

TAMİLLA KƏRİMOVA

**İRSİYYƏTİN SİTOGENETİK
ƏSASLARI**

(Dərs vəsaiti)

*Odlar Yurdu Universitetinin
Elmi-Metodik Şurasının
20.XII.2023-cü il tarixli iclasının
qərarı ilə təsdiq edilmişdir. (protokol №5)*

**“Zəngəzurda” Çap Evi
Bakı - 2024**

Tərtib edən: a.ü.f.d., dosent Kərimova Tamilla Hafiz qızı
Odlar Yurdu Universiteti
Biologiya və Ekologiya Kafedrası

Redaktor: b.ü.f.d., prof. Məmmədov Ramazan Mustafa oğlu
Odlar Yurdu Universiteti
Biologiya və Ekologiya Kafedrası

Rəyçilər: a.ü.f.d., dosent Həsənova Minarə Yunus qızı
AETN Dendrologiya İnstitutu
b.e.d., dosent Məmmədova Zümrüd Əmən qızı
AETN Dendrologiya İnstitutu

Tamilla Kərimova. İrsiyyətin sitogenetik əsasları. Bakı,
“Zəngəzurda” Çap Evi, 2024, – 68 səh.

DOI: <https://doi.org/10.36719/2024/68>

© Tamilla Kərimova, 2024
© ZÇE, 2017

ÖN SÖZ

Genetika elminin XX əsrdə sürətli inkişafı elmin digər sahələrinə də güclü təsir etdi. Yeni elm sahələri meydana gəldi. Bu da biologiya elminin çoxtərəfli və bir çox başqa elmlərlə yaxın əlaqədə olduğunu ortaya çıxardı. Belə elmlərdən biri – Sitogenetikadır. Sitogenetikanın inkişafı XX əsrin 50-ci illərinə təsadüf etsə də bu gün zirvəyə çatmışdır. Sitogenetika biokimya, biofizika, molekulyar biologiya və bu kimi XXI əsrə damğa vuran elmlərlə sıx inteqrasiya etmişdir.

“İrsiyyətin sitogenetikası” kitabında genetikanın molekulyar və sitoloji əsasları, intraspesifik hibridləşmə zamanı irsiyyət qanunauyğunluqları, irsiyyətin xromosom nəzəriyyəsinin əsasları təsvir edilmişdir. Orqanizmlərin təkamülünün genetik əsaslarının təhlili aparılır. Orqanizmlərin dəyişkənliyi, mutasiya dəyişkənliyi, heteroploidiya anlayışı verilir. Hibridləşmə və onun kənd təsərrüfatında istifadəsi əhatə olunur. Heterozun geniş təhlili və onun istifadəsi aparılır. Transgen seçmənin genetik əsasları, eləcə də molekulyar markerlərin əsas müddəaları göstərilir. Ontogenez genetikasının ən mühüm məsələləri, həmçinin genotip-mühit qarşılıqlı əlaqəsi, bitki immunitetinin genetik əsasları və toxunulmazlıq üçün seçim nəzərdən keçirilir.

Dərslərdə tələbələr üçün qısa terminoloji lüğət də əlavə olunmuşdur.

“İrsiyyətin sitoloji əsasları”nın öyrənilməsi yüksək səviyyəli ixtisasçıların yetişdirilməsində çox böyük əhəmiyyət kəsb edir və gələcək ixtisasçılara irsiyyətin sitologiyası haqqında daha dərin, kompleks biliklərə yiyələnməyə imkan yaradır.

Müasir dövrdə İrsiyyət və dəyişkənliyin öyrənilməsi canlı materiyanın müxtəlif – molekulyar, hüceyrə, orqanizm və populyasiya səviyyəsində aparılır. Buna görə məqsədə müvafiq olaraq genetik elminin əsas problemlərindən biri olan irsiyyətin sitogenetikası və cinsiyyətin genetikası bu dərslərdə əks olunur.

“İrsiyyətin sitoloji əsasları” dərsləri Odlar Yurdu Universitetinin təsdiq olunmuş proqramı əsasında biologiya ixtisasının tələbələri üçün yazılmışdır. Kitabdan, həmçinin pedaqoq və digər ali məktəblərin tələbələri də yararlanırlar. Vəsaitdə proqram tələbinə uyğun olaraq mövzular şərh edilərkən, onların daha aydın başa düşülməsi üçün bəzi sxem, rəsm və izahatlara yer verilmişdir.

GİRİŞ

Məlumdur ki, nəsillər arasında irsilik cinsi, qeyri-cinsi və yaxud vegetativ çoxalma yolu ilə həyata keçir. Cinsi yolla çoxalan yeni nəslin əmələ gəlməsi qametlərin görüşməsi nəticəsində meydana gəlir, ona görə də nəsil hər iki valideynin əlamətlərini özündə əks etdirir. Cinsi hüceyrələr çoxhüceyrəli orqanizmin cüzi bir hissəsini təşkil edir. Onlar öz tərkibində irsi informasiyanı, yəni irsiyyətin vahidi olan genlərin cəmini daşıyırlar. İrsi informasiya, ontogenezin dəqiq planını müəyyən edir. Bunun nəticəsində fərdə xas olan spesifik xüsusiyyət və əlamət inkişaf edib formalaşır.

Ümumiyyətlə, irsiyyət hadisəsinə aşağıdakı tərif vermək olar: “Orqanizmlərin nəsilləri arasında maddi və funksional varisliyi, habelə müxtəlif xarici mühitin təsiri nəticəsində fərdi inkişafın spesifikliyini təmin edən hadisəyə **irsiyyət** deyilir”.

İrsiyyət termini ilə yanaşı, genetikada “*irsən keçmə*” və “*irsilik*” terminlərindən də istifadə edilir. “İrsi informasiyanın bir nəsildən digər nəslə ötürülməsi nəticəsində nəsildə valideynlərə xas olan müxtəlif əlamət və xüsusiyyətlərin formalaşması hadisəsinə irsən keçmə deyilir”.

Ç.Darvin qeyd etmişdir ki, nəsil bir qayda olaraq valideynlərin dəqiq surəti olmur, çünki nəslə irsiyyətlə yanaşı, dəyişkənlik də xasdır. **Dəyişkənliyin** nəticəsində nəslin ayrı-ayrı üzvlərinin əlamət və xüsusiyyətlərində və yaxud onların cəmində valideynlərə və həmin nəslin digər fərdlərinə nisbətən fərqlər meydana çıxır.

Dəyişkənlik orqanizmin irsiyyətinin qeyri-stabil olmasını əks etdirir. Dəyişkənlik genlərin dəyişməsindən və onların kombinativ əlaqədə olmasından, habelə orqanizmin fərdi inki-

şaf prosesi zamanı dəyişilmiş şəkildə təzahüründən ibarətdir. Beləliklə, irsiyyət nəsillərdə nəinki oxşarlığı, hətta orqanizmlərdə fərqlənmələri də saxlayır. İrsiyyət dəyişkənlik yer üzərində təkamülü təmin edən əsas iki faktordur.

Müasir dövrdə irsiyyət və dəyişkənliyin öyrənilməsi canlı materiyanın müxtəlif - molekulyar, hüceyrə, orqanizm və populyasiya səviyyəsində aparılır. Buna görə məqsədə müvafiq olaraq genetik elminin əsas problemlərindən biri olan irsiyyətin sitogenetikası və cinsiyyətin genetikası bu metodik vəsaitdə əks olunur.

I FƏSİL

İRSİYYƏTİN SİTOLOJİ VƏ SİTOGENETİK ƏSASLARI

Sitogenetika canlıların irsiyyət və dəyişkənliyindən bəhs edən elmdir. Hüceyrədə zülalın sintezinə nəzarət edən və orqanizmin bu və ya digər əlamətlərinin inkişafına təsir göstərən DNT molekulunun müəyyən sahəsi **gen** adlanır. Bu termin ilk dəfə V.İohansen tərəfindən (1909) biologiyaya daxil edilmişdir.

Müasir insanın bədən quruluşu, surəti, beyni, hər şeyə qadir olan əlləri, dik yeriməyə qabil olan ayaqları birdən-birə deyil, milyon illər sürən təkamül prosesində yaranmışdır. İnsan rüşeymi 9 ay ərzində bu yolu keçərək formalaşır və dünyaya öz mürəkkəb səsi, gözəl əlamət və xassələrilə gəlir. Buna səbəb **irsiyyətdir**. İnsanlar nəinki irsiyyət hadisəsindən istifadə etməyə, hətta onun səbəblərini də öyrənməyə çalışmışdır.

Ç.Darvin göstərir ki, yumurta əkizlərindən başqa dünyada bir-birinin eyni olan iki canlı yoxdur. Hər bir bitki və heyvan nəsli öz valideynlərinə oxşadırlar. Pişiklərin çarpazlaşmasından pişik, buğdadan buğda, qarğıdalıdan qarğıdalı törəyir. Bir nəsil çərçivəsində müəyyən əlamətlər nəsildən-nəslə ötürülür. Orqanizmlər özlərinə oxşarlar yaradırlar. Canlı orqanizmlərin öz valideynlərinə oxşarlıq meyli irsiyyətdə öyrənilir. İrsiyyətlə əlaqədar uzun müddət insanları bir çox suallar düşündürmüşdür və onlara cavablar axtarmışlar. Nə üçün övladlar arasında müəyyən fərqlər meydana gəlir? Nə üçün buğdadan yalnız buğda əmələ gəlir? Bu məsələni ancaq XX əsrdə fundamental elmə çevrilmiş genetikə öyrənir.

Məlum olduğu kimi, irsiyyət faktorları orqanizmin hüceyrələrində, hüceyrənin nüvəsində cəmləşmişdir. Nüvənin əsas tərkib hissəsini nuklein turşuları təşkil edir. Nuklein turşuları **xromotin** torcuğunda, xromosomlarda yerləşir. Genetikanın mühüm məsələlərindən biri də irsiyyətin xromosom nəzəriyyəsi hesab olunur. İrsiyyətin xromosom nəzəriyyəsi T.Morqanın adı ilə bağlıdır. İrsiyyətin xromosom nəzəriyyəsi kəşf edildikdən sonra gen haqqında elə bir təsəvvür yaranmışdır ki, gen xromosomda yerləşir, mutasiya qabiliyyətinə malikdir, bölünməzdir. Lakin molekulyar genetikanın inkişafı ilə əlaqədar olaraq gen haqqında təsəvvür dəyişmiş, genin ən kiçik mutasiya vahidi olması, genin bölünən ən kiçik hissəcik olması müəyyən edilmişdir.

İrsiyyətin öyrənilməsi istiqamətində aparılan tədqiqatlardan fərqli olaraq Q.Mendelin tədqiqatları ilə genetika elmində yeni mərhələ yaranmışdır. Bu baxımdan genetikanın inkişaf tarixini üç mərhələyə ayırmaq olar:

I mərhələ – genetika elminin ilk inkişafı XX əsrin əvvəllərinə aiddir. Bu zaman Q.Mendelin təcrübələri öyrənilir, hibridləşmə işləri aparılır. Hüqo-de-Frizin (1901-1903) mutasiya, V.İohansenin təmiz xətlər nəzəriyyələri meydana çıxır. V.İohansen isə genetika elminə **gen-genotin, fenotin** (1960) terminlərini gətirir.

II mərhələ – xromosomların müəyyənlişməsi, irsiyyətin xromosom nəzəriyyəsinin meydana gəlməsi ilə əlaqədar olmuşdur. Genetika elmi sitogenetika istiqamətində inkişaf edir. İrsi amillər hüceyrə səviyyəsində öyrənilir. Xromosom nəzəriyyəsi xromosomların quruluşunun öyrənilməsinə şərait yaradır.

III mərhələ son onilliklərdən başlayır. Bu mərhələ molekulyar biologiyanın nailiyyətləri ilə əlaqədardır. DNT-nin mo-

lekulyar quruluşu irsiyyətin molekulyar əsası, genin kimyəvi tərkibi öyrənilmiş, bir-iki və daha artıq əlamətə görə fərqlənən orqanizmlərdə irsi xüsusiyyətləri öyrənmək məqsədilə irsiyyətin tiplərindən istifadə edilir.



Şəkil 1.1. Q.Mendel (1822-1884)

Yuxarıdakılardan məlum olduğu kimi, Q.Mendel (şəkil 1.1) monohibrid çarpazlaşma üzrə apardığı təcrübələrdə əlamətlərin nəsillərə ötürülməsini öyrənərkən üç qanun kəşf etmişdir: **Dominantlıq qanunu**, əlamətlərin parçalanması və sərbəst paylanması qanunu. Mendel get-gedə təcrübələrini mürəkkəbləşdirdi. Bunu müəyyənləşdirmək üçün Pennet cədvəlini tərtib etmək lazımdır. Bu qayda üzrə öyrənilən allel əlamətlərin genləri ayrı-ayrı homoloji xromosomlarda yerləşərsə, o zaman mono, di, tri, və poli çarpazlaşdırmada da hər cür allel F_2 -də sərbəst paylanacaqdır, yəni hər cür allel tam dominantlıqda 3:1 nisbətində parçalanmalıdır. Hibridləşdirmədə allellər artdıqca genotipik siniflərdə müəyyən ardıcılıqlar artır. Məs:

1. Monohibrid 3:1.
2. Dihibrid 9:3:3:1.

3. Trihibrid 27:9:9:9:3:3:3:1.

4. Tetrahibrid 81:27:27:27:9:9:9:3:3:3:1 və s.

Çarpazlaşdırma nəticəsində ikinci nəsildə n fenotipcə parçalanma belə bir qanunauyğunluqla gedir:

$(3+1)^1$; $(3+1)^2$; $(3+1)^3$; $(3+1)^4$; $(3+1)^5$ və s. nisbətləri alınır.

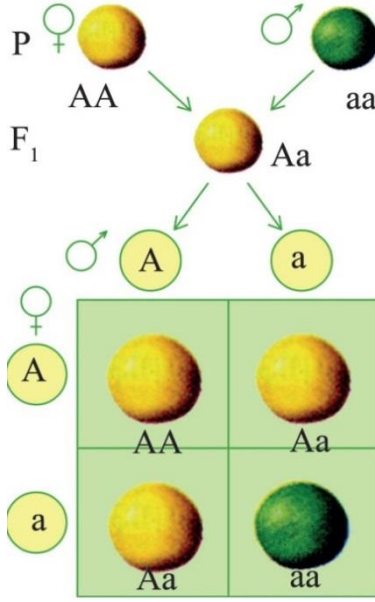
n – qeyri allel genlərin sayını göstərir. Deməli, çarpazlaşdırmada alınan müxtəlif fenotipik siniflərin sayı $2n$ ilə hesablanıla bilər. Belə ki, monohibrid n , yəni iki fenotipik sinif, dihibriddə $2^2=4$, trihibriddə $2^3=8$ və s. fenotipik siniflər alınır.

Fenotipik siniflərin sayını $2n$, kombinasiyaların sayını $4n$, genotiplərin sayını $3n$ ilə göstərməklə, onların miqdarını hər hibridləşmədə əvvəlcədən müəyyən etmək mümkündür.

Yuxarıdakılardan məlum olur ki, dihibrid çarpazlaşdırmada F_2 -də 4 fenotipdən ikisi tamamilə yeni kombinasiyalardır. Məs.: (sarı-qarışq və yaşıl-hamar) trihibriddə, tetrahibriddə və s. bu yeni formaların sayı artır.

Qeyd olunan qanunauyğunluqlar ancaq aşağıdakı şəraitdə özünü doğrulda bilər.

1. Nəzərə alınmış qeyri-allelgenlər qeyri-homoloji xromosomlarda yerləşmiş olsun.
2. Allelgenlər biri digəri üzərində tam dominant olsun.
3. Meyoz prosesində tam gözlənilən bütün tiptən olan qametlər eyni ehtimalda yaransın.
4. Yaranmış ziqotların və yaşlı orqanizmlərin yaşama qabiliyyəti eyni ehtimalda olsun.
5. Əlamətlər xarici mühit faktorlarından asılı olmadan tam üzə çıxsın və s. (şəkil 1.2).



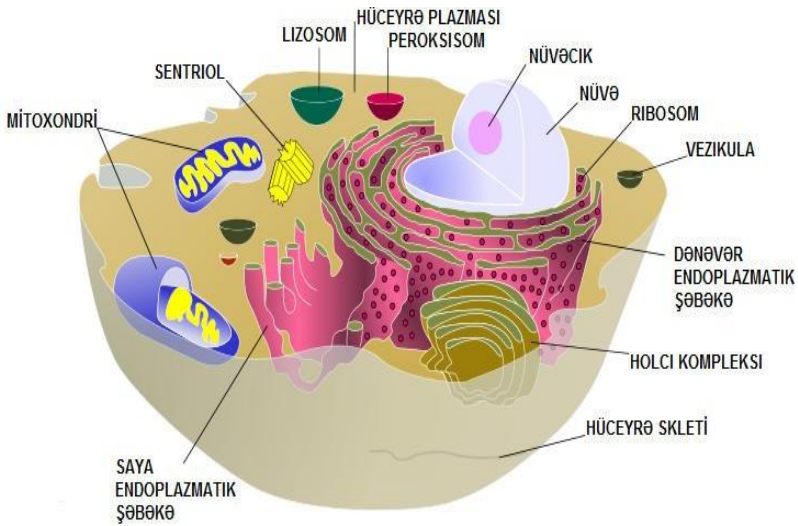
Şəkil 1.2. Q.Mendelin noxudlar üzərində təcrübəsi
(I qanun)

1.1. Hüceyrənin quruluşu.

İrsi informasiyaların nəsillər boyu saxlanması orqanizmin hüceyrəvi quruluşa malik olması və onun bölünməsi sayəsində mümkün olur. Buna görə də hər şeydən əvvəl, hüceyrə haqqında elm – **sitologiya** ilə tanış olmaq lazımdır. Hüceyrənin quruluşunu, sonra hüceyrənin mitoz və meyoza bölünməsini nəzərdən keçirək. Hüceyrəvi quruluşa malik canlı orqanizmlərdə gedən bütün bioloji prosesləri, o cümlədən irqi informasiyaların sirlərini hər şeydən əvvəl hüceyrədə axtarmaq lazımdır. Hüceyrənin daxilində son dərəcə mürəkkəb kimyəvi proseslər və enerji mübadiləsi gedir (şəkil 1.3). Hüceyrə öz mürəkkəbliyini

təkamül prosesində qazanmışdır. Çoxalma bütün canlılara aiddir.

Hüceyrə irsi informasiyaların daşıyıcısıdır, arası kəsilmədən onu əhatə edən mühitlə təmasda olur. Belə ki, hüceyrədən açıq mühitə, açıq mühitdən hüceyrəyə müəyyən maddələr keçir.



Şəkil 1.3. Hüceyrənin quruluşu

Hüceyrə həyatın elementar vahididir. Bütün canlı orqanizmlər hüceyrələrdən təşkil olunmuşdur. Hüceyrə canlı orqanizmlərin əsas quruluş və funksional vahidi olmaqla, orqanizmin ən kiçik ölçü vahididir. Hüceyrənin öyrənilməsi tarixi XVII əsrin II yarısında mikroskopun kəşfi ilə əlaqədardır. Hüceyrə termini ilk dəfə ingilis fiziki Robert Huk tərəfindən 1665-ci ildə elmə gətirilmişdir. O, mantarın en kəsiyinə böyüdücü linza ilə baxdıqda orada çoxlu xana olduğunu müşahidə

etmiş və onu hüceyrə adlandırmışdır. Levenhuk bir hüceyrəli orqanizmləri kəşf etdi və hüceyrənin daxilində nüvəni aşkar etdi.

Müasir sitologiya hüceyrələrin mikroskopik və ultramikroskopik quruluşundan, onların funksiyasından, inkişafından, kimyəvi təşkil xüsusiyyətlərindən, özünü törətməsi, regenerasiyası, mühitə uyğunlaşmasından bəhs edən elmdir. Hüceyrəni öyrənmək üçün əsas tədqiqat metodu mikroskopiya adlanır. Bu məqsədlə müxtəlif mikroskoplardan istifadə edilir. Müasir dövrdə müxtəlif tipli işıq mikroskopları ilə yanaşı, yüz min dəfələrlə böyütmək imkanı verən elektron mikroskoplardan da istifadə edilir. Bioloji işıq mikroskopu ilə aralarındakı məsafə ancaq 0,2 mikron, bəzən isə 0,1 mikrondan az olmayan strukturları görmək olar. Elektron mikroskopu ilə aralarındakı məsafə $5-10A^0$ olan strukturlar aşkar olunur. Hüceyrə **plazmatik membranla** əhatə olunmuş sitoplazma və onun daxilində yerləşən nüvədən ibarətdir. Çoxhüceyrəli orqanizmlərin hüceyrələri müxtəlif orqan və toxumalarda yerinə yetirdikləri spesifik funksiyaları ilə müəyyən olunan formasına, ölçüsünə və quruluşuna görə müxtəlifdirlər. Ölçüsünə görə hüceyrələr çox müxtəlif ölçüdə ola bilər. Bütün hüceyrələr, adətən, mikroskopik ölçüyə malikdir. Müstəsna olaraq bəzi bitki və heyvan hüceyrələri gözlə görünür. Formasına görə də hüceyrələr bitki və heyvan orqanizmlərində çoxüzlü formasında olur, bu isə hər şeydən əvvəl yanaşı yerləşən hüceyrələrin bir-birinə qarşılıqlı təzyiqi ilə izah olunur. Bundan əlavə, hüceyrələr kubabənzər, silindrik, yastı, iyəbənzər, qədəhəbənzər, çıxıntılı, oval, dairəvi və s. formada olur. Bütün bu müxtəlifliklərə baxmayaraq hüceyrələrin quruluş planları prinsip etibarilə eynidir. Yəni, hər

bir hüceyrə bir-biri ilə sıx əlaqədə olan əsas hissələrdən: membran, sitoplazma və nüvədən ibarətdir.

Hüceyrə membranı və ya plazmatik membranın hüceyrənin digər hüceyrələrlə və xarici mühitlə qarşılıqlı əlaqəsinin yaranmasında mühüm rol vardır. Plazmatik membran hüceyrəyə bütün həyatı boyu molekul və ionların daxil olması və xaricə çıxmasını təmin edərək maddələr mübadiləsini tənzimləyir. Bundan başqa, o, hüceyrəni zədələnmələrdən qoruyur və hüceyrənin formasının saxlanmasında böyük rol oynayır. Plazmatik membranın quruluş sxemi haqda bir neçə model verilmişdir. Ən çox qəbul edilən modelə görə plazmatik membran 3 qatdan ibarətdir. Xarici və daxili qatın zülaldan, orta qatın isə lipiddən ibarət olduğu müəyyən edilir. Elektron mikroskopu vasitəsilə ayırd edilmişdir ki, plazmatik membranın qalınlığı $75-80\text{Å}^0$ -ə yaxındır. Zülal qatların hər biri ayrı-ayrılıqda 20Å^0 , orta lipid qatlarında isə 35Å^0 -ə bərabərdir. Müəyyən edilmişdir ki, daxili və xarici qatlarda zülal molekulaları bir sırada, orta qatda isə lipid molekulaları iki sırada yerləşir. Hüceyrə membranı yarımkeçirici membran olub, xarici mühitlə hüceyrə arasında mübadilə proseslərini tənzim edir və hüceyrənin daxili mühitini sabit saxlayır. Maddələrin xarici mühitdən hüceyrəyə və hüceyrədən xarici mühitə keçməsi osmos və diffuziya qanunları əsasında, habelə faqositoz və pinositoz yolu ilə baş verir.

Hüceyrənin quruluşu və ölçüsü: hüceyrələrin quruluşu müxtəlif orqanlarda müxtəlif olur. Məs.: çöpvari, dairəvi, girintili, çıxıntılı, girdə, ellipsvari və s. Hüceyrələrin ölçüləri isə 1-2 mk-dan bir neçə sm-ə qədər olur.

Hüceyrənin kimyəvi tərkibi: hüceyrə üzvi birləşmələrdən - zülal, karbohidrat, yağ, nuklein turşularından və qeyri-üzvi maddələrdən - mineral duzlar və sudan təşkil olunmuşdur.

Zülallar hüceyrədə gedən bütün əsas kimyəvi proseslərdə iştirak edir.

Amin turşular zülalın monomeri olub, heteropolimer quruluşa malikdir. 20 amin turşusu var:

Alanin, Qlisin, İzoleysin, Prolin, Orenilamanin, Tirozin, Triptofan, Serin, Treonin, Sistein, Metionin, Arginin, Histidin, Lizin, Asparagin, Asparagin turşusu, Qlütaamin turşusu, Qlütaamin, Leysin, Valin.

Zülalın monomeri olan amin turşular həm turşu – COOH, həm də əsası – NH₂ xassəyə malikdir.

Nuklein turşuları irsi informasiyaların maddi əsasıdır. Nuklein turşularının molekulu iri olub, heteropolimer quruluşa malikdir. İki növ nuklein turşusu var: 1. Dezoksiribonuklein turşusu (DNT). 2. Ribonuklein turşusu (RNT). Bunların monomerləri isə nukleotidlərdən ibarətdir:

1. DNT-nin nukleotidi A (adenin), Q (qvanin), S (sitozin), T (timin), (titin).

2. RNT-nin nukleotidi A (adenin), Q (qvanin), S (sitozin), U (urasil).

Nitrit əsasları iki cürdür: 1. Purin əsasları. 2. Pirimidin əsasları.

RNT daşdığı funksiyaya görə üç qrupa bölünür:

1. M-RNT (məlumat RNT).

2. N-RNT (məlumat RNT).

3. T-RNT (tikinti RNT) – m.

Hüceyrənin əsas tərkib hissəsi sitoplazma, nüvə, müxtəlif orqanoidlər və hüceyrə membranından ibarətdir.

Sitoplazma və hüceyrə orqanoidləri. Işıq mikroskopunun çox da güclü olmayan böyütməsi ilə sitoplazma ilk tədqiqatçılara homogen amorf maddə kimi görünmüşdür. Elektron mikroskopu ilə sitoplazmatik matriksin incə quruluşu öyrənilmişdir və məlum olmuşdur ki, sitoplazmatik matriks homogen və ya toz dənəcikləri şəklində olur. Sitoplazmanın 85%-i sudan, 10%-i zülallardan, qalan 5%-i isə digər maddələrdən ibarətdir. Heyvan hüceyrələrində sitoplazma kolloid maddə olub iki: daxili – endoplazma və xarici – ektoplazma qatından ibarətdir. Bunlar qalınlıqlarına görə fərqlənilir. Sitoplazmanın endoplazma hissəsində müxtəlif ölçüdə və quruluşda orqanoidlər: endoplazmatik şəbəkə, Holci aparatı, mitoxondrilər, lozomlar, ribosomlar, hüceyrə mərkəzi və s. var. Bunlardan başqa, sitoplazmada hüceyrə törəmələri – yağ damlaları, qlikogen, zülali kristallar və pigmentlər olur.

Endoplazmatik şəbəkə. 1945-ci ildə K.Porter öz əməkdaşları ilə birlikdə elektron mikroskopunda hüceyrələrin mərkəzi hissəsində böyük miqdarda xırda vakuol və kanal yığını aşkar edib. Onlar bir-biri ilə birləşərək çox da sıx olmayan tor əmələ gətirir. Bu, orqanel endoplazmatik tor və ya endoplazmatik şəbəkə adlandırıldı. Endoplazmatik şəbəkə 2 formada ola bilər: qranulyar (nahamar) və aqranulyar (nahamar). Qranulyar endoplazmatik torun membranları üzərində çoxlu sayda xırda qranullar aşkar edilmişdir. Bu qranullar ribosomlardır: onlar endoplazmatik şəbəkəyə kələ-kötürlük verir. Qranulyar endoplazmatik şəbəkənin səthində zülalların sintezi gedir. Qranulyar endoplazmatik tor həm də sintez olunan zülalların hüceyrə-daxili həzm prosesində iştirak edən fermentlərin sintezində də iştirak edir. Aqranulyar endoplazmatik şəbəkənin membranlarında isə lipid və karbohidratların sintezi gedir.

Mitoxondrilər 1898-ci ildə alman tədqiqatçısı Benda tərəfindən kəşf edilmişdir. Bir sıra alimlərin apardıqları tədqiqatlar mitoxondrilərin həm heyvan, həm də bitki hüceyrələri üçün ayrılmaz komponent olduğunu müəyyən etdi. Yalnız bakteriyalar və göy-yaşıl yosunlar, habelə onurğalı heyvan eritrositlərində mitoxondri olmur. Hüceyrədə mitoxondrilərin sayı hüceyrələrin tipindən, inkişaf mərhələsindən və funksional vəziyyətindən asılı olaraq dəyişir. Adətən onların sayı bir neçə ədəddən bir neçə yüzə qədər ola bilər. Mitoxondrilərin əsas funksiyası ATF sintez etməkdir. Buna görə də mitoxondriləri hüceyrənin “enerji stansiyası” adlandırırlar. Sintez prosesi daxili membranda submikroskopik vahidlərin tərkibində xüsusi fermentlər dəsti və oksidləşmə-reduksiya reaksiyaları prosesində iştirak edən elektron daşıyıcıları vardır. Beləliklə, mitoxondrilər həm ATF sintezi və onların sitoplazmada daşınmasında, həm də hüceyrə tənəffüsündə iştirak edir. Mitoxondrilərin ilk və ya ana mitoxondrilərin bölünməsi yolu ilə törədiyi müəyyən edilmişdir. Bu özünütötətmə onların tərkibində DNT-nin olması sayəsində mümkün olur.

Ribosomlar. 1955-ci ildə Xuatson və Xem sitoplazmada sərbəst ribosomların varlığını göstərdilər. Sitoplazmada sərbəst ribosomlar tək-tək, yaxud kiçik qruplarla yerləşir. Qruplarla yerləşən ribosomlar poliribosom və ya polisomlar adlanır. Elektron mikroskopik tədqiqatlar göstərmişdir ki, sərbəst ribosomlar iki submikroskopik vahiddən (böyük və kiçik) ibarətdir. Tərkibində hüceyrənin 80-90% r-RNT-si və zülal var. Onların əsas funksiyası: hüceyrədə nüvənin nəzarəti altında zülalları sintez etməkdir.

Hüceyrə mərkəzi və ya sentrosom – iki komponentdən ibarətdir: sentriollardan və sitoplazmanın xüsusi differensiasiya

olunmuş sahəsindən – sentrosferadan. Hüceyrənin bölünməsində, axromatin iylərin əmələ gəlməsində, sentriolların qütblərə çəkilməsində və axromatin iylərin vasitəsilə xromosomların qütblərə hərəkət etməsində sentrosom əsas rol oynayır.

Plastidlər 1976-cı ildə A.Levenhuk tərəfindən müşahidə edilmişdir. Bitki hüceyrələrinə xas olan ümumi orqanoiddir. Funksiyasından və rəngindən asılı olaraq bitki hüceyrələrində üç əsas plastid mövcuddur: xloroplastlar, leykoplastlar, xromoplastlar. Plastidlərin funksiyası hüceyrədə nişastanın, piqmentlərin, habelə lipidlərin sintezi və əsasən, fotosintez prosesini həyata keçirməkdir.

Nüvə bütün enkarriot hüceyrələrin əsas tərkib hissəsidir. Nüvə ilk dəfə 1831-ci ildə R.Praun tərəfindən aşkar edilmişdir. O, irsiyyətin ötürülməsində əsas rol oynayır. Hüceyrədə adətən bir nüvə olur, bəzi hüceyrələrdə isə 2-3 ədəd, bəzən 100 və daha çox olur. Məsələn, sümük iliyi hüceyrələrində, eninəzolaqlı əzələ hüceyrələrində, qara ciyər hüceyrələrində və s. Nüvənin forması müxtəlif olur və bu, hüceyrənin formasından, yaş xüsusiyyətlərindən, hüceyrətrafi mühitin təsirindən asılıdır. Quruluşuna görə nüvə xaricdən nüvə membranı (nukleolemma, kariolemma) ilə nüvə şirəsi (karioplazma, nukleoplazma) sitoplazmadan ayrılmışdır. Nüvə şirəsində xromatin dənələri, nüvəcik və ribosomlar olur. Onun müxtəlif halı ayırd edilir: interfaza nüvəsi və bölünmədə olan hüceyrə nüvəsi. İnterfaza nüvəsi hüceyrə bölünmələri arasındakı dövrdə olan nüvəyə deyilir. İnterfaza nüvəsinin komponentlərindən biri xromatin yığımlarıdır. Onlar müxtəlif ölçülü dənələr, yığımlar formasında və nadir hallarda sapabənzər törəmələr şəklində olur. Xromatin dənələrindən hüceyrə bölünən zaman xromosomlar formalaşır. Xromatin zülal və DNT-dən əmələ gəlir.

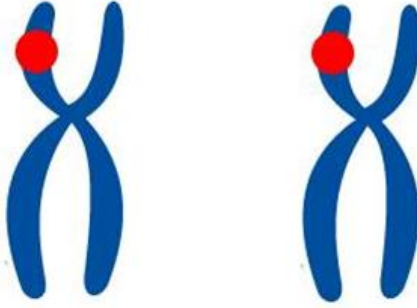
Nüvənin əsas komponentlərindən biri də **nüvəciklərdir**. Onların sayı bir neçə ədəd olur. Nüvəciklərin forması sferik, nadir hallarda qeyri-düzgündür. Elektron mikroskopu vasitəsilə müəyyənləşdirilib ki, nüvəciklərin sıxlığı kariolimfanın sıxlığından artıqdır və ondan qılıfla ayrılmamışdır. Nüvəcik ribosom RNT-sinin sintezi, nukleoproteidlərin əmələ gəlməsi, mitoz prosesində, nüvənin və sitoplazmanın qarşılıqlı əlaqəsində iştirak edir.

Xromosomların sayı və quruluşu. Xromosomlar (yun, xroma-rəng, soma-cisim) termini ilk dəfə 1888-ci ildə V.Valdeyer tərəfindən irəli sürülmüşdür. Hüceyrə bölünərkən onun metafaza mərhələsində müxtəlif şəkildə (çubuqvari, telvari və s.) görünən, irsiyyət amillərindən (DNT, RNT) və zülaldan ibarət cisimcikdir. Eyni xromosomun quruluşu bu xromosomun müəyyən sahələrində müxtəlif olur. Xromosomların ilk dartınma yerində **sentromer** (kinotoxor) və ondan ayrılan çiyinlər görünür (şəkil 1.4). Sentromerin yerləşməsindən asılı olaraq, xromosomlar əsasən dörd tipdə olur, sentromer xromosomu iki çiyinə ayırır (şəkil 1.5):

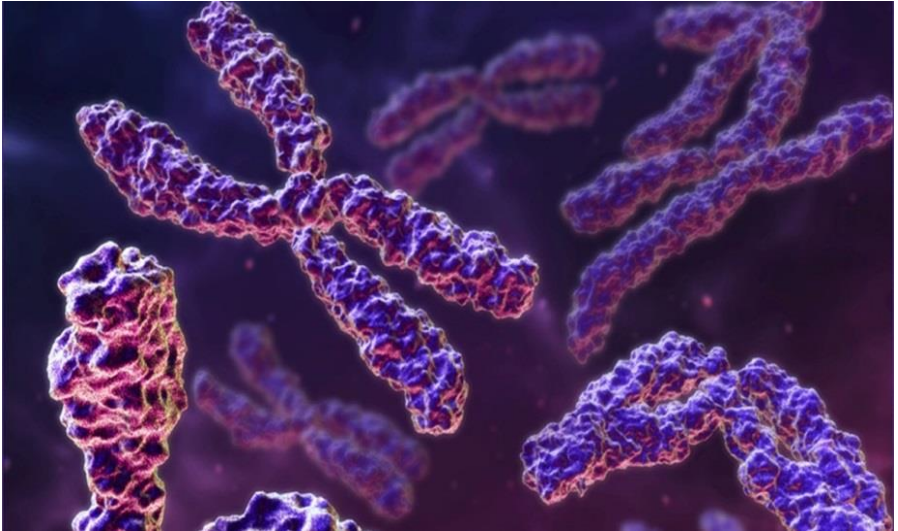
1. *Akrosentrik* – xromosomlarda bir çiyini uzun, o biri qısa olur.
2. *Metasentrik* – xromosomların çiyinləri bərabər olur.
3. *Submetasentrik* – xromosomların çiyinlərindən biri qısa olur.
4. *Telosentrik* – xromosomların çiyinlərindən biri görünür.

Hər xromosom uzununa iki teldən – xromotiddən ibarətdir. Xromosomun daxilində spirallaşmış incə tellər – xromonomerlər olur. Onun sayı müxtəlif olur.

Oxşar lokuslar

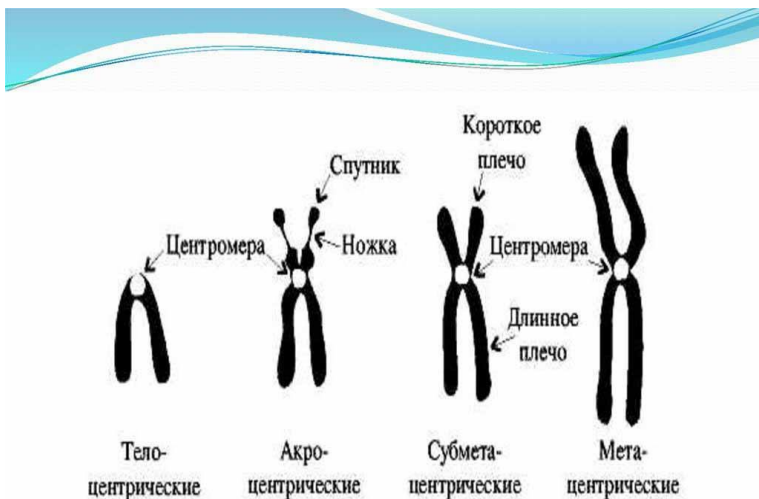


Homoloji xromosomlar



Şəkil 1.4. Homoloji xromosomlar

Canlılarda xromosomların ölçüsü, sayı, forması olduqca müxtəlif olmaqla uzunluğu 0,2-dən 50 mikrona, diametri isə 0,2-dən 3 mikrona kimidir.



Şəkil 1.5. Xromosomların tipləri

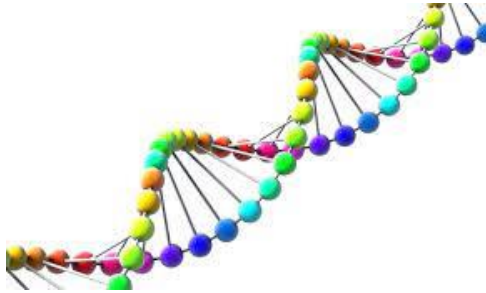
Beləliklə, irsiyyət faktorları olan genlər xromosomlarda yerləşir. Canlılarda xromosomların bir sıra qanunauyğunluqları müəyyən edilmişdir:

1. Hər bir növün xromosom sayı sabitdir.
2. Hər bir növün xromosomları oxşar cütlər təşkil edirlər.
3. Xromosom cütlərində hər bir xromosom fərdi xüsusiyyətə malikdir.
4. Müxtəlif orqanizmlərdə xromosomların sayı fərqlidir (cədvəl 1.1).

Cədvəl 1.1. Müxtəlif canlılarda xromosom sayı

Heyvan və ya bitki	Xromosom sayı	Heyvan və ya bitki	Xromosom sayı
Buğda	28/42	İnsan	46
Arpa	14	At	66
Yulaf	42	Eşşək	66
Kartof	48	Qaramal	60
Noxud	14	Qoyun	54
Çovdar və arpa	24	Keçi	60
Qarğıdalı	20	Donuz	38
Kələm	18	İt	78
Üzüm	38	Pişik	38
Pomidor	24	Ada dovşanı	44
Ev milçəyi	12	Toyuq	78
Siçan	40	Göyərçin	80
At askaradı	2	Drozofil	8

Xromosomların əsas struktur vahidi DNT molekuludur (şəkil 1.6). Xromosomun quruluşu metafaza mərhələsində formalaşır.

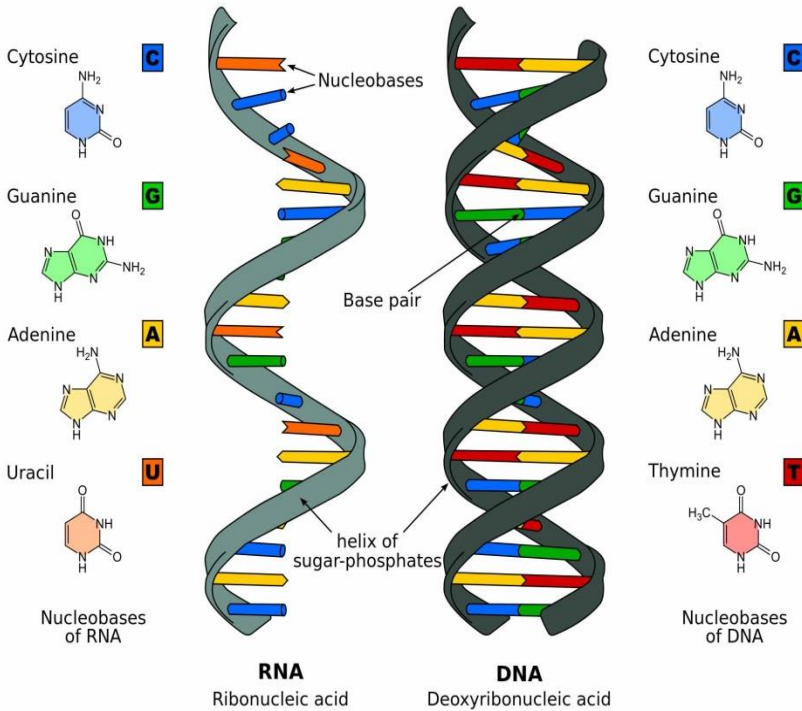


Şəkil 1.6. DNT molekulunun quruluşu

Hər bir hüceyrənin fərdi inkişafının müəyyən dövründə xromatin maddəsindən xromosomlar formalaşır. Bütün birhüceyrəli və çoxhüceyrəli orqanizmlərin hüceyrələri sabit xromosom yığımına malikdir. Normada eukariot hüceyrələrində xromosomlar cütdür, hər bir xromosomun öz homoloqu vardır və xromosom yığımı diploid ($2n$) adlanır. Yalnız yetişmiş cinsi hüceyrələrdə haploid (n) sayda xromosom olur. Müxtəlif orqanizmlərdə xromosomların sayı çox müxtəlifdir. Hər bir bitki və heyvan növü üçün xromosom sayı sabitdir və növün əlamətlərindən biridir. Ən az diploidli xromosom sayı malyariya plazmodisində olub – 2, insan askaridində – 4, adi ağcaqanadda – 6, durna balığına – 18, şirin su hidrasında – 32, sala-mandrada – 34, pişikdə – 38, adadovşanında – 44, insanda – 46, şimpanzedə – 48, qoyunda – 54, atda – 66, ev toyuğunda – 78, çəki balığına – 104, çay xərçəngində – 196 xromosom vardır. Bitkilərdən bəzi mürəkkəbçiçəklilərdə – 4, soğanda – 16, qarğıdalıda – 20, müxtəlif buğdalarda – 14, 28, 42, bağ çiyələyində – 56 və s. sayda olur.

Ən çox diploid xromosom sayı 1000-1500-ə çatan sarkodinlər sinfindən radiolyarilərin bəzi nümayəndələrindədir. Bitkilər arasında bu baxımdan, bir növ, ilandilli qıjısı (500 ədəd), tut ağacı (308 ədəd) və s. göstərmək olar. Xromosomların biokimyəvi analizi onlarda dörd makromolekul tipinin olduğunu göstərmişdir: DNT, RNT, aşağı molekullu əsasi zülal – histon, turş zülal-qalıq zülal. Bundan başqa, xromosomlarda az miqdar lipidlər, kalsium, maqnezium, dəmir və DNT-polimeraza fermentinin də olduğu aşkar edilmişdir. DNT molekulu histonla qarşılıqlı əlaqəyə girərək nukleoproteid kompleksi əmələ gətirir. Nukleoproteid kompleksi arginin və lizin amin turşusuna malik histonlarla daha zəngindir. Xromosomun əsas struktur

vahidi DNT molekuludur. Xromosomda aşkar edilən RNT isə onun əsas struktur vahidi sayılmır, çünki RNT sitoplazmaya keçir və zülalın biosintezində iştirak edir. RNT molekulı ilə əlaqədar olan qalıq zülalın rolu hələlik aydın deyildir. Belə hesab edirlər ki, qalıq zülal DNT-histon kompleksini əlaqələndirən zülaldır (şəkil 1.7).



Şəkil 1.7. RNT və DNT molekulunun quruluşu

Xromosomların forması, davranışı hüceyrənin mürəkkəb bölünməsi – mitoz və meyoza prosesində görünür.

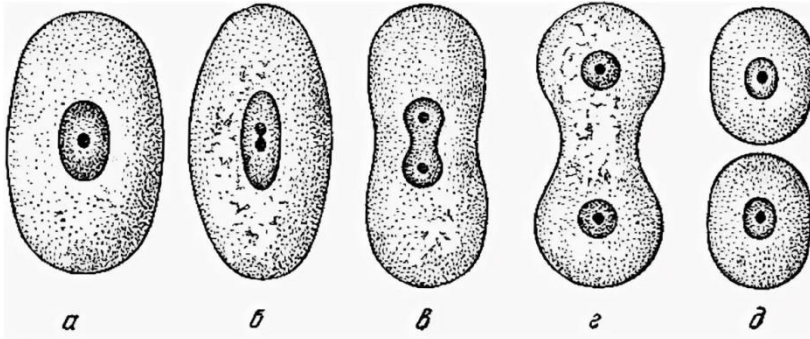
1.2. Hüceyrənin bölünməsi. Orqanizmlərin çoxalma formaları.

Təkamül prosesində əlamət və xassələrin nəslə ötürülməsində, yəni irsilikdə üç əsas mexanizm meydana gəlmişdir.

I. Mitoz. II. Meyoz. III. Mayalanma.

Çoxalma həyatın ən mühüm xüsusiyyətlərindən biri olub, yalnız canlılara aiddir. Canlılar aləmi çoxalma yolu ilə öz nəsilərini davam etdirir və bu prosesdə özlərinin bütün əlamət və xassələrini yeni nəslə ötürürlər.

Birhüceyrəli ibtidailərdə çoxalma başlanğıc ana hüceyrənin sadəcə olaraq, iki qız hüceyrəyə bölünməsi yolu ilə gedir. Buna sadə və amitoz bölünmə deyilir (şəkil 1.8).



Şəkil 1.8. Sadə bölünmə

Çoxhüceyrəli orqanizmlərin hüceyrələri isə bir sıra dəyişiklikdən və ya mərhələdən keçərək iki qız hüceyrəyə bölünür. Bu cür mürəkkəb bölünməyə mitoz və ya kariogenez bölünmə deyilir.

Mitoz. Hüceyrələrin çoxalmasında təbii seçmə yolu ilə möhkəmlənmiş bir mexanizmdir ki, bunun sayəsində hüceyrə

öz əlamət və xassələrini nəslinə ötürür. Hüceyrələrin metodik bölünməsində iki proses çox mühümdür. Bunlardan birincisi DNT molekulunun və bununla əlaqədar xromosomların reduplikasiyası (DNT molekulunun ikiləşməsi), ikincisi bunların bərabər sürətdə qız hüceyrələrə keçməsindən ibarətdir. (şəkil 1.9).

Mitoz bölünmədə bir-birini ardıcıl olaraq təqib edən 5 faza (mərhələ) müşahidə olunur: 1. interfaza, 2. profaza, 3. metafaza, 4. anafaza, 5. telofaza.

1. *İnterfaza* – iki bölünmə arasında keçən bu fazaya nüvənin sakitlik mərhələsi deyilir. İnterfazada hüceyrənin nüvəsində bölünməyə hazırlıq gedir ki, bu da üç fazaya ayrılır.

1. G_1 faza – genlər fəaliyyətə başlayır, DNT-sintezi.

2. G faza – DNT-nin və xromosomun histon komponentinin sintezi gedir.

3. G_2 faza – hüceyrənin mitozunu, genetikasını təmin etmək üçün lazım olan enerji mübadiləsinin toplanması gedir.

İntermitoz mərhələsini 3 dövrə bölmək olar:

1. Profaza –Postimoz dövr: mitozdan sonra başlayır, cavan hüceyrə növbəti bölünməyə hazırlaşır. Burada sektrola ikiləşir (3 saat yarım davam edir).

2. DNT-nin sintezi: bu dövrdə DNT molekulaları ikiləşir, buna reduplikasiya deyilir. Tam ikiləşmə getmədiyindən bu proses gec gedir (5 saatdan artıq).

3. Perimtoz dövr: zülal molekulaları hüceyrədə toplanır (bölünmə 1 saat davam edir).

2. *Profaza* – (yun, prots – ilk, faziz-hadisə). Mitozun başlanğıcı olan profazada nüvənin içərisindəki torvari yumğa bənzəyir. Sonra həmin xromotin telləri xromosomlara çevrilir. Sonra xromosomlar yığılır və xromomerlər bir-birinə yaxınla-

şır. Hər bir ikiləşmiş xromosomu təşkil edən bu tellər *xromotid* adlanır. Sentiollar bir-birindən uzaqlaşır və hüceyrənin qütblərinə doğru hərəkət edir. Xromosomların maksimal miqdarda yığılmasına və çubuqvari şəkil almasına səbəb xromosomu təşkil edən xromonemlərin spirallaşması-yığılmasıdır. Bu vaxt nüvənin qılafi itir və nüvənin plazması sitoplazma ilə qarışır.

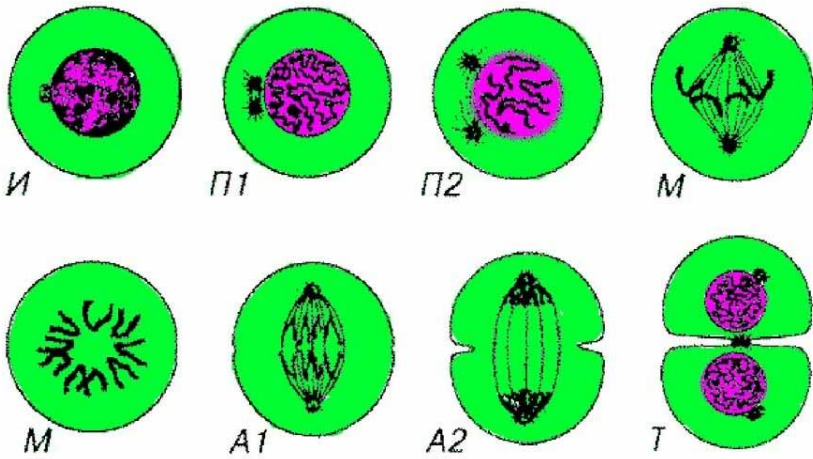
3. Metafaza- metafazada xromosomların ekvatorda düzülməsi qurtarır, xromosomların sayı aydın görünür. Buna görə də öyrənilən obyektin xromosomları bu dövrdə aydınlaşdırılır.

Sentiollar arasında protoplazmatiki iy telləri əmələ gəlir və ekvator qütblərə doğru iy telləri uzanır. İy telləri hər bir xromosomun sentromer adlanan yerindən yapışır. Xromosomlar ekvator elə düzülür ki, onların sentromerləri üzü ekvator lövhəsinin iy tellərinə perpendikulyar durur. Metafaza çox qısa müddət ərzində başa çatır.

4. Anafaza – ekvatorda ikiləşmiş xromosomlar sentromerlərin bölünməsi qurtaran kimi sürətlə hüceyrənin qütblərinə çəkilir. İy tellərinin qısalması ilə əlaqədar olaraq xromosomlar qütblərə doğru yönəlir. Əgər xromosomlar qütblərə normal çəkilməzsə, qız hüceyrədə xromosom sayının miqdarı pozulur və bunun nəticəsində bir sıra anormallıq baş verir.

5. Telofaza – xromosomların qütblərə yığılması ilə telofaza başlayır. Xromosomlar uzanır, yəni dispirallaşma əmələ gəlir. Sitoplazma iki yerə bölünməyə, iki hüceyrə əmələ gəlməyə başlayır. Bir ana hüceyrədən iki qız hüceyrə əmələ gəlir. Xromosomların sayı ana hüceyrədəki kimi sabit qalır.

Beləliklə, hüceyrənin bölünməsi səbəbi sitoplazmanın və nüvənin kütləcə artmasıdır. Bölünmədən sonra hər bir hüceyrənin miqdarı, çəkisi və kütləsi artır.



Şəkil 1.9. Hüceyrənin Mitoz bölünməsi

Meyoz və cinsiyyətli çoxalma

Çoxalma öz quruluşuna görə iki formada gedir:

1. Cinsiyyətsiz çoxalmada bir ana hüceyrədən iki qız hüceyrə əmələ gəlir.
2. Cinsiyyətlə çoxalan orqanizmlərdə, bitkilərdə və heyvanlarda cinsiyyət hüceyrələrinin hazırlanması üçün xüsusi üzvlər əmələ gəlmişdir.

Bitkilərdə cinsiyyət üzvləri çiçəklər, heyvanlarda isə cinsiyyət vəziləridir. Bu üzvlərdə cinsiyyət hüceyrələrinin əmələ gəlməsi prosesinə *qametogenoz* deyilir.

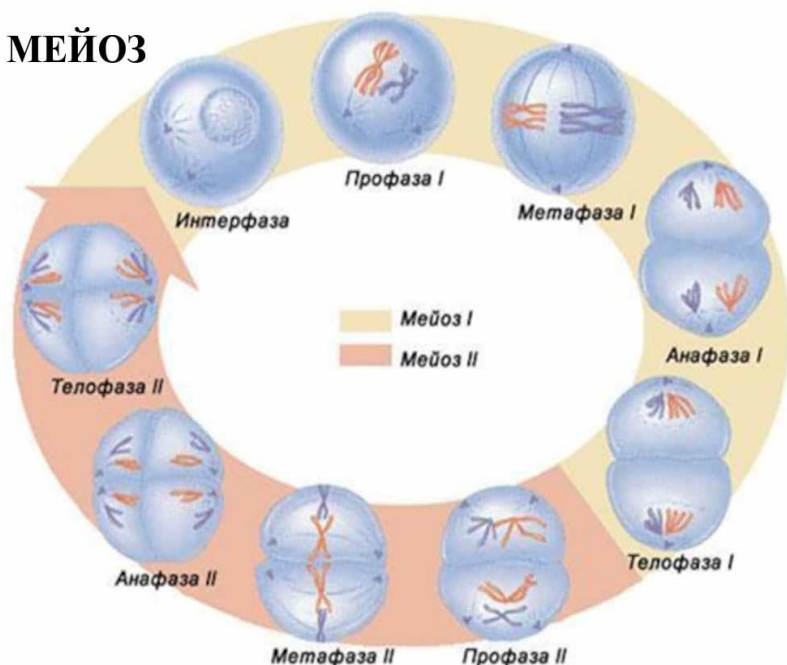
Meyoz. Qametogenoz prosesində xromosom sayının iki dəfə azalmasına **meyoz** və ya **reduksion** bölünməsi deyilir. Meyoz prosesi sahəsində mayalanmağa qabil cinsiyyət hüceyrələri əmələ gəlir və bunlarda xromosom sayı azalmış olur. Belə olmazsa, ziqotdan sonra xromosomların sayı iki dəfə artmış olardı.

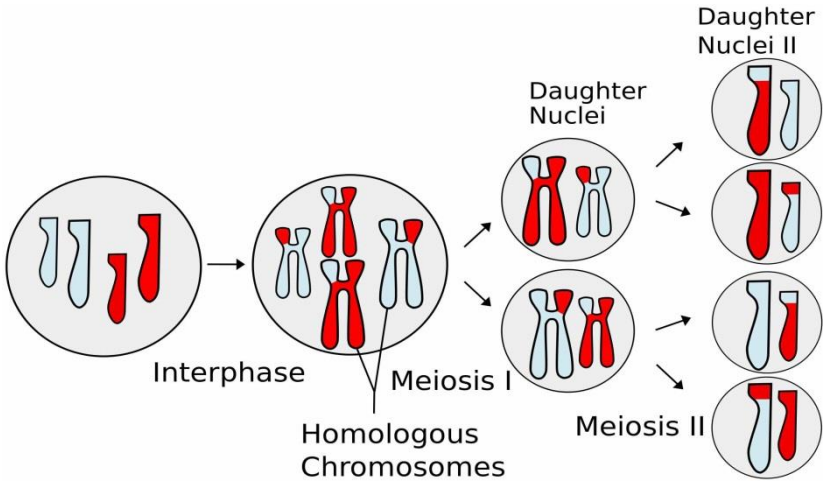
Cinsiyyət hüceyrələri **qamet** adlanır (yunanca hameto-dişi, hametos-erkek deməkdir). Heyvanların və bitkilərin cinsi hüceyrələri yalnız mayalanma zamanı birləşir.

Meyoz bir-birini təqib edən iki – I və II bölünmədən ibarətdir. Onlardan biri qız hüceyrələrdə xromosomların sayını iki dəfə azaltmağa aparan *reduksion* bölünmədən, o biri isə reduksiyadan sonra bölünmə getdikdə xromosomların reduksion sayını saxlayan *ekvasion* bölünmədən ibarətdir (şəkil 1.10).

Spermatogenez və ovogenezdə əmələ gələn qamətlərin xromosom sayı iki dəfə azalır.

МЕЙОЗ





Şəkil 1.10. Hüceyrənin Meyoz bölünməsi

Meyozun birinci mərhələsində – reduksion bölünmədə interfazada ikiləşmiş xromosomların sayı onlarda iki dəfə azalır, homoloji xromosomlar qız hüceyrələr arasında paylanır. Bununla meyoz mitozdan əsasən birinci profazaya və metafazaya görə fərqlənir. Xüsusən profaza öz növbəsində bir sıra mərhələlərə ayrılmaqla mitozdan kəskin fərqlənir. Meyozun I fazasında xromosomların dəyişməsində aşağıdakı mərhələlər baş verir:

1. **Lentonema:** Profaza I mərhələsində DNT sintezindən sonra leptonemada xromosomlar ikiləşmə şəkildə müşahidə olunur.
2. **Ziqonema:** Xromosomların konyuqasiyası sinapsis də adlanır. Xromosomların tam sinap cisimdən sonra paxinema mərhələsi başlayır.

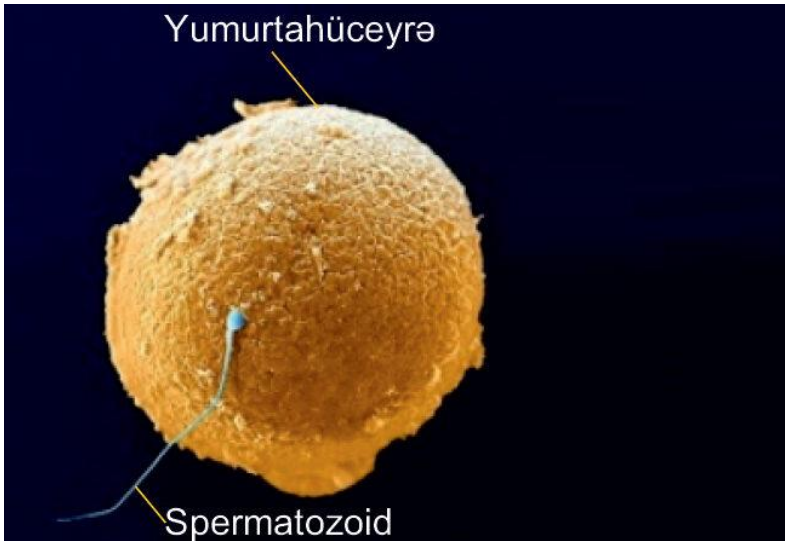
3. **Paxinema:** Bivalentləri əmələ gətirən homoloji xromosomların hər biri iki xromotiddən ibarət olub tetrada əmələ gətirir.
4. **Diplonema:** Bu mərhələdə homoloji xromosomlarda konyuqasiya baş verir.
5. **Diaginiz:** Bu mərhələdə bivalentlər kəskin surətdə qısalmır və hər xromosomun qız hüceyrələrində yığışma olur. Xiazmların hər birində miqdar azalır, amma onlar xromosomların uclarına birləşdirilmiş olur.

Bölünmənin I mərhələsi başa çatdıqdan sonra nüvənin membranı əriyir. Metafaza I mərhələdə bivalentlərin sayı diploid saya görə iki dəfə azalmış kimi görünür, sonra isə bölünməsinin I və II fazaları başlanır, müəyyən anda sona çatır.

Q.Mendel irsiyyətin öyrənilməsində çarpazlaşma üsulunun üstünlüyünü göstərmişdir. O, əlamətlərin amillərini latın əlifbası ilə qeyd etməyi təklif etmişdir. Dominant əlamətlər böyük hərflərlə – A, B, C, D və s. Resessiv əlamətlər kiçik hərflərlə – a, b, c, d göstərilir. Hər hansı bir orqanizm üçün həmin işarələr cüt olmalıdır. Əlamətin biri ana, digəri ata orqanizmdən olmaqla mayalanma nəticəsində cüt əlamətlər alınır. Bu hadisə cüt irsi amil, cüt irsi genlər, allelizm və s. adlanır.

Çarpazlaşmada valideyn “R”, nəsillər F1, çarpazlama “X” ilə göstərilir. Hər bir irsi amil – gen iki halda (A və ya a) ola bilər. A və a bir cütü təşkil edir. Bu cütün hər biri allel adlanır. Toxumun hamar və qarışıq forması eyni bir genin iki müxtəlif allelidir.

Monohibrid çarpazlaşmada hər valideyn iki hərflə AA və ya aa ilə göstərilir. Eyni qamətlərin mayalanması nəticəsində homoziqot rüşeym, müxtəlif qamətlərin mayalanmasında heteroziqot rüşeym formalaşır.

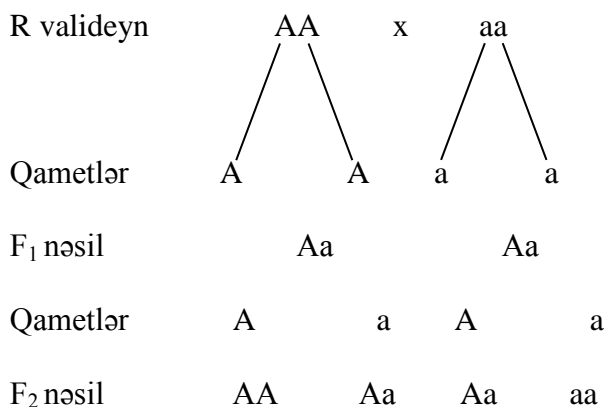


Şəkil 1.11. Yumurta hüceyrəsinin mayalanması

Genetikada xarici görünüş, morfoloji əlamətlərin cəmi *fenotip*, orqanizmin daxili irsi əlamətlərinin cəmi, genlərin cəmi *genotip* adlanır. Orqanizmin hər bir somatik hüceyrəsi diploid xromosom yığına malikdir. Yəni xromosomlar cütdür. Ona görə də ziqotada (mayalanma) həmişə eyni genin iki alleli olmalıdır. İstənilən əlamətlər cütünə aid genotip düsturu iki hərf-lə yazılmalıdır. Noxudun hamar toxumunun dominant allelini A hərfi ilə, qırıxıq formanı resessiv allelini a ilə göstərmiş olsaq, valideyn cütlərindən birində müvafiq AA allelləri, digərində isə aa allelləri olmalıdır. Ona görə də bir genin eyni allellərinə AA və ya aa malik orqanizmlər homoziqotlar və ya homoziqot orqanizmlər adlanır (şəkil 1.11). Bir genin müxtəlif allellərinə malik orqanizmlər heteroziqotlar adlanır. Toxum sortunun rənginə görə fərqlənən iki noxud sortunun çarpazlaşması zamanı müəyyən edilmişdir ki, valideyn cütləri homozizi-

qotdur. Sarı rəng yaşıl rəngə görə üstünlük təşkil edir. Onların hər biri bir sort qamət (A və ya a) əmələ gətirir. Ona görə də I nəsil F₁ hibridi valideyn cütdən A və ya a allelini alıb fenotip və genotip üzrə oxşardılar. I nəslin hibridləri valideyn cütdən A və ya a allellərini alıb, heteroziqot olarsa, iki sort qamət əmələ gətirirlər. Ona görə də II nəsildə valideyn cütlərindəki əlamətlərə malik fərdlər meydana gəlmişdir. Parçalanma nəticəsində fenotip və genotipə görə bir-birindən fərqlənən fərdlər meydana gəlmişdir.

Qeyd olunan çarpazlaşmanı aşağıdakı kimi yazmaq olar (şəkil 1.12):



Fenotip üzrə 3:1, Genotip üzrə 1:2:3 olmuşdur.

Şəkil 1.12. F₁ və F₂ nəsil

Beləliklə, monohibrid çarpazlaşmada I nəsildə hibridlərin oxşarlığı, II nəsildə əlamətlərin parçalanması aşkar olunur. Bununla Mendelin I qanunu – parçalanma qanunu meydana gəlir. I nəsil hibridlərin çarpazlaşmasından II nəsildə əlamətlər

fenotipə görə 3:1 nisbətində, genotipə görə isə 1:2:1 nisbətində parçalanma gedir.

Allel nədir?

Mendel müəyyən etdi ki, irsən keçmə qanunlarını öyrənmək üçün bir cüt və üç cüt əlamətə fərqlənən orqanizmləri çarpazlaşdırmaq lazımdır. Alınan hibridlərdən ancaq öyrənilən əlamətlərin irsən keçməsini nəzərə almalıyıq.

Qoşa əlamətlər allel əlamətlərdir. Məs.: sarı-yaşıl, ağ-qırmızı. Allelləri eyni hərf A (sarı) və a (yaşıl) ilə işarə edirlər. **Sual:** Allel əlamətləri ayrı-ayrı hərflərin böyük və kiçiyi ilə işarə etmək olarmı?

Cavab: Yox, allel əlamət eyni hərfin böyük və kiçiyi ilə işarə olunur.

A – a, B – b doğrudur, A – B, a – b doğru deyil.

Valideynləri belə yazmaq olarmı?

AA xa a doğrudur, A xa doğru deyil.

Valideynlər qamet hazırlayanda hər qametə öyrənilən bir əlamət genini daşıyan bir xromosom düşə bilər.

Qamet A a

F₁ - Aa – sarı

1. Heteroziqot və homoziqot nədir?

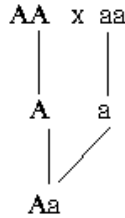
Eyni qametlərin mayalanmasından əmələ gələn ziqotlara – orqanizmlərə homoziqot deyilir. Burada, AA və aa homoziqotdur.

AA və aa doğrudur, Aa və Bb doğru deyil.

Müxtəlif qamətlərin çarpazlaşmasından alınan ziqotlara heteroziqot deyilir. Məs.: Aa və Bb və s.

Valideyn Aa x aa

Aa a və ya
Qa Aa aa T:T



Əlamətlərin parçalanması qanunu Aa x Aa -- F₁

A a A a

AA A a Aa aa

Mendelin II qanunu

- Əlamətlərin parçalanma qanunu adlanır

•

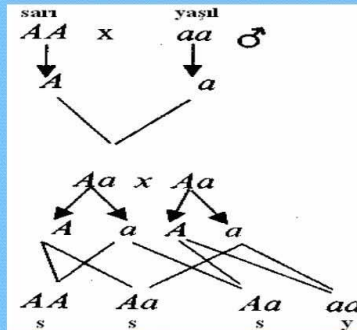
- P ♀

- Qamətlər

F₁

- Qamətlər

F₂



Şəkil 1.13. Əlamətlərin parçalanma qanunu

2. Resessiv əlamətə malik valideynlə F_1 -hibrid orqanizmin çarpazlaşmasına analizedici çarpazlaşma deyilir. Noxud bitkisinin sarı toxumlarını veriblər. Biz nədən bilək ki, onun genotipi homoziqot (AA) və ya heteroziqotdur (Aa). Bunun üçün həmin noxuddan əmələ gələn bitkini yaşıl noxudla çarpazlaşdırsaq, alınan nəslin toxumlarının yarısı yaşıl, yarısı sarı olsa, onda deyəcəyik ki, verilən heteroziqot imiş (şəkil 1.13).

Nə üçün parçalanma başqa cür yox, 3:1 nisbətində gedir?

Mendel buna qamətlərin saflığı nəzəriyyəsi ilə, digər tərəfdən ehtimal nəzəriyyəsi ilə izahat verir.

Ehtimal nəzəriyyəsinə görə birinci nəsil valideynlərin yaratdığı 4 tip qamət arasında 2 tip ana bitkidən yumurta hüceyrələri və 2 tip ata bitkidən tozcuqlardan, sxemdə görüldüyü kimi, toxumlar ancaq 4 kombinasiyada mayalanma gedə bilər. AA, Aa, aA, aa.

Aa x Aa

$\begin{array}{cc} \wedge & \wedge \\ \mathbf{A} & \mathbf{a} \end{array}$
 $\begin{array}{cc} \wedge & \wedge \\ \mathbf{A} & \mathbf{a} \end{array}$ - saf qamət

3. Qamətlərin saflığı nəzəriyyəsi.

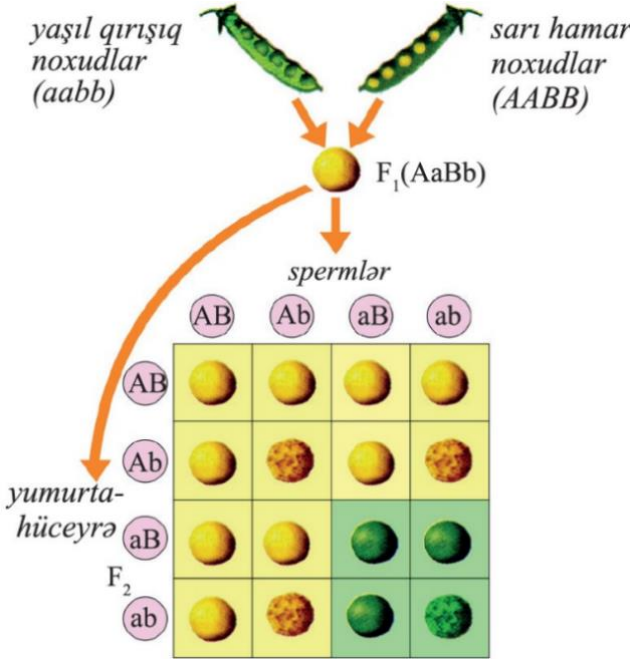
Bu nəzəriyyəni dərk etmədən hibridləşmədən meydana çıxan parçalanma qanununu izah etmək olmaz.

Hibrid orqanizmlər cinsiyyət hüceyrələri əmələ gətirdikdə heteroziqot orqanizm bərabər nisbətdə iki tip qamət verə bilər.

1.3. Fenotip və genotip.

Homoloji xromosomların eyni lokusunda yerləşən bir genin müxtəlif vəziyyəti allel adlanır. Bu, alternativ əlamətlərin

inkışafına nəzarət edir. Belə allellərin sayı ikidən artıq olarsa, ona allellər çoxluğu deyilir.

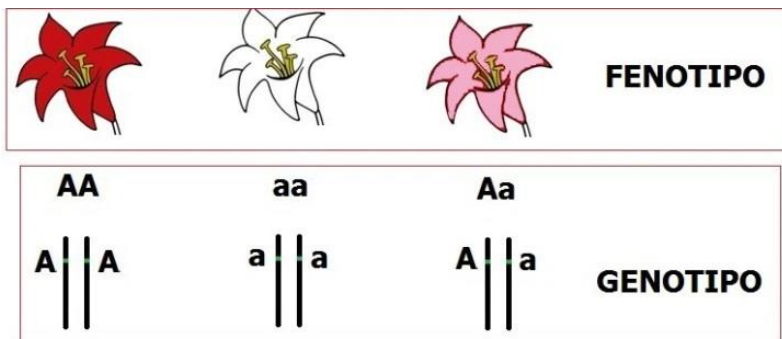


Şəkil 1.14. Qametlərin saflığı

Homoloji xromosomun eyni lokusunda dəfələrlə mutasiyaya uğramış və fenotipin təzahür formalarına görə fərqlənən vəziyyəti allellər çoxluğu adlanır. Hər bir homoloji xromosom allellərdən birinə malik olur, lakin hər hansı bir fərd özündə iki allel daşıya bilər.

Orqanizmdə homoloji xromosomların miqdarı artdıqda allel genlərin miqdarı müvafiq olaraq artır. Hibridlərin ikinci nəslində onun xarici görünüşünə, yəni fenotipinə görə 3:1 nisbətində parçalanma baş verirsə, daxili aləminə, yeni irsi

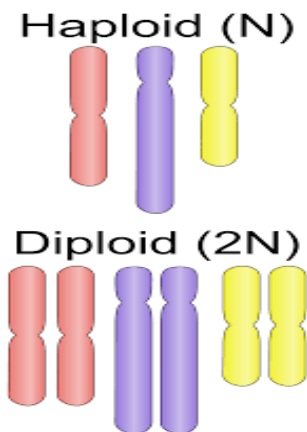
təbiətinə – genotipinə görə 1:2:1 nisbətində haçalanma baş verir. (1 pay qırmızı, 2 pay qırmızı və 1 pay ağ rəng alınır). Orqanizmlərin görünən daxili və xarici əlamətlərinə birlikdə **fenotip** deyilir. Orqanizmin daxilində birgə təsirə malik olan genlərin məcmusuna **genotip** deyilir.



Şəkil 1.15. Fenotip və genotip

Məs.: fenotipcə sarı noxudları genotipcə iki cür yazmaq olar: AA və Aa şəklində. Qamətlər harada və necə hazırlanır?

Diploid və haploid nədir?



Şəkil 1.16. Haploid və diploid hüceyrələri

Bitkilərdə cinsiyyət orqanları çiçəklərdir. Çiçəyin tozluğunda erkək cinsiyyət hüceyrələri – qametlər (tozcuqlar), yumurtalıqda diş qametlər – diş cinsiyyət hüceyrələr (yumurtacıqlar) hazırlanır. Qametlərin əmələ gəlməsində qametogenoz baş verir. Cinsiyyət hüceyrələrinin meydana gəlməsi prosesinin meyoza reduksiya hadisəsi baş verir, yəni valideynin somotik bədən hüceyrələrinin hər birində neçə xromosom varsa, onlar sayca iki hüceyrə arasında bölünür (şəkil 1.16).

Hər bir orqanizm mürəkkəb quruluşa malik olub, tarixi inkişafında həddindən artıq əlamətlər və xüsusiyyətlər qazanmışdır. Bu əlamətlər valideynlər tərəfindən daima nəslə ötürülür.

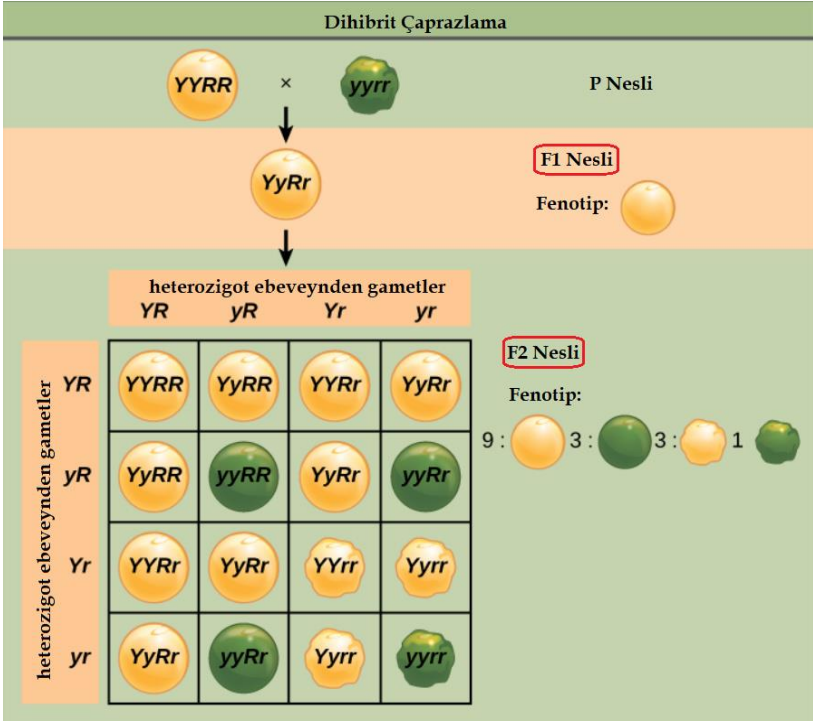
Mendel bir cüt əlaməti ilə fərqlənən valideynləri çarpazlaşdıraraq, əlamətlərin eyniliyi və çarpazlaşması qanunlarını müəyyən etdikdən sonra onu iki cüt alternativ əlamətlə fərqlənən valideynlərin çarpazlaşdırılmasında əlamətlərin irsiliyi maraqlandırmışdır.

Noxud sortlarından birinci toxumun rəngi yaşıl və formaca hamar, digərinin rəngi sarı, forması isə qırışlıq ola bilər, yəni bu sortlar bir-birindən iki cüt əlamətlə – rənginə (yaşıl və sarı) və formasına (hamar və qırışlıq) görə fərqlənir.

Bu sortların çarpazlaşmasından F_1 noxud toxumlarının hamısı sarı və hamar olur. Burada Mendelin birinci qanunu özünü göstərir. Görünür ki, sarılıq yaşıllıq üzərində, hamarlıq isə qırışlıqlıq üzərində dominantlıq edir (şəkil 1.17).

Bu çarpazlaşdırmanın sxemi belədir:

F_1 -dən olan bitkilərdə a və v genləri olmasına baxmayaraq, dominant A və V genləri onların təsir göstərməsinə maneçilik göstərir. İndi məqsəd F_1 -dən F_2 -ni almaqdır. F_2 -ni almaq üçün F_1 -in hansı qametlər yarada biləcəyi ilə tanış olmaq.



Şəkil 1.17. Noxudlarda dominant əlamətlər

Gördüyümüz 2 cüt allel genlər qeyri-homoloji xromosomlarda (A və a allelləri bir cüt homoloji xromosomlarda, V və v allelləri bir cüt homoloqlarda) yerləşir. Qeyri-homoloji xromosomlar meyoz prosesində qamet yaranan zaman bir-birindən asılı olmadan hüceyrənin qütblərinə çəkilir. Bu da diheteroziqotluqda yaranmış qamet tiplərinin sayını müəyyən edir. Nəticədə iki cüt allelin eyni ehtimalda kombinasiyası 4 tipdə qamet yarada bilər. Yəni A və a alleli eyni ehtimalda V və v allelləri ilə kombinasiya yaradarsa, aşağıdakı tipdə qametlər gözlənilir: AV , Av , aV , av . Həmin qametlər bərabər miqdarda yaranır.

Hibridlər qametogenozda 4 tipdə, həm dişi, həm də erkək cinsi hüceyrə yaradacaqdır (cədvəl 1.2).

Mendel F_2 -də fenotipcə 4 müxtəlif formada və rəngdə noxudlar almışdır. Əmələ gəlmiş kombinasiyaları yaxşı başa düşmək üçün ingilis alimi Pennet aşağıdakı cədvəli tərtib etmişdir. Qametlər arasında üfüqi və şaquli xətlər keçirsə, 16 xana alınar. Həmin xanalarda erkək və dişi qametlərin kombinasiyasını yazaraq, genotip və fenotipləri müəyyən edə bilərik.

Cədvəl 1.2. Pennet cədvəli

	AV	Av	aA	av
	AAVv	AAVv	AaVV	AaVv
AV	sarı-hamar	sarı-hamar	sarı-hamar	sarı-hamar
Av	sarı-hamar	sarı-qırıq	sarı-hamar	sarı-qırıq
aV	sarı-hamar	sarı-hamar	yaşıl-hamar	yaşıl-hamar
av	sarı-hamar	sarı-qırıq	yaşıl-hamar	yaşıl-qırıq

Fenotip üzrə 9:3:3:1 nisbətində, genotip üzrə isə 1:2:2:4:1:2:1:2:1 nisbətində parçalanma gedir.

Məlumdur ki, hansı genotipdə dominant A və V allelləri iştirak edirsə, orada resessiv allellərin (a və v) iştirakından asılı olmayaraq, sarı-hamar toxumlar alınacaqdır. Eləcə də hansı genotipdə dominant A və ancaq resessiv v allel genləri iştirak edirsə, sarı-qırıq toxumlar, ancaq resessiv a və dominant v allel genləri varsa, yaşıl-hamar, hər iki allelin ancaq resessiv genləri iştirak edərsə, yaşıl-qırıq toxumlar alınar.

Biz cədvələ nəzərə yetirsək, orada göstərilən kombinasiyaları görə bilərik. İndi hər iki əlaməti (forma və rəngi) ayrı-ayrı analiz edək. Alınmış 16 kombinasiyadan 12 toxum sarı, 4-ü

yaşıl rənglidir. Başqa sözlə, hər üç sarı toxuma bir yaşıl toxum düşür. Belə parçalanmanı biz monohibrid çarpazlaşdırmada F_2 -də görmüşdük. Eləcə də noxudlar formalarına görə 12 hissə hamar və 4 hissə qırışq toxumlar əmələ gətirir. Yəni 3:1 nisbətində parçalanma verir. Deməli, dihibrid çarpazlaşmada da Mendelin parçalanma qanunu özünü göstərir. İki cüt əlamətin eyni zamanda parçalanmasını analiz etdikdə isə 4 formada fenotip meydana çıxdığını görürük. Burada 16 kombinasiya aşağıdakı kimi olur. 9/16 hissə sarı-hamar, 3/16 hissə sarı-qırışq, 3/16 hissə yaşıl-hamar və 1/16 hissə yaşıl-qırışq toxum olur. Deməli, dihibrid çarpazlaşmada F_2 -də hər bir cüt alternativ əlamət (sarı-yaşıl və hamar-qırışq) özünü sərbəst apararaq, mümkün olan bütün birləşmələrdə kombinasiyalar yaradır. Odur ki, əlamətlər sərbəst olaraq, yəni rəng formadan və forma rəngdən asılı olmadan ikinci nəsilə paylanır. Mendel burada əlamətlərin sərbəst paylanması qanununu müəyyənləşdirdi. Sonradan buna Mendelin üçüncü qanunu adı verildi. Əlamətlərin sərbəst paylanması nəticəsində yeni kombinasiya dəyişkənlikləri meydana çıxır. Kombinasiya dəyişkənliyi nəticəsində bizim misalımızda sarı-hamar və yaşıl-qırışq toxumlar alınır.

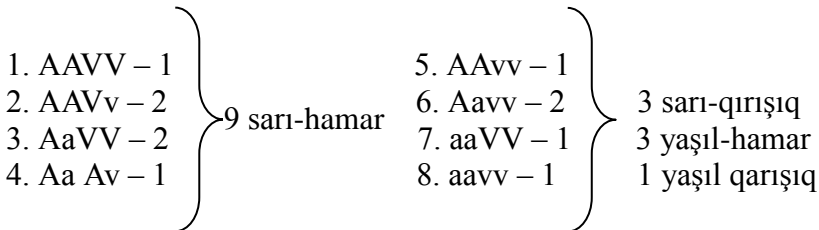
Əlamətlərin irsiliyinin analizini qısa yolla aparmaq üçün fenotip radikalından da istifadə olunur. Məs.: Avvv və AAvv genotipi Av fenotipik radikala malikdir. Belə ki, fenotipik A radikalı arxasında dominant A və ya resessiv allelləri dura bilər: Odur ki, A radikalından sonra tire (A -) qoyulur. Eyni zamanda fenotipik v radikalı göstərir ki, ikinci allel də ancaq resessiv v alleli ola bilər. Bu baxımdan v radikalının genotipi vv yazılır. Bunları nəzərə alaraq, fenotipik radikallara əsasən genotipləri göstərə bilərik. Beləliklə, aaV-radikalı aaVV və aaVv genotiplərinə uyğun gəlir. Fenotipik radikallardan

istifadə edərək, Pənnət cədvəli olmadan da hər bir hibridləşmədən alınan parçalanmanı müəyyən edə bilərik. Bizim misalımızda hibrid AaVv 4 tipdə qamət verir. Bu qamətlər eyni zamanda F₂ hibridlər üçün fenotipik radikalılar ola bilərlər.

Dihibrid çarpazlaşdırmada F₂-də belə sadə qayda müəyyənənləşdirilmişdir: fenotipik radikalıda heç bir dominant geni olmayan fenotiplərin (məs.: aavv) meydana çıxması ehtimalı vahidə bərabərdir. Məsələn.: A-vv radikalının əmsalı bərabərdir $3^1=3$ və yaxud A-V radikalının əmsalı $3^2=9$ olacaqdır.

Bu qaydaya əsasən F₂-də fenotipik parçalanmanı radikalılara görə belə yazı bilərik: 9A-V, 3A-vv, 3aaV və 1aavv və s. Nəinki kombinasıyanı, o cümlədən də fenotiplərin sayını 2n-lə, kombinasıyanın sayını 4n-lə, genotiplərin sayını 3n-lə işarə edərək, təcrübədən alınan kombinasıyanı əvvəlcədən izah edə bilərik. Məs.: iki əlaməti ilə fərqlənən noxud bitkisi sarı-hamar x yaşıl-qırıxıq çarpazlaşdığı zaman F₁ və F₂-dən alınan nəticəni yuxarıdakı düstura nəzərən hesablamıaq olar:

- 1) fenotiplərin sayı 2n, yəni $2^2=4$ -dür;
 - 2) kombinasıyanın sayı 4n, yəni $4^2=16$ -dır;
 - 3) genotiplərin sayı 3n, yəni $3^2=9$ -dur.
- F₂-də genotipləri belə bölmək olar (şəkil 1.18).



Şəkil 1.18. Genotip ve fenotiplər

II FƏSİL

CİNSİYYƏT VƏ CİNSİYYƏTLƏ İLİŞİKLİ İRSİLİK. CİNSİYYƏTİN GENETİKASI

İnsanın bioloji cinsi kişinin və qadının anatomik, fizioloji, biokimyəvi və genetik xüsusiyyətlərinin cəmidir.

Bioloji cinsin aşağıdakı komponentləri ayırd edilir:

- Genetik cins və ya xromosom cinsi cinsiyyət xromosomlarının dəstindən asılıdır. Kişilərdə XY, qadınlarda XX kariotipi olur.

- Hormonal cins – müəyyən növ cinsiyyət hormonlarının üstünlük təşkil etməsi. Bunlara kişilərin androgenləri və qadınların estrogenləri aiddir.

- Qonad cinsi – cinsiyyət vəzilərini, toxumluqları və yumurtalıqları əhatə edir.

- Daxili genital cins – daxili cinsiyyət orqanlarının əlamətlərini birləşdirir.

- Xarici genital cins – xarici cinsiyyət orqanlarının əlamətlərini birləşdirir.

- Subsidiyal cins – skeletin quruluşu, əs tembri, əzələ toxumasının inkişaf dərəcəsi, dərialtı piy qatının paylanması, inkişaf etmiş süd vəzilərinin olub-olmaması kimi əlamətləri birləşdirir.

- İkinci cinsi əlamətlərin inkişafı cinsiyyət hormonlarının miqdarı, hüceyrə reseptorlarının həssaslığı və mühit şəraitinin xüsusiyyətləri ilə müəyyən olunur.

- Sensual cins – tük örtüyünün, dərinin və iy (qoxu) vəzilərinin sekretləri – feromonların tipinə görə fərqli cəhətləri birləşdirir (şəkil 2.1.)



Şəkil 2.1. Genlərin cinsiyyətlə ilişikli irsiliyi

Cinsiyyətin genetikası necə müəyyən olunur?

- Dişi fərdlər ovogenez prosesində cinsiyyət hüceyrələri hazırladıqda xromosomlarda baş verən reduksiya sayəsində hər bir gamet iki XX xromosomundan ancaq birini daşıyır. Ona görə də dişiləri homoqamet adlandırma bilərik. Erkək fərdlər (XY) spermatogenez prosesində iki tip spermatozoid hazırlayır: X və Y . Buna görə də fərdlər heteroqamet adlandırılıla bilər.

Əgər X xromosomu həm anadan, həm də atadan alınarsa, doğulacaq körpə bir qız ($X+X=XX$), anadan X , atadan Y xromosomu olarsa, körpə oğlan ($X+Y=XY$) olacaq. Canlılarda cinsin təyin edilməsi həmişə XX və XY xromosomlarının birləşməsindən irəli gəlir. Bəzən XX və XY sistemindən başqa digər cinsi xromosomlar da cinsin yaranmasında rol oynayır.

Elə canlılar da vardır ki, onlarda dişi və erkəklərin cinsiyyət xromosomları insanın cinsiyyət xromosom tipinin əksinədir. Məsələn, quşlarda, amfibilərdə, kəpənəklərdə, bəzi balıqlarda və s. heyvanlarda dişilər heteroqamet (XY), erkəklər isə

homoqamet (XX) olurlar. Bəzən cinsiyyəti bu tipdə olan orqanizmlərin cinsiyyət xromosomlarını başqa hərflərlə də işarə edirlər. Məsələn, erkəkləri XX əvəzinə ZZ, dişiləri XY əvəzinə ZW kimi yazırlar.

Bəzən elə orqanizmlərə də rast gəlmək olur ki, onlarda dişilər iki X xromosomuna (XX) malik olduqları halda, erkəklər ancaq bir X xromosomu daşıyır (XO). Başqa sözlə desək, onlarda Y xromosomu olmur (şəkil 2.2).



Şəkil 2.2. Cinsiyyətin genetikası

Beləliklə, cinsiyyət xromosomları ilə cinsiyyətin tənzim olunmasının dörd əsas tipi mövcuddur:

1) XY tipli. Bu halda dişilər fərdlər iki XX xromosomlara malik olurlar, yəni homoqametdirlər və eyni tipli qametlər əmələ gətirir – X, erkək fərdlər isə heteroqametdirlər və iki tip qamet əmələ gətirir – X və Y.

2) XO – tipli – dişilər fərdlər iki XX xromosomuna, erkək fərdlər isə yalnız bir X xromosomuna malik olurlar.

3) ZW – tipli – dişilər fərdlər heteroqamet – bir cinsi xromosoma W malik olur, erkək fərd isə homoqamet və iki ZZ xromosoma malik olur.

4) ZO – tipli dişi fərdlər – heteroqamet və bir Z xromosomuna malik, erkək fərdlər isə homoqamet və iki ZZ xromosomuna malik olur.

Birinci tip – XY – bir çox həşəratlarda, məməlilərdə və ikievlü örtülütoxumlu bitkilərin əksəriyyətində təsadüf olunur.

İkinci tip – XO – bəzi həşəratlara, taxtabitiyə (Protenor), bitkilərdən isə *Dioscorea sinnuata* növünə xasdır.

Üçüncü tip – ZW – bəzi balıqlara, məlum olan kəpənək və quşlara, bitkilərdən isə yalnız *Fragaria elatior* çiyələk növünə xasdır.

Dördüncü tip – ZO – Saxalin adalarında yaşayan diri bala doğan *Lacetra virpara* kərtənkələsində məlumdur.

Bundan əlavə, bəzi canlılarda cinsin yaranmasında ətraf mühit amilləri təsirli rol oynaya bilər.

Cinsin formalaşmasında ekoloji amil: Timsah və tısbağa yumurtalarının istiliyi nəslin cinsini müəyyənləşdirir.

Tısbağalarda 33°C–34°C arasındakı temperatur nəslin qadın olmasına səbəb olur, kişi nəsində isə bu temperatur 28°C–31°C-dir.

Timsahlarla vəziyyət tısbağaların əksidir. Timsahlarda temperatur və cinsin yaranması arasındakı əlaqə belədir: qadın nəsilləri üçün 28°C–31°C, kişi nəsilləri üçün 31°C–34°C.

Adətən müxtəlif cinsləri bir-birindən fərqləndirən əlamətləri birinci və ikinci dərəcəli əlamətlərə bölürlər.

Birinci dərəcəli əlamətlərə cinsiyyət hüceyrələrinin əmələ gəlməsini və onların mayalanma prosesində birləşməsini təmin edən bəzi morfoloji və fizioloji əlamət və xüsusiyyətlər aiddir. Bunlara ali heyvanlarda qonadaları, cinsiyyət yollarını, xarici genitaliləri, insanda xarici və daxili cinsiyyət orqanları (bu or-

qanların əsası embriogenezdə qoyulur), ali bitkilərdə isə androsey və geniseyi göstərmək olar.

İkinci cinsi əlamətlərə genlərin tam nəzarətində olan və əksər hallarda cinsi dimorfizmin fenotipdə tam təzahürünə imkan verən xüsusiyyətlər aiddir. İkinci dərəcəli əlamətlər bilavasitə qametogenez prosesini, cinsi hüceyrələrin birləşməsini və mayalanmasını təmin etmir, lakin cinsi çoxalmada köməkçi rol oynayırlar. Məsələn, balıqlarda üzgəclərin xüsusi quruluşu, quşlarda erkək və dişilərin rənginə görə fərqlənməsi, məməlilərdə süd vəzilərinin olması, ali bitkilərdə buğumarası məsafələr, çiçəklənmə vaxtı və insanda cinsi yetkinlik dövründə qızların və oğlanların orqanizmində yaranan morfofizioloji fərqləri misal göstərmək olar.

İkinci dərəcəli əlamətlərdən bəzən **cinsiyyətlə məhdudlaşmış əlamətləri** də göstərmək olar. Belə əlamətlər haqqında irsi informasiyanı bütün fərdlər daşıyır, lakin onların təzahürü yalnız bir cinsdə öz əksini tapır. Məsələn, iri buynuzlu heyvanlarda südlülük xüsusiyyətini müəyyən edən genləri həm dişi, həm də erkək fərdlər daşıyır, lakin onlar yalnız dişi fərdlərdə özünü büruzə verir və yaxud yumurta vermək genlərini xoruzlar da daşıyır, lakin bu xüsusiyyət yalnız toyuqlarda özünü büruzə verir.

Qadınlarda çanağın ölçülərini müəyyən edən genlər autosomlarda yerləşir, həm atadan, həm də anadan irsən keçir. Lakin normada əlamətin inkişafı yalnız qızlarda və qadınlarda baş verir.

Qızların cinsi yetkinliyə çatma yaşı və süd vəzilərinin inkişafı, onlarda piy toxumasının inkişafı və paylanması kimi əlamətlər də cinsiyyətlə məhdudlaşdırılır.

- Kişilərdə cinsiyyətlə məhdudlaşdırılan əlamətlərə bə-dəndə tük örtüyünün miqdarı və paylanması misal ola bilər.

- Əgər şəhadət (2-ci) barmaq adsız (4-cü) barmaqdan uzundursa, bu, kişilərdə dominant, qadınlarda resessiv əlamət kimi irsən keçir. Autosomlardakı bəzi genlərin idarə etdiyi do-minant və ya resessiv əlamətlər orqanizmin hansı cinsə aid ol-masından asılıdır. Bəzi əlamətlər kişilərdə dominant, qadınlar-da resessiv və ya tam əksi ola bilər.

Bəzi hallarda əlamətlər cinsiyyətdən asılı olur. İnsanda cin-siyyətdən asılı əlamətlərin inkişafı zamanı eyni bir gen kişilər-də dominant, qadınlarda isə resessiv alternativ formaların ya-ranmasına səbəb olur. Məsələn, kişilərdə vaxtından əvvəl saçın tökülməsi dominant əlamətdir. Bu gen kişilərdə və qadınlarda çox fərqli fenotipik effektdə malikdir.

- Əlamət üzrə homoziqot dominant AA və heteroziqot Aa kişilərdə 100% fenotipik effektlə üzə çıxır. AA genotipli qadınlarda saçın tökülməsi nisbətən az baş verir. Aa genotipli qadınların isə normal saçı olur.

Podaqra və ya duz mübadiləsinin pozulması ilə əlaqədar oynaqların iltihabı xəstəliyinin penetrantlığı kişilərdə 80%, qa-dınlarda isə cəmi 12% təşkil edir.

Cinsiyyətlə idarə olunan bütün əlamətlərdə müşahidə olu-nan ekspressivlik cinsiyyət hormonlarının təsirindən asılıdır. Məsələn, gələcək müğənnilərin səs tipləri (bas, bariton, tenor, soprano və s.) cinsi xüsusiyyətlərlə idarə olunur. Cinsi yetkinlik dövründən başlayaraq, bu əlamət birbaşa cinsiyyət hormonla-rının təsiri altında olur.

İnsanda cinsiyyətdən asılı olan əlamətlər qanda kişi və qadın cinsiyyət hormonlarının nisbətindən asılıdır. İkinci cinsi əlamətləri müəyyən edən genlər hər iki cinsdə olsa da, onların

fenotipdə üzə çıxması yenə də cinsiyyət hormonlarının nəzarəti altında baş verir. Kişilərdə saqqalın normal inkişafı dominant genlə idarə olunur, qadınlarda isə bu gen normal halda resessiv təsirə malikdir. Qadın cinsiyyət hormonları saqqalın inkişafını təmin edən dominant genin fenotipdə üzə çıxmasının qarşısını alır.

Q.Mendelin qanunları bütün canlılara aiddir. Demək olar ki, bütün canlılar təbiətdə 1:1 nisbətində yaranır və inkişaf edir. Bu, canlıların yaş xüsusiyyətindən də asılıdır. Məs.: cinsiyyətin tənzimlənməsində aparılan faktlarla tanış olsa, bunu aydın görə bilərik (cədvəl 2.1).

Cədvəl 2.1. Müxtəlif irqlərdə cinsiyyətin tənzimlənməsi

Sıra №-si	İnsan irqləri	Oğlan	Qız
1	Amerika zəncilərində	109	100
2	Amerika ağları	106	100
3	Yunanıstanda	113	100
4	Kubada	101	100
5	Azərbaycanda	116	100

İnsanlar yaşlaşdıqca üçüncü nisbətlər meydana çıxır. Məs.: Amerika ağları içərisində aşağıdakı üçüncü nisbətlər müşahidə olunmuşdur.

Biz canlıların dünyaya əkiz gəldiyi mövsümün - doğru olduğunu görürük, yəni 1:1-dir.

İlk dəfə drozofil milçəyində meydana gələn ağ gözlüklü əlamətin nəslə keçməsinə öyrəndikdə onun X xromosomla ilişikli nəslə keçməsi göstərilmiş və bununla da irsiyyətin xro-

mosom nəzəriyyəsinə əsaslanılmışdır. Mutasiya sayəsində ağgöz milçəklərdə meydana gəlmişdi.

İlkin nisbətlər	100	100
İkinci nisbətlər	106	100

Üçüncü nisbətlər belədir:

18 yaş	100	100
50 yaş	95	100
57 yaş	90	100
67 yaş	70	100
87 yaş	50	100
100 və ondan artıq	21	100

Azərbaycan ailələrində ilk məlumata görə ikinci və üçüncü nisbət belədir:

İkinci nisbət	116	100
----------------------	------------	------------

Üçüncü nisbət isə aşağıdakı kimi olmuşdur (cədvəl 2.3):

Cədvəl 2.3. Yaşa görə cinsiyyətin tənzimlənməsi

Sıra №-si	İnsan irqləri	Oğlan	Qız
1	20-30 yaşda	100	97
2	40-50 yaşda	100	83
3	60-70 yaşda	100	43
4	79-90 yaşda	100	17

T.Morqon (şəkil 2.3) görmüşdür ki, ağgöz dişilərlə qırmızıgöz erkəkləri çarpazlaşdırdıqda alınan birinci nəslin bütün fərdləri qırmızıgözlü olmur, bu əlamət ancaq dişi fərdlərdə meydana gəlir.

Dominant qırmızıgözlülük əlamətinin genini S_n , resessiv ağgözlüyü isə S_n^+ (koinaber) hərfi ilə işarə edək.



Şəkil 2.3. Tomas Morqan (1866-1945)

Genetikada X xromosomu düz xətlə (-), Y xromosomu isə çiyinli xətlə $\rightarrow()$ işarə edilir. Ağgöz dişi ilə qırmızıgöz erkək milçəyini çarpazlaşdıraraq. Onda aşağıdakını alırıq.

Hələ 1906-cı ildə Betson və Pennet ətirli noxud bitkisinin müxtəlif sortlarını çarpazlaşdırdıqda müəyyən etdilər ki, F_2 -də öyrənilən qeyri-allel əlamətlər sərbəst paylanmayıb, ilişikli nəslə keçir.

Onda Morqan iki cüt qeyri-allel əlamətlə bir-birindən fərqlənən drozofil milçəkləri çarpazlaşdırıb F_1 və F_2 nəsilləri aldıqda görmüşdür ki, öyrənilən qeyri-allel əlamətlər bəzən ili-

şikli surətdə nəsillərə keçir, sərbəst paylanmır. Əgər bədənlərinin rəngi normal və qanadları rudiment milçəyi, bədəni qara və qanadları normal milçək ilə çarpazlaşdırsa, F₁-də əlamətlər düzgün alınır. Drozofildə qanadın rudimentliyi (Vg–vestigial Vestigia) və qara rəngliyi (v-vlask) resessiv əlamətlərdir. Gələcəkdə qanadın rudimentliyi Vg normal qanadlılıq Vg⁺ qara bədənlilik-v, normal (boz) bədənlilik v⁺ işarə edəcəyik.

rəngi normal	v ⁺ ug	vV g ⁺	rəngi qara
qanadı rudment	v ⁺ ug	v Vg ⁺	qanadı normal
Qamet	<u>v⁺Vg</u>	vVg ⁺	

F₁ $\frac{v^+Vg}{vVg^+}$ rəngi normal, qanadı normal Mendelizmdə olduğu kimi analizedici çarpazlaşma aparacaq

və ya	$\frac{v^+Vg}{vVg^+}$	$\frac{v^+Vg}{vVg^+}$
-------	-----------------------	-----------------------

v⁺Vg vVg⁺ X vVg⁺v⁺Vg⁺ X vVg

$\frac{v^+Vg}{vVg^+}$	$\frac{v^+Vg, -}{v^+Vg^+}$	$\frac{v Vg^+, -}{vVg}$	$\frac{v Vg^+}{v^+Vg^+}$
-----------------------	----------------------------	-------------------------	--------------------------

və ya belə ola bilər:

v⁺Vg vVg⁺ və ya vVg v⁺Vg⁺XvVg

v⁺Vg vVg X vVg⁺ v⁺Vg; vVg⁺ vVg X v⁺Vg⁺ vVg;

Burada valideynlərin hərəsindən bir xromosom qeyd olunmuşdur.

$$\frac{v^+Vg}{vVg^+} \text{ dişidə } \frac{v Vg^+}{vVg^+} F_1\text{-in erkək milçəklərdən 4 fenotipdə}$$

milçək alınır.

Erkəkdə $\frac{v^+Vg}{vVg^+}$ ildə 4 cür qamet hazırlayır:

$$v^+Vg \quad vVg^+ \quad v^+ Vg^+ \quad vVg$$

Bunlardan birinci iki qametlər ilişikli genlər daşıyır, iki axırıncılar isə genlərin rekombinasiyası nəticəsində əmələ gəlmiş v^+Vg^+ və ya vVg^+ qametlərdir. Belə qametlərə krosinsoverli qametlər deyilir. Lakin F_2 analizə qarpazlaşmadan alınan milçəklər bərabər nisbətdə 1:1 olmalıdır.

QISA TERMINOLOJİ LÜĞƏT

1. Aquiti – heyvanlarda vəhşi itin tükünün rəngi
2. Ana irsiyyət – irsi əlamətin ancaq ana tərəfdən keçməsi
3. Avtoqamiya – eyni çiçəyin hazırlandığı qametlərin birləşməsi nəticəsində baş verən mayalanma
4. Analizedici çarpazlaşma – irsi əlamətin əldə edilmiş F_1 nəslin çarpazlaşdırılması
5. Antigen – mövcud heyvan orqanizmində yad təbiətli zülal, həmçinin mikroorqanizmlərin zülalları
6. Akrosentrik xromosom – çiyinləri bərabər olmayan xromosomlar
7. Albinos – piqmenti olmayan orqanizmlər
8. Ailə – heyvandarlıqda bir ana fərdin nəslə üzrə seçilib yaradılan qrup
9. Allel – homoloji xromosomun eyni lokusunda yerləşən genlər
10. Allopoliploid – 2 və daha çox başlanğıc növün xromosom kompleksinə malik orqanizm
11. Amfimiksis – adi cinsiyyətli çoxalma tipi
12. Anafaza – mitoz və meyozun mərhələsi
13. Androgeniz – nüvəsi müəyyən səbəbdən məhv olmuş yumurtanın ona daxil olmuş erkək cinsiyyət hüceyrəsinin nüvəsi hesabına rüşeyminin inkişafı
14. Antikodon – triplet, nəqliyyat RNT-nin bir ucunda yerləşir, nukleotid tərkibinə görə M RNT-nin hər hansı kodonuna komplementar olur
15. Antimutagen – mutagenlərin təsirini zəiflədən və ya sıradan çıxaran maddələr

16. Antitel – zülal təbiətli maddə olub, orqanizm tərəfindən ona daxil olan antigenlərə qarşı sintez olunur
17. Aralıq formalar – bir-birindən iki və çox allellərlə fərqlənən orqanizmlərdən əmələ gələn nəslin əlamətləri aralıq xarakter daşıyır. İnsanda dərinin rəngi ən azı 2 cüt allel ilə A-a və V-v ilə əmələ gəlir. Zənci ilə ağ adam evlənəndə $AAVV \times aa vv = AaVv$ qəhvəyi rəng alınır
18. Auksin – bitkilərin böyüməsini təmin edən hormon
19. Autbriding – qohum olmayan xətlərə mənsub çarpazlaşdırılma
20. Autosomlar – hüceyrədə cinsiyyət xromosomundan başqa cüt xromosomlara deyilir. Məs.: qadının hər bədən hüceyrəsində bir cüt cinsi xromosom (XX) və 22 cüt autosom xromosom olur
21. Axeyropodiya – insanda baş verən irsi anomaliya. Valideyn normal olsa da, uşaq əlsiz və ayaqsız olur
22. Autosom resessiv irsilik – autosom xromosomlarla ilişikli resessiv əlamətlərin irsən keçməsi
23. Axtalanma – toxumların və yumurtalıqın çıxarılması
24. Axromosomlar – normal diploid xromosom kompleksi
25. Bəkkros – qayıtma çarpazlaşması, birinci nəsil hibridin dominant əlamətli valideyn forması ilə çarpazlaşdırılması
26. Bivalent – iki homoloji və ya qismən homoloji xromosomdan təşkil olunmuş xromosom cütü
27. Biotip – növ daxilində fenotipə bir-birinə bənzəyən, yaxın qohum genotipə malik olan və müəyyən mikroarsal tutan fərdlər yığıcı
28. Bir yumurta əkizləri (ientik əkizlər) – mayalanmış bir yumurtanın inkişafı zamanı iki yerə ayrılması və müstəqil inkişafı

29. Biseksuallıq – növdə iki cinsiyyətliliyin mövcudluğu, ziqotun hər iki cinsiyyətlilik imkanına malik olması (cinsiyyət və xromosomları)
30. Vegetativ qütb – yumurta sarısının yerləşdiyi qida maddələri ilə zəngin aşağı nahiyəsi
31. Vegetativ orqanlar – bitkilərin fərdi inkişafına xidmət edən üzvlər
32. Vegetativ çoxalma – qeyri-cinsi çoxalmanın bir forması olub, ana orqanizmdən ayrılmış vegetativ surətdə sərbəst inkişaf edir
33. Qamet – cinsiyyət hüceyrələri
34. Qametogenoz – cinsiyyət hüceyrəsinin, yəni qametlərin əmələ gəlməsi prosesi
35. Qametlərin təmizliyi hipotozu – heteroziqot orqanizmlərdə genlərin bir-biri ilə qarışması və qamet hazırlanarkən təmiz ayrılıb, ayrı-ayrı qametlərə düşməsi
36. Qametofit – nəsil növbələşməsi olan bitkilərdə cinsi nəsil
37. Qamont – sporizlərin çoxalmasında qametləri əmələ gətirən cinsi fərd
38. Daun sindromu – insanda ən kiçik xromosomlardan olan 22-ci xromosom trisomiyası nəticəsində meydana gələn xəstəlik
39. Diagenoz – I metafazada xromosomların qısalması
40. Diploid ($2n$) – samotik hüceyrədə xromosomların ikiqat yığılımı
41. Liptonema – konyuqasiya edən xromosomların bu mərhələdə bir-birinə sarılması
42. Disentrik xromosom – iki sentromeri olan xromosom
43. Dihibrid – iki cüt allelgenlər üzrə heteroziqot fərd

44. Dihibrid çarpazlaşma – iki cüt alleli ilə fərqlənən orqanizmlərin çarpazlaşdırılması
45. DNT – orqanizmdə zülal quruluşunu müəyyən edən irsiyyət materialı
46. Dominant gen – bir əlamətin təzahüründə üstünlük göstərən gen
47. Dominantlıq – heteroziqot fərddə öyrənilən allellərdən birinin digərinə resessivə görə daha güclü təsir göstərməsi
48. Dölsüzlük – uzaq hibridləşmədə meydana gələn heyvan və bitkilərin nəsil verə bilməməsi
49. Duplikasiya – xromosomlarda və genlərdə baş verən dəyişikliklər (ikiləşmə)
50. Ekotin – növ daxilində müəyyən mühitə genetik uyğunlaşan biotiplər qrupu
51. Ekspressivlik – geniş təsir qüvvəsi ilə təzahür edib, əlamətin fonetipik dərəcəsi
52. Endomitoz – mitoz zamanı xromosomların reduksion bölünməsi nəticəsində miqdarının iki dəfə artaraq bir nüvə daxilində saxlanması
53. Endopoliplodiya – hüceyrələrdə müxtəlif ploidiyə malik nüvənin olması
54. Epistoz – müxtəlif cür qeyri-allelgenlərin qarşılıqlı təsiri, biri o birinin təzyiqini altına alır və onun təsirini azaldır
55. Əksmutasiya – mutanın allelin yenidən başlanğıc allele keçməsi ilə yaranan mutasiya
56. Ziqonema – meyozun I profazasının mərhələlərindən olub, homoloji xromosomlar konyuqasiya edir
57. İlişiklik – genlər arasında əlaqə olub, əlamətlərin asılı olmadan paylanması imkanını aradan qaldırır

58. İmmunitet – orqanizmlərin xəstəliklərə və ziyanvericilərə qarşı qeyri-həssaslığı
59. İnversiya – xromosom sahəsinin 180^0 fırlanması ilə əlaqədar olaraq xromosomda baş verən dəyişiklik
60. İntergenez – meyozun reduksion və ekvasion bölünməsi arasında keçid
61. İnterseks – dişi və erkək cinsiyyət arasında orta vəziyyət tutan fərd
62. İnterfaza – iki minoz arasında metabasik genotipi sakit hüceyrə mərhələsi
63. Kadon – müəyyən ardıcılıqla düzülən RNT nukleotidlərindən ibarət olan bir amin turşusunu kodlaşdıran irsi informasiya vahidi
64. Konyuqasiya – meyozun I fazasında homoloji xromosomların yaxınlaşaraq bir-birinə sarılması
65. Gen – xromosomun müəyyən biokimyəvi funksiya daşıyan ən kiçik bir sahəsi
66. Genotip – orqanizmin xromosomda yerləşən bütün genlərinin cəmi
67. Krossinqover – reduksion bölünmədə konyuqasiya zamanı homoloji xromosomların müəyyən sahələrinin mübadiləsi
68. Letal-gen – orqanizmdə eybəcərlik törədən və yaxud orqanizmin məhv olmasına səbəb olan genlər
69. Genetika – orqanizmin irsiyyət və dəyişkənliyi haqqında elm
70. Genetik kod – DNT molekulunda üç nukleotidin ardıcılığı olub, zülal molekulunda müəyyən amin turşuların düzülüşünü müəyyən edir
71. Genlərin ilişikliyi – eyni xromosomda yerləşən genlər (sərbəst paylanma)

72. Genom – irsiyyət vahidləri-genlər yerləşmiş xromosomlar
73. Loks – genin xromosomda yerləşdiyi yer
74. Letal gen – orqanizmin ölümü
75. Meyoz – reduksion böyümə
76. Makroqametogenez – makrostardan daimi qematofit və yumurta hüceyrələrinin əmələ gəlməsi
77. Metasentrik fraqment – sentromeri təxminən xromosomun ortasında yerləşən xromosom
78. Mitoz – (kariogenez) somotik hüceyrələrin bölünmə üsulu
79. Mikroqamet – ibtidailərdə, yosunlarda hərəkətli kiçik cinsi hüceyrə
80. Mikronukleus – ibtidailərdə təsadüf edilən kiçik nüvə
81. Monosomiya – diploid xromosom sayından bir xromosomun az olması ($2n-1$)
82. Mutagenlər – orqanizmlərə daha tez nüfuz edən və ondan mutasiya əmələ gətirən amillər
83. Mutasiya – orqanizmlərin irsi əsaslarından genotipində gözlənilmədən sıçrayışla baş verən irsi dəyişilmələr
84. Muton – genin mutasiya verə biləcək kiçik hissəsi
85. Növarası çarpazlaşma – müxtəlif növlər arasında aparılan çarpazlaşdırılma.
86. Antogenez – fərdi inkişaf
87. Ovulyasiya – yumurta follukulundan tam formalaşmış yetkin yumurtanın azad olması - çıxması
88. Ontogenez – çoxhüceyrəli orqanizmin formalaşdığı ilk dövrdən başlayaraq, ölənə qədər keçirdiyi inkişaf
89. Parçalanma – hibridlərdə alınmış müxtəlif əlamətlərin yaranması
90. Poliploidiya – xromosom sayının dəfələrlə artması

91. Parçalanma – heteroziqot nəsildən spesifik xüsusiyyətlərə malik aydın fərqlənən fərdlərin meydana çıxması
92. Reduksiya – qametogenezdə xromosom sayının iki dəfə azalması
93. Replikasiya – DNT-nin reduplikasiyası
94. Sentromer – xromosomların qütblərə hərəkətini idarə edən xromosom sahəsi
95. Stabil olmayan gen – yüksək mutasiya qabiliyyətinə malik olan gen
96. Sterillik – dölsüzlük
97. Trihibrid – üç cüt allellə heteroziqot olan hibrid
98. Triploid – əksərən dölsüzlük (3X)
99. Trisomik – müəyyən növ xromosomların 3 dəfə iştirak etdiyi fərd
100. Fenogenetika – əlamətin formalaşmasına mühit şəraitinin təsirinin öyrənilməsi
101. Fenotip – fenotip genotiplə xarici şəraitin qarşılıqlı təsiri
102. Fraqment – xromosomun sentromeri olmayan (asentrik) və sentromeri olan qırılmış hissəsi
103. Xiazma – iki homoloji qeyri-bacı xromotidlərin çarpazlaşdığı yerdə əmələ gəlmiş xüsusi fiqur
104. Xromatid – xromosomu uzununa təşkil edən iki yandan biri olub, mitozda funksional vahid
105. Xromatin – hüceyrə nüvəsi maddəsi olub, xüsusi boyaq-larda rənglənmə
106. Xromonemlər – xromosomun nukleoproteid sapları olub, xromatidlərin uzununa quruluş vahidləri
107. Xromosom – hüceyrənin nüvəsində öz-özünə törətmək qabiliyyətinə malik olan cisimlər olub, meyoza və mitozda müəyyən boyayıcılarla rənglənilir və mikroskop altında

- aydın görünür. Orqanizmin irsi informasiyalarının maddi əsasıdır
108. Xromosomların ayrılmaması – meyoza və ya mitozda homoloji xromosomların ayrılmadan eyni hüceyrədə qalması
 109. Xamer – genetik cəhətdən müxtəlif hüceyrə qatlarından ibarət olan fərd
 110. Heteroziqot – öyrənilən əlamətə (genə) görə fərqli qamətlərin mayalanmasından əmələ gələn ziqot (məs.: Aa)
 111. Heteroqamet cinsiyyət – iki tip (məs: X və Y xromosomuna malik) qamet hazırlayan cinsiyyət
 112. Homoziqot – öyrənilən əlamətə görə oxşar qamətlərin mayalanmasından əmələ gələn ziqot (məs.: AA)
 113. Homoloji xromosom – diploid orqanizmlərdə adətən hər xromosomun bir cütü
 114. Cinsi çoxalma – nəsil əlamətlərinin bir hissəsinin cinsi hüceyrələr vasitəsilə valideyn ana fərddən, digərlərinin isə valideyn ata fərddən gəlməsi

İSTİFADƏ OLUNMUŞ ƏDƏBİYYAT

1. M.A.Axundov., A.C.İsmayılov. Genetika. Bakı, 1988.
2. M.A.Axundov. İnsan genetikasına səyahət. Bakı, 1978.
3. D.B.Nasıyev., C.D.Əliyev., P.Ə.Əliyev. Biologiya. Bakı, 1991.
4. R.Quliyev., K.Əliyeva. Genetika. Bakı, 2002.
5. M.Babayev., M.Məcıdov. Genetikadan praktikum. Bakı, 2006.
6. S.Abbasov. Genetika və seleksiyanın əsasları. Gəncə, 2009.
7. С.Гершензон. Основы современной генетики. Киев, 1983.
8. Айала Ф., Кайгер Дж. Современная генетика. I-II том, Москва, “ Мир ”, 1987 .
9. A.S.İsmayılov, M.Ş. Babayev, M.M.Məcıdov, S.M.Nağıyeva – Genetikadan praktikum. “Maarif”, 2002.
10. Г.Боген. Современная генетика. Москва, 1970.
11. А.П.Акифьев. Общая генетика. Москва, 1985.
12. Ж. Бейссон. Генетика. Москва, 1976.
13. Э.Робертис, В.Новинский, Ф.Сах. Биология клетки. Москва, 1973.
14. <https://core.ac.uk/download/pdf/76002004.pdf>

MÜNDƏRİCAT

ÖN SÖZ	3
GİRİŞ	5
I FƏSİL	
İRSİYYƏTİN SİTOLOJİ VƏ SİTOGENETİK	
ƏSASLARI	7
1.1. Hüceyrənin quruluşu	11
1.2. Hüceyrənin bölünməsi. Orqanizmlərin çoxalma formaları	25
1.3. Fenotip və genotip	36
II FƏSİL	
CİNSİYYƏT VƏ CİNSİYYƏTLƏ İLİŞİKLİ İRSİLİK. CİNSİYYƏTİN GENETİKASI	44
 QISA TERMINOLOJİ LÜĞƏT	55
 İSTİFADƏ OLUNMUŞ ƏDƏBİYYAT	63

TAMILLA KƏRİMOVA

İRSİYYƏTİN SİTOGENETİK ƏSASLARI

(Dərs vəsaiti)

Bakı: “Zəngəzurda” Çap Evi, 2024 – 68 səh.

Çap evinin rəhbəri:

Mübariz Binnətoğlu

Korrektor:

Lamiyə Məmmədova

Kompüter tərtibatçısı:

Ellada Məmmədova

Çapa imzalanmışdır: 02.03.2024

Kağız formatı: 60x84 1/16

H/n həcmi: 4,25 ç.v.

Sifariş: 735

Sayı: 50

“Zəngəzurda” Çap Evində çap olunub.

Redaksiya ünvanı: Bakı şəh., Mətbuat prospekti, 529-cu məh.

Tel.: +994 50 209 59 68

+994 55 209 59 68

+994 12 510 63 99

+994 55 253 53 33

e-mail: zengezurda1868@mail.ru