	41
20. Candida	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Coğrafi fərqlər Amerika ekoloqu Y.Odumun ifadəsinə görə növün coğrafi məskəni – onun «ünvanı», müəyyən ekoloji şəraitdə yaşaması isə «peşəsidir». Lakin coğrafi kriterinin kifayət qədər universal olmamasının müəyyən səbəbləri vardır. Birincisi, bir çox növlərin arealı praktiki olaraq üst-üstə düşür. Həmin növlər eyni biogeosenozda sıx əlaqədardır və onların formalaşmasının tarixi şəraiti oxşardır. İkincisi, arealı geniş sahələri əhatə edən kosmopolit növlər (məsələn, okeanda – delfinlər (*Orcinus orca*), quruda drozofil cinsinin bəzi növləri) üçün arealın xarakteristikası növün əlaməti kimi əhəmiyyətini itirir. Yer kürəsində geniş yayılan kosmopolit növlər çoxdur, bunlardan bir çox ağac bitkilərini (tozağacı, küknar, şam), həşəratı (ağcaqanad, çəyirtkə), məməliləri (siçan, ondatra) göstərmək olar. Üçüncüsü, sürətlə yayılan növlərdə arealın sərhədləri çətinliklə təyin olunur. Buna misal olaraq antropogen təsir nəticəsində landşaftların

dəyişilməsi və ya köçməsi ilə, məsələn, ev milçəyinin, şəhər sərçəsinin, bir çox alaq bitkilərinin arealının çox sürətlə dəyişilməsini göstərmək olar.

Beləliklə, coğrafi kriteri növün universal əlaməti hesab olunma bilməz.

**Növün genetik kriterisi.** Genetik kriteri növü planetimizdə həyatın ümumilikdə yaşayış forması və təkamül prosesinin keyfiyyət mərhələsi kimi xarakterizə edir. Növün əsas kriterisi onun genetik birliyindən ibarətdir. Növün dinamik sistem kimi təkamüldə birliyi populyasiyalarda çarpazlaşma nəticəsində əmələ gələn müxtəlifliyin tarazlaşma (nivelləşmə) imkanlarına əsaslanır. Ayrı-ayrı populyasiyalar və növaltılar nə qədər bir-birindən təcrid olsalar da, onların arasında genetik informasiyanın axını mövcud olur. Hətta fərdlərin bir populyasiyadan digərinə miqrasiyası yüz və minlərlə nəsillər boyu təkrar olunduqda genlərin axınını təmin edir. Bu, ayrı-ayrı populyasiyaların nisbətən təcrid olunmuş genofondlarının inteqrasiyasına zəmanət verir.

Əlbəttə, qamətlər arasında mübadilə olmadıqda (adam, obliqat-partenogenetik və öz-özünü tozlayan formalar) fərdlərin belə genetik birliyi baş vermir, buna görə növlərin təyində obyektiv çətinliklər əmələ gəlir.

Növün biogeosenozda spesifik yer tutmasını onun bütövlüyü və təkamül taleyi təyin edir. Təbiətdə iki eyni adaptasiya tiplərinə malik olan növlər mövcud deyil: adaptasiyaların müxtəlifliyi hər bir növü unikal etməklə, onların ekoloji sığınacaqlarının formalaşmasını müəyyən edir.

## **12.2. «Növ» anlayışının formalaşması**

Təbiətdə növlər çox müxtəlif və çoxşəkillidir. Onların təsviri analizi bizim planetimizə 1,2 mln. heyvan növü və 300 min bitki növünün mövcudluğunu göstərmişdir.

Növlər siniflər, dəstələr, fəsilələr və cinslərdə qeyri-bərabər paylanmışdır. Müasir fauna və florada çoxlu miqdarda növlərdən ibarət qruplar vardır, eyni zamanda yüksək taksonomik səviyyədə olan qruplar da vardır ki, onların tərkibinə yalnız bir neçə növ daxil olur. Məsələn, reptilərdən hatteriyalar

(*Sphenodon punctatum*) bir növdən ibarət olub, tam bir yarımşinfi təmsil edir. Lakin reptililərin kərtənkəllər sinfi onlarca növü əhatə edir. Növlər morfoloji «mahıyyətinə» görə müxtəlif olur. Növlər müxtəlif taksonlarda ekoloji «mahıyyətinə», qida zəncirində tutduğu yerə, fərdlərin sayına, növ daxilində populyasiyaların birləşmə xarakterinə, populyasiyalar arasında genetik informasiyanın mübadiləsinə və populyasiyalar daxilində panmiksiyanın xarakterinə görə də fərqlənilir. Habelə növlər çoxalma qaydalarına və bir çox digər bioloji xüsusiyyətlərinə görə də qeyri-bərabərdirlər. Növlərin həddindən artıq olmasına baxmayaraq, müasir dövrdə «növlər» anlayışına müəyyən izahat vermək mümkündür.

Növ – təkamül prosesinin yeni keyfiyyət mərhələsidir. Yeni növün əmələ gəlməsi onun fərdləri arasında çarpazlaşma yolu ilə tarazlaşmanın dayandırılması və öz təkamül «təleyi» ilə səciyyələnən yeni təkamül hadisənin meydana gəlməsidir.

Növ – ümumi morfofizioloji əlamətlərə malik olan və bir-birilə çarpazlaşma imkanları ilə birləşən fərdlər yığımlı olmaqla, ümumi (tam və ya qismən parçalanan) areal əmələ gətirən populyasiyalar sistemini təşkil edir, təbii şəraitdə növlər bir-birindən tam bioloji təcridlə (çarpazlaşmamaqla) ayrılır.

Lakin son zamanlaradək «növlər» anlayışı yalnız çarpazlaşmayan formalardan üçün istifadə olunurdu. Aqam, obliqat, patogenetik və öz-özüne mayalanan formalara bu anlayış çətinliklə tətbiq edilir. Belə növlərə əsasən ibtidai bitkilər, heyvanlar və mikroorqanizmlər arasında rast gəlinir. Lakin bu formalarda da növlər mövcuddur.

Hazırda növ qapalı genetik sistem kimi deyil, genetik davamlı sistem kimi təyin olunduqda növ konsepsiyasının aqam və patogenetik formalara tətbiq olunması aydın olur. Fenotipcə oxşar, yaxın qohum genotipə malik, ümumi arealda yaşayan və ümumi «təkamül təleyi» olan fərdləri daxil edən yaxın biotiplər sistemini növ hesab etmək olar. Bu ümumilik onların genotiplərinin oxşarlığı ilə təyin olunur.

Görünür ki, həm aqam, həm də partenogenetik formalar öz-lərinə məxsus genetik sistemlər əmələ gətirir. Məsələn, bakteriyalarda cinsiyətli çoxalma ilə əlaqədar olan genetik rekombina-



siyalar mexanizmi olmur. Lakin, prokariotlarda genetik mübadilənin digər üsulları əmələ gəlmişdir. Misal olaraq bakteriya hüceyrələrinin viruslarla və plazmidlərlə yoluxmasını göstərmək olar. Plazmidin halqavari molekuluna sahib hüceyrənin DNT-nin bir parçası daxil olduqda həmin DNT bir bakteriyadan digərinə keçirilə bilər. Bakteriyalarda genetik rekombinasiyalar konyuqasiya, transformasiya, transduksiya və seksduksiya yolları ilə yerinə yetirilir. Ümumiyyətlə, orqanizmlərin böyük əksəriyyəti ikicinsli, partenogenetik formalardır.

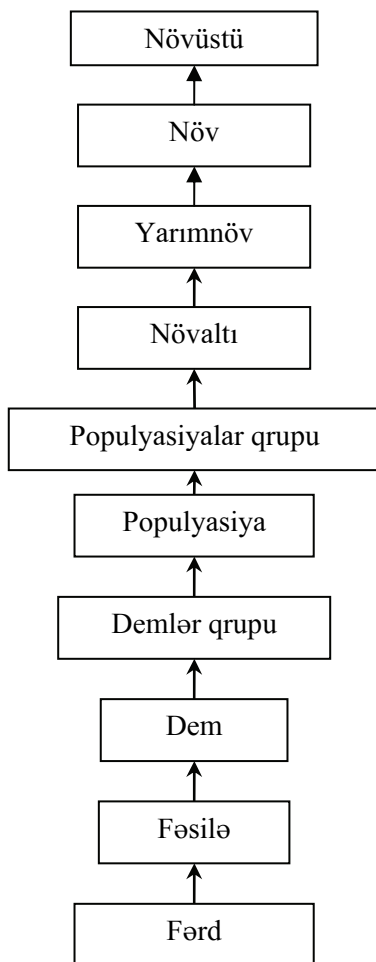
Növ anlayışını paleontologiyada tətbiq etdikdə də bəzi çətinliklər meydana çıxır. Burada tədqiqatçı müxtəlif formaların məkəncə yayılmasını deyil, həmçinin zamanca tədqiq edir. Burada bilavasitə «qan» qohumluğunun təyini mənasını itirir. Məlum olduğu kimi, paleontologiyada ayrı-ayrı formaların ayırd olunmasına morfoloji və rekonstruktiv-bioloji (həyat fəaliyyətini qalıqları, izlər, kaprolitlər və s.) kriterilər təyin olunur. Paleontologiyada növ dərəcəliyini təyin etmək yalnız nadir hallarda mümkün olur. Burada əsas şərtlər isə eyni yerdə müxtəlif laylarda bir çox fərdlərin gözə çarpan morfoloji dəyişkənlikləri mövcud olan və ardıcılıqla basdırılmış yerlərin müəyyən edilməsidir. Buna görə də növ anlayışı paleontologiyada tətbiq oluna bilmir və daha çox ona ekvivalent olan fratrilər (filum) anlayışı istifadə olunur.

### 12.3. Növün quruluşu

Təkamülün elementar vahidi – populyasiya təsvir olunduqda, göstərilmişdir ki, hər bir növün əhalisi nisbətən təcrid olunmuş qruplara bölünür. Populyasiya daxilində hər zaman daha sıx genetik qohumluğu daimi olmayan qrupları aid etmək olar. Heyvanlarda bu cür qruplar – *demlər*, bitkilərdə – *biotiplər* adlanır.

Növ daxilində populyasiyadan yüksək taksonomik dərəcələr – heyvanlarda irqlər və yarımnövlər, bitkilərdə ekotiplər və yarımnövlər adlanır. Hər bir növ populyasiyaların konqlomeratı olmayıb, bioxoroloji qrupların çoxsəviyyəli iyerarxiyasından ibarət mürəkkəb sistemdir (*yunanca* «xoros» – məkəndir) (şəkil 12.1). Qeyd etmək lazımdır ki, təkamül genetik nöqtəyi-

nəzərindən bəzən qruplar arasında baş verən genetik mübadilə bu sistemin birliyini təmin edir.



Şəkil 12.1. Növün quruluşunun çoxsəviyyəli iyerarxik sisteminin sxemi

#### 12.4. Növ – təkamül prosesinin keyfiyyət mərhələsidir

Hər bir növ Yer üzərində mövcud olan təkamül prosesinin

yeni keyfiyyət mərhələsidir. Hər bir növ müəyyən məkan və zaman daxilində daima inkişafda və dəyişilməkdə olan real varlıqdır. Növ təkamül prosesinin yeni keyfiyyət mərhələsi baxımından canlı təbiətdə ən kiçik bölünməz genetik qapalı sistemdir. Növün əsas bioloji mahiyyəti onun mühafizə olunan genofond əmələ gətirməsidir. Müxtəlif təcrid mexanizmlərinin inkişafı nəticəsində, növ digər genofondlardan mümkün olan genlər axınından qorunur.

Növ təkamül prosesinin yeni mərhələsi kimi daxilən ziddiyyətlidir. Növ, bir tərəfdən təkamülün nəticəsi kimi tam və mövcud mühitə uyğunlaşmış, genetik sistem olaraq digər növlərdən ayrılmış və sabitdir, digər tərəfdən təkamülün mərhələsi kimi dinamik, qeyri-müəyyən sərhədlərə malik və labildir. Təbiəti müşahidə etdikdə hər bir növün çoxlu sayda onu təşkil edən populyasiyalara bölünməsi aydın görünür, onların hər biri isə konkret biosenozlara daxil olur, qida zəncirində, enerji axınında müəyyən yer tutur. Lakin onlar ilk baxışdan diskret və tamamilə sərbəst görünsələr də, bir-birilə sıx genetik əlaqələrlə bağlıdır və bəzən (bir neçə nəsildən bir) onlar arasında ayrı-ayrı fərdlərin miqrasiyası nəticəsində genetik materialın mübadiləsi baş verir. İlk baxışdan çox cüzi görünən genlərin axını populyasiyaların vahid, mürəkkəb, ierarxik sistemini növ daxilində birləşdirir və populyasiyalarla onların qrupları arasında ciddi fərqlərin əmələ gəlməsinin qarşısını alır. Lakin ayrı-ayrı populyasiyaları və populyasiya qruplarını birləşdirən təkamül-genetik körpülər pozulduqda və uzun zaman bərpa olunmadıqda (yəni möhkəm təcrid təzadları əmələ gəldikdə) bir, genetik açıq populyasiya sisteminə ikincisi əmələ gəlir və bunların hər biri digərinə qarşı genetik qapalı olur. Beləliklə, yeni növün əmələ gəlməsi ilə canlı təbiətdə daima baş verən təkamül prosesinin bir mərhələsi başa çatır və yeni mərhələ başlayır. Buna görə də demək olar ki, hər növ təkamül prosesinin keyfiyyət mərhələsidir.

Beləliklə, söyləmək olar ki, növün əsas kriterisi – genetik birliyi və növün genetik sisteminin təkamül prosesində vahid bir varlıq kimi mövcudluğudur. Hər bir növ reproduktiv təcrid olunmuş genfond əmələ gətirir. Belə inteqrasiya olunmuş sistem biosferdə daimi, yalnız özünəməxsus yer tutur.

## NÖVƏMƏLƏGƏLMƏ PROSESİ – MİKROTƏKAMÜLÜN NƏTİCƏSİ KİMİ

Növ daxilində populyasiyalarda baş verən mikrotəkamül prosesləri, adətən yeni növlərin əmələ gəlməsinə gətirib çıxarır. Müxtəlif elementar təkamül amillərinin təsiri altında növün area-ly daxilində, bu və ya digər populyasiyalarda, onların genotipik quruluşunun davamlı dəyişkənlikləri baş verir. Gələcəkdə elementar təkamül hadisələrinin bəziləri dərinləşir. Daha güclü təcridlər əmələ gəldikdə həmin təkamül hadisələri populyasiyalarda seçmənin təsiri altında toplanır.

**Növəmələgəlmə prosesi.** Təcrid təzadları artdıqca get-gedə populyasiyalar arasında fərqlər artır və genetik informasiyanın axını kəsilir. Populyasiyalar arasında belə fərqlərin baş verməsi nəticəsində növdaxili formalar növaltıları (yarımnövlər) əmələ gətirir.

*Növaltı* – növ daxilində digər populyasiya qruplarından kəskin fərqlənən müəyyən növün populyasiyalar qrupudur. Növaltıları bir-birindən bir çox müxtəlif əlamətlərə görə fərqlənir. Bütün bunlar elementar təkamül amillərinin, əsasən, təbii seçmənin təsiri altında formalaşır. Növaltılardan hər biri müəyyən təcrid maneələri ilə digərlərindən fərqlənir. Adətən, təcrid maneələri müxtəlif fiziki-coğrafi zonaların sərhədlərinə uyğun olur. Hər bir zona daxilində növaltı xüsusiyyətləri formalaşdıran təbii seçmənin təsiri oxşardır. Lakin təbiətdə hadisələrin gedişi başqa cür də baş verə bilər. Ola bilər ki, fərqlər müəyyən növün populyasiyasının tək-cə bir hissəsində əmələ gəlsin və həmin populyasiyalar qrupu növaltı hesab oluna bilər. Bəzən növ daxilində bir-iki böyük növaltılarla yanaşı çoxlu miqdarda kiçik, lakin kifayət qədər morfofizioloji diferensiasiya olunmuş növaltıları da müşahidə olunur. Adətən, bu cür kiçik növaltılarına növün sərhədlərində rast gəlinir. Növ daxilində növaltılar arasında mübadilə populyasiyalar arasında baş verən mübadilələrdən seyrək olsa da, yenə də müəyyən yer tutur. Növ daxilində az da olsa müxtəlif populyasiyaların fərdləri arasında çarpazlaşma baş ver-

dikdə (yeni növ daxilində müxtəlif populyasiyalar arasında genetik informasiyanın axını davam edir) növ vahid mürəkkəb integrasiya olunmuş sistem kimi qalır. Lakin güclü təcrid təzyiqinin baş verməsi nəticəsində genetik informasiyanın axını dayana bilər. Belə olduqda təcridə qalmış növün bir hissəsi təkamül amillərinin daimi təsiri altında dəyişkənlikləri toplayaraq növbəti gürüşdə digər fərdlər qrupu ilə çarpazlaşmaya bilər.

Deməli, müxtəlif tipli təcridlərin nəticəsində növ daxilində müəyyən əlamətlərə görə fərqlənən qruplar (populyasiya qrupları, növaltılar) əmələ gəlir. Həmin təcridlərə səbəb olan amillərin təsiri uzun müddət davam etdikdə qruplar arasında fərqlər daha da kəskinləşir. Lakin bu qruplar yenə də rastlaşdıqda onların taleyini həll edən amil – fərdlər arasında çarpazlaşmanın mümkün olub-olmamasıdır. Çarpazlaşma heç olmasa zəif formada mümkün olduqda növün bütövlüyü saxlanılır.

Beləliklə, cinsiyyətli yolla çoxalan növlərin növəmələgəlmə prosesinin əsas kriterisi reproduktiv təcriddir. Reprodukativ təcrid növün əsas kriterisi kimi istifadə olunur – çünki yalnız o, növlərin genofonduna bir-birindən asılı olmadan təkamül etməyə imkan yaradır.

Müxtəlif növlərin fərdləri arasında çarpazlaşmanın qarşısını alan orqanizmlərin bioloji xüsusiyyətləri reproduktiv təcrid mexanizmləri adlanır (RTM). RTM-in təsnifatı cədvəl 13.1-də verilmişdir.

### **Cədvəl 13.1.** Reprodukativ təcrid mexanizmlərinin (RTM) təsnifatı

1. *Preziqotik RTM-lər*: hibrid ziqotların əmələ gəlməsinin qarşısını alır.
  - a) *Ekoloji təcrid*: populyasiyalar eyni ərazinin müxtəlif sahələrində yerləşdiklərindən təmasda olmur.
  - b) *Zaman təcridi*: heyvanların cütləşməsi və bitkilərin çiçəkləməsi sutkanın müxtəlif vaxtında və ya ilin müxtəlif fəsilələrində baş verir.
  - v) *Etoloji təcrid*: («etoc» yunanca «davranış» deməkdir) dişi və erkəklər arasında meylin olmaması və ya tamamilə zəif olması.
  - q) *Mexaniki təcrid*: heyvanların cinsi üzvlərinin ölçü və formalarında bitkilərin isə çiçək quruluşunda olan fərqlər, uyğun olaraq, heyvanların cütləşməsinə, bitkilərin tozlanmasına maneə törədir.
  - d) *Genetik təcrid*: dişi və erkəklərin qamətləri bir-birilə qarşılıqlı əlaqədə olmur, yaxud spermatozoidlər dişinin cinsiyyət sisteminə, tozcuqlar – çiçəyin dişiciyi ağzıçığına həyatliyini itirir.

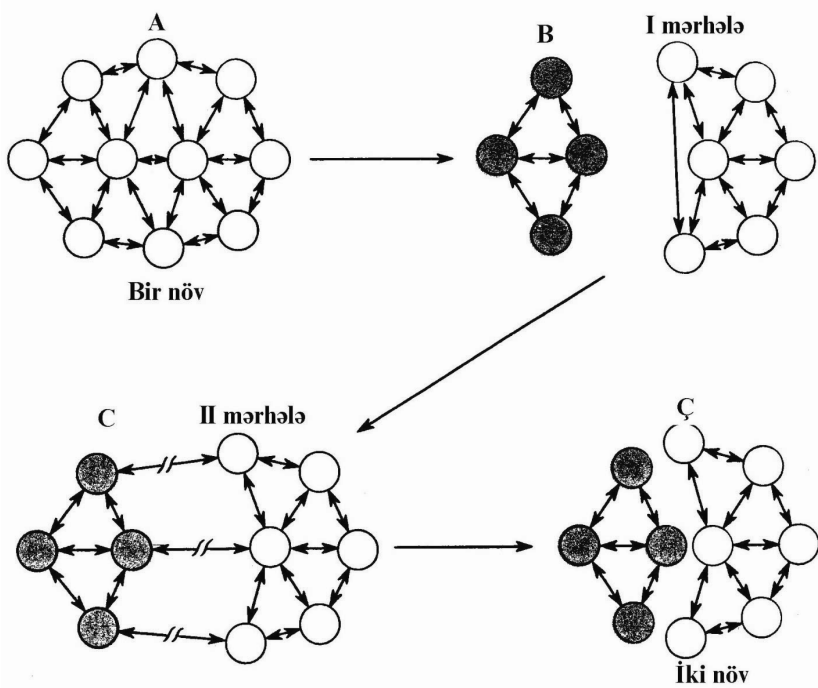
2. *Postziqotik RTM-lər*: hibridlərin həyatiliyini və nəsilvermə qabiliyyətini aşağı endirir.
- a) *Yaşamağa qabil olmayan hibridlər*: hibrid ziqotlar inkişaf etmir, yaxud cinsi yetişkənliyə çatmır.
  - b) *Hibridlərin sterilliyi*: hibridlər normal funksiyalı qametlər əmələ gətirmir.
  - v) *Keyfiyyətsiz hibridlər*: hibrid nəsil zəif həyatiliyinə və nəsil vermə qabiliyyətinə malikdir.

Reproduktiv təcrid mexanizmləri preziqotik və postziqotik növlərə ayrılır. Preziqotik RTM-lər müxtəlif populyasiyaların fərdləri arasında hibridləşməyə maneçilik törədir və bununla ziqotların əmələ gəlməsinin qarşısını alır. Postziqotik RTM-lər hibridlərin yaşarlılıq və nəsilvermə qabiliyyətini zəiflədir. Preziqotik və postziqotik RTM-lər populyasiyalar arasında genlərin mübadiləsinə imkan vermirlər. Lakin həmin mexanizmlərin arasında bir əsaslı fərq də vardır. Əgər preziqotik RTM-lər ziqotların əmələ gəlməsinin qarşısını alırsa, postziqotik RTM-lər həyatilik və nəsilvermə qabiliyyəti aşağı olan hibridləri sıradan çıxarır və beləliklə, postziqotik RTM-lər preziqotik RTM-lərə nisbətən daha əlverişsiz olub, genetik və digər mənbələrin daha çox sərf olunmasına səbəb olurlar.

### 13.1. Növəmələgəlmənin əsas yolları

Növlər – bir-birindən reproduktiv təcrid olunmuş populyasiya qruplarıdır. Adətən, reproduktiv təcrid əvvəlcə genetik divergensiyanın nəticəsi kimi meydana çıxır, onun sonrakı formalaşması isə təbii seçmənin təsiri nəticəsində başa çatır. Növəmələgəlmə müxtəlif yollarla baş verir, lakin həmin prosesdə iki əsas mərhələni ayırd etmək olar (şəkil 13.1)

**Mərhələ 1.** Növəmələgəlmə prosesinin başlanması üçün əvvəlcə bir növün populyasiyaları arasında genlərin axını müəyyən səbəbdən dayandırılmalıdır. Genlər axınının olmaması iki populyasiyanın müxtəlif şəraitə və ya həyat tərzinə uyğunlaşmalarına görə onların genetik diferensiasiyasına gətirib çıxarır. Populyasiyalar arasında genetik fərqlər toplandıqca, müxtəlif genofondların koadaptiv olmadığına görə reproduktiv təcrid mexanizmləri əmələ gəlir.



**Şəkil 13.1.** Növəmələgəlmənin ümumi modeli: **A.** Bir növün lokal populyasiyaları dairelərlə işarə olunur və oxlar populyasiyalar arasında genlər axınıni göstərir. **B.** Genlər axını olmayan populyasiyalar iki qrupa bölünür. Solda göstərilədiyi kimi qruplar genetik münasibətlərə görə tədricən diferensiasiya olurlar. Genetik diferensiasiya nəticəsində reproduktiv təcrid mexanizmləri əmələ gəlir. Bu növəmələgəlmənin birinci mərhələsidir. **C.** Populyasiyaların hər iki qrupundan olan fərdlər bir-birilə çarpazlaşa bilirlər. Lakin reproduktiv təcrid mexanizmlərinin mövcudluğuna görə çox zəif genlər axını baş verir (əgər ümumiyyətlə əmələ gəlsə), bu da qırılmış oxlarla işarələnir. Təbii seçmə, yeni reproduktiv təcrid mexanizmlərinin, xüsusilə müxtəlif qruplar arasında çarpazlaşmanın qarşısını alan, preziqotik mexanizmlərin inkişafına əlverişli şərait yaradır. Bu, növəmələgəlmənin ikinci mərhələsidir. **Ç.** Hər iki populyasiyanın tam reproduktiv təcrid olunmasına görə növəmələgəlmə prosesi başa çatır. Beləliklə, aralarında genlər axını olmayan iki yeni növ əmələ gəlir.

**Mərhələ 2.** Reproduktiv təcridin inkişafı başa çatır. Güman edək ki, növəmələgəlmə prosesinin birinci mərhələsində populyasiyalar arasında genlər axınının qarşısını alan xarici mühit dəyişildi və iki, keçmişdə coğrafi aralanmış populyasiyaların ye-

nidən bir ərazidə yerləşdirilməsi üçün əlverişli şərait yarandı. Bu zaman hadisələr iki istiqamətdə davam edə bilər:

1) hibridlərin uyğunlaşması o qədər də aşağı olmadıqda populyasiyalar bütöv genofond əmələ gətirərək birləşər;

2) Təbii seçmə reproduktiv təcrid mexanizminin sonrakı mükəmməlləşməsinə və möhkəmlənməsinə şərait yaratdıqda iki növ əmələ gələ bilər.

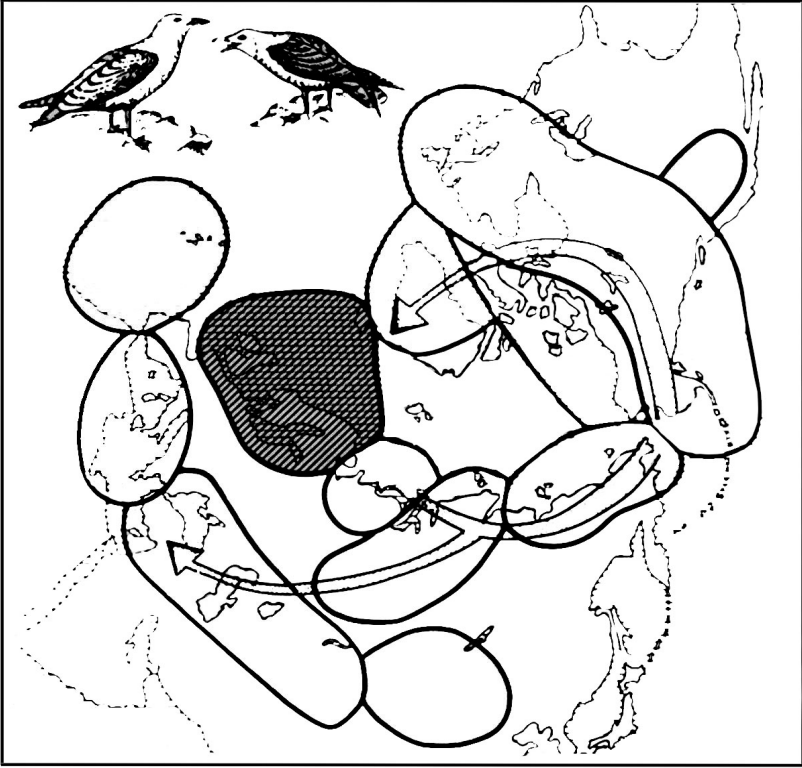
Növəmələgəlmə prosesinin birinci mərhələsi çox da dərinə getmədikdə, əvvəlcə coğrafi diferensiasiya olmuş iki populyasiya yenidən birləşərək vahid genofond əmələ gətirər və o zaman proses geri dönmə bilər.

### 13.2. Növəmələgəlməyə aid misallar

Müasir dövrdə mikrotəkamül prosesində yeni növlərin müxtəlif yollarla əmələ gəlməsi tədqiq edilmişdir. Bu baxımdan böyük qağayı növaltı qruplarında növəmələgəlmə prosesi böyük maraq kəsb edir. Baltik və Şimal dənizləri sahələrində çarpazlaşmayan iki böyük qağayı növü – gümüşü qağayı (*Larus argentatus*) və güləyən qağayı (*Larus fuscus*) yaşayır. Bu iki növ bir-biri ilə Şimali Avrasiyanı bir tərəfdən, Qrenlandiya və Şimali Amerikayı digər tərəfdən növaltıların arasında kəsilməyən zəncirləri ilə birləşir (şəkil 13.2).

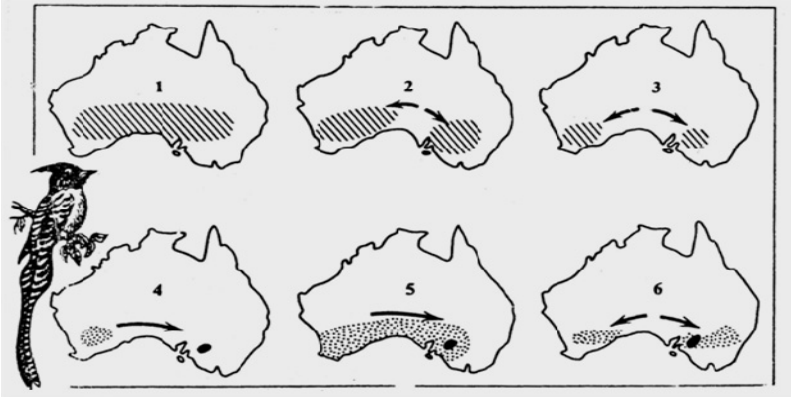
Bir neçə yüz min il bundan əvvəl müasir Bering boğazı olan ərazidə bu qağayıların əcdad formaları yaşamışdır. Sonralar onlar parçalanaraq şərq və qərbə yayılmış və hazırda iki arasıkəsilməz növaltı əmələ gəlmişdir. Şimal və Baltik dənizləri sahələrində şərq və qərb növaltı zəncirinin sonuncu həlqələrinə rast gəlmişlər. Təbiətdə, adətən bütün qonşu növaltıları çarpazlaşaraq dövlü nəsil verirlər. Mikrotəkamül prosesində ayrı-ayrı növaltıların biologiyasında toplanmış fərqlər (yaşama tərzini, bəzi morfoloji xüsusiyyətləri və s.) iki yeni növün əmələgəlməsinə kifayət edir. Əgər müəyyən səbəbə görə arasıkəsilməz növaltıların zənciri qırılsa, iki, yeni növ əmələ gələ bilər. Hazırda isə bu qrupdan olan qağayıların növəmələgəlməsinin «inkışaf ərəfəsində» olması, təbiətdə təkamül prosesinin əyani şəkildə müşahidə edilməsinə imkan yaradır.





**Şəkil 13.2.** Böyük qağayı növaltı zəncirləri: gümüşü qağayı və güləyən – kluşa (*Larus argentatus*, *L. fuscus*) (N.V.Timofeyev-Rezovskiye görə, 1977). Ayrı-ayrı növaltıların arealı ayrılmışdır. Avropanın şimal-qərb rayonlarında (ikiqat xətlər) zəncirin kənar halqaları birgə yaşayır və təbiətdə çarpazlaşır. Osla növün Bering mənşə mərkəzindən ehtimal olunan əsas yayılma istiqamətləri göstərilir. Bəzən şəkildə göstərilən növaltılar növ hesab olunur.

Növəmələgəlməyə başqa misal olaraq Avstraliya milçəktanları qrupunda növəmələgəlmə prosesini göstərmək olar (şəkil 13.3). Hazırda Avstraliyada *Pachucephala* cinsindən olan iki növ yayılmışdır (*P. rufogularis* və *P. inornata*). Paleocoğrafi və paleoklimatoloji analizlərə əsaslanaraq, ilk baxışda təəccüblü olan iki növün yaxın ərazidə yaşamalarına baxmayaraq ayrı-ayrı növləri əmələ gətirmələrinin səbəbləri müəyyən olunmuşdur (şəkil 13.2).



**Şəkil 13.3.** Avstraliya milçəktutanları qruplarında (*Paehycephala*) növmələgəlmə (E.Mayra görə, 1968). Növlərin müasir yayılması 6-cı xəritədə göstərilir. Təkamülün müəyyən mərhələlərində bitki örtüyünün yağmurlu zonalarının yerdəyişməsi nəticəsində dəyişilməsi, öz növbəsində arealların genişlənməsinə və ixtisar olunmasına səbəb olmuşdur.

Bunlar əvvəllər geniş arealı olan bir əcdad növə malik olmuşlar (şəkil 13.3(1)). Quraqlıq dövrünün başlanması, bitki örtüyünün dəyişməsi və yağmurlu zonanın yerdəyişməsi nəticəsində qərb və şərq populyasiyaları arasında xeyli təcridlər meydana çıxmışdır (şəkil 13.3 (2, 3)). Bu iki forma fərqli şəraitdə yaşadıqda və aralarında tarazlaşma baş vermədikdə (çarpazlaşma olmadıqda) sərbəst növlərə çevrilmişdir (şəkil 13.3 (4)). Sonralar yenə də rütubət sevən bitkilər yayılmış qərb növü şərqə yayılmış və qohum növlə rastlaşmışdır. Əvvəllər genetik yaxın növlər arasında fərqlər o qədər kəskinləşmişdir ki, onların çarpazlaşması mümkün olmamışdır. Nisbətən yaxın zamanlarda iqlimin yenidən dəyişməsi nəticəsində növlərdən birinin qərb və şərq qrupları arasında təcrid baş vermişdir (şəkil 13.3 (5, 6)).

**Növmələgəlmənin əsas yolları.** Növmələgəlmə ərazi və filogenetik nöqtəyi-nəzərindən müzakirə oluna bilər. Yeni növ bir və ya arealın periferiyasında yerləşən bir neçə qonşu populyasiya qruplarından əmələ gələ bilər. Bu növmələgəlmə *allopatrik* adlanır (*yunanca* «allo» – müxtəlif, digər; «patri» – vətən).

Yeni növ başlanğıc növün arealı daxilində, yeni növ daxilində də meydana çıxı bilər: növəmələgəlmənin bu forması *simpatrik* adlanır (yunanca «sim» – birgə, «patris» – vətən)

*Allopatrik* növəmələgəlmə (bəzən coğrafi adlanır) yuxarıda göstərdiyimiz böyük qağayılarda və avstraliya milçəktutanları qrupunda növlərin əmələ gəlməsi misallarında təsvir olunmuşdur. Allopatrik növəmələgəlmə valideyn növün hissələrə bölünməsi və geniş yayılmış valideyn arealının parçalanması yolu ilə də baş verə bilər. Buna misal olaraq inciçığəyində (*Convallaria majalis*) yeni növlərin əmələ gəlməsini göstərmək olar. Adi inciçığəyi (*Convallaria majalis*) Avropanın meşə zonalarında yayılmışdır. Onun yaxın növü *C. transcaucasica* – Qafqaz meşələrində, *C. keiskei* növü isə Uzaq Şərqdə məskunlaşmışdır. Ola bilsin ki, keçmişdə inciçığəyi şimali Avrasiyanın bütün mülayim iqlimi olan meşə ərazilərində geniş yayılmışdır, lakin buzlaşma dövrlərində bütöv areal parçalanmış və inciçığəyi yalnız daha isti iqlimi olan yerlərdə (Mancuriya, Cənubi Qafqaz və Aralıq dənizi ölkələrinin ərazisində) qalmışdır.

Allopatrik növəmələgəlmənin digər üsulu başlanğıc növün yayılma sərhədlərində olan populyasiyaların və onların qruplarının sürətlə dəyişilməsi nəticəsində yeni növlərin əmələ gəlməsidir. Böyük qağayı qruplarında müşahidə olunan növəmələgəlmə prosesi başqa quşlarda, reptililərdə, amfibilərdə və həşəratda da rast gəlinir.

Allopatrik növəmələgəlmənin əsas səbəblərindən biri məkan təcridləridir. Bu növəmələgəlmə prosesi nisbətən uzun sürür, yüz min nəsillər boyu davam edir. Bu cür uzun müddət ərzində növün təcrid olunmuş hissəsində elə bioloji xüsusiyyətlər əmələ gəlir ki, onların hətta ilkin təcrid sərhədləri pozulduqda da reproduktiv müstəqilliyə gətirib çıxarır. Allopatrik növəmələgəlmə daimi növ arealının tarixi formalaşması ilə əlaqədardır.

***Simpatrik növəmələgəlmə.*** *Simpatrik* növəmələgəlmə zamanı yeni növ başlanğıc növün daxilində meydana gəlir.

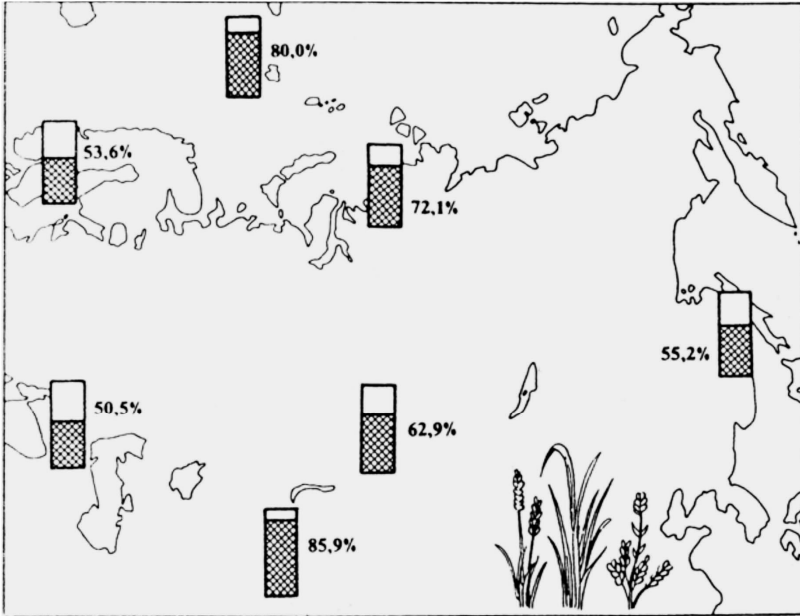
*Simpatrik* növəmələgəlmənin birinci üsulu – yeni növün karyotipinin sürətlə dəyişilməsi, məsələn, avtopoliploidiya zamanı baş verir. *Avtopoliploidiya* – eyni növün xromosom dəstəsinin bir və ya bir neçə dəfə artmasıdır. Xromosom sayı tam bölünən ya-

xın növlərin qrupları (xüsusilə bitkilərdə) məlumdur. Məsələn, payızgülü cinsində (*Chrysanthemum*) bütün formaların xromosomlarının sayı tam bölünür – 9, 18, 27, 36, 45, ..., 90. Tütün (*Nicotiana*) və kartof (*Solanum*) cinslərində, əsas xromosom sayı 12-ə bərabərdir, lakin 24, 48, 72 xromosomlu formalar da mövcuddur. Buna görə də güman etmək olar ki, növmələgəlmə prosesi əsas xromosom dəstinin duplikasiyası yolu ilə baş vermişdir. Poliploidlər süni yolla xromosomların meyoza paylanmasının ləngiməsi yolu ilə alınır (kolxisinlə təsir etdikdə). Poliploid formalar bitkilər aləmində təbii şəraitdə tez-tez əmələ gəlir. Belə ki, yabanı bitkilərin 50%-i poliploiddir. Yaranan poliploid bitkilər daha yüksək həyatilik qabiliyyətinə və davamlılığa malik olduqlarına görə çox zaman diploid əcdadlarını sıxışdırır, yaxud onlarla birlikdə arealda yaşayırlar. Poliploid bitkilərin (şəkil 13.4) ekstremal şəraitdə, məsələn, cənubun və şimalın ən ucqar şəraitlərində yayılması, onların daha davamlı olmalarını sübut edir.

Poliploid bitkilər sırasında ən mühüm yeri *Morus* L. cinsi tutur. Təbii şəraitdə diploidlərlə ( $2n=28$ ), triploidlərlə ( $2n=42$ ), tetraploidlərlə ( $2n=56$ ), heksaploidlərlə ( $2n=84$ ) yanaşı, 22-ploidli 308-xromosomlu tut bitkisi mövcuddur ki, unikal olub, çiçəkli bitkilər sırasında rekord yer tutur. Eksperimental yolla *Morus* L. poliploid sırası tamamlanmış, 308-xromosomlu və 28-xromosomlu bitkilər arasında aralıq yer tutan müxtəlif poliploid formalar alınmışdır. Bunlar 112, 126, 140, 154, 168, 172, 196, 210, 238 xromosomlu formalar olaraq, avto- və allopoliploidliya yolu ilə alınmışlar. Beləliklə, avtopoliploid bitkilər təbii şəraitdə yaranaraq seçmə tərəfindən bir sıra müsbət əlamətlərinə görə saxlanılır və müxtəlif formalar əmələ gətirir.

Növmələgəlmənin ikinci üsulu allopoloidliya – iki müxtəlif növün fərdlərinin çarpazlaşması və sonrakı xromosom dəstinin ikiləşməsidir. Allopoloidliya təkamüldə və seleksiyada mühüm rol oynayır. Allopoloidlər örtülütəxumluların yarısını və mədəni bitki növlərinin 80%-ni təşkil edir. Mühüm əhəmiyyəti olan bir çox bitkilər allopoloid quruluşa malikdir, məsələn, buğda, kartof, düyü, pambıq, günəbaxan, tərəvəz və meyvə bitkilərinin bir çoxu. Hazırda dodaqçiçəklilər, mürəkkəbçiçəklilər, gülçiçəklilər fəsi-

ləsinə aid olan bir sıra bitkilərin amfidiploid mənşəyini sübut edən misallar çoxdur. Poliploidiya bitkilər aləmində geniş yayılmış hadisədir və növəmələgəlmənin əsas yollarından biridir.



**Şəkil 13.4.** Avrasiyanın müxtəlif ərazilərində çiçəkli poliploid növlərin yayılması (bitkilərin ümumi miqdarına görə %-lə) (müxtəlif müəlliflərin nəticələrinə görə N.V.Timofeyev-Resovski və b., 1977)

*Simpatrik* növəmələgəlmənin üçüncü üsulu – fraqmentasiya (və ya xromosomların birləşməsi) və digər xromosom dəyişiklikləridir. Xromosom dəyişiklikləri nəticəsində reproduktiv təcridlər meydana çıxır ki, bu da öz növbəsində simpatrik növəmələgəlmə ilə yekunlaşa bilər. Bu cür növəmələgəlmə həm bitkilərdə, həm də heyvanlarda yayılmışdır.

Nəhayət, simpatrik növəmələgəlmənin sonuncu üsulu mövsüm təcridləri ilə əlaqədar yeni növlərin əmələ gəlməsidir. Bitkilərdə kəskin dərəcədə fərqlənən mövsümü irqlərin olduğu məlumdur. Məsələn, çınqıllıq otunun (*Alectordophus mayor*) erkən və gec çiçəkləyən formaları bir-birindən reproduktiv olaraq tam təcrid olunmuşdur və bu formaların növ dərəcəsini qazan-

mağını yalnız zaman təyin edir. Simpatrik növəmələgəlmənin əsas xüsusiyyətlərindən biri morfoloji-fizioloji cəhətdən yeni növlərin başlanğıc növə oxşarlığıdır. Məsələn, poliploidiyada bitkinin ölçüsü artır, lakin ümumi görünüşü saxlanılır, xromosom dəyişkənliklərində də bu hadisə müşahidə olunur, ekoloji (mövsüm) təcridlər yolu ilə meydana çıxmış formalar, adətən, morfoloji cəhətdən az fərqlənir.

Simpatrik növəmələgəlmənin digər xüsusiyyəti yeni növlərin əmələ gəlməsinin nisbətən sürətlə baş verməsidir. Əgər allopatrik növəmələgəlməyə minlərlə nəsilləri əhatə edən zaman tələb olunursa, simpatrik növəmələgəlmə üçün bir neçə on nəsil kifayət edir.

Yalnız hibridləşmə nəticəsində meydana çıxan növlərdə hər iki valideyndən fərqlənən yeni əlamətli növ əmələ gələ bilər. Hibridogen növəmələgəlmənin nəticəsi olaraq tez-tez bir-birilə hibridləşmə ilə əlaqədar olan növ kompleksləri əmələ gəlir. Bu cür növ kompleksləri arasında bəzən sərhədlər aydın təyin olunmur.

Filetik növəmələgəlmədə növ bütövlükdə nəsillər keçdikcə dəyişilərək morfoloji əlamətlərə görə fərqlənən yeni növə çevrilir. Bu zaman morfoloji əlamətlər paleontoloji materiallara görə öyrənilir. Lakin müxtəlif növlər arasında filetik sırada dəqiq sərhədlər çox çətinliklə təyin olunur və onlar adətən, şərti xarakter daşıyır.

### 13.3. Növəmələgəlmə prosesində genetik diferensiasiya

Genetik kodun kəşfi və elektroforez üsulunun tədqiq edilməsi növəmələgəlmə prosesində yaranan dəyişkənlikləri qiymətləndirməyə imkan verdi. Lakin əvvəllər də növəmələgəlmə prosesində allellərin əvəz olunmasının çoxsaylı, tez-tez baş verməsi və yaxın qohum növlərin genetik cəhətdən kəskin fərqlənməsi müəyyən olunmuşdu. E.Bauer qurdağzının iki növü (*A. majus* və *A. molle*) arasında yüzdən artıq genetik fərqi olduğunu aşkar etmişdi. Lakin bu iki növ arasında müxtəlifliyi yaradan genlərin klassik mendel genetikası üsulları ilə təyini mümkün olmamışdır.

İki populyasiyanın genetik diferensiasiya dərəcəsinin müəyyən edilməsi zülalların elektroforez üsulu ilə tədqiqindən sonra mümkün olmuşdu. Matoşi Ney elektroforezin nəticələrinə görə genetik diferensiasiyanın təyini üçün münasib bir üsul təklif etmişdir. Həmin tədqiqatda iki ölçüdə istifadə olunur: 1) genetik oxşarlıq – I, hər iki populyasiyada identik olan quruluş genləri təyin olunur; 2) genetik məsafə – D, iki populyasiya təkamüldə ayrıldıqdan sonra hər lokusda allel əvəzlənmələrinin miqdarı müəyyən olunur.

Genetik oxşarlıq sıfırdan birə kimi dəyişilir. Genetik oxşarlıq müqayisə olunan populyasiyalarda ümumi allellər olmadıqda sıfıra, iki populyasiyada bütün allellərin tezliyi eyni olduqda birə bərabərdir. Genetik məsafə «D» sıfırdan (allel əvəz olunması olmadıqda) sonsuzluğa kimi dəyişilə bilər, yəni uzun müddət sürən təkamül prosesində bu göstərici birdən artıq ola bilər, bu da hər lokusda allellərin dəfələrlə əvəz olunma imkanları ilə əlaqədardır. I və D ölçüləri növəmələgəlmə prosesində populyasiyaların genetik diferensiasiya ölçüsü kimi istifadə olunur. Cədvəl 13.1-də *Drosophilla willistoni* populyasiya qrupları arasında genetik diferensiasiya göstərilmişdir.

**Cədvəl 13.2.** Təkamülün müxtəlif divergensiya səviyyəsində olan *Drosophilla willistoni* populyasiya qruplarında genetik diferensiasiya

Müqayisə səviyyəsi	I	D
1. Lokal populyasiyalar	0,970±0,006	0,031±0,007
2. Növaltıları	0,795±0,013	0,23±0,016
3. Növlər inkişaf prosesində	0,798±0,026	0,226±0,033
4. Əkiz növlər	0,563±0,023	0,581±0,039
5. Morfoloji müxtəlif növlər	0,352±0,023	1,056±0,068

Birinci səviyyədə populyasiyalar məkəncə aralı olmaqlarına baxmayaraq, reproduktiv təcrid olunmamışlar. Onlarda genetik oxşarlıq 0,970-dir, yəni populyasiyalar arasında oxşarlıq çoxdur. İkinci səviyyədə müxtəlif növaltıları arasında oxşarlıq azalır (0,795), məsafə isə artır (0,230). Eyni vəziyyətdə növəmələgəlmə ərəfəsində olan növlər olur. Əkiz növlər arasında genetik oxşarlıq və genetik məsafə eyni ölçüdədir. Sonuncu mərhələdə isə

artıq növəmələgəlmə prosesi başa çatır, oxşarlıq kəskin dərəcədə azalır (0,352), məsafə isə artır. Elektroforez üsulu ilə son illərdə təkamülün müxtəlif pillərində olan bir çox orqanizmlər tədqiq olunmuşdur (cədvəl 13.3).

**Cədvəl 13.3.** Təkamülün müxtəlif səviyyəsində olan bəzi qrup orqanizmlərdə genetik diferensiasiya (birinci rəqəm genetik oxşarlıq, ikinci (mötərizədə) genetik məsafəni göstərir

Orqanizmlər	Lokal populyasiyalar	Növaltıları	Növlər inkişaf mərhələsində	Növlər və yaxın qohum cinslər
Drozofil	0,987 (0,013)	0,851 (0,163)	0,788 (0,239)	0,38 (1,066)
Digər onurğasızlar	0,985 (0,016)	–	–	0,465 (0,878)
Balıqlar	0,980 (0,020)	0,850 (0,163)	–	0,53 (0,760)
Salamandralar	0,984 (0,017)	0,836 (0,181)	–	0,437 (0,988)
Məməlilər	0,944 (0,058)	0,793 (0,232)	0,769 (0,263)	0,620 (0,559)
Bitkilər	0,966 (0,035)	–	–	0,510 (0,808)

#### 13.4. Bünövrə effekti

Yeni populyasiya əlverişli şəraitə düşən bir neçə fərddən əmələ gələ bilər. Bu hadisəni Ernst Mayr *bünövrə effekti* adlandırmışdır. Yeni populyasiyanın əsasını təşkil edən fərdlər valideyn populyasiyasının genetik dəyişkənliyinin yalnız bir hissəsini daşıyırlar. Buna görə də onlardan əmələ gələn populyasiya daha az dəyişkən olub, genotipcə və fenotipcə oxşardır. Bu populyasiya yeni mutasiyaların və miqrasiyaların hesabına zənginləşincə saxlanacaq. Eyni hadisə yeni növlər əmələ gəldikdə müşahidə olunur: təcrid olunmuş ayrı-ayrı populyasiyalarda fenotipik və genotipik dəyişkənliklərin spektri bütövlükdə növlə müqayisə olunduqda daha məhdud olur. Bu şəraitdə əmələ gələn növ nisbətən az dəyişkənliklərə məruz qalır. Buna kiçik populyasiyalara mənsub olan inbridinqin hesabına homoziqotlaşma effekti əlavə olunur. Kiçik populyasiyalarda həyat dalğaları hesabına bəzi genlər itir. Bu hadisələrlə birlikdə genetik dəyişkənliyin azalması kəskin dərəcədə homoziqot vəziyyətdə zərərli olan genlərin miqdarını və



beləliklə, genetik yükü azaldacaq. Bu cür populyasiya yeni növün bünövrəsi olaraq inkişaf üçün yaxşı istiqamət götürür.

Görünür ki, bünövrə prinsipi bu və ya digər formada növə-mələgəlməyə böyük təsir göstərir. Bir neçə fərddən çoxsaylı populyasiyaların alınmasına bir çox misallar göstərmək olar. Okean adalarında məskunlaşmış bir çox növlər, baxmayaraq ki, hazırda milyonlarla fərddən ibarətdir, vaxtı ilə orada təsadüfi yerləşmiş bir neçə fərddən törənmişdir. Analoji vəziyyətə göllərdə, təcrid olunmuş meşələrdə və digər ekoloji sığınacaqlarda rast gəlinir. Şimali Amerika, Avstraliya və Yeni Zelandiyadan köçmüş məməlilərin və quşların bir çoxu cəmi bir neçə fərdin nəslidir (belə ki, milyonlarla Avstraliya adadovşanları 24 fərddən əmələ gəlmişlər). Bütün dünya laboratoriyalarında olan milyonlarla qızılı dağsiçanı (*Mesocricetus auratus*) yeganə bir dişdən törənmişlər. Bütün bu hadisələrdə populyasiyanın əsasını qoyan bir qrup fərdin yaşamağa qabil olan vəziyyətdə saxlanması üçün kifayət qədər genetik dəyişkənlik ehtiyatı vardır. Həmin təkamül məsələlərinin həlli iki yolla mümkündür: ya yeni şəraitdə təbii seçmənin zəif tezliyini müəyyən edən xarici mühitin əlverişli şəraiti, yaxud fərdi dəyişkənliyin partlayışla baş verməsi nəticəsində seçmə üçün və yeni növün əmələ gəlməsi üçün kifayət qədər materialın toplanması.

Bünövrə prinsipinin təsiri elementar təkamül amili olan populyasiya dalğalarının xüsusiyyətləri ilə əlaqədardır. Genofondun tarixi inkişafının müəyyən mərhələsində populyasiyanın sayca kəskin dərəcədə azalması və yenidən populyasiya miqdarının artması qrupun dəyişilmiş genetik quruluşunu təyin edir.

Ətraf mühitin iqlimi və digər şəraiti dəyişdiyi zaman, əlverişsiz şəraitin təsiri altında populyasiyada fərdlərin miqdarının kəskin dəyişilməsi, hətta tamamilə məhv olma təhlükəsi meydana çıxır. Gələcəkdə həmin populyasiya öz sayını bərpa edə bilər, lakin genlərin dreyfi nəticəsində allellər tezliyi əhəmiyyətli dərəcədə dəyişiləcək və bu dəyişikliklər gələcək nəsillərdə saxlanacaq. İbtidai cəmiyyətin şəraitində bir çox qəbilələr dəfələrlə tamamilə məhv olma həddinə çatmışlar. Bəziləri şübhəsiz ki, məhv olmuş, digərləri isə miqrantların hesabına öz sayını bərpa etmişlər.

Allopoliploidiya və ya avtopoliploidiya yolu ilə simpatrik

növəmələgəlmədə yeni növlər bir neçə fərddən əmələ gəlir. Həmin bir neçə fərd başlanğıc formadan genetik təcrid sərhədləri ilə nə qədər çox fərqlənsə də, yenə də yeni növ hesab oluna bilər. Bunlar yalnız gələcəkdə, həyat uğrunda mübarizədə müəyyən arealı tutduqdan sonra və populyasiyalar sistemi əmələ gətirdikdən sonra növ adlana bilər. Bunun üçün isə adətən, yüzlərlə nəsillər tələb olunur.

*Növəmələgəlmə mikrotəkamül prosesinin nəticəsi olub, Yer üzərində mövcud olan canlıların çoxşəkilliyini müəyyən edən əsas prosesdir. Yeni növün əmələ gəlməsilə mikrotəkamül prosesləri dayanmır, fasiləsiz olaraq davam edir. Eyni zamanda təbii şəraitdə növlər arasında aradan qaldırılma bilməyən təcrid sərhədlərinin əmələ gəlməsi, mürəkkəb ierarxik taksonlar sisteminin meydana gəlməsinə səbəb olan mikrotəkamül prosesinin başlanması göstərir. Makrotəkamül hadisələrinin əsasını mikrotəkamül prosesləri təşkil edir, məhz mikrotəkamül səviyyəsində (yəni, növ daxilində) təkamülün hərəkətverici qüvvələri və təkamülün yeganə istiqamətverici amili olan təbii seçmə təsir göstərir.*

*Növ daxilində elementar hadisələrin qarşılıqlı təsiri, ayrı-ayrı təkamül amillərinin rolu, populyasiyanın təkamül prosesinin elementar vahidi kimi əhəmiyyəti ətraflı öyrənilmişdir. Lakin deyilənlər heç də mikrotəkamül sahəsində tam mənada aydınlıq yaratmur. Demək olar ki, real olaraq mikrotəkamül prosesinin prinsipial sxemi aşkar olunmuşdur. Həmin prinsipial sxemin məlum olması təbiətdə baş verən prosesləri anlamağa imkan verir, lakin təkamül prosesinin həqiqi mənada idarə olunmasını mümkün etmir. Təkamül prosesinin tədqiqində ən əsas praktiki məsələ isə idarəetmə üsullarının əldə edilməsi və istifadə olunmasıdır. Bu məsələlərin həlli üçün iki əsas şərt yerinə yetirilməlidir. Birinci, təbiətdə baş verən mikrotəkamül proseslərinə aid çoxlu məlumatlar toplanmalıdır. Bu cür məlumatların toplanması ayrı-ayrı növlərin idarə olunma modellərinin tərtib edilməsinə imkan yaradır. İkinci, təkamül prosesinin idarə olunmasına nail olmaq üçün, təkamül təliminin yeni sahəsinin – biosenozların təkamülünün inkişafı zəruridir.*

---

---

**MAKROTƏKAMÜL PROBLEMLƏRİ**

F ə s i l 14

**ONTOGENEZİN TƏKAMÜLÜ**

Təkamül dəyişmələri yalnız növlərin əmələ gəlməsi və məhvi ilə, həmçinin mütəşəkilliyi ilə deyil, o həm də ontogenetik inkişafın yenidən qurulması ilə əlaqədardır. Ontogenez – fərdin ziqotdan yaxud başqa rüşeymdən inkişafa başladığı andan həyat tsiklinin təbii başa çatmasına qədərki dövrüdür (ölümünə qədər, yaxud əvvəlki keyfiyyətinin mövcudluğunun kəsilməsinə qədərki dövrüdür). Ontogenez – bizim planetimizdə həyatın əsas fenomenlərindən biridir. Ontogenez – rüşeym hüceyrələrində yerləşən irsiyyət informasiyalarının tənzimlənməsi, açılması (genişləndirilməsi) prosesidir. Ontogenez baş vermədən həyatın təkamülü mənasız olardı, yaxud da «sadə və əbədi» selik topası şəklində (mərhələsində) qalardı.

Ayrı-ayrı fərdlərin ontogenezi dəyişilməz qalmış olsaydı, onda filogenezi təsəvvür etmək mümkün olmazdı. Filogenezi əslində eynilə tam təkrar olunmayan ayrı-ayrı ontogenezlərin bir-birilə genetik əlaqədə olan həyat tsiklinin ardıcıl axımıdır. Deməli, ontogenez yalnız filogenezin nəticəsi deyil, o həm də onun zəruri zəminidir. Bütün bunlar ontogenez probleminin öyrənilməsinin nə qədər zəruri olduğunu bir daha sübut edir, daha doğrusu ontogenezlə filogenezi arasındakı qarşılıqlı əlaqələrin tədqiqi təkamül təlimini daha yaxşı dərk etməyə, mənimsəməyə və mühakimə yürütməyə şərait yaradır.

**14.1. Müxtəlif orqanizmlərin ontogenezi haqqında təsəvvürlər və onun təkamülünün spesifikasiyası**

Ontogenez – istənilən fərdin sistematik mənsubiyyətindən

asılı olmayaraq onun ayrılmaz xassəsidir. Müxtəlif növlərin fərdlərinin ontogenezi, davamətmə müddətinə, tempinə (sürətinə) və ixtisaslaşma xarakterinə görə eyni olmur. Adətən onu proembrional, embrional və postembrional dövrlərə bölürlər. Heyvanlarda adətən embrional dövr, lakin bitkilərdə bundan fərqli olaraq postembrional dövr ixtisaslaşmalarla zəngin olur. Ontogenezin hər biri də öz növbəsində ardıcıl və keyfiyyət mərhələlərinə bölünür. Eyni zamanda hər bir növün ontogenezinin inkişafı düzünə və ya metamorfoz yolla xarakterizə oluna bilər.

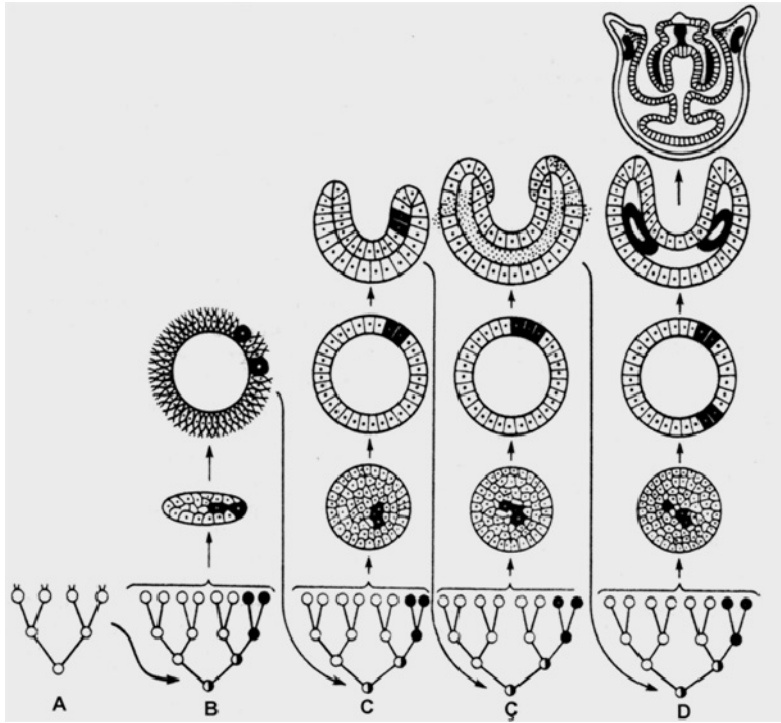
**Müxtəlif qruplarda ontogenezin xüsusiyyətləri.** Canlı təbiətdə fərdiliyin təzahürətmə formaları müxtəlifdir. Belə ki, prokariotlarda, göbələklərdə, bitkilərdə və heyvanlarda ontogenez prosesi məzmununa görə eyni qiyəmətli deyil.

Çoxhüceyrəliliyə (*Metazoa*) keçməklə əlaqədar ontogenez formaya görə mürəkkəbləşir və vaxt etibarilə uzanır (şəkil 14.1)

Lakin ontogenezin təkamülü prosesində irsi informasiyaların həyata keçirilməsinin daha da təkmilləşmiş üsullarının meydana çıxması ilə əlaqədar inkişafın xeyli dərəcədə sadələşmə halları da müşahidə edilir. Təkamülün gedişi zamanı bitki və heyvanlarda inkişafın mürəkkəb tsiklləri meydana çıxır, hər bir faza müəyyən mühit şəraitinə uyğunlaşır. Bəzi hallarda isə təkamül prosesində həyat tsikllərinin ikinci dəfə sadələşməsi baş verir.

Həyat tsiklinin sadələşməsi ilə bütün ontogenetik prosesin inkişafı keyfiyyətə dəyişir. Həyat tsiklinin sadələşməsinin nəticələrindən biri haploid inkişaf fazadan diploid fazaya və metamorfozla inkişafdan (məsələn, suda-quruda yaşayanlarda) düzünə (quşlar və digər ali onurğalılarda) inkişafa keçiddir. Düzünə inkişafa keçidlə əlaqədar yeni doğulmuş heyvanlar yaşlı fərdlərin əlamətlərini özündə daşıyır və bu zaman onlar yalnız ölçüsünə görə fərqlənir. Metamorfozla inkişaf bir sıra sürfə mərhələlərini keçir; yumurtadan çıxan sürfə mürəkkəb çevrilmələr yolu ilə yaşlı heyvanın əlamətlərini əldə edir. Metamorfozla inkişafdan düzünə inkişafa keçid – Yerdə həyatın təkamülünün son mərhələlərindən ən mühümüdür.

Bitkilərdə ontogenez spesifikdir. Belə ki, bir tərəfdən bitkilərdə embrional dövrdə ixtisaslaşmalar zəif əks olunur, digər tərəfdən həyat tsiklinin gedişi zamanı bir neçə həyati formaların



**Şəkil 14.1.** Çoxhüceyrəli orqanizmlərin ontogenezinin təkamül prosesində tədricən mürəkkəbləşməsi: A–sərbəst yaşayan birhüceyrəliyə çoxalması; B–Volvox tipli birhüceyrəli orqanizmlər koloniyasının ontogenezi (cinsiyət və somatik hüceyrələrin ixtisaslaşması baş verir); V–hidra tipli çoxhüceyrəli orqanizmlərin ontogenezi (blastula və qastrula mərhələləri əlavə olunur); Q–ikitərəfli simmetriyalı heyvanların ontogenezi (mezoderma əlavə olunur); D–ikitərəfli simmetriyaya malik ali heyvanların ontogenezi (A.N.Serversova görə, 1965)

əvəz olunması baş verir. Çoxillik bitkilərin ontogenezinə davam etmə müddətinə, morfolojiyasına və funksiyasına görə fərqlənən kiçik və böyük həyat tsikilləri növbələşir. Bir sıra bitkilərdə mayalanma, toxum əmələgəlmə və onların cücərməsi arasında fasilə mövcuddur; bəzən bu fazalar bir-birindən illərlə ayrılır. Bəzi hallarda rüşeymin inkişafı ana orqanizmin təsiri altında deyil, məhz sporangilərin divarı və sporofillərin təsiri altında inkişaf edir. Mayalanma ana bitkidə gedir, lakin rüşeymin inkişafı ondan

kənarda baş verir. Belə bir sadə inkişaf tsikli lepidodendronlar, toxumlu qıjılar üçün xarakterik olmuşdur. Onlar bəzi çiçəkli bitkilərdə də (məsələn, jənşendə, bir sıra parazit formalarda) təsadüf edilir.

Ağac, kol və çoxillik otlarda ontogenezin təşkili (formalaşma) səviyyəsinə görə fərdin mürəkkəb quruluşuna baxmayaraq, onlar birillik, ikiillik və efemer çiçəkli bitkilərə təslim olurlar. Çiçəkli efimer bitkilərdə ontogenez, müəyyən sayda orqanların həyat fəaliyyətinin çox ciddi koordinasiyası zamanı keçir. Onların ontogenezində ixtisaslaşma və morfogenez prosesləri «partlayış» xarakteri daşıyır.

Bitkilərdə ontogenez özünün qeyri-sabitliyi ilə fərqlənir. Bu onunla əlaqədardır ki, onlarda tənzimləyici sistem kifayət qədər yaxşı inkişaf etməmişdir. Bitkilərdə ontogenez heyvanlardan fərqli olaraq daha çox mühit şəraitindən asılıdır.

Müxtəlif orqanizmlərdə ontogenezin təkamülünün spesifikasiyası şübhəsizdir. Lakin ümumi olan əlamətlər də vardır. Bunlardan ontogenezin proqramlaşmasını, onun ixtisaslaşmasının istiqamətlənməsini, mühit amillərinin (epigenetik amillər) təsiri altında inkişaf proqramının əvəz olunmasının ardıcılığını göstərmək olar.

Müxtəlif qrup orqanizmlərdə (hətta bir növün nümayəndələrində də) ontogenezin müxtəlifliyi ixtisaslaşmanın və həyat tsikllərinin sadələşməsində ekoloji amillərin xüsusi rolu vardır. Əslində seçmə ontogenezin tamlığına görə gedir, onun ayrı-ayrı mərhələləri bütün proqramın və nəsillər arasında məlumat axınının tənzimlənməsi üçün zəruri zəmin kimi fəaliyyət göstərir.

Müxtəlif aləmlər, tiplər, siniflər və başqalarının nümayəndələrində ontogenez ixtisaslaşmanın miqyasına görə fərqlənir. Birlüseyrəli orqanizmlərdə ixtisaslaşma prosesində ontogenez sadədir. Bitkilərdə ixtisaslaşma prosesləri vaxt etibarlı ilə uzanmışdır və embrional inkişaf dövrü məhdud deyildir. Bitkilərdə metamer orqanların özülünün qoyulması bütün ontogenez boyu baş verir. Heyvanlarda ixtisaslaşma və orqanəmələgəlmə prosesləri embrional dövrlə məhdudlaşır. Bitkilərdə histogenez və morfogenez proseslərinin mürəkkəbliyi bir qədər azdır və o az sayda orqanlara, həmçinin quruluşlara aiddir.

**Ontogenezin davam etmə müddəti.** Müxtəlif tiplərin, siniflə-

rin, dəstələrin nümayəndələrində ontogenezin davam etmə müddəti eyni deyildir. Bu növün çox mühüm xüsusiyyətidir. Əlverişli həyat şəraitində belə təbii ölümün baş verdiyi vaxtda həyatın davam etmə müddətinin məhdudlaşması nəsillərin əvəz olunmasını həyata keçirməyə imkan verən məhz təkamülün əhəmiyyətli nəticəsidir. Birlüceyrəli orqanizmlərdə ontogenez qız hüceyrələrin əmələ gəlməsi ilə başa çatır, ölüm morfoloji olaraq fiksə edilməmişdir. Göbələklərdə və bitkilərdə müxtəlif orqanların qocalması qeyri bərabər gedir. Göbələklərdə az və ya çox dərəcədə meyvə cisminin yaşaması müddəti haqqında ciddi mühakimə yürütmək olar. Göbələklərdə «mitsellər» isə substratda uzun müddət yaşayır (çəmənin xoruz göbələyində 500 ilə qədər). Göbələklər arasında həftələrlə və ya aylarla yaşayan efemer orqanizmlər də var (*Clavaria gyromitra*). Cədvəl 14.1-də bir sıra bitkilərin yaşama müddəti haqqında məlumat verilmişdir. Bitkilərdə də fərdin yaşama müddəti heyvanlarda olduğu kimi müxtəlifdir.

**Ontogenetik ixtisaslaşma.** Ontogenez üçün ardıcıl ixtisaslaşmanın olması xarakterikdir. Fərdi inkişaf prosesində başlanğıc özülün quruluşunda və funksiyalarında müxtəlifliyin tədricən artması və bu zaman əmələ gələn quruluşun ixtisaslaşması prosesinə ontogenetik diferensiasiya deyilir. Diferensiasiya quruluşun funksional müxtəlifliyinin artması yolu ilə orqanizmin davamlılığını yüksəldir. İstənilən adaptasiyalar bilavasitə ontogenetik diferensiasiya ilə əlaqədardır. Bu isə öz növbəsində növü təşkil edən fərdlərin ontogenezinin bu və ya başqa cür dəyişilməsilə ifadə olunur.

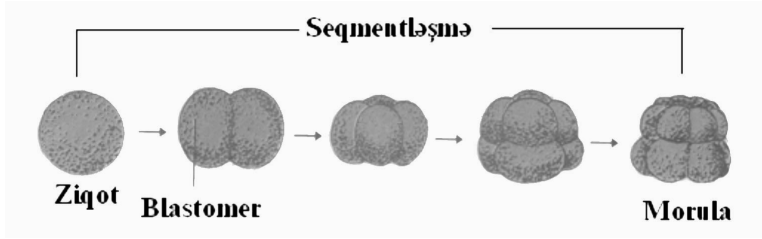
Ontogenetik ixtisaslaşma mayalanmış yumurta hüceyrənin (ziqotun) inkişafı zamanı çox asan və aydın şəkildə müşahidə edilir. Bitkilərin və heyvanların ümumi əlamətlərində ontogenezin bir neçə mərhələsini fərqləndirmək olar: embrional dövr, böyümə dövrü, yetişmə dövrü (çoxalma), yaşlı (qocalma) dövrü. Göstərilən bu mərhələlərdən hər hansı biri öz növbəsində daha xırda mərhələlərə bölünə bilər. Bu müxtəlif növlərdə üzə çıxma spesifikasiyasına görə fərqlidir. Belə ki, heyvanlarda inkişafın ən erkən mərhələsinə 2, 4, 8, .... 64 blastomer, blastula, qastrula, neyrula və s.-ni aid etmək olar (şəkil 14.2). Suda-quruda yaşayanlarda embriogeneza rüşeym və sürfə dövrlərinə, lakin ali onurğalılarda

– rüşeym, dölqabağı və döl dövrlərinə bölünür. Bitkilərdə embrional inkişaf rüşeymqabağı, rüşeym və s. mərhələləri ayırd edilir.

**Cədvəl 14.1.** Bir sıra növlərin ontogenezinin davametmə müddəti

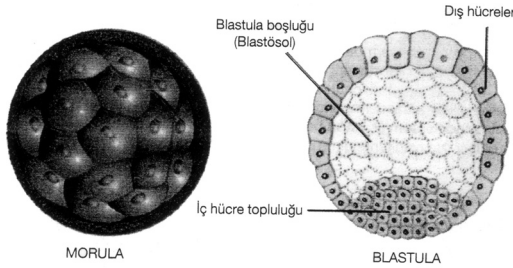
<b>Növlər</b>	<b>Ontogenezin davametmə müddəti</b>
<b>I. Nüvəsizlər aləmi</b>	
Bakteriyalar	Bir neçə saat
<b>II. Göbələklər aləmi</b>	
Penisillin ( <i>Penicillium notaitum</i> )	Bir neçə saat
Qovğa göbələyi	25 ilə qədər
Ağ göbələk ( <i>Botus bonilus</i> )	Bir neçə il
<b>III Bitkilər aləmi</b>	
<i>Arabidopsis thaliana</i>	60-70 gün
Buğda ( <i>Triticum bulgare</i> )	1 ilə yaxın
Üzüm ( <i>Vitis vinifera</i> )	80-100 il
Alma ( <i>Malus domestica</i> )	200 il
Yunan qozu ( <i>Yuglans regia</i> )	300-400 il
Cökə ( <i>Tilia grandifolia</i> )	1000 il
Palıd ( <i>Qnercus robur</i> )	1200 il
Sərv ağacı ( <i>Cupressus fastigato</i> )	3000 il
Mamont ağacı ( <i>Sequola gugantea</i> )	5000 il
<b>IV Heyvanlar aləmi</b>	
Enli lentə ( <i>Dirhyllbothrium latum</i> )	29 ilə qədər
Qarışqa ( <i>Formica fusca</i> )	7 ilə qədər
Bal arısı ( <i>Apis melfera</i> )	5 ilə qədər
Dəniz kirpisi ( <i>Ehinus esculentus</i> )	8 ilə qədər
Naqqa balığı ( <i>Sihurus glanis</i> )	60 ilə qədər
Cöngə ( <i>Aphyia pellucida</i> )	1 il
Quru tısbağası ( <i>Bifo bufo</i> )	36 ilə qədər
Tısbağa ( <i>Testudo sumeuiri</i> )	150 ilə qədər
Adi yapalaq ( <i>Bubo bubo</i> )	68 ilə qədər
Çöl göyərçini ( <i>Colombo livia</i> )	30 ilə qədər
Afrika fili ( <i>Elephas maximus</i> )	60 ilə qədər
Hibbon ( <i>Hulpbtes Lar</i> )	32 ilə qədər



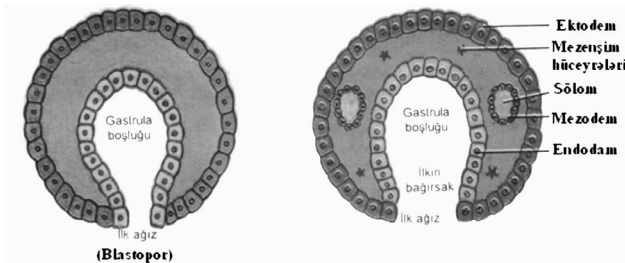


**Şəkil 14.2.** Məməlilərin mayalanmış yumurtasında seqmentləşmə

**Ontogenezin tamlığı və davamlılığı.** Fərd həmişə tam kimi inkişaf edir. Fərdlərin quruluş və funksional tamlığı, ontogenetik diferensiasiyanın qarşılıqlı əlaqəsinə və qarşılıqlı təsirinə əsaslanır. Ontogenetik diferensiasiyanın mərhələləri qarşılıqlı əlaqəlidir və bir-birini tamamlayır, əvvəlki mərhələlər bir qayda olaraq sonrakı mərhələlər üçün əsas olur. Təkamülün gedişi zamanı orqanizmin inteqrasiyası müşahidə edilir, yəni onun quruluşları arasında sıx dinamik əlaqə müəyyən edilmişdir. Bu prinsip onların embriogenezinin gedişi zamanı qismən əks edilir.



**Şəkil 14.3.** Məməlilərin embrionunda morula və blastula mərhələləri



**Şəkil 14.4.** Embrionun gastrula mərhələsi

**Şəkil 14.5.** Embrionun rüşeym təbəqəsi

Ontogenezdə fərd hissə və orqanların mozaikası deyil, spesifik tənzimləyici təməldir. Şübhə yoxdur ki, bu İ.İ. Şmalhauzenin fikridir. İstənilən blastomer, digər blastomerlərlə əlaqəni saxlayan zaman təməlinin bir hissəsi kimi inkişaf edir. Erkən mərhələdə blastomerləri ayıran zaman onların hər biri başqa fərdə başlanğıc verə bilər. Bir neçə bölünmədən sonra ayrı-ayrı blastomerlər arasında funksional əlaqə çox mürəkkəbləşir və buna görə də götürülmüş ayrı-ayrı blastomerlərin heç biri yeni orqanizmə başlanğıc verə bilməz.

Ontogenetik diferensiasiya prosesində ayrı-ayrı hüceyrələr arasında yeni-yeni əlaqələr müəyyən edilir. Məsələn, onurğalılarda qastrulanın əmələ gəlməsi ektoderma və endodermanın formalaşmasına səbəb olur, onların fəal qarşılıqlı təsiri sinir borusuna, xordaya və s. başlanğıc verir. Sinir borusu və xorda öz növbəsində başqa orqanların başlanğıcının qoyulmasında indikator rolunu oynayır. Diferensiasiyanın zəminlərindən hər hansı birində baş verən pozulma ontogenezdə qüsurun yaranmasına səbəb olur. Buradan da aydın olur ki, ontogenezin əvvəlki mərhələlərinin normal getməsi onun sonrakı diferensiasiyasının tənzimlənməsi üçün çox zəruridir.

Şübhəsiz ki, təbii seçmə fenotiplərin təmliq təşkil edən ontogenezlə inkişafına imkan verir və nəticədə inkişaf mərhələləri arasında yüksək qarşılıqlı asılılıq yaranır. Bütövlükdə həyatın təkamülü diferensiasiyaların və ontogenezin təmliqinin tədricən mürəkkəbləşməsilə müşayiət olunmuşdur. Bununla əlaqədar olaraq, yalnız təmliqin güclənməsi haqqında deyil, həm də həyatın təkamülünün gedişində ontogenezin davamlılığının yüksəlməsi haqqında da danışmaq olar.

Heyvanların embriogenezinin öyrənilməsi misalında, inkişaf etməkdə olan rüşeymdə çox həssas və davamlı dövrlərin olması göstərilir. Ontogenezin müxtəlif mərhələlərinin spesifikasiyasını xarakterizə etmək üçün fenokritik dövrləri, epigenetik krizlər, yaxud topoloji fəlakətlər ayırd edilir.

Fərdi və tarixi inkişafda ontogenezin davamlılığı və təmliqi haqqındakı təsəvvürləri dərinləşdirmək üçün, formaəmələgəlmə proseslərində korrelyasiyaların və koordinasiyaların roluna baxılmanın çox böyük əhəmiyyəti vardır. Korrelyasiyalar və koor-

dinasiyalar haqqında təlimin inkişafı İ.İ. Şmalhauzenin əsərlərində işıqlandırılmışdır.

**Korrelyasiyalar.** İnkişaf etməkdə olan orqanizmin orqanları arasında qarşılıqlı funksional və quruluş asılılığı və bu zaman bir orqanın dəyişilməsinin digər orqanların dəyişilməsinə səbəb olması *korrelyasiya* adlanır. Belə orqanlar arasındakı əlaqələrə isə korrelyativ əlaqələr deyilir.

Korrelyasiya haqqında sual təkamül təlimində ənənəvi sual olmuş və indi də qalır. Belə ki, orqanların təkamülünə birləşmənin xüsusiyyətlərini başa düşməyə imkan verir.

Orqanlar arasında korrelyasiyalar müxtəlif formalarda təzahür edir. Fərdi inkişaf prosesində başlanğıc kimi, genotipdə genlərin ilişikliyi və qarşılıqlı təsirinə əsaslanan genom korrelyasiyası durur. Genom korrelyasiyalarına misal çoxdur: purpur çiçəkləri olan noxud bitkisinin yarpaqların qoltuğunda qırmızı ləkə əmələ gəlir və toxumun qabığı boz olur; göyərçinlərdə (turman) qısa dimdiyin inkişafı ayaqlarda lələklərin əmələ gəlməsi ilə müşayiət olunur; taxıllarda tezyetşkənlik az məhsuldarlıqla və s. müşayiət olunur. Bu cür korrelyasiyalar bir çox əlamətin ilişikli inkişafı ilə şərtlənir və bununla belə bilavasitə uyğunlaşma əhəmiyyətinə malik olmayan əlamətlərin möhkəmlənməsi imkanları ilə izah edilir. Bu məsələyə vaxtilə Ç. Darvin xüsusi fikir vermişdir.

Morfogenetik korrelyasiyalar embriogenezdə hüceyrələrin, yaxud onun hissələrinin diferensiasiyası prosesində bir-birilə qarşılıqlı təsirinə əsaslanır. İnkişaf etməkdə olan hissələrin bir-birilə qarşılıqlı təsirdə olmasını, embrionegezin ilkin mərhələsində inkişafda olan rüşeymin sahələrinin köçürülməsi üzrə sübut edilmişdir. Belə ki, Q. Şpeman tritonların rüşeymində qastrulasiya mərhələsində ektodermanın iki sahəsinin mübadilə yolu ilə köçürülməsini həyata keçirmişdir. Yəni o, medulyar lövhə hissəsini (adətən, bu hissədən sinir lövhəsi formalaşır) ektodermaya (buradan normal halda dəri inkişaf edir), digər tərəfdən ektoderma parçasını isə, medulyar lövhə zonasına köçürülmüşdür. Köçürülən toxumanın inkişafına hüceyrələr induksion təsir göstərmişdir. Nəticədə medulyar lövhə sahəsinə köçürülmüş ektoderma parçasından sinir borusu, medulyar lövhə parçasından isə dəri əmələ gəlmişdir.

Tamlığın saxlanması üçün morfogenetik korrelyasiyaların əhəmiyyətini, göz qədəhi və büllurun bir-birinə qarşılıqlı təsiri misalından aydın görmək olar. Qurbağanın embrionundan göz qədəhini kənar etdikdə büllurun inkişafı geri qalır.

Genom və morfogenetik korrelyasiyalar erqontik (*yunanca* er-qon – iş) funksional korrelyasiya tərəfindən sanki rəndələnir. Erqontik korrelyasiyalar zamanı artıq təşkil olunmuş quruluşlar arasında funksional asılılıq müəyyən edilir. Məsələn, sinir mərkəzlərinin və sinirlərin normal inkişafı, periferik orqanların inkişafında müsbət rol oynayır və əksinə, periferik orqanların kənar edilməsi yaxud onların köçürülməsi müəyyən sinir mərkəzlərinin ölçülərinin böyüməsinə səbəb olur. Skelet əzələlərinin inkişafı skelet sümüklərinin quruluşundan xəbər verir. Tam əhəmiyyətli orqanizmin inkişafında erqontik korrelyasiya mühüm rol oynayır. Bu da genom və morfogenetik korrelyasiyalara əsaslanan forma əmələgətirmə prosesini tamamlayır.

Bitkilərin ontogenezdə korrelyasiyalar haqqında məsələ bir qədər zəif öyrənilmişdir. Bitkilərdə adətən genetik və fizioloji korrelyasiyaları ayırırlar və çoxlu sayda müxtəlif formalara bölürlər. Heyvanlarda olduğu kimi, bitkilərin ontogenezdə korrelyasiyalar morfogenez prosesini tənzimləyir, inkişafın sabitləşməsinə imkan verir. Bitki və heyvan orqanizmlərinin tamlığı eyni səviyyəli olmur, müxtəlif sistemlərlə tənzimlənir.

Bir-birilə əlaqəli şəkildə fəaliyyət göstərən, müxtəlif formalı korrelyasiyaların mövcud olması ontogenetik diferensiasiyanın təmin edilməsi üçün çox böyük bioloji əhəmiyyətə malikdir. Bu korrelyasiyalar, nəticələrə görə bir-birinə nəzarət edir, ontogenezdə formaəmələgətirmə prosesinin normal getməsinə təmin edir. Məhz korrelyasiyalar sistemi mutasiyaların taleyini müəyyən edir. İstənilən mutasiya bu və ya digər dərəcədə formaəmələgəlmə prosesinə təsir göstərir. Buna görə, ontogenez prosesində korrelyasiya sistemində dəyişkənliklər əmələ gətirən mutasiyalar tənzim oluna bilər. Bu da öz növbəsində morfogenetik korrelyasiyalarda kəskin pozulmalar əmələ gətirməyən mutasiya dəyişilmələri zamanı müşahidə edilir.

Yeni orqanların inkişafı kimi, köhnə orqanların reduksiyası və rudimentləşməsi normal diferensiasiya proseslərinin pozulması

ilə başlayır. İnduktorun inkişafının ləngiməsinə səbəb olan mutasiyalar, yaxud yaranmış morfoqenetik korrelyasiyaların vaxtından əvvəl inkişafı orqanların diferensiasiyasının gedişində əks olunur.

**Koordinasiyalar.** Orqanizmin tamlığı, güman edilir ki, orqanizmin orqan və hissələrinin yalnız ontogenezdə deyil (korrelyasiyalar), həmçinin filogenezdə də bir növ razılaşdırılmış kimi dəyişilir. Tarixi inkişaf prosesində orqanların bir-birinə bağlı şəkildə (əlaqəli) dəyişilməsi koordinasiya adlanır.

Klassik təkamül təlimində koordinasiyaları *topoqrafik*, *dinamik* və *bioloji* olmaqla üç yerə bölürlər. Belə bir bölgü İ.İ.Şmalhauzen tərəfindən aparılmışdır.

A.N.Seversova görə topoqrafik koordinasiyalar, filogenezi prosesində razılıqlı dəyişilən orqanların fəza əlaqəsi olub, vahid funksiyada birləşmə deyildir. Məsələn, buna bir misal kimi bədən boşluğunda orqanların yerləşməsi və onların ölçülərinin nisbətini göstərmək olar.

*Dinamik koordinasiyalar* – filogenezi prosesində bir-birilə funksional əlaqədar olan orqanların və onların sisteminin dəyişilməsidir. Təkamül prosesində reseptorlar və müvafiq sinir sistemi mərkəzi arasında əlaqə belə yaranmışdır.

*Bioloji koordinasiyalar* – bilavasitə öz aralarında korrelyasiyalarla əlaqəsi olmayan orqanlarda təkamülü dəyişilmədir. Seçmə, orqanizmlərin həyatını təmin etmək üçün vacib olan korrelyasiyaların dəyişilmələrinə gətirib çıxarır. Məsələn, yırtıcılarda köpək dişləri və dişlərin inkişafı gicgah əzələlərinin inkişafı və çənə oynaqaları ilə koordinasiya olunmuşdur. Müəyyən qidalarla qidalanmaq üçün belə qarşılıqlı uyğunlaşmanın əhəmiyyəti şübhə doğurmur. Dörd ayağın köməyi ilə hərəkət edən və arxa ətrafların uzunluğu, ətrafın uzunluğu ilə boyunun uzunluğu arasında uyğunluq müşahidə edilir ki, bu da hərəkət və qida əldə etmək üçün əhəmiyyətlidir. İlanlarda ətrafların reduksiyası ilə eyni vaxtda bədənin uzanması baş vermişdir (sürünməyə uyğunlaşma). Balınakimilərdə tük örtüyünün reduksiyası, dərialtı piy qatının inkişafına səbəb olmuşdur (su mühitində termotenzimləməyə uyğunlaşma). Bioloji koordinasiyalar müxtəlifdir və mühit şəraitinin dəyişilməsi ilə onlardan biri dağılır, lakin digərləri ye-

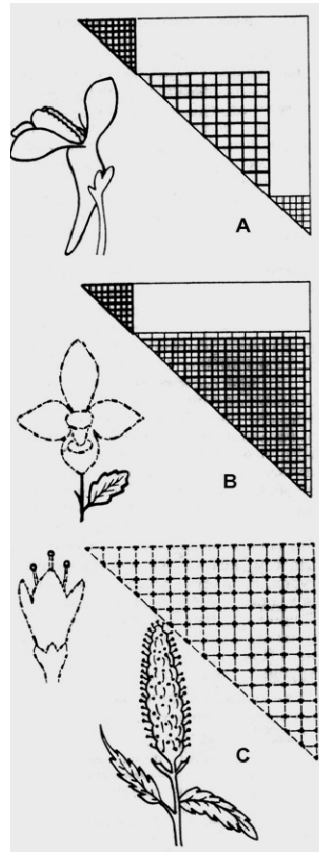
nidən toplanır.

Seçmənin təsiri nəticəsində orqanizmin ayrı-ayrı hissələri arasında istənilən münasibət müəyyən edilir. L.D.Kolosov tərəfindən yabanı kətanın (*Linaria*) və dəstərək (*Veronica*) bitkilərinin növlərində 20 əlamət arasında korrelyasiya əlaqəsi öyrənilmişdir (şəkil 14.6). Öyrənilən əlamətlər bitkilərin aşağıda göstərilən hissələrin ölçülərinə aiddir: gövdə, yarpaq, çiçək qrupu, kasacığın hissələri, çiçək tacı, dişicik, erkəkcik. Məlum olmuşdur ki, öyrənilən əlamətlərin korrelyasiyası tozlanmanın xüsusiyyətlərindən asılıdır.

Adi kətan otunda (*L. vulqaris*) sərbəst korrelyasiya çiçəkyanlığının hissələrinin – erkəkcik, dişicik və tozluğun ölçülərini əmələ gətirir.

Koordinasiya və korrelyasiya öz aralarında əlaqəlidir. Korrelyasiyalar koordinasiyalar üçün əsas kimi xidmət edir. Korrelyasiyalar, fərdi inkişafda formaəmələgəlmə prosesində morfofizioloji qarşılıqlı asılılığa aiddir, onda koordinasiyalar növün tarixi uyğunlaşma norması kimi toplanır. Korrelyasiya sisteminin təkamül tarixi inkişafda fərdlərin tamlığını gücləndirir.

**Şəkil 14.6.** Yabanı kətanın (*Linaria vulqaris*, A) və dəstərəkin iki növünün (*Veronica Krylovii*, B; və *V. Congifolia*, C) 20 əlamətinin korrelyasiya əlaqələri. Təbii seçmənin ontogenezə hərtərəfli təsiri göstərən misal (şəkil L.D. Kolsovdur).



## 14.2. Ontogenezin embrionlaşması

Üzvi aləmin tarixi inkişafı prosesində ontogenezin progressiv mürəkkəbləşməsi nəticəsində onun ilkin inkişaf mərhələləri spesifik uyğunlaşma əlamətləri qazanır. Bu əlamətlər, yəni inkişafın ana bədənində keçməsi və ya əmələ gəlmiş xüsusi örtük (toxum və ya yumurta qabığı) rüşeymin inkişafını qoruyur. İnkişafın bu xüsusiyyəti *ontogenezin embrionlaşması* adlanır. Artıq məlum olduğu kimi, embrional inkişaf canlıların erkən xüsusiyyəti olmayıb təkamülün nəticəsidir. Bu zaman embrionlaşma, mürəkkəbləşən rüşeymi daha çox müdafiə olunan edir və daimi daxili mühitdə inkişaf ideyasını əks etdirir (cədvəl 14.2).

**Cədvəl 14.2.** Bitki və heyvanlarda ontogenezin embrionlaşması ilə əlaqədar dəyişilməsi

Embrionlaşmanın əlamətləri	Bitkilər	Heyvanlar
Rüşeymin müdafiəsi	Toxum qabığının formalaşması, vegetativ cücerti və rüşeymin qida ilə təmin edilməsi, xırda toxumların iri toxumlarla əvəz olunması	Yumurta qabığının formalaşması, yumurtanın ehtiyat qida ilə təmin olması, xırda yumurtaların iri yumurtalarla əvəz olması
Nəsil qayğısına qalma	Toxumun yumurtalıq ilə müdafiə olunması (gələcək meyvə ilə), ana orqanizmin himayəsi altında vegetativ cücertinin inkişafı	Yumurta üzərində kürt yatma, bala çıxarma, yuva qurma, fərdi təcrübəni nəslə ötürmə
İnkişaf tsiklinin sadələşməsi	Qametofitin reduksiyası və sporofitin rolunun güclənməsi, neoteniya	Metamorfozlu inkişafdən düzünə inkişafa keçid; neoteniya
Daxili mühitin rolunun güclənməsi	Rüşeym kisəsində ziqotun inkişafına keçid	Plasentalılığın, amnionun, allantoisin, iribaladoğmanın meydana gəlməsi

Bu halda heyvanların və bitkilərin ontogenezinə funksiyaların konvergensiyası (seçmənin oxşar istiqamətli təsirinin nəticəsi) xüsusi yer tutur.

Heyvanlarda embrionlaşmanın uyğunlaşma əhəmiyyətini müxtəlif tip embrional inkişafın təkamülü misalında görmək olar.

Bir sıra heyvanların təkamülündə ilkin olaraq sərbəst sürfə inkişaf tipi meydana çıxmışdır. Belə inkişaf tipi sarılıq ehtiyatı az olan xırda yumurta qoyan heyvanlar üçün (bağırsaqqoşluqlulara, süngərlərə, çoxqıllı qurdlara, xərçəngkimilərə, şirin su sümüklü balıqlarına, amfibilərə və s.) xarakterikdir. Belə heyvanların sürfələri azad və sərbəst yaşaya bilir. Sarılığı çox olan yumurtaların əmələ gəlməsinə keçiddə sürfə tipli inkişaf sürfəsiz tipli inkişaf ilə əvəz olunur (başayaqlı molyusklar, sərbəst yaşayan dəniz qurdları, akulalar, miksirlər, bəzi suda-quruda yaşayanlar, reptillilər, quşlar, yumurtaqoyan məməlilər). Sürfəsiz inkişafda rüşeym yumurtanın qida ehtiyatından istifadə edərək uzun müddət yumurta qabığı ilə müdafiə olunur. Onurğalılarda quru həyatına uyğunlaşmasında sürfəsiz inkişaf tipinə keçilməsinin böyük əhəmiyyəti olmuşdur. Bu zaman yumurtada qida ehtiyatı artır, amnion, allantois və seroz formalaşır, yumurtanın bölünməsi və rüşeymin bəzi inkişaf mərhələləri dəyişir. Bütün bunlar rüşeymin daha mürəkkəb inkişaf imkanını müəyyən edir. Reptillilərdə və cücəli quşlarda yumurtadan çıxmış balalar fəal və sərbəst həyat keçirə bilir. Rüşeymin inkişafı digər növün fərdinin bədənində (parazit həyat zamanı) və ya ana bətnində getdikdə, seçmə xırda yumurtaların artması istiqamətində baş verir və yənidən sürfəsiz inkişafdan təkrar sürfəli inkişaf tipinə keçilir (nemertinlər, zəlililər, soxulcanlar, böcəklər, qarışqalar, əqrəblər, kəsəli və plasentalı məməlilər). Təkrar sürfəli inkişaf tipi yüksək uyğunlaşma və mürəkkəb metamorfoz prosesinin sadələşməsinə görə ilkin sürfələrin inkişafından fərqlənir.

Ümumiyyətlə, heyvanlarda və bitkilərdə ontogenez zamanı embrionlaşma çoxlu dəyişkənliklərlə baş verir və rüşeymin inkişafında daxili mühit onu xarici mühitdən xilas edərək öz üstünlüyünü sübut edir. Embrionlaşma mürəkkəb rüşeymin sürətli və qənaətlə inkişafına imkan verir. Beləliklə, embrionlaşma ontogenezin təkamüldə yeni adaptasiyalar qazanmasına və onun təhlükəsizliyinin daha da güclənməsinə imkan yaradır.

Embrionlaşmanın əsas nəticələrindən biri rüşeymin onun üçün zəruri olan qida ilə təmin etmək və onun qısa vaxt ərzində inkişafına nail olmaqdır. Embrionlaşmanın qüvvətlənməsi zamanı rüşeymin müdafiə olunması ilə əlaqədar seçmə, yumurtaların və



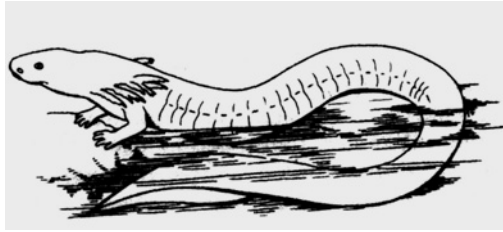
rüşeymin kiçilməsi, rüşeymlərin həyatilik qabiliyyətinin yüksəlməsi istiqamətində gedir. Embrionlaşmanın yüksək mərhələsi, diridoğma hesab edilir. Məməlilərdə rüşeymin müdafiəsinin artması embrional inkişafın morfogenetik korrelyasiyasının güclənməsi, digər heyvanlarla müqayisədə onları, yəni məməliləri konservativ edir. Embrional mərhələlərin konservativliyi, görünür ki, xırda mutasiyaların effektini zərərsizləşdirir, lakin ona zəif mutasiyalar hüdudundan da kənara çıxan mutasiyaların meydana gəlməsi, bu mutasiyaları daşıyan fərdlərin eliminasiyasına səbəb olur. Bununla da, neoteniya və fetalizasiya kimi hadisələr ilə embrionlaşma, təkamüldə ontogenezin tamlığının güclənməsini təmin edir.

**Neoteniya.** Təkamülün gedişi prosesində, ontogenezin erkən (süfrə mərhələsində) mərhələsində çoxalma qabiliyyətinin meydana gəlməsi *neoteniya* adlanır. Əksər hallarda bu dairədən olan hadisələr pedomorfoza, progenezə (ilk mərhələlərdə difinitiv əlamətlərin formalaşması) aid edilir. Neoteniya formaları üçün vaxtından əvvəl yetişmə (akselerasiya) xarakterikdir. Cinsiyyət yetişkənliyinə çatmış fərdlər, bu zaman zahiri görünüşünü saxlayır.

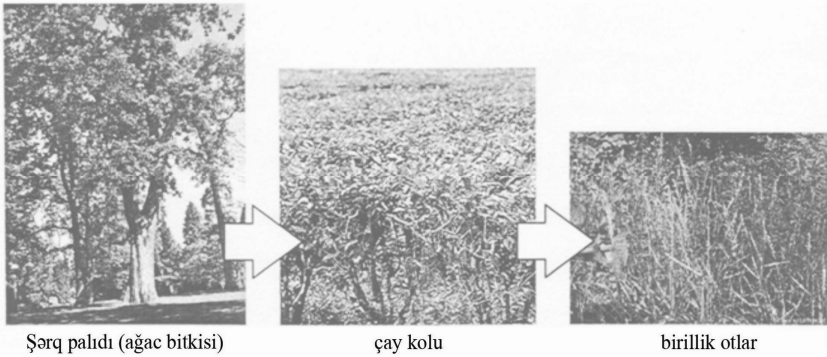
Neoteniya daimi və fakültativ olur. Adi aksolotda (*Ambystoma mexicanum*) süfrələr metamorfoz keçmədən cinsiyyət yetişkənliyinə çatmış vəziyyətdə olur. Onlar bütün ömrü boyu xarici qəlsəmələri və quyruq üzgəcini saxlaya bilirlər. Eyni zamanda onu da qeyd etmək lazımdır ki, onlar metamorfoz qabiliyyətini də saxlayırlar. Daimi qəlsəməli suda-quruda yaşayanlarda, o cümlədən böyük sirendə (quyruqlu amfibilərdən) (*Siren lacertina*) metamorfoz qabiliyyəti tamamilə itirilmişdir və cinsiyyət yetişkənliyi onlarda həmişə süfrə dövründə baş verir (şəkil 14.7) ki, bu da onların irsiyyətində möhkəmlənərək nəsil-dən-nəslə ötürülür.

Neoteniya böyük sistematik qrupların təkamülündə mühüm rol oynaya bilər. Belə bir fikir R.Qarstanq və Q. de. Birə məxsusdur. Neoteniya yolu ilə, daha doğrusu pedomorfoz yolu ilə cücülərin çoxayaylıqların süfrəsindən, ot bitkilərinin müxtəlif qrupları – ağacşəkillilərdən əmələ gəlməsi güman edilir. Ot bitkilərinin bir hissəsinin neoteniya yolu ilə əmələ gəlməsi heç bir şübhə

doğurmur (şəkil 14.8). Birillik ot bitkiləri yuxarı yarus mərhələlərinin sıradan çıxması və çoxalma funksiyalarının aşağı yarus mərhələlərinə ötürülməsi yolu ilə meydana çıxmışdır. Ot bitkilərində ağac bitkilərinin əlamətləri demək olar ki, birdəfəlik möhkəmlənmişdir. Sadə örtülütoxumlular arasında ot bitki (*Maqno-liales, Trochodendrales*) formalarına nadir hallarda təsadüf edilir, lakin cavan filogenetik şaxələrdə (*Aasteraes, Lamiales, Poales*) bu formalar üstünlük təşkil edir.



**Şəkil 14.7.** Daimiqəsməli amfibiya-böyük siren (*siren lacernita*) metamorfoz qabiliyyətini itirmişdir və yalnız su mühitində yaşayır. Bu neoteniya aid misaldır (İ.İ.Şmalhauzenə görə, 1969)



**Şəkil 14.8.** Təkamül prosesində ot bitkilərinin ağac bitkilərindən əmələ gəlməsini göstərən ardıcılıq

Ağaçşəkilli ot bitkilərinin toxumları torpaq əmələgəlmə prosesində çox mühüm rol oynamışdır. Ağacların güclü kök sistemi ana süxurun mineral maddələrini bioloji dövriyyəyə daxil olmasını təmin etmiş və onların bitkilər tərəfindən mənimsənilməsini asanlaşdırmışdır. Ot bitkilərinin əhəmiyyəti yerin üst qatında

üzvi və canlı maddələrin toplanmasından ibarətdir. Ot bitkilərinin meydana gəlməsi ilə həyatın məcmusu və maddələrin bioloji dövriyyəsinin ölçüsü artmış, ekosistemlər daha sabit və qapalı olmuşdur

Neoteniyaaların çox mühüm təkamül nəticələri dar uyğunlaşmaların aradan «çıxarılmasından» ibarətdir. Neoteniyaalar zamanı ontogenezin ixtisaslaşmış son mərhələlərinin itirilməsi baş verir. Neoteniyaaların təkamül baxımından digər bir nəticəsi də nəsil növbələşmələri üçün zəruri olan vaxtın ixtisar olunmasıdır. Neoteniya formalarında həmin astronomik zaman kəsiyində çoxlu sayda nəsilər əvəz oluna bilər, daha doğrusu bioloji vaxt sürətlə keçə bilər.

Məlum olmuşdur ki, neoteniyaada baş verən nəsil növbələşməsinin sürətlənməsi və deiktisaslaşma, mühit şəraitinin dəyişməsi zamanı yeni uyğunlaşmaların əmələ gəlməsini asanlaşdırır. Bu səbəbdən neoteniya qruplarının təkamül elastikliyi yüksəkdir. Akselerasiya yalnız neoteniyaaların nəticəsi olmaya da bilər. Bitkilərin təkamülündə akselerasiya, əlavə köklərdə zoğların əmələ gəlməsilə, budaqlarda ana orqanizmlə əlaqənin itirilməsi ilə və parazit formalarda dezembrionlaşma ilə əlaqədardır. Bütün bu hadisələr təkamüldə ümumi strategiyanın tənzimlənməsinə (idarə olunmasına) gətirib çıxarır. Beləliklə, təkamüldə bu və ya digər nəticəyə müxtəlif yolla nail olmaq olar.

**Fetalizasiya.** Fetalizasiya, ayrı-ayrı orqanların, yaxud onların sisteminin ontogenezinin tempinin ləngiməsi və bunun nəticəsində yaşlı orqanizmlərdə müvafiq əlamətlərin embrional vəziyyətinin saxlanması ilə orqanizmlərin təkamülü dəyişməsi üsuludur. Məsələn, suda-quruda yaşayanların, qığırdaqlı balıqların və dəyirmiağızlıların skeletində embrion skelet toxumasının (qığırdağın) saxlanmasını, insanın başında beyin qutusunun çənə şöbəsi üzərində üstünlük təşkil etməsini göstərmək olar. K.Lorensin təsəvvürlərinə görə, məhz davranış fetalizasiyası, ev heyvanlarının əcdadlarında davranışda infantil əlamətlərin (embrional, yaxud kiçik yaş dövrünün xüsusiyyətlərinin saxlanması) saxlanması insan tərəfindən onların əhliləşdirilməsinə şərait yaratmışdır.

Fetalizasiyaya analoq olan, çox ehtimal ki, bir sıra qrupların

ontogenezin *adulmizasiyanı* (lat. *adultus* – yaşlı), yəni ontogenezin erkən mərhələlərində defenitiv əlamətlərin meydana çıxması kimi təkamülü xüsusiyyəti ayırmaq olar. Buna misal kimi, doğuş vaxtında qulaq sümükləri və bütün eşitmə sisteminin, kürəkayaqlılarda yerdə qalan digər hiss orqanlarına nisbətən tez formalaşmasını göstərmək olar.

Beləliklə, ontogenezin təkamülünün mühüm nəticələrindən biri embrionlaşmanın güclənməsidir. O, çoxalma prosesinin intensivləşməsinə və müdafiəsinə, inkişafın sabitləşməsinə gətirib çıxarmışdır. Lakin çoxalma prosesi daha çox davamlılığı ontogenezin avtonomlaşması zamanı qazanmış olur.

### **14.3. Avtonomlaşma ontogenezin təkamülünün əsas istiqamətidir**

Ontogenezin təkamülü prosesində müxtəlif tənzimləyici mexanizmlər əmələ gəlir və bütövlükdə ontogenetik inkişafın davamlılığının yüksəlməsi baş verir. Fərdi inkişafda xarici mühitin fiziki-kimyəvi amillərinin determinəedici rolunun tədrici azalması müşahidə edilir. Təkamül prosesində, inkişafı determinə edən mühit amillərindən daima təkrar olunan mühit amilləri normal inkişaf amillərinə çevrilir. Orqanizm, mühitin qısamüddətli dəyişilmələrindən və təsadüfi təsirlərindən tədricən «azad» olur: təkamül prosesində o avtonom olur, inkişafın xarici mühit amilləri daxili amillərlə əvəz olunur.

Fərdi inkişafın davamlılığının artması onu xarici mühitin dağıcı təsirindən azad edir. İ.İ.Şmalhauzenin fikrinə görə xarici mühitin fiziki-kimyəvi amillərinin determinəedici əhəmiyyətinin ixtisar olunması ilə inkişafın nisbətən davamlılığına gətirən proses təkamülün inkişafında ontogenezin avtonomlaşması adlanır.

Ontogenezin avtonomlaşmasının nəticəsini müxtəlif növ heyvan və bitkilərin inkişafını eyni şəraitdə müqayisə etdikdə daha aydın görmək olar. Məsələn, eyni şəraitdə müxtəlif növ quşların yumurtası inkubasiya edildikdə hər növün yumurtasından özünün xarakter əlamətlərinə malik cücələr çıxır. Ontogenezin avtonomlaşması, sabit bədən temperaturuna malik heyvanlarda temperaturun çox geniş tərəddüdü zamanı normal inkişaf qabiliyyətinin

saxlanmasında üzə çıxır. Demək olar ki, buna bənzər xüsusiyyət bitkilərdə də özünü göstərir.

Ontogenezdə irsiyyətli proqramın tez-tez tənzim olunması üçün ətraf mühitin mümkün həddində olması tələb olunur. Belə ki, bitkilərdə xlorofilin əmələ gəlməsi qısa müddətli işıqlanmada gedir, lakin çiçəklənmə induksiyası isə minimum əlverişli şərait zamanı (fotoperiod, aşağı temperatur, mineral qidalanma) başlayır.

Forma əmələgəlmənin inkişaf etməsinə ilk təkan verən xarici amilin minimum intensivliyindən asılı olan fərdin inkişaf mexanizmi, inkişafın *avtotənzimedic mexanizmi* adlanır. Bu fikir İ.İ.Şmalhauzenə məxsusdur.

Belə bir inkişaf zamanı xarici şəraitin əksər dəyişmələrinin rolu morfogenezin daxili mexanizminin «işə düşməsinə» keçməkdən ibarətdir. Bu, uzun müddətli təkamüldə seçmə, fiziki mühit şəraitinin tez-tez tərəddüd etməsilə orqanizmin inkişafında əlaqənin yaranmasına yönəldikdə baş verir. Ontogenezin davamlılığı avtotənzimlənmənin meydana gəlməsilə bütövlükdə yüksəlir və o hətta nisbətən qeyri-əlverişli şəraitdə də baş verə bilər.

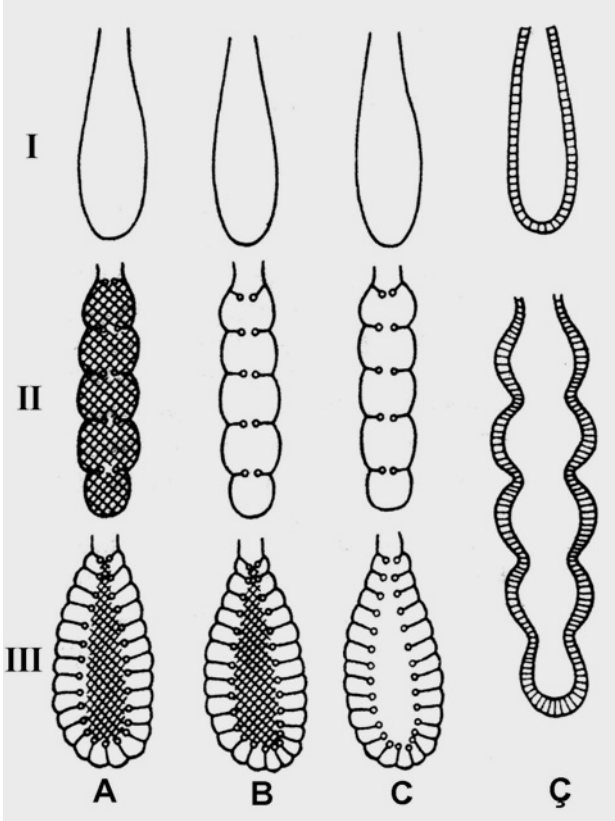
Ontogenezin avtonomlaşması, ideal halda inkişafın xarici amillərinin daxili inkişaf amilləri ilə tam əvəz olunması ilə müşayiət olunur. Onurğalı heyvanlarda ağciyərlərin inkişafı prosesi buna misal ola bilər (şəkil 14.9).

Aksolotlda respirator hissə ağciyər kisələrinin hava ilə gərilməsindən sonra, daha doğrusu hava ilə tənəffüs etməyə başladıqdan sonra inkişaf edir. Qurbağaların sürfəsində hava ilə tənəffüsə başlayana qədər ağciyər toxumalarının ilkin fraqmenti olur. Quru şəraitə daha çox uyğunlaşmış quru qurbağalarında hava ilə tənəffüsə qədər respirator quruluş adı (su) qurbağalara nisbətən daha güclü inkişaf edir. Quşlarda və məməlilərdə ağciyərlərin quruluşu embriogenezin ilkin mərhələsində, onların fəaliyyətə başlamasına qədər formalaşır.

**Ontogenezin tənzimləyici mexanizminin təkamülü.** Təkamül prosesində fərdi inkişafın tənzimedic mexanizmi dəyişilir və təkmilləşir. Təkamül pilləkəninin ən yüksək pilləsində ontogenez prosesi maksimum davamlılığa çatır və bu mühit amillə-

rinin təsadüfi və qısamüddətli dəyişilmələrinin təsirinin aradan qaldırılması ilə çox mühüm uyğunlaşmaya xidmət edir.

Ontogenez, düzünə (nüvədən diferensiasiya olunmuş quruluşadək) və əks informasiyalar prinsipinə görə genetik proqramlar üzrə qol-budaq atmışdır. İ.İ.Şmalhauzenə görə belə inkişaf özünüsəzləmə adlanır. Bu, bir tərəfdən nəticədir, digər tərəfdən ontogenezin avtonomlaşması və onun morfogenetik sabitləşməsidir.



**Şəkil 14.9.** Onurğalı heyvanların müxtəlif qruplarında ağciyərlərin inkişafına aid ontogenezin avtonomlaşmasını göstərən misal. A-aksolotlda (*Ambystoma*); B-sarımsaqiylı qurbağada (*Pelobates*); C-quru qurbağasında (*Bufo*); Ç-kərtənkələdə (*Lacerta*). I-III-inkişaf mərhələləri. İkiqat xətlərlə tənəffüsün təsiri ilə diferensiasiya olunmuş ağciyərlərin bir hissəsi göstərilmişdir. Şəkillərdən aydın olur ki, quru qurbağasında və kərtənkələdə diferensiasiya ağciyərlər fəaliyyətə başlayana qədər gedir.

Avtonomlaşıma hər şeydən əvvəl daxili mühitin rolunun güclənməsi ilə, tənzimedicilə mexanizmin meydana gəlməsi ilə əlaqədardır. Onun əsas xassələrindən biri orqanizmin homeostaz (bioloji sistemlərin daimiliyinin saxlanması qabiliyyəti) vəziyyətini saxlamaq qabiliyyətidir. Homeostaz hadisəsi heyvanlarda yaxşı öyrənilmişdir. Homeostaz bitkilərdə də baş verən hadisədir. İnkişafın (o cümlədən molekulyar səviyyədə) mürəkkəb prosesləri zəncirində ayrıca götürülmüş zəminin labilliyi yeni əmələgəlməyə yaxud nəzərəcarpacaq dərəcədə bütövlükdə tam sistemin fəaliyyətinin pozulmasına gətirib çıxarmır. Məsələn, fosforla və azotla qidalanma pozulduqda bitkilərdə mineral maddələrlə qidalanmanın mənfi nəticələrinin kənarlanmasına gətirib çıxaran sintezin alternativ yolu «işə düşür». Buna bənzər misallar çoxdur və onlar ontogenezdə tənzimlənməni göstərir.

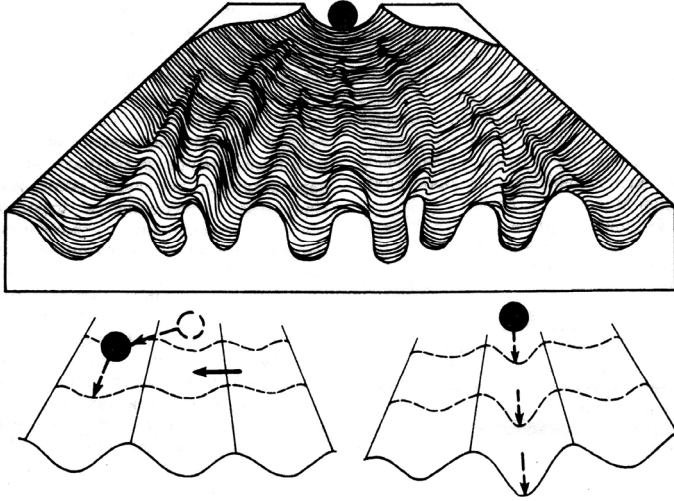
Əksər qruplarda tənzimedicilə mexanizmlərin dəqiq təkamül yolu hələlik kifayət qədər öyrənilməmişdir, lakin bu mexanizmlərin təkamül faktı heç bir şübhə doğurmur. Yada salmaq lazımdır ki, təkamüldə tənzimlənmənin güclənməsi bütün səviyyələrdə təkamülün mühüm prinsipidir.

İndiyə qədər məlum olan hipotezlərdən birinə görə, fenotip epigenetik trayektoriya kimi irəli sürülə bilər. Bu isə öz növbəsində yumurtadan yaşlı orqanizmə qədər aparıcı trayektoriyadır. Lakin bu inkişafa doğru «ox kimi düz» yol demək deyildir, bu çox mürəkkəb bir prosesdir. Buna həm daxili amillər (birinci növbədə genlərin qarşılıqlı təsiri və onların kompleksi, genohormonlar, həmçinin orqanizmin inkişaf edən hissələrinin qarşılıqlı təsiri), həm də müxtəlif xarici amillər təsir göstərir (şəkil 14.10).

Bütöv (tam) fərdin epigenetik trayektoriyası, bu və ya digər dəqiq morfofizioloji əlamətlərin və definitiv orqanizmin meydana gəlməsini müəyyən edən çoxlu sayda xüsusi trayektoriyalarından yığılır. Lakin bu trayektoriyalar bir-birindən asılı deyil. Doğrudur, bu trayektoriyaların hər biri müəyyən dərəcədə avtonomluğa və kanallaşmaya malikdir. Yaxın trayektoriyaları «özünə doğru çəkən» kanallaşmış trayektoriya *kreod* adlanır.

Kreodda inkişafa aid misal kimi maili səth ilə aşağıya doğru hərəkət edən topu təsəvvür etmək olar. Mühit və genetik (muta-

siyalar) təsir topu düzxətli trayektoriyadan kənarlaşdırmağa cəhd göstərir. Lakin müxtəlif orqanizmlərdə kənarlanma dərəcəsi, mümkün kanalların sayında fərq olduğuna görə eyni olmaya bilərlər. Buna görə qeyri bərabər ölçüdə mühitin təsiri topun hərəkətini qonşu kanala yönəltmək imkanına malikdir. Bu kanalda isə «az üstünlüyə» malik bir formada genetik potensial mövcuddur. Odur ki, belə bir inkişaf kanalına görə seçmənin aparılması imkanı yaranır, xüsusilə də bu mutasiyaların amplifikasiyaları şəraitində mümkün olur.



**Şəkil 14.10.** Epigenetik landsaft. Zirvədə şarık-hüceyrə, çökəkliklər-ontogenezdə mümkün olan inkişaf yolları-kreodlər (kreoq-canlı sistemlərin inkişafının quruluş-davamlı yolu) (K.Uodinqtona görə, 1966). Bütöv ox-mühitdə həyəcanlanmanın meydana çıxması, qırıq-qırıq ox hüceyrələrin inkişaf yolu. Seçmə nəticəsində kreodlardan biri üstünlük qazanır – kanal dərinləşir, inkişafın kanallaşması baş verir.

Mürəkkəbliyi və dərinliyi yenicə izah olunmağa başlanan kreodların qarşılıqlı təsiri, ontogenezin bütün prosesinin kanallaşmasına (avtonomlaşmasına) aparır. Bu zaman başlıca təsir göstərən amil, kanallaşdırıcı seçmə kimi fəaliyyət göstərən, daxili və xarici mühitin tərəddüd edən şəraitində «standart» fenotipin meydana çıxmasını müəyyən edən-bu təbii seçmədir.

Ontogenezin avtonomlaşması və tənzimlənməsi olduqca müx-



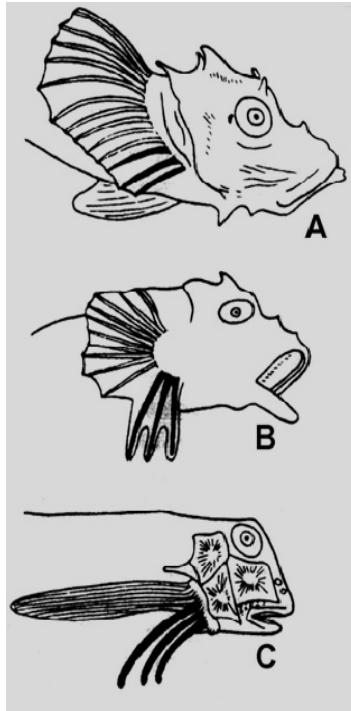
təlifdir, o da doğrudur ki, təkamülün fenomenləri sıx qarşılıqlı təsirdədir. Onlar, təkamül prosesinin gedişi zamanı ona görə meydana çıxıb ki, hər bir növün ontogenezi prosesində irsiyyətli dəyişkənlik imkanları mövcuddur. Ontogenezin bu irsiyyətli dəyişkənlikləri mahiyyət etibarını ilə elementar təkamül materialıdır və istənilən miqyasın filogenezinin yenidən qurulmasında əsas kimi xidməti edir.

#### 14.4. Ontogenez filogenezin əsasıdır

Təkamül təlimində filogeneza təsir göstərən dəyişkənliklər ontogenezdə nə zaman baş verir sualı klassik suallardan biridir. Ontogenez o səbəbdən filogenezin əsası olur ki, məhz fərdi ontogenezlər (fərdlər) təbii seçmənin təsir obyektini olsun. Xırda növ adaptasiyalarını toplayan təkamül dəyişmələri, mahiyyət etibarını ilə ayrı-ayrı fərdlərin ontogenezinin gedişinin davamlı dəyişmələrindən ibarətdir (bunu filembriogenez adlandırmaq olar). Filembriogenez ontogenezin gedişinin təkamül dəyişmələridir.

Ontogenezdə təkamül dəyişmələri inkişafın erkən, orta və son mərhələlərində baş verir. Onlar arasında arxallaksisləri (*yunanca* arche – başlanğıc, allaxis – dəyişmə), deviasiyaları (*yunanca* deviato – kənarlanmalar) və anaboliyaları (*yunanca* anabole – yüksəliş) göstərmək olar.

**Anaboliya.** Orqanizmlərdə hər hansı orqan və quruluş formalaşmasının son mərhələsində təzahür edən təkamülü dəyişkənliklər anaboliyalar adlanır. Belə dəyişmələr ontogenezdə geniş yayılmışdır və hər hansı orqan yaxud quruluşun inkişafının uzanmasına gətirib çıxarır. Hər bir yeni anaboliya ilə rüseymin inkişafının əvvəlki son mərhələsi elə bil ontogenezin dərinliyinə çəkilir. Məsələn, onurğalılarda skeletin quruluşunun dəyişməsi, əzələlərin diferensiasiyası və qan damarlarının paylanması ontogenezin son inkişaf mərhələlərində baş verən dəyişmələrlə anaboliyalarla əlaqədardır. Dəniz xoruzu adlanan balıqda (*Tripla pastinaca*) döş üzgəclərinin inkişafı əvvəl digər yaxın balıq növlərində olduğu kimi gedir, lakin sonradan anaboliya baş verir, üç şüa bir-birindən ayrılır və barmaqşəkilli çıxıntılar kimi inkişaf edir (şəkil 14.11).



**Şəkil 14.11.** Anaboliyalara misal. Dəniz xoruzunda (*Lerigla lucerna*) döş üzgəclərinin inkişafı: A-xulbalığının quruluşu üçün tipik olan iri körpə şüalarla (bütün şüalar pərdəciklə birləşmişdir); B-birinci üç şüa meydana çıxmış daha iri körpə; C-üzgəcin ön hissəsində üç ədəd barmaqşəkilli əlavə çıxıntılar olan yaşlı balıq (A.N.Seversova görə, 1939).

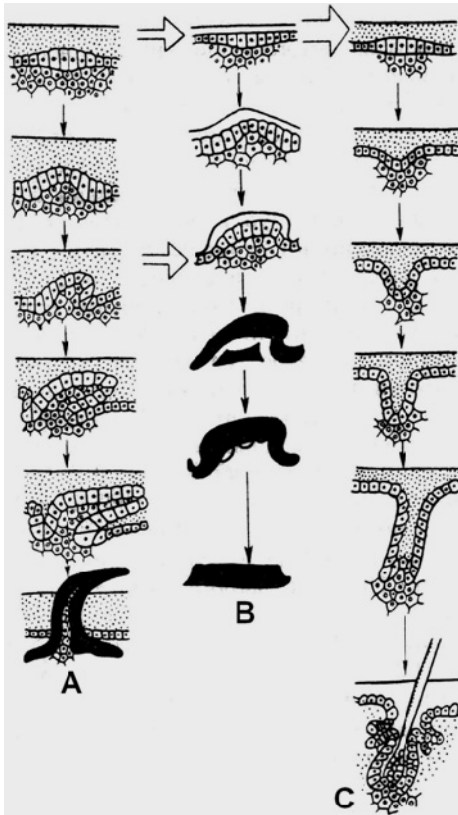
Anaboliya hadisəsinə bitkilərdə də rast gəlmək mümkündür. Belə ki, məsələn güman edilir ki, bir çox bitkilərin toxumunda qanadşəkilli çıxıntı toxumun formalaşmasının son mərhələsində yumurtalıq və ya kasa yarpaqlarının yenidən böyüməsi ilə əlaqədar anaboliya kimi əmələ gəlmişdir (şəkil 14.12).

Anaboliya ontogenezin son mərhələsinin yeni, təkamülü diferensiasiyanın meydana gəlməsinə gətirib çıxarır.

**Deviasiya.** Orqan və quruluşun formalaşmasının orta mərhələlərində təzahür edən təkamülü dəyişmələr deviasiya adlanır. Akulalarda və reptililərdə pulcuqların inkişafı deviasiyalara misal ola bilər (şəkil 14.13).

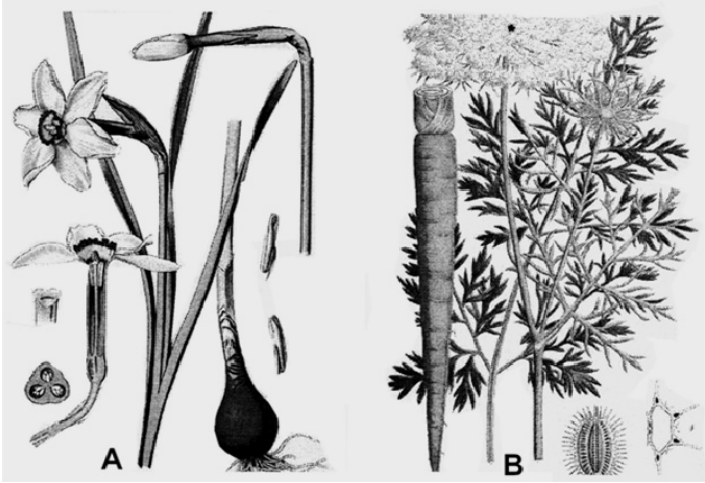


**Şəkil 14.12.** Anaboliyalara misal. Həmmar qarağac bitkisinde (*Ulmus laevis*) toxumlarda qanadçılığın əmələ gəlməsi: 1-bitkinin ümumi görünüşü; 2-çiçəkli budağı; 3-çiçəkləri; 4-qanadçılıq toxum.



**Şəkil 14.13.** Anaboliya, deviasiya və arxallksisə aid misal. Sümük pulcuqların və tüklərin inkişafı: A-balığın sümük pulcuğu; B-reptililərin buynuz pulcuğu; C-məməlilərin tükləri. Birqat oxlar-anaboliyanı, A-dan B-yə qədər deviasiyanı, B-dən C-yə qədər arxalaksisi göstərir. Tük əmələ gələn zaman başlanğıc epidermal hüceyrələr qrupu qabarmır, lakin dəriyə çökür, sonralar rüşeymin bütün inkişafı pulcuqların filogenetik inkişafını təkrar etmir (A.N. Seversova görə, 1939).

Bunların hər ikisində pulcuqların özülü epidermisin alt qatının yerli sıxlaşmasından və onun altında olan birləşdirici toxumanın məməcik kimi toplanmasından başlayır. Akulalarda embriogenezin orta mərhələsində məməciklər böyüyür və pulcuq dişicikləri əmələ gətirir. Sonralar məməciklərin üzəri həmin məməciklər tərəfindən buraxılan sümük maddəsi ilə örtülür. Reptilələrdə isə birləşdirici toxuma epidermis altında toplandıqdan sonra embriogenezin orta mərhələsində deviasiya baş verir, daha doğrusu sümükləşmə prosesi əvəzinə buynuzlaşma gedir. Çox güman ki, bitkilərdə soğanaq və kökyumruları da deviasiya yolu ilə ilkin embrional tumurcuqdan formalaşır (şəkil 14.14).



**Şəkil 14.14.** Deviasiyalara misal. Bitkilərdə soğanaq və kökyumrularının deviasiya yolu ilə ilkin embrional tumurcuqdan formalaşması. A-soğan; B-kök.

**Arxallaksis.** Ontogenezdə orqan və quruluşun özülünün qoyuluşunun başlanğıcında təzahür edən təkamülü dəyişkənliklər *arxallaksis* adlanır. Bu zaman orqanın inkişafında köklü sürətdə yenidənqurulma prosesi müşahidə olunur və nəslin əcdaddan uzaqlaşması baş verir. Məsələn, ilanlarda fəqərələrin, bəzi balıqlarda üzgəclərin, məməlilərdə tükün inkişafı dişli balinalarda dişlərin miqdarının artması ilkin mərhələlərdə özülün miqdarının dəyişilməsinin nəticəsidir.

Arxallaksisə aid misallar çoxdur və onlara bitkilərdə də rast gəlmək olur. Belə ki, bitkilərdə arxallaksis yolu ilə ikiləpəli rüşeymin birləpəlilərə çevrilməsi baş vermişdir. Arxallaksislər ontogenezdə korrelyasiya sistemində nəzərə çarpacaq dərəcədə dəyişkənliklər törədir. Bu səbəbdən ehtimal olunur ki, onlara embrional dəyişilmələrin digər üsullarına nisbətən filogenezdə az-az təsadüf edilir. Ontogenetik dəyişilmələrin göstərilən üsullarının ayrılması xeyli dərəcədə şərtidir, belə ki, onlar qarşılıqlı keçidlərlə əlaqədardır. Təbii seçmənin nəzarəti altında gedən «mutasiyaların adaptasiyalara» çevrilməsi prosesi fərdi inkişafın bütün mərhələlərinə toxunur. Təkamülün gedişi prosesində, inkişafın bütün mərhələlərinə kifayət dərəcədə uyğunlaşan ontogenezlər seçilir. Başqa sözlə, istənilən mutasiyanın adaptasion qiyməti, onun formaəmələgəlmə prosesinin ümumi gedişinə təsirinə görə ontogenezin bütün mərhələlərində yoxlanılır. Formaəmələgətirmə prosesi, xırda gen mutasiyaları zamanı daha az pozulmuş olur. Müşahidələrin göstərdiyi kimi mutasiyalar embriogenezin istənilən mərhələsini dəyişkənliyə uğrada bilər. Buna görə də ontogenezdə təkamülü dəyişilmələr də istənilən mərhələdə meydana çıxma bilər.

Hələ E.Hekkel göstərmişdir ki, təkamül prosesində ontogenezdə dəyişilmələr *heteroxroniya* (bu və ya digər orqanın yaxud quruluşun özülünün qoyulma vaxtının sürətlənməsi; orqan yaxud quruluşun özülünün qoyulma vaxtının ləngiməsi - retradasiya) və *heterotopiya* (quruluşun özülünün qoyulma yerinin dəyişilməsi) nəticəsində baş verə bilər. İbtidai onurğalılardan başlamış quşlara və məməlilərə qədər ürək öz yerini döş boşluğuna doğru dəyişmişdir ki, bu heterotropiyaya, məməlilərdə beynin özülünün reptililərə nisbətən tez qoyulması isə heteroxroniyaya misal ola bilər. Heterotropiyaya aid başqa bir misal kimi bağırsağın yanlarında yerləşən çıxıntılardan ilkin olaraq meydana çıxan ağciyərlərin və üzmə qovuğunun özülünün qoyulma yerinin dəyişilməsini göstərmək olar. Gələcək nəsillərdə ağciyərlər döş nahiyəyə, lakin üzmə qovuğu isə bağırsağın bel hissəsinə yerini dəyişir.

Bir çox formaların dəqiq tədqiqi göstərmişdir ki, proqresdə olan orqanların özülünün qoyulması tez baş verir, sürətlə inkişaf edir və əksinə, təkamül prosesində yox olmuş orqanlar çox yavaş

inkişaf edir, lakin onların özülünün qoyulması ontogenezin daha gec mərhələlərində həyata keçir. Bir qayda olaraq, ontogenezdə özülü gec qoyulan orqanlar filogenetik reduksiyalar zamanı əvvəlcədən yox olur.

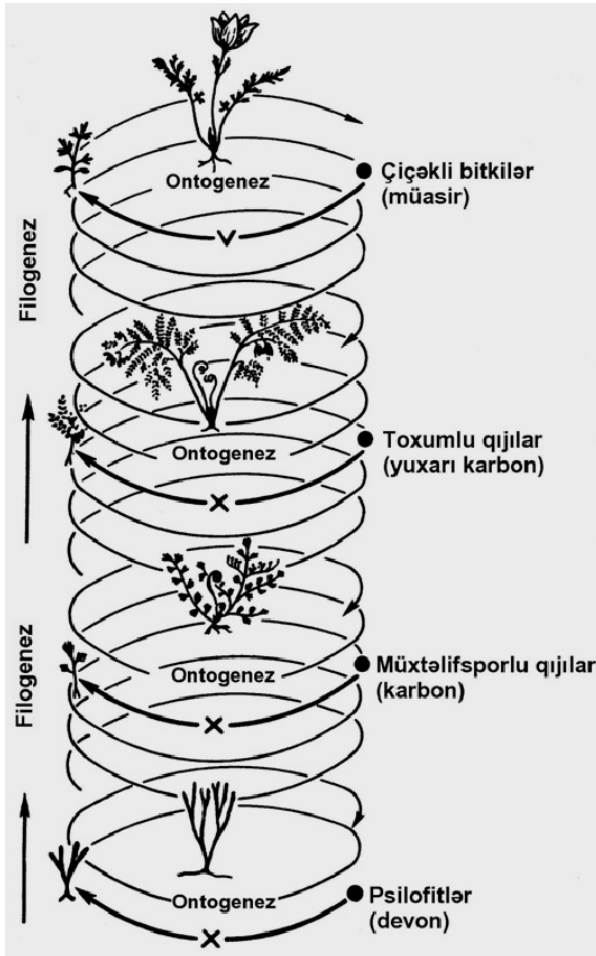
A.N.Seversov filembriogenez haqqında təlimdə filogenezin dəyişilməsi üçün ontogenezin gedişinin dəyişilməsinin əhəmiyyətini qeyd etmişdir. Ontogenezin müxtəlif mərhələlərində dəyişilmələr onlar tərəfindən törədilən təkamülü dəyişilmələr xarakterinə və miqyasına görə fərqlənə bilər.

Təkamülü dəyişilmənin hansı mərhələdə baş verməsindən asılı olmayaraq, adətən ontogenezdə məlum təkrarlar (rekapitulyasiya) müşahidə edilir. Bu fərdi inkişafı şərtlənmənin filogenetik nəticəsidir.

**Rekapitulyasiya haqqında təlim.** Ontogenez yalnız filogenetik inkişafın zəmini deyildir, o həm də onun nəticəsidir. Bu səbəbdən müasir heyvanlarda və bitkilərdə təkamül prosesinin öyrənilməsi, onların embrional inkişafının xüsusiyyətlərinin analizi yolu ilə mümkündür.

Filogenezdə qrupların dəyişilməsi yalnız ontogenezdə dəyişilmə nəticəsində meydana çıxır. Adətən fərdi inkişafın bu dəyişilməsi inkişafın son mərhələsinə aid edilir. K.Berin «*embrioloji oxşarlıqlar qanunu*»na görə ontogenezin ən erkən mərhələlərində əcdad və qohum formaların müvafiq inkişaf mərhələləri arasında oxşarlıq çox saxlanılır. Beləliklə, ontogenez prosesində elə bil ki, əcdad formaların quruluşunun bir çox əlamətləri təkrar olunur. İnkişafın erkən mərhələlərində daha uzaq əcdadların, onun son mərhələlərində isə daha yaxın və ya daha müasir qohum formaların əlamətləri təkrar olunur (şəkil 14.15).

Əgər rüşeym oxşarlıqları ontogenezin erkən inkişaf mərhələləri üçün xarakterikdirsə, rekapitulyasiyalar, əksinə, inkişafın son mərhələlərində nisbətən daha tamlıqla təzahür edir. İki orqanizmin rüşeym oxşarlığı ancaq onların mənşəyinin ümumiliyini göstərir. Rekapitulyasiya isə mövcud orqanizmlərin uzaq əcdadlardan tarixi inkişaf yolu ilə əmələ gəlməsi haqqında məlumat verir. İnkişafın erkən mərhələsində insanın rüşeymi bəliğin, amfibilərin rüşeyminə oxşayır, bir qədər son mərhələlərdə isə insanabənzər meymunun rüşeyminə oxşayır. Belə bir empirik

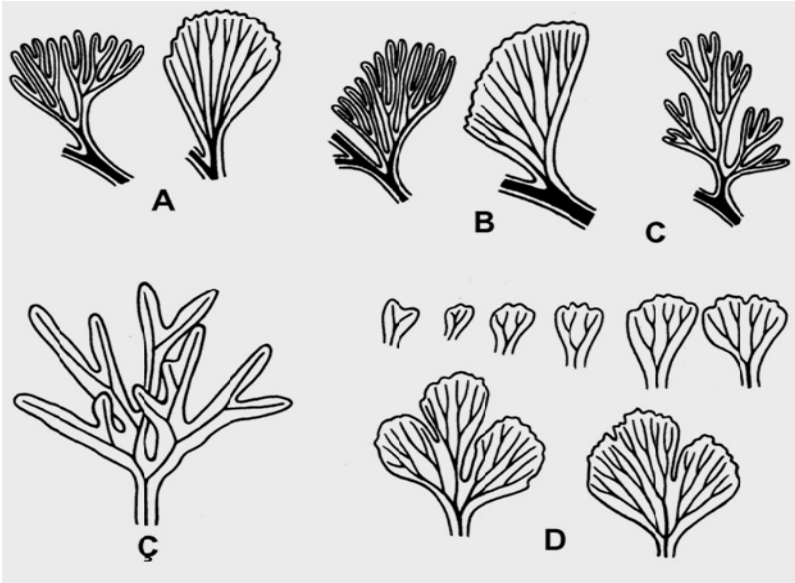


Şəkil 14.15. Çiçəkli bitkilərin inkişafı misalında ontogenez və filogenezin nisbətərini göstərən sxem (V.Simmermana görə, 1966)

qanunauyğunluq rekaptulyasiya haqqında təlimin və biogenetik qanunun əsasıdır.

Bu fikir 1866-cı ildə E.Hekkel tərəfindən irəli sürülmüşdür. Nəzərə alınmışdır ki, biogenetik qanunda göstərildiyi kimi ontogenezdə heç də tarixi inkişafın mərhələləri dəqiq və ardıcıl təkrar olunmur. Belə ki, insan rüşeymi heç bir zaman yaşlı balıq, amfibi, reptili mərhələlərini keçmir, onların ancaq rüşeymləri ilə

oxşar olur. Embriogenezin erkən mərhələləri yüksək konservativliyi ilə fərqlənir ki, bu da filogenetik cəhətdən uzaq olan, lakin qohum formaların rüşeymləri arasında xeyli oxşarlığın saxlanılmasını təmin edir. Embriyal inkişafda əcdad quruluşunun saxlanması ontogenezin formaəmələgəlmə prosesində onların bilavasitə və ya dolayı yolla rol oynaması ilə izah edilir. Xordalı heyvanlarda xorda rekapitulyasiya kimi saxlanılmayıb, inkişaf etməkdə olan rüşeymdə formaəmələgəlmədə induktor funksiyasını yerinə yetirir. Quşlarda ilk böyrəklər də əsil böyrəklərin özülünün qoyulmasında eynilə həmin rolu yerinə yetirir.



**Şəkil 14.16.** Bitkilərdə rekapitulyasiyalara aid misallar. Qıjıkimilərin müasir formalarında nəslə kəsilmiş qıjıkimilər üçün xarakter olan yarpaqların quruluşunun təkrar olunması. A, B, C-paleozoy erasının qıjılarının yarpaqları; Ç, D-müasir qıjıların iki cinsinin ilkin yarpaqları (İ.İ.Şmalhauzenə görə, 1968)

Bir çox tədqiqatçıların və xüsusilə A.N.Seversov və Q. de Birin əldə etdikləri nəticələrə əsaslanaraq sonralar göstərilmişdir ki, biogenetik qanunu bir qədər də dəqiq göstərmək lazımdır. Bu o deməkdir ki, ontogenez prosesində əcdad formalarının müvafiq mərhələlərinin xüsusiyyətləri təkrar olunmaya bilər (şəkil 14.16).



## FILOGENETİK QRUPLARIN TƏKAMÜLÜ

Sistematikanın, paleontologiyanın, biocoğrafiyanın, müqayisəli anatomiya və digər bioloji elmlərin dəlilləri növdən yüksək istənilən səviyyədə təkamül prosesinin gedişini böyük dəqiqliklə bərpə etməyə imkan verir. Bu dəlillərin məcmui filogenetikanın əsasını təşkil edir. Filogenetika, üzvi aləmin böyük qruplarının təkamülünün xüsusiyyətlərini aydınlaşdırmaqla məşğul olan bir sahədir. Müxtəlif biotik və abiotik əhatələrdə, xarici mühitin eyni olmayan şəraitlərində müxtəlif qruplarda təkamül prosesinin gedişinin müqayisə edilməsi, əksər qruplar üçün xarakter olan ümumi tarixi inkişafın xüsusiyyətlərini ayırmağa imkan verir. Qrupların təkamülünün bütün xüsusiyyətləri fenotipləri-fərdlərin morfofizoloji xüsusiyyətlərini öyrənən zaman aydınlaşdırılmışdır. Son onilliklərdə, bu dəlillərin molekulyar-genetik səviyyədə əldə edilmiş dəlillərlə müqayisə edilməsi üzrə tədqiqat işlərinə başlanmışdır.

### 15.1. Filogenezin formaları

Filogenezin formaları arasında – ilkin olaraq taksonların istənilən dəyişilmələri əsasında duran filetik təkamül və divergenziyanı və ikincisi isə paralelizm və konvergenziyanı ayırmaq olar.

Filetik təkamül-təkamülün gedişi prosesində həyat ağacının hər hansı budağında və ya şaxələrində həyata keçən zəruri proses olub, başlanğıc taksonun dəyişilməsinə gətirib çıxarır. Belə dəyişilmələr olmadan heç bir təkamül prosesi baş verə bilməz və buna görə də filetik təkamülü, bilavasitə təkamülün elementar formalarından biri hesab etmək olar.

Həyat ağacının öyrənilmiş paleontoloji şaxələrinin böyük hissəsi filetik təkamülə material verir. Atin əcdadlarının fenakodus – eohippus-miohippus-parahippus-pliohippus – müasir atlara qədər öyrənilməsi filetik təkamülə yaxşı misaldır (bax: şəkil 6.4). Filetik təkamül həyat ağacının istənilən budağı hüduqlarında baş verir: istənilən növ zamana görə inkişaf edir və növün fərdləri bir-birinə nə qədər oxşar olsalar da (ayrılma, deyək ki,

dəyişilməsi qaçılmaz olan mühitdə bir neçə min nəsil), bütövlükdə növ bu vaxt ərzində hansısa bir dəyişikliyə uğrayır. Bu isə mikrotəkamül səviyyəsində filetik təkamüldür. Filetik təkamülün makrotəkamül səviyyəsində problemi yaxın qohum növlərin qruplarının zamana görə dəyişilməsidir.

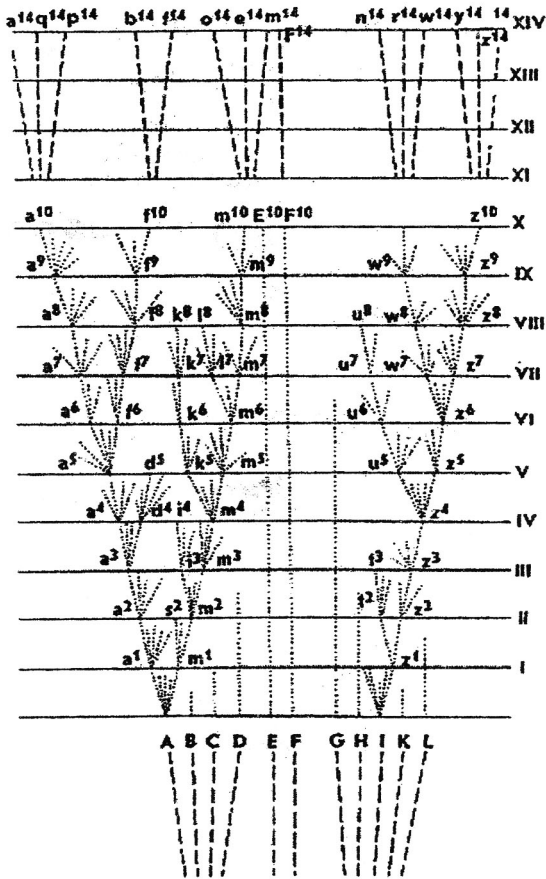
Filetik təkamül təmiz halda (divergensiyasız təkamül) təkamül prosesinin müqayisəli dərəcədə yalnız qısa dövrlərini xarakterizə edə bilər. Lakin o göstərir ki, təkamül prosesi dayana bilməz. Hətta canlı qazıntıların dəyişikliyə uğramadığı halda uzun müddət mövcud olması haqqında danışdıqda belə, onların yalnız nisbi dəyişilməzliyi, müasir formaların, milyon yaxud da yüz milyon il əvvəl (lakin onların identik formaları nəzərdə tutulmur) yaşamış formalarla oxşarlığı nəzərdə tutulur.

***Divergensiya*** – taksonların təkamülünün başqa ilkin formasıdır. Müxtəlif şəraitlərdə seçmənin istiqamətinin dəyişilməsi nəticəsində həyat ağacının vahid mənşədən olan budağının şaxələnməsi – divergensiyası (aralanması) baş verir (şəkil 15.1)

Yer üzərində mövcud olan canlılar aləminin çoxşəkilliliyinin meydana çıxmasında və onun daima artmasında divergensiyanın böyük rol oynadığını Ç.Darvin zəngin materiallara əsaslanaraq göstərmişdir. Divergensiyanın başlanğıc mərhələsini növ daxilində, növün ayrı-ayrı qruplarında hər hansı əlamətə görə daha çox fərq meydana çıxdıqda müşahidə etmək mümkündür. Belə ki, populyasiyaların divergensiyası növəmələgəlməyə gətirib çıxara bilər.

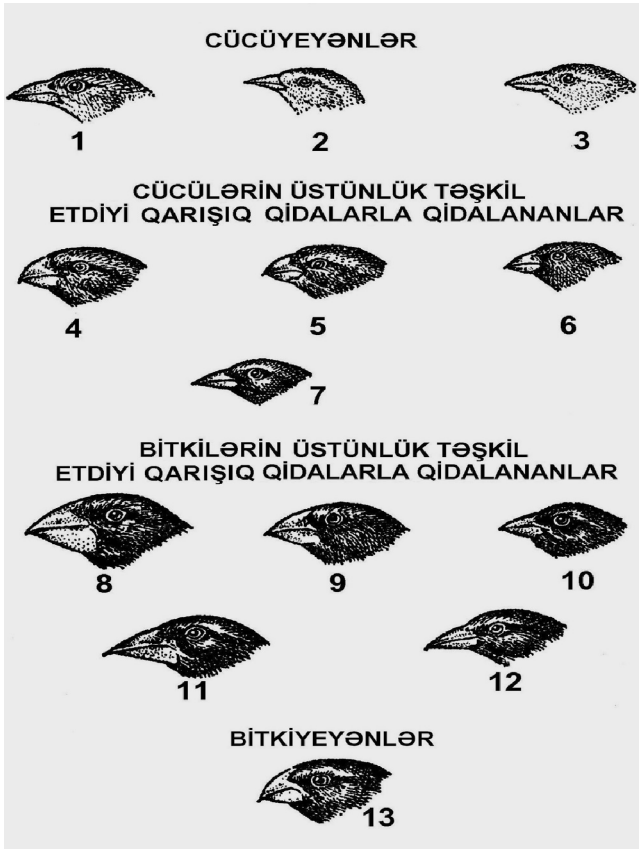
Divergensiyaya aid Qalapaqos adalarında morfofizioloji xüsusiyyətlərinə görə müxtəlif olan vürokların bir yaxud bir neçə əcdad növlərdən əmələ gəlməsini (şəkil 15.2), həmçinin baykal yanüzənlərini (şəkil 15.3) misal göstərmək olar.

Divergent təkamülün mexanizmi elementar təkamül amillərinin təsirinə əsaslanır. Təcridlər, həyat dalğaları, mutasiya prosesi, populyasiyalar və populyasiyalar qruplarında təbii seçmənin xüsusiyyətləri nəticəsində təkamül prosesində valideyn növdən nəzərə çarpacaq dərəcədə fərqlənən əlamətlər qazanır və saxlayır. Təkamülün hansısa anında (bu «an» yaxud «vaxt» bir neçə nəsillər boyu, lakin təkamül üçün yüzlərlə nəsillər boyu uzana bilər), toplanmış fərqlər o qədər əhəmiyyətli ola bilər ki, nəticədə başlanğıc növün iki və daha çox növə parçalanması baş verə bilər.



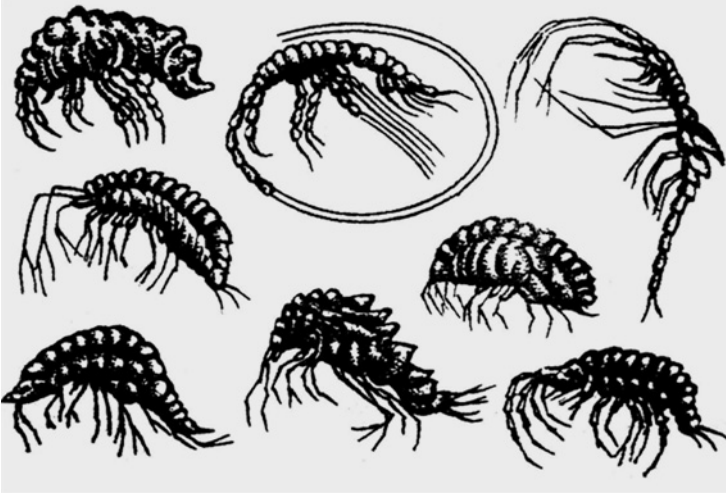
**Şəkil 15.1.** Növlərin və istənilən digər qrupların təkamülünün inkişafı prosesində divergensiyayı göstərən sxem (C.Darvin tərəfindən «Növlərin mənşəyi.....» əsərinə daxil etdiyi yeganə şəkil) İki üfqi xətt arasındakı məsafə 100 nəsələ bərabər götürülür.

Divergensiya hər hansı miqyasda qrupla seçmə formasında aşkara çıxan (növlər, cinslər, fəsilələr və s. saxlanması və ya kənar edilməsi ilə) təkamülün elementar amillərinin, xüsusilə də təbii seçmənin təsirinə nəticəsidir. Lakin qrupla seçmə də nəticə etibarilə, populyasiya daxilində fərdlərin seçilməsinə əsaslanır. Növün məhv olması yalnız ayrı-ayrı fərdlərin ölümü ilə baş verir.



**Şəkil 15.2.** Darwin vüroklarının dimdik formalarının adaptasiyası. 1- ağacdələn vüroklar, alətdən istifadə edənlər; 2-cücüyeyən vüroklar; 3-manqova vürokları; 4-tutuquşu ağac vürokları (cücüyeyən); 5-böyük ağac vüroku (cücüyeyən); 6-kiçik ağac vüroku (cücüyeyən); 7-itidimdik yer vüroku; 8-böyük yer vüroku; 9-orta yer vüroku; 10-kiçik yer vüroku; 11-böyük yer kaktus vüroku; 12-kaktus yer vüroku; 13-ağac vüroku-ətyeməyən.

Divergensiya prosesinin növ daxilində prinsip etibarilə oxşar olmasına baxmayaraq (mikrotəkamül səviyyə), növə nisbətən daha böyük qruplarda (makrotəkamül səviyyə) bu proseslər arasında əsas fərqlər mövcuddur. Belə ki, mikrotəkamül səviyyəsində təkamül bəzən geri dönəndir, növbəti təkamüldə çarpazlaşma yolu



**Şəkil 15.3.** Baykal gölündən bir əcdad növdən əmələ gəlmiş müxtəlif növ yanüzənlər

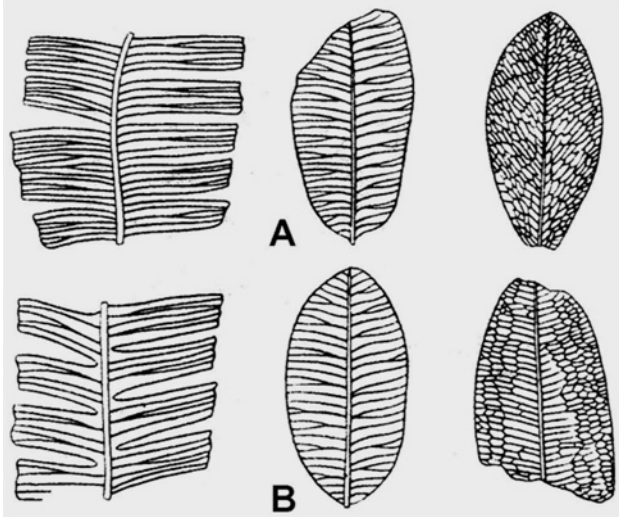
ilə iki müxtəlif populyasiya asanlıqla birləşərək yenidən bir vahid populyasiya kimi yaşaya, həmçinin gələcəkdə təkamüldə iştirak edə bilər. Lakin makrotəkamül prosesində divergensiya geri dönmə deyildir: bir dəfə əmələ gələn növ ulu valideynlər ilə yenidən birləşə bilməz. Filetik təkamülün gedişində bu və ya digər növ şübhə yoxdur ki, dəyişiləcəkdir. Əgər hətta bu növlərin hansısa bir hissəsi gələcəkdə şəbəkəli təkamül yoluna daxil olduğu halda belə, o zaman bunu köhnə növə qayıdış hesab etmək olmaz.

Beləliklə, divergensiya və filetik təkamül filogenetik ağacın bütün dəyişilmələrinin əsasıdır və təbiətdə hər hansı miqyasda baş verən təkamül prosesinin elementar formalarıdır.

**Konvergensiya.** Konvergensiya – genetik qohum olmayan iki və daha çox qrupun oxşar istiqamətdə filetik inkişafı prosesidir. Konvergensiya (konvergent inkişaf) Yerdə həyatın inkişafında çox parlaq fenomenlərdən biridir.

Şəkil 15.4-də müxtəlif vaxtlarda və müxtəlif qitələrdə yaşamış qohum olmayan iki qrup bitki fəsiləsinin yarpaq tipləri göstərilir. Zoologiyada konvergensiyaya aid klassik misal akula (ilkin su formaları), ixtiozavz və balınakimilərin (ikinci su formaları) bədən formasında meydana çıxan oxşarlığı göstərmək olar.

Kəpənəklərin və yarasaların qanadlarını konvergensiyaya misal kimi göstərmək olar. Onların qanadları quruluşuna və funksiyasına görə ümumi xassəyə malikdir, lakin embrional

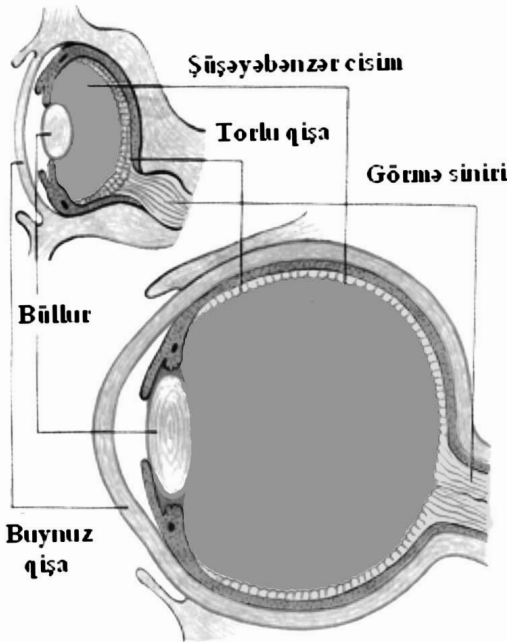


**Şəkil 15.4.** Bitkilərdə yarpaqların quruluşunda konvergent oxşarlıqlar: A-Hindistan və Cənubi Afrikada paleozoy erasında yaşamış çılpaqto-xumlular; B-trias dövründə Qrenlandiyada yaşamış sukadlar (S.Y.Me-yenə görə, 1972)

inkişafın gedişi prosesində tamamilə müxtəlif hüceyrə elementlərindən formalaşır. Onlar filogenetik cəhətdən ümumi deyil. Məməlilərdə və başıyaqlı molyusklarda gözlərin quruluşundakı oxşarlıqlar da konvergensiyaya aid misaldır (şəkil 15.5). Adətən konvergent təkamülə yalnız ayrı-ayrı orqanları yaxud funksiyaları daxil edirlər. Bunlar isə öz növbəsində təbii seçmənin güclü təzyiqinə məruz qalırlar. Molyusklarda və məməlilərdə başqa orqanlarda hansısa bir oxşarlığın olduğunu demək çox çətindir.

Konvergent oxşarlığı divergent oxşarlıqdan hər zaman asanlıqla ayırmaq bir o qədər də asan olmur. Belə ki, məsələn, XX əsrin ortalarına qədər hesab edilirdi ki, dovşankimilərin (*Laqomorha*) müasir gəmiricilərlə (*Rodentia*) qohumluğu ümumi əcdaddan divergensiyaya uğramış qrupa əsaslanır. Yalnız dəqiq tədqiqatlar nəticəsində dovşanları, adadovşanları, otyığanları müasir gəmi-

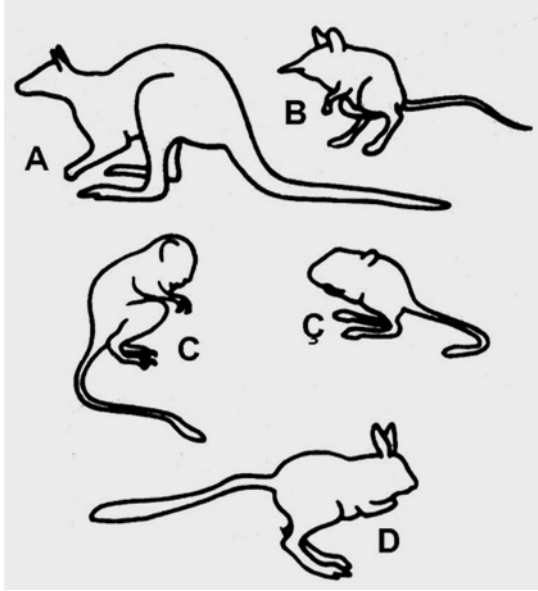
ricilərə deyil, məhz mənşəyinə görə dırnaqlılara yaxın olan xüsusi dəstəyə aid etmişlər. Hazırda aydın olmuşdur ki, dovşankimilərin gəmiricilərlə oxşarlığı konvergensiya, divergensiya deyildir.



**Şəkil 15.5.** Məməlilərdə (aşağıda) və başıayaqlı molyusklarda (yuxarıda) gözlərin quruluşunda olan oxşarlıqlar (konvergensiya)

Konvergensiya qrupların təkamül forması kimi istənilən səviyyədə təkamül prosesi üçün xarakterikdir: müxtəlif fəsilələrdə, dəstələrdə, müxtəlif siniflərdə (akula, ixtiozavr və delfinlərin bədən formasına görə oxşarlıqlar) növlərin konvergensiyasını tapmaq olar. Bir sinif daxilində konvergent misal kimi kisəli və plasentalı məməlilər içərisində bioloji formalardan «canavarları», «ayıları», «göstəbəkləri» və s. göstərmək olar. Tasmaniya kisəli canavarının (*Thylacinus cynocephalus*) və adi canavarının meydana gəlməsi tam birlikdə təkamül prosesinin oxşar istiqaməti ilə müəyyən olunur. Müxtəlif filogenetika əsasında müvafiq ekosistemlərdə oxşar yer tutan xarici görünüşcə oxşar, lakin daxili görünüşcə fərqli formalar meydana gəlir.

Dəstə daxilində konvergeniya, açıq sahələrdə yaşayan «atlanqaclar» adlanan bioloji tipin asılı olmadan, yəni sərbəst əmələ gəlməsi misal ola bilər (şəkil 15.6).



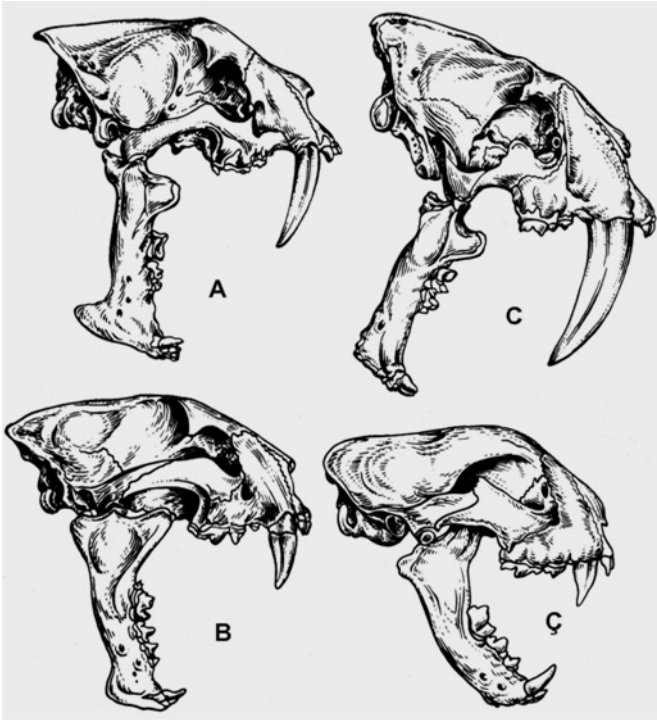
**Şəkil 15.6.** Məməlilərdə bədən formasına görə konvergeniyaya misal: müxtəlif filogenetik qruplarda bioloji tip «atlanqaclar»ın meydana gəlməsi: A-kenquru (*Macropus agilis*); B-cücüyeyən hopbanan (*Macrosclides rozeti*); C-yarımmeymun uzuntopuq (*Tarsius tarsius*); Ç-gəmirici ərəbdovşan (*Jaculus jaculus*); D-uzunayaq (*Pedetes cafer*) (İ.Xerana görə, 1986)

Müqayisə olunan qrupların konvergeniyasının xarakterini müəyyən edən zaman oxşarlıqların nə qədər dərin olması sualı açıqlanmamış qalmaqdadır. İxtiozavr bədən formasına görə akula və delfinə oxşayır, lakin qan-damar sistemi, əzələ sistemi, kəllə, dəri örtüyü və s-nin quruluşuna görə onlar fərqlənirlər. Onlar arasında oxşarlıq yalnız xarici oxşarlıqlardır ki, bu da akulalarda və balınakimilərdə hemoqlobin və DNT molekulunun quruluşunun birbaşa müqayisəsi ilə tam təsdiq olunur. Deməli, onlar arasında bu səviyyədə fərqlər olduqca dərin.

Beləliklə, konvergeniya heç vaxt dərin olmur (filogenetik qohumluğa əsaslanan oxşarlıqlardan fərqli olaraq). Qeyd etmək



olar ki, konvergensiya analogi quruluşa görə oxşarlıqdır, homoloji quruluşa görə oxşarlıq deyildir.

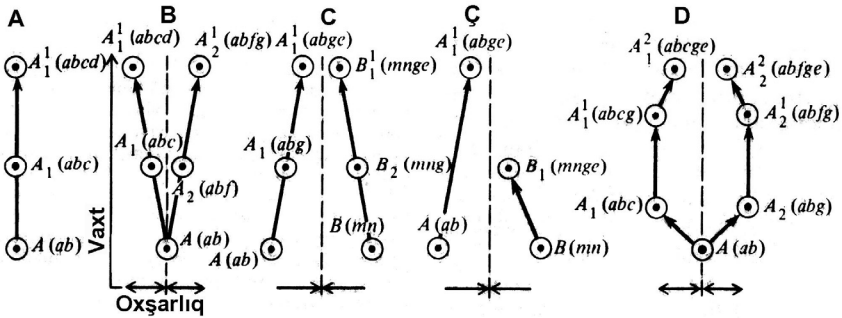


**Şəkil 15.7.** Təkamüldə paralelizmə misal: pişiklərdə qılınçdışliliyin inkişafı. A-maxayord (Hoplophoneus), oliqosen; B-yalançıqılınçdış müasir pişik (Dinistis), həmin vaxtda mövcud olan; C-20-30 milyon ildən sonra meydana gələn maxayord yarım yfəsiləsi Smilodon; Ç-müasir pişiklər fəsiləsindən olan pleystosen qılınçdış pələng (A.Romerə görə, 1968)

**Paralelizm.** İki və daha çox genetik qohum qrupların ilkin divergensiya baş verdikdən sonra oxşar istiqamətdə filogenetik inkişafı paralelizm adlanır. Paralelizmə klassik misal kimi iki qrup dırnaqlı məməlilərin filogeniyasını göstərmək olar. *Litopterna* (*Litopterna*) və atlar (*Egüidac*) öz başlanğıcını *fenakodus* (*Phenagodus*) tipli beşbarmaqlı formadan götürmüşlər. Bir qədər divergensiya baş verdikdən sonra onlarda açıq yaşama mühitinə uyğunlaşma ilə əlaqədar olaraq barmaqların miqdarı ixtisar olmuş və bir barmaq üstə gəzməyə keçmişlər. Bu misalda qrupla-

rın oxşar (asılı olmadan) dəyişilməsi vahid genetik əsasda baş verir. Bu misal sinxron paralelizmə aiddir, daha doğrusu eyni vaxtda mövcud olan qohum qrupların oxşar istiqamətdə inkişafıdır. Paleontologiya daha tez-tez asinxron paralelizmə aid misallar verir, daha doğrusu müxtəlif vaxtlarda yaşamış filogenetik yaxın qrupları sərbəst oxşar xassələr qazanmışdır. Buna aid misal kimi pişiklər fəsiləsinin müxtəlif növlərində qılıncdişlərin inkişafını göstərmək olar (şəkil 15.7).

Qılıncdişlilik pişiklər (*Feliidae*) gövdəsində, bir-birindən asılı olmayan iki gövdədə dörd dəfə meydana gəlmişdir.



**Şəkil 15.8.** Filetik təkamülün (A) və qrupların konvergent (C–sinxron, Ç–asinxron), paralel (D), digergent (B) inkişafını göstərən sxem. Sxemdən görünür ki, paralelizm, divergensiya əsasında əmələ gələn konvergent oxşarlıqla müəyyən edilə bilər.

İstər heyvanlar aləmi və istərsə də bitkilər aləminin təkamülü üçün bir sıra digər misallar da göstərmək olar. Filetik təkamül hadisəsi olan konvergensiya, paralelizm və divergensiyaları sxematik olaraq müqayisə etmək üçün aşağıdakı şəkil daha çox diqqəti cəlb edir (şəkil 15.8).

Nəticə çıxarmaq olar ki, qrupların filogenizinin formalarının müəyyən edilməsi üçün təkamülün müəyyən dövründə qrupların inkişaf yolunu tutuşdurmaq (müqayisə etmək) lazımdır.

## 15.2. Təkamülün istiqamətləri

Filogenetik ağacın ayrı-ayrı gövdələrinin xüsusiyyətlərinin

öyrənilməsi göstərir ki, konkret qidalanma mühitində filiumların təkamülünün iki başlıca istiqaməti mövcuddur.

1. *Allogenez*<sup>1</sup> – eyni miqyaslı adaptasiyalarla fərqlənən çoxlu miqdarda yaxın formaların meydana çıxması ilə eyni adaptiv zona<sup>2</sup> daxilində qrupun inkişafıdır.

2. *Arogenez*<sup>3</sup> – hər hansı yeni prinsiplial uyğunlaşmalar qazanaraq öz adaptiv zonasını kəskin genişləndirməklə başqa adaptiv zonaya çıxmış qrupun inkişafıdır.

Allogenez orqanizmlərin – qrupların üzvlərinin quruluşunun ümumi xüsusiyyətləri və fəaliyyəti əsasında baş verir. Belə bir adaptiv zona hüdudlarında qrupların inkişafı bütün adaptiv zonaların məhdud mövcud olduğu müddətdə uzun zaman davam edə bilər.

Allogenez istənilən qrupda müşahidə edilir. Maqnoiofitlər şöbəsi və cücüyeyənlər dəstəsi misalında, hansı ki, bunların hər birində çoxlu sayda həyati formalar əmələ gəlir, onda təkamülün istiqamətlərini allogenez yolu ilə nümayiş etdirmək olar (şəkil 15.9).

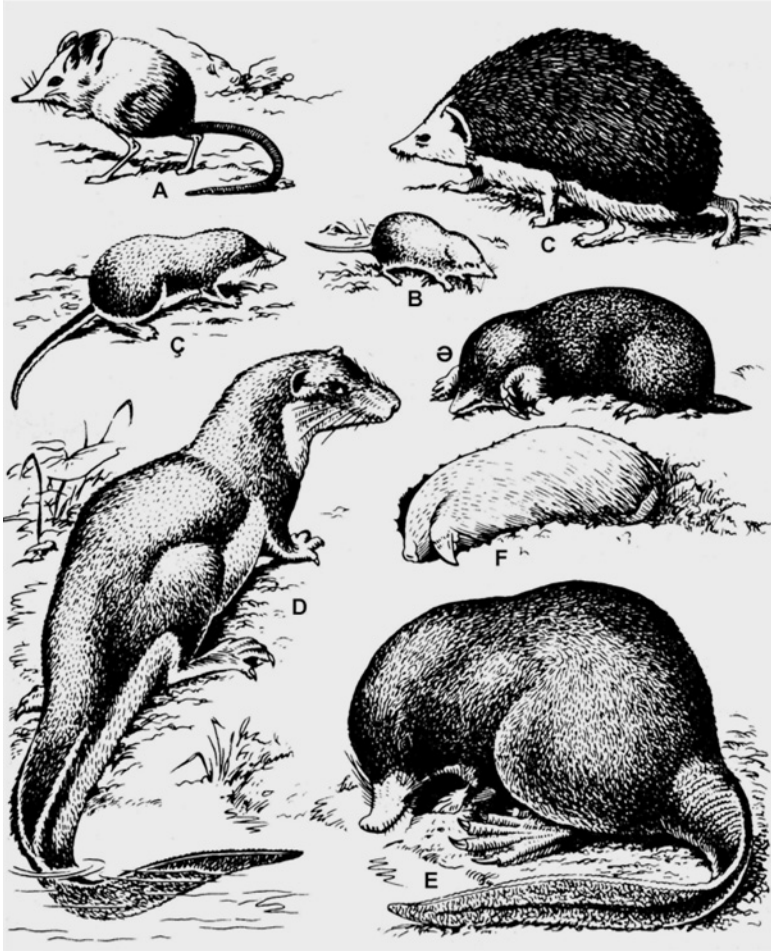
Qrupların inkişaf tipi kimi allogenezi ayıran zaman onun miqyası (cins səviyyəsində, fəsilə səviyyəsində, dəstə və s. səviyyəsində ola bilər) prinsiplial deyildir, lakin filogenetik qız qrupların inkişaf xarakteri prinsiplialdır. Allogenez zamanı onlar mövcud adaptiv zonaya ixtisaslaşmanı müəyyən edən eyni səviyyəli adaptasiyalarla fərqlənir. Belə adaptasiyalar *idioadaptasiya* və ya *allomorfoz* adlanır.

---

<sup>1</sup> Yunanca «allos»–digər, başqa. Qrupların belə inkişaf prosesini göstərmək üçün «allogenez» termini ilə yanaşı «adaptiv radiasiya», «idioadaptasiya», «kladogenez» terminlərindən də istifadə edilir.

<sup>2</sup> Adaptiv zona – kompleks ekoloji şərait olub, mövcud qrup orqanizmlər üçün mümkün olan yaşama mühiti yaradır. Adaptiv zonanın sərhədləri fiziki-coğrafi və bioloji şəraitin son variantları hesab edilir ki, onlarda da müəyyən qrup canlılar mövcud ola bilər (C.E.Simpson)

<sup>3</sup> Yunanca «airo» – yüksəltmək deməkdir. Belə tiptən olan təkamülü göstərmək üçün ədəbiyyatda, həmçinin «apomorfoz», «anagenez» terminlərindən də istifadə edilir.



**Şəkil 15.9.** Məməlilərin cücüyeyənlər dəstəsində alloqenez. Quruda yaşayan formalar: A-atlanqac (*Macrosclides*); B-yereşən (*Sorex*); C-kirpi (*Hemiechinus*); suda-quruda yaşayan formalar; Q-kutor (gəmiricilərdən) (*Neomys*); D-samuru yereşən (*Potamogale*); E-desman (*Desmana*); torpaq altında yereşən forma; L-göstəbək (*Talpa*); Z-qızılqöstəbək (*chrysoohloris*) (S.İ.Stroqanova görə, 1957)

Alloqenez filogenetik formalardan hər biri məlum ixtisaslaşma ilə hansısa adaptiv zona daxilində müəyyən şəraitlə əlaqədardır. Bəzi hallarda belə ixtisaslaşma o qədər uzağa gedir ki, o zaman

qrupların inkişafının ixtisaslaşması haqqında müstəqil tipindən söz açılır.

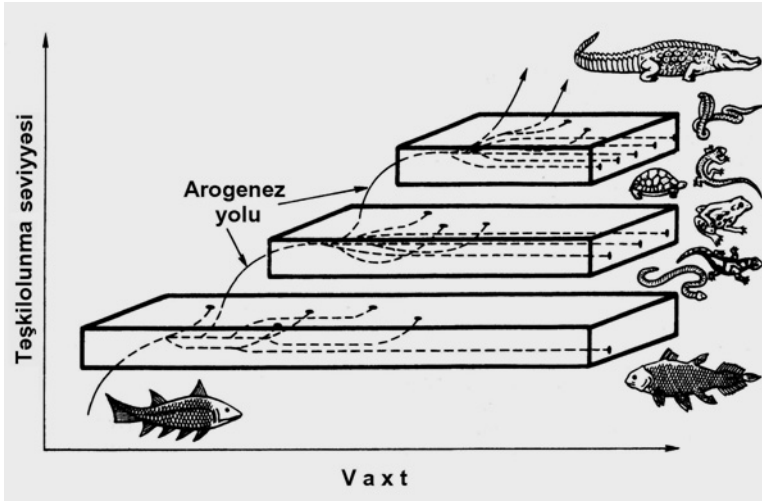
**İxtisaslaşma**, allogenezin son hüdudu olub, qrupun çox dar yaşama şəraitinə uyğunlaşması ilə əlaqədardır (adaptiv zonanın kiçilməsi). Növlərin ixtisaslaşma dərəcəsi müxtəlif ola bilər. Belə ki, dərin ixtisaslaşma kompleks mühüm əlamətlərə toxunduğu halda onda cüzi ixtisaslaşma yalnız ayrı-ayrı əlamətlərə toxuna bilər. Ayrı-ayrı orqanların ixtisaslaşması (bütövlükdə orqanizmin yox) sonralar təkamülün başqa istiqamətlərdə inkişafına mane olmur. Mühitin dəyişilməsilə ixtisaslaşmaya məruz qalmayan orqanlar yenidən dəyişilə bilər.

Təkamül prosesində özünəməxsus yolla ixtisaslaşmanın aradan qaldırılması, ontogenezin son fazalarının itməsi (yox olması) ilə əlaqədar neoteniya keçid baş verir.

**Arogenez.** Paleontoloji məlumatlardan aydın olur ki, hər hansı təbii (adaptiv) zonadan başqa bir təbii zonaya yalnız çox az sayda qruplar keçə bilər. Arogenez adlanan bu keçid müqayisəli dərəcədə çox böyük sürətlə baş verir. Arogenez yolunda bir çox aralıq qruplar yeni zonaya çatmadan «interzonal» (aralıq) sahələrdə məhv olur. Lakin yeni təbii zonaya keçən qruplar, yeni, geniş allogenez yoluna qədəm qoyur. Bu cür keçid prosesi şəkil 15.10-da sxematik verilir.

Qrupları arogenez yoluna aparan, iri, prinsipial adaptasiyalar aromorfoz adlanır.

Arogenezə aid müqayisəli dərəcədə çox da böyük olmayan miqyasda bir misal kimi quşların meydana gəlməsini göstərmək olar. Müasir qrupların əcdadlarının müəyyən adaptiv (təbii) zonaya daxil olmaları uçma orqanı olan qanadların əmələ gəlməsi, dördkəmerli üreyin, havada hərəkəti tənzimləyən beyin şöbəsinin inkişafı, sabit bədən temperaturu sayəsində baş vermişdir. Quruluşunda və fəaliyyətində olan bütün dəyişmələr, trias dövründə yaşamış dinozavrların hansısa bir qrupunu arogenezə yönəlmişdir. Müasir səhra, meşə, suda üzən və dağ quşlarının uyğunlaşması onlarda xüsusi xarakter xüsusiyyətlərin əmələ gəlməsilə – alomorfozlarla müəyyən edilir. Onu da qeyd etmək lazımdır ki, quşlar sinfi daxilində təkamülün tipi allogenez kimi müəyyən edilməlidir.



Şəkil 15.10. Arogenez və adaptiv zona daxilində, yeni adaptiv zonaya keçməklə allogenez yolla inkişaf edən qrupların sxemi (A.N.Seversova görə, 1937).

Bitkilərin həyatında da aromorfozlar baş vermişdir. Belə ki, bitkilərin təkamülündə ötürücü damar sisteminin, epidermanın, həmçinin yumurtalığın və tozcuq borusunun meydana gəlməsi, məhz ali bitkilər tərəfindən qurunun tutulması böyük əhəmiyyətə malik olmuşdur. Şübhəsiz ki, bütün bu dəyişilmələr aromorfozlardır, lakin təkamülün tipi isə arogenezdir.

Nəzərə alınmalıdır ki, heç də təkamül həmişə mürəkkəbləşmə yolu ilə getmir. Bəzi hallarda, yeni adaptiv zonaların tutulmasına aparən arogenez daha sadə quruluşun – morfofizioloji degenerasiyaların, daha doğrusu reqresin meydana gəlməsi əsasında həyata keçə bilər.

İndi də bununla əlaqədar bir neçə xarakter misalla tanış olaq. Parazit həyat tərzinə keçməklə əlaqədar çoxhüceyrəli orqanizmlər üçün, bütöv bir orqanlar sisteminin və quruluşların itirilməsinə qədər quruluşun kəskin dərəcədə sadələşməsilə, başqa çözlə morfofizioloji deqradasiyalarla əlaqədardır. Müasir dövrdə yaşayan heyvanların 4-5%-ni parazit formalar təşkil edir, yəni onurğasızların bütöv tipləri və sinifləri bütövlükdə parazit həyat tərzilə əlaqədardır.

Təbiətdə təkamülün iki əsas istiqaməti mövcuddur. Bunlar

qrupların arogenez yolu ilə inkişafı və qrupların allogenez yolu ilə inkişafıdır. Bu yollar bir-birilə sıx əlaqədardır, daima növbələşməklə biri digərinə keçə bilir. Təkamülün digər istiqamətlərinə (ixtisaslaşma və reqres) mahiyyət etibarilə arogenez və allogenezin xüsusi halı kimi baxıla bilər.

Qeyd etmək lazımdır ki, aromorfozlar (qrupların arogenezini müəyyən edən) və allomorfozlar (qrupların allogenezini müəyyən edən) konkret qidalanma yerinə həmişə adi adaptasiyalar kimi meydana gəlir. Lakin qrupun gələcək təkamülündə onlardan birinin perspektivli olub, qrupun başqa adaptiv zonaya (aromorfozlarla) keçməsinə, digərinin isə az perspektivli, lakin buna baxmayaraq qrupun əvvəlki yaşama şəraitinə səmərəli uyğunlaşmasını (allomorfozlarla) təmin edir.

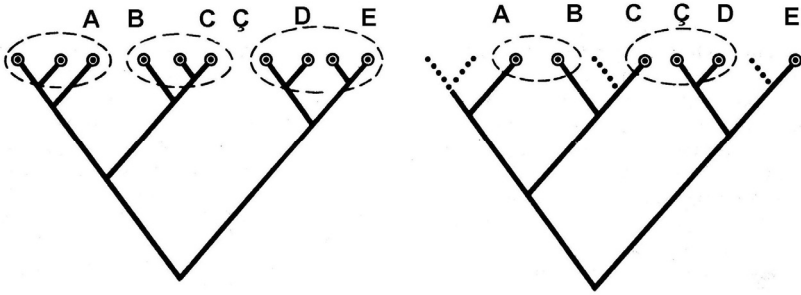
### **15.3. Filogenetik qrupların iyerarxiyalarının mənşəyi**

Bir başlanğıc növdən sıx dəstə formasında (cins) daha ümumi və daha mürəkkəb gövdədə birləşən fəsilə, fəsilənin ayrı-ayrı gövdələri növün daha böyük (dəstə, sinif, tip) konqlomeratlarında birləşə bilər. Bunlar da öz növbəsində ümumi mənşəyə malik olmaları və quruluşlarının oxşarlığı ilə əlaqədardır. Növlərin qarşılıqlı münasibətini təkamül prosesində əks etdirən taksonların iyerarxiya sistemi demək olar ki, belə əmələ gəlir. Bu zaman fəsilə, dəstə, sinif, tip və aləm növdən fərqli olaraq tamamilə başqa keyfiyyətin reallığını təsəvvür etdirir. Ali rəqə taksonların tamlığı, növ daxilində müşahidə edildiyi kimi, onun ayrı-ayrı vahidlərini (populyasiyalarını) təşkil edən genetik inteqrasiyalarla deyil, məhz ümumi mənşəyə əsaslanan «quruluş prlanının» birliyi ilə müəyyən edilir.

İerarxiya prinsipinin hesaba alınması, təkamül prosesinin gedişinin real rolunu əks etdirən filogenetik ağacın qurulmasına imkan verir. Əlbəttə, bu və ya digər növlərin qarşılıqlı münasibətlərinin xarakterinin aydınlaşdırılması və onların müxtəlif cins və yaxud fəsiləyə daxil edilməsi əksər hallarda çox mürəkkəb problemə (xüsusilə də az öyrənilmiş prokariot formalar içərisində) səbəb olur.

Taksonların iyerarxiya sisteminin qurulmasında qırılmalar,

növlərin qrupları arasındakı fasilələr müəyyən aydınlıq gətirir. Lakin qırılmalar müxtəlif üsullarla meydana çıxıb bilər. Onlar bir tərəfdən «həqiqi» ola bilər və əcdadların ümumi gövdəsindən olub, müqayisə edilən qrupların erkən yaxud daha son şöbələrini əks etdirə bilər, digər tərəfdən daha erkən uzaqlaşmanın nəticəsi yox, əksinə, aralıq formaların məhvi ola bilər (şəkil 15.11).



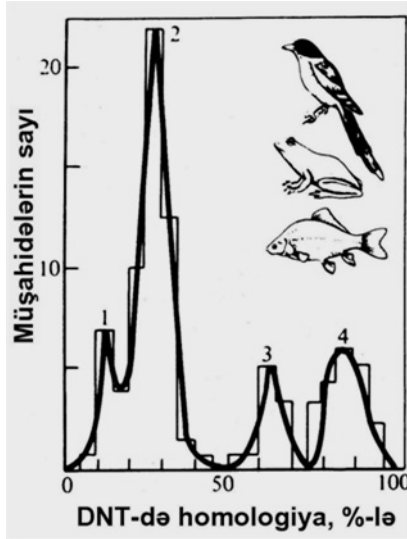
**Şəkil 15.11.** Ayrı-ayrı növlərin məhvindən asılı olaraq bu və ya digər növlərin cinslərdə birləşməsi variantları (A-E). Qırıq-qırıq xətlərlə məhvi olmuş formalar göstərilmişdir.

Həm bu və həm də digər halda sistematik quruluşuna görə yaxın olan növləri bir cinsdə birləşdirmək hüququna malikdir. Lakin belə cinslərin təkamül «məzmunu» müxtəlifdir. Bu müxtəlif təkamül «məzmununa» malik olan digər taksonlara da aiddir. Bu vəziyyətdə o da əlavə olunur ki, növdən yüksək taksonomik qrupların «məzmunu» müxtəlif iri qruplarda kifayət qədər kəskin fərqlənə bilər. Məsələn, quşların dəstəsi cücülərin dəstəsinə, məməlilərin dəstəsinə yaxud ali bitkilərin sırasına heç də ekvivalent deyil.

Son illərdə molekulyar biologiyanın üsullarının inkişafı ilə əlaqədar, taksonların iyerarxiyasını daha da obyektiv ayırmaq üçün maraqlı imkanlar yaranmışdır. Belə ki, məsələn, hər bir orqanizmin genetik proqramının spesifikliyi DNT zəncirlərində nukleotid ardıcılığının zəminləri ilə müəyyən edilə bilər. DNT ardıcılığı nə qədər oxşar (homoloq) olarsa, onda orqanizmlərin yaxın qohumluğu daha çox olar. Molekulyar biologiyada DNT-də homologiyanın kəmiyyət qiymətinin faizi, yəni «molekulyar hibridləşmə» üsulu işlənilib hazırlanmışdır. Belə ki, əgər insanlar arasında DNT-də homologiya 100% qəbul edilərsə, onda insan



DNT-si ilə şimpanze DNT-də homolojiya 92% təşkil edəcəkdir. Heç də həmişə homolojiyanın qiymətinə eyni tezliklə təsadüf edilmir. Şəkil 15.12-də onurğalı heyvanlarda DNT-nin molekulyar hibridləşməsi üsulu ilə müəyyən olunmuş qohumluq dərəcəsinin diskretliyi əks olunmuşdur.



**Şəkil 15.12.** Onurğalı heyvanlarda qohumluq dərəcələrinin diskretliyi. 1-dəstənin; 2-fəsilənin; 3-cinsin; 4-növün səviyyəsi (B.M.. Mednikova görə).

Müxtəlif siniflərin nümayəndələrində DNT-in homolojiyası ən aşağı faiz göstəricisi ilə xarakterizə olunur. Məsələn, quşlar, sürünənlər, balıqlar və suda-quruda yaşayanlarda homolojiya 5-15% təşkil edir. Bir sinif daxilində müxtəlif dəstələrin nümayəndələrində DNT-də homolojiya 15-dən 45%-ə qədərdir, bir dəstə daxilində müxtəlif fəsilələrin nümayəndələrindəki homolojiya isə 50-75%-ə qədər olur. Əgər, müqayisə edilən formalar bir fəsiləyə aiddirsə, onda onların DNT-də homolojiya 75-100% təşkil edir. Bunlara bənzər oxşar vəziyyət bakteriyaların və ali bitkilərin DNT-də də aşkar edilmişdir, doğrudur, onlarda homolojiyanı göstərən rəqəmlər bir qədər fərqlidir. Belə ki, DNT-nin homolojiyasına görə bakteriya cinsləri dəstəyə uyğun gəlir. DNT-də homolojiyanın itməsi prosesinin EHM-də modelləşdirilməsi göstər-

mişdir ki, əgər təkamül «Darvinə görə» aralıq formaların məhv olması variantı üzrə seçmə yolu ilə gedərsə, onda bu cür çoxzırvəli paylanma meydana çıxıb bilər. DNT-nin xüsusiyyətlərinin müqayisə edilməsi, klassik üsullarla qurulmuş filogenetik iyerarxiya sisteminin aydınlaşdırılması üçün olduqca əhəmiyyətlidir.

Taksonların iyerarxiya sisteminin meydana çıxmasının başlıca səbəblərindən biri, qrupların təkamül prosesinin müxtəlif sürətlə getməsidir. Eyni şəraitdə və eyni qruplarda çoxlu sayda növ meydana gəlmişdir. Və tezliklə bu növ sürətlə diferensiasiya olunmuş, divergensiyaya uğramış və yeni formalar yığılmasına başlanğıc vermişdir. Digər qruplar isə olduqca yavaş (ləng) inkişaf etmişdir. Məsələn, hatteriya müasir reptililərin tam bir yarımşifini təşkil edən yeganə növdür, həmçinin də qıncqo bitkilər aləmində tam bir siranın nümayəndəsidir.

**Qrupların təkamülünün tempi.** Yerdə üzvi aləmin dəyişilməsində böyük bir proses kimi təkamül müəyyən vaxt parametri ilə xarakterizə olunur. Sürət, yaxud temp-bütövlükdə təkamül prosesinin mühüm xüsusiyyətlərindən biridir. Bütün canlı qrupların təkamül sürəti eyni olmayıb, ayrı-ayrı dövrlərdə müxtəlif təsiri ilə dəyişikliyə uğrayır. Təkamülün sürətini müəyyən etmək çox çətin olsa da, onu əsasən vahid zamanda təkamül dəyişilmələrinin miqdarı ilə müəyyən edirlər. Bu zaman geoloji (milyon illər ərzində) və ya bioloji vaxtdan (nəsillərin miqdarından) istifadə edilə bilər. Əgər müxtəlif qruplarda təkamülün sürəti müqayisə edilərsə, onda hökmən geoloji vaxtdan istifadə edilir. Bu zaman tədqiq olunması və ölçülməsi nəzərdə tutulan təkamülü dəyişilmələrin tipi müəyyən olunmalıdır. Nəhayət, təkamülün sürəti müəyyən edilərkən dəyişilmələrin miqdarı da müəyyən edilməlidir. Bunun üçün də ölçülərdən istifadə edilməlidir ki, onlar təkamülün sürətini, məsələn, atlarda və oposumda müqayisə etməyə imkan versin. Məlumdur ki, müxtəlif fəsilələrə daxil olan və dəyişilmiş müxtəlif yığım əlamətlərə malik olan qrupların oxşar və fərqli cəhətlərini müqayisə etmək çox çətin-dir.

Ümumiyyətlə təkamül prosesində astronomik vaxt deyil, məhz nəsillərin sayı mühüm rol oynayır. Şübhə yoxdur ki, bunun səbəbi başa düşüləndir, yada salmalıyıq ki, adaptasiyaların mey-

dana gəlməsi mexanizmi, mahiyyət etibarı ilə nəsil növbələşmələrində populyasiyalarda allellərin qatılığının dəyişilməsinə uyğun gəlir. Lakin bir çox qazıntı formalar üçün nəsillərin sayına görə onların təkamül sürətini kifayət qədər dəqiqliklə qiymətləndirmək mümkün deyildir. Buna görə də təkamülün tempini xarakterizə etmək üçün astronomik vaxtın qeyri nəzakətli olmasına baxmayaraq, yenə də bu parametrdən istifadə edilir.

Qrupların təkamül tempinin müəyyən edilməsi üçün başqa yanaşma da mövcuddur. Belə ki, C. Simpson təkamülün sürətini təyin etmək üçün bir filogenetik sırada növlərin əvəz olunma sürətini hesablamığı təklif etmişdir.

#### **15.4. Təkamülün sürətinin kriterilərinin seçilməsi problemi**

Təkamülün sürətinin müəyyən edilməsi bir o qədər də sadə olmur. Təkamülün tempinə baxılan zaman əksər hallarda yalnız tam qrupların dəyişilməsi deyil, həm də ayrı-ayrı əlamətlərin dəyişilməsi nəzərdə tutulur. Qrupların dəyişilməsi ontogenetik diferensiasiyalara əsaslanır (ontogenezdə ayrı-ayrı əlamətlərin meydana gəlməsi və inkişafına), bütün bu problemlər müxtəlifdir. Belə ki, ayrı-ayrı əlamətlərin dəyişilməsinin sürəti probleminə, digər orqan və funksiyaların təkamülünün xüsusiyyətləri ilə birlikdə baxılmalıdır.

Növün təkamülünün sürətini nəzəri olaraq, onun filetik təkamülünün gedişində baş verən dəyişilməsi tempinə görə müəyyən etmək olar. Bu tempi necə ölçmək olar? Çox güman ki, belə bir ölçü nəsillərə hesablanan elementar təkamül hadisəsinin sayı, bundan sonra isə müəyyən vaxtda meydana gələn (nəsillərin sayı) adaptasiyaların sayı ola bilər. Lakin hələlik istənilən qrup üçün adları çəkilən parametrləri praktiki olaraq təyin etmək qeyri mümkündür. Qrupların təkamül tempini, müəyyən vaxt ərzində meydana gələn növlərin sayına görə müəyyən etmək daha əlverişlidir.

**Formaəmələgəlmə tempi.** Yeni növlərin əmələ gəlməsinin sürətinin izah edilməsi (və başqa qrupların da) bütövlükdə təkamülün gedişinin xüsusiyyətlərini başa düşmək üçün çox vacibdir. Hazırda botanika və zoologiyada toplanmış zəngin material

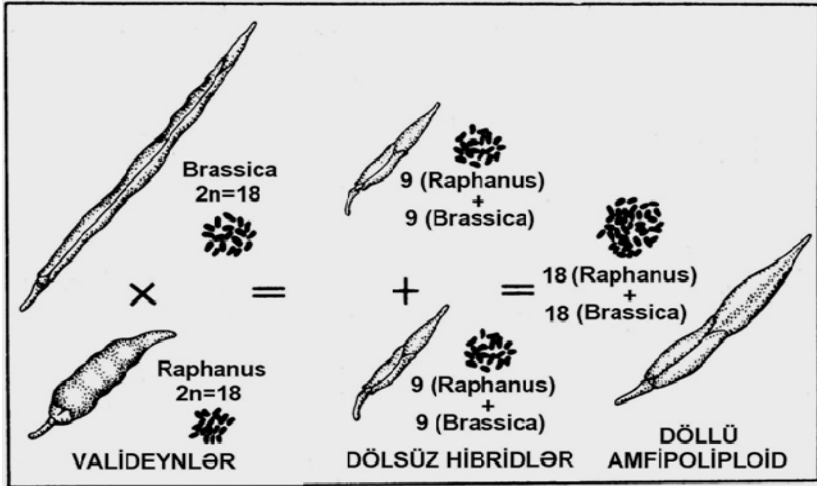
növəmələgəlmənin vaxta görə iki üsulunu müəyyən etməyə imkan verir. Bunlardan biri «qəflətən», (birdən-birə) digəri isə «tədrici» növəmələgəlmə üsullarıdır.

**Birdən-birə növəmələgəlmə** bütün genomun sürətlə dəyişilməsi ilə, məsələn poliploidiya ilə əlaqədardır. Məlumdur ki, poliploid orqanizmin meydana gəlməsi qısa bir vaxt ərzində, yəni bir neçə dəqiqədə baş verə bilər. Meydana gələn poliploid fərd növün bütün digər fərdlərindən genetik təcrid olunur. Poliploid fərdlər əksər hallarda xarici mühitin ekstremal amillərinin təsirinin münasibətinə görə daha davamlı olur və valideyn formaların yaşaya (uyğunlaşa) bilmədiyi yerlərdə (şəraitdə) geniş yayıla bilərlər. Bəzəliklə, yeni fərdlər populyasiyalarda digər fərdlərdən reproduktiv təcrid olunmaqla bir nəsilə meydana çıxırlar. Növlərin poliploid sırası bir çox bitkilər üçün məlumdur. Kartof, ağ yonca, qara yonca, pişikquyruğu, buğda, tut, qızılgül və digər poliploid bitkilər bu yolla əmələ gəlmişdir.

Poliploidiyanın digər bir tipi hibridləşmə ilə (allopoliploidiya), yəni müqayisəli dərəcədə yaxın növlərin genomunun birləşdirilməsi ilə əlaqədardır. Q.D.Karpeçenko kələm ilə turpın hibridləşdirilməsi yolu ilə yeni forma – turp-kələm (*Raphanobrassica*) poliploid forma almışdır (şəkil 15.13). B.I.Astaurova tut bitkisinin iki allopoloid növünü – *Bombux mori* və *B. mandarina* almaq nəzərdə tutulmuşdur.

Qeyd etmək lazımdır ki, başlanğıc formadan yeni əmələ gəlmiş fərdlərin genetik təcridini müəyyən edən genomun sürətlə dəyişilməsinin səbəbi xromosom dəyişilmələri (fragmentlər və birləşmə) ola bilər. Bitkilərin təkamülündə xromosomlararası dəyişilmələrin iştirakının mümkünlüyü tədqiqat yolu ilə çoban yastığının (*Crepis nova*) alınması ilə təsdiq edilmişdir. Bu, valideyn növün xromosomlarının morfolojiyasına görə fərqlənir. Təkamül prosesində, heyvanlarda xromosom dəyişilmələrinin rolu çoxlu sayda aparılmış tədqiqat işlərində və drozofilin (*Drosophila persimilis-virilis*) növlər qrupunda populyasiya-genetik işlərdə göstərilmişdir.

Nəticə etibarlı ilə məlum olmuşdur ki, təbiətdə eyni nəslin digər fərdlərindən reproduktiv təcrid olunmuş fərdlərin sürətlə əmələ



Şəkil 15.13. Turp-kələm – növ dərəcəli formanın sintezi sxemi

gəlməsi (praktiki olaraq qəflətən) mümkündür. Bir sıra nadir olan hallarda belə fərdlər çoxalmaq qabiliyyətinə malik olur və sonrakı nəsillər boyu buna bənzər bütöv bir fərdlər qrupuna başlanğıc verə bilər. Təbii ki, vahid bir fərd (yaxud hətta bir neçə fərd) yeni, forma – növ adlana bilməz. Adlana bilməz ona görə ki, hər cür növ həmişə çoxlu sayda xassələrlə genetik sistem təşkil edir. Bu da öz növbəsində fərdlər sistemi üçün xarakterikdir. Deməli belə alınır ki, artıq təbiətdə köhnə növə aid olmayan və hələ yeni növ əmələ gətirməyən fərdlər mövcud ola bilər. Bu problemin həllini K.M.Zavadski tapmışdır. O, belə yeni formaları növ deyil, növ dərəcəsi forması adlandırmağı təklif etmişdir. Aydındır ki, növə «namizəd» olan çoxlu sayda belə növlərdən yalnız az bir hissəsi həqiqətən sərbəst növə çevrilə bilər. Bunun üçün onlar kifayət qədər yüksək həyatilik qabiliyyətinə malik olmalıdır və valideynlərinə nisbətən onların geniş yayılmasına, həmçinin müəyyən areal tutmağa imkan verən üstünlüklərlə fərqlənməlidirlər. Belə növ dərəcəsi formalarının (əvvəlcə az sayda fərd şəklində, sonra isə ayrı-ayrı kiçik qruplar şəklində) real növə çevrilməsi xeyli sayda nəsillərdə davam etməli və həmişə təbii seçmənin təsiri altında həyata keçməlidir.

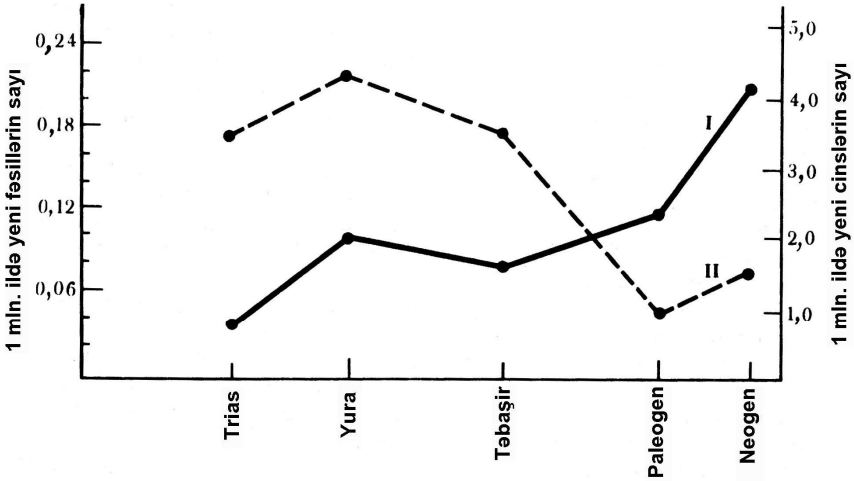
**Təkamüldə tədrici növmələgəlmə.** Hazırda, müxtəlif qruplarda növaltın əmələgəlmə sürətini müqayisəli dərəcədə dəqiq müəyyən etməyə imkan verən çoxlu məlumat toplanmışdır. Onların çoxu son vaxtlarda baş vermiş formaəmələgəlməyə aiddir. Bu və ya digər yerin buzlaşmadan azad olunma vaxtını bilməklə, bu gün bu yerlərdə yaşayan növaltın əmələgəlmə vaxtını inandırıcı dərəcədə qiymətləndirmək olar (cədvəl 15.1).

**Cədvəl 15.1.** Yeni növaltın əmələgəlmə sürətinə aid misallar

Növ	Yeni növaltın əmələ gəldiyi rayon	Dövr, il
Nəcib maral ( <i>Cervus elaphus</i> )	Böyük Britaniya	8 minə yaxın
Ladoqa suitisi ( <i>Pusa hispida lagopensis</i> )	Ladoqa gölü	9 minə yaxın
Sayma suitisi ( <i>Pusa hispida saimensis</i> )	Sayma gölü, Finlandiya	9 minə yaxın
Kəkilli turağay ( <i>Galerida cristata</i> )	Çayın aşağı axarı. Nil, Misir	8-10 minə yaxın
Çöl göyərçini ( <i>Columba livia</i> )	Oazis, Dakla, Şimali Afrika	8-10 minə yaxın
Seyrəbülbül ( <i>Cyanosylvia svecica</i> )	Norvegiya	8-10 minə yaxın
Adi suitilər ( <i>Phoca vitulina</i> )	Şimali Kanada	4 minə yaxın
Avropa vəhşi adadovşanı ( <i>Oructolaqus cuniculas</i> )	Böyük Britaniyada adalar	500-ə yaxın
Ev siçanı ( <i>Mus musculus</i> )	Farer adaları	3 minə yaxın
Məməlilərin 10 növaltısı	Nyufaudlend adası	12 minə yaxın
Balıqların 4 növaltısı	Ayl-Royal gölü adaları	12-25 min

Cədvəldən aydın olur ki, hər bir növaltı əksər hallarda bir neçə min ilə, bəzi hallarda isə yüz min ilə əmələ gəlir. Hazırda ayrı-ayrı qruplar üzrə paleontoloji materialın sıxlığı (çoxluğu) o qədər böyükdür ki, məhz bunun sayəsində yeni növlərin əmələgəlməsi üçün zəruri olan vaxtı yüksək inamla müəyyən etməyə imkan verir. Bunu daha dəqiq başa düşmək üçün ardıcıl qazıntı formaları analiz etmək çox əlverişlidir. Hesablamalar göstərir ki,

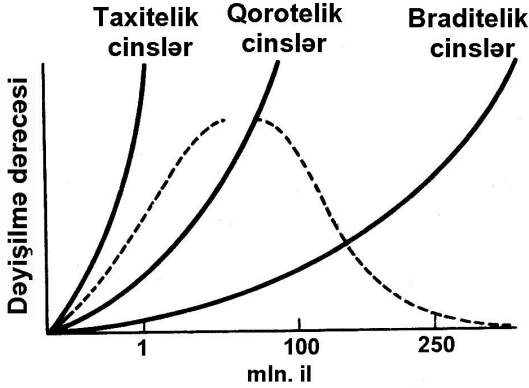
yuxarı pliosen molyuskların ayrı-ayrı növlərinin əmələ gəlməsi üçün bir neçə milyon il tələb olunmuşdur. Lakin onu da qeyd etmək lazımdır ki, bəzi növlərin əmələ gəlməsi üçün daha az vaxt tələb olunur. Məsələn, dördillik dövründə Qara dənizdə **Paphia** cinsinin yeni növü cəmi 6000 ilə əmələ gəlir. Qafqazda zebrin (Bison) bir növü pleyitosedə orta hesabla təxminən 50-60 min nəsil mövcud olmuşdur, lakin yeni növün əmələ gəlməsi üçün 10-16 min il (2-4 min nəsil) il lazım gəlmişdir (şəkil 15.14).



**Şəkil 15.14.** Altışüalı mərəncanların (Seleractinia) yeni əmələ gəlmiş cinslərin sayına (I) və fəsilələrin (II) sayına görə təkamülün müəyyən edilməsi (D.Raup və S.Stenliyə görə, 1974)

Məlum olmuşdur ki, ayrı-ayrı növlərin mövcudolma vaxtı 0,5 milyon ildən 5 milyon ilədək dəyişə bilər, lakin cinslərin mövcudolma vaxtı xeyli dərəcədə fərqlənir. Buna molyusklarda və yırtıcı məməlilərdə rast gəlmək olar. Molyusklarda cinslərin orta mövcudolma müddəti onlarla milyon ilə, yırtıcı məməlilərdə 8 milyon ilə yaxındır. Bu onu göstərir ki, yırtıcılarda növəmələgəlmə tempi, ikitaylı molyusklara nisbətən on dəfələrlə tez baş verir. Bu zaman nəzərə alınmalıdır ki, bu qayda üzrə müəyyən edilən təkamül sürəti bir qədər azalır. Belə ki, növəmələgəlmə müddəti, gələcəkdə növün mövcudolma (yaşama) müddətinə nisbətən qısa ola bilər.

Yeni cinslərin əmələgəlmə tempi və uzun müddətli inkişafına görə çoxlu miqdarda materialın müqayisə edilməsi üç qrup cinsi ayırmağa imkan verdi (şəkil 15.15).



**Şəkil 15.15.** Təkamül sürətinin bölünməsi. Əmələgəlmə tempinə və yaşama müddətinə görə üç qrup cins ayrılmışdır. Oyrənilən cinslərin böyük hissəsi qorotelik olmuşdur. Bütün növlərin cəmi birlikdə normal bölünməyə yaxın bir şəkil verir.

Birinci qrupa *braditel* cinslər, filogenetik relekslər aid edilir. Onların inkişaf müddəti 250 milyon ildən artıqdır. İkinci qrupa *qoromelik* cinslər aid edilir. Onların inkişaf müddəti bir neçə on milyon davam edir. Və nəhayət, üçüncü qrupa *maxitelik* cinslər aid edilir. Onların inkişafına isə bir milyon ildən bir qədər az vaxt sərf olunur.

Artıq kifayət qədər toplanmış məlumatlara əsasən demək olar ki, nə mutasiya prosesi, nə də həyat dalğaları görünür ki, istənilən qrupda təkamül prosesinin getmə sürətinə elə bir həlledici təsir göstərə bilmir. Lakin bu işdə təcridin və xüsusilə təbii seçmənin təsiri çox böyükdür. Təkamülün sürətinin müəyyən edilməsi zamanı təcrid yalnız elementar təkamül amili kimi təsir göstərmir, o eyni zamanda bütün biogeosenozların dəyişilməsinə və gələcək təkamül üçün şəraitin yaranmasına səbəb olur. Bu və ya digər filiumun mövcudluğunun davam etmə müddətinin, həmçinin yeni formaların əmələgəlmə sürətinin müəyyən edilməsində başlıca amil təbii seçmədir.



Son zamanlar molekulyar biologiyanın nailiyyətləri, zülallarda amin turşularının və nukleın turşularında nukleotidlərin əvəz olunmasına görə təkamülün sürətini qiymətləndirməyə imkan verir. Belə əvəz olunmaların sürətini ifadə etmək üçün, bir ildə aminturşu sayında  $10^{-9}$  əvəz olunmaya bərabər olan ölçü vahidi «polinq» qəbul edilmişdir.

Hemoqlobinin  $\alpha$  (alfa) və  $\beta$ -zəncirlərində, qlobulin molekullarında, sitoxromda və başqa zülallarda amin turşuların ardıcılıqlarının müqayisəsi, onurğalı heyvanlarda filogenetik məsafənin kənar edilməsi dairəsinə görə əvəz olunmaların sayının artmasını göstərmişdir. Onu da qeyd etmək lazımdır ki, bioloji vaxt (nəsil-lərin əvəz olunma müddəti) bu cür əvəz olunmaların sürətinə təsir göstərmişdir. Bütün müqayisə edilən onurğalı heyvanlarda bir və elə həmin zülal üçün əvəz olunma sürəti polinq ölçü vahidlərinin oxşar böyüklüyü (yaxud qiyməti) ilə ifadə olunmuşdur. Aparılmış hesablamalar orqanizmlərin morfoloji nəsil ağacına yaxın olan filogenetik nəsil ağacı qurmağa imkan vermişdir. Onurğalı heyvanlarda müxtəlif zülallar adətən özünün təkamül sürətinə görə fərqlənirlər (cədvəl 15.2).

**Cədvəl 15.2.** Məməlilərdə zülalların təkamül sürəti (M.Kimuraya görə, 1985)

Zülallar	$K_{aa}^1, 10^{-9}$ -il
Fibrinopeptidlər	8,3
Pankrat ribonukleaza	2,1
Lizosom	2,0
Hemoqlobin $\alpha$ -zənciri	1,2
Mioqlobin	0,89
İnsulin	0,44
Sitoxrom C	0,3
Histon H <sub>4</sub>	0,01

*Qeyd.* 1-Kaa – iki müqayisə olunan polipeptidin bir cüt homoloji sayında baş verən aminturşu əvəz olunmalarının orta sayı

Aparılmış müqayisələrə yekun vurduqda məlum olur ki, molekulyar təkamülün sürəti (polinqlərlə) morfoloji yeniəmələgəlmənin tempinə təsir edən parametrlərdən asılı deyildir. Morfoloji

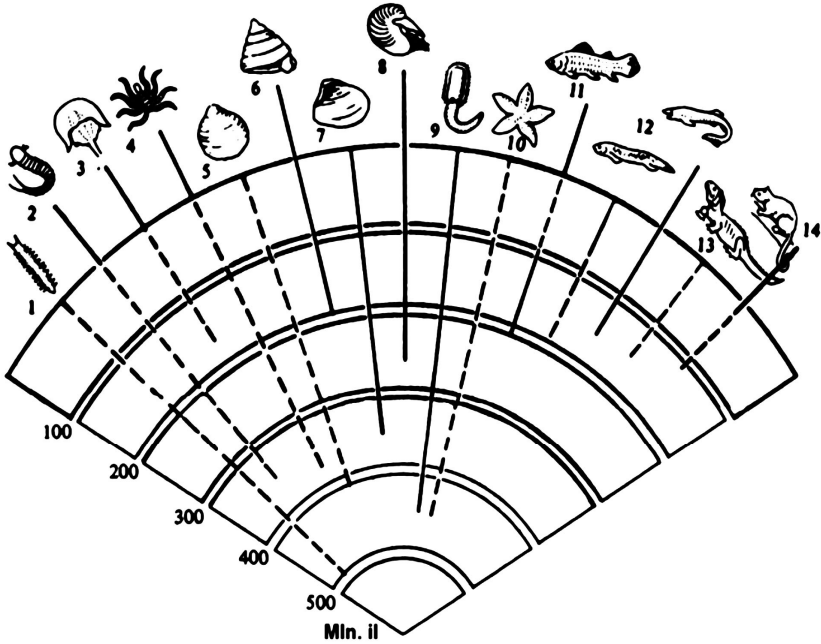
yenidən əmələgəlməyə birlikdə təsir edən parametrlər dedikdə nəsilərin yaşama müddəti, həyat şəraiti, populyasiyaların böyüklüyü, seçmənin intensivliyi başa düşülür. Molekulyar təkamülün tempinin daimiliyini neytral mutasiyaları nəzərə almaqla izah etməyə çalışırlar. Belə ki, hemoqlobin  $\alpha$ -zənciri misalında müxtəlif onurğalı heyvanları müqayisə edən zaman müəyyən olmuşdur ki, bir amin turşusunun əvəz olunması 7 milyon ilə başa gəlir.

**Filogenetik relektlər.** Qrupların təkamül sürətinin öyrənilməsində filogenetik relektlər (persistent formalar, yaxud «canlı qazıntılar») problemi birbaşa rol oynayır. Relekt formalar quruluşunun xüsusiyyətlərini uzun müddət heç bir dəyişikliyə uğramadan saxlayır. Ətraf mühitin sabitliyi, başlıcası isə, mühitlə xarakter təşkil olunma əlaqənin saxlanması növlərin dəyişilməz qalmasında böyük rol oynayır. Dəniz çiyinayaqlı linqulası (*Linqula*) ordovik dövründən indiyə qədər heç bir dəyişikliyə uğramadan qalmışdır, daha doğrusu bir növ kimi Yerdə 500 milyon ildən artıqdır ki, mövcuddur. Hazırda Sakit okeanda yaşayan *Neopilina* molyusku, aşağı devonda 400 milyon il əvvəl yaşamış cinsin növlərinə çox oxşayır. Cənubi-Şərqi Asiyanın tropik sahiləyən sularında yaşayan adi Qılıncaquyruq (*Limulus*) demək olar ki, Silur dövründən (400 milyon ilə yaxın) heç bir dəyişikliyə uğramadan yaşayır. Hamıya məlum olan məşhur pəncəüzgəclik balıqlatimeriya (*Latimeria*) 200-300 milyon il əvvəl məhv olmuş qrupların quruluşunu və formasını, demək olar ki, heç bir dəyişikliyə uğramadan saxlamışdır. Misalların sayını artırmaq da olar. Bütün bunlar göstərir ki, ayrı-ayrı növlər yüz milyon illər boyu xarici görünüşünü az dəyişikliyə uğratmaqla qala bilər. Təəccüb doğuracaq belə bir sabitliyin sirri nədədir?

Bütün hallarda məlum olur ki, belə persistent (dəyişilməz) növlərin qalması mühitin əsas komponentlərinin sabit qalması ilə əlaqədardır. Belə ki, Dünya okeanının bir sıra sahələrində və tropiklərdə filogenetik relektlər daha çoxdur. Bu isə onunla əlaqədardır ki, bu yerlərdə mühit şəraiti onlarla milyon illər ərzində sabit qalır (şəkil 15.16).

Məhv olma probleminə bəzi hallarda tarixi qaçılmaz proses – «növlərin qocalması» kimi baxılır. Bu nöqtəyi-nəzərdən aydın

olur ki, hər bir filogenetik şaxə (budaq) gənclik, yetkinlik, qocalıq mərhələlərini keçir. Qocalma fazasının son ixtisaslaşma dərəcəsinə çatdıqda guya ki, takson özündən sonra heç bir nəsil qoymadan məhv olmalıdır. Belə bir mühakimənin metodoloji səhvi ondan ibarətdir ki, filogenetik hadisələr, həyatın təşkilinin (quruluşunun) tamamilə başqa səviyyəsi üçün xarakter olan (ontogenetik) dəyişilmələr mövqeyindən qiymətləndirilir. Digər səhv isə ondan ibarətdir ki, məhv olma tarixi inkişafın nəticəsi olmayıb, məhz növün «qocalmasıdır».



**Şəkil 15.16. Persistent (dəyişilməz) formalar və onların uzun müddət mövcud olmalarını göstərən misallar (M.S. Qilyarova görə, 1983):** 1-Peripatus; 2-Lepidokanis; 3-qılınçquyruq (Limuhis); 4-hөрümçək; 5-neoplin (dərində yaşayan ilbis cinsi) (Neopilina) – tropik dənizlərdə yaşayan molyusklardan biri; 6-8-molyusklar (Pleurotonia, Nucula, Nautihis); 9-çiyiniyaqlı Linqula; 10-dəniz ulduzu; 11-pəncəüzgöclü latimeriya balığı (Latimeria); 12-ikicürtənəffüs edən balıq (Neoceratodus); 13-reptil hatteriya (Sphenodon); 14-kisəli opossum (Didelphis)

**Qrupların məhv olması və onun səbəbləri.** Paleontoloqların hesablamaları göstərir ki, müasir dövrdə mövcud olan növlər, təkamülün gedişi prosesində Yerdə əmələ gəlmiş növlərin çox az bir hissəsini (2-5%) təşkil edir. Nəzərə almaq lazımdır ki, mövcud olmuş növlərin böyük əksəriyyəti bu və ya digər səbəbdən məhv olmuşdur. Deməli aydın olur ki, məhv olma, yeni növlərin əmələ gəlməsi kimi adi təkamül prosesidir. Yadda saxlamaq lazımdır ki, növlərin məhv olması bütün qrupların iz qoymadan itib getməsinə gətirib çıxarmır. Filetik təkamül prosesində köhnə növ yox olmur, lakin başqa növə çevrilir. Bu zaman o, başlanğıc növlə prinsipial oxşarlığını saxlamaqla filiumun genetik məlumatlarının böyük hissəsinin daşıyıcısı olur.

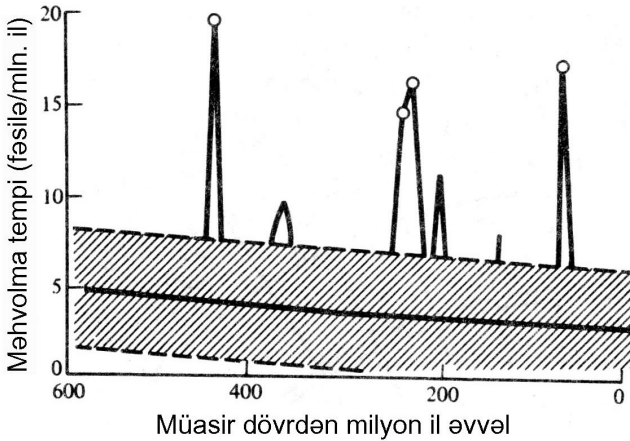
Əgər məsələyə obrazlı yanaşılsa, onda demək olar ki, insanın genotipində olan genlərin 95%-ə qədəri bizim meymunaoxşar əcdadlarımızın genotipi ilə, həmçinin 60-70%-ə qədər genlər isə nə vaxtsa mövcud olmuş cücüyeyən məməlilərin genotipi ilə müəyyən edilir. Həyat ağacı üzrə daha çox aşağı düşmüş olsaq, onda boynumuza almalıyıq ki, biz onları, yeni genləri balıgabənzər əcdadlardan və ilkin xordalı onurğasızlardan almışıq.

Filogenetik ağacın bir hissəsinin təkamülünü başa çatdırmaq qabiliyyətinə malik təbii mərhələ olan məhv olma, «adi» təkamül kimi elə həmin təkamül amilləri ilə müəyyən edilir. Lakin məhv olma zamanı təkamülün bütün amilləri əks (geri dönmə) qanun kimi təsir göstərir. Məsələn, mutasiya prosesinin təzyiqi, genotipin və yeni şəraitə müvafiq (uyğun) olaraq bütün genofondun dəyişilməsi üçün kifayət qədər material çatışmaya bilər. Eyni zamanda təcridin təzyiqi həddindən artıq güclü ola bilər və bu şəraitdə mümkün olan hüdudu aşma bilər (inkışaf etməkdə olan qrupların birliyi pozulur). Və nəhayət təbii seçmənin yüksək təzyiqi çox az sayda fərdlərin çoxalmasına imkan verir.

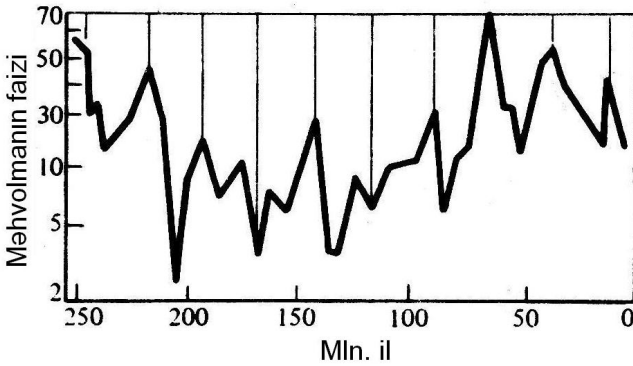
Qeyd etmək lazımdır ki, Yerin tarixində kütləvi məhv olmalar dəfələrlə baş vermişdir (şəkil 15.17).

Demək olar ki, hər il yeni-yeni hipotezlər meydana çıxır. Belə bir böyük tarixi hadisəni izah etmək üçün adətən «kosmik» mənşəli hipotezlər də meydana çıxır. Tədqiqatlar qədim dövrlərdə müxtəlif böyük qrupların eyni vaxtda məhv olmadığını göstərir: tam fauna və floranın «katastrofik» adlandırılan məhv olması yüz

illərlə deyil, milyon və on milyon illərlə davam etmişdir. Bu müddət



A



B

**Şəkil 15.17.** 3500 dəniz heyvanı və bitki fəsiləsi üçün məhv olma tempi (milyon illər ərzində məhv olmuş fəsilələrin sayı). Biosferin inkişafı prosesində məhv olmanın orta tempi (A-mərkəzdə bütöv xətt) azalır. Piklərlə kütləvi məhv olmalar göstərilmişdir. B-son 250 milyon ildə daha ətraflı məlumatlar. 26 milyon ildən bir dövrü məhv olma müşahidə edilir (D.Raupu və C.Sepkoskiyə görə, 1984).

ərzində (milyon nəsillərdə) təbii seçmənin fəaliyyəti ilə inteqrasiya olunan bütün mikrotəkamül amilləri də təsir göstərir. Əvvəllər heç olmayan bir miqyasda biosferin insan tərəfindən mə-nimsənilməsi nəticəsində (hazırda planetin yalnız 30% ərazisi

insan fəaliyyəti ilə başqa şəklə salınmamış qalmışdır) təbiətə antropogen təzyiqin tempi, əvvəllər məlum olan bütün analoji prosesləri üstələyir. Hazırda dünyada hər gün bir heyvan növü və hər həftə bir bitki növü yox olur. Əsaslandırılmış proqnozlara görə tezliklə hər saatda bir heyvan növü yox olacaqdır.

Son məlumatlara görə Rusiya federasiyasında bir onurğalı növü orta hesabla 4-5 ilə (son onilliklərdə) yox olur. O.Marşa görə üzvi aləmin inkişafı haqqında tarixi materiallar göstərir ki, Yer üzərində bir qayda olaraq daha çox ixtisaslaşmış formalar digər formalara nisbətən daha tez məhv olur. Deməli, zəif ixtisaslaşmış formalar hər hansı mühitdə daha uzun müddət yaşamaq ehtimalına malik olur. Qeyd etməliyik ki, qrupun təkamül sürəti ilə mühitin dəyişilmə sürəti arasında fərqin artması məhv olmaya gətirib çıxarır. Qrup kifayət qədər geniş mühiti tutduqda onun təkamül sürəti çox zəif ola bilər, lakin bu məhvəlməyə səbəb olmur. Əksinə, «dar mühit» zamanı hətta təkamülün yüksək tempi belə, mühitin kəskin dəyişmələrinə «çatması» üçün adətən kifayət etmir.

Beləliklə, məhv olmanın təkamüldə əhəmiyyətini qiymətləndirdikdə qeyd etməliyik ki, bəzən müəyyən qrupların məhv olması, əksərən yeni, başqa qruplardan olan orqanizmlərin meydana gəlməsi və yayılması üçün şərait yaradır. Bu isə öz növbəsində Yer üzərində həyatın çoxşəkiliyinin artmasına gətirib çıxarır. Eyni zamanda məhv olma təkamül prosesi kimi qrupların inkişafında məcburi an hesab edilməməlidir, bunu hazırda mövcud olan filogenetik relekt formalar sübut edir.

### **15.5. Qrupların təkamül «qaydaları»**

Həyat ağacının öyrənilən hər bir budağının inkişaf xarakterinin müqayisə edilməsi, qrupların təkamülünün bir sıra ümumi əlamətlərini müəyyən etməyə imkan vermişdir. Belə bir empirik ümumiləşdirmə «makrotəkamül qaydaları» adlanır.

**Təkamülün geridönməzliyi qaydası.** L.Dolo (1893) ilk dəfə paleontoloji materiallar əsasında müəyyən etmişdir ki, təkamül geriyə dönməyən prosesdir və orqanizm artıq özünün əcdadları sırasında həyata keçmiş əvvəlki vəziyyətinə qayıda bilməz. Sıra-

dan çıxmış müəyyən bir qrup heç bir zaman yenidən yaranmır.

Təkamülün istiqaməti hər hansı mürəkkəb əlamət və ya əlamətlər məcmui ilə əlaqədar olub, bir dəfə müəyyənləşir və sonradan əsasən öz-özünü tənzim edir. Məsələn, onurğalılarda təkamülündə müəyyən bir mərhələdə pəncəüzgəcli balıqlardan amfibilər, ibtidai amfibilərdən isə reptililər başlanğıc almışdır, lakin reptililərin sonrakı təkamülü necə baş versə də, onlar yenidən amfibilərə başlanğıc verə bilməz; dünya okeanlarına qayıtmış reptililər (ixtiozavrlar) və məməlilər (balinalar) heç vaxt balıq ola bilməz, quru onurğalılarının ətrafı əlbəttə üzgəcə çevrilə bilməz, lakin o, su mühitində kürək şəklini ala bilmişdir. Əgər hər hansı qrup orqanizm təkamül prosesində yenidən özünün əcdadları yaşamış adaptiv zonaya «qayıdarsa», onda «qayıdan» qrupun bu zonaya uyğunlaşması tamamilə başqa cür gedəcəkdir. Bu qrup əvvəlki zonasına qayıdaraq vaxtilə həmin zonada yaşamış əcdadı ilə tam eyni (identik) ola bilməz.

Müasir dövrdə təkamülün geridönməzliyi qaydası xeyli dəqiqləşdirilmişdir. Bu, klassik genetikada elminin inkişafından sonra baş vermişdir. Genetikanın nailiyyətləri geriye dönmə mutasiyaları əsasında əlamətin təkrarən meydana çıxmasını deməyə imkan verir. Belə mutasiyalar bəzən genetik yaxın formalarda da müşahidə edilir. Əlamətlər üzrə geri dönmə mutasiyaları mövcud allelin təkrarən meydana çıxmasına səbəb ola bilər, lakin genotipin tamlıqda geri dönməsi baş verə bilməz, mövcud əlamət ikinci dəfə təzahür edə bilər, tamlıqda fenotipin təkrarı isə ola bilməz. Statistik olaraq mutasiyaların təkrarən baş verməsi ehtimalı vardır, lakin təkrar olaraq genlər kompleksinin və tamlıqda fenotiplərin təzahürü mümkün deyildir.

**Proqressiv ixtisaslaşma qaydası.** Bu qayda ilk dəfə Ş. Depere (1876) tərəfindən müəyyən edilmişdir. İxtisaslaşmada olan qrupun gələcək inkişafı daha dərin ixtisaslaşma yolu ilə gedir.

Əgər təkamül prosesində onurğalılar qrupundan biri, məsələn, reptili budağı uçmaq adaptasiyasının bu istiqaməti saxlanılır və güclənir (məsələn, pterodaktillilərin vaxtilə hava həyatına daha çox uyğunlaşması). Belə ki, müəyyən quruluşlu orqanizmlər istənilən hər hansı mühitdə yaşaya bilmir, qrup müəyyən adaptasiya zonasını və ya onun bir hissəsini seçməkdə onurğalı hey-

vanlarda özünün quruluş xüsusiyyətləri ilə məhdudlaşır. Əgər bu xüsusiyyətlər ixtisaslaşma əlamətləri daşıyarsa, deməli bu ona uğurlu yaşama və nəsilvermə mühiti seçməyə imkan verir. Lakin bu, adətən gələcək ixtisaslaşmaya aparır.

Progressiv ixtisaslaşmanın ümumi qaydasının xüsusi halı var ki, bu da təkamül prosesində onurğalı heyvanlarda fərdlərin bədən ölçüsünün artmasına səbəb olur.

Qeyd edildiyi kimi, E.Kop (1896) qanununa görə filogenezdə bir çox canlıların bədən ölçüləri artmışdır. Məməlilər arasında bədən böyüməsi kisəllilər, yırtıcılar, tək və cütdırnaqlılar, primatlar və s. arasında yayılmışdır. Bu proses həmçinin reptillilər, buğumayayqlılar, molyusklar və digər qruplarda da getmişdir.

Bədən böyüklüyü quru heyvanlarına seçmə prosesində müxtəlif üstünlüklər verir. Onlardan bir neçəsi ilə tanış olaq.

Bədən ölçüsünün artması, bir tərəfdən maddələr mübadiləsinin daha çox qənaətli olması ilə əlaqədardır və buna ixtisaslaşmanın xüsusi halı kimi baxılmalıdır. Digər tərəfdən, yırtıcı heyvana hücum etməyə üstünlük qazandırır, lakin şikara isə müdafiə olunmağa üstünlük qazandırır. Qida zəncirində orqanizmlərin əlaqəsi, əksər qruplarda bədən ölçüsünün artmasına gətirib çıxarır. Digər qrupların nümayəndələrində isə bədən ölçülərinin kiçilməsi baş verir. Məsələn, yeraltı həyat tərzinə və bağlı yuvalarda yaşamaqla əlaqədar olaraq bir çox gəmiricilər ikinci dəfə kiçilmişlər.

Ali sinir fəaliyyətinin inkişafı üçün həmcə böyük, həm də mürəkkəb beynin olması zəruridir. Belə beyin üçün böyük kəllə lazımdır ki, bu da öz növbəsində iri bədən olmasını tələb edir. Deməli, seçmə prosesində beyin inkişaf səviyyəsinin artması bədən də korrelyativ olaraq böyüməsinə səbəb olmuşdur.

Fərdlər arasında mübarizə zamanı zəruri olan qüvvə də korrelyativ olaraq bədən ölçüsü ilə əlaqədar olan əlamətdir. Dırnaqlıların bəzi növlərinin erkəkləri arasında dişilər uğrunda döyüş baş verməsi məlumdur. Bu zaman irigövdəli və güclü fərdlər seçmədə üstünlük qazanır. Deməli, təkamüldə bədən ölçüsünün böyüməsi müəyyən qədər cinsiyyətli seçmənin də nəticəsi ola bilər.

Bədən ölçülərinin artması maddələr mübadiləsinin daha nor-



mal getməsi ilə əlaqədardır: böyük bədən kiçiklərə nisbətən az enerji sərf edir.

Bədən ölçüsünün artması meyli ümumi qanun deyil, bu filogenezdə xüsusi ixtisaslaşma formalarından biridir. Artıq qeyd edildiyi kimi, filogenetik qruplarda bədən böyüməsi, lakin onlara yaxın digər fərdlərdə isə həmin müddətdə, əksinə, bədən kiçilməsi müşahidə edilir. Hətta eyni filetik xətdə təkamülün bir dövründə bədən böyüməsi, digər dövrdə isə kiçilməyə istiqamətləndiyi məlumdur ki, bu da Kop qanunundan kənarlanma olub, atlar fəsiləsində, fillərdə, marallarda və digər qruplarda aşkar edilmişdir.

Bədən böyüməsi müəyyən şəraitdə faydalı olduğu halda, digər şəraitlərdə heç bir üstünlüyə malik olmayıb, hətta ziyanlı ola bilər. Məsələn, qida ehtiyatı az olan adalarda bədən ölçüsünün böyüklüyü faydalı ola bilməz. Nəticə etibarilə təkamülün xarakteri mühitin biotik və abiotik elementləri ilə qrupların konkret əlaqələrindən asılı olduğu məlum olur. Bu isə həmişə makrotəkamül səviyyəsində, populyasiya daxilində və biogeosenozlarda təbii seçmənin nəzarəti altına düşür.

**İxtisaslaşmamış əcdaddan əmələgəlmə ( mənşəlik ) qaydası.** Bu qayda E. Kop (1896) tərəfindən müəyyən edilmişdir. Həmin qaydaya görə, yeni qruplar öz başlanğıcını əcdad qrupların, adətən, ali nümayəndələrindən deyil, nisbətən ixtisaslaşmamış qruplarından alır. Məməlilər reptililərin yüksək ixtisaslaşmış formalarından deyil, ixtisaslaşmamış qruplarından əmələ gəlmişdir. Analoji olaraq çıpaqtoxumlu bitkilər ixtisaslaşmamış paleozoy qıjıkimilərindən, hazırda tərəqqidə olan çiçəkli bitkilər isə ixtisaslaşmamış çıpaqtoxumlulardan əmələ gəlmişdir.

Filogenezdə yeni qrupların ixtisaslaşmamış əcdadlardan əmələ kəlməsi həmin qrupda yeni uyğunlaşma imkanının çox böyük olması ilə izah edilir. Helmintlər arasında hər hansı yeni formaların meydana çıxması çətin közlənir, çünki belə formalarda əsasən sahibin orqanizmi daxilində yaxşı bərkimək, qidalı maddələrdən daha yaxşı istifadə etmək, səmərəli çoxalmaq və s. istiqamətdə təkamülü dəyişkənliklər daha çox baş verir. Əksinə, çox müxtəlif şəraitdə yaşayan və hər şeylə qidalanan ortaboylu yırtıcıların çox müxtəlif istiqamətdə inkişaf etməsi üçün böyük

potensial imkanları vardır.

Təkamüldə ixtisaslaşmamış qrupların yüksək potensial imkanı onların yaşamaq uğrunda məcburiyyət üzündən apardıqları mübarizənin müxtəlifliyi ilə müəyyən edilir. Lakin tarixi planda mühitin kəskin tələbatı ixtisaslaşmamış qrupların nəsilərini arogenoz yoluna apararaq, onları yeni həyatı uyğunlaşmalara gətirib çıxarır ki, bunlar da gələcəkdə yeni, geniş alloqenez başlanğıcı üçün perspektivli olur. M.S.Qilyarova görə məlum olmuşdur ki, bir mühidə ixtisaslaşmış əlamətlər, başqa mühidə arogen ola bilər.

Ixtisaslaşmamış əcdadlardan əmələgəlmə qaydası filogenez üçün ümumi qanun deyil. Bəzən ixtisaslaşmış qruplar da yeni filogenetik qrupların başlanğıcını verə bilər. Onurğalı heyvanların su mühitindən quru mühitinə keçməsi, möhkəm substrat üzərində hərəkət edən və tənəffüs üçün atmosfer havasından istifadə edə bilən, yəni sulara yaşayan əksər balıq növlərinə nisbətən bu cəhətdən dərin ixtisaslaşmış formalar daha faydalı ola bilərdi. Deməli, ixtisaslaşmış formalarda müvafiq şəraitlərdə həyat ağacının yeni, progressiv şaxələrinin başlanğıcı ola bilər.

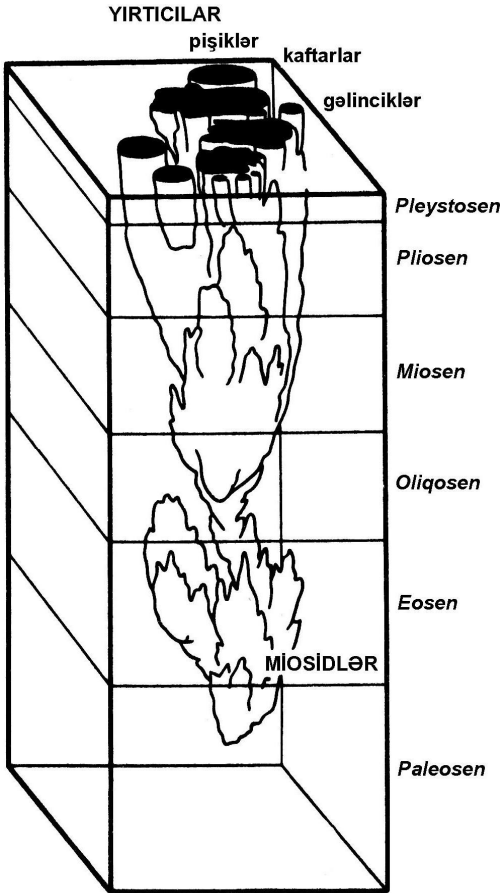
**Adaptiv radiasiya dalğası.** Hələ vaxtilə Ç. Darvin (1859) Qalapaqos adalarında vürok quşların divergent təkamülünü tədqiq edərək izah etmişdir ki, adaptiv radiasiya zamanı hər hansı növ yeni yaşayış yerinə sahib olduqca, onda yayılmaq və öz müxtəlifliyini artırmaq istiqamətində ekoloji imkanlar meydana çıxır. Belə şəraitdə ilkin növ mövcud ərazi və ya yaşayış yeri hüdudunda müxtəlif yurdlara uyğunlaşan bir çox yeni növlərə başlanğıc verə bilər. Bu yeni qruplar öz növbəsində yeni növlərə başlanğıc verdikdə onlar bir çox yan şaxələrin əcdadları olur və s.

Adaptiv radiasiya zamanı üstünlük təşkil edən təkamül forması növəmələgəlmə mərhələsində olur. Beləliklə, eyni başlanğıc növdən divergent yolla bir neçə mərhələdə yeni növlər əmələ gəlir, ilkin növlər isə daha böyük taksonomik qruplara çevrilir.

Adaptiv radiasiya konsepsiyası Q. Osborn (1902) tərəfindən məməlilərin təkamülünün izahı ilə formalaşmışdır.

Q.Osborn müxtəlif yaşayış yerində hərəkətə uyğunlaşmaya görə məməlilərin ətrafının quruluşunda beş əsas ixtisaslaşma xətti

müəyyən etmişdir: 1) yerüstü növlər üçün sürətli qaçmaq; 2) yeraltında yaşayan növlər üçün qazıcı həyat tərzi; 3) suda-quruda və tam suda yaşayan növlər üçün üzmək; 4) ağac növləri üçün dırmaşmaq; 5) havaya qalxan növlər üçün uçmaq. Göstərilən qrupların adaptiv radiasiyası, ilk növbədə divergensiya, sonra isə idioadaptasiya yolu ilə (A.N. Seversov) və təkamülü morfologiyada uyğun olaraq qrupların inkişafı haqqında alloqenez yolu ilə getmişdir. Lakin təkamülü paleontologiyada divergensiya prinsipi «irradiasiyalar» haqqında (V.O.Kovalevski, 1875) hər bir böyük filiumun əmələ gəlməsi yolu ilə getmişdir (şəkil 15.18).

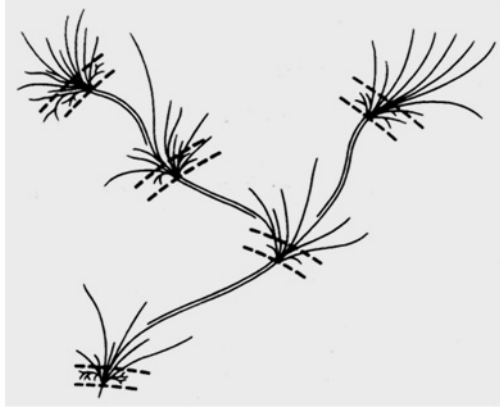


**Şəkil 15.18.** Yırtıcı məməlilərin təkamül ağacı. Vahid bir gövdədən müasir yırtıcıların müxtəlif fəsilələrinin əmələ gəlməsi: itkimilər, ayıkimilər, yenotkimilər, dələkimilər, vi-verakimilər, kaftarkimilər və pişikkimilərin ixtisaslaşmamış əcdadlardan əmələgəlmə qaydası. Bu adaptiv radiasiyalar qaydasını nümayiş etdirir (A.Keynə görə, 1958)

### **Təkamülün əsas istiqamətlərinin növbələşməsi qaydası.**

Arogen təkamül bütün qruplarda allogen dövrlərlə növbələşir. İ.İ.Şmalhauzen 1939-cu ildə bu qaydanı adaptasiomorfozun fazalarının növbələşməsi kimi ifadə etmişdir.

Təkamül prosesi adaptogenezdən, yəni yeni-yeni adaptasiyaların meydana çıxması və inkişafından ibarətdir. Yeni meydana çıxmış adaptasiyaların bəziləri o qədər əhəmiyyətli olmasa da, digərləri qrupun yeni adaptiv zonaya çıxmasına və onun təkamülü inkişafının yeni istiqamətdə baş verməsinə imkan verir. Bu zaman, bir qayda olaraq, qruplardan biri yeni adaptasiya, o cümlədən adaptasiyalar kompleksi qazanır ki, bu növbəti sürətli filogenetik formanın əmələ gəlməsi üçün həlledici rol oynaya bilər (şəkil 15.19).



**Şəkil 15.19.** Təkamülün əsas istiqamətlərinin növbələşməsini göstərən sxem-istənilən böyük qrupun inkişafında aro və allogenezin dövrlərinin əvəz olunması (B.S.Matveyevə görə, 1967). Qırıq-qırıq xətlər hər bir topa formasında intensiv allogenezin dövrləri, ikiqat xətlər arogenezi göstərir.

Təkamülün əsas istiqamətlərinin əvəz olunması növdən başlayaraq bütün böyük qrupların əmələ gəlməsində də baş vermişdir. Hər bir yeni qrupların meydana çıxması əsasən iri aromorfozlarla gedərək onları tamamilə yeni, daha əlverişli yaşamaq uğrunda mübarizə şəraitinə gətirir. Bu, yeni formaların yayılmasına və çoxalmasına şərait yaratmaqla, onların diferensiasiyasının

və ixtisaslaşmasının əsasını təşkil edir. Bunlar da öz növbəsində allomorfoz və telomorfozlara gətirib çıxarır.

Təkamül prosesinin istiqamətlərinin dəyişilməsi, yəni qrupların tədricən yayılması, sonradan tərəqqisi və nəhayət onların sonrakı məhvinə aid çoxlu misallar göstərmək olar. Məsələn, paleozoy erasında tirlobitlərdə, nautilələrdə, əksər braxiopodlarda, mezozoy erasında ammonitlərdə, zirehli və qanoidli balıqlarda, reptilələrdə və s. müəyyən edilmişdir.

**Bioloji sistemlərin inteqrasiyasının güclənməsi qaydası.** İ.İ.Şmalhauzen bunu 1961-ci ildə belə ifadə etmişdir: təkamül prosesində bioloji sistemlər belə bir inteqrasiyanı təmin edən, daha çox inkişaf etmiş və tənzimləyici mexanizmlə yüksək inteqrasiya olunmuş olur. Hazırda populyasiyalar və biogeosenozlar səviyyəsində gedən belə bir inteqrasiyanın əsas istiqamətləri məlumdur. Populyasiya səviyyəsində bu, heteroziqotluğun müəyyən səviyyədə saxlanmasıdır. Bu da öz növbəsində bütün populyasiya genofondunun inteqrasiyasının əsasını təşkil edir.

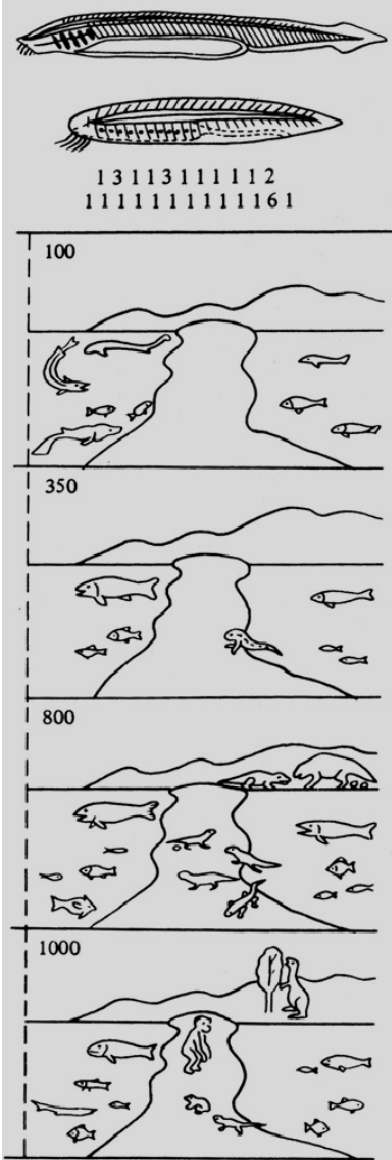
Populyasiyalararası qarşılıqlı münasibət, ayrı-ayrı populyasiyaları və onların qruplarını sistem kimi inteqrasiya edir. Biogeosenoz sistemində inteqrasiya, müxtəlif növlərlə əmələ gələn bir çox qarşılıqlı, bir-birini tamamlayan ekoloji oyuğu və biogeosenozun işi ilə bizim planetimizin biosferində elementar bioxoroloji quruluşu müəyyən edir. İnteqrasiyanın ən yüksək səviyyəsi təkamüldə – elə təkamülün özünün mexanizmində ifadə olunur. Belə bir problem müasir təkamül təlimində yalnız indi aydın görünməyə başlamışdır.

**Filogenezin modelləşdirilməsi.** Makrotəkamülü öyrənən zaman tədqiqat aparmaq olmaz; hər belə bir tədqiqat işi milyon illərə başa gələ bilər. Lakin makrotəkamül prosesini EHM-də modelləşdirmək olar. Buğumayaqlı və xordalı heyvanların təkamülünü EHM üzrə modelləşdirilməsinə həsr edilmiş maraqlı silsilə tədqiqatlar Rusiyada V.V.Menşutkin və B.M.Mednikov tərəfindən yerinə yetirilmişdir (şəkil 15.20).

Maşının yaddaşına, hazırkı dövrdə də yaşayan neştərçənin analoqu olan xordalı heyvanların prototipinin təsvirini yerləşdirmişlər (şəkil 15.20).

Şəkilin altındakı rəqəmlər «növnü» maşın tərəfindən təsvir

edilmiş 24 əlamətə malik «genotipi» göstərir. Bu başlanğıc növ, başqa növləri əmələ gətirə bilər, əslində belə dəyişilmə qeyri-müəyyən olmuşdur. Proqressiv (mürəkkəbləşdirici) və reqressiv (sadələşdirici) dəyişilmə müxtəlif ehtimallı olmuşdur. Böyük sıçrayışlar istisnalıq təşkil etmişdir, məsələn buna yaxşı inkişaf etmiş orqanın qəflətən meydana çıxmasını göstərmək olar.



**Şəkil 15.20.** Təkamül prosesinin gedişinin modelləşdirilməsinin nəticələri (B.M.Mednikova görə, 1979)

Bir milyon illik paleontoloji tarixə müvafiq olan hər bir zaman addımından sonra, maşın alınmış variantlardan artıq istehsal etmişdir. Şübhə yoxdur ki, bu zaman onlar uyğunlaşma dərəcələrinə görə qiymətləndirilmişdir. Bu zaman autsayderlər EHM-nın yaddaşından silinir («məhv olur»), onda onların yerni yeni «uyğunlaşanlar» tutur. Yaşamaq uğrunda mübarizə və təbii seçmə də bu cür modelləşdirilmişdir. Kembri dövründən indiyəqədərki dövrə həsr edilmiş təcrübəyə cəmi 45 dəqiqə vaxt sərf edilmişdir.

Təcrübənin müxtəlif mərhələlərinin nəticələrinə görə hazırlanmış şəkillərdə sol tərəfdə dəniz, sağ tərəfdə şirin sular təsvir edilmişdir. Onları bir-birindən quru hissə – körpü ayırır. Əmələ gələn varlıqların ölçüləri loqarifmik miqyasla – metrle verilmişdir. Şəkildə ölçü şkalası sol tərəfdə

əks olunmuşdur. Başlanğıc «praneştərçə» (çox da böyük olmayıb, uzunluğu bir neçə sm olan qurdabənzər dəniz heyvanı, xorda və onurğa beyninə malik, lakin baş beyin və kəlləsi olmayan) 100 addımdan sonra (100 milyon il) çoxlu sayda balıgabənzər varlıqlar – pulcuq və zirehlə örtülü, iri və xırda, yırtıcı və dinc varlıqlar əmələ gətirmişdir. 350 milyon ildən sonra ilk orqanizm quruya çıxmışdır, amfibi və reptililərin analoqları və nəhayət məməlilər meydana çıxdı. 1000 addımdan sonra həyat səhnəsinə qərribə varlıqlar olan, yüksək dərəcədə inkişaf etmiş sinir sisteminə malik, iki ayaq üzərində hərəkət edən və yerimədən azad ön ətraflara malik varlıqlar meydana çıxdı. Bu varlıq nə ola bilərdi? Bəlkə bu Avstralopitek idi? Bəlkə də pitekantrop idi?

EHM-nın hər bir təcrübəsi, eyni başlanğıc məlumatlar zamanı və sabit proqramda fərqli nəticələr vermişdir. Məsələn, təcrübənin birində balıqlar üç cüt üzgəclə quruya çıxmış və nəticədə ön ətrafları yerimədən azad olmuş dördayaqlı – kentavrlar alınmışdır.

Beləliklə, bu silsilədən olan təcrübələrdən üç nəticə çıxır. Birinci nəticə ondan ibarətdir ki, makrotəkamül təkrarolunmazdır və qabaqcadan xırdalıqlarına qədər xəbər vermək mümkün deyildir. İkinci nəticə isə ondan ibarətdir ki, makrotəkamülün müvəffəqiyyətlə getməsi üçün buzlaşma, dağəmələgəlmə prosesi yaxud kosmik fəlakətlərin baş verməsi məcburi deyildir. Onlar təkamülü sürətləndirə, yaxud ləngidə bilər, təkamülün istiqamətinə təsir edə bilər, lakin onlar əsas səbəb ola bilməz. Təkamül prosesinin mühərriki–biosferin üzvlərinin öz aralarındakı münasibətidir (biotik amillər). Və nəhayət üçüncüsü, ən əsas nəticə ondan ibarətdir ki, makrotəkamül üçün Darvin prinsipi kifayətdir, yəni təbii seçmə istiqamətlənməmişdir, verilmiş mühitdə dəyişkənliyin təsadüfən faydalı olmasıdır.

## ORQAN VƏ FUNKSİYALARIN TƏKAMÜLÜ

Təkamül prosesində orqan və funksiyaların dəyişilməsindən danışıqda düşünmək lazımdır ki, filogenez prosesində öz-özlüyündə orqan dəyişilmir, məhz bu və ya digər orqanlara malik olan fərdlər qrupu dəyişilir. Buna görə də biz müəyyən dərəcədə qrupların təkamülünün qanunauyğunluqları bölməsindən bu problemi süni olaraq ayırırıq. Belə ayırma (seçilmə), vahid bir mürəkkəb hadisənin hissələrə (öyrənilən hadisəni yaxşı dərk etməyə imkan verir) bölünməsi və makrotəkamül probleminin öyrənilməsində heç şübhəsiz lider olan təkamülü morfologiyanın intensiv inkişafı metodoloji prinsiplə məntiqi olaraq özünü doğrultmuşdur.

Digər iradlardan biri də «orqan» və «funksiya» anlayışlarının nisbətinə aiddir. Təkamüldə forma (orqan, quruluş) funksiya ilə qırılmaz tellərlə bağlıdır. Bir qədər sonra söz açılacağı kimi, bütün orqanların multifunksionallığı və funksiyaların əvəz olunması prinsipi nəticəsində, ilkin-funksiyaların təkamülü dəyişilməz yaxud da orqanın quruluşunun dəyişilməsi ilkin başlanğıcda digər funksiyalarla əlaqəli olduğunu müəyyən etmək çətindir. Biologiya sahəsində çalışan hər bir alim üçün belə bir mübahisə xeyli dərəcədə sxolastik görsənə bilər. Təkamül nöqtəyindən baxdıqda, forma və funksiyaların daima qarşılıqlı şərtlənməsi faktı çox mühümdür. Məhz buna görə aşağıda xüsusi ayrılmış prinsiplərin əksəriyyəti formaların, funksiyaların dəyişilməsinə aiddir, daha doğrusu bu morfofizioloji prinsipdir.

### 16.1. Orqanların filogenetik dəyişilməsinin iki zəmini

Hər bir orqan üçün multifunksionallıq, lakin hər bir funksiya üçün kəmiyyətə dəyişilmək qabiliyyəti xarakterikdir. Bu kateqoriyalar, orqanlar və onların funksiyalarının təkamül dəyişilmələrinin bütün prinsipləri əsasında durur.

**Orqanların multifunksionallığı.** Müasir dövrdə heç bir monofunksional orqan məlum deyildir. Əksinə, bu və ya digər orqana yaxud quruluşa aid olub, bizə məlum olan funksiyalar «art-



maq» (biliyin dərinləşmə səviyyəsinə görə) meylinə malikdir. Yarasaların ixtisaslaşmış orqanı olan qanadı uçmaq funksiyası ilə yanaşı həm də: 1) əsil yarasalarda tor kimi şikarı tutmaq; 2) termotənzimləmə (bu xüsusiyyət tropikada uçan tülkülərdə daima qanadları yelləməklə daha yaxşı inkişaf etmişdir); 3) dəri örtüyündə D vitamini sintez etmək və 4) qismən lamisə orqanı kimi funksiyaları yerinə yetirir (şəkil 16.1).



**Şəkil 16.1.** Yarasaların ixtisaslaşmış orqanı olan qanadın multifunksionallığı.

Əvvəllər hesab edilirdi ki, bir sıra marallarda kiçik quyruq, quyruğun altındakı ağ hissəni örtmək üçün «pərdə» rolunu oynayır. Bu quyruq isə sıx meşədə arxada qaçan marallar üçün oriyentir kimi xidmət edir. Xüsusi tədqiqatlar göstərmişdir ki, quyruğun yellədilməsi daha çox siqnal rolunu yerinə yetirir. Maral quyruğunu yellətməklə, quyruq vəzisinin ifraz etdiyi və pis iy verən maddəni ətrafa yayır. Orqanların multifunksionallığına aid misallar çoxdur. Belə ki, hamı tərəfindən qəbul edilmişdir ki, atlarda təkbarmaqlı ayaq sürətlə qaçmağa xidmət edir. Lakin, atların ayağı həm də yırtıcıların hücumundan effektiv müdafiə silahıdır, bir sıra etioloji funksiyalar (ayağını hərəkət etdirməklə «dabanını yerə döyür» – əhvalını bildirir) yerinə yetirir.

**Multifunksionallı orqanlar və bitkilərin quruluşu.** Bitkilərdə yarpağın başlıca funksiyası üzvi maddə sintez etməkdir, yəni fotosintezdir. Bundan başqa o, suyu buxarlandırmaq və qəbul etmək funksiyasını, ehtiyat qida maddələri toplamaq, bəzi bitkilərdə çoxalma, digərlərində isə qidalanmaq üçün şikarı tutmaq kimi funksiyaları yerinə yetirir. Hətta taxıl bitkilərində sünbül pulcuqları və qılçıqlar üçün bir neçə funksiya xarakterikdir: müdafiə, fo-

tosintez, ifrazat, qaz mübadiləsi. Multifunksionallıq molekulyar səviyyədə də baş verir. Belə ki, zülal molekulları polifunksionaldır.

Qeyd etmək lazımdır ki, multifunksionallıq yalnız ektosomatik (geniş mənada-xarici) orqanlarda deyil, eyni zamanda endosomatik (daxili) orqanlarda da müşahidə edilir. Məməlilərdə dalaq nəinki qanyaradıcı orqandır, həmçinin ən əsas daxili sekresiya vəzisiidir. Daxili sekresiya funksiyası əksər daxili ixtisaslaşmış vəzilərə – cinsiyyət vəzilərində, böyrəklərə, qaraciyərə, mədəaltı vəzilərə də xasdır. Həzm sistemi nəinki həzmetmə orqanıdır, həmçinin daxili sekresiya orqanları zəncirində ən əsas komponentdir, eləcə də limfatik və qan-damar sisteminin əsas hissəsidir. Bitkilərin damarlar topası nəinki ötürücü yollardır, həm də ona müəyyən forma vermək üçün əsas arxitektonik konstruksiya elementidir. Orqan və quruluşların multifunksionallığı Yer üzərində canlılar aləminin əsas xarakter cəhətlərindən biridir.

**Funksiyaların kəmiyyətə dəyişilməsi.** Həyat fəaliyyətinin istənilən forması yalnız keyfiyyət xarakterinə deyil, həmçinin kəmiyyət xarakterinə də malikdir. Bu və ya digər orqanın, yaxud quruluşun funksiya yerinə yetirməsinin tətbiq edilməsi onu göstərir ki, bir və elə həmin funksiya böyük, yaxud kiçik intensivliklə üzə çıxma bilər. Belə ki, təbiətdə bizə məlum olan funksiyalardan hər birinin bu və ya digər dərəcədə üzə çıxması mövcuddur; məməlilərin bəzilərində qaçma funksiyası güclü, lakin digərlərində zəif, fotosintez funksiyası bəzi bitki növlərində yüksək dərəcədə, digərlərində isə bu funksiya zəif dərəcədə baş verir və s. Bunlara bir növ daxilində də təsadüf edilir: növün fərdləri arasında istənilən xüsusiyyətə görə həmişə kəmiyyət müxtəliflikləri mövcuddur (məsələn, görmənin itiliyinə, güclülüyünə, temperaturu tənzimləmə xüsusiyyətinə, geniş mənada istənilən həyat fəaliyyətinin üzə çıxmasına görə).

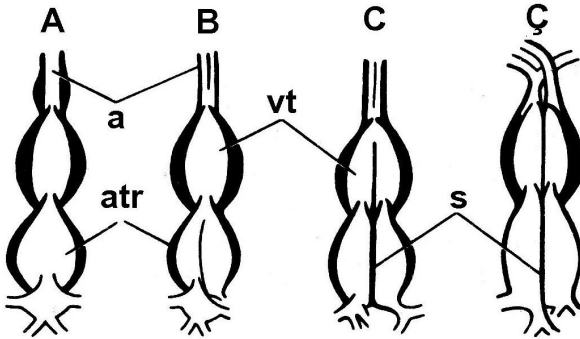
Funksiyaların kəmiyyət dəyişilmələri əksər hallarda, verilmiş funksiyaya məxsus eynicinsli quruluşun sayının, yaxud ölçüsünün azalması, yaxud artması ilə şərtləşir. Belə ki, hüceyrənin tənəffüsünün intensivliyi mitoxondrilərin sayından, fotosintezin intensivliyi xloroplastların sayından və xlorofilin tərkibindən, onurğalılarda tənəffüsün intensivliyi ağciyərlərin

həcmindən asılıdır. Orqanizmin istənilən funksiyası fərdi inkişaf prosesində kəmiyyətcə dəyişilməsi qabiliyyəti kimi bu iki fundamental xüsusiyyət orqanların filogenetik dəyişilməsinin bütün prinsipləri əsasında durur.

## 16.2. Orqan və funksiyaların dəyişilmə üsulları

Məlumdur ki, orqan və funksiyaların təkamülünün 15-ə qədər üsulları (modulları) vardır. Onlardan bir neçəsi, daha doğrusu əsasları ilə tanış olaq.

**Əsas funksiyanın güclənməsi.** Bu proses ayrı-ayrı orqanların təkamülünün gedişində tez-tez baş verir. Bu zaman o iki yolla həyata keçir: ya orqanın quruluşunun dəyişilməsi nəticəsində, ya da bir orqanın daxilində komponentlərin sayının artması nəticəsində. Birinciyə misal olaraq, sayə əzələ toxumasının eninəzolaqlı əzələ toxuması ilə əvəz olunması nəticəsində əzələ yığılmalarının funksiyasının güclənməsini, yaxud bitkilərdə çəpər toxumunun əmələ gəlməsi və onun inkişafı ilə əlaqədar fotosintezin funksiyasının güclənməsini göstərmək olar. Əsas funksiyanın güclənməsi yollarından biri kimi çox böyük bir dəyişilməni (aromorfozu) şəkil 16.2-də göstərmək olar.



**Şəkil 16.2.** Onurğalılarda ürəyin təkamülü. Aromorfoz yolu ilə orqanın əsas funksiyanının güclənməsinə misal: A-balıqın ikikameralı ürəyi; B-amfibilərdə üçkameralı ürək; C-reptililərdə dördkameralı ürək (mədəcikləri hələ tam ayrılmamış, lakin qulaqcıqları ayrılmış); Ç-timsah, quş, məməlilərdə dördkameralı ürək: art-qulaqcıq; s-arakəsmə; vt-mədəcik; a-aorta (A.N.Seversova görə, 1936)

İkinciyə aid misal kimi. müvafiq orqanoidlərin inkişafının yüksəlməsi ilə hüceyrənin funksiyasının güclənməsini, xloroplastlarda qranların sayının artması ilə xloroplastların funksiyalarının güclənməsini, məməlilərdə süd vəzilərinin inkişafında ayrı-ayrı hissələrin (payların) miqdarının artması yolu ilə süd vəzisinin, ümumiyyətlə, daha çox güclənməsini göstərmək olar. Başqa bir misal quru onurğalılarında filogeneza prosesində alveolların sayının xeyli artması ola bilər. Alveolların sayının artması ilə eyni vaxtda onların histoloji dəyişilməsi baş verir, daha doğrusu, eyni vaxtda toxumanın quruluşu dəyişilir və komponentlərin sayı artır. Çox ehtimal ki, belə bir kompleks dəyişilmə (orqanın quruluşu və komponentlərin sayı) adətən, əsas funksiyanın filogenetik güclənməsi prosesində baş verir.

**Əsas funksiyanın zəifləməsi.** Əsas funksiyanın zəifləməsi, onun güclənməsi kimi adi təkamül prosesidir. Balinakimilər su şəraitinə keçdikdə onların əcdadında tədricən tük örtüyünün temperaturtənzimləyici funksiyası zəifləmişdir. Bu zəifləmə, bədən üzərində tüklərin tədricən ixtisar olunması ilə əlaqədar olmuşdur. Həmin prosesin ayrı-ayrı mərhələlərini qrupun ekoloji anatomik sırasını müqayisə etdikdə daha yaxşı görə bilərik; canavarda (*Canus lupus*) tük örtüyü sıxdır və termotənzimləmədə iştirak edir, adi suitidə (*Rhoca vitilina*) tük örtüyü seyrək olduğundan termotənzimləyiciliyi kəskin zəifləmişdir, morjlarda (*Odobacnus resmarus*) tük örtüyü demək olar ki, sıradan çıxmışdır, balinakimilərdə isə tüklər tamamilə yox olmuşdur.

Bitkilər aləmində yarımparazit və parazit formaların təkamülü fotosintez funksiyasının zəifləməsini nümayiş etdirə bilər. Çiçəkli su bitkilərində, ötürücü sistemin ümumi sadələşməsi üzündən gövdənin ötürücü funksiyasının tədricən zəifləməsi müşahidə edilir.

**Orqanların polimerizasiyası.** Polimerizasiya zamanı eynicinsli orqanların, yaxud quruluşların sayının artması baş verir. Bu prinsip uzunquyruqlu məməlilərdə çoxlu sayda quyruq fəqərələrinin ikinci dəfə meydana gəlməsi zamanı həyata keçir. Bunun nəticəsində quyruğun hərəkətliliyi güclənir. Öz növbəsində bu çoxmənalı funksional əhəmiyyətə malikdir: cücülərin qovulmasında, quyruqdan sükan və dayaq kimi istifadə, emosiyaların

ifadə edilməsi üçün və s. Quruluşun polimerizasiyası prosesi, bir sıra balinakimilərdə ətrafda falanqaların sayının artması zamanı baş verir (üzgəcin dönmə və dərinlik sükanı kimi ölçü və möhkəmliyin artması). Orqanların polimerizasiyası prosesi bir çox onurğasız heyvan qrupları üçün xarakterikdir. Orqanların polimerizasiyası bir çox bitki qrupları üçün də xarakterikdir (ləçəklərin, yaxud erkəkciklərin sayının çiçəkdə artması).

**Orqanların oliqomerizasiyası və funksiyaların qatılığı.** Bu bir qayda olaraq funksiyaların intensivləşməsi ilə əlaqədar olan çoxlu sayda eynicinsli orqanların, orqanoidlərin, quruluşların sayının azalması olub təkamüldə geniş müşahidə edilir. Məsələn, müxtəlif yerlərdə səpələnmiş hiss hüceyrələrinin birləşməsi, inteqrasiyası yolu ilə və sonradan müxtəlif hüceyrələrin ayrı-ayrı orqanlarda birləşməsilə onurğasız heyvanlarda hiss orqanlarının təkamüldə inkişafı baş verir. Onurğalı heyvanların bir sıra qruplarında əvvəllər sərbəst olan oma fəqərələri sonrakı inkişafda çanaq sümükləri ilə birləşərək hərəkətsiz möhkəm blok əmələ gətirmiş və arxa ətraf qurşağının mərkəzi hissəsinin dayaq funksiyasının güclənməsini təmin etmişdir. Bəzi balinakimilərdə boyun fəqərələri birləşərək möhkəm sümük bloku əmələ gətirərək bədən-boyun əzələləri qrupu üçün əsas olmuşdur. Bu zaman boyun hissəsinin bütünlükdə əsas funksiyası güclənərək başın yaxşı müdafiə olunmasını təmin edir.

Oliqomerizasiya əks prosesin nəticəsi də ola bilər, yəni homodinam orqanların reduksiyası ola bilər (məsələn, cücülərdə bel sinir düyününün reduksiyası). Homodinamiya dedikdə bir fərdin quruluşu və metamer orqanları arasında olan oxşarlıq başa düşülür. V.A.Dogel hesab edirdi ki, oliqomerizasiya reduksiya nəticəsində geniş yayılmış prosesdir. Və nəhayət, oliqomerzasiya diferensiasiya, ixtisaslaşma və homoloji və homodinam orqanların hissələrinin dəyişilməsilə baş verə bilər. Turbellarilərdə armudvarı orqanların inkişafı, başıayaqlı molyusklarda tutucu orqandan cinsiyyət çıxıntısı belə inkişaf etmişdir.

**Funksiyaların miqdarının azalması.** Bu hadisə hər hansı orqanın, yaxud quruluşun təkamül prosesində başlıca olaraq ixtisaslaşması zamanı baş verir. Məlum olduğu kimi, dırnaqlı heyvanların əcdadı ibtidai beşbarmaqlı məməlilər olmuşdur. Həmin

əcdadların ətrafları çoxlu funksiyalar yerinə yetirdiyi halda, onların təkdırnaqlı nəsillərinin ətrafları qaçmaq funksiyasının güclənməsi ilə əlaqədar bir çox ikinci dərəcəli funksiyaları itirmişdir. Bir qayda olaraq, orqanizmlər xüsusi mühitə düşdükdə bu hadisə özünü daha yaxşı göstərir. Məsələn, ərincəklər yer üzərində hərəkət etmək qabiliyyətini itirdikdən sonra onların ətraflarının funksiyalarının sayı da azalmışdır. Balınakimilərin əcdadlarının ətrafları görünür ki, çoxlu funksiya yerinə yetirmişdir (substrata dayaq, qazmaq, düşməndən müdafiə və s.). Ətrafların kürəyə çevrilməsilə əvvəlki funksiyaların əksəriyyəti itirilmişdir.

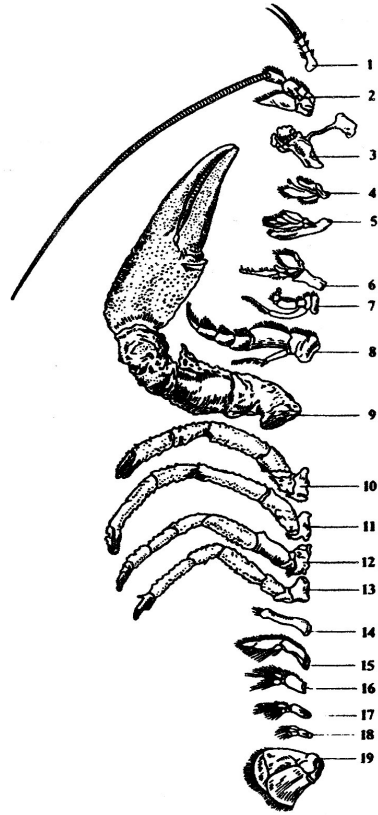
**Funksiyaların miqdarının artması.** Bu hadisəni istər bitkilərdə və istərsə də heyvanlarda təkamül prosesində müşahidə edilmiş misallarla izah etmək olar. Məsələn, bəzi bitkilərin toxumlarının səthinin genişlənməsi onlara əlavə olaraq uçmağa imkan vermişdir ki, bu da toxumların aerodinamik yolla yayılmasına səbəb olur. Əlavə funksiya artdıqda əsas funksiyalar dəyişilməz qalır. Məsələn, yastı qəlsəməli molyuskalarda qəlsəmənin əsas funksiyası tənəffüsdür. Lakin bəzi formalarda təkamül prosesində qəlsəmələr əlavə funksiyayı, yəni qida hissəciklərini su axını ilə ağız dəliyinə daşımaq, həmçinin diş fərdlərdə sürfələrin inkişafı üçün çıxım boşluğu kimi də istifadə olunur.

**Orqan və funksiyaların ayrılması.** Bu hadisəni bütün balıqların uzaq əcdadları üçün xarakter olan (bədənin yanı boyu yeganə dəri büküşü) yeganə tək üzgəcin parçalanması ilə nümayiş etdirmək olar. Belə ki, bu üzgəc, müəyyən xüsusi funksiyalara malik bir sıra sərbəst üzgəclərə ayrılmışdır: ön və qarın üzgəcləri əsasən dərinliyə üzmək, həmçinin dönmək üçün sükan funksiyasını yerinə yetirir. Bu üsulun həyata keçməsinin xüsusi hallarından biri, bu yaxud başqa orqanın funksiyasında fazaların fiksə edilməsidir. Məsələn, məlumdur ki, pəncə üstə gəzən heyvanlar qaçış zamanı tez-tez barmaqlar üstə qalxırlar. Dırnaqlı məməlilərdə barmaq üstündə gəzməyin meydana çıxması zamanı, əcdad formalarının hərəkəti üçün xarakter olan aralıq fazalardan birinin fiksasiyası baş verir.

**Funksiyaların əvəz olunması.** Əsas funksiyanın əvəz olunması – orqanların təkamülünün ümumi üsullarından biridir. Bir

sıra cücülərdə yumurtaqoyma orqanı sancma orqanına çevrilmişdir. Deməli, ilkin çoxalma ilə əlaqədar əsas funksiya, müdafiə funksiyası ilə əvəz olunmuşdur. Funksiyaların əvəz olunmasına aid başqa bir misal onayaq xərçənglərdə (*Decapoda*) ətrafların diferensiasiyasıdır. İlk dövrlərdə bütün ətrafların əsas üzmə funksiyası sonralar ikinci dərəcəli funksiya – yerimə və tutucu (şikarı əldə etmək) funksiya ilə əvəz olunmuşdur. Təkamül prosesində bütün ətrafların funksiyalarının genişlənməsi baş vermişdir. Bu zaman ətrafların bir hissəsində əsas funksiyanın əvəz olunması baş verir. Yəni baş və cüt döş ətrafların bir hissəsi şikarı tutmaq və çeynəmək funksiyası qazanmışdır (şəkil 16.3). Başda yerləşən birinci iki cüt ətraflar yerimə ayaqları, qarın ayaqları isə üzmə ayaqları kimi xidmət etməklə bərabər, həm də kürüçüklərin daşınmasında və qəlsəmələrlə tənəffüs orqanlarına suyun ötürülməsində rol oynayır.

**Şəkil 16.3.** Funksiyaların ayrılması və əvəz olunması ilə əlaqədar çay xərçəngində (*Astacus leptodactylus*) ətrafların diferensiasiyası (İ.İ.Şmalhauzenə görə, 1969): 1-2 – hiss orqanları, 3-5 – çənələr, 6-8 – ayaqçənələr, 9-13 – yerimə ayaqları, 14-18 – qarınıq ayaqları (yumurta hüceyrələrin mayalanması və saxlanması), 19 – quyruq ayaqları (üzgəc).



Funksiyaların əvəz olunmasına aid misallara bitkilər aləmində də rast gəlmək olur. Məsələn, çiçək tacı yarpaqların şəkildəyişməsidir və buna görə onların fotosintez funksiyası cücüləri cəlb etmək funksiyası ilə əvəz olunmuşdur. Bitkilərdə

kök yumrularının əmələ gəlməsi də bitkinin müvafiq hissəsinə uyğun funksiyaların əvəz olunması nəticəsində baş verir; əvvəlcə gövdənin yaxud kökün ayrı-ayrı hissələrindən inkişaf edən kök yumruları torpağın qida maddələrinin qəbul edilməsi və ötürülməsi funksiyalarını yerinə yetirir. Sonra qida maddələrinin müvəqqəti saxlanması kimi ikinci dərəcəli funksiyası əsas və daimi xarakter almışdır (kartofun və yerarmudunun – (topinamburun stolonları). Bu funksiyaların əvəz olunması misalına, aralıq fazaların fiksə edilməsi kimi baxmaq olar.

Orqan və funksiyaların təkamül üsulları çox müxtəlifdir. Həllək isə bütün üsulların bizə məlum olması aydın deyil. Onlardan ən ümumi olanlardan biri geniş mənada funksiyaların əvəz olunması prinsipidir (bu və ya digər orqanın funksiyalarının kəmiyyətcə dəyişilməsi imkanlarını əks etdirir), digəri isə funksiyaların kəmiyyətcə dəyişilməsi prinsipidir (funsiyaların kəmiyyətcə dəyişilməsi imkanlarını əks etdirir). Bir daha qeyd etmək lazımdır ki, təkamüldə orqan və funksiyaların əlaqəsi sıxdır və qırılmazdır. Elə buna görə də orqan və funksiyaların ayrı-ayrılıqda dəyişilməsindən yox, məhz onların morfofizioloji dəyişilməsindən danışmaq düz olardı.

### 16.3. Filogenezdə orqanların dəyişilməsinin qarşılıqlı əlaqəsi

Məlumdur ki, istənilən orqanizm (o cümlədən fərd) koordinasiya olunmuş təməldir və onun ayrı-ayrı hissələri mürəkkəb təciliyə və qarşılıqlı asılılıqdadır. Ayrı-ayrı quruluşların qarşılıqlı asılılığı (korrelyasiya) xüsusilə ontogenez prosesində yaxşı öyrənilmişdir. Filogenez prosesində üzə çıxan korrelyasiyalar adətən koordinasiyalar kimi ifadə edilir.

Orqan və sistemlərin təkamülünün qarşılıqlı münasibətinin əvəzolunma prinsipləri, **heterobatmiya** və **funksiyaların kompensasiyasının analizi** zamanı görünür.

**Orqanların və funksiyaların əvəz olunması.** Orqanların əvəz olunması o halda baş verir ki, o zaman bir orqan sıradan çıxır, lakin onun funksiyasını nəsillərdə hansısa başqa orqan, yaxud quruluş yerinə yetirir. Orqanların əvəz olunmasına misal



(substitusiyalar) xordanın əvvəlcə qığırdaqla, sonra isə sümük fəqərələrlə əvəz olunmasını göstərmək olar. Bitkilərdə substitusiya prinsipi, xüsusilə kaktuskimi bitkilərdə gövdədən və saplaqdan filloidlərin və fillokladların əmələ gəlməsi zamanı izlənilir. Belə ki, bu bitkilərdə fotosintez funksiyası yarpaqlardan gövdəyə keçmişdir. Substitusiyalara misal kimi ağciyərləri olmayan salamandrda (*Plethodontidae*) barmaqlarda qan damarları torunun əmələ gəlməsi ilə özünəməxsus tənəffüsün yaranmasını göstərmək olar. Orqanizm üçün mühüm olan tənəffüs funksiyası saxlanılır, qana oksigen bu heyvanlarda ağciyərlərdən yaxud qəlsəmələrdən deyil, məhz başqa bir anatomik quruluşdan daxil olur.

**Heterobatmiya** (hetero... və yunanca bathmos – dərəcə, pillə). Təbiətdə müxtəlif orqanların və tam orqanlar sisteminin müxtəlif sürətdə təkamülü baş verir ki, bu da orqanizmlərdə ayrı-ayrı hissələrin müxtəlif səviyyədə inkişafına səbəb olur. Təbiətdə baş verən bu hadisə heterobatmiya adlanır. Orqanizmdə funksiyaca (məsələn, hərəkət orqanları sistemi, həzm orqanları sistemi və s.) öz aralarında müqayisəli dərəcədə zəif əlaqədə olan orqanlar və tam orqanlar sistemi mövcuddur. Heyvanların təkamülündə hərəkət orqanlarının dayaq orqanları ilə əlaqəsi daha sıxdır. Lakin hərəkət orqanlarının daxili sekresiya orqanları ilə əlaqəsi çox zəifdir. Bitkilərdə sporangilərdə qamətlərin, gövdənin ötürücü sistemi ilə çiçəyin, erkəkciqlərlə meyvələrin təkamülündə aydın ifadə olunan funksiya münasibətləri yox dərəcəsindədir. Bu orqanlar sistemi təkamüldə müxtəlif koordinasiya zəncirinə aiddir və onlar nisbi olaraq müstəqil dəyişə bilirlər.

Bütövlükdə belə bir vəziyyət, orqanizmdə orqanlar sisteminin ixtisaslaşmasının müxtəlif tempini həyata keçirməyə imkan verir. Belə bir vəziyyətə gətirib çıxaran təkamül prosesi *mozaik* təkamül adlanır. Bu orqanizmin nisbi asılıqsız hissələrinin mozaikası kimi iştirak edir, lakin belə təkamülün nəticələri isə heterobatmiyadır (ayrı-ayrı orqanlar sisteminin təkamülü «müxtəlifpillevariliyi»).

Orqanizmin ayrı-ayrı hissələri və orqanları bir-birilə nə qədər sıx əlaqədə olursa, onların sürətində olan fərqlər də bir o qədər zəif olur. Kəskin mozaiklik və müvafiq olaraq heterobatmiya bit-

kilərdə kök, gövdə və yarpaqların, həmçinin çiçək, meyvə və toxumların təkamülündə aşkara çıxır. Gövdənin əsas orqanlarında, yarpağın və çiçəyin ayrı-ayrı hissələrinin quruluşunda mozaiklik zəif ifadə olunur. Heterobatmiya böyük qruplardan olan orqanizmlərin ibtidai nümayəndələrində daha kəskin nəzərə çarpır. Qrupların başlanğıc (ilkin) tipdən irəliləməsi imkanları dairəsində, koordinasiyaların güclənməsi üzündən ayrı-ayrı hissələrin ixtisaslaşması səviyyəsini aradan qaldırmır. Əgər təkamüllə irəliləyən qruplar inkişafalarını reqres tipi ilə keçirlərsə, onda yenidən heterobatmiyanın güclənməsini müşahidə etmək olar. Bu hala bitkilər aləmində yarımparazit və parazitlərin təkamülündə müşahidə etmək olar.

**Kompensasiya.** Heterobatmiya ilə prinsipial oxşar olan hadisə orqanların hər bir böyük sisteminin təkamülündə müşahidə edilir: bəzi orqanların sürətlə dəyişilməsi, həmin sistemdən olan digər orqanların uzun müddət geri qalmış dəyişilmə tempini kompensasiya (mühitin yeni tələbləri mövqeyindən və müvafiq olaraq təbii seçmənin təsirindən) edə bilər. Şübhə yoxdur ki, bu fikir N.N.Voronsova məxsusdur. Məsələn, bir sıra gəmiricilərdə müəyyən həyat tərzinə uyğunlaşma əsasən mədə quruluşunun xüsusiyyətinə, qismən isə diş sisteminin quruluşuna toxunur. Həmin qrupdan olan digər məməlilərdə uyğunlaşma əsasən diş sisteminin dəyişilməsi yolu ilə gedir. Təkamül prosesində kompensasiya su məməlilərində tük örtüyünün zəifləməsi ilə dərialtı piy qatının qalınlaşması, quşlarda dişlərin sıradan çıxması ilə əzələli mədənin güclü inkişafı misal ola bilər.

Makrotəkamülün xüsusiyyətlərini başa düşmək üçün heterobatmiya və kompensasiyaların əhəmiyyəti çox böyükdür. Bu prinsiplər, bu yaxud başqa qrupların yalnız ayrı-ayrı orqanları, yaxud orqanlar sisteminin quruluşunun müqayisəsi əsasında filogenezin yollarının yenidən qurulmanın sadələşməsindən qoruyur. Belə ki, müxtəlif orqanlar və orqanlar sisteminin təkamülünün «irəliləməsi» eyni cür olmur.

Demək olar ki, hər cür canlı forma sadə və irəlilədilmiş əlamətlərdən, az və çox ixtisaslaşmış xüsusiyyətlərdən mozaika təşkil edir. Belə bir vəziyyət müxtəlif orqanlar sistemində və ayrı-

ayrı quruluşlara seçmənin eyni olmayan təzyiqli nəticəsində meydana çıxır. Hətta insanda da çoxlu sayda sadə əlamətlər müşahidə edilir. Bu prinsiplərin başqa və daha geniş əhəmiyyəti ondan ibarətdir ki, onlar bu və ya digər formalaşmanı müxtəlif istiqamətlərdə dəyişilməsinin təkamül imkanlarını dərinədən təsvir etməyə şərait yaradır.

Filogenezdə orqanların müxtəlif istiqamətdə və formada dəyişilməsi onların ixtisaslaşması üçün müəyyən miqdar «ehtiyata» malik olmasından irəli gəlir. Orqanizmlərin tamlıqda və orqanların ayrı-ayrılıqda belə «ehtiyat» imkanı onlarda baş verən resessiv mutasiyalar nəticəsində toplanmış predadaptasiya imkanından yararılır. Onu da qeyd etmək lazımdır ki, belə «ehtiyatlardan» təbii seçmənin istiqaməti dəyişilən zaman istifadə oluna bilər. Bu orqanların substitusiyaları (əvəz olunmaları) vasitəsilə həyata keçə bilər.

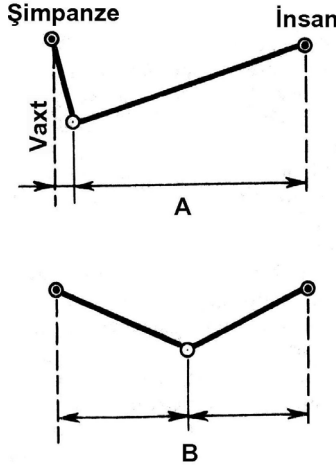
Beləliklə, son nəticədə substitusiya, heterobatiya və kompensasiya həmçinin orqanların multifunksionallığına və onların bu yaxud başqa funksiyalarının kəmiyyətcə ifadə olunmasının dəyişilməsi qabiliyyətinə əsaslanır. Orqanların bu əsas təkamül xarakterləri orqanların reduksiyası prosesi üçün başlanğıc rolunu oynayır.

#### **16.4. Orqan və funksiyaların təkamül sürəti**

Əvvəlki fəsildə qeyd edilmişdir ki, təkamülün sürətinə bütövlükdə ayrı-ayrı formaların (növlərin, cinslərin, fəsilələrin və s.) təkamül sürəti kimi və həm də ayrı-ayrı əlamət və quruluşların təkamül sürəti kimi baxmaq olar. Ayrı-ayrı əlamətlərin və orqanların təkamül sürəti bəzi hallarda praktiki olaraq daha mühüm xarakteristika ola bilər. Məsələn, bu və ya digər növdə qəbul edilmiş kimyəvi preparatlara qarşı çox sürətlə xəstəliyə tutulmamaq meydana çıxır. Belə ki, cücülərdə insektisidlərə, bitkilərdə defoliantlara, insanlarda dərman preparatlarına qarşı xəstəliyə davamlılıq yararılır.

Ayrı-ayrı orqanların təkamül sürəti, təbii ki, bütövlükdə növün təkamül sürəti ilə sıx bağlıdır. Orqanın meydana çıxması,

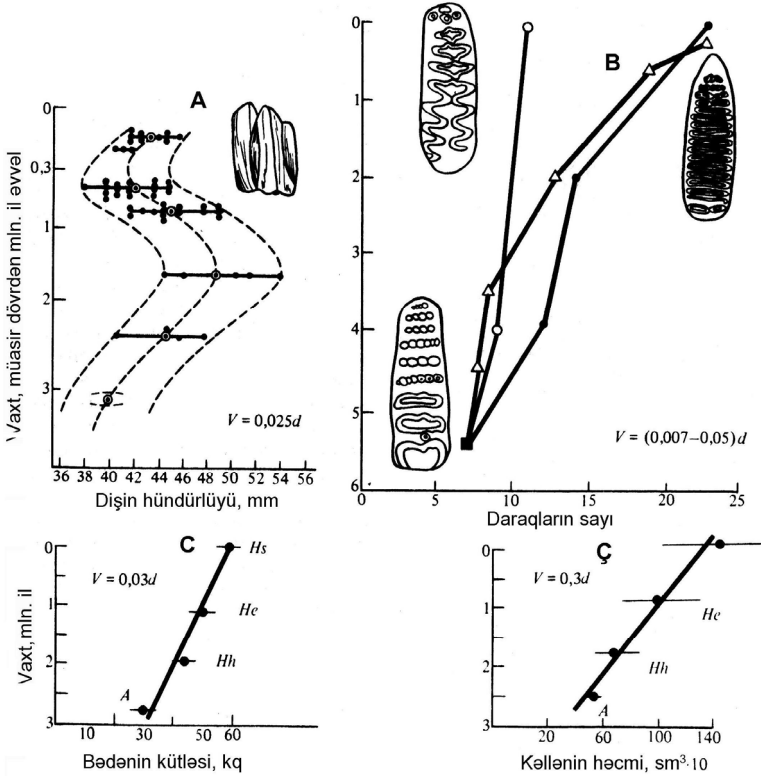
yaxud xeyli dəyişilməsi həmişə növün əlaməti olub, adətən növ-mələgəlmə prosesi ilə əlaqədardır. Buna görə də orqanların təkamül sürəti praktiki olaraq yeni növlərin əmələgəlmə sürətinə yaxın olmalıdır (daha doğrusu yüzlərlə və minlərlə nəsillərə görə hesablanmalıdır). Populyasiyalarda və ya onların qruplarında ayrı-ayrı əlamətlərin əmələgəlmə sürəti başqa cür olur. Çinar qarışçası (*Bistonbetularia*) populyasiyalarında cəmi bir neçə onlarla nəsillər boyu sənaye melanizmi əlaməti qazanılmışdır, bu sürətlə də növ daxilində çoxlu digər əlamətlər yayılır: siçovullarda varfarinə qeyri-həssaslıq, cücülərin bir çox növündə DDT-yə dözümlülük və s. Maraqlıdır ki, hər bir əlamətin və ya qrup əlamətlərin təkamül sürəti paleontoloji materialların göstərdiyi kimi, bütün qrupların təkamülünün müxtəlif mərhələlərində xeyli dəyişilə bilər və bu zaman müxtəlif əlamətlərin təkamül sürəti əvvəldə olduğu kimi həm də tamamilə başqa cür ola bilər.



**Şəkil 16.4.** Şimpanzenin əcdad xətlərində (Pantroqlodytes) və insanda (Homo sapiens) müxtəlif əlamətlərin təkamül sürəti: A-xarici görünüşünün dəyişilməsinin miqyası; B-zülallarn dəyişilmə miqyası. Xarici görünüşün dəyişilmə sürəti insanda xeyli yüksəkdir, zülallarn dəyişilmə sürəti eynidir (V.Qranta görə, 1980)

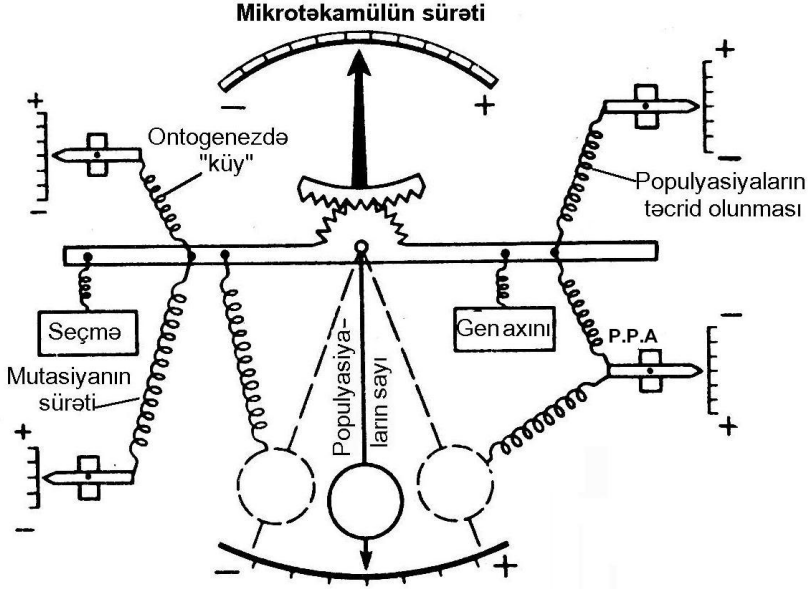
Kəmiyyət əlamətlərinin (məsələn, bədənin və onun hissələrinin ölçüləri) təkamül sürətini ölçmək üçün Con Xoldeyn tərəfindən «darwin» adlı vahid təklif edilmişdir: bir «darwin» mövcud

əlamətin orta kəmiyyətinin min ildə 1% artması və ya azalması-  
na uyğun gəlir. Bu göstərici çox şərtidir, belə ki, burada daha  
əsaslı təkamül göstəricisi olan nəsillərin miqdarı yox, astronomik  
vaxt nəzərdə tutulur və bu da ancaq bəzi müqayisələrə imkan  
verir. Belə ki, bədənin və skeletin ölçüsünə aid olan bir çox əla-  
mətlərin təkamül sürəti məməlilər üçün ondan bir neçə on darvi-  
nə qədər olur (bax: şəkil 16.4, 16.5). Buna bənzər qiymət  
molyusklar üçün də müəyyən edilmişdir.



**Şəkil 16.5.** Bir sıra orqan və quruluşların təkamül sürəti: A-zublarda azı dişinin ölçüsü (Bison); B-fillərin üç xəttində azı dişinin daraqlarının sayı: hindistan *Elephas maximus* (nöqtələr), afrika *Loxodonta africana* (dairələr) və mamont *Mammuthus primigenius* (üçbucaqlar); C-Homo cinsində bədənin orta kütləsi; Ç-Homo cinsində beyin qutusunun həcmi (A-Austratopithecus, Hh-H.habilis, He-H. erectus, Hs-H.sapiens) (müxtəlif müəlliflərin məlumatlarına görə)

Populyasiyalarda ayrı-ayrı əlamətlərin təkamül sürəti, tam quruluşların və orqanların təkamül sürəti kimi bir çox amillərdən asılıdır: populyasiyalarda fərdlərin sayından, növ daxilində populyasiyaların sayından, nəsillərin ömrünün uzunluğundan (şəkil 16.6). Lakin nəsilləri bir o qədər də xüsusi olmayan sürətlə əvəz



**Şəkil 16.6.** Müxtəlif mikrotəkamül amillərinin təkamülün sürətinə təsiri. Bu mexaniki modeldə (1973-cü ildə D.Spirlix tərəfindən təklif edilmiş) təkamül amillərinin mürəkkəb qarşılıqlı təsiri görünür. P.P.A-fərdlərin reprodaktiv fəallığının radiusu (A.V.Yablokova görə, 1987).

olunması ilə fərqlənən fərdlərin təkamül sürəti paleontoloji məlumatların göstərdiyi kimi, bir il müddətində bir neçə nəsil verən drozofil milçəyinin təkamül sürətindən fərqli olaraq, bir sıra əlamətlərə görə xeyli yüksək ola bilər. Demək olar ki, istənilən ən mürəkkəb amillər ilkin olaraq, elementar təkamül amillərinin təzyiqinin dəyişilməsi nəticəsində, özünün təsirini populyasiya və növün dəyişilmə sürətinə göstərəcəkdir. Elementar təkamül amilləri dedikdə mutasiya prosesi, həyat dalğaları, təcridlər və başlıca olaraq təbii seçmə nəzərdə tutulur.

## ANTROPOGENEZ PROBLEMI

### 17.1. İnsanın yaranmasına aid baxışların inkişafı

Materialist dünyagörüşünün əsas məsələlərindən biri insanın yaranması məsələsidir. Bu məsələ bəşəriyyəti çox qədim dövrlərdən maraqlandırmışdır.

Qədim dövrlərdə insan bu məsələni həll edə bilmədiyinə görə, özünün yaranmasına aid müxtəlif əfsanələr yaradırdı. Bu əfsanələr müxtəlif varyasiyalarda bizim günləredək qalmışdır. Məsələn; qədim Misirdə belə bir təsəvvür var idi ki, guya ilahi Xnum gildən insanları düzəldirmiş. Buna bənzər əfsanə qədim Yunanıstanda da geniş yayılmışdır. Burada hesab edirdilər ki, Zefs gildən dulus dəzğahında insanları yapır, ilahi Afina isə onlara həyat verib ruhlandırır. Buryat əfsanəsinə görə ilahi Buxan insanın sümüklərini daşdan, ətini torpaqdan, qanını sudan yaratmışdır. Bu əfsanənin sonrakı variantında, yəni bibliya əfsanəsində ilk insanın – Adəmin gildən yaranmasında və onun qəbirgəsindən isə Həvvanın yaranmasından bəhs edilir.

Sonralar xristian dininin inkişafı və yayılması ilə əlaqədar xristian kilsəsi bu ehkamı səylə qoruyurdu və buna şübhələnenləri amansız qətlə yetirirdi.

Buna inanmayanları, yüz minlərlə insanları inkvizisiya məhkəməsi həbs edib işkəncə, əzab, zülm verərək çoxunu tonqalda yandırır. Axırncı tonqal İspaniyada 1836-cı ildə alovlanmışdır. Yalnız İspaniyada tonqalda 35 min insan yandırılmışdır.

Lakin artıq qədim dövrlərdə insanın onurğalı heyvanlara oxşaması materialist ideyaları səslənirdi (Anaksimander, Anaksagor). İnsan anatomiyası ilə ilk tanışlıq təbiətşünasları inandırır ki, insan öz quruluşuna görə yüksək inkişaf etmiş onurğalı heyvanlara oxşayır.

Üzvi aləmin ilk elmi təsnifatını yaradan K. Linney, baxmayaraq ki, o, insanın «ilahi tərəfindən» yaranmasına şübhə etmirdi, öz əsərində yazırdı ki, «bu eybəcər heyvan, yəni meymun bizə nə yaman oxşayır».

Obyektiv analiz Linneyi məcbur etmişdi ki, insanı primatlar qrupuna (meymunlar, yarımeymunlar, yarasalar) daxil etsin.

Təbiətşünaslardan ilkin olaraq fransız alimi J. B. Lamark insanın tarixi inkişafı haqqında yeni hipotez irəli sürmüşdür. Onun təklif etdiyi hipotezə görə insan meymunabənzər əcdadlardan yaranmışdır. Meymunabənzər heyvanlar ağaclardan yerə düşərək iki ayaq üzərində hərəkət etməyə başlamışdır. Lamarkın hipotezinə görə iki ayaqların üzərində hərəkət etmə bədənin dikəlməsinə və pəncənin dəyişilməsinə gətirib çıxardı. Qabaq ətrafların yerimədən azad olunması onlara əllərinə daş, ağac alıb özünü müdafiə etməyə imkan vermişdi. Qrup şəklində keçirdikləri həyat tərzini onlarda ünsiyyətin yaranmasına və nitqin inkişafına gətirib çıxarmışdır.

1871-ci ildə bu problemin həlli üçün C. Darvin «insanın yaranması və cinsiyyətli seçmə» adlı əsər nəşr etdirmişdir.

Bu əsərin əsas mahiyyətindən açıqlanır ki, insan ilahi tərəfindən yaranmayıb, insan heyvanlar aləminin tarixi inkişafının məhsuludur. Bu əsər müqayisəli anatomiyanın, embriologiyanın və paleontologiyanın küllü miqdarda materiallarına əsaslanaraq insanın müasir dövrdə yaşayan insanabənzər meymunlarla qohum olmasını inandırıcı sübut edir. Bununla yanaşı Darvin prinsipial mövqə irəli sürmüşdür, yəni o, yazırdı ki, müasir meymunlar insanların əcdadı hesab edilə bilməz.

## 17.2. İnsanın heyvanlar aləmi ilə qohumluğu

**İnsan onurğalılarının nümayəndəsi kimi.** İnsan bədəninənin quruluşu ilə öteri tanışlıq kifayətdir ki, onun onurğalılarının ümumi plan quruluşuna müvafiq olmasını inamla təsdiq edək.

Bütün onurğalılarda olduğu kimi skeletin ox hissəsi onurğadır, onun başlanğıcında kəllə yerləşir. Onurğa ilə ön və arxa ətraf qurşaqları bağlıdır. İnsanın əl və ayaqların skeleti bütün quru onurğalılarının skeletinin homoloqudur. İnsanın və məməlilərin anatomik və fizioloji oxşarlığı şübhəsizdir. Məməlilərin əsas əlamətləri-tük örtüyü, sabit bədən temperaturu, süd vəzlərinin olması, diri baladogma, balanı südlə bəsləmək, insanlara xasdır.

**Müqayisəli-anatomik dəlillər, homoloji üzvlər.** Demək



olar ki, insanın bütün əsas üzvləri onurğalıların və xüsusilə məməlilərin müvafiq üzvlərilə homoloqdur.

Bu hal, insanın əllərini və quruda yaşayan onurğalıların ön ətraflarını müqayisə etdikdə daha da aydın görünür.

İnsanın və məməlilərin ön ətrafları, quşların, reptililərin, amfibilərin ön ətrafları eyni şöbələrdən və eyni sümük elementləindən ibarətdir. Bütün quruda yaşayan onurğalı heyvanlarda olduğu kimi insanın yuxarı ətrafları çiyindən, bazu sümüyündən, biləkdən, əl darağından və barmaqlardan ibarətdir, bundan əlavə bu şöbələr eyni sümüklərdən təşkil olunmuşdur.

Eynilə insanın ayaqları quruda yaşayan onurğalı heyvanların dal ətraflarına homoloqdur.

Daxili üzvlərdə də homologiyayı görmək olar. Məsələn, baş və onurğa beyni, ağ və qaraciyər, ürək, böyrək, bağırsağ və bütün əsas qan damarları məməlilərdə müvafiq üzvlərlə homoloqdur.

**Rudiment üzvlər.** İnsanda öz əhəmiyyətini itirmiş 90-a yaxın rudiment üzvlər var. İnsanda onların olmasını təxmini olaraq belə izah etmək olar ki, bu rudimentlər vaxtilə bizim əcdadlarımızda yaxşı inkişaf etmiş və normal funksiya daşımışdır. Müasir insanlarda bu üzvlər ya tamam atrofiyaya uğramış və ya rudiment şəklində qalmışdır. Rudiment üzvlərə aid bir neçə misallara nəzər yetirək. Yaşlı insanda büzdüm 4-5 inkişafdan qalmış fəqərədən təşkil olunub. İnsanda bu üzv heç bir funksiya daşımır. Bu quyruğun rudimentidir. İki cüt quyruq sinirləri yığılma funksiyasını itirmişdir, quyruq əzələlərinin qalıqları da rudimentdir.

Rudiment üzvə səciyyəvi misal apendiksi göstərmək olar. İnsanlarda bu kor bağırsağın çıxıntısıdır. Apendiksin ölçüsü insanlarda 2-2,3 sm arasında tərəddüd edir. Məməlilər arasında apendiksə yalnız ali meymunlarda rast gəlinir. Bütün digər məməli heyvanlarda, qaba, çətin həzm olunan bitki ilə qidalananlarda kor bağırsağ çox inkişaf etmiş olur. Bağırsağın bu şöbəsində yerləşən bakteriyalar mədədə həzm olunmayan qaba bitki qidasını qıçqırır, parçalayır və bundan sonra mənimsəmə baş verir. Rudimentlər sırasına damaq yastıqlarını da aid etmək olar. Bir çox heyvanlarda damaq yastığı çox inkişaf etmiş olub qidanın saxlanması və çeynənməsində köməkəci rol oynayır.

Məlumdur ki, bir çox heyvanların qulaq seyvanı daima hərəkətdədir. Qulaq seyvanının hərəkəti üçün xüsusi əzələlər vardır (şəkil 17.1).



Şəkil 17.1. İnsanda rudimentlər

İnsanda bu əzələlər rudiment halında qalıb və heç bir funksiyaya malik deyil. İnsanın qulaq seyvanının yarımkürəsinin üst hissəsində bir təpəcik var, bunu darvin təpəciyi adlandırırlar. Bu təpəciyə ilk dəfə Darvin fikir vermişdir, odur ki, onun adını daşıyır. Bu təpəcik məməlilərin böyük əksəriyyətinin qulaqlarının uc hissəsi olub, tədricən qulaq seyvanının daxilinə keçir.

İnsanın gözünün buruna yaxın olan küncündə yarımaypara şəklində ətli büküş var. Gözün funksiyasında bu bükük heç-bir rol oynamır. Bu bükük, quşlarda və reptililərdə fəaliyyət göstərən üçüncü göz qapağının rudimentidir.

Üçüncü göz qapağının fəaliyyətini toyoqlar gözünü yumanda çox yaxşı müşahidə etmək olar, bu zaman üçüncü göz qapağı gözü üstədən aşağı yox, burun tərəfindən xaricə ötürür.

**Embrioloji dəlillər.** İnsanın embrional inkişafının müxtəlif mərhələlərinin öyrənilməsi, onun heyvan mənşəli olmasını sübut edən çoxlu qiymətli dəlillər verir. İnsan rüseyminin ilkin inkişaf mərhələlərinə nəzər yetirdikdə görürük ki, bu mərhələlər bütün

onurğalı heyvanların rüşeyminin ilkin mərhələləri ilə üst-üstə düşür. Bütün çoxhüceyrəli heyvanlarda olduğu kimi insanda inkişaf mayalanmış yumurta hüceyrəsinin bölünməsi və blastomerlərin əmələ gəlməsilə başlayır. Sonralar isə rüşeym morula, blastula və qastrula mərhələlərini keçir (bax şəkil 14.2 və 14.3).

İnkişafın sonunda digər heyvanlarda olduğu kimi üç rüşeym təbəqələri – ektoderma, entoderma və mezoderma əmələ gəlir. Orqanoqenez prosesində hər bir rüşeym təbəqəsindən, digər onurğalılarda olduğu kimi, müxtəlif üzvlər sistemi yaranır. Məsələn, ektodermadan orqanizmin üst qatı, ağız boşluğunun, qida borusunun, yoğun bağırsağın örtüyü və sinir sistemi əmələ gəlir.

Entodermadan – nazik bağırsağın və xordanın örtüyü, mezo-dermadan – skelet, əzələlər, birləşdirici toxuma, qan-damar sistemi və bir sıra daxili üzvlər əmələ gəlir.

İnsan rüşeyiminin quruluşu, inkişafın ilk mərhələlərində, digər onurğalı heyvanların quruluşu ilə eyni olur.

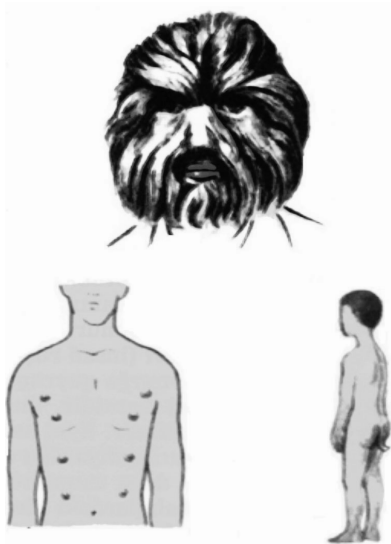
İnkişafın sonrakı mərhələlərində əlamətlərin ayrılması müşahidə olunur, yəni embrioloji diferensasiya baş verir. Əvvəllər rüşeyim məməlilərin əlamətlərini əks etdirir, məsələn, dovşanın, pişiyin, donuzun rüşeymindən fərqlənir. İnsan rüşeyimi uzun müddət meymunun rüşeyminə oxşayır. İnsana xas olan spesifik cizgilər embrional inkişafın ən son mərhələsində əmələ gəlir.

İnsan rüşeyiminin digər onurğalılıarın və xüsusilə məməlilərin rüşeyminə ümumi oxşarlığı ilə yanaşı, embrional inkişafın müxtəlif xassələrinin oxşarlığı da böyük əhəmiyyət kəsb edir. Məsələn: 18–20 günlük insan rüşeyminin böyük hissəsində xarici qəlsəmə yarıqlarının izləri aydın görünür. Qəlsəmə dəliklərinə bənzər belə büküşlər bütün quru onurğalılıarın da (reptililər, quşlar, məməlilər) embrional inkişafının müəyyən mərhələsində inkişaf edir.

Bu məsələdə insan heç də müstəsna təşkil etmir. Bu bir daha insanın quruda yaşayan onurğalılar ilə ümumi kökdən əmələ gəlməsini subut edir. İnsan rüşeyiminin inkişafının iki aylığının axırında adətən beş büzdüm fəqərələrinin başlanğıcı və uzun quyruq olur. İnsan embrionunda bir neçə cüt süd vəzləri və döş giləsi müşahidə olunur və sonrakı inkişafda yalnız bir cüt inkişaf edir, qalanları isə yox olur. İnsan embrionunun 5–6 aylığında

dəri səthi, bəzi hissələrini çıxmaq şərti ilə, sıx tüklərlə örtülmüş olur. Uşağın doğulmasına 1 ay qalmış bu tüklər yox olur.

**Atavizm hadisəsi.** Bəzi hallarda, insan embrionunun inkişafı zamanı, müxtəlif mərhələlərdə pozulmalar müşahidə olunur, bunun nəticəsində atavizm hadisəsi, yəni bəzi əlamətlərə görə əcdadlara qayıdış baş verir. Buna misal tüklü insanları göstərmək olar. Bunların bədəni heyvanlarda olduğu kimi sıx tüklə örtülmüş olur (şəkil 17.2).



**Şəkil 17.2.** İnsanlarda atavizmlər

İnsanlarda, polimastiya hadisəsini də atavizmə misal göstərmək olar, bu da adi hal kimi müşahidə olunur. Bu zaman insanlarda üç, bəzi hallarda dörd cüt məməcik inkişaf edir. Nadir hallarda politeniya hadisəsi müşahidə olunur, yəni əlavə məməciklərlə yanaşı, əlavə süd vəzləri də inkişaf edir.

Bir çox quyruqlu uşaqların anadan olması hadisəsi də qeydə alınmışdır. Bəzi yetkin insanlarda quyruğun uzunluğu 5–15 sm-ə çatır.

Orta əsrlərdə, atavizm hadisələrini təbii bir hal kimi, izah etmək mümkün olmadığı üçün belə uşaqları dünyaya gətirən qa-

dınları guya cin-şeytan və ya iblis ilə əlaqədə olduqlarına görə günahlandırıldılar və tonqalda yandırıldılar. Məsələn, Rusiyada, ucqar bir kənddə, bir ailədə bədəni tüklə örtülmüş uşaq anadan olmuşdur. Valideynləri bu uşağı gizli saxlayıb çölə buraxmırdılar. Uşaq fiziki və zehni cəhətdən normal inkişaf edirdi. Yeddi yaşına çatanda daha bu uşağı gizli saxlamaq mümkün olmadığı üçün belə uşağın olması xəbəri kilsə xadimlərinə çatmışdır. Kilsənin əmrilə valideynlər uşağı öldürməli idilər. Lakin valideynlərin buna ürəkləri gəlmədiyinə görə onu meşəyə aparıb orada azdırmışlar. İllər keçir, günlərin birində həmin meşədə antropoloji ekspedisiya bu insana rast gəlib tutmuşlar və 1879 cu ildə Moskvada antropoloji sərgidə bu insanı qeyri-adi bir heyvan kimi nümayiş etdirmişlər. Meksikada da belə bir insan olmuşdur (Xuliya Pastrana adlı rəqqasə).

Atavizm hadisəsi insanların məməlilərlə qan qohumluğunun təksib edilməz sübutudur.

### 17.3. Heyvanat aləmi sistemində insanın yeri

Heyvanlar aləmində insan aşağıdakı kimi təsnifləşdirilir:

Xordalılar tipi – Chordata.

Onurğalılar yarım tipi – Vertebrata.

Məməlilər sinfi – Mammaliya.

Plasentalılar (ətənənilər) yarım sinfi – Eutaeriya.

Primatlar dəstəsi – Primates.

Darburun meymunlar yarım dəstəsi – Antropoidae.

İnsanlar fəsiləsi – Hominidae.

İnsan cinsi – Homo.

Dərrakəli insan növü – Homo sapiens.

**Yarımmeymunlar və primatlar.** Bu dəstəyə ən yaxın olan meymunlar dəstəsi yarımmeymunlardır, bunlar iki yarım dəstədən ibarətdir (*Prosimiae*): Lemurlar və Uzunpəncəlilər.

Lemurlar (*Hemuroidae*) – xırda heyvanlar ağaclarda sürü həyat tərzini keçirərək, cücülər və meyvələrlə qidalanırlar. Uzun quyruqları var, qabaq ətrafları dal ətraflardan qısadır. Lemurların əksəriyyətinin gözləri çox iridir. Bu da gecə həyat tərzini ilə bağlı-

dır. Bədənləri yumşaq sıx tüklərlə örtülüdür. Lemurlara Afrika-da, Madaqaskar adasında, Cənubi-Şərqi Asiyada, Seylonda və Zond adalarında rast gəlinir.

**Uzunpəncəlilər (Torsioidae).** Bunlar sıçovul və ondan xırda ölçüdə olurlar. Gecə həyat tərzini keçirir. Uzun dal ətraflara və uzun quyruğa məxsusdurlar. Barmaqları sorucu kiçik yastıqcıqlardan ibarətdir. Başda çox iri gözlər yerləşir. Malay arxipelaqı adalarında və Fillipində yayılıb.

Primatlar dəstəsi, iki yarımdəstədən ibarətdir: *enliburun meymunlar* və *darburun meymunlar*.

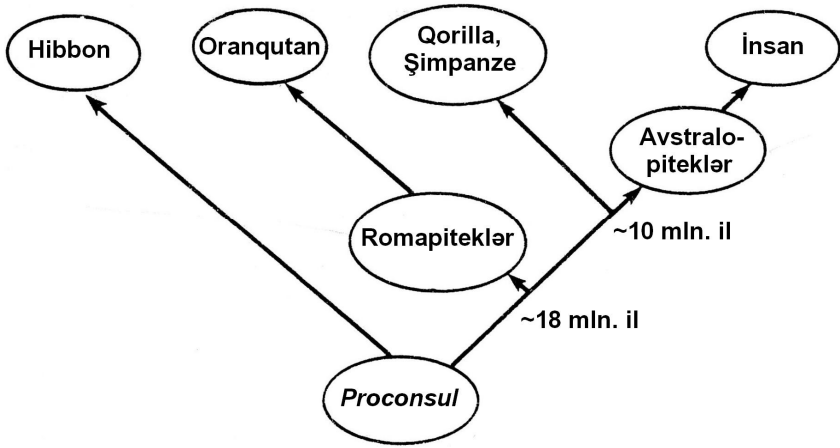
*Enliburun meymunlar (Plathyrhina).* Burnun arakəsməsi enli olduğu üçün burun deşikləri bir-birindən aralıda yerləşdiyinə görə bu meymunlara belə ad verilmişdir. Bunların uzun və bərk yapışan quyruqları var. Ağaclarda gündüz həyat tərzini keçirirlər. Sürü halında yaşayırlar. Bitki və cücülərlə qidalanırlar. Bu yarımdəstə iki fəsilədən ibarətdir: iqrunkalar (Hapalidae) və kəpusinlər (*Gebidae*).

*Darburun meymunlar (Cat arrhina).* İbtidai meymunlara aid olan əntər meymunlardır (Cercopithecidae). Bunlara aiddir: makkakalar, əntər meymunlar, paviyanlar, mandrillər. Uzun quyruqları və yaxşı inkişaf etmiş oturaq döyənəyi var. Həm ağac həm də yerüstü gündüz həyat tərzini keçirirlər. Bitki və xırda heyvanlarla qidalanırlar. Afrikada və Cənubi-Şərqi Asiyada yayılmışlar.

Hibbonlar fəsiləsi (*Hylobatidae*) iki cinsə daxil olan bir neçə növü təmsil olunublar.

Hibbonlar uzun ön ətraflara malik olub məhz ağaclarda yaşayırlar. Bunların quyruğunun olmaması onları insanabənzər meymunlara yaxınlaşdırır. Hibbonlar əsasən sürü həyat tərzini keçirirlər.

Onurğa sütunu onlarda S-şəklində olmur. Ağaclarda onlar yellənərək budağdan-budağa, ağacdan-ağaca hərəkət edirlər. Hibbonlar ağacların yarpaqları və meyvələri ilə qidalanırlar. Hindicində və Malay arxipelaqı adalarında yayılıblar (şəkil 17.3).



**Şəkil 17.3.** İnsanabənzər formaların mümkün olan filogenezi (müxtəlif müəlliflərin məlumatlarına əsasən)

İnsanabənzər meymunlar fəsiləsinə (Anthropomorhidae) üç qrup aiddir: *oranqutan*, *qorilla* və *şimpanze*.

*Oranqutan*. Cəmi bir növ və bir neçə yerli irqlərdən ibarətdir. (Sumiya saturus). Yalnız ağacda yaşayan iri formadır. Oranqutanlar əsasən ailə şəklində yaşayıb, yarpaq və meyvələrlə qidalanırlar. Erkək fərdlərin boyu 150 sm, çəkiliəri 70–100 kq, bəzən isə 200 kq olur.

Dişi fərdlər erkəklərə nisbətən kiçik olur. Oranqutanların bədəni sarıya çalan qəhvəyi rəngdə tüklə örtülmüş olur. İri erkəklərin saqqalı və sarı rəngdə bıqları olur. Baş-beyni nisbətən böyük (300–500 kub sm) olur. Borneo və Sumatra adalarının bataqlıq meşələrində rast gəlmək olar.

*Qorilla*. Bir növdən (*Corilla qorilla*) və iki yarımnövdən ibarətdir-dəniz sahillərində və dağlıq yerlərdə yaşayırlar.

Nəhəng meymunlardır, iri başı, enli kürəkli olub, böyük döş qəfəsi və qısa ayaqları var. Erkəklərin boyu 180–200 sm, çəkisi 100–200 kq, bəzi hallarda çox olub, dişilərə nisbətən kiçikdir. Dərisi və tük örtüyü əsasən qaradır. Yaşlı erkəklərdə saqqal olur. Qorillanın iri kəlləsi, gözüstü yastıqlardan və möhkəm inkişaf etmiş ənsə darağından ibarətdir. Baş-beyni digər insanabənzər

meymunların baş-beynindən bir qədər iridir (500-600 sm<sup>3</sup>) və insanın baş-beyninə çox oxşayır. Qorilla yerdə yaşayan meymunlardır, çox nadir hallarda ağaclara çıxır, sürü şəklində yaşayırlar və sürünün tərkibində 5-10, bəzən 20 fərd olur.

Erkəklər dişi fərd və balaları üçün ağacda 5-6 m hündürlüyündə gecələmək üçün yuva tikir, özü isə ağacın dibində kürəyini ağaca söykəyərək mürgüləyir və ailəsini qoruyur. Meyvə və kökümeyvələrlə qidalanır. Afrikanın tropik hissəsində yaşayırlar.

*Şimpanze*. Bir cinsə (*Antropopithecus*) aid olan üç növdən ibətdir: *A. troglodytes* – Adi şimpanze: *A. calvus* – Keçəl şimpanze *A. pan-paniscus* – Cırtan şimpanze. Yarı ağaclarda yarı yerdə yaşayan meymunlardır. Afrikanın tropik meşələrində yaşayır. Sürü halında yaşayırlar, sürünün tərkibində 6-14 fərd olur. Boyu 150 sm, çəkili 40-50 kq və bir qədər artıq ola bilər. Bədəni sıx qara tüklə örtülüdür. Baş-beyni (350-550 sm<sup>3</sup>) insanın beyinə oxşayır. Şimpanzenin üzü tüksüzdür. Qulaqları iri olub, insanın qulağına oxşardır. İri fərdlər sürü təşkil edir və bu sürüyə bir-neçə dişi, onların balaları və başçı daxil olur. 8-12 metr hündürlükdə olan ağaclarda budaqlardan yuva tikirlər. Bitki və xırda heyvanlarla qidalanırlar.

**İnsanın antropoidlərlə morfofizioloji oxşarlığı.** Hələ qədim dövrlərdə insanabənzər meymunların insana oxşarlığı qeyd olunurdu. Qədim yunan həkimi Qalen (131-201 illər bizim era) meymunları «insanların qarışıq surəti» adlandırmışdır.

O zaman romalıların dini dünyabaxışları insan cənazələri üzərində cərrahi əməliyyatlar aparmağı qəti qadağan edirdi. Buna görə Qalen insan anatomiyası ilə tanış olmaq üçün meymunlardan istifadə edirdi. O, güman edirdi ki, meymun orqanizmi insan orqanizminin quruluşunda heç bir fərq yoxdur. Malay xalqı antropoidlərlə insanların oxşarlığını qeyd edərək meymunları «meşə adamı» adlandırdılar (oranqutan malayca meşə adamı deməkdir). Həqiqətən antropoidlərin və insanların morfoloji xüsusiyyətlərini hərtərəfli tutuşduranda bir çox oxşarlıqlar müşahidə olunur. Ümumi zahiri görünüşləri, bədənlərin ölçülərinin oxşarlığı buna misaldır. İnsanabənzər meymunların quyruğu olmur, onlar arxa ətrafları üzərində hərəkət edə bilirlər.

Skeletin, əzələlərin, qan damar və sinir sistemlərinin, daxili



orqanların quruluşu çox oxşardır. Meymunlarda caynaq əvəzinə, insanlarda olduğu kimi dırnaq inkişaf etmişdir. Dişlərin sayı 32-dir və onların quruluşu insan dişləri ilə eynidir (kəsici, köpək və azı). Skeletin oxşarlığı yalnız ümumi quruluşa görə deyil, hətta ayrı-ayrı hissələrə görə də oxşardır. Antropoidlərdə, insanda olduğu kimi, 12-13 cüt qabırğa, 5-6 büzdüm fəqərələri olub, çanaq sümüyü enlidir və onlarda olan dəlik eynidir. İnsanda olduğu kimi, antropoidlərdə sifətin mimiki əzələləri çox inkişaf edib. Həzm sistemində böyük oxşarlıq var, qaraciyərin funksiyası eynidir. İnsanda olduğu kimi onlarda da apendiks var.

Qorillanın və şimpanzenin cinsiyyət hüceyrələri insanınki ilə eynidir. Plasenta və bətin daxili inkişafda çox böyük oxşarlıq var. Antropoidlərdə hamiləlik müddəti 210-275 gün, laktasiya (süd əmələ gəlmə) müddəti bir il davam edir.

İnsanın baş-beyni, antropoidlərin baş-beyni ilə çox oxşardır. Oxşar cizgilər beynin iri olmasında və beyin şırımlarının möhkəm inkişafında və girinti-çıxıntılığında təzahür olunur.

İnsanabənzər meymunlarda baş-beynin möhkəm inkişafı onların sinir sisteminin fəaliyyətinin yüksək səviyyəsi ilə izah olunur. İnsanabənzər meymunların bir çox davranışı insanla eynidir. Onlar da insanlar kimi sevinir, qəzəblənir, kədərlənir, ağlayır, gülür. Dişilər öz balalarına qarşı qayğı göstərir. Meymunlarda, insanlarda olduğu kimi eyni dad hissələri vardır. Məsələn, onlar çox asanlıqla çaya, kofeyə və çaxıra alışırlar. Bu antropomorfların və insanın çox incə fizioloji-biokimyəvi oxşarlığını göstərir. Fizioloji tədqiqatlar bilavasitə onu göstərir ki, antropoidlərin qanı öz morfoloji və biokimyəvi xüsusiyyətlərinə görə insan qanına yaxındır. Xüsusilə bu şimpanzenin qanı üçün daha çox xarakterikdir.

Şimpanzenin qanını insana köçürdükdə hemoliz baş vermir. Antropoidlərdə qan qrupları insanda olduğu kimidir.

Biokimyəvi çöküntü reaksiyası subut edir ki, insanın ən yaxın qan qohumluğu antropoidlərlədir. Bunlardan sonra əntər meymunları, Cənubi Amerika meymunları yaxın və ən uzaq qan qohumları isə lemurlar, uzunpəncəlilərdir.

İnsanın antroroidlərlə qohum olmasını müqayisəli-patologiya da subut edir. Meymunlar, insana xas olan bir sıra yoluxucu

xəstəliklərə tutulur (qarın yatalağı, vərəm, amyöb ishalı, sarı qızdırma və s.). Meymunlarda, insanlarda olduğu kimi ektoparazitlər və bağırsaq parazitləri parazitlik edir (bitlər, birələr, gənələr).

Antropoidlərdə qocalıq dövründə insanda olduğu kimi eyni fizioloji hadisələr baş verir: saçlar ağarır, tüklər və dişlər tökülür, qocalır və s.

**İnsan və antropoidlər arasında morfofizioloji fərqlər.** İnsanın və antropoidlərin bədəninin quruluşunda bir sıra oxşarlıqlarla yanaşı əsaslı fərqlər də müşahidə olunur. Bu insanın və antropoidlərin tarixi inkişafının müxtəlif istiqamətlərdə getdiyini subut edir.

Müşahidə olunan fərqlər subut edir ki, müasir antropoidlər insanın əcdadı olmamışdır. Bunlar primatlar dəstəsinin ayrı-ayrı qolları olub, yaxın geoloji dövrdə ümumi nəsil şəcərəsindən ayrılmışlar. İnsanın bir çox vacib xüsusiyyətləri var ki, onlar yerdə aşağı ətrafları üzərində hərəkət edir. Antropoidlər isə əksinə ağaclar üzərində hərəkət etmək üçün uyğunlaşmışlar. İnsanın bədəninin şaquli vəziyyətdə hərəkət etməsi skeletin, əzələlərin və digər üzvlərin bir sıra əsaslı dəyişilməsi ilə səciyələndir. İnsanın onurğa sutunu əyilib S-şəkilini, pəncəsi içəri əyilmiş çökük formasını almışdır. Bu uyğunlaşmalar insanın bədənini, baş-beynini və onurğa beynini hərəkət, qaçış və tullanan zaman amortizasiya rolunu oynayaraq qoruyur.

İnsanın çanaq sümüyü antropoidlərə nisbətən enlidir, çünki insanın daxili üzvlərinin təzyiqi o, ayaq üstündə olduqda daima çanaq sümüklərinin üzərinə düşür. Aşağı ətrafları üzərində hərəkət etməsilə əlaqədar insanın döş qəfəsi də bəzi dəyişkənliyə uğramışdır. Dördayaqlı heyvanlar və ibtidai meymunlar yerə nisbətən üfüqi hərəkət etdiklərinə görə daxili üzvlər əsasən qarabırğalara təziq edir. Bunun nəticəsində döş qəfəsi yanlardan sıxılmış vəziyyətdədir. Şimpanze və qorilla da yerə nisbətən yarımşaquli və şaquli vəziyyətdə hərəkət etdiklərinə görə daxili üzvlərin döş qəfəsinə təziqi azalmış olur və döş qəfəsi oval forma alır. Döş qəfəsinin belə dəyişilməsi yaşlı insanlarda çox aydın görünür. Ümumiyyətlə insanların döş qəfəsi böyrək şəkilində, antropoidlərdə isə yumurta formasında olur.

İnsanın ənsə sümüyünün böyük dəliyi, insanabənzər mey-

munlardan fərqli olaraq kəllənin özül hissəsinə daha yaxındır. Meymunların dal ətrafları ağaclara dırmaşmaq üçün uyğunlaşmışdır. Onların pəncəsində böyük barmaq digər barmaqlara qarşı əks durur. İnsanın əli tutucu, qarmalayıcı üzv kimi təkmilləşib. Bu böyük barmağın inkişafı ilə əlaqədar olmuşdur. Meymunlarda isə əksinə, ön ətraflarda böyük barmaq zəif inkişaf edib, digər barmaqlar uzanaraq möhkəm inkişaf edib. Bunun nəticəsində meymunlar bədənələrini budaqdan budaqa, ağacdən ağaca tullaya bilirlər.

Ali meymunlarda əllər ayaqlarından uzundur, insanda isə əksinə. Kəllənin forma və quruluşunda ciddi fərqlər var. Meymunların çənələri və çeynəyici əzələləri möhkəm inkişaf edib. Onların kəlləsinin üz hissəsinin həcmi baş-beyin hissəsindən böyükdür. İnsanlarda isə əksinə, baş-beyin hissəsinin həcmi üz hissəsinə nisbətən üstünlük təşkil edir. Əgər biz kəllənin baş-beyin hissəsini 100% götürsək, üz hissəsi insanda 36-48%, şimpanzedə isə 90-96% təşkil edir.

İnsanabənzər meymunlarda alın ensizdir. Onların ənsə hissəsi qabarıq deyil. Bu, kəllənin beyin hissəsini və ümumiyyətlə baş-beynin nisbətən zəif inkişafı ilə əlaqədardır. İnsanabənzər meymunların dişləri, insanlara nisbətən möhkəmdir. Antropoidlərin erkək fərdlərində, xüsusilə qorillada, yaxşı inkişaf etmiş köpək dişləri var. Ümumiyyətlə, möhkəm inkişaf etmiş diş sistemi kobud bitki qidasını çeynəmək üçün əlverişlidir. Meymunlarda çənəaltı çıxıntı tamamilə yoxdur. İnsanlarda çənəaltı çıxıntının əmələ gəlməsi nitqin inkişafı ilə bağlıdır. İnsanın baş-beyninin çəkisi antropoidlərin baş-beynindən 2-2,5 dəfə ağırdır.

İnsanda – 895-2012 qr.

Qorillada – 460 qr.

Oranqutanda – 430 qr.

Şimpanzedə – 460 qr.

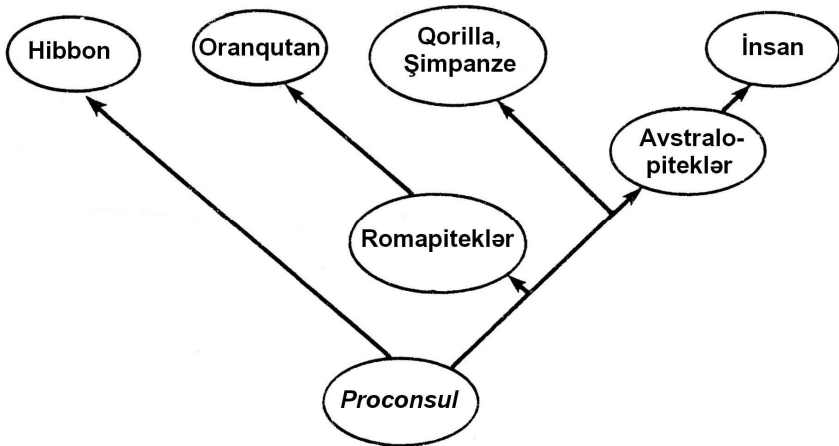
Lakin, məsələ tək baş-beyinin həcmində və çəkisində deyil, bununla belə insanın alın və gicgah hissələri də yaxşı inkişaf etmişdir. Bu hissələrdə sinir sisteminin ən əsas mərkəzləri yerləşir. İnsan beyninin məhz elə şöbələri vardır ki, onlar antropoidlərdə yoxdur.

İnsanın beyin yarımkürələrində qırışların inkişafında da

fərqlər müşahidə olunur. Şimpanzenin beyin yarımkürələrinin səthi 400 sm<sup>2</sup>-dən artıq olmur, insanda isə bu 1250 sm<sup>2</sup> olur.

İnsan və antropoidlər arasında yuxarıda göstərilən əlamətlərin oxşarlığı və fərqləri danılmaz bir surətdə subut edir ki, insan qazıntı şəklində tapılmış insanabənzər meymunlardan əmələ gəlmişdir.

Beləliklə, bioloji nöqtəyi nəzərdən insan, primatlar dəstəsinin darburun meymunlar yarımdəstəsinin, məməlilər sinifinin bir növüdür. Müasir insanabənzər meymunlar – şimpanze, qorilla, oranqutan və hibbon – 10–15 milyon il bundan əvvəl insan inkişaf edən xətdən ayrılıb müstəqil inkişaf ediblər (şəkil 17.4).



**Şəkil 17.4.** Müasir insanabənzər meymunların insan xəttindən ayrılaraq müstəqil inkişaf etməsi.

#### **17.4. İnsanın əmələ gəlməsinə aid paleontoloji dəlillər**

İnsanın tarixi inkişafı haqqında ən əsas və tutarlı dəlilləri paleontologiya elmi verir. Ç. Darvinin və F. Engelsin insanın əmələ gəlməsi haqqında irəli sürdüyü nəzəri müddəanı müasir paleontologiya küllü miqdarda faktiki materiallarla təsdiq edir.

Primatlar öz başlanğıcını yerin tarixinin üçüncü dövründən başlayır. Bu dövr bir sıra mərhələlərə ayrılır.

- Paleosen – 60-70 mln. il;  
Eosen – 40-60 mln. il;  
Oliqosen – 25-40 mln. il;  
Miosen – 10-25 mln il;  
Pliosen – 1-10 mln. il bundan əvvəl.

İnsanabənzər meymunların qədim qalıqları aşağı oliqosənə aiddir. Parapiteklər və propiopiteklər onların ən qədim nümayəndələridir. Parapitek (yunan sözündən *para* – yanında, *petikus* – meymun). Parapitik – pişik boyda xırda darburun meymundur.

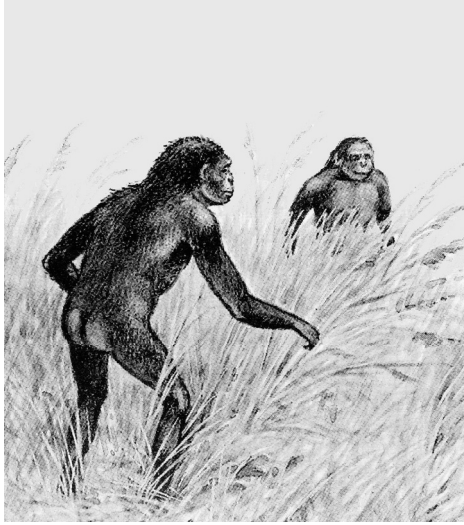
Propiopitek – iri formalıdır və çox güman ki, onlardan müasir hibbonların qolu ayrılmışdır.

Aşağı oliqosen dövründə tapılan alt çənənin, dişlərin quruluşuna əsasən alimlər fərz edirlər ki, bunlar hibbonların və digər iri antropoidlərin əcdadı olmuşlar.

Güman etmək olar ki, propiopitek mərhələsində dörd ayaq üzərində hərəkətdən iki ayaq üzərində hərəkət etmə istiqamətində əsaslı irəliləyiş olmuşdur. Əsil antronomorf meymunlar miosen (10-25 mln. il ) dövründə yaranmışdır.

Onların qalıqları Himalay dağlarının ətəyində, Hindistanda, Pakistanda, Cənubi-Şərqi Asiyada, Yaxın-Şərqdə və Mərkəzi Avropada tapılmışdır. Bu iri, ramopitek adlanan qazıntı qalıqlarının dişlərinin quruluşu, müasir meymunlarla insanlar arasında aralıq forma təşkil edir. Sonralar müəyyən olmuşdur ki, romopiteklər 14 mln. il bundan əvvəl yaşamış və müxtəlif qitələrə yayılmışlar. Bu dövrün iqlim şəraitində böyük dəyişikliklər baş vermişdir. Paleoiqlim məlumatlarına görə bu dövrdə Yer üzərində temperatur nisbətən aşağı düşdüynə görə geniş sahələri tutan tropik meşələrin əvəzinə savannalar (düzənliklər) əmələ gəlmişdir. Məhz bu dövrdə romopiteklər meşələrdən çıxaraq açıq sahələrdə yaşamağa uyğunlaşmağa başlamışlar (şəkil 17.5). Bu açıq sahələr sıx ot bitkiləri və seyrək kollarla örtülü olmuşdur. Belə bir şəraitdə romopiteklər tez-tez iki ayaq üstə qalxıb, ətrafı gözədən keçirməli, ovlarını və düşmənlərini görməli idilər. Açıq sahələrdə meymunların orqanizmlərində müəyyən quruluş dəyişmələri baş verməyə başladı. İki ayağı üstündə uzun müddət hərəkət edə bilən fərdlər üstünlük qazandılar. Ramopiteklərin boyunlarının orta ölçüsü 100-140 sm, çəkiliəri 50 kq-dan çox deyildi.

Bədənlərinin rəngi qara, ensiz alın, yaxşı inkişaf etmiş qaşüstü yastıq, zəif inkişaf etmiş burun və dodaqlar, möhkəm inkişaf etmiş köpək dişləri Ramopiteklər üçün xarakterikdir.



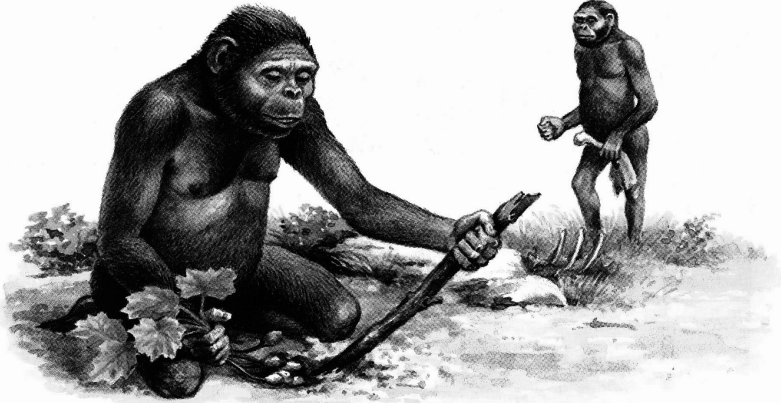
**Şəkil 17.5.** Savannanın açıq sahələrində insan əcdadlarının əmələ gəlməsi hipotezi.

***Avstralopiteklər.*** Bir qədər iri olub, Yerdə iki ayağı üzərində hərəkət edən antropoidlərdir. Bədənlərinin çəkisi 20-60 kq, boyu 100-150 sm olmuşdur. Qısa arxa ətrafları üzərində dik hərəkət edirdilər.

Avstrolopitekləri (lat *avstralis* – cənub, yun. *Pithecus* – meymun) cənub meymunu adlandırmışlar. Onların bədən quruluşu, ətrafları xeyli dəyişilmişdir, sağrı-yan və baldır əzələləri güclü inkişaf etmişdir, kəllənin onurğa üzərində yerləşməsi vəziyyətinə görə belə nəticəyə gəlmişlər ki, qədim insanabənzər meymunlara aid tapıntılar içərisində avstralopiteklər müasir insanabənzər meymunlara nisbətən insana daha çox oxşayırlar. Dişlərinin quruluşuna və diş sisteminə görə bunlar insanlara çox oxşayırlar. Köpək dişlərinin çox da iri olmaması və dişlərin insanda olduğu kimi enli qövs şəkilində yerləşməsi insana oxşamasını əks etdirir. Köpək dişlərinin xırda olması onu göstərir ki, onların özünü müdafiə və hucum etmə üzvləri əllərə keçmişdir. Beynin

çəkisi 450–650 q olmuşdur. Bunlar dik iki ayağı üzərində hərəkət etmiş, mağaralarda yaşamışlar.

Özlərini müdafiə etmək və heyvanları ovlamaq üçün dəyənək, daş və dırnaqlı heyvanların iri sümüklərindən istifadə edirdilər. Avstrolopiteklərin qalıqları qazıntı halında ilk dəfə alim R. Dart tərəfindən Cənubi Afrikada tapılaraq təsvir edilmişdir (şəkil 17.6).

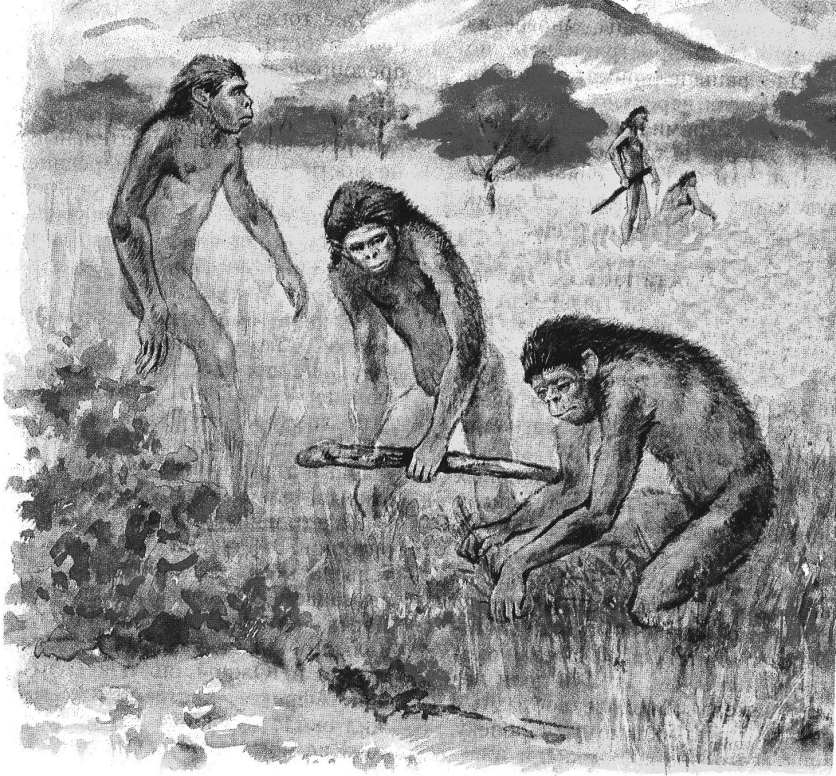


Şəkil 17.6. Avstrolopiteklər

Avstrolopiteklərin yüzlərlə tapılan qalıqları ilə yanaşı həmin laylarda külli miqdarda xırda paviyanların da sümükləri tapılmışdır. Onlar özlərinə bənzərlərlə ov edirdilər. Tapılan kəllələrin üzərində açıq – aşkar zərbə izləri müşahidə olunmuşdur, özü də bu zərbələrin əsasən kəllənin sol gicgahına endirildiyi aydın görünmüşdür. Bu onu göstərir ki, avstrolopiteklər insanlar kimi solaxay olublar (bax: şəkil 17.6 və 17.7).

Diş sisteminin quruluşuna görə onlar hər şeyi yeyən olublar (oteyənlər, ətyeyənlər). Eyni zamanda avstrolopiteklərin müxtəlif növləri mövcud idi. Onlar bir-birindən bədən quruluşuna və ölçüsünə görə fərqlənirdilər.

Belə güman edilir ki, avstrolopiteklərin bəzi növləri oddan istifadə edə bilmişlər. Hər halda avstrolopiteklərin qalıqları ilə yanaşı tonqalların izləri də tapılmışdır. Bunları prometey avstrolopitekləri adlandırmışlar.



**Şəkil 17.7.** Avstralopiteklər məhsuldar Afrika düzənliklərində qrup halında qida əldə edir.

Müxtəlif növlərə aid olan avstrolopiteklərin qalıqlarını təhlil etdikdə müəyyən olunur ki, onlar 8 mln. il bundan əvvəl yaşamışlar. Homo cinsinə yaxın olan ən mümkün nümayəndə *afar avstrolopitek*dir. A. afarensisin qalıqları Efiopiyada yaşı 3,5 mln. olan laylardan tapılmışdır (şəkil 17.8).

Ümumiyyətlə avstrolopiteklər bir çox əlamətlərinə və bədən quruluşuna görə şübhəsiz insanlara daha da yaxındır, nəinki müasir insanabənzər meymunlara. Bu oxşarlıq əsasən diş sisteminin quruluşunda özünü göstərir. Onların əlləri sərbəst olduğu üçün primitiv silahlardan istifadə edirdilər.





**Şəkil 17.8.** Afar (*A. afarensis*) avstralopitekin xarici görünüşünün yenidən qurulmuş şəkli.

### **17.5. Homo cinsinin təkamülündə əsas mərhələlər**

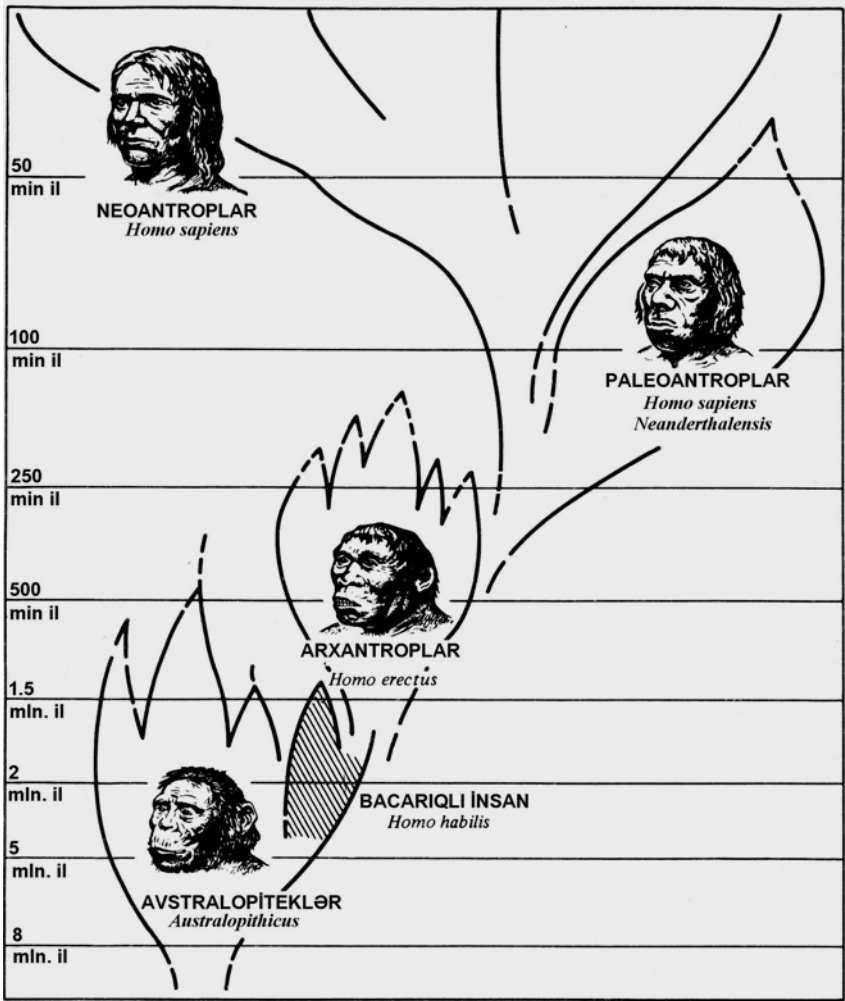
XX-ci əsrin ortalarında baş verən kəşflər göstərmişdir ki, avstrolopiteklər və onlara morfoloji yaxın olan ali meymunların növləri Şərqi Afrikada və Asiyada geniş yayılmışlar. Bu növlərin sayı tapılmış 350-yə yaxın qalıqlar əsasında müəyyən olunmuşdur.

Tapılan külli miqdarda qalıqlar seriyasından xüsusi maraq doğurarı 1959- cu ildə Oldovay dərəsində ingilis antropoloqu L. Liki tərəfindən tapılan zıncantrop idi. 1960-cı ildə həmin yerdə bir kəllə tapılmışdır. Öz quruluşuna görə onlar avstrolopitekdən fərqli olaraq insana daha yaxındır. 1961-1977 ci illərdə onlarla buna oxşar formaların fraqmentləri həmin yerdə və Afrikanın digər yerində, Turkan gölünün (Keniya) sahilində tapılmışdır. Bu insan qalıqları, yaşı 2 mln. il olan laylardan tapılmış, onu *Homo habilis* – Bacarıqlı insan adlandırmışlar.

H. Habilisin beyin kütləsi avstrolopiteklərdən çox, yəni 650-775 qr olmuşdur.

İnsanabənzər meymunlardan fərqli olaraq, müasir insanlarda





Şəkil 17.9. Homo cinsinin və onun yaxın əcdadlarının filogenetik ağacı.

## 17.6. Arxantropların həyat tərzi

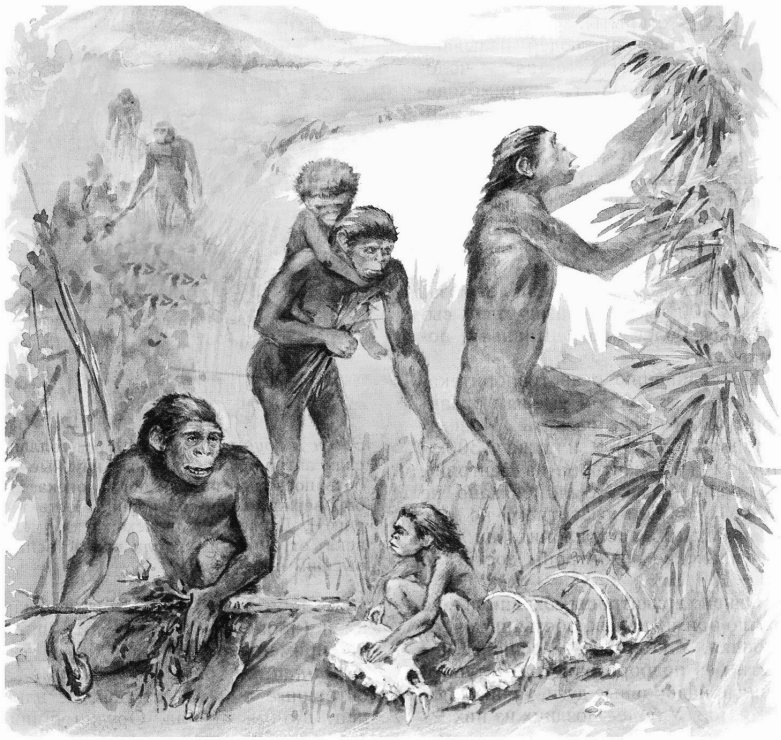
Arxantropların qazıntı qalıqları müxtəlif olsa da, ümumi götürdükdə onların quruluşu və həyat tərzi haqqında ətraflı təsəvvür yaratmaq olar. Öncə arxantroplar inkişaf etmiş silah alətlərinin hazırlanması ilə fərqlənirdilər. Daşdan hazırlanmış silah

balta kimi iti idi. Bu silahla onlar müxtəlif heyvanları müvəffəqiyyətlə ovlayırdılar: filləri, öküzləri, kərkədanları, maralları, gəmiriciləri, iri quşları məsələn: dəvəquşu və digərlərini ovlayırdılar. Bəzən onlar digər tayfadan özlərinə oxşar olanlarla ov edirdilər. Onların qidalarında müxtəlif meyvələr, giləmeyvələr və kökümeyvəlilər böyük yer tuturdu.

Onlar əsasən mağaralarda yaşayırdı və şimşəkdən yaranan odu uzun müddət saxlayırdılar. Arxantroplarda hələ də hannibalizm mövcud idi. Onların ağır və sərt həyat tərzini heyvanların həyat tərzindən heç də fərqlənmirdi. Anadan olan körpələrin və cavan uşaqların ölüm faizi buna subutdur. Arxantroplar nitqin rubikonunu (qəti addım atmaq) keçmişlər. Beynin ölçüsünə görə onlar nitqə sahib olmuşlar. Nitqin rubikonu baş-beynin çəkisi 750 qr-a çatdıqda baş verir. Müasir insanların uşaqlarında nitq, beynin çəkisi bu həcmə çatanda başlayır. Məlumdur, nitq çox primitiv idi, lakin bu nitq digər heyvanlarda olduğu kimi ayrı-ayrı signal səsləri deyildi. Əmək fəaliyyətinə və ictimai həyat tərzinə əsaslanan nitq proqresiv inkişaf istiqaməti üçün və bəşəriyyəti heyvanlar aləmindən ayırmaq üçün böyük təkan idi. Arxantroplar zahirən müasir insanlara oxşayırdı, lakin bir çox əlamətlərə görə insanlardan fərqlənirdi. Məsələn: qaşüstü yastıqların, alının geriye doğru mailliyinin, çənəaltı çıxıntının olmaması, burunun yastı olması müasir insan pilləsinə yüksəlmədiyini göstərir. Bununla belə beynin çəkisi (800-1000 qr) homo-habilislərdən xeyli yüksək idi. Arxantropların bədənlərinin orta ölçüsü planetimizin Oykumena hissəsinin müxtəlif yerlərində müxtəlif idi. Oykumena o zamanlar Yer üzündə arxantroplar yayılan ərazi adlanır. Məsələn: 1891-ci ildə Yava adasında hollandiyalı həkim Dübua tərəfindən tapılmış pitekanthropun boyu – 170 sm, beyinin çəkisi – 900 qr olmuşdur (şəkil 17.10). Bir milyon il bundan əvvəl yaşamışdır. Pekinin yaxınlığında Çin alimi Pey (1027 – 37 il) tərəfindən tapılan Sinantropun kişi skeletinin boyu 160 sm, qadın skeletinin boyu 150 sm, beynin çəkisi orta hesabla 1050 qr olmuşdur. Sinantropolar təxminən 500-700 min il bundan əvvəl yaşamışlar.

Almaniyada Heydelberq şəhəri yaxınlığında 1907-ci ildə qumsal yerdə, 24 metr dərinliyində alt çənə tapılmışdır. Bu ta-

pıntıya əsasən çənə sahibini heyderberq insan adlandırmışlar. Hazırda küllü miqdarda qədim insanların, homo-erectusların qalıqları öyrənilib: Altantponlar – Əlcəzairdə; Telantropplar – Cənubi Afrikada; Oldovay pitekantropu – Mərkəzi Afrikada.



Şəkil 17.10. Pitekantropplar

Arxantroppların – ən qədim insanların hamısının təkamülü eyni istiqamətdə və eyni dərəcədə getməmişdir. Onların içərində beyni daha yüksək inkişaf etmiş, oddan daha çox istifadə edə bilən, nisbətən daha mükəmməl əmək alətləri yaradan, ictimai həyatlarında daha irəli getmiş əcdadlarımız öz nəsillərini davam etdirmişlər. Başqa sözlə, yaşama şəraiti ilə və növdaxili mübarizədə təbii seçmənin ciddi nəzarəti altında qalib gələn qruplar yaşaya bilmiş və özlərindən üstün olan əcdadlarımızın

paleoantropların (qədim insanlar – neandertallar) meydana gəlməsinə səbəb olmuşdur.

**Azıxantrop.** 1960-cı ildə Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyasının Tarix İnstitutunun əməkdaşları tərəfindən aparılan arxeoloji tədqiqatlar sayəsində respublikamızın müxtəlif yerlərində qədim əcdadlarımızın yaşadığı bir neçə mağara tapılmışdır. Bunlardan Azıx mağarası dünya alimlərinin diqqətini cəlb etmişdir. Bu mağara Qarabağ dağlarının Cənub-Şərq yamaqları ilə Cənubi Azərbaycan ərazisi sərhəddində yerləşmişdir. Həmin mağara vaxtilə fəaliyyətdə olan, indi susuz qalmış Qurucayın sol sahilində, dəniz səviyyəsindən 900 m yüksəklikdə yerləşir. Mağaranın iqlim və ekoloji şəraiti bitki və heyvanların həyatı üçün çox əlverişli olmuşdur. 2 milyon il bundan əvvəl Şərqi Avropada homo – habilisə yaşca yaxın olan ilk insanlar burada məskən salmışlar. Azıx mağarası dünyada tapılan ən iri mağaralardan biridir. Burada müxtəlif məqsədlər üçün hazırlanmış çoxlu miqdarda daş alətləri tapılmışdır. Bu alətlər Şərqi Afrikada tapılan Oldavay alətlərinə oxşardır. Quruçay daş alətləri mədəniyyətinin 1 milyon 200 min ildən çox yaşı vardır. Bu mağaranın müxtəlif təbəqələrində tapılan kobud və formaca primitiv daş alətlərlə yanaşı Azıx adamlarının ovladıqları heyvanların, xüsusilə ayı və maralların sümükləri də tapılmışdır. Azıx mağarasında tapılan və ən qədim insanlara – arxantropalara aid alt çənə qırıntısı diqqəti daha çox cəlb etmişdir. Bu qırıntı 1968-ci ildə mağaranın aşel təbəqəsində tapılmış və azıxantropun alt çənəsinin sağ qanadı hesab edilmişdir. Çənə qırığı üstündə dişlərdən yalnız üçüncü azı dişi bütöv saxlanılmış, ikinci azı dişi ortadan sınımış, birinci azı dişi isə tamamilə yox idi, lakin onun alveolları olduqca nəzərə çarpırdı, gövdəsi nisbətən qalındır. Bu baxımdan azıxantropun alt çənəsi avstralopiteklərdən fərqlənir və bu xüsusiyyətlərinə görə arxantropların arasında özünə yer tutur.

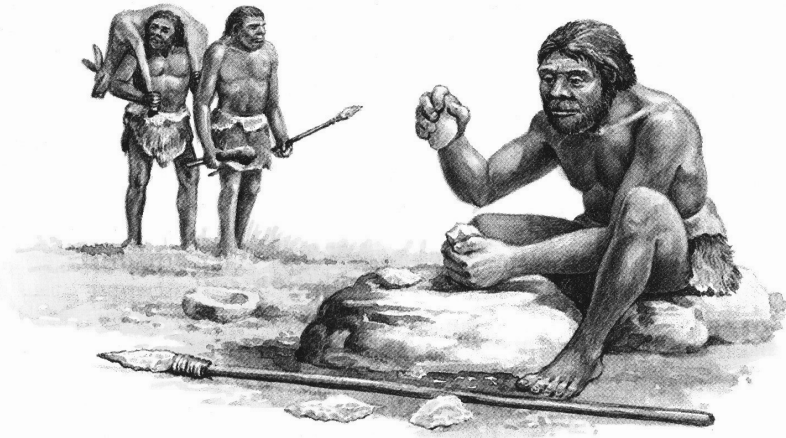
**Paleontropolar – Neandertallar.** Müasir Elm hesab edir ki, insanların (Homo sapiensin) bilavasitə əcdadı neandertallar olmuşdur. Neandertalların sümüklərinin qalıqları Avropanın, Afrikanın, Ön, Orta, Mərkəzi və Şərqi Asyanın, 400-dən artıq yerində tapılıb, onlar 200 min ildən – 40 min il bundan əvvəl yaşamışlar. Onlar arxantropların və müasir formaların – Homo sa-

pienslərin arasında aralıq yer tutur. Neandertallara aid materiallar ilk dəfə 1848 ci ildə hibratların yaxınlığında tapılıb. Bu tapıntı kəllənin tam olmayan bir hissəsi idi. 1856-cı ildə Almaniyada Düsseldorfun yaxınlığında Neandertal dərəsində, mağarada primitiv insana aid olan kəllənin qapağı və skeletin bəzi hissələri tapılmışdır.

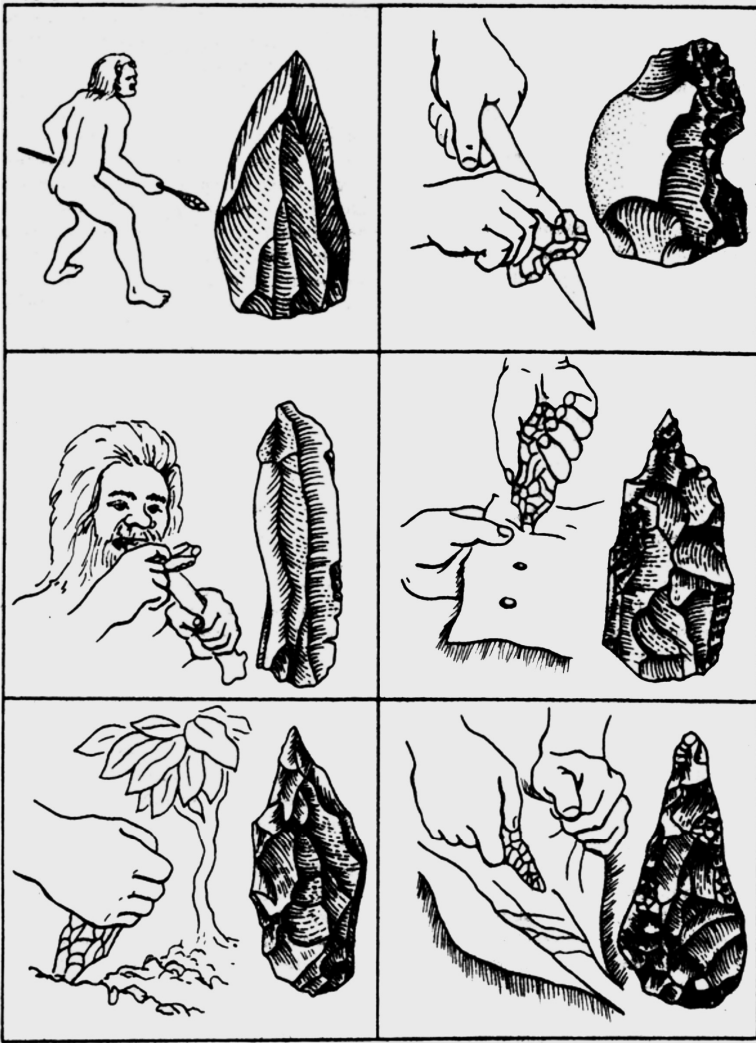
**Neandertalların həyat tərz.** Paleontropların yaşadığı bütün yerlərdə tonqal izləri və iri heyvanların sümükləri tapılırdı. Kəllələrin və sümüklərin hamısı qırılmış halda olurdu, yəqin neandertallar kəllə və iri sümüklərin beynilərilə qidalanırdı. Sümüklərin çoxu yanmış halda idilər, bu onu subut edir ki, qida hazırlamaqdan ötəri onlar oddan çox istifadə edirdilər.

Mətbəx tullantılarının arasında heyvan sümükləri ilə yanaşı neandertal sümüklərinə də tez-tez rast gəlinirdi. Bu onu göstərir ki, təkamülün bu dövründə hannibalizm insanlar üçün adi hal idi. Çox güman ki, özgə qrup insanlara onlar heyvan kimi yanaşırdılar və onları ovlayırdılar. Adətən onların ov obyektini məməlilər və iri quşlar olurdu.

Neandertalların silah alətləri daşdan hazırlanmış iti dəsdək, sümüklərdən düzəldilmiş nizənin iti başı, kürəcik və sairədən ibarət olmuşdur. Bu alətlər arxantropaların hazırladıqları əmək alətlərindən daha da təkmilləşmiş şəkildə idi (şəkil 17.11, 17.12).



Şəkil 17.11. Neandertallar



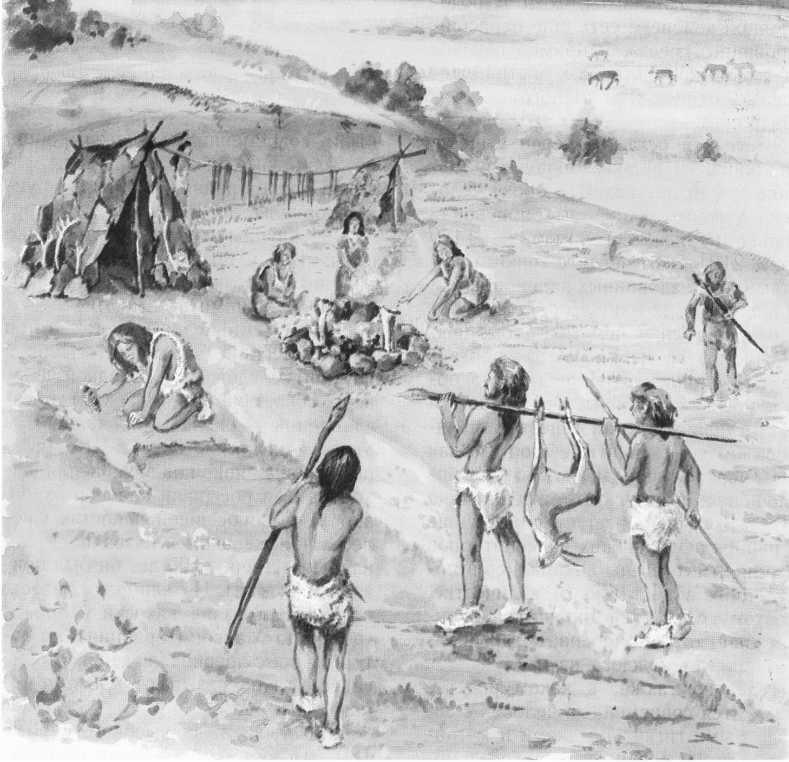
**Şəkil 17.12.** Neandertalların bəzi silahları və onlardan istifadə üsulları (Q.N.Matyusinə görə, 1972).

***Neandertalların xarici görünüşü.*** Neandertallarda bədən və başın quruluşu aşağıdakı əlamətlərlə səciyyələnir. Qaşüstü ya-  
stıqcıqları daha kiçik, çənələri daha nazik, alınları hündür, üzü  
enli, gözləri çox aralı yerləşmiş, çənəaltı çıxıntı zəif inkişaf et-

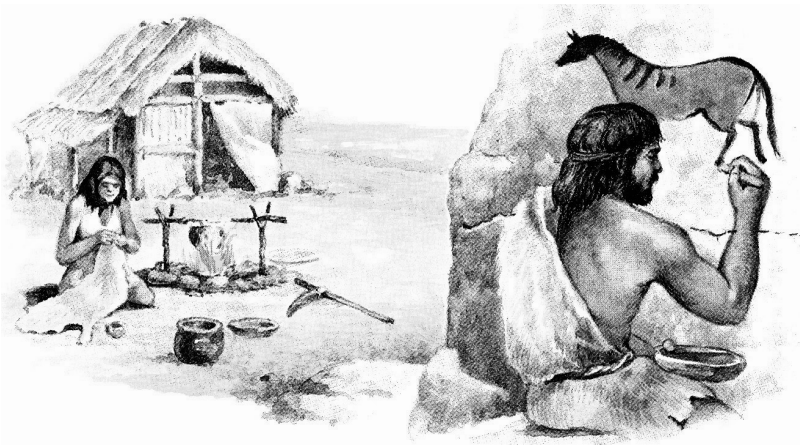


miş, dişləri iri olmuşdur. Neandertalların iri və qısa boynu, boyu 155 – 165 sm, bədən hissələrinin nisbəti müasir insanlara yaxın olmuşdur. Əllərin pəncəsi, müasir insanlardan fərqli olaraq çox geniş, həmçinin geniş barmaq və enli, qalın və möhkəm dırnaqlara malik idilər. Onlarda beyinin kütləsi 1500 qr, məntiqi təfəkkürü ilə bağlı olan şöbələr çox güclü inkişaf etmişdir. Neandertalların inkişafında ictimai üstünlük bioloji üstünlüklərdən yüksək olub və gələcək təkamüldə həlledici rol oynamışdır.

***Neantroplar – kromanyonlar, homo sapiens.*** Dördlük dövrün axırında, təxminən 100–120 min il bundan əvvəl neandertalların gələcək nəsli olan – ilk müasir insanlar yaranmışdır. Onlar elmi ədəbiyyatda kromanyon adını almışlar. Onların ilk sümük qalıqları 1868 ci ildə Fransada Kromanyon kəndinin yaxınlığında tapılmışdır. Kromanyonlar neandertallardan nisbətən hündür olub, boyları 180 sm, beyinin kütləsi 1600 qr-a çatmış, dar buruna, enli və düz alna malik olmuşlar. Onların kəlləsinin cizgiləri müasir insanlara xas olan cizgilərə malik idi. Alt çənənin altında, müasir insanlara xas olan çıxıntının olması onu sübut edir ki, kromanyonlar aydın, səlis nitqə malik idilər. Əmək və silah alətləri hazırlanmasında kromanyonlar neandertallara nisbətən xeyli inkişaf etmiş və irəli getmişlər. Onların daşdan hazırladıqları alətləri daha da səliqəli, əsaslı sürətdə işlənilmiş və emal edilmişdir. Bundan başqa kromanyonlar alət hazırlamaq üçün heyvanların sümüklərindən və buynuzlarından geniş istifadə edirdilər. Məsələn, balıq ovlamaq üçün nizələrə sümüklərdən ucluq düzəldirdilər (şəkil 17.13). Kromanyonlar qidalanmaq üçün atları, mamontları, şimal marallarını, vəhşi öküzləri, cüyürləri və digər heyvanları ovlayırdılar. İspaniyanın və Fransanın mağaralarında kromanyonların təsviri incəsənət nümunələri tapılmışdır (şəkil 17.14). Bu mağaraların divarlarında müxtəlif heyvanların şəkilləri və ov həyatından bəzi səhnələr əks olunmuşdur. Mamontların iri dişləri üzərində bir sıra çərtmə naxışlar əks olunub, güman olunur ki, bu çərtmələrlə onlar nəyin hesabətını aparmışlar. Beləliklə, ibtidai insanlar addım-addım, tədricən inkişaf edirdilər. Əmək fəaliyyəti onların qarşısında zəkanın və mədəniyyətin təkmilləşməsi üçün sonsuz perspektivlər açdı.



Şəkil 17.13. Müasir tip insanlar – kromanyonlar



Şəkil 17.14. Kromanyonlar

**Zəkali insanın ilkin vətəni.** Müasir insanların yaranmasına aid iki hipotez mövcuddur. Birinci hipotez *polisentrizm* aiddir; bu hipotezə görə *Homo sapiens* geneoloji baxımdan planetimizin müxtəlif yerlərində paleontoplara və hətda arxantoplara aid olan müxtəlif əcdad formalardan yarandığı fikri irəli sürülür. İkinci hipotez – *monosentrizm* adlanır. Bu hipotezə görə *H. sapiens* məkanca planetimizin bir yerində, mənsəcə vahid ümumi əcdad formadan yaranmışdır. Lakin son zamanlar alimlər əsasən ikinci hipotezin üzərində dayanırlar. Bu hipotezin müəllifi rus alimi, görkəmli antropoloq Y.Y Roqinski idi. O, bu hipotezə bir düzəliş verərək *geniş monosentrizm* hipotezini irəli sürmüşdür.

Geniş monosentrizm hipotezinə görə müasir insanlar Aralıq dənizi və Ön Asiya ərazisi kimi geniş mərkəzdə təşəkkül tapmışlar. Məsələn, bu geniş mərkəzdə erkən neandertallarla kromanyonlar arasında müxtəlif formalara aid materiallar tapılmışdır. O zamanlar, bu ərazilər müxtəlif heyvanlarla zəngin sıx meşələrlə örtülüdür. Çox güman ki, burada dərrakəli insanın əmələ gəlməsi istiqamətində axırıncı addım atılmışdır. Bu mərhələdə müasir insanın zahiri görünüşü tamamilə formalaşmışdır. Bundan sonra planetimizdə yaranmış neontoplara geniş və aktiv yayılması başlanmışdır.

Yaşca erkən formalaşan dərrakəli insan yayıldığı ərazilərdə, oturaq həyat keçirən paleontoplara qarışmışlar, nəticə etibarilə bu da neandertalların primitiv ibtidai mədəniyyətinin inkişafına səbəb olmuşdur, çünki o zamanlar kromanyonların mədəni səviyyələri əhəmiyyətli dərəcədə üstün idi.

Çox güman ki, kromanyonlarla neandertalların arasında genetik nöqtəyi nəzərdən çarpazlaşma gedirdi.

Arxeoloji və paleontoloji dəlillərin əsasında, müasir molekulyar – genetik üsulların köməyiylə *H. sapiens* inkişaf mənzərəsinə əsaslı materiallar əlavə edilmişdir. Mitoxondrial DNT-nin quruluşuna görə zəkali insan bir qadıncıdan əmələ gəlmişdir. Sonrakı dəqiq analizlər göstərmişdir ki, bir neçə on min illər qabaq, pleystosendə *H. sapiens* başlanğıc populyasiyasında onların sayı 5000 cüt çoxalan fərdlərdən artıq olmamalı idi. Sonra, yəqin ki, bu populyasiya bir neçə populyasiyalara bölünmüş və bu populyasiyalarda onlarla çoxalmaya malik olan cütlər olmuşdur.

Bütün bu məlumatlar geniş monosentrizm hipotezinə uyğun gəlir.

**H. Sapiensin təkamülündə ilkin mərhələlərin xüsusiyyətləri.** Əgər kromanyon müasir dövrdə küçədə, adamlar arasında bizə rast gəlsə idi, heç kim onun fiziki xüsusiyyətlərinə fikir verməzdi və müasir insanlardan fərqləndirməzdi. Faktiki olaraq kromanyon – müasir insandır.

H. Sapiensin əmələgəlmə anıadək Homo cinsi, dərrakəli insana xas olan xüsusiyyət və əlamətlərin demək olar ki, əksəriyyətinə malik idi: iki ayağı üstə hərəkət etmək, ön ətraflarından istifadə edərək əmək fəaliyyətinə başlamaq, oddan istifadə etmək, baş beyinin çəkisinin artması, sürü halında keçirilən həyat tərzilə əlaqədar nitqin yaranması və s.

Öz hiyləgərlikləri ilə çoxlarından üstün olan (beyinin güclü inkişafı), qeyri-əlvərişli təbii şəraitdə (yaşayış yeri, od) nəhəng yırtıcılara qarşı müqavimət göstərmək qabiliyyətinə görə (silahla) Paleontropların ayrı-ayrı sürüləri (dəstələri) özlərinin qidalandıqları ərazilərdə qida zəncirinin ən yüksək zirvəsini tutmuşlar. Hələ bunlar hamısı ayrı-ayrı dəstələr, sürülər olub bir-birinə qarşı düşmənçəsinə, ədavətlə (hannibalizm də daxil olmaqla) yanaşırdılar. Lakin əmək fəaliyyəti, əmək prosesində, ovçuluqda, müdafiə olunmaqda, ayrı-ayrı fərdlərin qüvvəsinin birləşməsində toplanmış təcrübəni və ənənəni nəsillərə ötürülməsini tələb edirdi.

Paleontropların şüurunda böyük dəyişikliklər baş verirdi. Əvvəllər neandertallar, öz ailələrində xəstə və ya yaralanmış fərdlərdən sadəcə olaraq qida kimi istifadə edə bilirdilər. Sonralar onlar qoca, fiziki cəhətdən zəif olanlara, lakin əqli fəaliyyətinə görə bacarıqlı fərdlərə (yaxşı alət düzəldənlərə, yaxşı iş bilənlərə, yaxşı müşahidəçilərə) qarşı qayğı göstərməyə başladılar. Şübhəsiz cəmiyyətin ilkin inkişaf mərhələlərində bu və digər dəstənin qabiliyyətini yüksək saxlamaq istiqamətində təbii seçmə olmalı idi. Bu biososiallığın sələfi idi. Hələ Ç. Darvin qeyd edirdi ki: «o cəmiyyətdə ki, fərdlər bir-birinə qarşı qayğı göstərir, onda onlar inkişafda olmalıdır və nəsil vermə qabiliyyəti yüksək olmalıdır». Məşhur amerika alimi D j: B. S. Xoldeyn qeyd edirdi ki, «altruizm geninə» görə seçmə «adamları insana» çevirmişdir.

**Zəkalı insanın inkişafının əsas mərhələləri.** H.sapiens

növünün mövcudluğunun ilkin mərhələlərində əcdadlarımız üçün xarakter olan bir çox texniki və mədəni nailiyyətlərə hərtərəfli baxmazdan əvvəl üç məsələ üzərində dayanacaq.

*Birincisi* – şüurlu insanın olmazın dərəcədə mənəvi və psixiki inkişafıdır. Yalnız şüurlu insan təbiəti bu cür anlamağa, bu cür özünüdərk etmə səviyyəsinə çatmağa nail olmuşdur. Xatırlamalıyıq ki, insanın fəlsəfi tərifində deyilir ki, insan «özünü dərk edən materiyadır». O, yəni insan incəsənəti yaratmağa qadir olmuşdur (ilk qayaüstü təsvirlərin yaşı 40–50 min ildir).

*İkincisi* – şüurlu İnsanın təkamülündə ən mühüm və əlamətdar nailiyyətlərdən biri də neolitik inqilab idi. Belə ki, şüurlu insan vəhşi heyvanların əhilləşdirilməsinə və yabani bitkilərin mədəni hala salmasına 10 min il bundan əvvəl başlamışdır. Bu hadisələr H. Sapiens tərəfindən ətraf mühitə yiyələnməkdə ən böyük hadisələrdən biri idi. Bu vaxta qədər insan özünü qida və geyim ilə təmin etmək üçün, tamamilə ətraf mühitdən asılı idi. Bundan sonra isə ətraf mühitin bəzi tərəflərinə nəzarət etməyə başladı. Neolitik inqilabın miqyasını çox vaxt biz layiqincə qiymətləndirmirik. Nəzərə almaq lazımdır ki, praktiki olaraq bütün ev heyvanları və mədəni bitkilərin hamısı bizim qədim əcdadlarımız tərəfindən bir çox min illər bundan əvvəl yaradılıb.

*Üçüncü* – müasir insanın tarixi inkişafı yolunda ən böyük və mühüm mərhələ, elmi-texniki inqilab idi. Bunun nəticəsində, xüsusən axırını 3–4 yüz ildə insan təbiət üzərində hökmranlıq əldə etmişdir. Bəşəriyyətin texniki qüdrəti əsasında insan öz istədiyi kimi planetimizin müxtəlif bölgələrində yaşadığı mühiti dəyişə və yaşamaq üçün lazım olan şəraiti təmin edə bilər.

Arxeoloji və paleontoloji dəlillərdən görürük ki, H. Sapiens inkişafında müxtəlif mərhələlərin olması axır on min illər ərzində onların fiziki simasının dəyişilməsilə bağlı deyil. Son bir neçə on min illər ərzində insanın bədəninin quruluşunda dəyişilmələr olmayıb. Bu onu göstərir ki, insanın təkamülü bioloji nəzarətdən çıxıb və sosial qüvvənin təsiri ilə istiqamətlənib.

## **17.7. İnsanın əmələ gəlməsi prosesində əməyin rolu**

İnsanı heyvanlardan, xüsusilə meymunlardan fərqləndirən

bir sıra əsas xüsusiyyətləri vardır:

1. Mərkəzi sinir sisteminin inkişafı.

2. Əllərin, bir üzv kimi, meymunlarda mümkün olmayan, yüzlərlə müxtəlif hərəkətlər etmələri.

3. İnsanlar arasında nitqin ünsiyyət və cəmiyyət yaratmaq üçün bir vasitə olması. Bunlar hamısı əmək və istehsalat proseslərinin nəticəsidir.

Qeyd etməliyik ki, insan cinsinin yaranmasında ilk, hərtərəfli təhlil edilmiş nümayəndə H. habilis, məhz əmək fəaliyyətinə görə səciyyələndirdi. Müasir meymunlardan fərqli olaraq H. habilislə və sonra yaranan avstralopiteklər müxtəlif alətlər düzəltməyə qadir idilər. Bu qabiliyyət insanlarla insanabənzər əcdadlar arasında mühüm bir sərhəddir. İnsan növünün formalaşmasında təbii seçmənin rolunu inkar etmək olmaz. Lakin insanın biososial bir varlıq kimi formalaşması üçün yalnız təbii seçmə kifayət deyil. F. Engelsin «Meymunun insana çevrilməsi prosesində əməyin rolu» (1896) adlı əsərinin bu problemin həllində böyük əhəmiyyəti olmuşdur. Bu əsərdə subut edilmişdir ki, əl özü müəyyən mənada əməyin məhsuludur. Əmək prosesində əllər yüz min illər ərzində bir sıra mürəkkəb əməliyyatı icra edə bilmək qabiliyyətini qazanmışdır. Bununla yanaşı hər bir sadə və ya mürəkkəb əmək prosesində əllərin ixtisaslaşması, bacarığı yüksəlməklə bərabər, həm də görmə, eşitmə və s kimi hiss üzvləri və onların sinir mərkəzləri də iştirak etməli olmuşdur.

Qeyd etmək lazımdır ki, əmək prosesi ancaq təkamülə yüksək dərəcəyə çatmış, həm cəmiyyət, həm də keyfiyyətə inkişaf etmiş beyinə malik canlılarda, daha doğrusu Homo cinsində baş verə bilərdi. Məlum olduğu kimi, təbii əşyalardan – ağacdan, daşdan, sümükdən müəyyən əməliyyatlar üçün, qida əldə etmək, düşməndən qorunmaq və s proseslərdə istifadə etmək qabiliyyəti insanabənzər meymunlarda da vardır.

İlk insan cinsinin H. Habilisin meydana gəlməsi əmək fəaliyyəti ilə əlaqədardır. Əmək fəaliyyəti əcdadlarımızı sürü və ya cəmiyyət halında yaşayış tərzinə keçməsində çox böyük amil olmuşdur. Əmək cəmiyyət üzvlərinin daha sıx birləşməsinə səbəb olmuşdur. İri məməli heyvanları, məsələn: mamontları, iri maralları tək-tək adamlar ovlaya bilməzdi. Kollektiv halında ov

etmək bir zərurət kimi meydana çıxmışdı. Eyni zamanda onlar kollektiv halında özlərini həm də yırtıcı heyvanlardan qoruyurdular. Cəmiyyətin yaşlı üzvləri uşaqların, gənclərin tərbiyəsi ilə məşğul olurdular, onlara əmək alətləri düzəltmək, ov etmək, otdan istifadə etmək və onu uzun müddət saxlamaq və s. kimi həyat üçün lazım olan qaydaları öyrədirdilər. Cəmiyyət halında yaşamaq əcdadlarımızın yaşamaq uğrunda mübarizələrini, məişətlərini xeyli asanlaşdırmışdır. Kollektiv ov prosesində əvvələr ancaq əl-qol hərəkətləri, başqa işarə və siqnallarla cəmiyyət üzvləri arasındakı ünsiyyət, qarşılıqlı münasibətlər yaradırdı, bu işə get-gedə aydın nitqin meydana çıxmasına səbəb olmuşdur. Aydın nitqin meydana çıxması danışmaq üzvlərinin anatomik quruluşunun müəyyən dərəcədə inkişafını tələb edirdi. Bununla əlaqədar qırtlaq və ağız aparatı uzun sürən insanlaşma prosesində nitq orqanına çevrildi.

Aydın nitqin meydana çıxması cəmiyyətin inkişafına, əsaslı təsir göstərməyə başladı. İnsan yalnız onu əhatə edən abiotik və biotik şəraitin siqnallarını qavramaqla (birinci siqnal sistemi) məhdudlaşmadı. O, sözlər vasitəsilə siqnalları qavramaq qabiliyyəti də qazandı, başqa sözlə, yalnız insana xas olan ikinci siqnal sistemi meydana çıxdı. Get-gedə əcdadlarımızda abstrakt (mücərrəd) təfəkkür qabiliyyəti meydana gəlib inkişaf etməyə başladı.

**Mədəniyyət inqilabı.** Tapılmış skelet qalıqlarının əsasında qədim insanların xarici görünüşünü bərpa etmək olar. 30-20 min il, 10-5 min il, 500 il bundan əvvəl yaşamış və nəhayət müasir insanları müqayisə etməklə onlar arasında bədənlərinin quruluşuna görə əsaslı bir fərq görmək qeyri-mümkündür. Eyni zamanda tamamilə heç bir fərq görməmək də sadələşmə olardı. Bunlarda fərq yalnız mədəniyyət və biliklə əlaqədardır.

Müasir insan, onun əcdadlarından onu əhatə edən aləm və onun xüsusiyyətləri haqqında ağılasığmaz dərəcədə çox bilir. Müasir insan öz qarşısında müxtəlif problemlər qoyur və onları təhlil edir. Keçmiş nəsillərin bu problemlər haqqında heç bir təsəvvürləri olmamışdır.

Keçmiş nəsillər tərəfindən əldə olunmuş biliklərin cəmi, avtomatik deyil, məhz təhsil vermə və öyrətmə nəticəsində gə-

ləcək nəsillərə aşılırdı.

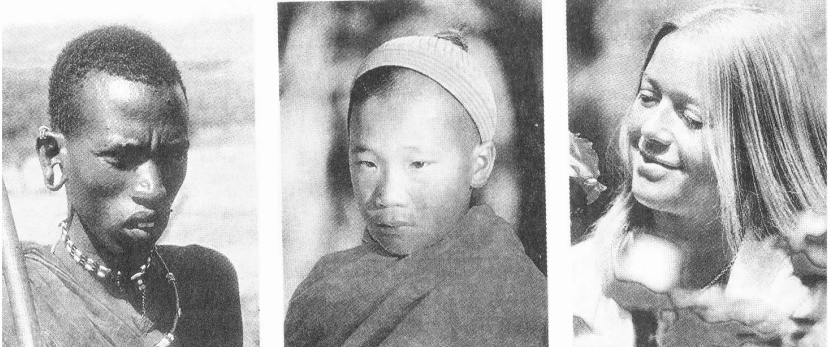
Beləliklə, əldə olunanları nəsildən-nəslə ötürməklə onlarda sosial inkişaf baş verirdi. Şübhəsiz ki, mədəniyyətin təkamülü bioloji təkamül əsasında yaranmışdır.

Müəyyən bir vaxt ərzində bu iki tip təkamül Homo cinsinin inkişafına birgə təsir edirdi. Lakin tədricən bioloji təkamülün təsiri azaldığı halda, mədəniyyətin təsiri xeyli yüksəlirdi.

### 17.8. Müasir insan irqlərinin vəhdəti haqqında

Bütün müasir bəşəriyyət ictimai, mədəni, elmi – texniki səviyyələrindən aslı olmayaraq bioloji baxımından yeganə bir polimorf olan, *H. Sapiens* növünə aiddir.

Bəşəriyyətin bu cür vəhdəti insan orqanizminin eyni kökdən əmələ gəlməsinə, sosial-psixiki inkişafına, müxtəlif irqlərin qeyri-məhdud çarpazlaşmasına və praktiki olaraq bütün irqlərin ümumi fiziki və zehni inkişafının eyni olmasına əsaslanır. Bu vahid növ müasir dövrdə müəyyən elmi əsaslara görə 3 böyük qrupa – irqlərə bölünür: 1. Avstraloneqroiq irqi; 2. Avropoid irqi; 3. Monqoloid irqi. Belə böyük irqlərin hər biri də öz növbəsində bir neçə kiçik irqlərə ayrılır (şəkil 17.15).



Şəkil 17.15. Neqroid, monqoloid və avropoid irqlərinin nümayəndələri

Elmdə irqlərin mənşəyi haqqında bir-birinə zidd iki nəzəriyyə vardır: monofiletik və polifiletik nəzəriyyə. Monofiletik nəzəriyyəyə görə bütün irqlərin əcdadı kromanyonlar olmuşdur. Kromanyon insanlar təxminən 100 min il bundan əvvəl forma-



laşmış ilk dərrakəli insan növüdür. On min illər ərzində bu insan növü planetimizin müxtəlif iqlim və coğrafi şəraiti olan qitələrə yayılmış və həmin yerlərin ekoloji və iqlim şəraitinə uyğunlaşaraq müxtəlif irqlərin yaranmasına səbəb olmuşdur.

Polifiletik nəzəriyyəyə görə irqlər müxtəlif mənşəldən başlanğıc almışdır. Avropeodlər irqi güya neandertallardan, Monqoloiq irqi sinantroplardan, Avstraliyanın yerli əhalisi pitekanthroplardan, zəncilər (neqroidlər) avstralopiteklərdən başlanğıc almışlar.

Hazırda monofiletik nəzəriyyənin düzgünlüyü elmi sürətdə təsdiq olunmuşdur. İrq əmələgəlmə prosesi əsasən homo sapiensin meydana gəlib yayıldığı vaxtlarda baş vermişdir.

Ümumiyyətlə, irqlər bir-birindən dərilərinin, saçlarının, gözələrinin rəngi və forması, burunlarının, dodaqlarının və s əlamətləri ilə fərqlənirlər. Məsələn: Avstraloneqroidlər – dəriləri qara, saçları qıvrım və ya dalğayabənzər, burunları enli, burun dəliklərinin köndələn yerləşməsi, enli dodaqların olması və kəllənin bəzi əlamətlərilə səciyyələnilər.

Avropoid (avroasiya) irqi – açıq və ya qarabuğdayı dəri, düz və ya dalğavari saçlar, yaxşı inkişaf etmiş tük örtüyü ilə, kişilərin üzündə (bığ və saqqal), çox qabağa çıxan dar burun ilə, nazik dodaq və bir sıra kəllə əlamətləri ilə səciyyələnilər.

Monqoloid (asiya – amerikalılar) – qarabuğdayı və ya açıq dərilə, düz və bəzən çox sərt tüklərilə, burun və dodaqların ortabab olması ilə, uzun yastı olması ilə, enli sifət, almacıq sümüklərinin çox çıxıq olması ilə, epikantusun (üçüncü göz qapağı) gözə qarpan dərəcədə inkişafı ilə səciyyələnilər.

İlk müasir insan növü (H. Sapiens) müxtəlif iqlim və ekoloji şəraitə düşərək bir sıra morfoloji dəyişkənliyə uğramışdır. Lakin bu dəyişkənliklər insanın ancaq ikinci dərəcəli bioloji və adaptiv əlamətlərinə toxunmuşdur. Birinci dərəcəli əlamətlər – insanlıq səviyyəsi kəllə və beyin quruluşu və s kimi əlamətlər demək olar ki, dəyişkənliyə uğramışdır. Bu üç iri irqlərin arasında keçid formalar vardır.

**İrqlər arasında vəhdəti sübut edən dəlillər.** Heç bir şübhə yoxdur ki, insana xas olan əsas əlamətlər, yəni hələ irqlər əmələgəlməmiş bizim əcdadlarımız yaranmışdır. İrqlər arasında yara-

nan fərqlər yalnız ikinci dərəcəli əlamətlərə aiddir. Bu əlamətlər konkret iqlim şəraitinə fərdi uyğunlaşmalar ilə bağlıdır

İrqlərin bəzi adaptiv əlamətlərini nəzərdən keçirək.

Məsələn: Avstraloneqroid irqdə dərinin qara olması, onların yayıldığı mühitdə şiddətli günəş şualarının təsirinin nəticəsidir. Müəyyən edilmişdir ki, insan dərisinin rəngi D vitamininin sintezi ilə tənzim olunur. Günəş şuaları çox olan yerlərdə dəridə tünd pigmentlər (melanin qatı) əmələ gəlir. Bu pigment ultrabənövşəyi şuaları pis keçirir və D vitaminin həddən artıq sintez olunmasının qarşısını alır. Buradan məlum olur ki, insanların dərisinin rəngi adaptasiya nəticəsi kimi meydana çıxmışdır.

Saçların qıvrımlığı da günəş şualarının şiddətli təsirinə qarşı bir adaptasiyadır. Qıvrım saç keçədən tikilmiş papaq kimi başın artıq şualanmasının qarşısını alır, beyini mühafizə edir. Zəncirlərin saçlarının arasında hava olan boşluqlar vardır, bunlar da hərarətin müəyyən dərəcədə tənzim olunmasına kömək edir.

Burun boşluqlarının iri olması avrapoid irqinə xas olan əlamətdir. İri burunlar Qafqaz və Mərkəzi Asiyanın yerli əhəlisinə xas olan əlamətdir.

Monqoloid irqinə xas olan dərialtı piyin birləşdirici toxuması keçmişdə şaxtalı soyuq şəraitinə qarşı adaptasiya kimi bir uyğunlaşma əhəmiyyəti daşıyıb.

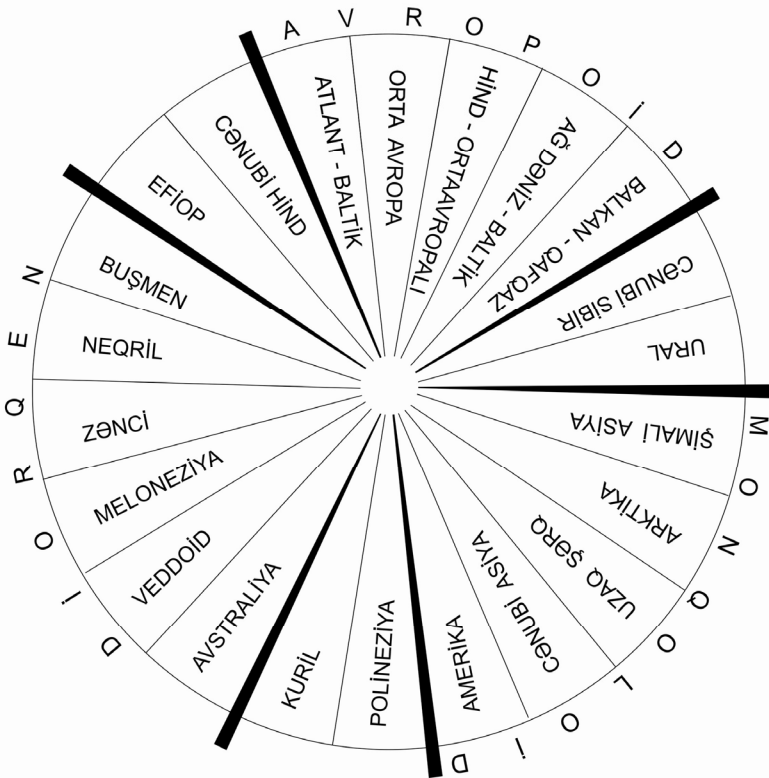
Gözün dar olması və göz qapaqlarının qatlandığı monqoloidlərdə qardan əks olunan günəş şualarına qarşı, səhra tipli yerlərdə tozdan qorunmaya uyğunlaşma kimi izah etmək olar.

Bütün bunlar bir daha subut edir ki, insan irqləri bir-birindən ancaq ikinci dərəcəli bioloji (adaptiv) əlamətlərlə fərqlənir. İrqlər ictimai-siyasi formasiyalarla əlaqədar elmi – texniki proqresin inkişafına görə aşağı və yüksək səviyyədə ola bilər. Mədəniyyətə ən geri qalmış bir xalq, bir irq əlverişli formasiyada, az bir müddət ərzində öz mədəni geriliyini aradan qaldıra bilər. Bunun üçün uzun sürən bioloji təkamülə ehtiyac yoxdur.

Yuxarıda göstərdiyimiz üç böyük irq öz növbəsində kiçik irqlərə bölünür. Böyük və kiçik insan irqləri müxtəlif vaxtlarda formalaşmışdır (şəkil 17.16).

Paleontoloji materiallar və biokimyəvi dəlillər (qan qrupları və s) zənci və avropoid irqləri arasında müəyyən oxşarlıq ol-

duğunu, yəni onların bir ümumi kökdən başlanğıc aldıklarını göstərir. Avstraliyanın müasir yerli əhalisinin ümumi görünüşündə bir tərəfdən zənci, digər tərəfdən də avroneoidlərə xas əlamətlər müşahidə olunur. Belə əlamətlərdən dərinin açıq və qarabuğdayı olduğunu göstərmək olar. İnsanların monqoloid və avropeoid irqlərə bölünməsi daha qədim dövrlərdən başlanmışdır. Müxtəlif irqlərin nümayəndələrinin bir-birindən bir çox əlamətlərlə fərqləndiklərinə baxmayaraq, onlar bir-birilə ailə qurduqda onlardan alınan nəsil dövlü olur.



**Şəkil 17.16.** Müasir insan irqlərinin qarşılıqlı münasibətini göstərən sxem (Y.Y.Roçinski və M.Q.Levinə görə, 1978)

Bütün bu irqlərin mənşə etibarilə eyni bioloji növə mənsub olduğunu subut edir. İrqlər tarixən müəyyən dövrlərdə bir-birilə qarışmışdır. Məsələn: Aralıq dənizin şərqində və ön Asiyada ne-

oantropolarla homo – sapienslərə qədər olan progressiv formalar birləşib qarışmışdır və bu sahələrdə uzun tarixi dövr ərzində birgə yaşamışdır.

Avstraliyanın yerli əhalisinin əcdadları bu qitəyə təxminən 30–40 min il bundan əvvəl köçmüşlər. Monqoloid irqindən olan adamlar Şimali Amerikaya, sonralar isə Cənubi Amerikaya köçmüşlər. Bu ölkələrin bir-birindən daha artıq təcrid olunması nəticəsində Amerika qitəsinə keçmiş insanların irqi əlamətləri xeyli dəyişikliyə uğramışdır.

Buradan bir daha aydın olur ki, irq əlamətləri adaptiv xüsusiyyət daşıyır, yəni ikinci dərəcəli bioloji əlamətlərdir.

**İnsanın gələcəkdə mümkün olan təkamül yolları.** Biz əvvəlki fəsillərdə, təbiətdə növlərin dəyişilməsinə səbəb olan və təsir edən təkamül amilləri ilə yaxından tanış olduq (təbii seçmə, dəyişkənlik, təcrid, populyasiya dalğaları).

İnsan, bir sosial varlıq kimi əmələ gəldikdən sonra təkamül-də bioloji amillərin təsiri tədricən zəifləyir və bəşəriyyətin inkişafında sosial amillər aparıcı rol oynayır. Lakin bu, insanı təbiətdən tamamilə təcrid etməyə imkan vermir. İnsan, canlı təbiətin bir hissəsi və varlığı kimi heyvanlar aləminə xas olan bütün bioloji xüsusiyyətlərə – maddələr mübadiləsi, böyümə, inkişaf, çoxalma, irsiyyət, dəyişkənlik və s. malikdir. İnsan orqanizminin bütün inkişafı bioloji qanunlar əsasında gedir. Hər bir insanın yaşama müddəti yenə də bioloji qanunlarla məhdudlaşır. Nəhayət çoxalma prosesi insanlarda canlı təbiətdə olduğu kimi, tamamilə genetik qanunlara tabedir. Beləliklə, aydın olur ki, insan bir bioloji fərd kimi bioloji qanunların tabeliyində qalır.

Təbii seçmə canlı təbiətin təkamülündə əsas və istiqamətverici bir qüvvə kimi, materiyanın sosial səviyyəyə keçməsindən sonra, öz təsirini kəskin zəiflətməmişdir və əsas amil kimi təsirini azaltmışdır. Əlbəttə, bu təbii seçmənin rolunu tamamilə inkar etməyə əsas vermir.

Təbii seçmənin təsirindən insan bir bioloji növ kimi formalaşdıqdan sonra təbii seçmə əsasən sabitləşdirici rol oynamışdır. Sabitləşdirici seçməyə parlaq misal insan populyasiyalarında sağlam insanların çəkisinin orta həcmdə anadan olmasını göstərmək olar. Təbii seçmə, əsasən mutasiyalara əsaslanır. Muta-

siyalar insan cəmiyyətində daima baş verir və verməkdədir.

Mutasiya prosesi, təkamülün yeganə amildir ki, insan cəmiyyətində öz əhəmiyyətini saxlayır. Qeyd etmək lazımdır ki, məsələn: insanın 100 mindən bir milyona qədər hasil etdiyi qamətdən orta hesabla birində yeni mutasiya baş vermiş olur. Təxminən 4000 adamdan biri albinosluq genini daşıyır, eyni tezlikdə insanlarda hemofiliya mutasiyası baş verir və s. İnsanların genotipində baş verən müxtəlif mutasiyalar onun genotipini müəyyən dövrlər ərzində dəyişdirir və yeni əlamətlərlə zənginləşdirir. Məlumdur ki, mutasiyalar istiqamətli surətdə əmələ gəlmir. Onların içərisində orqanizm üçün faydalı, zərərli və neytral əhəmiyyət daşıyanlar ola bilər. Genlərdə, xromosomlarda və genomda mutasiyaların baş verə biləcəyi imkanını nəzərə alıqda aydın olur ki, insanın da bioloji təkamülündə mutasiya tezliyi müəyyən rol oynamış və oynamaqdadır. Nəzərə alınmalıdır ki, son vaxtlarda elmi-texniki proqres sayəsində biosferdə mutagen maddələrin miqdarı çoxalmışdır.

Bunlar insanların da genotipində mutasiyalara səbəb olur. Bu mutasiyalar və onların əmələ gətirdiyi genetik kombinasiyalar insan populyasiyalarında ayrı-ayrı fərdlərin genotipini dəyişdirir. Bunlar çox vaxt fərdlərdə bu və ya digər üzvlərdə və əlamətlərdə mənfi effekt yaradır. Bu mutasiyalar bir sıra xəstəliklərə, şişəkəstliklərə və eybəcərliklərə səbəb olur.

Təbiətdə canlıların əlamətləri bu cür mutasiyalara məruz qaldıqda təbii seçmə onları daşıyan fərdləri aradan çıxarır. Lakin insan populyasiyalarında təbii seçmə xoşa gəlməyən bu cür əlamətləri çıxdaş etməkdə çox da fəaliyyət göstərə bilmir.

Beləliklə, insanın bioloji təkamülündə mutasiya və təbii seçmə spesifik əhəmiyyətə malikdir. Bununla yanaşı müasir cəmiyyətin inkişafında genetik yük müəyyən təhlükələrə səbəb olur. Buna görə də hazırda insan cəmiyyətinin genotipini mutagen amillərdən – radiasiyadan, zəhərləyici kimyəvi maddələrdən qorumaq zərurəti meydana çıxmışdır.

Təcriq – insanın bioloji təkamülündə müəyyən rol oynayan amillərdən biri olmuşdur. Yuxarıda göstərdiyimiz kimi insanların planetimizin müxtəlif yerlərinə düşərək təcrid olunmuş halda yaşaması irqlərin əmələ gəlməsində müəyyən rol oynamışdır.

İqtisadi və mədəni əlaqələrin çox zəif olduğu, nəqliyyat vasitələrinin azlığı və çətinliyi dövrlərində bunlar müəyyən təcrid sayəsində yaşayan insan populyasiyalarının genetik tərkibinə müəyyən təsir göstərirdi. Hazırda bu manelərin əsasən aradan qaldırılması insanların genofondunun zənginləşməsinə imkanlar yaratmışdır. Təcrid təzadlarının aradan qaldırılması insan irqlərinin getdikcə qarışmasına səbəb olur.

Təkamülün elementar amillərindən biri olan sayca artım dalğası insanın bioloji təkamülündə müəyyən rol oynayırdı. Keçən əsrlərdə vəba və s. kimi epidemiyalar baş verdikdə planetimizin müəyyən yerlərində əhalinin sayı xeyli azalmışdır. Məsələn: Avropada bir neçə yüz il bundan əvvəl taun və vəba xəstəliklərinin epidemiyası əhalinin sayını on dəfələrlə azaltmışdır. Hazırda bu cür epidemiyaların əhalinin sayına təsir göstərməsi ehtimalları xeyli azalmışdır.

Beləliklə, müasir insan cəmiyyətində elementar bioloji amillərin ehtimal olunan təsirlərini nəzərdən keçirdikdə görürük ki, mutasiya amilinin təsiri dəyişilməmiş qalmışdır.

Təbii seçmənin, təcridin və sayca artım dalğasının təsiri və təzyiqi ilə insan populyasiyaları da kəskin azalmışdır. Bununla əlaqədar olaraq neoantropalarda formalaşan insanın bioloji zahiri görünüşündə nəzərə çarpacaq dəyişiklik baş vermədiyi halda, son, qısa bir vaxt ərzində onun mədəni inkişafında xeyli dəyişikliklər baş vermişdir. İnsan cəmiyyətində gedən proseslər, kollektiv zəkanın güclənməsinə doğru yönəlib, ayrı-ayrı dahi adamların artması ilə əlaqədar deyildir.

İnsan bir biososial varlıq kimi təkamülə başladığı dövrlərdə atmosfer çox təmiz olmuş, içilən sular təbii mineral birləşmələrlə zəngin olmuşdur. O dövrdəki atmosfer və sular indiki ilə müqayisə edilə bilməyəcək dərəcədə saf olmuşdur. Müasir təbii şərait insanın biologiyasına öz mənfi təsirini göstərməyə bilməz. Əsrimizin ümumi xəstəliklərindən biri olan allergiya, əsasən atmosferin və təbii şəraitin, insan fəaliyyətinin nəticəsidir. Ətraf mühitdə allergiya törədən amillər – allergenlər çoxalmışdır. Allergiya ilə mübarizə, əlbəttə, tibb alimlərinin və ətraf mühiti mühafizə problemləri ilə məşğul olan mütəxəssislərin işidir. Lakin bu işdə təkamül təliminin köməyi olmadan müvəffəqiyyət qazanmaq

mümkün deyildir.

İnsanın təkamülü, bir bioloji obyekt kimi, heyvan, bitki və mikroorqanizmlərin bir çox növlərinin təkamülü ilə sıx bağlıdır. Burada insanın müxtəlif heyvan və bitki məhsulları ilə bağlılığı nəzərdə tutulmur.

Tənəffüs etdiyimiz havadan və qəbul etdiyimiz qidalarla, bədənimizin xaricində və daxilində olan çoxlu miqdarda mikroorqanizmlər və digər canlıların yumurta və sürfələri orqanizmə daxil olur. Bunlardan bəziləri uzun sürən təkamül prosesində insan orqanizminə və insan orqanizmi isə öz növbəsində onlara uyğunlaşmışdır. Adətən bu orqanizmlər zərərsizdir, çünki uzun sürən təkamül nəticəsində onlar və insan bir-birinə uyğunlaşmışlar.

Bizim bədənimizdə yaşayan bir çox mikroorqanizmlər üçün insan bədəni bir biosenoz kimi onun zəruri komponentidir, məsələn: bağırsağın flora və faunası, süd qıçqırması bakteriyaları, bəzi maya göbələkləri və bir çox digər növ mikroorqanizmlər. Bunlarla yanaşı, patogen xəstəliktörədən mikroorqanizmlər var ki, bunlar insanda cürbəcür xəstəliklər törədir (qrip, vəba, taun, yatalaq, qızdırma və digərləri).

Bu xəstəlikləri törədən orqanizmlər daima insanı müşayət edən orqanizmlərdir. Aydın olur ki, insan gələcək həyatında bu orqanizmləri məhv etməklə deyil, məhz onları idarə etmək istiqamətində çalışmalıdır.

İnsan çiçək xəstəliyini tam məhv etmişdir, lakin bu boşluğu ondan da qorxulu xəstəlik, meymun çiçəyi doldurmuşdur, çünki ona qarşı insanda təkamülü immunitet yaranmamışdır.

## **17.9. Sosial-darvinizmin və irqçiliyin tənqidi**

XIX əsrin ikinci yarsında darvinizmin təbiətşünaslıqda yayılması ilə əlaqədar Ç. Darvin canlı təbiətdə kəşf etdiyi qanunauyğunluqları bəzi alimlər dərhal insan cəmiyyətinə şamil etməyə başladılar. Bəziləri hesab edirdilər ki, həyat uğrunda mübarizə, insan cəmiyyətində inkişafın hərəkətverici qüvvəsidir. Bu ideyanı irəli sürən ilk alimlərdən biri ingilis filosofu Q. Spenser olmuşdur. Q. Spenserin fikrinə görə kapitalizm cəmiyyətində

rəqabət, canlı aləmdə baş verən rəqabətin analoqudur.

Sosial-darvinizm adlandırılan həmin baxışlar bir sıra ingilis, amerika, alman və fransız sosioloqları tərəfindən bu günə kimi inkişaf etdirilir. Onlar ibtidai icmaların həyatını tədqiq edərək sosial qanunauyğunluqlarda bioloji dəlillər tapmağa cəhd göstərirlər. Bu zaman onlar sosial konfliktlərə «təbii» və «əbədi» kimi baxırlar. Sosial-darvinizmin kənar variantları elitanın hakimliyini əsaslandırmağa qulluq edir. Sosial-darvinizmin əsası qeyri-elmi xarakter daşıyır. Materiyanın bir səviyyəsində fəaliyyət göstərən qanunauyğunluqları digər səviyyəsinə tətbiq etmək olmaz.

Sosial darvinizmin müasir variantı belə bir fikir irəli sürür ki, inkişaf etmiş ölkələrdə geri qalmış ölkələrə nisbətən əhali az artır. Bu öz növbəsində neokolonializmə və irqi zorakılığa bəraət qazandırır. Sosial darvinizmin törəmələrindən biri qeyri-elmi konsepsiya olan irqçilikdir. Bu konsepsiya təsdiq edir ki, müxtəlif irqlər arasında fiziki və psixiki bərabərsizliklər mövcuddur. Onlar «ali» və «ibtidai» irqlərin olmasını təsdiq edərək sosial ədalətsizliyi daxili bioloji qanunauyğunluqlarla bəraət qazandırmaya çalışırlar. İrqçiliyin əsasları hələ quldarlıq dövründə və orta əsrlərdəki quruluşda mövcud idi. Afrikalıların, Amerika hindlilərinin, cənubi Asiyanın bir sıra xalqlarının istismarına haqq qazandırıldılar.

İrqçilik XX əsrdə faşist almaniyasında təmtəraqla çiçəkləndi. Burada açıq rəngli saç və mavi gözlərə malik olan alilər, ali nordik irqin nümayəndələri hesab edilirdi və onlar bütün digər irqləri sıxışdırmaq və məhv etmək «hüququna» malik idilər. Test köməyi ilə müxtəlif irqlərin əqli qabiliyyəti, psixiki qeyri – bərabərliyini subuta yetirmək cəhdləri müvəffəqiyyətsizliklə nəticələndi. Müxtəlif sosial qruplara mənsub olan irqlər arasındakı fərqləri: yaşayış şəraiti, təhsil, əmək və məişət şəraitinin müxtəlifliyi irqi bioloji fərqlərdən xeyli üstün idi.

Müxtəlif irqlər arasında olan fiziki fərqlər heç bir vəchlə birinin digəri üzərində üstünlüyünü müəyyən etməyə əsas verə bilməz. İnsanların irqi müxtəlifliyi onların təkamüldə irsilik nəticəsində əldə etdiyi müxtəlif uyğunlaşmaların təzahürüdür.

İnsanlar arasındakı irqi fərqlər yalnız şüurlu insanın yaşayış şəraitinə uyğunlaşma imkanlarını əks etdirir.



Şüurlu insanın inkişaf yolunda ən mühüm mərhələ əmək fəaliyyətinin meydana gəlməsi və istehsal alətlərinin istehsalı və təkmilləşdirilməsidir.

Həmin hadisələr insanın inkişafının bioloji tarixindən «fi-logenezindən» sosial tarixinə keçidinin dönüş məqamı və keyfiyyət sıçrayışıdır.

Homo cinsinin təkamülünün özünəməxsusluğunun, təkamülün bioloji amillərinin, özünün aparıcı yerinin, sosial amillərlə əvəz olunmasıdır.

Heyvanlar aləminin bir üzvü kimi əmələ gəlmiş şüurlu insan ictimai tarixi inkişafda təbiətdən ayrılaraq onun üzərində hakimlik qazandı. İnsanın həmin hakimlikdən nə qədər ağıllı və uzaqgörənliklə istifadə edəcəyi gələcəyin işidir.

**TƏKAMÜLÜ PROQRƏSS**

*Təkamülü proqres probleminin həlli, üzvi aləmin inkişaf yollarını başa düşmək və təbiətə materialist baxışları təsdiq etmək üçün vacibdir. Lakin təkamülü biologiyada elə bir başqa problem tapıla bilməz ki, orada bu qədər əks fikirlər söylənsin.*

F ə s i l 18

**PROQRƏS ANLAYIŞI VƏ ONUN KRİTERİLƏRİ**

Proqresə sadəcə olaraq yenilik kimi yox, daha yaxşı kimi baxmaq lazımdır. Lakin təkamüllə «irəli çəkilmiş» formalar üçün xarakter olan əlamətləri saymaq qeyri mümkündür, çünki onlar müxtəlif qruplarda müxtəlif olur.

Proqressiv dəyişilmə, şübhəsiz ki, miqyasına görə müxtəlifdir: onlar ümumi və xüsusi, iri və xırda ola bilər. Tez-tez proqressiv dəyişilmə ayrı-ayrı orqanların təkmilləşməsilə məhdudlaşır. Məsələn, məməlilərdə tük örtüyünün meydana gəlməsi və balanın südlə bəslənməsi, bitkilərdə çiçəyin aktinomorfluqdan ziqomorf quruluşa, sərbəstləçəkilikdən bitişikləçəkiliyə keçməni misal göstərmək olar. Daha ümumi olan proqressiv dəyişilməyə cinsiyyətli prosesin, çoxhüceyrəliliyin, sinir sisteminin diferensiasiyasının, bitkilərdə tallomun əmələ gəlməsini, fotosintezi, aerob tənəffüsün əmələ gəlməsini göstərmək olar. Hətta böyük təkamülü dəyişilmə orqanizmlərin yalnız bir sıra qruplarında proqresi xarakterizə edə bilər.

A.N. Seversova görə demək olar ki, proqressiv əlamətlər bir qayda olaraq «həyat fəaliyyətinin ümumi formalaşmasına və enerjisinin qaldırılmasına» aparır.

Mütəşəkkilliyin böyüklüyünü müəyyən etmək üçü daha dəqiq kriterini ayırmaq çox çətindir. Quruluşun mürəkkəbliik dərəcəsi elə bir etibarlı kriteri hesab edilə bilməz. Məsələn, zəngçiçəyi bitkisinə çiçəyin xarici görünüşü, çoxlu sayda eynicinsli hissələrdən (ləçək və erkəkciklər) ibarət olan maqnolinin çiçəyindən

sadə görünə bilər. Lakin, zəngçiçəyi bitkisinin çiçəyinin hissələri xeyli az olub, onların diferensiasiyası getmişdir. Bir sıra başayaqlı molyusklar məməlilərə nisbətən daha mürəkkəb olan gözlərə malikdirlər. Lakin, bu heç də o demək deyildir ki, bütün başayaqlı molyusklar qrupu məməlilərdən yüksəkdə durur. Odur ki, ayrıca götürülmüş bir əlamətə görə mütəşəkkiliyin böyüklüyünü təyin etmək çox çətindir. Məsələn, beynin inkişafına görə delfinlər ali meymunlardan heç də geri qalmır, lakin bir çox əlamətlərinə görə meymunlar delfinlərdən yüksəkdir. Buna görə də təkamülü proqresin kriteriləri müəyyən edilən zaman canlıların əsas kompleks əlamətləri, məsələn, orqanizmlərin informasiya tutumunun həcmi, ontogenezin avtonomlaşma səviyyəsi, fərdin həyatiliyinin və ümumi fəallığın yüksəlməsi və s. kimi əlamətlər nəzərə alınmalıdır. Mütəşəkkiliyin səviyyəsini müəyyən etmək üçün 40-dan çox kriteri təklif edilmişdir. Onları sistemə, enerji, ekoloji, məlumat dərəcələrinə görə qruplaşdırmaq olar. Son illərdə belə bir fikir geniş yayılmışdır ki, mütəşəkkillik səviyyəsinin «fərdin məqsəduyğunluq dərəcəsi və fərddən yüksək sistemlərin» yüksəlməsi haqqında mühakimə yürütmək olar.

Proqressiv dəyişilmənin əsas xarakteristikası nisbilikdir. Ç. Darvin proqresə təbiətin təkamülündə zəruri hadisə kimi baxmışdır, daha doğrusu canlı varlıqların böyük əksəriyyətinin təkmilləşməsi və tədricən «mütəşəkkiliyin yüksəlməsi» ilə əlaqəli hadisə kimi baxmışdır. Eyni zamanda o, qeyd etmişdir ki, təbii seçmə, mütəşəkkillik səviyyəsinin yüksəlməsini və «ibtidai və yüksək-mütəşəkkilli» varlıqların eyni vaxtda mövcud olmalarını məcburi təsəvvür etdirmir, təbii seçmə nəzəriyyəsinin əksinə getmir.

### **18.1. Proqres hadisəsinin təsnifatı**

Proqressiv inkişafın aşağıda göstərilən formaları məlumdur: *qeyri-məhdud proqres, bioloji, morfoloji və biotexniki proqres.*

**Qeyri-məhdud proqres.** Bu forma proqresin daha çox ümumi formasıdır. Onun məzmunu Yerdə ibtidai canlı varlıqlardan başlayaraq materiyanın ictimai hərəkət forması olan insan cəmiyyətinə qədər inkişafın qeyri-məhdud proqreslə obyektiv olaraq həyata keçməsindən ibarətdir.

Çox uzun sürən təkamül dəyişilmələrlə ibtidai varlıqların məməlilərə qədər inkişafı göstərir ki, ümumi şəkildə belə progressiv inkişaf real hadisədir. İnsan xətti qırılmaz zəncir kimi ilk protoplazmadan birhüceyrəlilərə, çoxhüceyrəlilərə, onurğalı heyvanlara və nəhayət, insan cəmiyyətinin meydana çıxmasına doğru davam etmişdir. Bu keçid çoxlu pillələr vasitəsilə getmişdir. Materiyanın ən yüksək hərəkət forması canlı təbiətin inkişaf budaqlarından ancaq birində həyata keçmişdir. Həyat ağacının digər bütün şaxələri müəyyən dövrlərdə bu yolu «bağlayan» (və ya saxlayan) əlamətlər qazanmışdır. Bu qrupların sonrakı təkamülü əsasən baş vermiş belə kənarlanmaları artırmışdır. Yer üzərində üzvi aləmin əsas inkişaf yoluna bir qədər geniş baxdıqda məlum olur ki, vaxt keçdikcə biosfer xeyli mürəkkəbləşir. Bununla əlaqədar olaraq hər bir qrup orqanizmlərin də mühiti mürəkkəbləşmişdir. Mühitin daima mürəkkəbləşməsi şəraitində yeni qrup orqanizmlər meydana çıxır, onlar əvvəl az miqdarda olur və çox da hiss olunmur, lakin bir qəddərdən sonra onlar hakim formalara çevrilir. Məsələn, silurda çənəsizlər, devonda balıqlar, daş kömür dövründə sudayuruda yaşayanlar, permədə sürünənlər, kaynozoyda məməlilər bu qayda üzrə meydana gəlmişdir.

Biosferdə hakim vəziyyət tutmaq üçün meydana çıxmış qruplar əvvəlki qruplarla rəqabətdə müvəffəqiyyət qazanmalı və hər zaman onun üstünlüyünü təmin edən müəyyən xüsusiyyətlərə malik olmalıdır. Təkamüldə xüsusi uyğunlaşmalar qazanmış qruplar daha dar ixtisaslaşma yolu ilə getmişdir. Bununla yanaşı biosferdə elə qruplar da yaranmışdır ki, onların əlamətləri başlanğıcda xüsusi uyğunlaşmalar kimi meydana çıxmış, sonradan isə onlar müxtəlif şəraitdə həyat üçün çox perspektivli və yararlı olmuşdur. Belə qruplar əvvəlki həyat şəraitində özünün müstəqilliyini daima artırır.

Qeyri-məhdud proqres yolu ilə irəliləmə nəinki fərdlərin morfofizioloji dəyişilməsi, həm də populyasiyanın quruluşunun dəyişilməsi ilə əlaqədardır. Birhüceyrələlərdə populyasiya daxilində fərdlərarası əlaqə zəif olur. Hər bir fərd elə bil özünü sərbəst aparır, mühitin hər cür dəyişilmələrinə digərlərindən asılı olmadan reaksiya göstərir. Populyasiyada sürülər, dəstələr və ya hər hansı digər mürəkkəb quruluş meydana çıxdıqda mühitin

dəyişilmələrinə ayrı-ayrı fərdlərin reaksiyası eyni olmur. Belə mürəkkəb quruluşlu populyasiyanın mahiyyəti hər bir fərdin mühitlə bilavasitə əlaqəsindən daha çox onların vasitəli əlaqəsinə keçilməsindən ibarət olur. Eyni zamanda populyasiyanın mühitlə münasibətlərinin çox mürəkkəbləşməsi fərdlərin mühitin təsadüfi baş verən qeyri-əlverişli təsirlərinə qarşı nisbətən müstəqilliyini artırır, yəni bu zaman fərdlərin yeni əlamətlər qazanması elə bil populyasiyanı və tamlıqda növü köhnə mühitin məhdudlaşdırıcı əlaqəsindən «azad edir», bununla da onlar elə bil mühitin xüsusi amillərinə daha çox yiyələnmiş olur. Ona görə də ətraf aləmə «yiyələnmək» dərəcəsi təkamülün qeyri-məhdud proqres yolu ilə gedən qruplarını müqayisə edərkən kriterilərdən biri ola bilər.

Qeyd etmək lazımdır ki, Yer üzərində həyatın təkamülü yolda materiyanın inkişafının ictimai hərəkət forması bir neçə istiqamətdə həyata keçmişdir. Belə ictimai quruluş formasının müxtəlif səviyyədə baş verməsi, cəmiyyət halında yaşayan cücülər (qarışqalar, arılar, termitlər) arasında və bir sıra onurğalı heyvan qruplarında (dırnaqlılarda, dişli balinalarda, primatlarda və s.) məlumdur. Şübhəsiz ki, bu qruplar «özünü dərk etmənin» müxtəlif səviyyələrində dayanır, lakin onların hər biri materiyanın daha yüksək mütəşəkkillik səviyyəsinə çatmasının təkamül sınağındadır. İctimailəşmə istiqamətində təkamül onun bu və ya digər mərhələsində hər hansı bir səbəbdən ləngidilmişdir. Ancaq primatların filetik şaxələlərindən birində ictimailəşmə cəmiyyətin və şüurun inkişafına gətirib çıxarmışdır.

Canlılar aləmində aparılan tədqiqatlar göstərir ki, hələlik proqressiv təkamül kriterisini ancaq özünün əqli, mədəniyyəti və mahir (çevik) davranışları ilə Homo sapiens növü ödəyə bilər.

Beləliklə, qeyri-məhdud proqres yolu ilə gedən və müqayisə olunan qrupların bəzi, həm də əsas kriteriləri aşağıdakılardır: əvvəlki yaşayış şəraitində nisbi müstəqilliyin artması, yeni, daha müxtəlif şəraitə yiyələnmə (qrup tərəfindən aromorfoz tipli hər hansı yeni perspektivli əlamətlərin qazanılması); inkişafın daha geniş səviyyədə avtonomlaşması; təkmilləşmiş tənзимedicici sistemlərin meydana çıxması; ətraf aləmin yüksək səviyyədə mənimlənməsi. Digər kriterilərə fərdlərin həyatiliyinin yüksəlməsi, hər bir fərd tərəfindən saxlana bilən informasiyalar həcmnin

boyu və fərdlər arasında informasiya əlaqələrinin təkmilləşmə səviyyəsi, ontogenezin avtonomlaşması, müəyyən energetik təzadların aradan qaldırılması və s. aiddir.

Göstərilən kriterilər vasitəsilə obyektiv olaraq şüurun meydana çıxmasına gətirən əsas xətdə canlılar aləminin böyük qruplarının vəziyyətini müqayisə edə bilərik.

**Bioloji proqres.** Üzvi aləmdə növlər fərdlərinin miqdarına və yaşama arealına görə bir-birindən fərqlənir. Ümumiyyətlə, ibtidai orqanizmlərin müəyyən yaşayış yerində miqdarı ali orqanizmlərə nisbətən çox olur. «Yüksək» mütəşəkkil varlıqlar, daha təkmilləşmiş uyğunlaşmalara malik olduqlarından, öz tərəqqisini fərdlərinin miqdarını artırmaq yolu ilə deyil, ayrıca götürülmüş fərdlərin həyat qabiliyyətinin yüksəlməsi ilə təmin edir. Lakin bu xüsusiyyət ancaq böyük qruplardan olan orqanizmləri müqayisə etdikdə aydın görünür. Konkret bir növün yaşamaq uğrunda mübarizədə nailiyyəti isə hər şeydən əvvəl populyasiyada fərdlərin miqdarının və onun populyasiyalarının miqdarının artması, eləcə də növün arealının genişlənməsindən asılıdır. Bioloji proqresin mahiyyətini də bu xüsusiyyətlər təşkil edir.

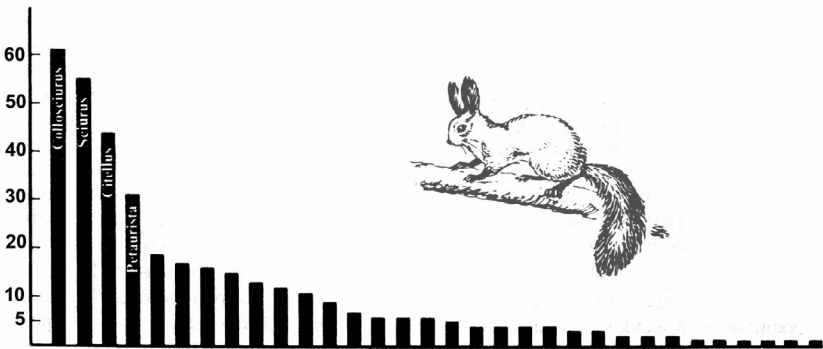
A.N.Seversova görə bioloji proqres bir sıra dəqiq yollarla, məsələn, aromorfozlar, idioadaptasiyalar və ümumi degenerasiya kimi morfofizioloji dəyişkənliklər vasitəsilə baş verir.

Bioloji proqres orqanizmlərin mütəşəkkilliyinin həm mürəkkəbləşməsi, həm də sadələşməsi yolu ilə baş verir. Məsələn, sahibin daxilində özünəməxsus şəraitdə yaşayan orqanizmlərin əksər orqanlar sistemi faydasız olur. Bu zaman orqanizmlərdə aktiv fəaliyyət göstərməyən orqanlar reduksiya olunur (ətraflar, sinir sistemi, köklər, yarpaqlar və s), lakin sormaclar, qarmaqlar, cinsiyyət sistemi kimi orqanlar isə yaxşı inkişaf edir. Mütəşəkkilliyin belə sadələşməsi növün fərdlərinin miqdarının artmasına və onun ekoloji tərəqqisinə səbəb olur. Məsələn, suda yaşayan çiçəkli bitkilərin, parazit bitkilərin və yarım parazitlərin, heyvan – parazitlərin, buğumayaqlı xərçənglərin və digər orqanizmlərin təkamülü şübhəsiz ki, mütəşəkkilliyin sadələşməsi yolu ilə gədən bioloji proqressiv formalardır.

Növün fərdlərinin miqdarının artmasına bioloji proqresin mütləq kriterisi kimi baxmaq olmaz. Hər bir növün fərdlərinin miqdarı, məkanca məhdudlaşaraq müəyyən ölçüyə malik olur.

Bundan başqa uzaq növləri müqayisə edərkən bioloji proqresin dərəcəsini miqdar kriterisindən istifadə etməklə müəyyən etmək çox çətin olur. Təbiidir ki, ali məməlilərin ayrı-ayrı növlərindən fərdlərin miqdarını, qarın yatalağı amöbü və ya ev milçəyi növlərindən olan fərdlərin miqdarı ilə müqayisə etmək olmaz. Belə çətinliklər növün daxilində növaltların miqdarını və arealın ölçüsünü müqayisə etməklə növün ekoloji tərəqqi səviyyəsini müəyyən etməkdə də meydana çıxır. Buna görə də bütün bu göstəricilər ancaq yaxın növlərin qrupları müqayisə edildikdə bioloji proqresin kəmiyyət kriterisi kimi tətbiq oluna bilər.

Fəsilə və dəstələr daxilində bioloji proqresin kriterisi fərdlərin miqdarı deyil, müxtəlif cinslərdə növlərin miqdarı və ya müxtəlif fəsilələrdə cinslərin miqdarı istifadə oluna bilər. Məlumdur ki, ayrı-ayrı dəstələr daxilində fəsilələrin miqdarı və ayrı-ayrı fəsilələr daxilində cinslərin miqdarı eyni olmur (şəkil 18.1). Eləcə də cinslərdə növlərin miqdarı dəyişilir. Daha çox qrupları (növləri, cinsləri, fəsilələri və s.) olan taksonlar bioloji proqressiv hesab edilir. Deməli, bioloji proqres, qrupların (populyasiya, növ, cins, fəsilə və s.) yaşamaq uğrunda mübarizədə nailiyyətini özündə əks etdirir. Bu zaman qrupun müvəffəqiyyəti onun quruluşunun və ya orqanların sadələşməsi yolu ilə də baş verə bilər. Buna görə də həm ibtidai canlılar və həm də mürəkkəb ali canlı qrupları bioloji proqresdə ola bilər.



**Şəkil 18.1.** Dələkimilər (*Sciuridae*) fəsiləsinə daxil olan müxtəlif cinslərdə növlərin sayında olan fərqlər hər bir cinsin bioloji proqres dərəcəsini əks etdirir (V. Q. Qeptnerə görə, 1965).

**Qrupla (məhdudlaşan) proqress.** Proqressiv təkamül, ümumiyyətlə, qeyri-məhdud olaraq, canlıların quruluşunun yüksəlişinə səbəb olmaqla yanaşı ayrı-ayrı qrupların fərdlərinin miqdarca artması, yayılma arealının genişlənməsi (bioloji proqres) yolu ilə, həmçinin ayrı-ayrı böyük qrupların ümumi quruluş planını saxlamaqla onların morfofizioloji mütəşəkkilliyini təkmilləşdirməklə də baş verir. Müəyyən bir böyük qrupun təkamül prosesində mütəşəkkilliyin meydana çıxması və təkmilləşməsi *qrupla proqres* adlanır.

Bu proqres canlı təbiətdə bitki və heyvanlar aləmində müxtəlif qrupların inkişafının əsas yollarını özündə əks etdirir. Deməli, qrupla proqres mövcud qrupun ümumi quruluş planını saxlamaqla bütün qrupda morfofizioloji mütəşəkkilliyin təkmilləşməsidir. Məsələn, ali bitki qrupları üçün qrupla proqres kriteriləri, onlarda substrata yapışmanın güclənməsi, ontogenezdə sporogenezə keçid, damarlanmanın meydana çıxması və s. ola bilər. Ali bitkilər tərəfindən quru sahələrin tutulmasında ötürücü sistemin və s. meydana çıxmasının böyük əhəmiyyəti olmuşdur. Belə morfofizioloji kriterilərdən başqa həmçinin populyasiya və növün quruluşunun dəyişilməsini əks etdirən molekulyar genetik kriteri və nəhayət, biogeosenozda qrupun yerinin dəyişməsinə əks etdirən kriterilər də olmalıdır. Bu kriterilər əksər qruplar üçün hələ az müəyyən edilmişdir.

Böyük qrupların, məsələn, tiplər və siniflər kimi qrupların nümayəndələrinin quruluş planında fərq onların gələcək təkamül imkanını müəyyən edir. Məsələn, heyvanlardan iki qrup buğumayaqlılar və onurğalılar ən çox quruda məskən salmışlar. Xitin təbəqəsi, traxeya tənəffüsü, anadangəlmə refleksin qazanılmış refleksdən üstünlüyü (sinir sistemi quruluş xüsusiyyəti ilə müəyyənləşir) buğumayaqlıların mütəşəkkilliyini müəyyən edir. Yer biosferində buqumayaqlıların belə quruluş planı ayrı-ayrı əlamətlərinə görə onların çoxşəkilliyini təmin edir. Lakin buna baxmayaraq onlar quruluşlarının ümumi prinsipial cəhətlərinə görə birləşir, məsələn, bədənin buqumluluğu, onların bir qrupu olan cücülərin miqdarca Yer üzərində olan bütün heyvanları ötürüb keçməyə imkan vermişdir. Onurğalıların isə əsas quruluş əlamətləri (daxili skelet, mərkəzi sinir sisteminin inkişafı, şərti ref-



lekslərin şərtsiz reflekslərdən üstünlüyü və s.) əksinə növ müxtəlifliklərinin əmələ kəlməsində az uğurlu olsa da bütünlükdə müxtəlif qruplarda mütəşəkkilliyin mürəkkəbləşməsi dərəcəsinin yüksəlişində həddindən artıq perspektivli olmuşdur.

Qrupla proqres kompleks əlamətlərlə müəyyən edilir. Təkamül prosesində toplanmış kompleks əlamətlər birdən-birə deyil, tədricən uzun tarixi inkişaf ərzində baş verir. Məsələn, məməlilər bir qrup kimi diri doğmaq, homoterm, təkmilləşmiş temperatur tənzi-mi sistemi, müəyyən tipli diş quruluşu, beynin spesifik inkişafı və s. ilə xarakterizə olunur. Bütün bu əlamətlər məməlilər şaxəsinin başlanğıcını verən ayrı-ayrı reptililər qrupunda müxtəlifdir. Bu əlamətlər ayrı-ayrı vaxtlarda və müxtəlif qruplarda meydana çıxdıqdan sonra reptililər və məməlilər arasında keçid formaların birində birləşərək, yeni onurğalılar qrupu – məməlilər sinfinin meydana kəlməsinə səbəb olmuşdur (şəkil 18.2).

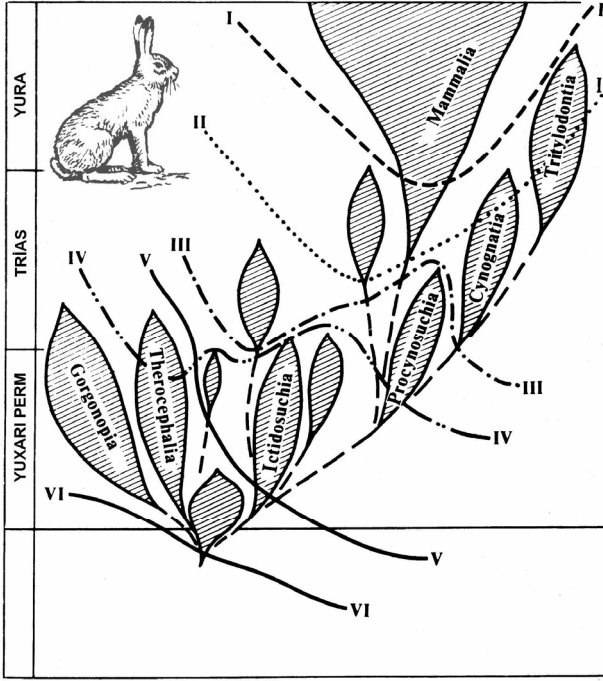
Məməli heyvanlara xas olan tipik quruluş planının meydana çıxması, bu sinif daxilində ayrı-ayrı qrupları və şaxələri qiymətləndirərkən morfofizioloji proqres kriterisini tətbiq etməyə imkan vermişdir.

Qrupla proqres bioloji proqres ilə sıx əlaqədədir və onların ümumi əsası müəyyən adaptasiyaları qazanmaqdan ibarətdir. Bioloji proqres qrupun fərdlərinin miqdarının artması və arealının genişlənməsi, qrupla proqres isə qrupun morfofizioloji quruluşunun təkmilləşməsi yolu ilə baş verir. Qrupla proqres hər hansı böyük qrupun proqressiv təkamülü olmasına baxmayaraq məhdud xarakter daşıyır.

**Biotexniki proqres.** Təkamül prosesində hər bir orqan və sistem müəyyən funksiyanı yerinə yetirmək qabiliyyətini qazanmışdır. Lakin eyni və oxşar funksiya mənşəcə müxtəlif filogenetik qruplarda ayrı-ayrı orqan və orqanlar sistemi funksiyalarının daha yüksək səviyyədə yerinə yetirilməsi istiqamətində təkmilləşməsi biotexniki proqresin əsasını təşkil edir.

Təkamül prosesində orqan və funksiyaların diferensiasiyası və mərkəzləşməsi baş verir ki, bunun da nəticəsində ən xüsusi funksiyalardan biri daha səmərəli yerinə yetirilir: elə bil bütün həyat proseslərinin həyata keçirilməsinin «artması, güclənməsi, sürətlənməsi» baş verir. Bu zaman, çox vaxt hər hansı daha qədim

növün orqanı funksional olaraq (texniki baxımdan) cavan qrupun nümayəndələrinin müvafiq orqanına nisbətən daha təkmilləşmiş olur. Məsələn, bəzi buğumayaqlılarda iybilmə orqanı onurğalılardan analoji orqanlarına nisbətən dəfələrlə səmərəli fəaliyyət göstərir. Lakin təkamül əsas orqanların funksiyasının güclənməsi istiqamətində gədir.



**Şəkil 18.2.** Məməlilər sinfinin meydana çıxması zamanı kompleks əlamətlər qazanması əsasında həyata keçən qrupla proqresə misal (L.P. Tatarinovaya görə, 1975): I – üç sümükdən ibarət səsötürücü aparat; II – pulcuqvari və sümük dişlər arasında çənə birləşməsi; III – özünün əzələləri ilə təmin olunmuş yumşaq dodaqlar; IV – baş beyində yarımkürələrin artması; V – üçtəpəli köpək dişləri; VI – üst ləmisə seyvanı, müvafiq qruplarda bioloji proqresi təmin edən hər bir göstərilən əlamət aromofozdur. Bütün bu əlamətlərin cəmi arogenoz yolu ilə məməlilərin inkişafını müəyyən edir.

«Biotexniki proqresin» əsas kriterisi orqanizmin energetik göstəricisi, orqanlar və sistemlərin «faydalı iş əmsalı» hesab edilir

(V. Frans). Məsələn, onurğalılar quruya çıxarkən gözün ümumi quruluşu saxlanılır, lakin onun görmə qabiliyyəti güclənir. Əgər balıqlarda və suda-quruda yaşayanlarda gözlərin akkomodasiyası büllurun – linzanın hərəkəti ilə baş verirsə, reptililərdə, quşlarda və məməlilərdə isə büllurun formasının sürətlə dəyişilməsi mexanizmi əmələ gəlmişdir. Bu da az enerji sərf etməklə, əksətdirmə fokusunun daha dəqiq həyata keçirilməsini asanlaşdırır, həmçinin, heyvanlarda pəncə üstə gəzməkdən (reptililərdə) barmaqqlar üstə gəzməyə keçid (məməlilərin çoxunda) yer üzərində hərəkəti daha səmərəli etmişdir. O təkən dayağının təkmilləşməsinə və hərəkətin sürətinin artmasına səbəb olur.

Biotexniki proqres də başqa proqreslər kimi təbii seçmənin təsiri altında adaptasiyaların meydana çıxması ilə baş verir.

## **18.2. Proqressiv təkamül formaları arasında əlaqələr**

Hər bir mürəkkəb orqanizmdə orqanlar sisteminin, orqanların və hissələrinin qarşılıqlı asılılığı və əlaqəsi onların fərdi inkişafında ahəngdar fəaliyyət göstərməsini və koordinasiya olunmuş inkişafını təmin etmişdir. Buna görə də proqressiv təkamülün formaları da ayrı-ayrı təcrid olunmuş halda deyil, bir-birilə mürəkkəb qarşılıqlı əlaqədə baş verir. Təkamül prosesində proqresin bir forması digərini əvəz edə bilər və ya biri digərindən üstün ola bilər. Deməli, təkamül heç bir zaman sadəcə olaraq yüksələn düz xətlə getmir, o, daima müxtəlif formada kənarlanmalarla baş verir. Məsələn, cəmiyyət halında həyat keçirməyə yaxınlaşmaq cəhdi orqanizmlərin bir çox qrupunda (qarışqalarda, termitlərdə, arılarda və s.) meydana çıxmasına baxmayaraq, onların çox hissəsində bu hadisə uğurla tam başa çatmışdır. Burada qeyri-məhdud proqres məhdudlaşdırıcı proqreslə əvəz olunmuşdur.

Yuxarıda göstəriləyi kimi delfinlər beynin inkişafının bəzi morfofizioloji xüsusiyyətlərinə görə insandan yüksəkdir və ictimai həyat tərzinə daha çox yaxınlaşmışdır. Lakin onlar digər orqanları ilə çox stabil və nisbətən eyni tərkibli su həyat tərzinə dərin ixtisaslaşdıqlarından onların sonrakı təkamülü məhdudlaşmışdır. Deməli, mütəşəkkilliyin yüksəlməsi istiqamətində baş

verən dəyişikliklər ayrı-ayrı orqanların (beyin, ürək, ağciyər, çiçək və s.) yenidən qurulması ilə məhdudlaşmayıb, orqanizmə tamlıqda xidmət etməlidir. Bu dəyişikliklər onların sahiblərinin həyat tərzinin və təkamülünün köklü surətdə dəyişilməsinə səbəb olur. A.N.Seversov qeyd edir ki, təkamül prosesində irsiyyətli dəyişikliklər orqanizmin ancaq bəzi əlamətlərində meydana çıxır, bütün digər əlamətlərin dəyişilməsi, xüsusən orqanizmin bütünlükdə quruluşu isə göstərilən bəzi ilkin dəyişkənliklərlə əlaqədar baş verir. Ümumiyyətlə, adaptasiya prosesində orqanizm tam dəyişilir.

Proqressiv morfofizioloji dəyişilmənin (aromorfoslar tipi) digər xüsusiyyəti şübhə yoxdur ki, bu onların təkamülü «fundamentallığı» – davamlılığıdır. Məsələn, bütün sonrakı həyatın təkamülü üçün, bütün gələcək canlı formaların proqresinə aid olan xeyli miqdar hadisə eukariot formaların əmələ gəlməsi olmuşdur.

Hüceyrənin nüvə aparatının əmələ gəlməsi kimi (diferensiasiya yolu ilə) əldə edilmiş təkamül, hüceyrədaxili ferment sistemin təkmilləşməsi, cinsiyyətli prosesin meydana çıxması və çoxhüceyrəlilik ilə əlaqədar, təkamülün gedişi prosesində fərdlərin və bir çox başqalarının diferensiasiyasının artması eyni zamanda biotexniki, morfofizioloji, ekoloji və proqressiv inkişafın qeyr-məhdud formaları ilə əlaqədar olmuşdur.

Təkamülə uğramış qrupların hüdudlarında yeni və qida zənginliyinə malik sahələri olan sərhəd zonalarda proqressiv inkişafı baş verir. Yeni adaptiv sahələrə çıxmaqda böyük təkamülü sıçrayışlar mühüm rol oynayır. Bu fikri C. Simpson, İ.İ. Şmalhauzen, M.S. Qilyarov və başqaları irəli sürmüşdür. Yeni adaptiv sahələrin tutulması əvvəllər yavaş baş verir. Bu zaman sərhəd sahələrdə əldə edilmiş uyğunlaşmalardan istifadə edilir (predaptasiyalar). Lakin yeni adaptiv sahələrə çıxmaqla qrupların təkamül sürəti artır. Belə ki, bu zaman arogen dəyişkənlik mühitdən istifadəyə böyük üstünlük verir. Əldə edilmiş mütəşəkkillik əsasında arogen şaxədə bioloji proqres baş verir.

Proqres formalarının qarşılıqlı münasibətlərinin analizi onların qarşılıqlı əlaqələrini və qarşılıqlı asılılığını göstərir.

## GENETİK SİSTEMİN TƏKAMÜLÜ

Yer üzərində mövcud olan bütün birhüceyrəli və çoxhüceyrəli orqanizmlər iki böyük qrupa bölünür – *prokariotlar* və *eykariotlar*. Prokariotlara bakteriyalar və göy-yaşıl yosunlar, eykariotlara bitkilər (o cümlədən, digər yosunlar), göbələklər və heyvanlar aiddir. İlk eykariotlar 3 mlrd. il əvvəl – kembri dövrünün sonlarında əmələ gəlmişlər.

Prokariotların hüceyrələri (*yun.* pro – əvvəl, karion – nüvə) formalaşmış nüvəyə malik deyillər, onların genetik materialı (DNT) bilavasitə sitoplazmada yerləşir və nüvə qılıfı ilə əhatə olunmur. Eykariotlarda isə (*yun.* eu – həqiqi, karion – nüvə) həqiqi nüvə vardır, yəni onların nüvəsi ikiqat membranla (nüvə membranı) əhatə olunur. Prokariotlar eykariotlardan bir çox əlamətləri ilə fərqlənir. Bunlardan əsasları: prokariot hüceyrələrinin kiçik ölçüsü, forması, genetik materialın quruluşu, orqanellərin az olması və ya yoxluğu, o cümlədən xloroplastların olmaması (yosunlarda fotosintez membranlarda baş verir) və bəzilərinə azotfiksəedicili qabiliyyətin mövcudluğu.

Mikrotəkamül bölməsinin sonunda biz bütün orqanizmlərin təkamülünün onların genetik sistemlərində baş verən dəyişikliklərlə əlaqələrini göstərmişdik. Qeyd etmişdik ki, prokariotlardan eykariotlara və birhüceyrəliyərdən çoxhüceyrəliyə doğru inkişaf, genetik sistemin həm ölçüsündə, həm də quruluşunda əmələ gələn dəyişikliklərlə əlaqədardır. Son zamanlar müəyyən olunmuşdur ki, müxtəlif taksonlar arasında mövcud olan fərqlərin dərəcəsi ayır-ayrı növlərin genetik diferensiasiya ölçüsü kimi təsəvvür oluna bilər. Taksonomik cəhətdən yaxın qruplarda genetik məsafə qısa-dır (lokal populyasiyalar, növaltları), daha uzaq olanlar arasında isə (əkiz növlər, morfoloji cəhətdən müxtəlif növlər) bu məsafə dəfələrlə artır.

Göstərdiyimiz kimi, növlər arasında baş verən genetik diferensiasiya genlərin nukleotid ardıcılıqlarında əmələ gələn dəyişikliklərin və bunlarla bilavasitə təmasda olan zülalların amin turşularının ardıcılıqlarının dəyişməsi ilə əlaqədardır. Hər bir orqaniz-

min DNT-nin nukleotid ardıcılıqlarının dəyişilməsi onun təkamül tarixini əks edir, lakin hazırda bütün orqanizmlərin DNT quruluşunun müqayisəli öyrənilməsi qeyri-mümkündür. Həmin səbəbə görə, bu istiqamətdə aparılan tədqiqatlarda daha çox dolaylı üsullardan (zülalların təyini) istifadə olunur.

Belə tədqiqatlar sırasında mühüm yeri quruluş və tənzimləyici genlərin öyrənilməsi tutur. Təkamül genetikasının ən əsas problemlərindən biri tənzimləyici genlərin adaptiv təkamüldə rolunun müəyyən edilməsidir. Aparılan tədqiqatlar göstərmişdir ki, tənzimləyici genlərin adaptiv təkamüldə rolu bir çox əlamətlərin təkamülündə və reproduktiv təcridlərin əmələ gəlməsində olduqca əhəmiyyətlidir. Bakteriyalar, maya göbələyi və drozofillər üzərində aparılan tədqiqatlar göstərmişdir ki, orqanizmlərin yeni yaşayış şəraitinə uyğunlaşması çox zaman ilkin olaraq tənzimləyici genlərdə, sonra isə quruluş genlərində baş verir. Təkamül prosesində genetik sistemin dəyişkənlikləri haqqında informasiyanın toplanmasında mühüm yeri müxtəlif orqanizmlərin genomunun ölçüsünün təyini və orqanizmlərin sərbəst yaşaması üçün genomun minimal ölçüsünün təyini tutur.

### 19.1. Genomun təkamülü

Mikrotəkamül prosesində eukariotların əmələ gəlməsi prokariotlara məxsus olan genetik sistemin dərinə dəyişilməsi hesabına baş vermişdir. Prokariotlarda genlərin sayı azdır. Məsələn, *Escherichia coli* bakteriyasının xromosomunda 4290 gen, *Bacillus subtilis*-də təqribən 4200 gen vardır. Habelə prokariotların genomu unikalığı ilə xarakterizə olunur. Bu isə prokariotlarda bütün mutasiyaların təzahürünü təmin edir və onların hər bir ekstremal şəraitdə ləbilliyinə gətirib çıxarır, belə ki, onlarda baş verən mutasiyalar və rekombinasiyalar adaptasiya prosesini tezliklə təmin edir. Prokariot genomunun kiçikliyində və yüksək uyğunlaşma imkanlarına baxmayaraq, onların təkamüldə mürəkkəbləşməsi baş vermir. Beləliklə, prokariotlara ümumilik məxsusdur, yəni onlar ətraf mühitdə kəskin dəyişikliklər baş verdikdə quruluşları mürəkkəbləşmədən yaşaya bilirlər. Bu xüsusiyyət prokariotların təkamülün ilk dövrlərində əmələ gəlməsinə və Yer üzərində dörd milyard il ər-

zində saxlanılmasına səbəb olmuşdur.

Prokariotlarda genlərin unikallığına görə hər yeni əmələ gələn mutasiya fenotipdə təzahür edir. Onların, milyard illər ərzində yaşamaq uğrunda mübarizədə qalib gəlməsinin əsas səbəbi çoxalma sürətinin yüksək olmasıdır. Təşbehlərlə danışdıqda, heteroziqot vəziyyətdə gizli saxlanılan genetik dəyişkənlik ehtiyatı olmadığından «onlar keçmiş yadda saxlamır və gələcəyə hazırlaşmır». Yüksək sayı və çoxalma qabiliyyəti ilə səciyyələnən prokariotlar planetimizin hər bir şəraitinə uyğunlaşmağa imkan tapırlar.

Eukariotlarda homoloji xromosom cütləri mövcuddur ki, bu da onların bir sıra yeni amillərdən asılı olaraq davranışını təmin edir. Bunun əsasında cinsiyyətli prosesin yeni formaları, sərbəst çarpazlaşma və onun modifikasiyaları əmələ gəlmişdir. Eukariotlarda xromosomların quruluşu nukleoproteid xarakteri almışdır. Hüceyrədə DNT-nin ümumi uzunluğu artmış (1 m və artıq), genomun quruluşu təkrarların, duplikasiyaların və tənzimədi sahələrin hesabına mürəkkəbləşmiş, sinaptonemal kompleks əmələ gəlmiş, populyasiyalarda prokariotlara xas olmayan resessiv dəyişkənlik potensialı yaranmışdır. Bütün bu xassələr eukariot orqanizmlərinin adaptiv potensialını və etibarlılığını artırdı. Belə demək olar ki, əgər prokariotların təkamülündə mutagenəzə əsaslanan DNT-nin «üfqi ötürülməsi» mexanizmindən istifadə edilirdisə, eukariotların təkamülü cinsiyyətli çoxalma və meyoza prosesinə əsaslanan mutagenəz və rekombinogenəzin hesabına baş verir.

Eukariotlarla prokariotların əsas fərqlərindən biri replikonların quruluşu ilə əlaqədardır. Replikon bütövlükdə replikasiya olunan DNT-dir. Bakteriya hüceyrələrində xromosom bütövlüklə replikasiya vahididir. Prokariotlar öz-özünü hasil edən müstəqil vahidlərdir. Təkamül prosesində replikonların davranışı kökündən dəyişilmişdir: hər bir eukariot xromosomunda çoxsaylı replikasiya vahidləri vardır. Həmin şəraitdə prokariotlara məxsus olan unikal bioloji aktivlik – öz-özünü hasiletmə prosesi zəifləyir. Bunun səbəbi isə çoxhüceyrəli orqanizmlərin toxuma və orqanlarının diferensial və məhdud böyümə prosesi-dir.

Orqanizmlərin fərdi inkişafı mürəkkəbləşdikcə, onlarda orta hesabla bir DNT vahidinə düşən mübadilə sıxlığı azalır. Ali

eukariotlarda prokariotlarla müqayisədə rekombinasiyaların sıxlığı təxminən 10 min dəfə azdır. Təbii transformasiyaların və transduksiyanın təsiri eukariotların genetik sistemində xeyli zəifləmişdir.

Eukariotların genetik sisteminin dəyişilməsi rekombinasiyaların, krossinqoverin, xromosomların sərbəst paylanması, DNT sahələrinin quruluşca dəyişilmələrinin, genetik elementlərin hərəkət edən sahələri hesabına baş verir. Bununla əlaqədar müxtəlif növlərin genetik sistemi bir-birindən fərqlənir. Həmin proseslər olmadan irsi elementlərin birliyi, bütövlüyü və ümumiyyətlə, növlərin təkamül prosesində formalaşması və saxlanması mümkün deyildir.

Makrotəkamülün gedişində mutagenезin, rekombinogenезin və sərbəst çarpazlaşmanın məhdudlaşması və müxtəlif növlərin genetik sistemlərinin spesifikliyi ekoloji-filogenetik adaptasiogenез prosesində meydana çıxır. Sərbəst çarpazlaşma prosesinin məhdudlaşması və müəyyən genetik kombinasiyaların əmələ gəlməsi, ilk növbədə, müxtəlif tipli təcridlərin yaranması ilə əlaqədardır. Burada əlaqədar hadisə də mühüm rol oynayır. Güman olunur ki, xromosomlarda genlərin əlaqələndirilməsi tarazlaşmış kombinasiyaların yaranmasında ilk vasitələrdən biridir. Lakin burada tənzimləyici mexanizmlərin əmələ gəlməsi daha mühüm rol oynayır. Şmalhauzenə (1968) görə həmin mexanizmlər diploidlik, genlərin balansını (tənzimləyici xarakter daşıyan genom korrelyasiyaları), dominantlığın norma olması və morfofizioloji tənzimlənmələrdir (fenogenetik, morfofenetik və erqontik korrelyasiyalar). İ.İ.Şmalhauzen (1968) «Təkamülün amilləri» kitabında müxtəlif tənzimləmə mexanizmlərinin təkamüldə rolunu göstərmişdir. Onun fikrinə görə «...ayrı-ayrı genlərə mutasiyalarının dağıdıcı təsiri nüvənin diploid quruluşu ilə aradan qaldırılır. Bu zaman mutant genin qarşısında normal allel yerləşir». Mutasiyaların heteroziqot şəkildə yayılmasına görə genetik sistem tarazlaşmış vəziyyətdə olur. Genetik sistemlərin tarazlılığının tənzimlənmə xarakteri mutasiyaların bir sistemdə aydın təzahür etdiyi halda, digər sistemlərdə tamamilə öz ifadəsini itirməsi ilə əlaqədardır. Çox zaman fərdlər arasında müşahidə olunan kiçik fərqlər mutasiyaların natamam təzahürü ilə əlaqədar olur və



bunlara izogen təmiz xətlərdə daima rast gəlmək mümkündür. Fenotipdə təzahür etməyən bəzi mutasiyalar genetik tarazlığı pozmur və belə hesab olunur ki, burada onların təsirini əks etdirən əsas amil genetik sistemin tənzimləmə mexanizmləridir.

Eukariotların genetik sistemi gen sayının, DNT-nin nukleotid ardıcılıqlarının, genomun tənzimləyici sahələrinin ölçüsünün və rolunun artması ilə xarakterizə olunur. Genomun təkamülü və orqanizmlərin morfoloji mürəkkəbləşməsi genomun tənzimləyici sahələrinin dəyişilməsi nəticəsində baş verir. İ.Smalhauzen (1968) qeyd etmişdir ki, progressiv təkamül genetik informasiyanın ötürülməsi və təzahürü proseslərinin etibarlığının artmasına istiqamətlənmişdir.

## 19.2. Genomun ölçüsünün təkamülü

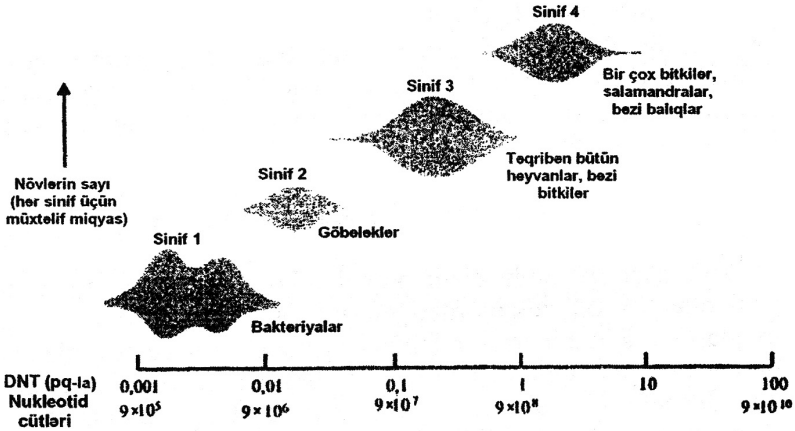
DNT-daşıyan bütün canlı orqanizmlər, görünür ki, bir neçə geni olan ilk orqanizmlərdən törəmişlər. Hüceyrədə DNT-nin miqdarının tədricən artması bütün orqanizmlərdə, bakteriyalardan başlayaraq göbələklərə, bitkilərə və heyvanlaradək baş vermişdir. Görünür ki, daha mürəkkəb orqanizmlərdə prokariotlarla müqayisədə daha artıq DNT olmalıdır, lakin təkcə DNT-nin miqdarı ilə orqanizmlərin mürəkkəbliyi arasındakı münasibətlər bir mənalı təzahür etmir. Məsələn, bəzi salamandalarda və çiçəkli bitkilərdə DNT-nin miqdarı məməlilərlə və quşlarla müqayisədə 10 dəfə artıq olur. Nəzərə alınmalıdır ki, məməlilər və quşlar daha mürəkkəb quruluşa malikdirlər.

Təkamül prosesində genetik sistemlərin adaptasiogenezini daha aydın təsəvvür etmək üçün biz sadə quruluşu olan prokariotlardan başlayaraq ali orqanizmlərdəki genomun kəmiyyət xüsusiyyətlərini və quruluşunda baş verən dəyişiklikləri izləməliyik. Eukariotların genetik materialının əsas kəmiyyət xüsusiyyəti DNT-nin artıqlığıdır. Həmin qanunauyğunluq virusların, bakteriyaların və məməlilərin genomunda genlərin sayı ilə DNT-nin miqdarını müqayisəli analiz etdikdə müəyyən olunur.

Bütün orqanizmlər DNT-nin bir hüceyrədəki miqdarına görə dörd böyük sinfə bölünür (şəkil 19.1).

DNT-nin ən az miqdarı bəzi viruslarda (bir virus hissəciyində

$\sim 10^4$  nukleotid cütü olur) müşahidə olunur. Bakteriya hüceyrəsində, orta hesabla,  $4 \cdot 10^6$  nukleotid cütü, göbələklərdə on dəfə artıq, yəni təxminən  $4 \cdot 10^7$  nukleotid cütü vardır. Əksəriyyət heyvanlarda və bəzi bitkilərdə bir hüceyrəyə, orta hesabla,  $2 \cdot 10^9$  nukleotid cütü düşür. Heyvanlar arasında DNT-nin maksimal miqdarı salamandralarda və bəzi qədim balıqlarda aşkar olunmuşdur (bir hüceyrədə  $10^{10}$  nukleotid cütü).



**Şəkil 19.1.** Hüceyrələrdə DNT-nin miqdarından asılı olaraq orqanizmlərin təsnifatı. DNT-nin miqdarı çəki vahidləri ( $1 \text{ pq} = 10^{-12} \text{ q}$ ) və nukleotid cütülərinin sayı ilə göstərilmişdir. Bitki və heyvan hüceyrələrində DNT-nin miqdarı bakteriya hüceyrələrinə nisbətən 100 000 dəfədən artıq ola bilər (F.Ayala, C.Kayqerə görə, 1988)

Daha ətraflı genomun ölçüsü cədvəl 19.1-də və şəkil 19.2 də əks olunmuşdur.

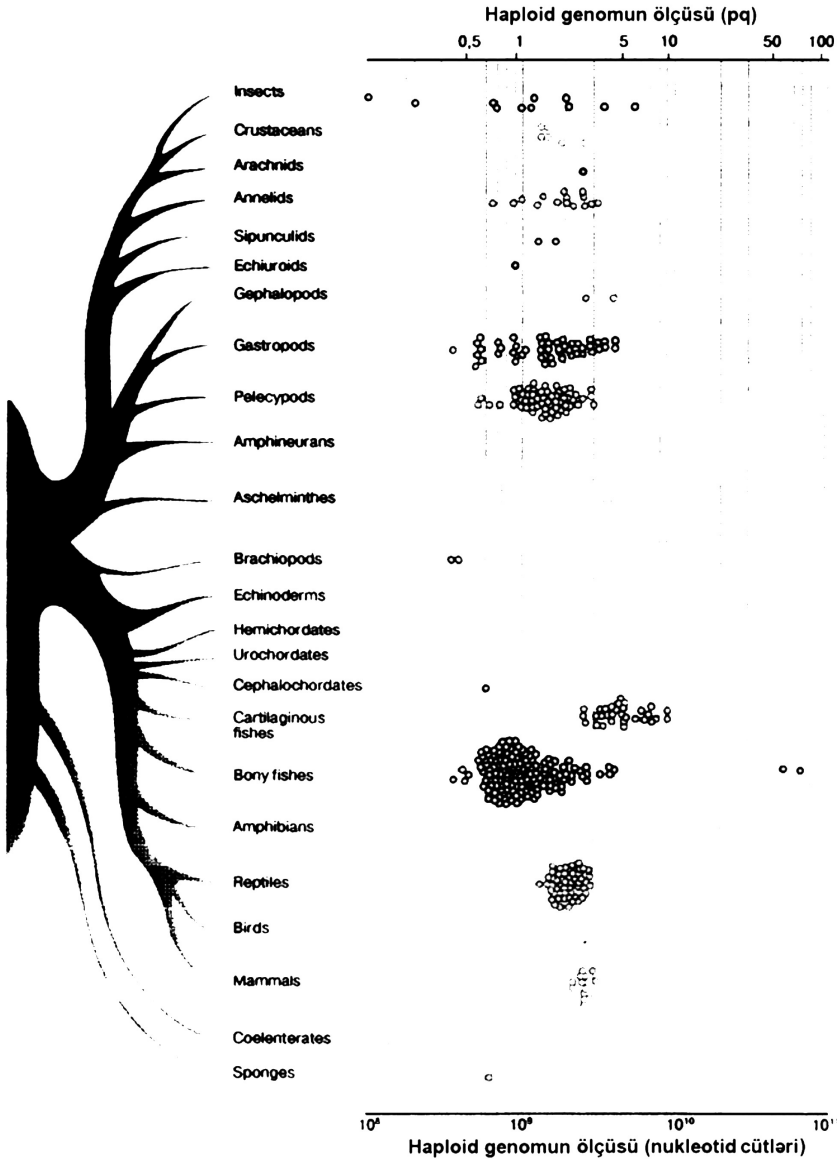
**Virusların genomu.** Virusların nuklein turşuları, demək olar ki, bütövlükdə quruluş genlərindən ibarətdir. Ən kiçik RNT-daşıyan virusun xromosomu (tütün nekrozu virusunun peyki) 1200 nukleotiddən ibarət bir quruluş genindən təşkil olunmuşdur. Digər xırda virusların çəkisi, təxminən,  $1,2 \cdot 10^6$  Da (dalton) olan RNT molekulundan ibarətdir. Onların tərkibində 3 min nukleotiddən ibarət, üç zülalın sintezi üçün informasiya daşıyan orta ölçülü üç gen vardır. Daha mürəkkəb virusların DNT-si 200 min nukleotid cütündən ibarətdir, quruluş genlərinin sayı isə onlarla və hətta yüzlərləyə qədər çatır. Funksional cəhətdən həmin virusların genomu kiçik

**Cədvəl 19.1.** Bəzi orqanizm qruplarında haploid genomun orta ölçüsü

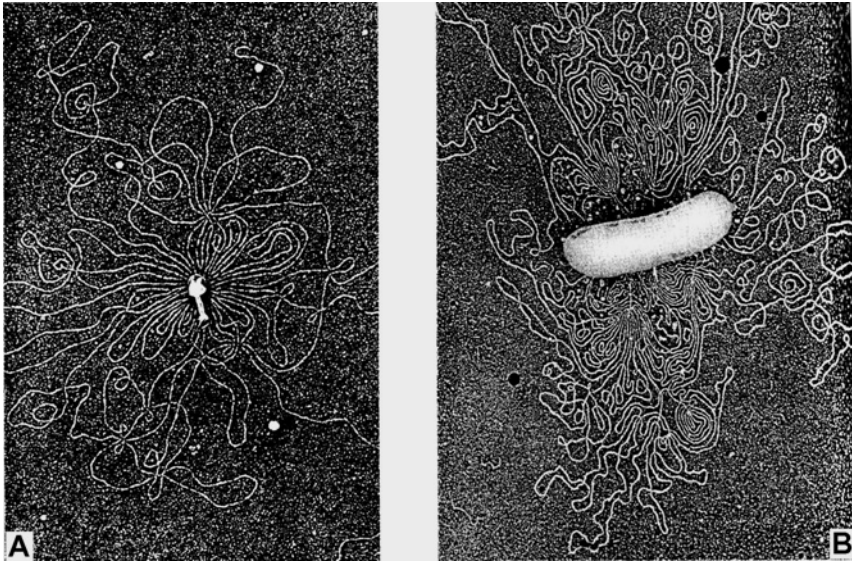
Orqanizmlər qrupu	Genomun orta ölçüsü n.ə.	Orqanizmlər qrupu	Genomun orta ölçüsü n.ə.
Xırda viruslar	$1,0 \cdot 10^4$	Reptililər	$1,5 \cdot 10^9$
Mikoplazmlar	$1,6 \cdot 10^6$	Quşlar	$1,2 \cdot 10^9$
Bakteriyalar	$2,0 \cdot 10^6$	Məməlilər	$2,6 \cdot 10^9$
Göbələklər	$4,7 \cdot 10^7$	İnsan	$3,0 \cdot 10^9$
Həşərat	$2,3 \cdot 10^9$	Bitkilər: çılpaqtoxumlular örtülütoxumlular	$1,6 \cdot 10^{10}$
Molyusklar	$1,6 \cdot 10^9$		$2,7 \cdot 10^{10}$
Sümüklü balıqlar	$1,4 \cdot 10^9$	Zambaq ( <i>Lillium lonqiflorum</i> )	$1,8 \cdot 10^{11}$
Amfibilər quyruqlu	$2,7 \cdot 10^9$		
quyruqsuz	$3,6 \cdot 10^{10}$		

virusların genomundan fərqlənir. Belə ki, kiçik virusların genoma daxil olan bir neçə quruluş geni eyni vaxtda transkripsiya olunur. RNT-dəşiyən virusların genomu yalnız xətvəri molekulardan ibarət olur. Onurğalıların məlum olan bütün DNT-dəşiyən viruslarının genomu bir xromosomu əhatə edən xətvəri və ya halqavari, bir və ya ikizəncirli molekulardır. Bəzi viruslar, məsələn, B-hepatit virusunun genomu halqavari, kovalent, qapalı, ikizəncirli molekulardan ibarətdir, lakin iki zəncirin müxtəlif sahələrində birzəncirliyə də rast gəlinir.

**Bakteriya hüceyrəsinin nukleoidi.** Daha iri, bir neçə milyon nukleotid cütündən ibarət olan bakteriya genomunda genlərin əksəriyyəti (həm quruluş, həm də tənziməci genlər) unikaldir, yəni hər iki növ gen xromosomda tək sayda olur. Müstəsnaq təşkil edən ribosomal RNT-ni və nəqliyyat RNT-ni kodlaşdıran genlərdir, onlar bakteriya genomunda bir neçə dəfə təkrar olunur. Bakteriya hüceyrələrinin elektron-mikroskopik tədqiqi DNT-nin kompakt şəkildə paylanmasını göstərmişdir. Həmin quruluşlar eukariotların nüvəsini xatırladır, lakin bakteriyalar nüvə qılafının yoxluğu ilə səciyyəlidir. Nukleoid, bakteriya hüceyrələrinin müxtəlif böyümə mərhələlərində, formasını daima dəyişir, bu da bakteriya genlərinin transkripsiya aktivliyindən asılıdır (şəkil 19.3). Eukariotların xromosomları kimi, nukleoidin DNT-si bir çox zülallarla, xüsusilə histonabənzər HU, H-NS və İHF zülalları ilə, həmçinin



**Şəkil 19.2.** Heyvanların müxtəlif taksonomik qruplarında genomun ölçüsünün dəyişməsi (R.Brutten, E.Davidson, 1971). Həmin mühüm işin dərc olunmasından sonrakı illərdə onlarla növlərin genomunun ölçüsünün təyini müəyyən olunan qanunauyğunluqları təsdiq edir.



**Şəkil 19.3.** Elektron mikroskopiyasının köməyiylə alınmış: **A.** T-2 bakteriofaqının fotosəkli. Faqın DNT-si osmotik şok nəticəsində ayrılmışdır. Xromosomun uzunluğu 52 mm-dir; **B.** *Escherichia coli* bakteriyasının fotosəkli. Bakteriyanın DNT-si osmotik şok nəticəsində ayrılmışdır. Xromosomun uzunluğu 1200 mikrondur.

bakteriya xromosomunun funksiyalarına və hüceyrədaxili kompaktlaşmasına təsir göstərən topoizomerazalarla əlaqədardır. Son illər bəzi bakteriya xromosomlarının ilkin quruluşu təyin olunmuşdur: *E. coli* xromosomunun uzunluğu ~ 4,6 mln. n.ə., *Bacillus subtilis*-in xromosomu – 4,2 mln. n.ə. ibarətdir.

**Arxebakteriyaların genomu.** Arxebakteriyalar morfolojiyasına görə eubakteriyalara oxşarlığına baxmayaraq, molekulyar səviyyəyə görə daha çox eukariotlara yaxındır. *M. cannaschii* genomunun quruluşunun analizi göstərmişdir ki, transkripsiya, translyasiya və DNT replikasiyasını idarə edən genlər bakteriyaları deyil, daha çox eukariot genlərini xatırladır. Lakin arxebakteriyalar bir çox genetik xüsusiyyətlərinə görə eukariotlara yaxın olduqlarına baxmayaraq, onların genomunun ölçüsü və əsas genlərin dəsti sərbəst yaşayan bakteriyalar üçün tipik olur. Prokariotlar yalnız nüvə qılafının olmaması ilə eukariotlardan

fərqlənir. Eukariotlardan fərqli olaraq prokariotlar çox kompakt quruluşa malikdir. Bundan əlavə, prokariotlarda zülalların kodlaşdırılması üçün daha çox genlərin eyni nukleotid ardıcılıqlarının iki və ya üç oxuma çərçivəsindən istifadə olunur, bu da genomun ölçüsünü artırmadan kodlaşdırıcı potensialı yüksəldir. Prokariotlarda zülalları kodlaşdırmayan nukleotid ardıcılıqları minimal olur, intronlara isə çox nadir halda rast gəlinir. Beləliklə, prokariotların genomunun sadə quruluşu, ilk növbədə, onların həyat tsiklinin sadələşdirilməsi ilə əlaqəlidir, yəni onlarda eukariotların inkişafında olduğu kimi, mürəkkəb proseslər baş vermir.

### **Birhüceyrəli orqanizmlərin genomunun minimal ölçüsü.**

Müəyyən ekoloji şəraitdə təkhüceyrəli orqanizmlərin zəruri həyatı funksiyalarını təmin edə biləcəyi genomun minimal ölçüsünün təyini böyük maraq kəsb edir. Bu məsələnin həlli bir neçə problemi aydınlaşdırmağa imkan yaradır: məsələn, həyatın Yer üzərində əmələ gəlməsi, genlərin birgə təkamülü yolları və mexanizmləri, konkret genomlarda onların birləşməsi və genomların əmələ gəlməsi və s. 1995-ci ildə iki parazit mikroorqanizmlərinin (*Mycoplasma genitalium* və *Haemophilus influenzae*) genomunun DNT-nin ilkin quruluşunun təyini həmin problemin yeni baxımdan həll olunmasına imkan yaratdı. Hesab olunur ki, *M. genitalium* və *M. influenzae* genomları daha iri genomları olan qrammüsbət və qrammənfi bakteriyalardan genomların ölçüsünün kiçilməsi hesabına təqribən 1,5 mlrd. il bundan əvvəl əmələ gəlmişlər. Onlarda mövcud olan və həyat üçün zəruri olan ümumi homoloji genlərin cəmini genomun minimal ölçüsü kimi qəbul etmək olar. Son hesablamalar göstərmişdir ki, genom minimal ölçüdə olduqda 256 zülal kodlaşdırıla bilər. Avtonom həyat sürən *Bacillus subtilis*-in genomunun minimal ölçüsü 318 m.n.c., maksimal ölçüsü isə 562 m.n.c.-nə yaxın ola bilər.

**Eukariotların genomu.** Ümumi şəkildə eukariotlarda DNT-nin miqdarının çoxluğunu bir neçə səbəblərlə əlaqələndirmək olar:

1. eukariot genomunda bir sıra genlər dəfələrlə təkrar olunur.
2. genomda böyük sayda tənzimədiçi genlər vardır.
3. genomun müəyyən hissələri gen daşımıdır.

Çoxsaylı təcrübələr nəticəsində müəyyən etmişlər ki, heyvanların haploid genomunun təxminən yarısı unikaldir, yəni genlər yalnız bir dəfə təkrar olunur. Məsələn, buzovda unikal sahələr genomun 55%-ni, insanda 64%-ni, drozofildə 70%-ni təşkil edir. Ali bitkilərdə unikal sahələrə zülalları kodlaşdıran quruluş genlərinin əksəriyyəti daxildir. Eukariot genomunda unikal sahələrlə yanaşı çoxlu sayda təkrar olunan sahələr də vardır.

Son illərin mühüm kəşflərindən biri quruluş genlərinin daxilində olan ekzon (genetik informasiya daşıyan) və intron (genetik informasiya daşımayan) sahələrin aşkar olunmasıdır. İtronlar ekzonlarla birlikdə transkripsiya olunur. Sonralar, m-RNT-nin «yetməsi» zamanı intronlar kəsilib atılır, ekzonlar isə bir-birilə birləşir. Maraqlısı odur ki, ekzonlar müxtəlif cür birləşə bilər və beləliklə, bir genin məhsulu olan m-RNT-dən müxtəlif RNT-lər əmələ gələrək funksiyalarına görə fərqlənən bir neçə polipeptidi kodlaşdırma bilər.

Eukariotların genetik sistemi gen sayının, DNT-nin nukleotid ardıcılıqlarının, genomun tənzimləyici sahələrinin ölçüsünün və rolunun artması ilə xarakterizə olunur. Genomun təkamülü və orqanizmlərin morfofizioloji mürəkkəbləşməsi genomun tənzimləyici sahələrinin dəyişməsi nəticəsində baş verir. İ.Şmalhauzen (1968) qeyd etmişdir ki, progressiv təkamüldə genetik informasiyanın ötürülməsi və təzahürü proseslərinin etibarlılığı artır.

Sadə eukariot orqanizmlərindən olan birhüceyrəli *Saccharomyces cerevisiae* maya göbələyinin genomunun ölçüsü 12,1 mln n.c. və genlərin sayı 6085-dir. *Esheria coli* bakteriyasının genomu müvafiq parametrlərinə görə (4,6 mln.n.c. və 4290 gen) maya göbələyindən çox da fərqlənmir. Deməli, sadə birhüceyrəli orqanizmdə daha mürəkkəb quruluşu olan nüvənin, diploidliyin, daha mürəkkəb təşkil olunmuş membranın, sitoskletin və s. olmasına baxmayaraq, genlərin sayı bakteriyalarla müqayisədə o qədər də artmamışdır. Hesab olunur ki, molekulyar-genetik sistemin quruluşunda (genlərin sayına görə) birhüceyrəli orqanizmlərlə çoxhüceyrəli orqanizmlər arasında sıçrayış baş vermişdir. Məsələn, sadə çoxhüceyrəli, təxminən 1000 hüceyrədən ibarət olan *Caenorhabditis elegans* halqavari qurdun genomunda 19000 gen

vardır, bu isə onu ali eukariotlara yaxınlaşdırır. *Arabidopsis thaliana* bitkisinde genlərin sayı 25498-dir, yəni insan genomu ilə müqayisədə çox yüksəkdir. Beləliklə, çoxhüceyrəli orqanizmlərdə genlərin sayı ilə orqanizmlərin fenotipik (ontogenetik, morfoloji, fizioloji və s.) mürəkkəbliyi arasında birbaşa asılılıq müşahidə olunmur. Buradan belə nəticəyə gəlmək olar ki, fenotipik fərqlər yalnız genlərin sayından deyil, orqanizmlərin çoxalması, inkişafı, fəaliyyəti və ətraf mühitin dəyişkən şəraitinə qarşı reaksiyalarını təmin edən tənzimləmə mexanizmlərindən asılıdır. Eukariotların genomunda tənzimləyici sistemlərin təkamülü üçün geniş məkan yaranmışdır. Çoxhüceyrəli orqanizmdə eyni gen müxtəlif hüceyrələrdə, toxumalarda, orqanizmlərdə xarici mühitin təsirinə qarşı fərqli funksiya göstərir.

**Genomun ölçüsünün artması.** Genomun ölçüsünün orqanizmlərin inkişaf səviyyəsindən asılı olaraq artması progressiv təkamülün əsas şərti kimi qəbul olunur. Bu proses bitkilər aləmində daha çox genom mutasiyaları, yəni poliploidiya, heyvanlar aləmində isə tandem duplikasiyalar hesabına baş verir. Genomun ölçüsünün artmasını təmin edən əsas proseslərdən biri poliploidiyadır. Poliploidiya zamanı xromosomların haploid dəsti dəfələrlə artır. Bir sıra tədqiqatlar nəticəsində müəyyən olunmuşdur ki, poliploidlər daha davamlı olub, təbii şəraitdə yayılma arealına görə diploidlərə üstün gəlirlər. Təbii şəraitdə bitkilərin 50%-i poliploiddir. Lakin poliploidiya prosesinə müxtəlif bitkilər arasında eyni dərəcədə rast gəlinmir. Örtülütoxumlu bitkilərin bir çox fəsilələrində poliploid sıralar əmələ gəlmişdir.

Təkamüldə genomun ölçüsünün artmasında istifadə olunan ən geniş yayılmış üsul – genlərin duplikasiyasıdır. Son zamanlar müəyyən olunmuşdur ki, DNT-nin nukleotid ardıcılıqlarında olan fərqlər əvvəlcə genlərin duplikasiyası və sonralar onların divergensiyası nəticəsində baş vermişdir.

Təkamülün ən mühüm mərhələlərindən biri genlərin ölçüsünün artmasıdır, bu zaman sadə genlərdən daha mürəkkəb genlər əmələ gəlir. Genlərin ölçüsünün artması nisbətən kiçik nukleotid ardıcılıqlarının tandem duplikasiyası nəticəsində baş verir. Məsələn, immunoqlobulinlərin variabel sahələrini kodlaşdıran genləri göstərmək olar. Ağır və yüngül zəncirlərin variabel sahələrini



kodlaşdıran genlərin uzunluğu 600 nukleotid cütündən ibarətdir. Bunlar ölçüsü 48 n.c.-dən ibarət olan başlanğıc əcdad nukleotidlərindən 12 tandem duplikasiyaları nəticəsində əmələ gəlmişlər.

Bəzi genlər, görünür ki, təkamüldə müxtəlif funksiyalar yerinə yetirən kiçik əcdad genlərdən əmələ gəlmişlər; həmin əcdad genlərin nəsilləri müasir genlərdə ekzonlar əmələ gətirir. Bu zaman hər ekzon müəyyən zülal domeneni, yəni homoloji funksiya daşıyan molekulun bir hissəsini kodlaşdırır. Məsələn,  $\gamma$ -immunoqlobulinin ağır zəncirinin konstant sahəsi üç quruluş domenlərindən ibarətdir:  $CH_1$ ,  $CH_2$  və  $CH_3$ . Hər domen müəyyən funksiyasını yerinə yetirir:  $CH_3$  hüceyrə səthində qarşılıqlı əlaqələrin yaranmasında,  $CH_2$ -komplementin fiksasiyasında iştirak edir,  $CH_1$ -yüncül zəncirin birləşdiyi sahədir.

Genlərin duplikasiyası çox zaman sonrakı divergensiya ilə müşayət olunur, bunun nəticəsində təkamül zamanı onlar müxtəlif, lakin oxşar funksiyaları əldə edirlər. Misal olaraq immunoqlobulinləri və qlobin genlərini göstərmək olar.

### 19.3. Simbiogenez hadisəsi

Simbiogenez zamanı müxtəlif növlərin hüceyrələri birləşir və bu zaman nüvə elementlərinin, həmçinin tərkibində DNT olan hüceyrə orqanellərinin birləşməsi baş verir. Eukariotların hüceyrələrinə nüvədən kənar üç tip gen: qeyri-konstitutiv virusların genləri, mitoxondrilərin və xloroplastların konstitutiv genləri daxildir.

Ətraf mühitin müxtəlif şəraitlərinə orqanizmlərin uyğunlaşmasında genetik informasiya daşıyan sitoplazma orqanelləri və hüceyrə törəmələri mühüm rol oynayır. Bunlar mitoxondrilər, xloroplastlar, bəzi hüceyrədaxili parazitlər və simbiiontlardır.

Son tədqiqatlar nəticəsində maya göbələklərinin mitoxondrilərində müxtəlif antibiotiklərə qarşı davamlılığı və həssaslığı təyin edən genlər aşkar edilmişdir.

Mitoxondri və xloroplastların ilk eukariotların sitoplazmasında olan prokariot endosimbiontlardan törəməsi haqqında mülahizələr geniş yayılmışdır. Prokariotların aerob metabolizmi və fotosintez kimi funksiyaları onların sahibləri üçün mühüm

əhəmiyyət kəsb edir. Həmin funksiyaları idarə edən genlər və onlara müvafiq quruluşlar müasir orqanizmlərdə saxlanılmış, onların sələfləri üçün əhəmiyyətli olmayan endosimbiontların quruluş və funksiyaları isə təkamül prosesində itirilmişdir.

Mitoxondrilərin və xloroplastların quruluş və funksiyasını idarə edən genlər nüvə DNT-si və orqanel DNT-ləri arasında paylanmışdır. Hətta müxtəlif orqanizmlərdə eyni genlər bir halda sitoplazmanın, digər halda isə nüvənin tərkibində ola bilər. Bunun əsas izahı isə DNT ardıcılıqlarının orqanellə nüvə arasında mübadiləsidir. Beləliklə, DNT-də əmələ gələn dəyişikliklər yalnız nüvə genomu ilə məhdudlaşmır, nüvə və orqanellər arasında da baş verir. Sitoplazmatik DNT-nin ötürülməsi ilə müəyyən əlamətlərin irsiliyi dəyişir. Bakteriyalarda plazmidlərin keçirilməsi ilə hüceyrələrin donor qabiliyyəti və müəyyən antibiotiklərə qarşı davamlılığı dəyişir, həmin əlamətlər plazmid genlər tərəfindən idarə olunur. Buna oxşar olaraq sitoplazma orqanellərinin eukariotlara süni daxil edilməsi bir sıra əlamətlərin dəyişməsinə səbəb ola bilər.

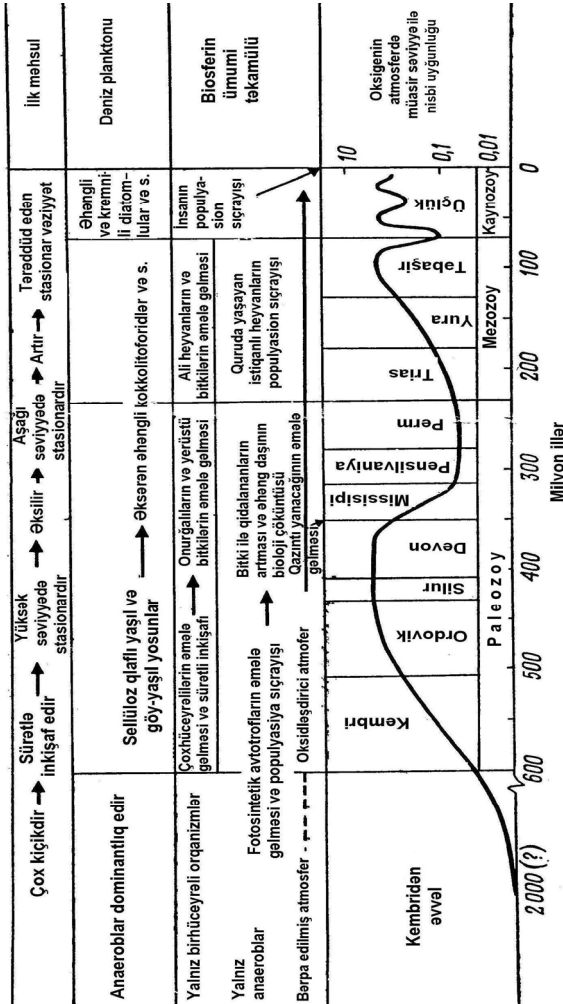
İbtidai formalardan ali eukariotlaradək bütün canlıların təkamülü ontogenez üçün daha böyük əhəmiyyəti olan genlərin sayının, genotiplərin və populyasiyaların ətraf mühitin dəyişkən şəraitinə ontogenetik uyğunlaşmasına imkan yaradan rekombinasiyaların və mutasiyaların əmələ gəlməsindən asılıdır. Ali orqanizmlərin uyğunlaşmasının filogenezdə təkmilləşməsi, əsasən, rekombinasiya və mutasiya dəyişkənliyi və adaptiv əhəmiyyəti olan gen komplekslərinin formalaşması ilə daha çox əlaqələndirilir.

## EKOSİSTEMLƏRİN TƏKAMÜL PROBLEMLƏRİ

Məlum olduğu kimi, mikrotəkamül səviyyəsində ilkin təkamül prosesləri elementar təkamül vahidləri (populyasiyalar) mövcud olduqda və elementar təkamül materialına bütün təkamül amilləri təsir göstərdikdə (bax: fəsil 9) baş verir. Lakin aydındır ki, populyasiyalar və növlər yalnız digər növlərin əhatəsində və onlarla sıx qarşılıqlı əlaqədə, yəni ekosistemlərdə inkişaf edir. Buna görə də ekosistemlərin mütəşəkkillik səviyyəsi Yer üzərində həyatın ən əsas səviyyəsi kimi meydana çıxır. «Ekosistem» termini ilk dəfə 1935-ci ildə ingilis botaniki Artur Corc Teksil tərəfindən elmə daxil edilmişdir. Teksilin fikrincə, ekosistem Yer səthində əsas təbiət vahididir. Biosfer isə maddələr mübadiləsinin baş verdiyi üzvi və qeyri-üzvi komponentlərin məcmusudur.

Uzun sürən təkamül prosesində ekosistemlər iki prosesin təsiri altında formalaşır: 1. geoloji və iqlim dəyişikliklərini əhatə edən alloqen (xarici) qüvvələr; 2. ekosistemin canlı komponentləri ilə şərtlənən avtogen (daxili) proseslər. İlk ekosistemlər 3 milyard il bundan əvvəl mövcud olub, abiotik proseslərdə sintez olunan üzvi maddələrin hesabına həyat sürən xırda anaerob heterotroflardan ibarət olmuşdur. Sonradan avtotrof yosunların yaranması və sürətlə yayılması ilə reduksiyaedici atmosfer oksidləşdirici ilə əvəz olunmuşdur. Uzun bir geoloji dövrdə orqanizmlər təkamül etmiş və onların mürəkkəbliyi və müxtəlifliyi artaraq, sistemlər yaranmışdır. Həmin sistemlər atmosfərə nəzarət edə bilir və daha iri çoxhüceyrəli orqanizmləri daxil edir. Belə hesab olunur ki, həmin komponentləri daxil edən birliklərdə təkamül dəyişiklikləri, əsasən, təbii seçmə vasitəsi ilə növ və populyasiya səviyyəsində baş verir. Lakin ola bilər ki, təbii seçmə daha yüksək səviyyələrdə də mühüm rol oynayır, xüsusilə: 1. birgə təkamül, yəni bir-birindən asılı olan avtotrofların və heterotrofların qarşılıqlı seçilməsi və 2. qruplu seçmə, yaxud birliklər səviyyəsində baş verən seçmə nəzərə alınmalıdır (Odum, 1975).

Şəkil 20.1-də biosferi Günəş sistemində tamamilə unikal edən orqanizmlər və oksigenli atmosferin təkamülü ümumi şəkil-də əks olunmuşdur. Məlumdur ki, 3 mlrd. il əvvəl Yer üzərində həyat əmələ gəldikdə atmosferdə azot, ammoniyak, hidrogen, karbon dioksid, metan və su buxarı mövcud olmuş, oksigen isə olmamışdır. Oksigen olmayan atmosferdə günəşin ultrabənövşəyi şüalarından orqanizmləri qoruyan ozon qatı da yox idi. Güclü şüalanma bütün orqanizmləri məhv edə bilərdi. Lakin hesab olunur ki,



Şəkil 20.1. Biosferin təkamülü və onun oksigenli atmosferi (Odum, 1975)

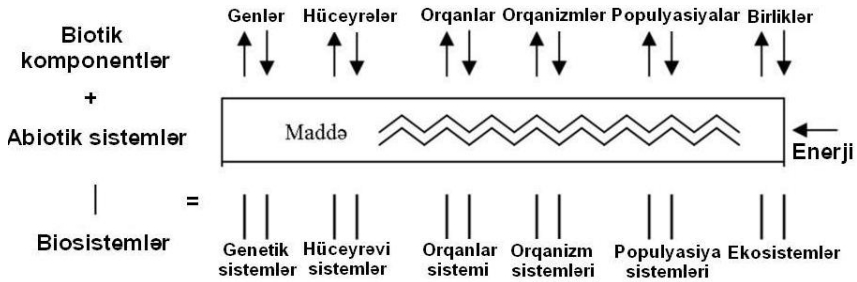
məhz onun təsiri nəticəsində kimyəvi təkamül baş vermiş və mürəkkəb üzvi molekullar və bütün canlı orqanizmlərin tərkib hissəsi olan amin turşuları əmələ gəlmişdir. Abiotik proseslərin hesabına əmələ gələn çox az miqdarda oksigen Yer üzərində həyatın inkişafı üçün kifayət etmirdi və bu dövrdə həyat yalnız suda inkişaf edə bilərdi. Həyatın Yer üzərində mənşəyi haqqında daha ətraflı məlumat verilmişdir. Lakin biz burada diqqətimizi daha çox oksigenli atmosferin və ekosistemlərin yaranmasına yönəltməliyik. Belə hesab olunur ki, ilk çoxhüceyrəli orqanizmlər atmosferdə oksigenin miqdarı, təxminən, müasir səviyyəsinin (20%) 3%-nə (yaxud atmosferin 0.6%-i) çatdıqdan sonra əmələ gəlmişdir; bu proses 600 mln il əvvəl kembriyin əvvəllərində baş vermişdir. Hesab olunur ki, təxminən paleozoyun ortalarında oksigenin istifadəsi, onun əmələ gəlməsi ilə müqayisədə az olduğundan, atmosferdə miqdarı müasir dövrdəki kimi, 20%-ə çatmışdır. Beləliklə, ekoloji baxımdan biosferin təkamülünü heterotrof suksessiya ilə müqayisə etmək olar, bundan sonra isə avtotrof rejim öz yerini tutmuşdur.

Təkamül prosesinin ümumi şəkildə daha dərinədən anlaşılması üçün təkamülün hansı xüsusiyyətlərinin ekosistem səviyyəsində təzahür etdiyini aydınlaşdırmaq çox vacibdir. Bəzi tədqiqatçıların fikrinə görə, ekosistemlərin təkamülünü müzakirə etmək qeyri-mümkündür, belə ki, ekosistemlər nə çoxalır, nə də çarpazlaşır. Lakin bunu belə də izah etmək olar ki, ekosistemlərin təkamül qanunları, növlərin və populyasiyaların təkamül qanunlarından fərqlənir. Ekosistemlərin təkamül problemləri çox az tədqiq olunduğundan, bəzi məsələlər haqqında söylənilən fikirlər bir-birinə uyğun gəlmir.

### **20.1. Ekosistemlərin mütəşəkkillik səviyyəsi və davamlılığı**

Biogeosenozun (ekosistemlərin) həyatında əsas birləşdirici amil canlı komponentlərin arasında əmələ gələn qarşılıqlı qida (məkan-enerji) əlaqələridir. Buradan belə nəticə çıxır ki, biogeosenozun mürəkkəb mütəşəkkillik səviyyəsi onun davamlılığının himayə edilməsi üçün əsas zəmindir.

Həyatın hər bir mütəşəkillik səviyyəsində (birlik, populyasiya, orqanizm, orqan, hüceyrə və gen) fiziki mühitlə qarşılıqlı əlaqələrin (enerji və maddə) nəticəsində funksional sistemlər (genetik, hüceyrə, orqan, orqanizm sistemləri, populyasiya və ekosistemlər) yaranır (şəkil 20.2).



Şəkil 20.2. Həyatın mütəşəkillik səviyyəsinin spektri (Odum, 1986).

Şəkil 20.2-də göstərilirdiyi kimi, həyatın əsas mütəşəkillik səviyyələri: birlik, populyasiya, orqanizm, orqan, hüceyrə və gen ierarxiya qaydası üzrə – iri sistemlərdən kiçiklərə doğru yerləşmişlər. Ekoloji mənada birlik müəyyən sahədə yerləşən bütün populyasiyaların məcmusudur. Birlik və cansız mühit birlikdə ekosistem kimi fəaliyyət göstərir. Bəzi ədəbiyyat mənbələrinə əsasən, birlik və ekosistem terminləri, müvafiq olaraq, biosenoz və biogeosenoz mənasında işlənir.

Müxtəlif biomlara canlı orqanizmlərin yüzrlərlə növləri daxil olur. Bir zamanlar belə hesab olunurdu ki, ən zəif və qeyri sabit, canlı komponentləri az sayda olan ekosistemlərdir, məsələn, arktika, tundra, səhra və yüksək dağlıq ekosistemləri. Maddələr və enerji axınının yüksək səviyyədə təkrar olunduğu tropik meşə ekosistemləri (burada hər növ daxilində fərdlərin sayı az, lakin növlərin sayı çox olur) bütövlükdə daha sabit olur. Həmin sistemlərin tərkibində olan komponentlərin böyük miqdarının itməsi belə onların funksiyasına təsir göstərmir. Lakin yeni dəlillərin toplanması nəticəsində müəyyən olunmuşdur ki, azkomponentli sistemlər çoxkomponentlilərdən bir o qədər də fərqlənmir. Görünür ki, ekosistemlərin davamlılığında həlledici rolunu növlərin

miqdarı deyil, onların ekoloji xüsusiyyətləri oynayır. Məsələn, müasir antropogen təzyiqlə qarşılaşan ekosistemlərdə üstünlüyü nəsillərinin tez-tez növbələşməsi, fərdlərinin çoxsaylı olması və qeyri-adi streslərə daha yaxşı uyğunlaşması ilə fərqlənən, qısa tsikli efemer-növlər qazanır.

Beləliklə, təbii ekosistemlər həm davamlılığı, həmçinin tamlığı ilə səciyyələnilir. Ekosistemlərin davamlılığı, təkamül davamlılığından fərqli olaraq, çoxalma qabiliyyətinə əsaslanır. Ekosistemlər növ-populyasiyalara daxil olan bir çox komponentlərin balanslaşmış çoxalmasına əsaslanaraq saxlanılır. Ekosistemlərin tamlığı müəyyən fiziki amillərin fonunda növlərin bir-birilə qarşılıqlı əlaqələri hesabına təmin olunur. Lakin biogeosenozların tamlığı təkcə ayrı-ayrı komponentlərin bütövlüyünə əsaslanmır. Hər bir ekosistemin komponentləri daha müstəqil və hərəkətli olub, trofik səviyyədə bir-birini təkrarlaya bilər. Nəticədə bütün biogeosenozlar daha çox mühitdən asılı olur, onların inkişafı isə bir komponentin daima digəri ilə əvəz olunmasına əsaslanır. Ekosistemə daxil olan növlər nə qədər müxtəlif olsalar da, onlar öz tamlığı və davamlılığı ilə fərqlənən, uzlaşmış funksional kompleks təşkil edir.

## **20.2. Ekosistemlərin dəyişilməsi. Müxtəlif növlərin birlikdə təkamülü (kotəkamül)**

Bütün ekosistemlər növarası əlaqələrin və təbii seçmənin ölçüsüz ifadəsinin real mühitidir. Ekosistemlərdə bir-birilə qarşılıqlı əlaqədə olan növlər daima mühitin abiotik komponentlərinə (atmosferə, hidrosferə və s.) təsir göstərir. Bu da öz növbəsində dəyişilmiş abiotik amillərin biogeosenozların canlı komponentlərinə əks təsiri ilə nəticələnir. Biogeosenozların bütün komponentlərinin bu cür daima qarşılıqlı təsirdə olmaları biogeosenozların və digər ekosistemlərin dəyişilməsinin əsas səbəbidir.

Təkamül prosesində müşahidə olunan belə dəyişikliklər son nəticədə bütün Yer biosferinin möhtəşəm şəkildə dəyişilməsinə gətirib çıxarır. Ekosistemlərin komponentlərinin hər hansı cüzi dəyişilmələri belə böyük dəyişikliklərə təkan verə bilər. Məsələn, biosfer miqyasında ilk baxışdan əhəmiyyətsiz görünən

ətrafların əmələ gəlməsi (yaxud, tozlayıcıları cəlb edən çiçəklərin yaranması) bərk substratda dirək funksiyasını yerinə yetirir və gələcəkdə bütün canlı təbiətin simasının dəyişilməsinə səbəb olur. Şübhəsiz ki, planetin təkamülü prosesində ekosistemlərin dəyişilmə istiqamətinin və sürətinin tədqiqi böyük maraq kəsb edir.

**Ekoloji suksessiyalar.** Hazırda ekosistemlərin dəyişilməsi haqqında hansı məlumatlar vardır? İlk növbədə Yer səthinin hər bir hissəsində qanunauyğun olaraq müəyyən biosenozlar digərləri ilə əvəz olunur və bu cür dəyişmələr suksessiya adlanır (*lat.* «succession» – varislik deməkdir). Suksessiyalar ilkin, yəni cansız substratda, qaya, allüvial çöküntülər üzərində yenidən formalaşan və ikincili (bu prosədə dağılmış biogeosenozların – yanğından, quraqlıqdan, meşə qırıldıqdan sonra – yerində yenilərinin əmələ gəlməsi) olur. Məncələr olmadıqda birliklərin dəyişilməsi (suksessiya sırası) dayandırılır, suksessiyaların inkişafının son mərhələsi başa çatır və klimaks–formasiya (*yun.* «climax» – nərdivan, pillə, sıra, silsilə deməkdir) əmələ gəlir. Klimakslı birlik olduqca davamlı olub, suksessiya sırasının hər hansı mərhələsi ilə müqayisədə daha uzun müddətli həyat sürür.

Yaxşı öyrənilən suksessiyalara misal kimi aşağıdakıları göstərmək olar: qum təpələri–ot bitkiləri–banko şam ağacı–quru palıd meşəsi–rütubətli şam meşəsi–fıstıq və ağcaqayından ibarət klimaks tipli meşələr. Orta qurşaq zonası üçün aşağıdakı suksessiya sırası səciyyəvidir: kollar–şam ağacı–yarpaqlı ağaclar. Suksessiya prosesində müxtəlif orqanizimlərin sayı vaxtaşırı növbələşir və dəqiq iyerarxiya əmələ gəlir (şəkil 20.3).

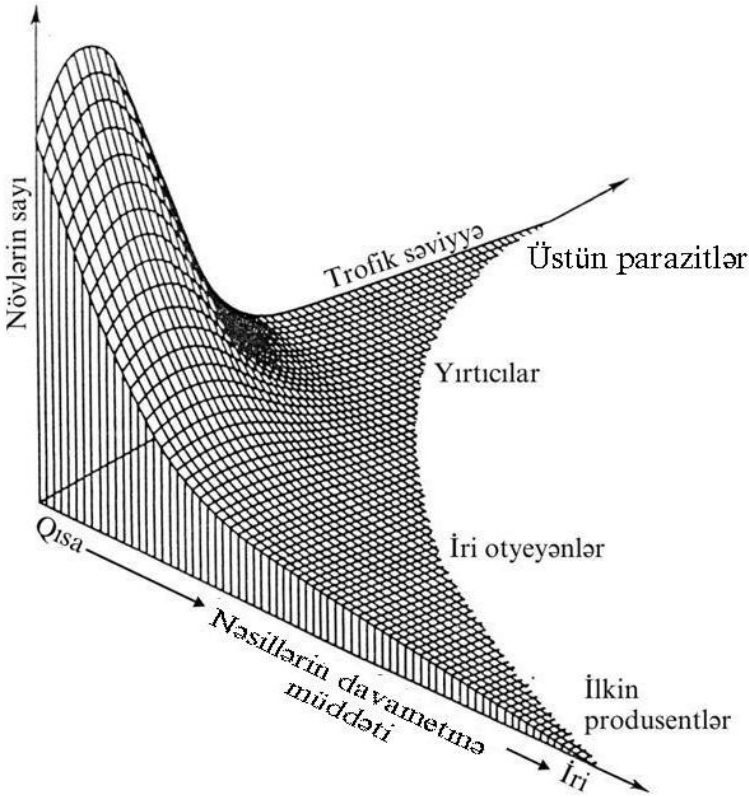
Müxtəlif birliklərdə ekoloji suksessiyalar eyni sürətlə baş vermir və tərkiblərinə daxil olan komponentlərin sayına görə də fərqlənir. Bundan əlavə, klimaks dövrlərinin müddəti də fərqli ola bilər. Suksessiyaların tipindən asılı olmadan bütün biogeosenozlar aşağıdakı ümumi əlamətlərlə səciyyələnir:

1. Bütün biosenotik sistemlər dinamik və mütəhərrik olur, xarici mühitin təsirinə qarşı həssaslıqla reaksiya göstərir və ekosistem daxilində çoxsaylı görünməz trofik və tropik komponentlərdən formalaşır.

2. Ekosistemlərin inkişafı zamanı qida zəncirlərinin uzanması,



hər səviyyə daxilində trofik zəncirlərin və həlqələrin artması müşahidə olunur. Bu zaman ekosistemdə məhdud qidaya ixtisaslaşan növlərin sayının artmasını əks edən (eyni vaxtda, hər növün miqdarının azalması müşahidə olunur) maddə və enerji axınının diferensiasiyası baş verir. Beləliklə, ekosistemlər inkişaf etdikcə əlavə (kiçik) maddələr mübadiləsi dairələri əmələ gəlir, növ və biokimyəvi müxtəliflik artır.

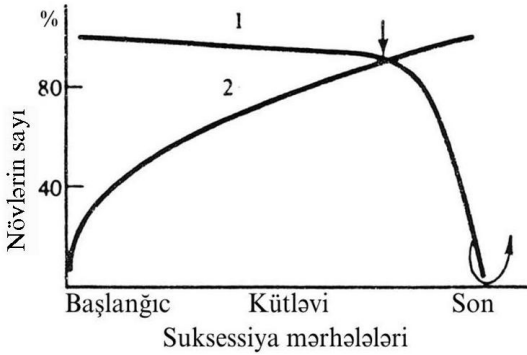


**Şəkil 20.3.** Ekosistemdə növlərin zənginliyi, nəsillərin davam etmə və trofik səviyyə arasında qarşılıqlı əlaqələr.

3. Qida zəncirlərinin uzanması nəticəsində maddə və enerjinin saxlanılma müddəti artır. Bu da iri və uzunömürlü orqanizmlərin əmələ gəlməsinə səbəb olur. Klimaksda ekosistemin həyatı bio-

sistemdə cərəyan edən maddəyə əsaslanır. Maddələrin belə dövründə çox az həcmdə itki baş verir, lakin ümumi məhsul suksepsiyaqların əvvəlki mərhələləri ilə müqayisədə azalır. Buna görə də biokütlənin və məhsulun maksimumu klimaks dövrünə uyğun gəlmir.

**Klimaks konsepsiyası.** Klimakslı fitosenozlar dinamik və davamlı sistemlər əmələ gətirir. Onlar tərkiblərinin, mütəşəkkillik səviyyəsinin və məhsulun nisbi stabilliyi ilə səciyyələnir. Bundan əlavə, klimaks tipli birliklər müəyyən mövsümi dəyişmələrlə, energetik tarazlıqla, yəni fototroflarla təsbit edilən, günəş enerjisi ilə biosenoza daxil olan, orqanizmlərin tənəffüsə sərf etdiyi enerjinin bərabərliyi ilə səciyyələnir (şəkil 20.4).



**Şəkil 20.4.** Suksessiya müddətində növlərin Yer üzərindən silinməsi (1) və yeni növlərin daxil olması (2) prosesləri arasında qarşılıqlı əlaqələr. Oxlarla ən yüksək növmüxtəliflikləri və ən aşağı stabillik nöqtələri işarələnmişdir.

Üzvi maddələrin miqdarının artması (xüsusilə, torpaqda) klimakterik vəziyyətə kimi davam edir, sonra isə dayanır. Klimaksa kimi azot da toplanır. Torpaqda üzvi maddələrin artması mineral qida elementlərinə çevrilməsi ilə müşayiət olunur, və bunların ən çox hissəsi humus və çürüntülərdə toplanır.

Klimaks vəziyyətə yaxınlaşdıqca maddələrin parçalanmasını və mineralaşmasını təmin edən saprofitlərin fəaliyyətinin əhəmiyyəti daha da yüksəlir. Bitkilərdə toplanmış üzvi maddələri ekosistemlərin digər üzvləri tərəfindən mənimsənilən vəziyyətə

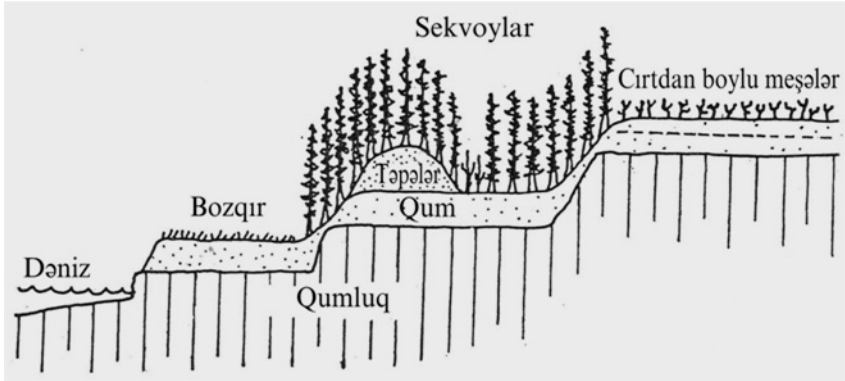
salan saprofit göbələklərlə fototrofların simbioz əlaqələri artır.

Rütubətli tropik meşələr kimi inkişaf etmiş ekosistemlərdə digər növlər üzərində dominantlıq edən növlər olmur; tropik meşənin bir hektarında yüzlərlə bitki növünə rast gəlmək mümkündür. Nəticə olaraq ekosistemin sabit vəziyyəti hətta ayrı-ayrı populyasiyalar məhv olduqda belə təmin olunur və ekosistemin hər hansı bir populyasiyadan asılılığı minimuma çatır. Ekosistem onun müəyyən üzvlərinin digərləri ilə əvəz olunması hesabına daha da möhkəmlənir. Bu cür sabit klimakslı ekosistemlərin dağılması isə yalnız kəskin iqlim dəyişmələri və ya fəlakət törədəcək amillərin (vulkanizm və s.) təsiri ilə mümkün olur.

Birincili suksessiyaların (cansız substratda – lava, qaya, qum üzərində formalaşan) yaranmasından klimaks dövrünə qədər, adətən, bir çox yüzilliklər keçir. Məsələn, Miçiqaq gölünün kvars təpələrində klimaks tipli palıd meşələri 1000 ilə, Yaponiyada lavalar üzərində klimaks meşələri 700 ilə əmələ gəlmişdir.

Növmüxtəlifliklərinin maksimum sayı klimaksın sonunda deyil, orta mərhələlərdə – klimaks üçün səciyyəvi növlər mövcud olduqda əmələ gəlir. Suksessiya sıraları (klimakterik zonanın hansı sahəsində əmələ gəlməsindən asılı olmadan) eyni yolla əmələ gəlir və eyni nəticəyə gətirib çıxarır. Daha doğrusu, suksessiyalar mexanizm olmayıb, ekosistemlərə toxunan təkamül prosesinin məhsuludur. Suksessiyaların inkişafı və klimaks vəziyyətinə çatması bir çox amillərdən asılıdır. Şəkil 20.5-də müxtəlif torpaq şəraitlərinin təsirlərinə məruz qalan bitkilər təsvir olunmuşdur.

Şimali Kaliforniya meşələrində nəhəng sekvoyalarla yanaşı çox xırda, solğun ağaclardan ibarət olan kiçik meşələr də formalaşır. Şəkildən görüldüyü kimi, həmin meşələr eyni qumluqda yerləşir. Lakin cırıtdan meşələr sukeçməyən səviyyədə, səthə yaxın sahələrdə yayılır, bu isə köklərin böyüməsini məhdudlaşdırır, suyun və qida maddələrinin hərəkətinə mane olur. Tarazlaşmış vəziyyətdə olan və klimaksa çatan bitkilər növmüxtəlifliyinə və mütəşəkkillik səviyyəsinə görə digər, sukeçməyən səviyyədə yayılan bitkilərdən kəskin dərəcədə fərqlənir.



**Şəkil 20.5.** Şimali Kaliforniyanın sahiləni sahəsində edafik klimaks-lar.

Fələkətli və ya tsiklik klimaks konsepsiyası daha çox maraqlı kəşf edir. Misal olaraq Kaliforniyada biotik inkişafın nəticəsində əmələ gəlmiş kolluq klimaksına nəzər salaıq. Burada fələkətlər, yəni təbii yanğınlər baş verdikdə, bütün yetkin bitkilər məhv olur. Sonralar sıx otluqlar əmələ gəlir və onlar orada dominantlıq edən kolluqlar bərpa olunana qədər bütün sahələri tutur. Beləliklə, bu növ ekosistemlərdə təbii klimaks müşahidə olunur.

Digər bir misal kimi küknar meşələrində vaxtaşırı zərərvericilərin yüksək sürətlə artması ilə əlaqədar yetkin ağacların məhv olmasını və eyni zamanda cavan ağacların güclü inkişafını göstərmək olar. Maqdonald (1965) göstərir ki, küknar və zərərvericilər təbii, öz-özünü himayə edən sistem əmələ gətirir, həşəratın sürətlə artmasına qarşı insektisidlərdən istifadə olunmanı isə mənasız və zərərli hesab edir.

Müxtəlif ərazilərdə klimakslı bitkiləri himayə edən sahələrin miqdarı çox fərqlidir. Adətən, klimatik birliyi təyin edən əsas kriteri onun növ tərkibidir. Lakin çox zaman yalnız həmin kriterinin təyin olunması kifayət etmir, belə ki, növ tərkibi mövsüm və iqlimin qısamüddətli tərəddüdləri ilə əlaqədar, ekosistemin sabit qalmasına baxmayaraq dəyişilə bilər. Klimaks vəziyyətinin daha dəqiq göstəricisi P/R nisbətidir. Burada P-ümumi məhsul, və ya ümumi fotosintez göstəricisidir; R-birliyin tənəffüs sə-

viyyəsidir. Ekoloji suksessiyaların ilkin inkişaf mərhələlərində P-nin göstəricisi R-i keçir. Suksessiya inkişaf etdikcə P/R nisbəti bir qiymətinə yaxınlaşır. Klimaks tipli ekosistemlərdə P və R göstəriciləri tarazlaşır, yəni sistemin saxlanması üçün sərf olunan enerji (birliyin total tənəffüsü) və qeyri-sərbəst enerji arasında tarazlığa doğru meyillilik müşahidə olunur.

**Qədim suksessiyalar. Filosenogenez.** Məlumdur ki, suksessiyalar müxtəlif tipli olur. Təkamül baxımından, bizi daha çox on və yüz min illəri əhatə edən və biomların ümumi simasını dəyişdirən qədim suksessiyalar maraqlandırır. V.N.Sukaçev bu cür qədim suksessiyaları *filosenogenez* adlandırılmışdır. Filogenez zamanı keçmişdə olmayan konsorsiya tiplərinin əsasında yeni tipli filosenozlar əmələ gəlir. Konsorsiya (*lat.* «konsorsium» – birgə istirahətmə) həyat fəaliyyətində ümumi taleyi ilə sıx əlaqələri olan müxtəlif tipli orqanizmlərin birləşmələridir. Filosenogenez avtotrof bitkilərin əmələ gəlməsi, seçilməsi (fitosenozların tərkibinə daxil olan avtotroflarla birlikdə) və müxtəlif heterotroflarla konsorsiyalar əmələ gətirməsi ilə əlaqədardır. O, yeni növlərin əmələ gəlməsi və bunlardan əvvəl mövcud olan növlərin xüsusiyyətlərinin dəyişilməsi ilə müşayiət olunur. Miqyasına və nəticələrinə görə filosenogenez elə bil ki, ekosistem səviyyəsində təkamülün gedişini əks edir. Bu prosesin ən azı dörd əsas xüsusiyyətini qeyd etmək olar: quruluşun mürəkkəbləşməsi və növlərlə təchiz edilməsi; ekosistemin tamlığının artması; qapalılığın, avtonomluğun artması; mühitin abiotik komponentlərinin yüksək səviyyədə dəyişilməsi.

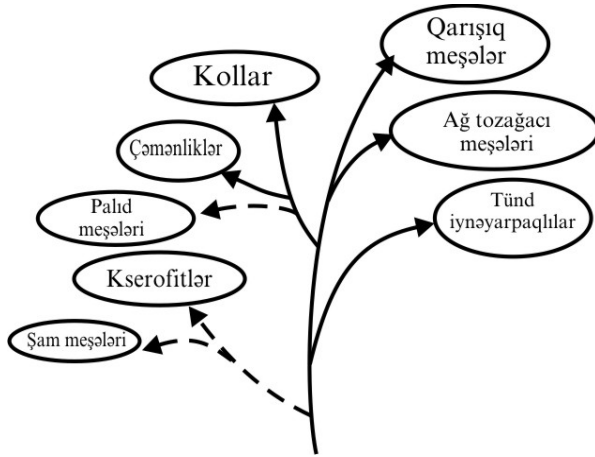
Ekosistemlərin təkamülünün digər analiz üsulu isə iri ekosistemlərin formalaşma ardıcılıqlarının bərpa olunması, müəyyən ərazilərdə senoz tiplərinin formalaşma yollarının təyin edilməsindən ibarətdir. Buna misal olaraq iri tipli fitosenozların (formasiya sinifləri) filogenetik şəcərəsini göstərmək olar (şəkil 20.6.).

Hazırda mövcud olan formasiyalardan əsasları şam meşələri və otlu kserofitlərdir. Bir sıra formasiyalar insanın fəaliyyəti nəticəsində əmələ gəlmişdir (palıd meşələri, kolluqlar, çəmənliklər).

Üçüncüsü, paleontoloji üsuldur ki, o, on və yüz milyon illər ərzində ekoloji cəhətdən oxşar orqanizmlərin qrupları arasında taksonomik müxtəlifliyin dinamikasını və mürəkkəb əlaqələrini

açıqlayır.

Göstərilmişdir ki, iri ekosistemlərin (bütün kontinent miqyasında) təkamülü nisbətən az ixtisaslaşmış qrupların üstünlüyündən başlayır. Sonra ixtisaslaşma dövrü başlayır və bu zaman taksonomik müxtəliflik artır. Bundan sonra isə ixtisaslaşmış formaların sayı azala və az ixtisaslaşmış formaların sayı arta bilər. Beləliklə, az ixtisaslaşmış formaların rəqabət nəticəsində sıxışdırılmasından əlavə ekosistemlərin təkamülündə daha mürəkkəb proseslər baş verir. Bu zaman, şübhəsiz ki, iri qrupların filogenezi adaptik zonaların mütəşəkkillik səviyyəsindən asılıdır, eyni zamanda ekosistemlərin təkamülü bu cür taksonların filogenezi ilə təyin olunur.



**Şəkil 20.6.** Regionda fitosenoz tiplərinin formalaşma yollarını göstərən misal: Mancjuriyada formasiya siniflərinin (iri tipli fitosenozların) filogenogenezi (T.A.Rabotnova görə, 1985).

### **20.3. Ada ekosistemlərinin təkamülü. Ekosistemlərin növ tərkibinin dinamikası**

Ekosistemlərin tərkibinin keçmişdə dəyişilməsi (xüsusilə, iqlimin kəskin dəyişilməsi zamanı) hazırda bəzi növlərin məhv olması ilə və digərlərinin mühacirəti ilə əlaqədardır. Kiçik adalarda növlərin məhv olması yeni mühacirlərin əmələ gəlməsi ilə

kompensasiya olunur və məhv olma sürəti növlərin sayının artması ilə nəticələnir. Ekosistemlərin sabitliyinin yüksəlməsi növrarası qarşılıqlı əlaqələrin güclənməsinin nəticəsi olaraq, adalarda növlərin sayca artmasına mütənəşib şəkildə mühacirlərin sayının azalmasına səbəb olur. Buna münasib olaraq böyük ölçülü və komponentləri daha çox olan adalarda birliklərin tarazlığı daha davamlı olur. Ekosistemlərin sabitliyinin və dinamikasının qanunauyğunluqlarının tədqiqində əldə edilən nailiyyətlərə baxmayaraq, gələcəkdə mövcud ola biləcək birliklərin növ tərkibinin qabaqcadan təyin edilməsi çətin məsələ olaraq qalır. Gələcəkdə mövcud ola biləcək birliklərin növ tərkibi həm onları əhatə edən birliklərin təsirindən, həmçinin onların təkamül tarixindən asılıdır. Məsələn, həşəratyeyənlərdən olan ağacdələ bir çox birliklərə daxildir. Lakin Qalapaqos adalarında çoxlu sayda həşəratın olmasına baxmayaraq, ağacdələlərə rast gəlinmir; onların funksiyasını isə dimdiyi ağacdələnin dimdiyindən qısa olan birəbitdənlər yerinə yetirir. Ağacların qabıqları altından həşəratı çıxartmaq üçün birəbitdənlər kaktusların tikanlarından istifadə edir (tikanı dimdiyində tutaraq quşlar ağac qabığının altında həşəratı qurdalayıb çıxarırlar). Asiya və Yeni Qvineya meşələrində meyvəyeyən meymunların rolunu eyniliklə quşlar yerinə yetirir.

Müxtəlif yerlərdə eyni sahədə yerləşən növlərin sayını qabaqcadan təyin etmək çətin, baxmayaraq ki, bunu bəzi amillərlə: rəqabətdə olan növlərin eyni şəraitdə yaşaması, birliklərin tərkibində olan növlərin sayının kəskin dərəcədə dəyişilməsi, yaşayış yerinin yetkinliyi və iqlim şəraitləri ilə əlaqələndirməyə çalışırlar. Birliklərin inkişafı ilə əlaqədar, onların tərkibində növlərin sayı artır, bu da öz növbəsində növlərarası münasibətlərin mürəkkəbləşməsinə gətirib çıxarır. Çoxkomponentli birliklərin davamlılığı qismən bununla şərtlənir. Bu cür birliklərin dağılması baş verdikdən sonra, onların inkişaf prosesi təkrar olunur, məsələn, çaylara toksiki maddələr töküldükdə, tarlalarda gübrələrdən düzgün istifadə edilmədikdə müəyyən stres təsire qarşı daha davamlı növlər dominantlıq təşkil edir.

Ekosistemlərin inkişafında bir sıra mexanizmlər aydın deyildir: məsələn, ekosistem üçün müxtəlif ölçülü heyvanların mövcudluğu səciyyəvidir, baxmayaraq ki, birliklərdə xırda heyvanla-

rın iri heyvanlara qarşı üstünlüyü müəyyən olunmuşdur. Məlumdur ki, bədənin ölçüsü üç dəfə artdıqda, fərdlərin sayı 10 dəfə azalır. Güman olunur ki, kiçik ölçülü heyvanlar məhdud sahələrə daha asanlıqla uyğunlaşirlar.

**Ekosistemlərin seçilməsi.** Ç.Darvin göstərmişdir ki, növdaxili və növarası müxtəlifliyin əmələ gəlməsinin əsas səbəbi təbii seçmədir (bax: fəsil 10). Hazırda biz artıq bilirik ki, növdaxili polimorfizmin əmələ gəlməsi və saxlanması bir çox genetik və ekoloji proseslərdən asılıdır. Şübhəsiz ki, ekosistemlərin kəmiyyətə müxtəlifliyinin saxlanılmasının əsas şərti təbii seçmədir. Təbii seçmə əvvəlcə hər bir növ səviyyəsində populyasiyaya, biosenozda isə yüzrlərlə və minlərlə populyasiyalara təsir göstərir. Şübhəsizdir ki, təbii seçmə bütöv ekosistem səviyyəsində də mürəkkəb formalara öz təsirini göstərməlidir. Vurğulayaq ki, ekosistemlərin seçilməsi prosesində bir-birilə mürəkkəb qarşılıqlı əlaqələrdə olan və konkret yerlərdə məskunlaşan növlərin populyasiyaları seçilir və saxlanılır.

#### 20.4. Ekosistemlərin təkamülünün tədqiqi üsulları

Ekosistemlərin təkamülünün tədqiqi əslində son illərdə inkişaf etdirilməkdədir. Burada əsas çətinlik paleobiogeosenozlar üzrə etibarlı materialın toplanmasındadır. Çox ehtimal ki, mikropaleontologiyanın inkişafı bu problemin həllinə təkan verəcəkdir. Hazırda ayrı-ayrı birliklərdə uzun müddət ərzində kəmiyyət və keyfiyyətin analizi üzrə maraqlı işlər aparılır (şəkil 20.7).

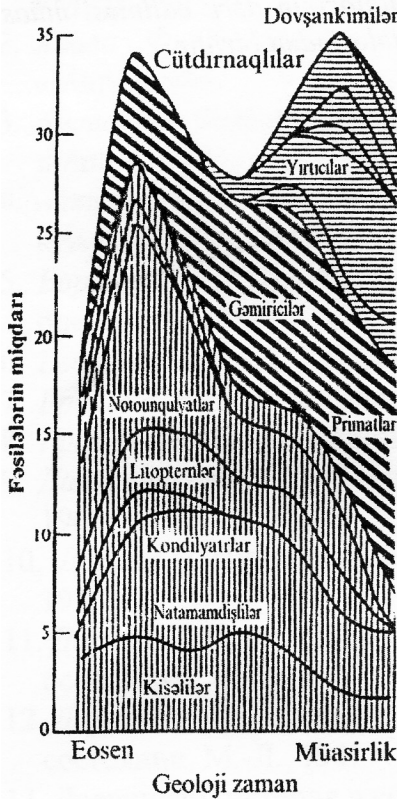
Ekosistemlərin təkamülü sahəsində materialın toplanması müxtəlif istiqamətlərdə davam etdirilir. Bunlardan biri paleontoloji üsulların təkmilləşdirilməsi ilə əlaqədar keçmiş ekosistemlərin simasının və onların zaman etibarı ilə inkişafının, yəni ekosistemlərin genetik əlaqələrinin təyiniidir. Digər üsul *prosessual yenidoən qurulma üsulu* adlanır. Bu üsul təkamül prosesinin müxtəlif mərhələlərində olan oxşar ekosistemlərin müqayisəli öyrənilməsindən və nəticədə bu tipli ekosistemlərin inkişafının yenidoən qurulmasından ibarətdir.

Üçüncü üsul təbiətdə mövcud olan təcrübələrin, yəni təbii fenomenlərin analizinə əsaslanır. Ekosistemlərdə bu hadisə ilkin

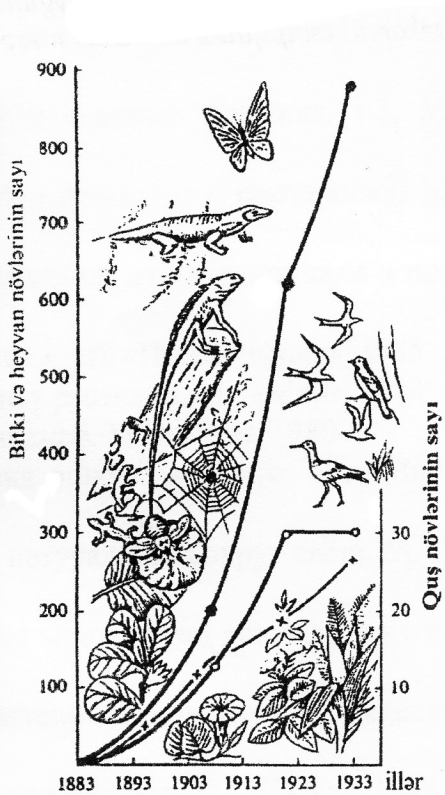


həyat olmayan substratlarda biogeosenozların inkişafıdır (şəkil 20.8).

Digər üsullar sırasında modelləşmə, ekosistemlərin quruluş və funksiyalarının tədqiqi və b.-ni misal göstərmək olar. Vurğulayaq ki, ekosistemlərin təkamül prosesinin bilavasitə öyrənilməsinin qeyri-mümkünlüyü, insan ömrünün digər zaman miqyasında tamamlanması ilə əlaqədardır. Bu da dolayı üsullardan əldə olunan nəticələrdən, yəni deduktiv üsuldən istifadə etməyə məcbur edir.



Şəkil 20.7. Cənubi Amerikanın rayonlarından birində son 50 mln. ildə məməlilərin fauna tərkibinin dinamikası ekosistemin təkamülünün gedişini əks etdirən qrafik (S.Simpsona görə, 1983).



Şəkil 20.8. Krakatau adasında 1893-cü ildə baş verən vulkan partlayışı nəticəsində aborijen fauna və flora tamamilə məhv olduqdan sonra növ müxtəlifliyinin dinamikası (R.Mak-Artur və E.Q.Vilsona görə, 1967).

*Ekosistemlərin təkamül problemlərində bir çox məsələlər hələ ki, qaranlıq olaraq qalmaqdadır. Ekosistemlər müəyyən qanunlar üzrə inkişaf edir, klimaks vəziyyətə çatır və dağılır. Biz artıq müxtəlif ekosistemlər arasında elementar quruluş-funksional vahidləri olan biosenozları ayıra bilirik. Ekosistemlərin davamlılığı və mürəkkəbliyi arasında olan əlaqələr də artıq aydın görünür. Ola bilsin ki, ekosistem səviyyəsində növarası seçmə ilə şərtlənən müəyyən prosesləri populyasiya-növ səviyyəsində baş verən proseslərlə əlaqələndirməyə imkan yaranacaq. Həmin proseslərin qanunauyğunluqlarının dərk edilməsi müasir təkamül tədqiqatlarının əsas məsələlərindən biridir.*

## ƏDƏBİYYAT

1. *Axundov M.A., İsmaylov A.S.* Təkamül təlimi, Bakı, «Maarif», 1989
2. *Айала Ф.* Введение в популяционную генетику, М., «Мир», 1984
3. *Айала Ф., Кайгер Дж.* Современная генетика, т.3, М., «Мир», 1988
4. *Алтухов Ю.П.* Генетические процессы в популяциях, М., «Наука», 1984
5. *Воронцов Н.П.* Теория эволюции: итоги, постулаты и проблемы, М., 1984
6. *Георгиевский А.Б.* Дарвинизм, М., «Просвещение», 1985
7. *Грант В.* Видообразование у растений, М., «Мир», 1984
8. *Грант В.* Эволюция организмов, М., «Мир», 1980
9. *Давиташвили Л.Ш.* Теория полового отбора, М., «Мир», 1961
10. *Дарвин Ч.* Изменение растений и животных в домашнем состоянии, М.-Л., 1941
11. *Дарвин Ч.* Происхождение видов путем естественного отбора. М.-Л., 1939
12. *Дарвин Ч.* Путешествие натуралиста вокруг света, М.-Л., 1935
13. Дарвинизм: история и современность, Л., «Наука», 1988
14. *Дубинин Н.П.* Синтетическая теория эволюции, М., 1987
15. *Завадский К.М.* Развитие эволюционной теории после Дарвина, М., «Наука», 1973
16. *Кайданов Л.З.* Генетика популяций. Москва «Высшая школа», 1996
17. *Кейн А.* Вид и эволюция, М., 1958
18. *Кимура М.* Молекулярная эволюция: теория нейтральности, М., «Мир», 1985
19. *Клаг Уильям С., Камминге Майкл Р.* Основы генетики, Техносфера, М., 2009
20. *Левонтин Р.* Генетические основы эволюции, М., 1978
21. *Майр Э.* Популяции, виды и эволюция, М., «Мир», 1974
22. *Нестурх М.Ф.* Происхождение человека. М., «Наука», 1970
23. *Омо С.* Генетические механизмы эволюции, М., «Мир», 1973
24. *Парамонов А.А.* Дарвинизм, М., «Просвещение», 1978
25. *Руттен М.* Происхождение жизни. М., «Мир», 1973
26. *Солдбриг О., Солдбриг Д.* Популяционная биология и эволюция. М., 1982
27. *Тимофеев-Ресовский Н.В., Воронцов Н.Н., Яблоков А.В.* Краткий очерк теории эволюции, М., 1989
28. *Шмальгаузен И.И.* Факторы эволюции. Теория стабилизирующего отбора, М., «Наука», 1968
29. Эволюция генома. М., «Мир», 1986
30. *Яблоков А.В., Юсифов А.Г.* Эволюционное учение, М., «Высшая школа», 1998

## MÜNDƏRİCAT

Ön söz.....	3
Giriş.....	5

### **Bölmə 1**

---

---

#### **TƏKAMÜL İDEYALARININ İNKİŞAF TARİXİ ..... 13**

<b>Fəsil 1. Darvinəqədərki dövrdə canlı təbiətin inkişafı haqqında təsəvvürlər.....</b>	<b>13</b>
1.1. Təkamül ideyaları qədim dövrlərdə. Orta əsrlər və Dirçəliş dövrü .....	13
1.2. XVIII əsrdə və XIV əsrin birinci yarısında təkamül baxışlarının inkişafı.....	26
<b>Fəsil 2. Təkamül təliminin təşəkkül tapması.....</b>	<b>31</b>
<b>Fəsil 3. Darvinizmin yaranması .....</b>	<b>35</b>
3.1. Təbii seçmə nəzəriyyəsinin əsas vəziyyəti və onun qiymətləndirilməsi.....	42
3.2. Darvinizmin sonrakı inkişafı və onun biologiyaya təsiri.....	44
3.3. Populyasiya haqqında düşüncələrə keçid .....	49
<b>Fəsil 4. Həyatın formalaşması və onun əsas xarakteristikası.....</b>	<b>54</b>
4.1. Təkamül həyatın mövcudluğunun şəraiti kimi. Həyat təzyiqi.....	58
4.2. Həyatın formalaşması və sistemliliyi.....	59
4.3. Biosfer dövründə həyatın vahidliyi.....	66

### **Bölmə 2**

---

---

<b>Fəsil 5. Yerdə həyatın tarixinin mərhələləri və əsas xüsusiyyətləri.....</b>	<b>69</b>
5.1. Həyatın yaranmasının mərhələləri və zəminlər .....	69
5.2. Bitki və heyvanların təkamülünün əsas mərhələləri .....	76
5.3. Bitkilərin təkamülünün əsas yolları.....	76
5.4. Heyvanların təkamülünün əsas yolları.....	84
5.5. Biosferin təkamülünün əsas mərhələləri .....	91
<b>Fəsil 6. Təkamülün öyrənilməsi üsulları .....</b>	<b>97</b>
6.1. Müxtəlif elmlərin məlumatları ilə təkamül prinsipinin əsaslandırılması.....	97

6.2.	Təkamül prosesini öyrənən əsas üsullar .....	100
6.3.	Paleontoloji sıralar .....	102
6.4.	Qazıntı formalarının ardıcılığı .....	104
6.5.	Floraların və faunaların əvəz olunmasının öyrənilməsi, ekosistemlərin təkamülü .....	104
6.6.	Biocoğrafi üsullar.....	108
6.7.	Yaxın formaların yayılmasının xüsusiyyətləri.....	112
6.8.	Embrioloji üsullar .....	128
6.9.	Biokimya və molekulyar biologiyanın üsulları.....	136
6.10.	Biokimyəvi polimorfizm.....	139

### **Bölmə 3**

## **MİKROTƏKAMÜL HAQQINDA TƏLİM .....** 142

<b>Fəsil 7.</b>	<b>Mikrotəkamül haqqında təlimin yaranması. Təkamülün elementar quruluş vahidi və elementar təkamül hadisəsi.....</b>	<b>143</b>
7.1.	Populyasiyaların əsas ekoloji xüsusiyyətləri .....	145
7.2.	Populyasiyaların əsas genetik – təkamül xüsusiyyətləri.....	149
7.3.	Elementar təkamül hadisəsi .....	165
<b>Fəsil 8.</b>	<b>İrsi dəyişkənlik – təkamülün elementar material kimi .....</b>	<b>167</b>
8.1.	Mutasiyaların təkamül xüsusiyyəti .....	174
<b>Fəsil 9.</b>	<b>Elementar təkamül amilləri.....</b>	<b>180</b>
9.1.	Mutasiyalar – elementar təkamül amili kimi .....	180
9.2.	Miqrasiya və ya genlərin axını – elementar təkamül amili kimi.....	187
9.3.	Populyasiya dalğaları – təkamül amili kimi.....	192
9.4.	Təcrid – təkamül amili kimi .....	196
<b>Fəsil 10.</b>	<b>Təbii seçmə – təkamülün hərəkətverici qüvvəsi kimi .....</b>	<b>202</b>
10.1.	Təbii seçmənin zəminləri .....	202
10.2.	Təbii seçmə konsepsiyası .....	207
10.3.	Təbii seçməyə aid misallar .....	211
10.4.	Təbii seçmənin yeni əlamətlərin əmələ gəlməsində aparıcı rolu .....	212
10.5.	Təbii seçmənin təsirinin sürəti və effektivliyi.....	217
10.6.	Təbii seçmənin formaları.....	221
10.7.	Cinsiyyətli çoxalma .....	227
10.8.	Fərdi və qrupla seçmə.....	229
10.9.	Təbii seçmənin yaradıcı rolu .....	230

10.10.	Təbii və süni seçmənin oxşarlığı və fərqləri .....	232
<b>Fəsil 11.</b>	<b>Adaptasiyalar – təbii seçmənin təsirinin nəticəsi kimi</b> .....	<b>235</b>
11.1.	Adaptasiyaların təsnifatı .....	236
11.2.	Adaptasiyanın genetik təbiəti .....	240
11.3.	Adaptasiyaların əmələ gəlməsi (adaptasiogenез) .....	242
11.4.	Adaptasiyalara aid misallar .....	243
11.5.	Təbiətdə məqsədəuyğunluq və onun nisbilyi .....	255
<b>Fəsil 12.</b>	<b>Növ – təkamül prosesinin əsas mərhələsi kimi</b> .....	<b>258</b>
12.1.	Növün kriteriləri .....	259
12.2.	«Növ» anlayışının formalaşması .....	263
12.3.	Növün quruluşu .....	265
12.4.	Növ – təkamül prosesinin keyfiyyət mərhələsidir .....	266
<b>Fəsil 13.</b>	<b>Növəmələgəlmə prosesi – mikrotəkamülün nəticəsi kimi</b> .....	<b>268</b>
13.1.	Növəmələgəlmənin əsas yolları .....	270
13.2.	Növəmələgəlməyə aid misallar .....	272
13.3.	Növəmələgəlmə prosesində genetik diferensiasiya .....	278
13.4.	Bünövrə effekti .....	280
<b>Bölmə 4</b>		
<hr/> <hr/>		
	<b>MAKROTƏKAMÜL PROBLEMLƏRİ</b> .....	<b>283</b>
<b>Fəsil 14.</b>	<b>Ontogenezin təkamülü</b> .....	<b>283</b>
14.1.	Müxtəlif orqanizmlərin ontogenezi haqqında təsəvvürlər və onun təkamülünün spesifikasiyası .....	283
14.2.	Ontogenezin embrionlaşması .....	295
14.3.	Avtonomlaşma ontogenezin təkamülünün əsas istiqamətidir .....	300
14.4.	Ontogenez filogenezin əsasıdır .....	305
<b>Fəsil 15.</b>	<b>Filogenetik qrupların təkamülü</b> .....	<b>313</b>
15.1.	Filogenezin formaları .....	313
15.2.	Təkamülün istiqamətləri .....	322
15.3.	Filogenetik qrupların iyerarxiyalarının mənşəyi .....	327
15.4.	Təkamülün sürətinin kriterilərinin seçilməsi problemi .....	331
15.5.	Qrupların təkamül «qaydaları» .....	342
<b>Fəsil 16.</b>	<b>Orqan və funksiyaların təkamülü</b> .....	<b>352</b>
16.1.	Orqanların filogenetik dəyişilməsinin iki zəmini .....	352

16.2.	Orqan və funksiyaların dəyişilmə üsulları.....	355
16.3.	Filogenezdə orqanların dəyişilməsinin qarşılıqlı əlaqəsi.....	360
16.4.	Orqan və funksiyaların təkamül sürəti.....	363
<b>Fəsil 17.</b>	<b>Antropoqenez problemi .....</b>	<b>367</b>
17.1.	İnsanın yaranmasına aid baxışların inkişafı .....	367
17.2.	İnsanın heyvanlar aləmi ilə qohumluğu.....	368
17.3.	Heyvanat aləmi sistemində insanın yeri .....	373
17.4.	İnsanın əmələ gəlməsinə aid paleontoloji dəlillər .....	380
17.5.	Homo cinsinin təkamülündə əsas mərhələlər .....	385
17.6.	Arxantropların həyat tərzini.....	387
17.7.	İnsanın əmələ gəlməsi prosesində əməyin rolu .....	397
17.8.	Müasir insan irqlərinin vəhdəti haqqında .....	400
17.9.	Sosial-darvinizmin və irqçiliyin tənqidi .....	407

## **Bölmə 5**

---

### **TƏKAMÜLÜ PROGRESS .....**

<b>Fəsil 18.</b>	<b>Proqres anlayışı və onun kriteriləri .....</b>	<b>410</b>
18.1.	Proqres hadisəsinin təsnifatı .....	411
18.2.	Proqressiv təkamül formaları arasında əlaqələr .....	419
<b>Fəsil 19.</b>	<b>Genetik sistemin təkamülü.....</b>	<b>421</b>
19.1.	Genomun təkamülü.....	422
19.2.	Genomun ölçüsünün təkamülü .....	425
19.3.	Simbiogenezs hadisəsi.....	433
<b>Fəsil 20.</b>	<b>Ekosistemlərin təkamül problemləri .....</b>	<b>435</b>
20.1.	Ekosistemlərin mütəşəkkillik səviyyəsi və davamlılığı .....	437
20.2.	Ekosistemlərin dəyişilməsi. Müxtəlif növlərin birlikdə təkamülü (kotəkamil).....	439
20.3.	Ada ekosistemlərinin təkamülü. Ekosistemlərin növ tərkibinin dinamikası .....	446
20.4.	Ekosistemlərin təkamülünün tədqiqi üsulları .....	448
	<b>Ədəbiyyat.....</b>	<b>451</b>

**Rauf Ələkbər oğlu Quliyev**  
*kənd təsərrüfatı elmləri doktoru, professor*

**Məcnun Şıxbaba oğlu Babayev**  
*biologiya elmləri doktoru, professor*

**Ellada Mirəli qızı Axundova**  
*biologiya elmləri doktoru, professor*

## **TƏKAMÜL TƏLİMİ**

### ***Dərslik***

Yenidən işlənmiş ikinci nəşri

Nəşriyyatın direktoru	Eldar Əliyev
Mətbəənin direktoru	Səhraf Mustafayev
Texniki redaktor	Mehri Xanbabayeva
Kompyuter dizaynı	Süsən Zərbaliyeva

---

Çapa imzalanıb 02.10.2012.  
Formatı 60x90  $\frac{1}{16}$  . F. ç.v. 28,5.  
Tirajı 500 nüsxə. Qiyməti müqavilə ilə.

---

“Çaşıoğlu” mətbəəsi.  
Bakı şəhəri, M.Müşfiq küçəsi 2E.  
Tel.: (+99412) 447-49-71.