

**ЛЕКЦИЯ 6**  
**АЛЛЕЛЬДІ ЕМЕС ГЕНДЕРДІҢ ӨЗАРА ӘСЕРІ**

**Лектор Жунусбаева Ж.К.**



## **Дәрістің мақсаты:**

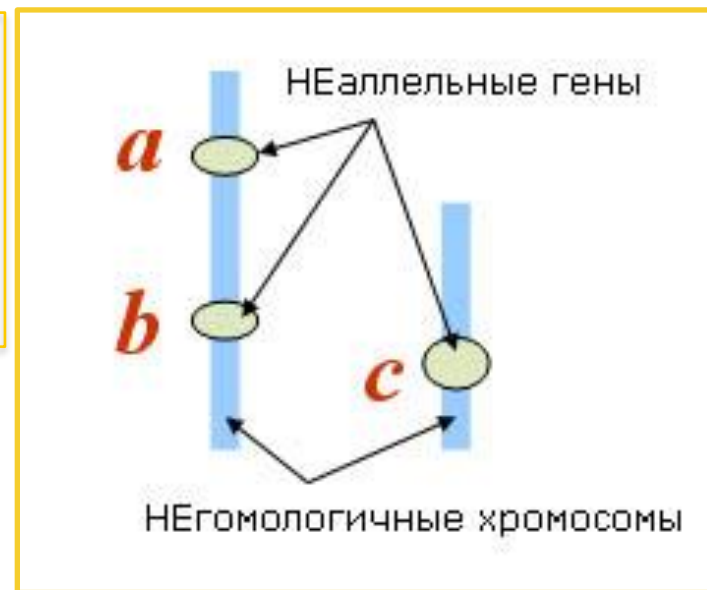
**Аллельді емес гендердің өзара әсерлесу негіздері мен типтерімен танысу.**

### **НЕГІЗГІ ҚАРАСТЫРЫЛАТЫН СҰРАҚТАР:**

- 1 ГЕНДЕРДІҢ КОМПЛЕМЕНТАРЛЫ ӘРЕКЕТТЕСУІ**
- 2 ЭПИСТАЗ**
- 3 ПОЛИМЕРИЯ**
- 4 ПЛЕЙОТРОПИЯ**

# 1. АЛЛЕЛЬДІ ЕМЕС ГЕНДЕР

- Гомологты немесе гомологты емес хромосомалардың әртүрлі локустарында орналасқан гендер.



Егер белгінің дамуы бір жұп гендерден артық гендермен бақыланса, онда белгі полигендермен бақыланады.



Аллельді емес гендердің өзара әрекеттесулері, ұрпақтардағы белгілердің ажырау қатынастарын әдеттегі сандық қатынастардан басқаша етіп өзгерте алады. Мысалы,  $F_2$ -дегі әдеттегі дигибридтік **9 : 3 : 3 : 1** қатынастары **9 : 7, 9 : 3 : 4, 9 : 6 : 1, 12 : 3 : 1, 13 : 3** немесе **15:1** болып өзгеруі мүмкін. Бірақ фенотип бойынша осылай өзгерген ажыраулардың бәрі Мендельдік жалпы дигибридтік **9 : 3 : 3 : 1** қатынасының тек өзгерген түрлері болып табылады. Аллельді емес гендердің өзара әрекеттесулерінің негізінен үш типі белгілі:

***1. Комплементарлы***

***2. Эпистаз***

***3. Полимерия***

***4. Плейотропия***



**КОМПЛЕМЕНТАРЛЫ** ДЕП – ӘР ДОМИНАНТТЫ ГЕН ЖЕКЕ КЕЛГЕНДЕ ӘСЕРІ БАЙҚАЛМАЙТЫН, АЛ ГЕНОТИПТЕ ГОМОЗИГОТАЛЫ НЕМЕСЕ ГЕТЕРОЗИГОТАЛЫ ЖАҒДАЙДА БАСҚА ДОМИНАНТТЫ ГЕНМЕН ҚАТАР КЕЛСЕ ЖАҒА БІР БЕЛГІНІҢ ДАМУЫНА БАҚПАЛ ЕТЕТІН ГЕНДЕРДІ АЙТАДЫ. БҰЛ ТИПКЕ 9 : 3 : 3 : 1, 9 : 7, 9 : 3 : 4, 9 : 6 : 1 ҚАТЫНАСТАРЫ ЖАТАДЫ. ГЕНДЕРДІҢ КОМПЛЕМЕНТАРЛЫ ӘСЕРІ АЛҒАШҚЫ РЕТ ХОШ ИІСТІ ЖҰПАР БҰРШАҚТА (*LATHIRUS ODORATUS*) ЗЕРТТЕЛГЕН. ЖҰПАР БҰРШАҚТЫҢ АҚ ГҮЛДЕРІ БАР ЕКІ СОРТЫН БУДАНДАСТЫРҒАНДА  $F_1$  ҰРПАҚТАРЫНЫҢ ГҮЛДЕРІНІҢ ТҮСІ ҚЫЗЫЛ БОЛЫП ШЫҒАДЫ.

9 сұр }  
7 ақ } 9:7



**P**

♀

**AABB**

x

♂

**aaBB**

**Гаметалар**

**AB**

**aB**

**F1**

**AaBb**

**F1**

♀

**AaBb**

x

♂

**AaBb**

**Гаметалар**

**AB**

**AB**

**aB**

**ab**

**AB**

**AB**

**aB**

**ab**



$P$

$AAbb$



$\times$



$aaBB$

$F_1$

$AaBb$



**P**

♀



**x**

♂



**CCpp ақ**

**ccPP ақ**

**F<sub>1</sub>**



**CcPp ҚЫЗЫЛ**

**F<sub>1</sub> x F<sub>1</sub>**



**CcPp ҚЫЗЫЛ**



**CcPp ҚЫЗЫЛ**

**F<sub>2</sub>**



**9/16 C-P-  
ҚЫЗЫЛ**



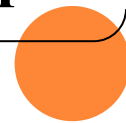
**3/16 C-pp**

**3/16 ccP-**

**1/16 ccpp**

**ақ**

**7/16 ақ**



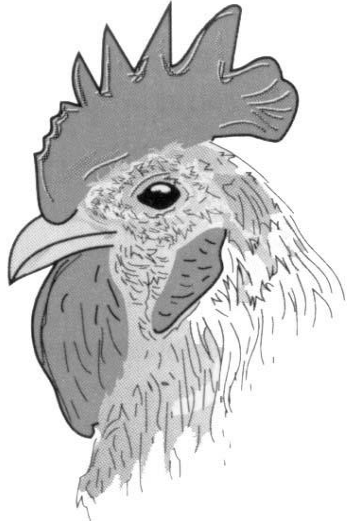


# *КОМПЛЕМЕНТАРЛЫ ГЕНДЕР*

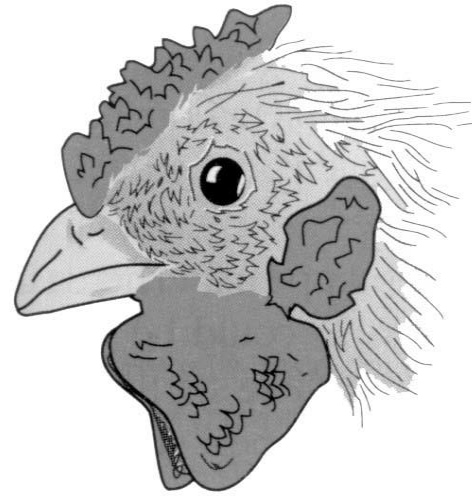
Тауық айдарларының тұқым қуалауын зерттеген ағылшын ғалымдары У. Бетсон мен Р. Пеннет 1904 жылы Мендель заңдылықтарынан ауытқуларды байқап, ең бірінші рет аллельді емес гендердің өзара әрекеттесуін сипаттаған.



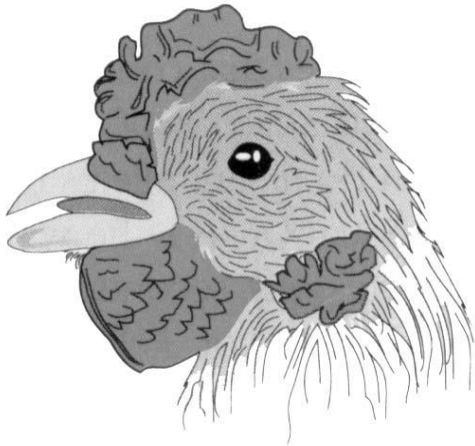
# Тауықтардың айдарларының пішіндері



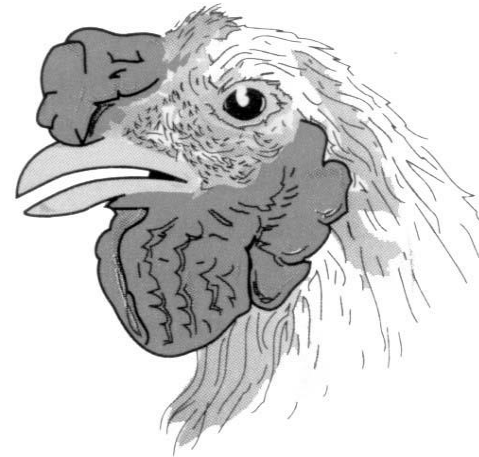
Жапырақ пішінді



Раушангүл пішінді



Бұршақ пішінді



Жаңғақ пішінді



P



**RRpp**

**Раушангүл  
пішінді**

x



**rrPP**

**Бұршақ  
пішінді**

F<sub>1</sub>



**RrPp**

**Жаңғақ  
пішінді**

F<sub>2</sub>

**9/16 R-P-**

**Жаңғақ**



**3/16 R-pp**

**Раушангүл**



**3/16 rrP-**

**Бұршақ**

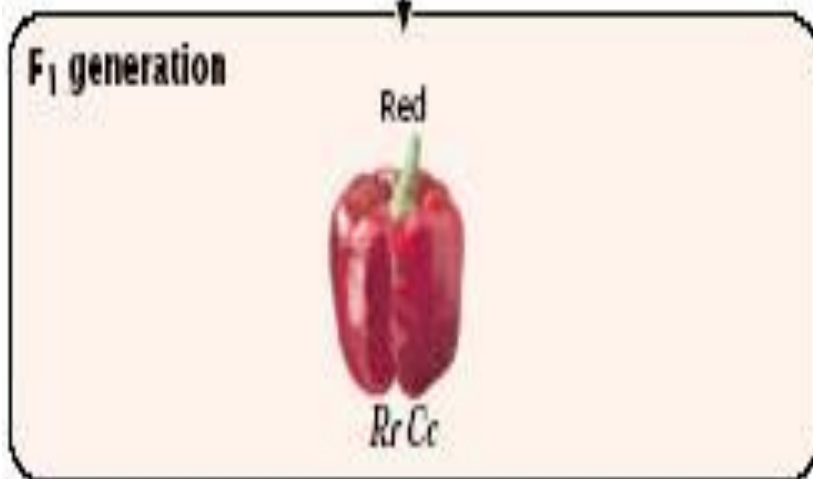
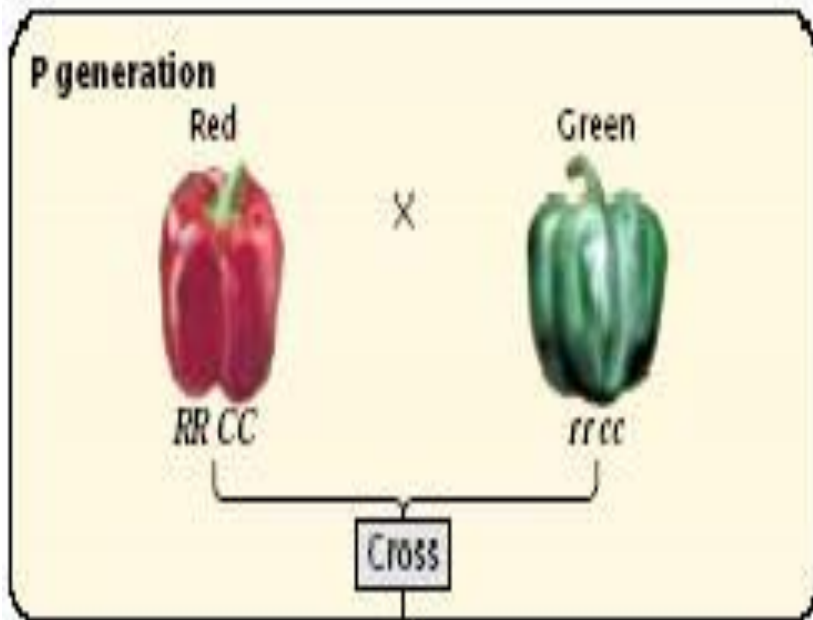


**1/16 rrrp**

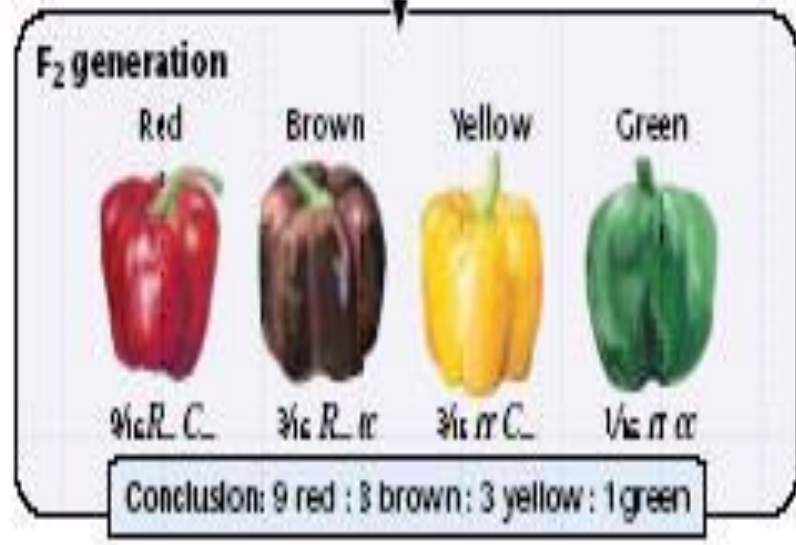
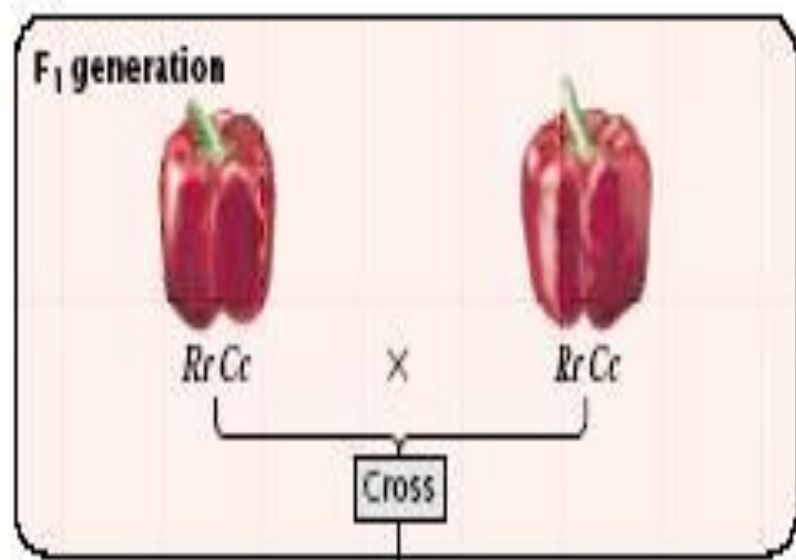
**Жапырақ**



(a)

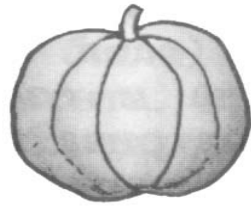


(b)



**Асқабақ жемісінің пішінін анықтайтын комплементарлы гендердің әсері**

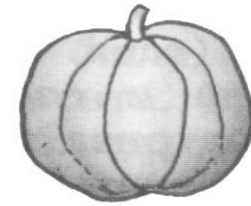
**P**



**SSdd**

**Шар пішінді**

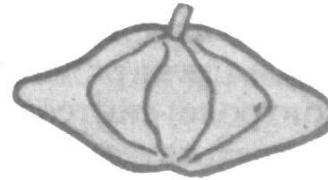
**x**



**ssDD**

**Шар пішінді**

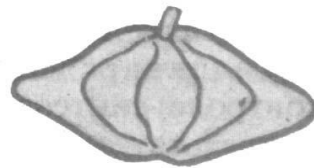
**F<sub>1</sub>**



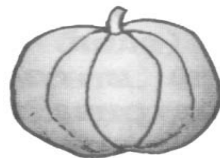
**SsDd**

**Дискі пішінді**

**F<sub>2</sub>**

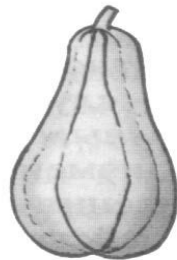


**S-D-** Дискі пішінді (9/16)



**S-dd** Шар пішінді (6/16)

**ssD-**



**ssdd** Сопак пішінді (1/16)





А-С-Агути



А-сс, аасс  
Альбинос



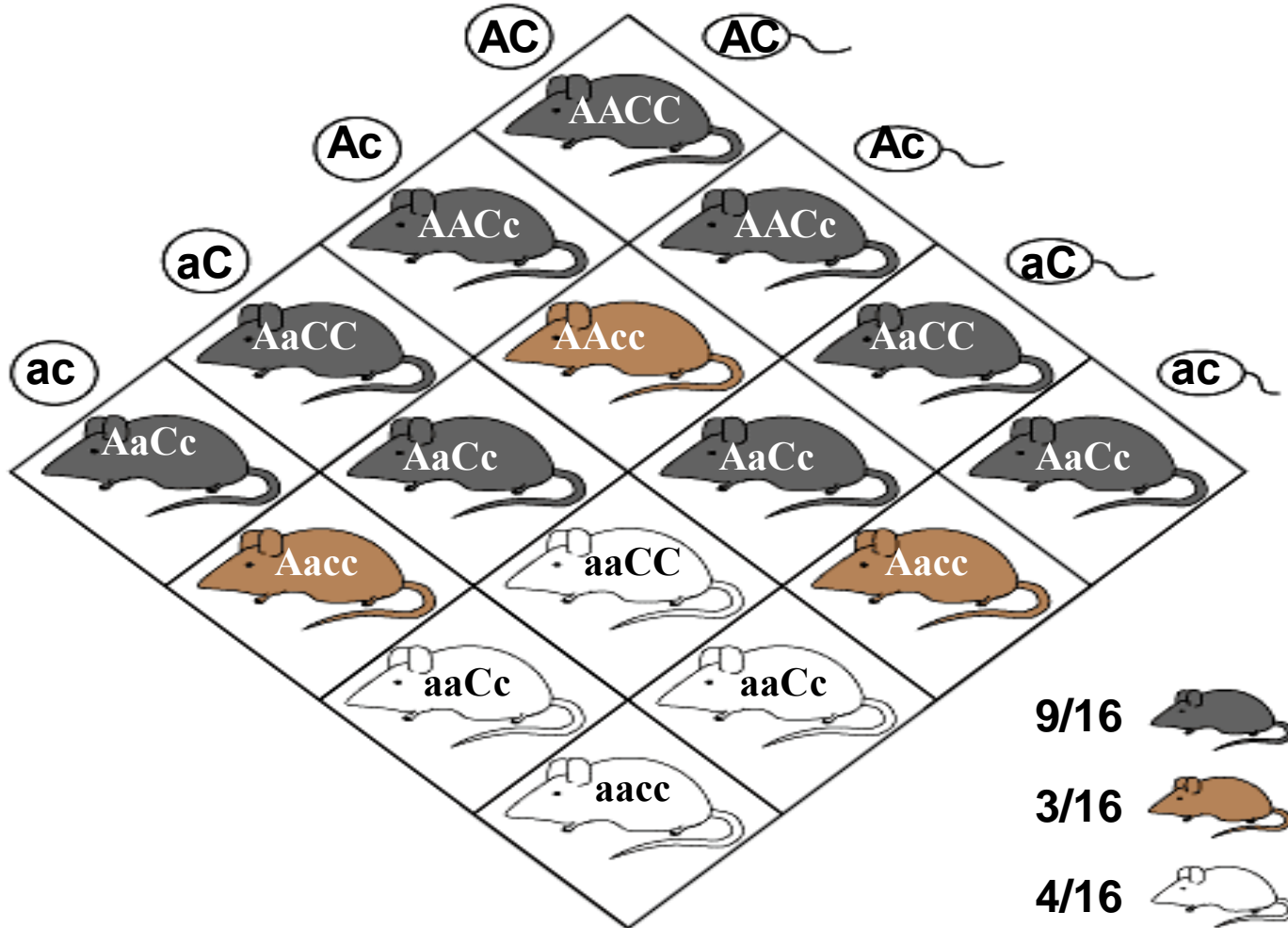
ааС- Қара

Қара тышқандарды ( $ССаа$ ) альбиностармен ( $ссАА$ ) будандастырғанда  $F_1$  ұрпақтарының түсі сұр агути болады.  $F_1$ -дің дигетерозиготалы ( $СсАа$ ) сұр агути түсті тышқандар бір-бірімен өзара будандастырылса,  $F_2$ -де үш фенотиптік кластардан тұратын 9:3:4 қатынасы шығады.

**F<sub>1</sub> x F<sub>1</sub>**



**F<sub>2</sub>**



Жемісі диск пішінді асқабақ өсімдіктерін өзара будандастырғанда 240 диск тәрізді, 154 шар және 26 сопақша пішінді өсімдіктер алынған. Асқабақ пішінің тұқым қуалау типін анықтаңыздар?

Қойбүлдірген өсімдігінің жемісінің түсі ақ және мұртшасыз сортын қызыл жемісті мұртшасыз сортымен будандастырғанда, бірінші ұрпақта алынған өсімдіктердің жемісі қызыл және мұртшалы болған. Ал, екінші ұрпақта ажырау жүріп: 332 қызыл жемісті және мұртшалы, 242 қызыл жемісті және мұртшасыз, 87 ақ жемісті және мұртшалы және 91 ақ жемісті және мұртшасыз өсімдіктер алынған. Белгі қалай тұқым қуалайды? Бастапқы өсімдіктердің генотипін анықтау керек?





Бір геннің әсерін екінші геннің толық басып тежеуін, оның көрінуіне мүмкіндік бермеуін *эпистаз* деп атайды. Басқа гендердің әсерін басып тастайтын гендерді *супрессор (S)* немесе *ингибитор (I)* деп те атайды. Ондай гендер тірі организмдердің бәрінде де кездеседі. Белгінің көрінуіне мүмкіндік бермейтін гендер - *эпистаздық гендер* деп, ал әсері басылып тасталынатын гендер *гипостаздық гендер* деп аталады.



*Тауықтардың қауырсынының түсін анықтайтын эпистаздық гендердің әсері*

**P**      ♀ **ССII**      х      ♂ **ссii**

Ақ қауырсынды  
леггорндар

Ақ қауырсынды  
плимутроктар

**F<sub>1</sub>**

**CcIi**  
Ақ  
қауырсындылар

**F<sub>2</sub>**

**9/16 C-I-**

ақ

қауырсынды

**3/16 C-ii**

бояулы

қауырсынды

**3/16 ccI-**

ақ

қауырсынды

**1/16 ccii**

ақ

қауырсынды



**P** ♀ **ССВВ** **x** ♂ **ссвв**  
**сұр** **жирен**

**F<sub>1</sub>** **СсВв**  
**сұр**

**F**

2

9/16 **С-В-** 3/16 **С-вв** 3/16 **ссВ-** 1/16 **ссвв**  
**сұр** **сұр** **қара** **жирен**

**12 : 3 : 1**



Асқабақтың пішіні сопақша және жемісі ақ түсті өсімдігін, пішіні диск жасыл түрімен будандастырғанда,  $F_1$  алынған өсімдіктердің пішіні дискі тәрізді және жемісі ақ түсті болған, ал, екінші ұрпақта: 548 дискі тәрізді ақ; 355 шар тәрізді ақ; 61 сопақша формалы ақ; 129 дискі тәрізді сары; 95 шар тәрізді сары; 14 сопақша сары; 49 дискі тәрізді жасыл; 28 шар тәрізді жасыл; 5 сопақша жасыл өсімдіктерге ажыраған. Барлығы 1284 өсімдік алынған. Белгілер қалай тұқым қуалайды? Бастапқы өсімдіктердің генотипін анықтау керек? Егер, талдаушы шағылыстыру жүргізсеңіз анализатор ретінде қандай өсімдікті алуға болады және қандай ажырау жүреді?



1 Төменде келтірілген гендердің өзара әсерлесу типтері аллельді емес гендерге жатады:

- A) Плейотропия.
- B) Комплементарлы.
- C) Полимерия.
- D) Кодоминанттылық
- E) Конкорданттылық.
- F) Доминанты.
- G) Асқын доминанттылық.
- H) Толымсыз доминанттылық.

Комплементарлы гендердің әрекеттесуі және оның көрінуі – бұл:

- A) Аллельді емес гендердің өзара әрекеттесуі.
- B) 9:3:3:1; 9:6:1, 9:7
- C) Бір геннің екінші генді өзара толықтыруы.
- D) Бір геннің әсері екінші генмен тежелуі.
- E) 12:3:1; 13:3
- F) Геннің рецессивті әсері.
- G) 15:1; 1:4:6:4:1
- H) Геннің көптік көрініс беруі.



Эпистаз және оның әсері – бұл:

- A) Аллельді емес гендердің өзара әсері.
- B) 12:3:1; 13:3; 9:7; 9:3:4 қатынастары жатады.
- C) Бір ген екінші геннің әсерін басуы.
- D) 9:3:3:1 қатынасы.
- E) Бір ген екінші геннің әсерін өзара толықтыруы.
- F) Гендердің рецессивті көрінуі.
- G) 15:1
- H) Геннің көптік әсері.

Гендердің әрекеттесуі кезінде  $F_2$ –де белгілердің 13:3 ажырауы:

- A) Аллельді емес гендердің әрекеттесуі.
- B) Қос доминантты эпистаз.
- C) Бір геннің басқа геннің әсерін тежеуі.
- D) Гендердің комплементарлы әрекеттесуі.
- E) Гендердің полимерлі әрекеттесуі.
- F) Рецессивті эпистаз.
- G) Қос рецессивті эпистаз.
- H) Кумулятивті полимерия.



Гендердің әрекеттесуі кезінде  $F_2$ -дегі белгілердің 9:7 және 9:3:4 ажырауы:

- A) Аллельді емес гендердің әрекеттесуі.
- B) Рецессивті эпистаз.
- C) Аллельді емес гендердің бір генінің әсері басқа генмен тежелуі.
- D) Комплементарлы гендердің өзара әсері.
- E) Полимерлі гендердің өзара әсері.
- F) Жай доминантты эпистаз.
- G) Қос доминантты эпистаз.
- H) Кумулятивті полимерия.

Гендердің әрекеттесуі кезінде  $F_2$ -де белгілердің 12:3:1 ажырауы:

- A) Аллельді емес гендердің әрекеттесуі.
- B) Жай доминантты эпистаз.
- C) Аллельді емес гендердің бір генінің басқа генмен тежелуі.
- D) Комплементарлы гендердің өзара әсері.
- E) Полимерлі гендердің өзара әсері.
- F) Рецессивті эпистаз.
- G) Қос рецессивті эпистаз.
- H) Кумулятивті полимерия.

{Правильный ответ} = А, В, С



## Полимерия

Кез келген бір белгінің дамуына (қалыптасуына) бірігіп, әсер ететін екі немесе одан да көп аллельді емес гендерді **полимерлі гендер** деп, ал ондай гендердің өзара әсерлесу құбылысын **полимерия** деп атайды. Көбінесе, полимерлі гендер сандық белгілердің көрінуіне, яғни өлшеу, санау, талдау арқылы ғана баға беруге болатын белгілерді (өсімдіктің биіктігі, жануарлардың салмағы, тауықтардың жұмыртқалағыштығы, сүттің майлылығы, қант қызылшасының тамыр жемісіндегі қанттың мөлшері, адамның тері түсі т.б.) бақылайды. Полимерияға мысал ретінде швед генетигі және селекционері Г.Нильсон–Эле жүргізген тәжірибесін қарастыруымызға болады.





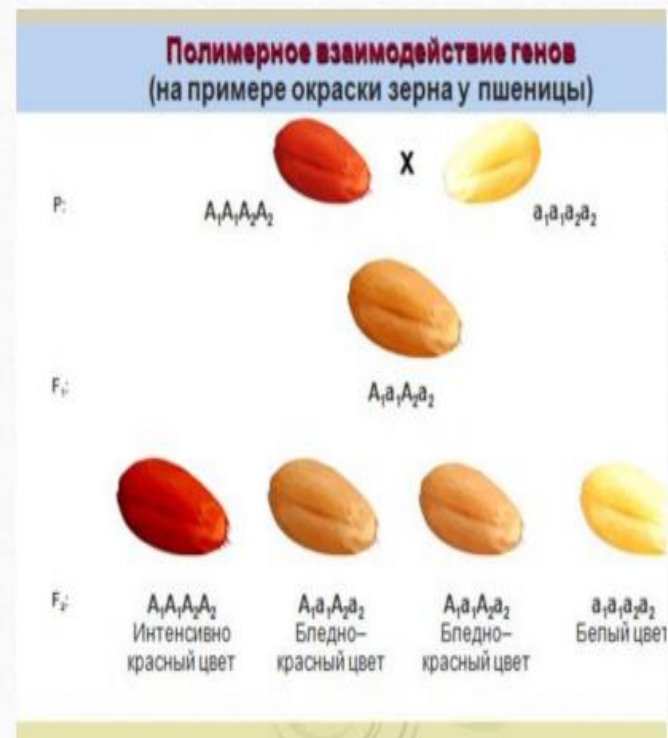
Тәжірибе барысында бидайдың қызыл және ақ дәнді өсімдіктерін өзара будандастырғанда, қалыпты жағдайда, белгілер  $F_2$ -де 3:1 қатынасында ажыраған. Бірақ, кейбір жағдайларда ақ дәнді бидай өсімдіктерінің саны азайып, ажырау 15:1, кейде 63:1 қатынасында жүрген.

Полимерия **кумулятивті (аддитивті) және кумулятивті емес** деп екі түрге ажыратылады. **Кумулятивті емес полимерия** кезінде белгінің қалыптасу деңгейі полимерлі гендердің доминантты аллельдерінің санына емес, доминантты аллельдің генотипте болуымен анықталады.



# Полимерия

- Егер гендердің өзара әрекеттесуі нәтижесінде бір белгінің көрінуіне екі, үш немесе одан да көп гендердің әсері болса, ондай құбылысты **полимерия** деп атайды. Мұндай гендерді полимерлік гендер дейді. Оларды бірдей әріптермен белгілейді, бірақ индексі өзгеше болады. Мысалы,  $A_1 A_1 A_2 A_2$  немесе  $a_1 a_1 a_2 a_2$ ,  $A_1 A_1 A_2 A_2 A_3 A_3$  немесе  $a_1 a_1 a_2 a_2 a_3 a_3$ . Полимерлі гендер өсімдіктер мен жануарлардың бағалы, сапалы белгілері мен қасиеттерін бақылайды. Мысалы, өсімдік бойының биіктігі, пісу мерзімі, дәнінің орташа салмағы, майлылығы, қанттылығы, нәруыз мөлшері, т.б. Полимерлік гендер қызметіне қарай кумулятивті және кумулятивті емес полимерия болып бөлінеді.



P

♀  $A_1A_1A_2A_2$  x ♂  $a_1a_1a_2a_2$

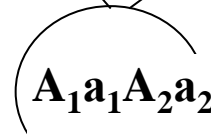
ҚЫЗЫЛ

ақ

Гаметалар



F<sub>1</sub>



ҚЫЗЫЛ

P (F<sub>1</sub>)

♀  $A_1a_1A_2a_2$  x ♂  $A_1a_1A_2a_2$

ҚЫЗЫЛ ҚЫЗЫЛ

Гаметалар

$A_1A_2, A_1a_2, a_1A_2, a_1a_2, A_1A_2, A_1a_2, a_1A_2,$

F<sub>2</sub>

$\frac{9}{16} A_1-A_2-; \frac{3}{16} A_1-a_2a_2; \frac{3}{16} a_1a_1A_2-; \frac{1}{16} a_1a_1a_2$

ҚЫЗЫЛ

ҚЫЗЫЛ

ҚЫЗЫЛ

ақ

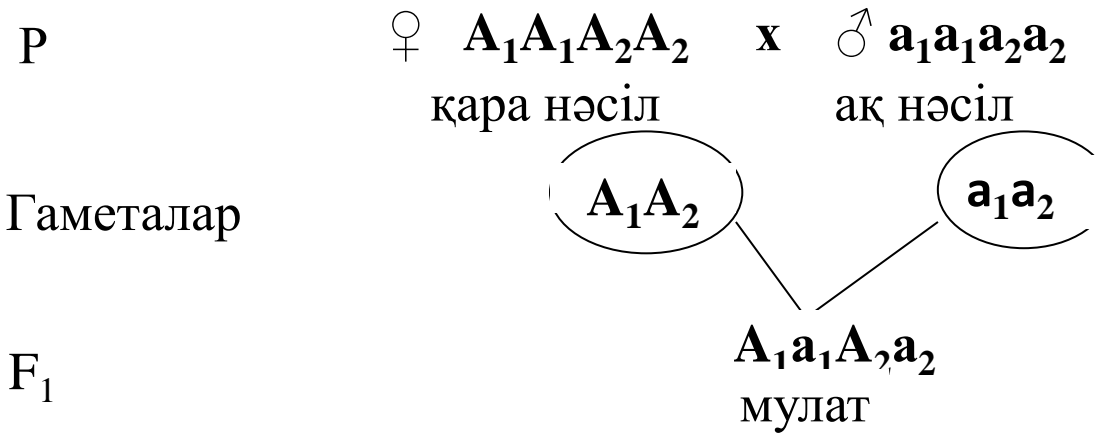
**15 қызыл : 1 ақ**



**Кумулятивті полимерия** кезінде белгінің көріну деңгейі ағза генотипіндегі полимерлі гендердің доминантты аллельдерінің санына тәуелді болады. Мысалы, адам терісінің түсі екі жұп полимерлі доминантты ( $A_1A_1A_2A_2$ ) және рецессивті ( $a_1a_1a_2a_2$ ) гендермен бақыланады.  $F_2$ -де тері түсінің ажырауы фенотип бойынша **1 : 4 : 6 : 4 : 1** қатынасында болады.

Тері түсінің көрінуі доминантты және рецессивті полимерлі гендердің арақатынасына тәуелді болады. Мысалы, қара нәсіл ( $A_1A_1A_2A_2$ ) мен ақ ( $a_1a_1a_2a_2$ ) нәсілдердің некелесуінен мулат ( $A_1a_1A_2a_2$ ) туылады. Бірақ, мулаттардың өзара некелесуінен туылған балалардың тері түстері ақ түстен қара түске дейін өзгереді.





P (F<sub>1</sub>)

♀ **A<sub>1</sub>a<sub>1</sub>A<sub>2</sub>a<sub>2</sub>** x ♂ **A<sub>1</sub>a<sub>1</sub>A<sub>2</sub>a<sub>2</sub>**

мулат

мулат

Гаметалар

A<sub>1</sub>A<sub>2</sub>, A<sub>1</sub>a<sub>2</sub>, a<sub>1</sub>A<sub>2</sub>, a<sub>1</sub>a<sub>2</sub>, A<sub>1</sub>A<sub>2</sub>, A<sub>1</sub>a<sub>2</sub>, a<sub>1</sub>A<sub>2</sub>,  
a<sub>1</sub>a<sub>2</sub>

F<sub>2</sub>

$\frac{1}{16}$  A<sub>1</sub>A<sub>1</sub>A<sub>2</sub>A<sub>2</sub> - қара нәсіл

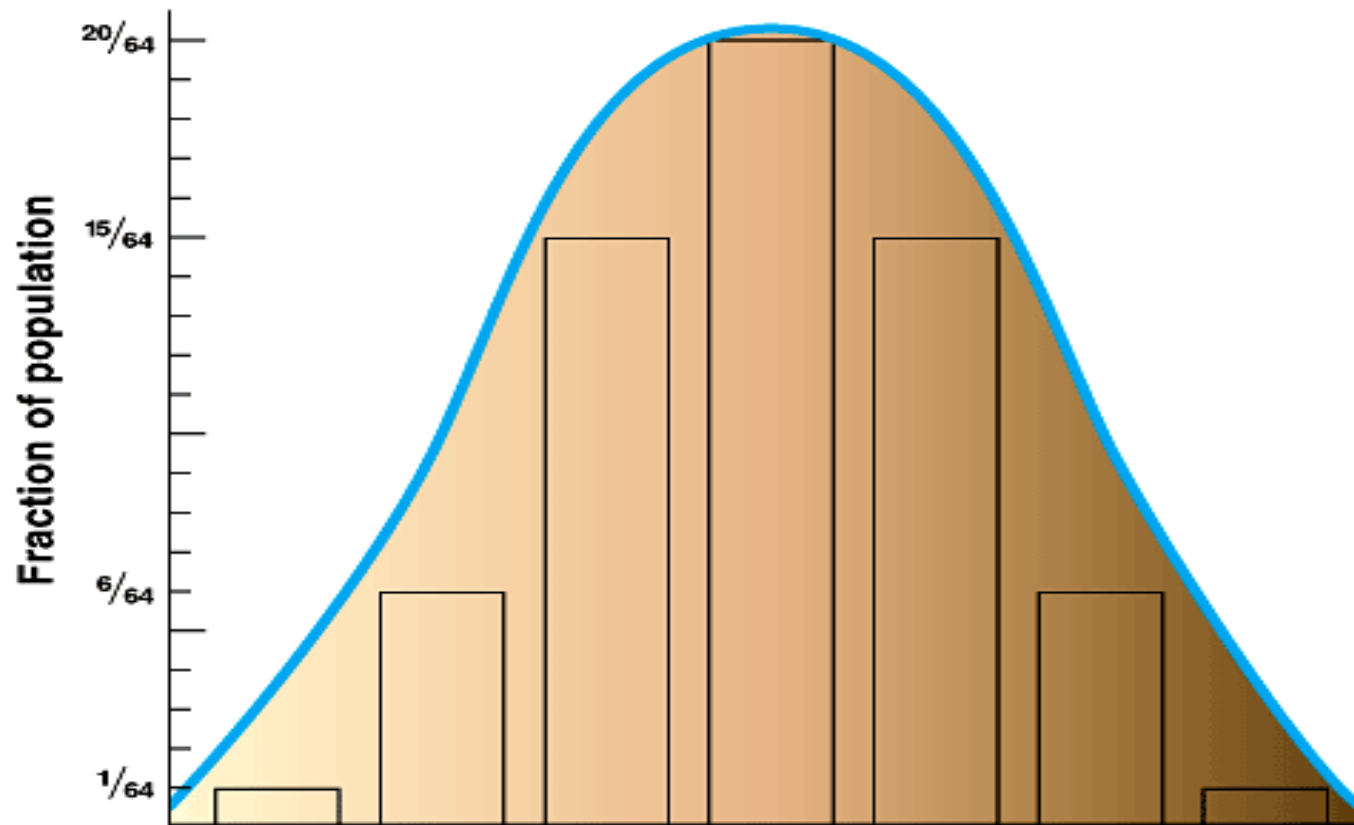
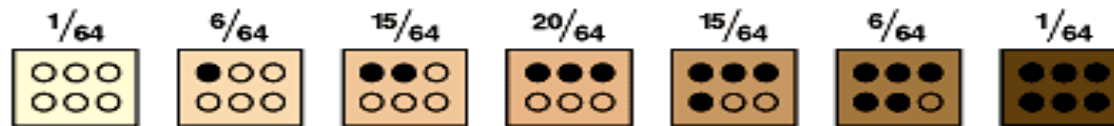
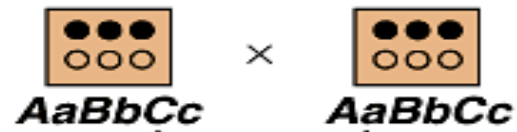
$\frac{4}{16}$  ( $\frac{2}{16}$  A<sub>1</sub>A<sub>1</sub>A<sub>2</sub>a<sub>2</sub>;  $\frac{2}{16}$  A<sub>1</sub>a<sub>1</sub>A<sub>2</sub>A<sub>2</sub>) - қою қара мулат

$\frac{6}{16}$  ( $\frac{1}{16}$  A<sub>1</sub>A<sub>1</sub>a<sub>2</sub>a<sub>2</sub>;  $\frac{4}{16}$  A<sub>1</sub>a<sub>1</sub>A<sub>2</sub>a<sub>2</sub>;  $\frac{1}{16}$  a<sub>1</sub>a<sub>1</sub>A<sub>2</sub>A<sub>2</sub>) - мулат

$\frac{4}{16}$  ( $\frac{2}{16}$  A<sub>1</sub>a<sub>1</sub>a<sub>2</sub>a<sub>2</sub>;  $\frac{2}{16}$  a<sub>1</sub>a<sub>1</sub>A<sub>2</sub>a<sub>2</sub>) - ашық түсті мулат

$\frac{1}{16}$  a<sub>1</sub>a<sub>1</sub>a<sub>2</sub>a<sub>2</sub> – ақ нәсіл





Отношение	Генотипы			
	<i>A_B_</i>	<i>A_bb</i>	<i>aaB_</i>	<i>aabb</i>
9:3:3:1	9	3	3	1
9:3:4	9	3	4	
12:3:1	12		3	1
9:7	9	7		
9:6:1	9	6		1
15:1	15			1
13:3	13		3	

Варианты соотношений классов в потомстве дигибридного скрещивания в зависимости от типа взаимодействия генов



**Плейотропия** – бұл әртүрлі мүшелер мен ұлпаларға бір геннің тәуелсіз немесе автономды әсері және бір геннің бірнеше белгілердің түзілуіне әсері. Мысалы, дрозофиладағы көздің «ақ» түсін анықтайтын ген бір мезгілде, ішкі мүшелердің түсінің өзгеруі мен тіршілік қабілетінің төмендеуіне әкеледі.

**Модификаторлы гендер** деп – ағза генотипіндегі кейбір гендердің нақты белгінің дамуына емес, басқа бір гендердің даму жағдайларын өзгерте алу қасиетін айтады. Мұны кез келген белгіні немесе қасиетті анықтайтын генотиптегі негізгі гендердің әртүрлі жағдайда көрінуіне модификаторлы гендердің әсерімен түсіндіріледі. Соңғы уақытта нақты модификаторлы гендер жоқ деген сұрақтар туындайды, бірақ, ағзада нақты белгіні немесе қасиетті анықтайтын гендер басқа гендердің көрінуін өзгерте алады (Жимулев И.Ф., 2002).



Доминантты гендердің нақты белгі немесе ағзаның қасиеті ретінде көрінбеуіне біршама мысалдарды қарастыруға болады. Осымен байланысты, доминантты геннің көріну жағдайында белгі әртүрлі деңгейде дамуы мүмкін. Мұндай жағдайлар гомозиготалы күйдегі рецессивті гендерде де кездесуі мүмкін. Гендердің нақты белгі немесе қасиет түрінде жүзеге асуы, сонымен қатар олардың фенотиптегі көріну деңгейлері белгілі деңгейде нақты генотип пен сыртқы орта жағдайларына тәуелді болады. Геннің фенотиптегі көріну мүмкіндігін Н.В.Тимофеев-Ресовский (1927 ж.) **пенетранттылық** деп, ал, геннің белгіге әсер ету деңгейін - **экспрессивтілік** деп атауды ұсынды.



**Пенетранттылық** даралардағы геннің белгі немесе қасиет түрінде көрінуі пайызбен, ал, **экспрессивтілік** нақты геннің әсерінен көрінетін белгінің орташа мәнімен өлшенеді. Сондықтан, бұл қарастырылған мысалдарда гендер толық пенетранттылықты (дараларда белгілердің көрінуі 100%) көрсетеді. Алайда, адамдардағы полидактилия (көп саусақтылық) генін мысал ретінде қарастырсақ, доминантты ген барлық адамдарда көріне (толымсыз пенетранттылық) бермейді. Сонымен қатар, доминантты ген әр адамда әртүрлі деңгейде: кейбір адамдардың қолында не болмаса аяқтарында немесе тек бір қолдары мен аяқтарында қосымша саусақтың көрінуі мүмкін, алайда барлық жағдайларда қосымша саусақтың даму деңгейлері әртүрлі болуы мүмкін. Жалпы гендер толымсыз пенетранттылық және әртүрлі экспрессивтілік жағдайында көрінеді.



**3.6 есеп.** Ата–аналарының бірі арахнодактилия (көп саусақтың болуы) аутосомды доминантты генін тасымалдаушы, ал екіншісі сау болған. Осы отбасында әртүрлі фенотиптегі балалардың туылу ықтималдылығын анықтау керек. Бұл геннің пенетранттылығы 30% құрайтындығы белгілі.

*Белгілердің тұқым қуалау сипатын анықтаймыз.* Егер, арахнодактилия генінің пенетранттылығы 100% құрайтын болса, онда, осы отбасындағы балалардың туылуы ықтималдылығы тең дәрежеде болар еді, алайда, бұл генді тасымалдаушы балаларда арахнодактилия гені 30% ғана құрайды.

*Енді есептің берілуін қысқаша жазып, шығарамыз.*



**Берілгені:**

**Есептің шешуі:**

**A** - арахнодактилия;

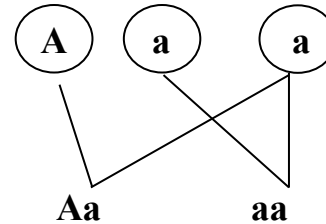
**a** – қалыпты.

**F<sub>1</sub>** - ?

P

♀ **Aa** x ♂ **aa**  
арахнодактилия      қалыпты

Гаметалар



F<sub>1</sub>

50% (0,5) арахнодактилия      50% (0,5) қалыпты

**1 : 1**

$0,5 \times 0,3 = 0,15 \times 100 = 15\%$

**Жауабы:** Демек, арахнодактилия белгісі барлық балалардың 15%-ында кездеседі.

Қалған 85% балалардың саусақтары қалыпты болады.

Бидай өсімдігінің масағы қызыл және тығыз сортын, масағы ақ және борпылдақ сортымен будандастырғанда,  $F_1$  алынған бидай өсімдігінің масақтары қызыл және тығыздығы орташа болған, ал,  $F_2$ -де: 185 қызыл, тығыз масақты; 360 қызыл, тығыздығы орташа; 182 қызыл борпылдақ масақты; 12 ақ, тығыз масақты; 25 ақ, тығыздығы орташа; 10 ақ, борпылдақ масақты өсімдіктерге ажыраған. Белгілер қалай тұқым қуалайды? Бастапқы өсімдіктердің генотипін анықтаңыздар?



Қоян құлақтарының ұзындығы 28 см, ал, басқа тұқымды қоян құлағының ұзындығы – 12 см. Қоян құлақтарының ұзындығы бойынша айырмашылық екі жұп кумулятивті гендердің әсеріне тәуелді деп есептеледі. Құлағының ұзындығы 28 см болып келетін қояндардың генотипі  $D_1D_1D_2D_2$ , ал, 12 см қояндардың генотипі –  $d_1d_1d_2d_2$  болып келеді. Демек, әрбір доминантты ген құлақ ұзындығының 4 см-ге ұзаруына әсер етеді. Құлақ ұзындықтары әртүрлі қояндарды өзара шағылыстырудан,  $F_1$ -де 14, ал,  $F_2$  – 32 көжектер туылған.  $F_1$  және  $F_2$ -де алынған көжектердің генотиптерін анықтау керек?



Қарабидай дақылының жапырақ құлақшасы қызыл және сары дәнді өсімдігін, құлақшасы ақ және ақ дәнді өсімдігімен будандастыру кезінде,  $F_1$ -де жасыл дәнді, құлақшасы ақ түсті өсімдіктер алынған, ал,  $F_2$ -де: 360 қызыл құлақшалы және жасыл дәнді; 117 қызыл құлақшалы және сары дәнді; 164 қызыл құлақшалы және ақ дәнді; 122 ақ құлақшалы және жасыл дәнді; 42 ақ құлақшалы және сары дәнді; 54 ақ құлақшалы және ақ дәнді өсімдіктерге ажыраған. Белгі қалай тұқым қуалайды? Бастапқы өсімдіктердің генотипін анықтау керек.





Сылдырмақ өсімдігінің гүлдерінің пішіні екі жұп полимерлі гендерге тәуелді тұқым қуалайды. Гүлдерінің пішіні үшбұрышты және сопақша болып келетін өсімдіктерді өзара будандастырғанда  $\frac{3}{4}$  үшбұрышты және  $\frac{1}{4}$  сопақша өсімдіктер алынған. Аталық аналықтарының генотипін анықтаңыздар. Егер де бастапқы өсімдікті гүлдері үшбұрышты өсімдіктермен будандастырса қандай өсімдіктер алынар еді?



Масағы қызыл және қылтанақсыз бидай сортын алу мақсатында селекционер қара масақты қылтанақсыз өсімдік пен қызыл масақты қылтанақты өсімдікті будандастырғанда, алғашқы алынған өсімдіктердің барлығы қылтанақсыз масағы қара болған. Ал, екінші ұрпақта: 714 қылтанақсыз қара масақты; 181 қылтанақсыз, қызыл масақты; 58 қылтанақсыз, ақ масақты; 231 қылтанақты, қара масақты; 61 қылтанақты, қызыл масақты; 20 қылтанақты, ақ масақты өсімдітерге ажырау жүрген. Зерттеліп отырған белгілер қанша генмен бақыланады? Бастапқы өсімдіктердің генотипі қандай?  $F_2$  өсімдіктерінің қанша бөлігі қылтанақсыз және қызыл масақты белгілері бойынша гомозиготалы болады?



Бидай масағының қызыл және ақ түсті өсімдіктерін будандастырғанда,  $F_1$ -де өсімдіктерінің масақтарының 42 қызыл және 15-і ақ болған.  $F_1$ -де алынған ақ масақты өсімдікті басқа қызыл масақты өсімдікпен будандастырғанда, 52 қызыл және 18 ақ масақты өсімдіктер алынған. Алғашқы қызыл масақты өсімдікті өзара будандастырғанда,  $F_1$ -де алынған өсімдіктердің 82 қызыл және 5 ақ масақты болған. Ажырау нәтижесін түсіндіріңіз, бастапқы аталық аналық өсімдіктердің генотипін анықтаңыздар

