

3-MAVZU: MENDEL QONUNLAR VA MONODURAGAY IRSIYLANISHI. DI VA POLIDURAGAY IRSIYLANISH.

Monoduragay chatishtirish

Tayanch tushunchalar va bilimlar: Duragaylash, monoduragay chatishtirish, ota-ona organizmlari, duragay avlod, P, ♀, ♂, X, F ramzlari, dominant, retsessiv, Mendelni birinchi qonuni, Mendelni ikkinchi qonuni, pennet katagi, allelomorf, fenotip, genotip, geterozigota, gomozigota, fenotip bo'yicha nisbat, genotip bo'yicha nisbat, gametalar sofligi farazi, takroriy chatishtirish, bekross, tahliliy chatishtirish, oraliq chatishtirish, ko'p tomonlama allelizm, kodominantlik, χ^2 usuli, ozodlik darajasi.

1.Mendelning birinchi va ikkinchi irsiyat qonunlari

Genetikada belgilarning irsiylanishini o'rganishda keng qo'llaniladigan metod **duragaylash*** ya'ni muqobil belgilari bilan farqlanuvchi organizmlarni chatishtirish hisoblanadi.

Chex tabiiashunosi G.Mendeldan oldin ham tadqiqotchilar turli o'simlik va hayvonlarning bir-biridan belgilari bo'yicha farq qiluvchi formalarini chatishtirganlar, biroq irsiyat qonunlarini ochishga muvaffaq bo'lmadilar. Irsiyat qonunlari birinchi marotaba G.Mendel tomonidan kashf qilindi. Olim irsiyat qonunlari-rini duragaylash metodi asosida kashf etdi.

13 -rasm. G.Mendel



(1822-1884).

Quyidagi omillar Mendel muvaffaqiyatlarini ta'minlagan:

1. Chatishtirish uchun qulay bo'lgan no'xat o'simligini tanlanganligi va ular orasidan bitta, ikkita, uchta turg'un belgisi bilan farq qilgan formalarni chatishtirib duragaylar olinganligi;
2. Kelgusida har bir duragay o'simlik naslini alohida ekib, ularda ota-ona belgilarini qanday rivojlanganligini aniqlanganligi;
3. Duragaylarni o'z-o'ziga chatishtirib ularning ikkinchi, uchinchi va keyingi avlodlarida ota-ona o'simliklarga o'xshash formalarni miqdorini aniqlanganligi va ularni matematik-statistik metod bilan tahlil qilinganligi;
4. Tadqiqot natijalarini xulosalab, irsiyat qonunlarini ixtiro qilinganligi.

* Duragaylash metodidan foydalanganda tubandagi ramziy belgilarni bilish kerak. Chatishtirishda qatnashayotgan ota-ona organizmi oldiga “P” harfi qo’yiladi. U lotin tilidagi *parentale* – ota-ona so’zining bosh harfidir. Urg’ochi jins ♀ (Zuhro sayyorasi, dastali ko’zgu ramzi), erkak jinsi ♂ (Mars sayyorasi, qalqon va nayza ramzi) belgisi bilan ifodalanadi. Chatishtirish belgisi “X” hisoblanadi. Duragay organizmlar oldiga “F” harfi qo’yiladi, u lotincha filiale (farzandlar) so’zining bosh harfini ifodalaydi. Duragayni nechanchi avlodga tegishliligi F indeksiga raqam, ya’ni F_1 , F_2 , F_3 bilan ko’rsatiladi.

Mendel tajribalarini birida no’xat doni rangi sariq va yashil bo’lgan o’simliklar chatishtirildi. Bitta turg’un belgisi bilan farqlanuvchi organizmlarni chatishtirishga **monoduragay chatishtirish** deyiladi. Chatishtirish natijasida olingan barcha duragay o’simliklar doni sariq rangda ekanligi ma’lum bo’ldi. Boshqa tajribada no’xat o’simligining guli qizil va oq formalari chatishtirilgan edi, duragaylarning guli bir xil qizil rangda ekanligi aniqlandi. Duragaylarning birinchi avlodida yuzaga chiqqan belgilarni **dominant** (ustun), yuzaga chiqmagani esa **retsessiv** (yashirin) belgi deb nomlandi. **Ota-ona organizmlardagi belgining duragaylarning birinchi avlodida birining ikkinchisi ustidan dominantlik qilishi Mendel tomonidan kashf etilgan irsiyatning birinchi qonunidir.** Mazkur qonunni ba’zan duragay organizmlar **birinchi avlodida belgilarning bir xillik qonuni** deb ham yuritiladi.

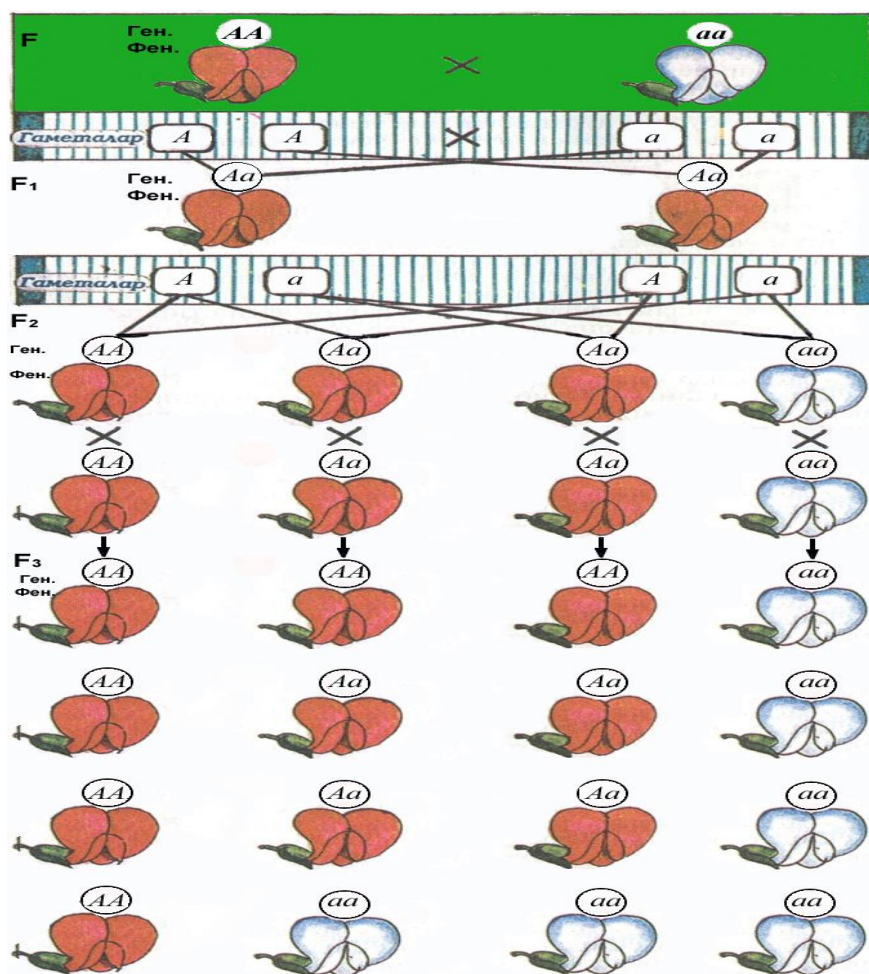
Yuqoridagi tajribada qayd qilingan F_1 duragaylar o’z-o’zi bilan chatishtirilsa, ulardan olingan ikkinchi avlodda don rangi yoki gul rangi bo’yicha xilma-xillik kuzatilgan. Duragay organizmlarda doni sariq yoki yashil, guli qizil yoki oq rangli o’simliklar uchragan. Dominant belgili o’simliklarning retsessiv belgili o’simliklarga nisbatan miqdori o’rtacha 3 marotaba ko’p bo’lgan. Bu jarayonni xulosalab Mendel ikkinchi irsiyat qonunini, ya’ni **ikkinchi avlod duragaylarda ota-ona belgilarining ajralishini** va ularning nisbatini 3:1 holatda bo’lishini ixtiro qilgan.

F_2 da hosil bo’lgan oq gulli no’xatlarni o’zaro chatishtirilganda F_3 da faqat oq gulli o’simliklar ivojlantadi. F_2 dagi qizil gulli no’xatlar chatishtirilganda ulardan $1/3$ qismi F_3 da faqat qizil gulli, $2/3$ qismi bo’lsa F_2 dagi singari qizil gulli va oq gulli o’simliklarga ajralish beradi. Bunday hodisa no’xat o’simligining donini rangi bo’yicha F_2 dan F_3 ni olganda ham namoyon bo’lgan (14-rasm). Bu tajriba asosida Mendel duragaylar tashqi belgilari tuzilishi bilan bir xil bo’lsada o’simliklar irsiy omillari bo’yicha farqlanishi mumkin ekan, degan xulosaga keldi.

Genetikada organizmning tashqi, ichki belgi –xossalarining majmui **fenotip**, irsiy omillarning yig'indisi esa **genotip** deb ataladi. Yuqoridagi misolda donning, gulning ranglari fenotip, ularning rivojlanishiga mas'ul omillar genotip deyiladi.

2. Gametalarning soflik farazi

Mendel monoduragay chatishtirish natijalarini tahlil qilgan holda birinchi avlodda retsessiv belgini namoyon bo'lmashini, lekin F₂ da dominant belgili organizmlar bilan bir qatorda retsessiv belgili organizmlar qayta hosil bo'lishiga e'tibor berdi. U bu hodisani sababini tushuntirish uchun **gametalar sofligi farazini** ilgari surdi. Bu farazga ko'ra har qanday organizmda ko'zga ko'rinadigan tashqi belgilardan tashqari ularni avloddan-avlodga tashib yuruvchi irsiy omillar ham bo'ladi. Mendel ana shu irsiy omillarni shartli ravishda lotin alifbosining harflari bilan ifodalash lozimligini qayd qildi. Bunda dominant belgining irsiy omilini bosh harf, retsessiv belgining irsiy omilini esa kichik harf bilan ifodalash kerakligini uqtirdi. Masalan, no'xat donining rangini sariqlik irsiy omilini "A", yashillik irsiy omilini "a" bilan ifodaladi.



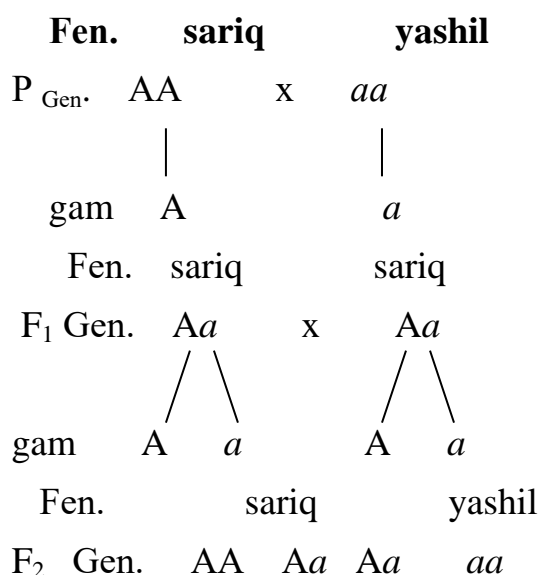
14 - rasm. No'xat o'simligining duragaylarida gul rangining irsiylanishi.

Organizmlarda irsiy omillar juft holda bo'ladi, chunki ulardan biri ona organizmdan o'tgan bo'lsa, ikkinchisi ota organizmidan kelgan bo'ladi. Belgini **muqobilligini** keltirib chiqaruvchi genlar juftiga **allelomorf** juftlik deyiladi. Har bir omil ikki xil holatga **dominant allel holat –A, retsessiv allel holat -a** bo'ladi. Modomiki shunday ekan, u holda chatishtirishda qatnashgan sariq donli no'xatning irsiy omil juftligi AA, yashil no'xatning irsiy omil juftligi esa aa ko'rinishida bo'ladi. Tabiiy ravishda sariq donli no'xatlarni gametalarida "A" omili, yashil no'xatning gametalarida "a" omili uchraydi. Chatishtirish chog'ida changchi va urug'chi gametalaridagi "A" va "a" allellar o'zaro qo'shilganligi sababli F₁ duragayida irsiy omillar "Aa" genotip holda namoyon bo'ladi. F₁ organizm rivojlanish davrida ularda yetishgan jinsiy hujayralar – gametalarni birida A, ikkinchisida esa a irsiy allellar uchraydi. Agar F₁ avlod duragaylari o'z-o'zi bilan chatishtirilsa, u holda urug'chi o'simligi A va a irsiy omilga, changchi o'simlik ham A va a irsiy allellarga ega gametalarni hosil qiladi. Urug'lanish sodir bo'lganda gametalardagi irsiy omillar qo'shilishi sxemasini osonlashtirish maqsadida angliyalik genetik **R.Pennet** maxsus **pennet katagini** joriy etdi. Katakning yuqori gorizantal qismiga changchi jinsining, chap yonboshdagi vertikal qismiga urug'chi jinsining gametalari, katakchalar ichiga esa gametalarning qo'shilish imkoniyatlari yozilsa tubandagi holat yuzaga keladi:

♂	A	a
♀	A	a
A	AA	Aa
a	Aa	Aa

Natijada, F₂ da AA, Aa, Aa, aa irsiy genotiplarga ega o'simliklar rivojlanadi. "A" allel holati no'xat donining sariq rangini, "a" allel holati yashil rangini ifoda etgani sababli, duragaylarning 3/4 sariq, 1/4 qismi esa yashil rangli bo'ladi. F₂ dagi AA – genotipli doni sariq rangli organizmlar o'zaro chatishtirilganda F₃ da faqat "toza" AA – genotipli doni sariq rangli organizmlar hosil bo'ladi. Aa- genotipli doni sariq rangli organizmlar o'zaro chatishtirilganda F₃ da 3:1 nisbatda ajralish (3sariq donli, 1yashil donli) sodir bo'ladi. F₂ dagi aa – genotipli doni yashil rangli organizmlar o'zaro chatishtirilganda F₃ da faqat "toza" aa – genotipli doni yashil rangli o'simliklar hosil bo'ladi. Shunday qilib F₂ dagi organizmlarni yarmi 2/4 "toza" (AA,aa) keyingi bo'g'inda ajralish bermaydi va ularni **gomozigota** deyiladi. Qolgan yarmi 2/4 duragay (Aa) F₃ da belgilar bo'yicha ajralish beradi ularni **geterozigota** deyiladi.

Bayon etilgan mulohazalarga asoslanib no'xatning doni sariq va yashil rangli changchi va urug'chi o'simliklarini chatishtirishdan olingan birinchi, ikkinchi avlod duragaylar tubandagicha yoziladi:

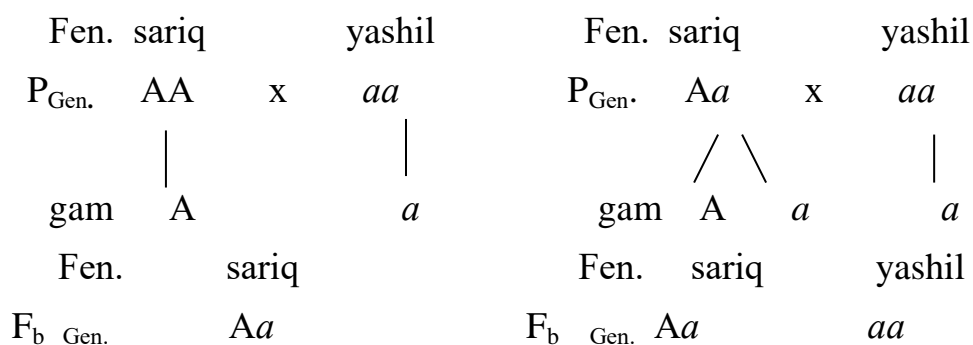


Binobarin F₂ da fenotip bo'yicha nisbat 3:1 (3 qism sariq donli va 1 qism yashil donli), genotip bo'yicha 1:2:1 (1AA : 2Aa : 1aa) namoyon bo'ladi.

3. Takroriy va tahliliy chatishtirish

Birinchi avlod duragayini gomozigota holdagi dastlabki ota yoki ona organizmi bilan chatishtirishga **takroriy chatishtirish** yoki **bekkros** deyiladi. Takroriy chatishtirish natijasida olingan avlod F_b bilan belgilanadi. Demak, takroriy chatishtirishda Aa x AA yoki Aa x aa sxemada o'tkaziladi.

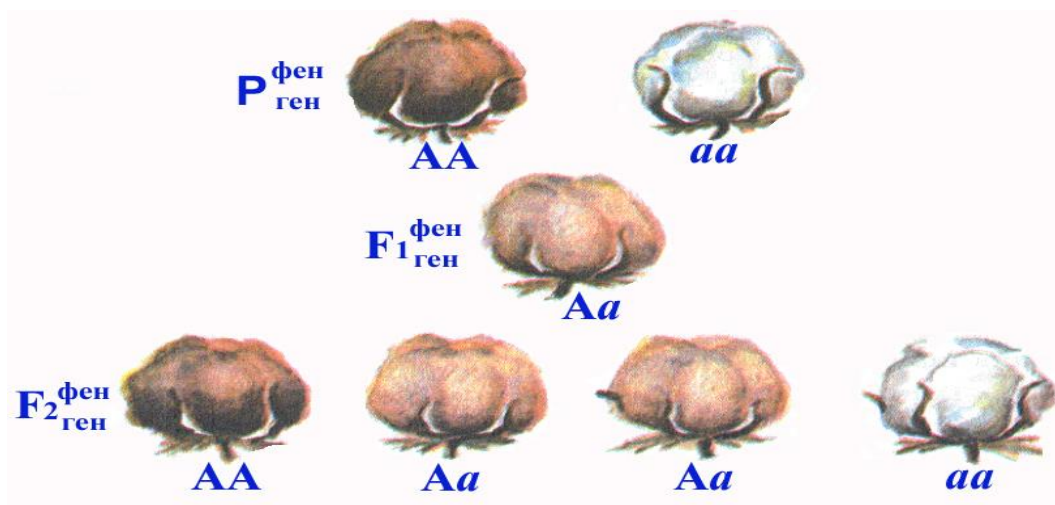
Dominant belgili organizmlar genotipi gomozigota yoki geterozigota ekanligini aniqlashtirish uchun **tahliliy chatishtirish** olib boriladi. Bunda tahlil qilinayotgan organizm retsessiv belgili organizm -aa bilan chatishtiriladi. Agar bunday chatishtirishdan olingan F_b duragay bir xil belgili bo'lsa, u holda chatishtirishda qatnashgan dominant belgili organizm gomozigota, mabodo F_b da ham dominant belgili, ham retsessiv belgili organizmlar rivojlansa, u holda chatishtirishda qatnashgan dominant belgili organizm geterozigota hisoblanadi.



4. Belgilarning oraliq holda irsiylanishi

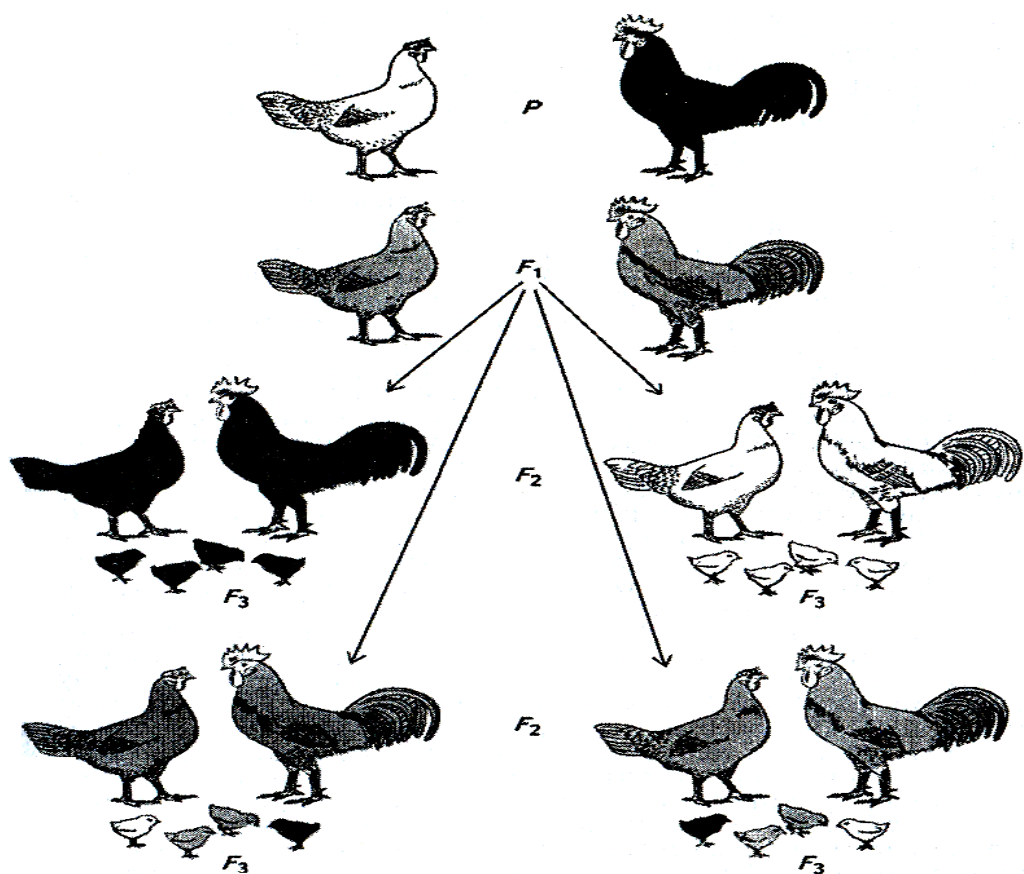
Mendel tajribalarida no'xat donining sariq rangi yashil rangi, gulining qizil rangi oq rangi ustidan to'liq dominantlik qilishi kuzatildi. Biroq o'simlik va

hayvonlar o'zaro chatishtirilganda hamma vaqt shunday hodisa namoyon bo'lavermaydi. Ba'zan chatishtirishda qatnashgan ota-ona belgilari duragaylarda **oraliq holda irsiylanishi** mumkin. Belgilarning oraliq holda irsiylanishiga doir ba'zi misollar bilan tanishaylik. G'o'za o'simligini tolalari malla va oq rangli xillarini chatishtirilsa F₁ duragaylarda tola navvot rangda bo'ladi. Agar birinchi avlod duragaylari o'zaro chatishtirilsa, ulardan hosil bo'lgan F₂ avlod duragaylar orasida 25% malla, 50% navvot, 25% oq tola rangli o'simliklar rivojlanadi(15-rasm).



15-rasm. G'o'za o'simligida tola rangining irsiylanishi.

Oraliq holda belgilarning irsiylanishi ayrim hayvon tur individlarini chatishtirganda ham ko'rish mumkin. Masalan, andaluz tovuqlarni qora patli xo'rozi bilan oq patli tovug'ini chatishtirishdan olingan F₁ dagi xo'roz va tovuqlarning pati kulrang, ularning o'zaro chatishishidan olingan ikkinchi avlodagi 25% tovuq va xo'rozlar qora, 50% kulrang va 25% oq patli bo'ladi (16-rasm). Qora patli tovuq va xo'rozlar bir-biri bilan chatishtirilganda F₃ faqat qora patli, oq erkak va urg'ochi parrandalar chatishtirilganda oq patli tovuq va xo'rozlarni hosil qiladi. Binobarin, oq va qora patli parrandalar gomozigota, kulrang patli parrandalar esa geterozigota sanaladi.

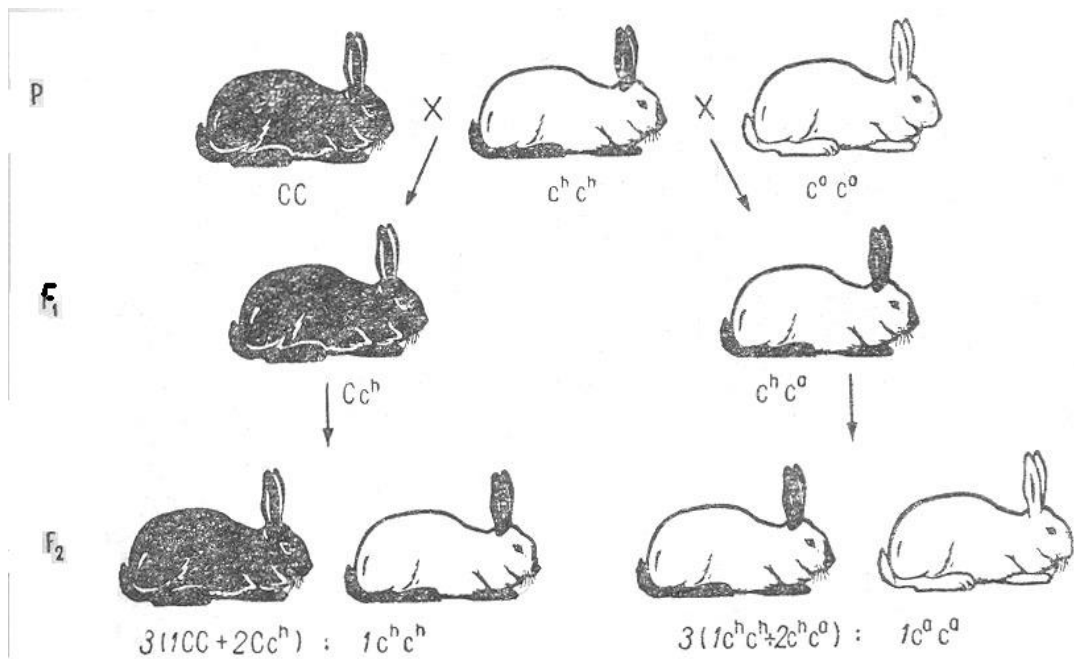


16 - rasm. Andaluz tovuqlarda pat rangining oraliq holda irsiylanishi.

5.Ko'p tomonlama allelizm

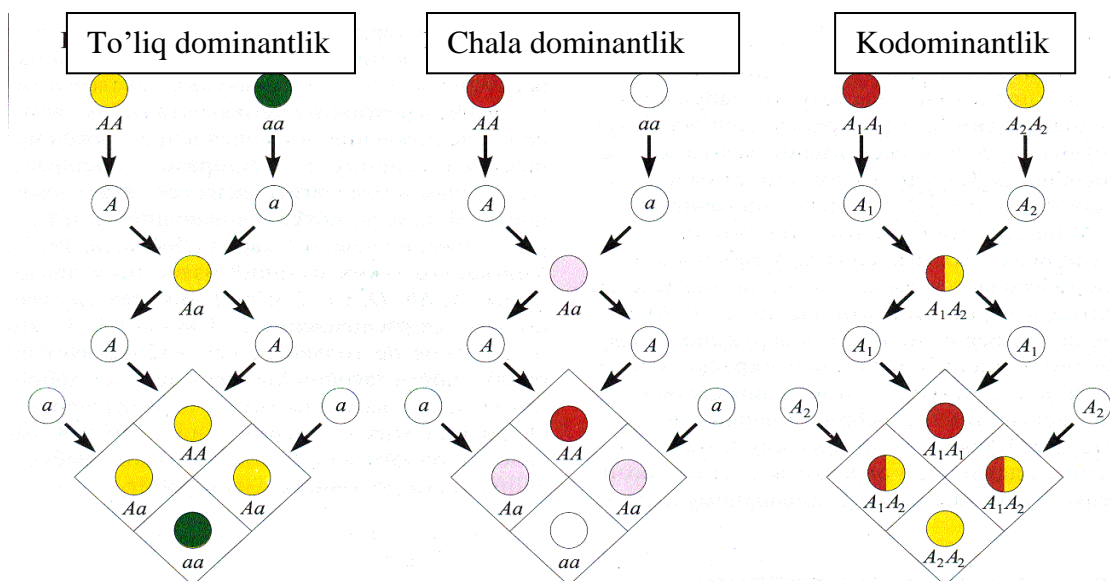
Xromosomalar to'plami diploid holatda bo'lganda organizmlar genotipida bir genning ikki alleli bo'ladi. Bu allellar dominant yoki retsessiv holatda bo'lishi mumkin. Lekin bundan har bir gen faqat ikki allel holatda bo'ladi degan xulosaga kelmaslik kerak. Ayrim vaqtlarda mutatsiya oqibatida bir genning ko'p allel holatlari paydo namoyon bo'lishi mumkin. Bu hodisaga **ko'p tomonlama allelizm** deyiladi.

Chunonchi, quyonlarda mo'yna rangini hosil etuvchi C genning uch xil allel holati mavjud. Bular C, c^h, c^a allel holatlari. Odatda CC, Cc^h genotipli quyonlar qora rang, $c^h c^h, c^h c^a$ genotiplilar himolay rang, $c^a c^a$ genotiplilar oq yungli bo'ladilar. Himolay quyonlarning mo'ynasi oq bo'lsa tananing bo'rtib chiqqan qismlari: quloqlari, oyoqlari, tumshug'i qora rangda bo'ladi (17-rasm).



17 - rasm. Ko'p tomonlama allelizmda quyonlar yung rangining irsiylanishi. C – yungning qora rangi; c^h – quyonning himolay rangi; c^o – albinos quyon.

Tabiatda ko'p tomonlama allelizm keng tarqalgan. Chunonchi oq rangli beda barglaridagi tasvirlar bir qancha allellarning geterozigota holatiga qarab har xil ko'rinishlarda bo'ladi.



18- rasm. Har xil allellarning dominantlik tiplari.

Genlarning ko'p tomonlama allelizmi odamlarda ham kuzatiladi. Odamlarda to'rt xil qon guruhi borligi XX asrning boshida avstriyalik olim K.Landshteyner tomonidan isbotlanganligi ma'lum. Bunda qon guruhini belgilovchi gen uch xil allel holatga ega bo'ladi - I^A , I^B , i . Genotipda genning turli allel holatlarini juft holda kombinatsiyalashuvi natijasida odamda to'rt xil qon guruhi: *ii*- birinchi qon guruhi, $I^A I^A, I^A i$ - ikkinchi qon guruhi, $I^B I^B, I^B i$ – uchinchi qon guruhi, $I^A I^B$ - to'rtinchi qon guruhi belgilanadi. I^A va I^B allel holatlari i allel holati ustidan dominantlik qiladi. Genotipda $I^A I^B$ bo'lganda ikkala dominant allel holatining ta'sirida fenotip shakllanib to'rtinchi qon guruhi namoyon bo'ladi. Bu hodisaga, ya'ni fenotipda bir genni ikkala allel holatini namoyon bo'lishi **kodominantlik** deyiladi. Belgilarni to'liq, oraliq va kodominantlik asosida irsiylanishini qiyosiy taqqosi *18-rasmda* keltirilgan.

6. F_2 dagi belgilarning ajralishini statistik usulda tekshirish – χ^2 .

Yuqorida to'liq irsiylanishga ega organizmlarning F_2 avlodini tahlil qilganda ular fenotip jihatdan 3:1, genotip jihatdan esa 1:2:1 nisbatda ajralganligini ko'rdik. Fenotip va genotip jihatdan bunday ajralish F_2 dagi organizm soni kam bo'lsa, u holda dominant va retsessiv belgilarga ega organizmlar nisbati retsessiv yoki dominant tomon o'zgarishi mumkin. Dominant yoki retsessiv tomon siljishi qay darajada 3:1, 1:2:1 nisbatga to'g'ri kelishini statistik yo'l bilan tekshirishni taqozo etadi. Farazni tekshirish uchun tajribada olingan natija bilan nazariy jihatdan kutilgan natija o'zaro taqqoslanadi.

Agar tajribada olingan ma'lumotlar nazariy jihatdan kutilgan natijaga mos bo'lsa, u holda yaratilgan faraz to'g'ri deb topiladi. Mabodo, tajribada olingan ma'lumotlar nazariy jihatdan kutilgan natijaga mos kelmasa, u holda yaratilgan faraz noto'g'ri deb hisoblanadi. Tajribada olingan ma'lumotlar bilan nazariy jihatdan kutilgan natija orasidagi farq turli darajada namoyon bo'lishi mumkin. Ba'zi hollarda bu farq juda kichik va tasodifiy bo'lsa, boshqa hollarda u ancha katta va muqarrar bo'ladi. Shu sababdan tajribada olingan va kutilgan ma'lumotlarni statistik baholash kerak, degan masala kelib chiqadi. Qayd qilingan masalani yoritishda genetikada ko'proq χ^2 usulidan keng foydalaniladi. Bu usulni 1900 yili ingliz matematigi **K.Pirson** taklif etgan. Mazkur usuldan quyidagicha foydalaniladi.

Birinchi navbatda jadval chiziladi. U ikki bo'limdan ya'ni ma'lumotlar va individlar miqdoridan iborat bo'ladi. Individlar, hosil bo'lgan fenotipik sinflar miqdoriga ko'ra: a) dominant belgisi; b) retsessiv belgisi; v) jami individlarga bo'linadi. Ma'lumotlar bo'limiga tajribada olingan ajralish (p), uning ostiga kutilgan nisbat va nazariy jihatdan kutilgan ajralish (q) yoziladi. Masalan, drozofila meva pashshasining kulrang va qora tanali formalarini chatishtirishdan F_2 da 78 ta kulrang, 18 ta qora tanali, jami 96 ta drozofila olindi deb faraz qilaylik. U holda biz kutilgan nisbat grafasini to'ldirganda 78 raqamining ostiga 3; 18 raqamining ostiga 1 deb yozamiz.

Modomiki, barcha drozofilalar F_2 da 96 ta bo'lsa, u holda nazariy jihatdan kutilgan ajralish 72 ta 24 bo'lishi kerak. Endi jadvalning yana bir qator pastiga

tajribada olingan natija va nazariy jihatdan kutilgan natija orasidagi farq: $d=p-q$ yoziladi. Misolimizda $u=78-72=+6$; $18-24=-6$ ga teng. d – qiymatining ishoralarini tenglashtirish uchun kvadratga ko'taramiz. d^2 har ikki holda ham 36 teng bo'ladi. χ^2 ni aniqlash uchun har bir fenotipik sinf bo'yicha chiqqan d^2 ni nazariy jihatdan kutilgan fenotipik ma'lumotga (q) taqsimlaymiz. Keltirilgan misolda $36:72=0,50$ dominant belgili, $36:24=1,50$ retsessiv belgili fenotiplar bo'yicha ma'lumot olinadi. $\chi^2=\sum (d^2/q)$ ekanligini e'tiborga olgan holda, dominant va retsessiv belgilar bo'yicha olingan ma'lumotlarni jamlab chiqsak, u holda $\chi^2=2,00$ bo'lishini ko'ramiz.

2-jadval

Ma'lumotlar	Organizmlar soni		
	Kulrang	Qora	Jami
Olingan (p)	78	18	96
Kutilgan nisbat	3	1	4
Nazariy jihatdan kutilgan – q	72	24	96
Farq– $d=p-q$	+6	-6	-
d^2 – farqning kvadrati	36	36	-
d^2/q nisbat	$36:72=0,5$	$36:24=1,5$	$\chi^2=2,00$

χ^2 metodining mohiyati shundan iboratki, uning yordamida kuzatilgan va kutilgan natijalar orasidagi farq tasodifiy yoki muqarrar ekanligini aniqlash mumkin bo'ladi. Bu **R.Fisher** jadvali yordamida amalga oshiriladi. Jadvalning chap tomonida vertikal ustunda ozodlik darajalari, yuqorida gorizontaal bo'yicha turli ehtimolliklar ko'rsatilgan.

Har xil ozodlik darajasida χ^2 ning qiymatini aniqlash Fisher jadvali. 3-jadval

Ozodlik darajasi $n'=n-1$	Ehtimollik						
	0,99	0,95	0,80	0,50	0,10	0,05	0,01
1	0,000157	0,0393	0,642	0,455	1,642	3,841	6,635
2	0,101	0,103	0,446	1,386	3,219	5,991	9,210
3	0,115	0,352	1,005	2,366	4,642	7,815	11,341
4	0,297	0,711	1,649	3,357	5,989	9,488	13,277
5	0,554	1,145	2,343	4,351	7,289	11,070	15,086
6	0,872	1,635	3,070	5,348	8,558	12,592	16,812
7	1,239	2,167	3,822	6,346	9,803	14,067	18,475
8	1,646	2,733	4,594	7,344	11,030	15,507	20,090
9	2,088	3,325	5,380	8,348	12,242	16,919	21,666
10	2,558	3,940	6,179	9,342	13,442	18,307	23,209

Ozodlik darajasining qiymati $n^1=n-1=2-1=1$ ga teng bo'ladi, n -fenotipik sinflar soni, monoduragay chatishtirishda F_2 da 2 ta fenotipik sinf hosil

bo'lganligi sababli ozodlik darajasi $n^1=1$ ga teng. Ehtimolliklarning qiymatini aniqlash qanday maqsadda tajribalar olib borilishiga bog'liq. Meditsinada ko'proq 0,01% ehtimollik ishlatiladi, bizning misolimizda 0,05% ehtimollikdan foydalanilsa kifoya. 0,05 ehtimollik 100 ta voqelikdan 95 tasida biz ilgari surgan faraz to'g'ri chiqadi degan ma'noni bildiradi. Shunday qilib, ozodlik darajasi 1 ga, ehtimollik 0,05 ga teng bo'lgan qiymat Fisher jadvalida 3,841 ga teng. Biz tomondan hisoblab chiqilgan χ^2 miqdori 2,00 jadvalda berilgan qiymatdan kichik bo'lsa, nol farazga muvofiq tajribada olingan natija bilan nazariy jihatdan kutilgan natija orasida farq muqarrar emasligini anglatadi, ya'ni 3:1 nisbatga to'g'ri keladi. χ^2 ning jadvalda belgilangan qiymatdan kattaligi, oldinga surilgan faraz o'rinsizligini bildiradi, ya'ni nol faraz noto'g'ri ekanligini ko'rsatadi. Endi nol farazni tasdiqlovchi va uning o'rinsizligiga doir misol bilan tanishamiz.

Drozofilaning kulrang tanali va qora tanali formalarini chatishtirib, ulardan olingan F_1 urg'ochi drozofilani qora tanali erkak pashsha bilan chatishtirish oqibatida birinchi tajribada F_2 300 ta (ulardan 160 tasi kulrang tanali, 140 tasi qora tanali) va ikkinchi tajribada 60 ta (ulardan 40 tasi kulrang tanali, 20 tasi qora tanali) individga ega oilalar olindi deb faraz qilaylik. Agar ularning qiymatini χ^2 metodi bilan aniqlasak, tubandagicha natija olinadi:

4-jadval

Ma'lumotlar	Organizmlar soni			
	60 individ		300 individ	
	kulrang	Qora	kulrang	qora
Olingan(p)	40	20	160	140
Kutilgan nisbat	1	1	1	1
Nazariy jihatdan kutilgan- q	30	30	150	150
Farq- $d^2=p - q$	-10	+10	+10	-10
D^2 -farqning kvadrati	100	100	100	100
D^2/q - nisbat	100:30=3,333	100:30=3,333	100:160=0,67	100:160=0,67
	$\chi^2=6,66$		$\chi^2=1,34$	

Jadvaldan ko'rinib turibdiki, drozofilaning turli oilasida olingan χ^2 ning miqdori bir-biridan keskin farq qiladi. Birinchi holatda kuzatilgan va nazariy jihatdan kutilgan natijalar orasida farq katta bo'lganligi sababli χ^2 miqdori katta va Fisher jadvalidagi 3,841 dan yuqori. Demak, nol faraz noto'g'riligini anglatadi. Ikkinchi holatda olingan χ^2 miqdori jadvaldan olingan qiymatdan kichik ($1,34 < 3,84$), ya'ni olingan natija 1:1 nisbatga mos keladi deyish mumkin.

Savollar va topshiriqlar

1. Duragaylash metodida qo'llaniladigan ramzlarni izohlang.
2. Fenotip, genotip, allel, geterozigota va gomozigota atamalariga ta'rif bering.
3. Gametalar sofligi farazini tushuntirib bering.

4. Tahliliy chatishtirish nima uchun qo'llaniladi?
5. Oraliq holda irsiylanish nima va unga misollar keltiring.
6. Ko'p tomonlama allelizm hodisasini tushuntiring va unga misollar keltiring.
7. Allel va allel bo'lmagan genlar faoliyatida qanday farq bor?
8. Kodominantlik nima?
9. χ^2 usulining mohiyatini tusuntiring.

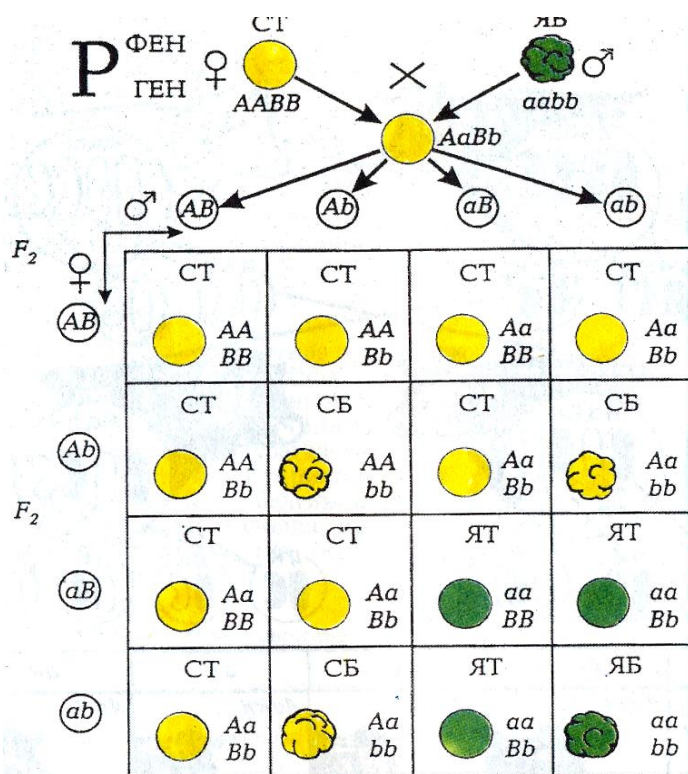
Diduragay va poliduragay chatishtirish.

Tayanch tushunchalar va bilimlar: Diduragay chatishtirish, kombinativ o'zgaruvchanlik, Mendelning 3 irsiyat qonuni, fenotipik va genotipik sinflar - 9:3:3:1, 1:2:2:4:1:2:1:2:1, diduragay chatishtirishning sitologik asoslari, poliduragay chatishtirish, poliduragay chatishtirishda turli xil gameta, fenotip, genotip sinflar sonini aniqlash, Mendel qonunlarini amalga oshishi uchun zarur shart-sharoitlar.

1. Diduragay chatishtirishda belgilarning to'liq va oraliq holda irsiylanishi

A) Belgilarning to'liq irsiylanishi. Mendel o'z tajribalarida no'xatning faqat bir turg'un belgisi bilan farqlanadigan xillarini emas, balki ikki, uch belgisi bilan tafovut qiladigan xillarini ham chatishtirgan va ulardan hosil bo'lgan duragay avlodlarida belgilarning irsiylanishini o'rgangan. Odatda ikki muqobil belgisi bilan farqlangan ota-ona organizmlarning chatishishidan olingan duragaylarni **diduragay** deb ataladi.

Mendel o'z tajribalarini birida doni sariq, tekis va yashil, burishgan belgili no'xat navlarini bir-biri bilan chatishtirdi. Olingan F_1 duragaylarning hammasida donlar sariq rangli va tekis ekanligi ma'lum bo'ldi. Donning sariq rangi yashil rang, tekis formasi burishgan formasi ustidan dominant ekanligi ma'lum bo'ldi. F_1 avlod duragaylar o'z-o'zi bilan chatishtirilganda ulardan hosil bo'lgan ikkinchi avlodda to'rtta fenotipik sinflar: 9 sariq tekis : 3 sariq burishgan : 3 yashil tekis : 1 yashil burishgan ekanligi aniqlandi. Agar biz



diduragaylardagi ikki xil belgining har birini alohida-alohida o'rgansak, u holda doni 12 sariq : 4 yashil, 12 tekis : 4 burishgan ekanligini ko'ramiz.

19 - rasm. No'xat o'simligining diduragaylarida don rangi va shaklining irsiylanishi.

Demak ayrim belgilar bo'yicha xuddi monoduragaylardagidek F_2 da dominant belgining retsessiv belgiga bo'lgan nisbati 3:1ga teng. Bu o'z-o'zidan diduragaylardagi bir belgi ikkinchisiga tobe bo'lmagan, balki alohida-alohida irsiylanishidan dalolat beradi (19-rasm). Diduragaylardagi olingan natijalarni xulosalab, Mendel **uchinchi – belgilarning mustaqil holda irsiyat qonunini** ixtiro etdi.

Bu qonunning mohiyati organizmning bir juft belgilari uning boshqa juft belgilariga bog'liq bo'lmagan holda, mustaqil irsiylanishini bildiradi. Shunga ko'ra ikkinchi avlodda ota-ona belgilarini o'zida mujassamlashtirgan o'simliklardan tashqari, bir belgini changchi o'simlikdan, ikkinchi belgini urug'chi o'simlikdan olgan duragaylar paydo bo'ladilar. ya'ni F_2 da daslabki changchi va urug'chi belgilarining yangi kombinatsiyalari: doni sariq sirti burishgan va doni yashil sirti tekis formalar hosil bo'ladi. Bunday yangi formalarni hosil bo'lishiga **kombinativ o'zgaruvchanlik** deyiladi. Endi duragaylarning genotipini tahlil qilishga o'tamiz. Monoduragaylar bilan tanishganda Mendel donning sariq rangini A alleli, yashil belgisini a alleli bilan ifoda qilganining shohidi bo'ldik. Tabiiy ravishda alfavitda A harfidan keyin B keladi. Shuni e'tiborga olgan holda Mendel no'xat donining tekisligini B alleli, burishganligini b alleli bilan ifodalaydi.

Belgilarning irsiylanishini o'rganish uchun tanlangan ota-ona organizm odatda genetik jihatdan sof, ya'ni gomozigota holatda bo'lishi kerak. Binobarin, chatishtirishda qatnashgan doni sariq sirti tekis no'xat o'simligi genotipi AABB, yashil burishgan donlilarniki esa aabb bo'ladi. U holda ota - onadan AB va ab gametalarni hosil bo'ladi. Natijada ularning birinchi va ikkinchi avlodida genotipik sinflar tubandagicha ko'rinishda bo'ladi:

Fen. s.t ya.b
P Gen. AABB x aabb
gam AB ab
Fen. s.t s.t
F₁Gen. AaBb x AaBb
F₂

♂ +	AB	Ab	aB	ab
AB	s.t. AABB	s.t. AABb	s.t. AaBB	s.t. AaBb
	s.t.	s.b.	s.t.	s.b.

<i>Ab</i>	<i>AABb</i>	<i>Aabb</i>	<i>AaBb</i>	<i>Aabb</i>
	s.t.	s.t.	ya.t.	ya.t.
<i>aB</i>	<i>AaBB</i>	<i>AaBb</i>	<i>aaBB</i>	<i>aaBb</i>
	s.t.	s.b.	ya.t.	ya.b.
<i>ab</i>	<i>AaBb</i>	<i>Aabb</i>	<i>aaBb</i>	<i>aabb</i>

Pennet katagidagi o'xshash zigotalarni jamlasak, u holda F₂ dagi genotipik va fenotipik sinflar tubandagi ko'rinishda bo'ladi:

Genotipik sinflar	Fenotipik sinflar
1. <i>AABB</i> – 1	A-B- - 9 ta doni sariq tekis bo'lgan o'simlik
2. <i>AABb</i> – 2	
3. <i>AaBB</i> – 2	
4. <i>AaBb</i> – 4	
5. <i>AAbb</i> – 1	A-bb - 3 ta doni sariq burishgan o'simlik
6. <i>Aabb</i> – 2	
7. <i>aaBB</i> – 1	aaB- - 3 ta doni yashil tekis o'simlik
8. <i>aaBb</i> – 2	
9. <i>aabb</i> – 1	

Fenotipik sinflarni belgilashda qisqartirish uchun o'xshash fenotipli gomozigota va geterozigota formalarni fenotipik radikalarda holda yozish mumkin. Masalan A-B- fenotipik radikalida ostida 4 xil genotip: *AABB*, *AABb*, *AaBB*, *AaBb* bo'ladi, chunki ularning fenotiplari o'xshashdir. Shunday qilib belgilarning to'liq irsiylanishida diduragaylarda 9 xil genotipik, 4 xil fenotipik sinf kuzatiladi.

B) Belgilarning oraliq irsiylanishi. Agar chatishtirish uchun olingan diduragaylarning dominant belgilari to'liq emas, oraliq holda irsiylansa, ularning ikkinchi avlodida genotipik va fenotipik sinflar o'xshash 1:2:2:4:1:2:1:2:1 nisbatda bo'ladi. Buni biz g'o'zaning poyasi, barglari qizil (q), tolasi malla (m) bo'lgan o'simlik bilan poyasi, barglari yashil (ya), tolasi oq (o) bo'lgan xillarini chatishtirganda ko'rishimiz mumkin.

Fen.	q.m.		ya. oq
P _{Gen.}	<i>AABB</i>	x	<i>aabb</i>
gam	<i>AB</i>		<i>ab</i>
Fen.	or. n.		or. n.
F _{1Gen}	<i>AaBb</i>	x	<i>AaBb</i>

F₂

♂ ♀	AB	Ab	aB	ab
AB	q.m. AABB	q.n. AABb	or. m. AaBB	or.n. AaBb
Ab	q.n. AABb	q.oq. Aabb	or. n. AaBb	or. oq Aabb
aB	or. m. AaBB	or. n. AaBb	ya.m. aaBB	ya.n. aaBb
ab	or.n. AaBb	or. oq Aabb	ya.n. aaBb	ya.oq aabb

Pennet kataklaridagi genotipik va fenotipik sinflar majmui tubandagicha bo'ladi:

1. AABB – 1 q.m. - qizil malla
2. AABb – 2 q.n. - qizil novvotrang
3. AaBB – 2 op.m. - oraliq malla
4. AaBb – 4 op.n. - oraliq novvotrang
5. AAbb – 1 q.oq. - qizil oq
6. Aabb – 2 op.oq. - oraliq oq
7. aaBB – 1 ya.m. - yashil malla
8. aaBb – 2 ya.n. - yashil novvotrang
9. aabb – 1 ya.oq. - yashil oq

Diduragaylar ikkinchi avlodining ayrim belgilari ya'ni poya va barg ranglari yoki tola rangi bo'yicha alohida-alohida tahlil qilsak, u holda poya, bargi qizil rangdagi o'simliklar 4/16, poya, bargi oraliq holda bo'lgani 8/16, poyasi, barglari yashil formalar 4/16 ni tashkil etadi. Tolaning rangi ham shu singari xilma-xillik beradi. Duragaylarning 4/16 malla, 8/16 novvotrang, 4/16 oq tolalidir. Binobarin har ikki belgi 1:2:1 nisbatda xilma-xillikni hosil etadi. Bu duragaylarning ikkinchi avlodidagi belgilarning xilma-xilligi monoduragaylarning F₂ (1:2:1) kvadrati ekanligini shohidi bo'lamiz.

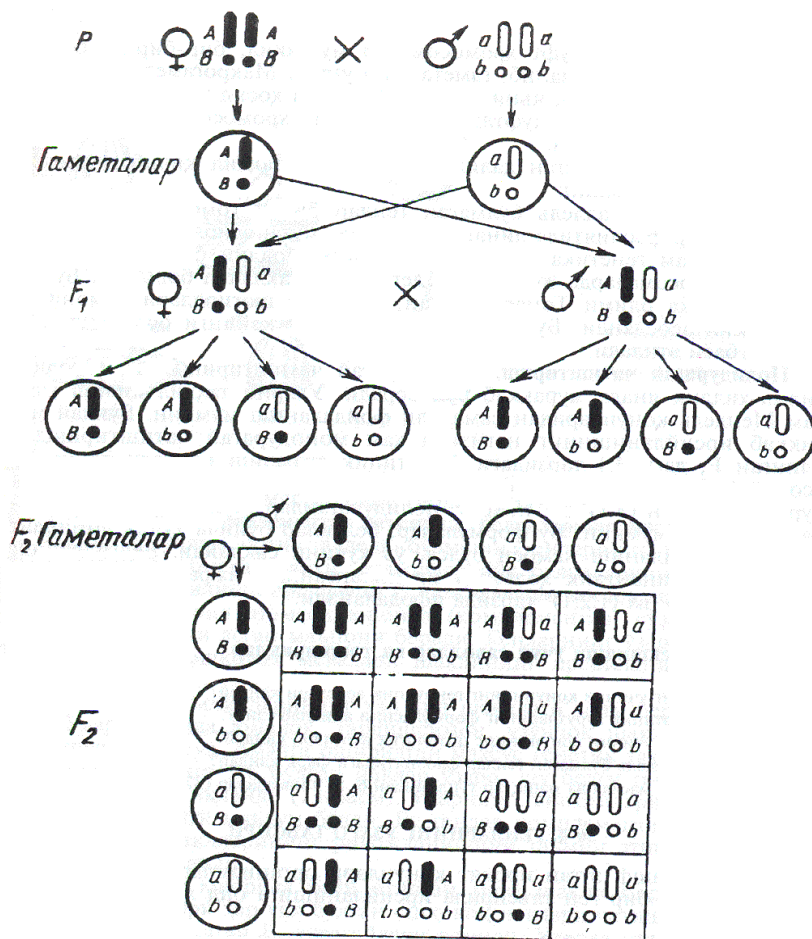
2. Diduragay chatishtirishning sitologik asoslari.

Mendel hujayrada xromosomalar borligini, xromosomalar sonini ikki marotaba kamayishiga sababchi bo'lgan meoz bo'linish mavjudligini bilmagan.

Mendel tadqiqotlaridan ancha keyin har bir juft belgini hosil qiluvchi genlar gomologik xromosomalarning o'xshash nuqtalarida joylashganligi, meoz jarayonida gomologik xromosomalar gametalarga taqsimlanishi ma'lum bo'ldi. Har bir jinsiy hujayraga gomologik xromosomalar juftidan faqat bittasi tarqaladi. Modomiki shunday ekan u holda no'xatning don rangini belgilovchi A (sariq) va a (yashil) genlar bir juft gomologik xromosomalarda, donning tekis (B) va burishgan

(b) bo'lishini ta'minlovchi genlar ikkinchi juft xromosomalarda joylashgan bo'ladi. Tushunishni osonlashtirish maqsadida no'xat donining rangini belgilovchi AA va aa allellar joylashgan gomologik xromosomalarni tayoqchasimon shaklda, no'xat doni tekisligi (BB) va burishganligi (bb) allellari joylashgan gomologik xromosomalarni yumaloq shaklda ifodalaymiz. Urug'chi organizmidan o'tgan xromosomalalar bo'yalgan holda, changchi organizmidan o'tgan xromosomalalar bo'yalmagan holda ifodalanadi (20-rasm).

Meyoz bo'linish natijasida har bir gomologik xromosomalalar juftligidan gametalarga bittadan allel tarqaladi. Urug'lanish jarayonida urug'chi changchi gametalar qo'shilgach zigotada AaBb genlar ikkita tayoqchasimon, ikkita yumaloq xromosomalarda joylashgan bo'ladi. F₁ duragaydan meyoz bo'linishda to'rt xil gameta rivojlanadi. Chunki bu gametalarda changchi va urug'chi gomologik xromosomalari turlicha kombinatsiyalar hosil qiladi. Natijada F₂ xromosomalarda joylashgan genlarning 16 xil kombinatsiyasi namoyon bo'ladi.



20-rasm. Diduragay chatishtirishdagi belgilarning irsiylanishini sitologik asoslari.

Shunday qilib, XIX asrning oxirida hujayraning mitoz, meyoz bo'linishi, o'simlik va hayvonlarda urug'lanish tafsilotlari aniqlangach nemis biolog A.Veysman ana shu ma'lumotlarga asoslanib irsiyatni avlod-dan-avlodga berilishi xromosomalarga bog'liq degan mulohazani ilgari surdi. Bu mulohazaning to'g'riligini 1902 yili Germaniyada T.Boveri, AQShda U.Setton o'z tajribalari orqali tasdiqladilar, ya'ni ular irsiy omillarni gametalarga tarqalishi haqidagi

Mendel mulohazalari bilan meyozi bo'linishda gomologik xromosomalarning gametalarga tarqalishi o'rtasida aynan o'xshashlik borligini ta'kidladilar va gametalar soflik farazini to'g'riligini sitologiya fani dalillari asosida isbotladilar.

3. Poliduragay chatishtirish.

Uch, to'rt va undan ko'p turg'un belgilari bilan tafovut qiladigan formalarni chatishishidan hosil bo'lgan organizmlar **poliduragay** deb nomlanadi. Masalan, no'xatning doni sariq, tekis, gultoji bargi qizil bo'lgan navi doni yashil, burishgan, gultojibargi oq rangda bo'lgan navi bilan chatishtirilsa F_1 duragaylarning doni sariq, sirti tekis, gultojibarglari qizil rangda bo'ladi. Don rangini ifoda qiluvchi allellarni A-a, shaklini ifodalaydigan allellarni B-b, gultojibargining rangini C-c deb belgilansa, u holda chatishtirishdan olingan duragay o'simligining genotipi AaBbCc, retsessiv belgili o'simlikning genotipi aabbcc holatda bo'ladi. Agar F_1 duragaylarni no'xatning doni yashil, usti burishgan va gultojibargi oq bo'lgan o'simlik bilan qayta chatishtirilsa va olingan duragaylarni fenotip jihatdan tahlil qilinsa, u holda F_1 duragay 8 xil gameta hosil qiladi. Bular quyidagilardan iborat: ABC, ABc, AbC, Abc, aBC, aBc, abC, abc. Ularni retsessiv formali o'simlik bilan chatishtirilsa AaBbCc, AaBbcc, AabbCc, Aabbcc, aaBbCc, aaBbcc, aabbCc, aabbcc genotipli o'simliklar olinadi.

Ularning fenotiplari quyidagicha: sariq, tekis, qizil; sariq, tekis, oq; sariq, burishgan, qizil; sariq, burishgan, oq; yashil, tekis, qizil; yashil, tekis, oq; yashil, burishgan, qizil; yashil, burishgan, oq bo'ladi va ular 1:1:1:1:1:1:1:1 nisbatda xilma-xillik beradi. Olingan natijani tubandagicha izohlaymiz:

Fen.	s.t.q		ya.b.oq
PGen.	AABBCC	x	aabbcc
gam	ABC		abc
Fen.	s.t.q		s.t.q
F₁Gen.	AaBbCc	x	AaBbCc

Agar F_1 duragaylar o'zaro chatishtirilsa urug'chi o'simlikning 8 xil gametasi, changchi o'simlikning 8 gametasi bilan qo'shilishi oqibatida 64 xil zigota hosil bo'ladi.

♂ ♀	ABC	ABc	AbC	Abc	aBC	aBc	abC	abc
ABC	s.t.q. AABBCC	s.t.q. AABBCc	s.t.q. AABbCC	s.t.q. AABbCc	s.t.q. AaBBCC	s.t.q. AaBBCc	s.t.q. AaBbCC	s.t.q. AaBbCc
Abc	s.t.q. AABBCc	s.t.oq. AABBcc	s.t.q. AABbCc	s.t.oq. AABbcc	s.t.q. AaBBCc	s.t.oq. AaBBcc	s.t.q. AaBbCc	s.t.oq. AaBbcc

ABC	s.t.q. AABbCC	s.t.q. AABbCc	s.b.q. AabbCC	s.b.q. AAbbCc	s.t.q. AaBbCC	s.t.q. AaBbCc	s.b.q. AabbCC	s.b.q. AabbCc
Abc	s.t.q. AABbCc	s.t.oq. AABbcc	s.b.q. AAbbCc	s.b.oq. AAbbcc	s.t.q. AaBbCc	s.t.oq. AaBbcc	s.b.q. AabbCc	s.b.oq. Aabbcc
aBC	s.t.q. AaBBCC	s.t.q. AaBBCc	s.t.q. AaBbCC	s.t.q. AaBbCc	ya.t.q. aaBBCC	ya.t.q. aaBbCc	ya.t.q. aaBbCC	ya.t.q. aaBbCc
aBc	s.t.q. AaBBCc	s.t.oq. AaBBcc	s.t.q. AaBbCc	s.t.oq. AaBbcc	ya.t.q. aaBbCc	ya.t.oq. aaBBcc	ya.t.q. aaBbCc	ya.t.oq. aaBbcc
abC	s.t.q. AaBbCC	s.t.q. AaBbCc	s.b.q. AabbCC	s.b.q. AabbCc	ya.t.q. aaBbCC	ya.t.q. aaBbCc	ya.b.q. aabbCC	ya.b.q. aabbCc
abc	s.t.q. AaBbCc	s.t.oq. AaBbcc	s.b.q. AabbCc	s.b.oq. Aabbcc	ya.t.q. aaBbCc	ya.t.oq. aaBbcc	ya.b.q. aabbCc	ya.b.oq. aabbcc

Ularning fenotipi: 27 ta doni sariq, tekis, guli qizil, 9 ta doni sariq, tekis, guli oq, 9 ta doni sariq, burishgan, guli oq, 9 ta doni yashil, tekis, guli qizil, 3 ta doni sariq, burishgan, guli oq, 3 ta doni yashil, tekis, guli oq, 3 ta doni yashil, burishgan, guli qizil, 1 ta doni yashil, burishgan, guli oq bo'ladi. Agar monoduragay chatishtirishdagi bir juft belgining avlodan-avlodga o'tishini tadqiq qilish fenotip diduragaylarda emas, balki triduragaylarda ham belgilarning avlodan-avlodga berilishini tushunishga ko'mak beradi. Triduragaylarda fenotip va genotip bo'yicha miqdoriy nisbatlarning taqsimlanishi juft allellardan har birining nisbiy son ko'paytmasidan ya'ni $(3A:1a) \times (3B:1b) \times (3C:1c)$ dan kelib chiqadi. Natijada

$27(A-B-C):9(A-B-c):9(A-b-C):9(A-b-c):3(a-B-C):3(a-B-c):3(a-b-C):1(a-b-c)$ hosil bo'ladi.

Binobarin triduragaylarda genlar soni aniq bo'lgani holda F_1 da rivojlanadigan gameta xillarini, urug'lanish natijasida hosil bo'ladigan fenotipik hamda genotipik sinflar sonini hisoblash mumkin.

Shuni qayd etish lozimki allel juftlar soni qancha ko'p bo'lsa ajralish sinflari, ularning kombinatsiyalanish imkoniyatlari, oqibatda fenotipik va genotipik sinflar ham shuncha ko'p bo'ladi. Buni quyida keltirilgan jadvalda aniq ko'rish mumkin.

Allel juftlar soni	Gameta xillari soni	Gametalarining kombinaSiyalanish soni	Genotipik sinflar soni	Fenotipik sinflar soni	Ajralishning fenotipik Formulasi
1	$2^1=2$	$4^1=4$	$3^1=3$	$2^1=2$	$(3:1)^1=3:1$
2	$2^2=4$	$4^2=16$	$3^2=9$	$2^2=4$	$(3:1)^2=9:3:3:1$

3	$2^3=8$	$4^3=64$	$3^3=27$	$2^3=8$	$(3:1)^3=27:9:9:9:3:3:3:1$
4	$2^4=16$	$4^4=256$	$3^4=81$	$2^4=16$	$(3:1)^4=81:27:27:27:27:9:9:9:9:9:9:3:3:3:3:1$
N	2^n	4^n	3^n	2	$(3:1)^n$

4. Diduragaylardan olingan natijani statistik usulda o'rganish.

Diduragay va poliduragay chatishtirishda olingan natijani statistik usulda tekshirish xuddi monoduragaylardagi kabi olib boriladi. Lekin, ta'kidlanganidek, Fisher jadvalidan foydalanganda ozodlik darajasi tajribada olingan fenotipik sinflar sonidan bitta kam bo'ladi.

Chunonchi, F_2 da 4 ta fenotipik sinf hosil bo'ldi deylik, u holda ozodlik darajasi 3 ga teng bo'ladi. Endi duragaylar natijasini statistik usulda analiz qilishga o'taylik. F_2 tajribadagi 3120 ta no'xat o'simligi orasida 1745 ta sariq tekis, 605 ta sariq burishgan, 580 ta yashil tekis, 190 ta yashil burishgan bo'ldi, deb taxmin qilaylik, u holda χ^2 metodini qo'llab quyidagicha natijani olish mumkin.

5-jadval

Ma'lumotlar	O'simliklar soni				Jami
	sariq tekis	sariq burishgan	yashil tekis	yashil burishgan	
Olingan P	1745	605	580	190	3120
Kutilgan nisbat	9	3	3	1	16
Nazariy jihatdan kutilgan – q	1755	585	585	195	3120
Farq-d	-10	+20	-5	-5	-
d^2 – farqning kvadrati	100	400	25	25	-
d^2/q - nisbat	0,057	0,684	0,043	0,128	$\chi^2 = 0,912$

5-jadvaldan ko'rinib turibdiki, χ^2 bizning ma'lumotimiz bo'yicha 0,912 ga teng. Endi uni Fisher jadvaliga taqqoslab chiqamiz.

Ma'lumki diduragaylarda F_1 da 4 ta fenotipik sinf hosil bo'lgani uchun, biz uchinchi ozodlik darajasidagi raqamlar bilan taqqoslasak 0,05 ehtimollikda χ^2 miqdori $0,912 < 7,81$ raqamidan kichik, binobarin 9:3:3:1 nisbati haqida nol faraz tajribada olingan ma'lumotlarga to'g'ri keladi. Boshqacha aytganda, tajribada

olingan natija bilan kutilgan natija bir-biriga mos. Demak, diduragaylarning fenotipik sinflari orasidagi 9:3:3:1 nisbat tajribada isbotlandi.

5. Mendel qonunlarining amalga oshishi uchun zarur sharoitlar.

Yuqorida Mendel tomonidan kashf qilingan irsiyat qonunlarini faqat no'xatda emas, balki boshqa o'simlik va hayvonlarni chatishtirganda, odamlarni nikohlaganda ham o'z tasdig'ini topishi mumkinligini qayd etildi. Lekin bu irsiyat qonunlari:

1. Chatishtirish faqat xromosomalari diploid to'plamli organizmlarda olib borilsa;
2. Genlar nogomologik xromosomalarda joylashgan, ya'ni birikmagan holatda bo'lganda;
3. Chatishtirishda qatnashayotgan ota-ona organizmlarda hujayraning meyoza bo'linishi normal va turli xil tipdagi gametalar teng miqdorda hosil qilsa;
4. Urug'chi va changchi jinsiy hujayralar bir vaqtda yetilib, ularning bir-biri bilan qo'shilishi teng miqdorda bo'lgan taqdirda;
5. Urug'lanish davrida yo changchi, yo urug'chi gametalari orasida tanlanish ro'y bermaganida;
6. Urug'chi changchi gametalarining yashovchanligi bir xil bo'lganda;
7. Har xil genotipli zigotalarning yashovchanligida tanlanish ro'y bermaganida;
8. Voyaga yetgan organizmlar yashovchanligi bir xilda bo'lganda;
9. Tajriba o'tkazilayotgan joy sharoiti o'rganilayotgan belgilar rivojiga ta'sir ko'rsatmaganda;
10. Tajribada olingan organizmlar miqdori ko'p bo'lganda o'z kuchini saqlashini ta'kidlash lozim.

Savollar va topshiriqlar.

1. Diduragay chatishtirishning mohiyatini tushuntirib bering.
2. Diduragay chatishtirishda F_2 da fenotip bo'yicha qanday nisbatlarda ajralish ketadi?

3. Diduragay chatishtirishda F_2 da genotip bo'yicha qanday nisbatlarda ajralish kuzatiladi?
4. Mendelni uchinchi irsiyat qonunini ta'riflang.
5. Kombinativ o'zgaruvchanlik nima?
6. Fenotipik radikal nima? Qachon qo'llaniladi?
7. Diduragay chatishtirishning sitologik asoslarini sharhlab bering.
8. Poliduragay chatishtirish deb nimaga aytiladi?
9. Triduragay chatishtirishda F_2 da genotip va fenotip bo'yicha qanday nisbatlarda ajralish ro'y beradi?
10. Qanday qilib poliduragay chatishtirishda hosil bo'ladigan turli gametalar, genotiplar va fenotiplar soni hisoblanadi ?
11. Diduragayning to'liq irsiylanishida necha xil fenotipik va genotipik sinf kuzatiladi?
13. Statistika usul nima?
14. Mendel qonunlarini amalga oshirish uchun qanday sharoitlar zarur?