



КАФЕДРА БИОЛОГИИ
имени академика Е.Н.Павловского
ВОЕННО-МЕДИЦИНСКОЙ АКАДЕМИИ

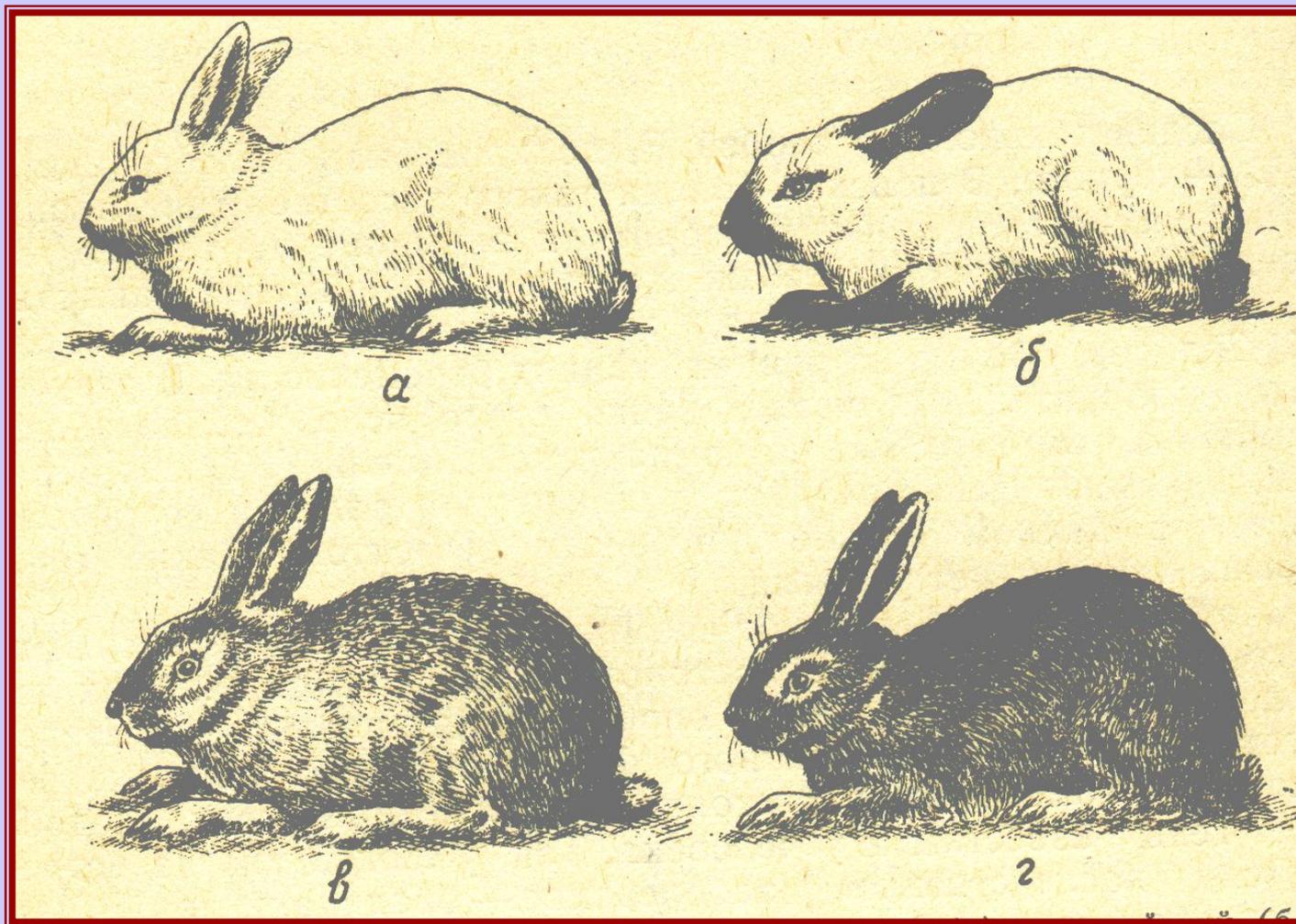
В лекции будут рассмотрены следующие вопросы:

- 1. Взаимодействие аллелей одного гена и их характеристика**
- 2. Взаимодействие аллелей разных генов**
- 3. Механизмы взаимодействия генов**
- 4. Плейотропное действие генов**

Выделяют следующие типы взаимодействия аллелей одного гена:

- 1. Доминирование**
- 2. Неполное доминирование, чаще всего проявляется у человека**
- 3. Сверхдоминирование**
- 4. Кодоминирование**
- 5. Аллельное исключение**

При *полном доминировании* действие одного аллеля гена полностью подавляет действие другого аллеля, вследствие чего фенотипы гетерозигот и доминантных гомозигот не отличаются друг от друга

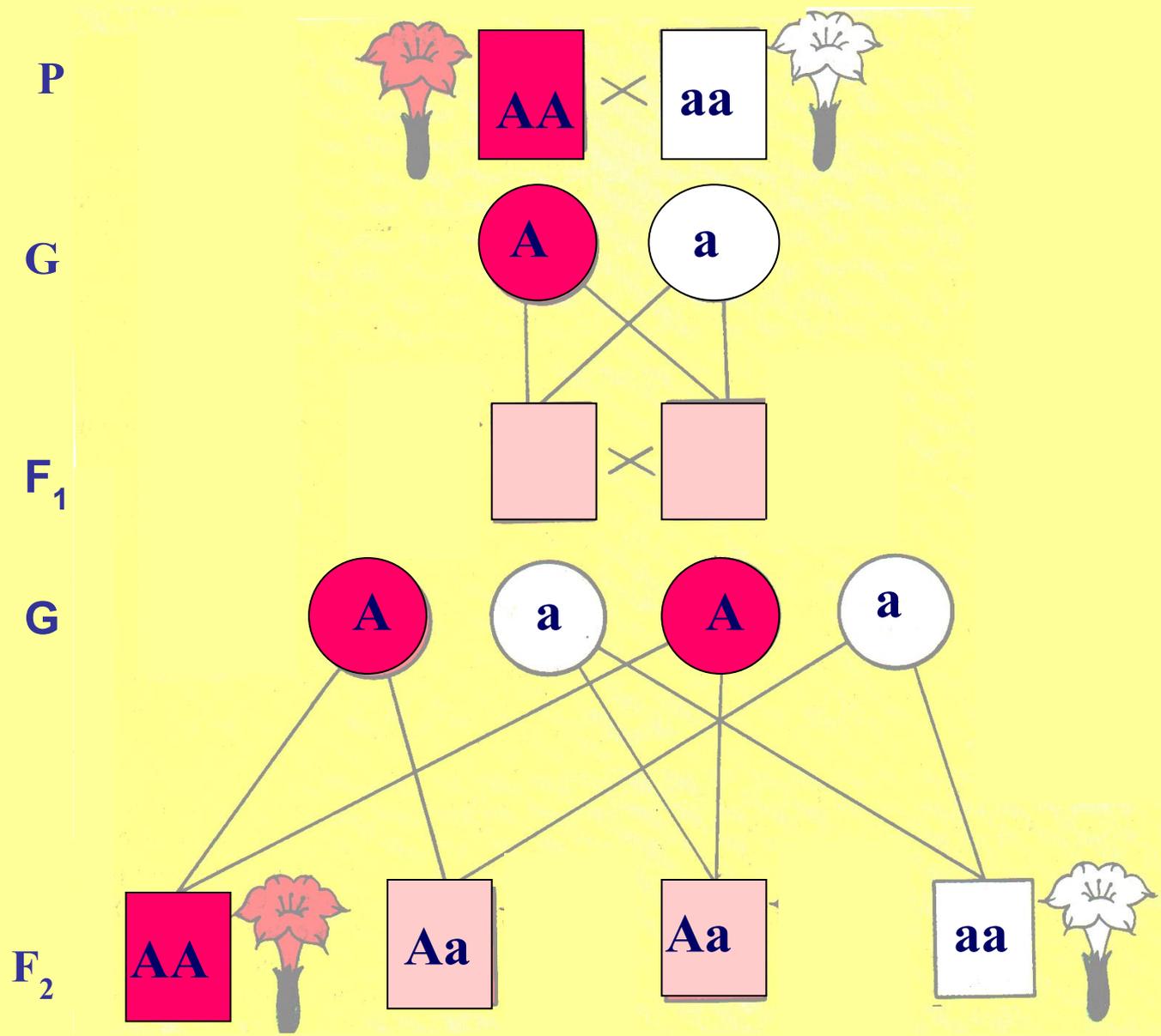


а- белый ; б-гималайский; в-шиншилла ; г-агути

Аллель	Возможные генотипы	Фенотип
C^A	C^AC^A C^AC^{ch} C^AC^h C^AC^a	Агути (дикий тип)
C^{ch}	C^{ch}C^{ch} C^{ch}C^h C^{ch}C^a	Шиншилла
C^h	C^hC^h C^hC^a	Гималайский
C^a	C^aC^a	Альбинос

Наследование окраски шерсти у кроликов

В случае *неполного доминирования* выражение признака у гетерозигот имеет промежуточный характер по отношению к проявлению его у доминантных и рецессивных гомозигот.



Наследование окраски ночной красавицы

При сверхдоминировании доминантный признак у гетерозигот проявляется в большей степени, чем у гомозигот.

Гетерозиготы по серповидноклеточной анемии обладают большей резистентностью к возбудителям тропической малярии, чем гомозиготы по нормальному аллелю, определяющему образование нормального гемоглобина.

HbA/ HbA < HbA/HbS > HbS/HbS.

Группа крови	Возможные генотипы
M	$J^M J^M$
N	$J^N J^N$
MN	$J^M J^N$

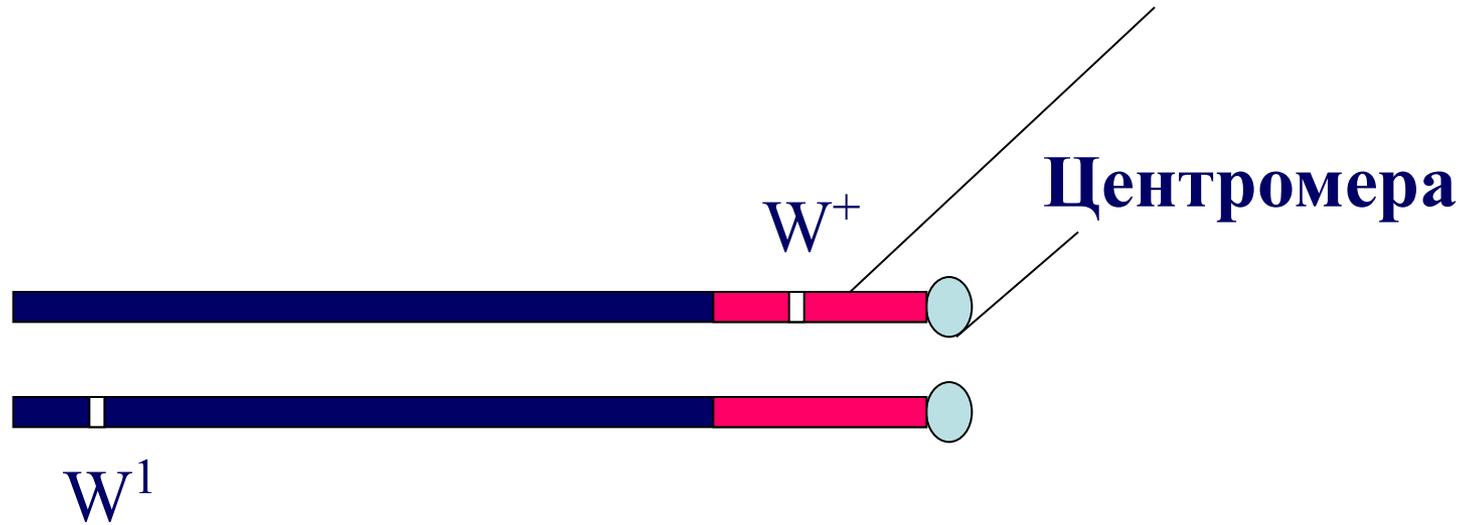
Группы крови человека по системе **MN**

Группа крови	Возможные генотипы	Частота среди населения Европы (%)
I (0)	ii	46
II (A)	I^AI^A I^Ai	42
III (B)	I^BI^B I^Bi	9
IV (AB)	I^AI^B	3

Наследование групп крови человека по системе АВО

Эффект положения проявляется в изменчивости функциональной активности гена в зависимости от того , какой аллель находится в соседнем локусе

Гетерохроматин



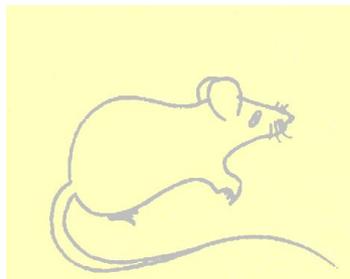
Эффект положения гена white

Эффект положения на примере наследования резус-фактора

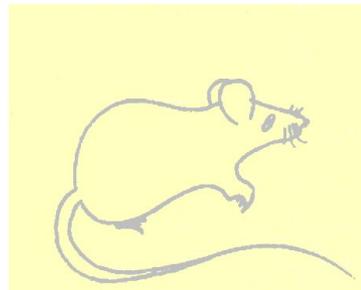
CDE/cDe образуется мало антигена C

CDe/cDE образуется много антигена C

F₁



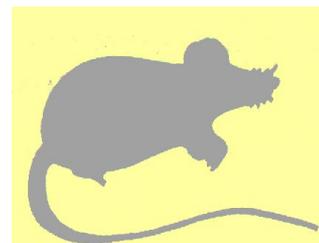
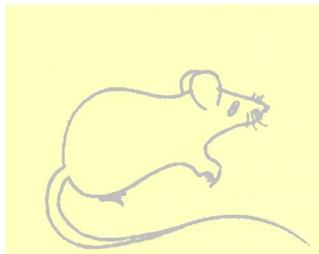
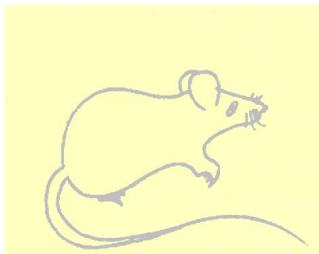
x



Yy

Yy

F₂



Yy

Yy

yy

Расщепление 2 : 1

Наследование желтой окраски у мышей

Взаимодействие аллелей гена осуществляется на разных уровнях становления определяемых им признаков:

- молекулярном (структура белковой молекулы фермента),**
- биохимическом (активность фермента и связанная с ней возможность превращения глюкозы в крахмал),**
- организменном (форма семян гороха).**

При этом на разных уровнях фенотипического проявления признаков, определяемых одним и тем же геном, характер взаимодействия его аллелей может варьировать.

Тип взаимодействия генов	Уровень фенотипического проявления признака	Признак
Полное доминирование	Организменный	Форма семян гороха
Неполное доминирование	Биохимический	Активность фермента
Кодоминирование	Молекулярный	Структура белковой молекулы фермента

Взаимодействие аллелей гена, определяющего форму семян гороха, на разных уровнях проявления признака.

Многие рецессивные болезни обусловлены недостаточностью ферментов, а аутосомно-доминантные - недостаточностью структурных белков.

При рецессивных заболеваниях наличие одного нормального аллеля оказывается достаточным для необходимой функциональной активности генного продукта (например, осуществления метаболической реакции, ионного транспорта и т.д.).

В случае доминантных заболеваний наличие лишь одного нормального аллеля не обеспечивает необходимую функциональную активность генного продукта, следствием чего служит развитие болезни.

Выделяют следующие типы взаимодействия аллелей разных генов:

- 1. Комплементарность**
- 2. Эпистаз**
- 3. Полимерия**
- 4. Эффект положения**

Наследование окраски цветков душистого горошка

P	♀ ААВВ Красные	x	♂ ааbb Белые
G	AB		ab
F₁		АаВb Красные	
F₂	♀ АаВb Красные	x	♂ АаВb Красные
G	AB, Ab, aB, ab		AB, Ab, aB, ab

Во втором поколении гибридов происходит расщепление по фенотипу в соотношении 9:7 (9/16 красных и 7/16 белых)

♂ ♀	AB	Ab,	aB,	ab,
AB	AABB	AABb	AaBB	AaBb
Ab	AABb	AAbb	AaBb	Aabb
aB	AaBB	AaBb	aaBB	aaBb
ab,	AaBb	Aabb	aaBB	aabb



Красные цветки А-В-



Белые цветки аа-- , --bb

Наследование окраски шерсти у мышей

(комплементарное действие генов рецессивный эпистаз)

P	♀ ААСС	x	♂ аасс
	Серые		Белые
G	АС		ас
F₁		АаСс	
		Серые	
F₁	♀ АаСс	x	♂ АаСс
	Серые		Серые
G	АС, Ас, аС, ас		АС, Ас, аС, ас

♂ AC	AC	Ac	aC	ac				
♀	AC	Ac	aC	ac				
AAC c AaC								
Ac					AACC	AAcc	AaCc	Aacc
aC					AaCC	AaCc	aaCC	aaCc
ac					AaCc	Aacc	aaCc	aacc



серые мыши « агути » A-C-



черные мыши aaC-



белые мыши A-cc

В F₂ происходит расщепление по цвету шерсти в соотношении 9:3:4 (9/16 – серых , 3/ 16 черных, 4/16 белых)

Эпистаз – тип взаимодействия генов, при котором аллели одного гена подавляют (эпистатируют) проявление аллелей других генов. Ген, подавляющий проявление признака, определяемого другим геном, получил название *эпистатического* или *супрессора*. Подавляемые гены называют *гипостатическими*.

Различают два вида эпистаза: *доминантный*, когда супрессором служит доминантный аллель и *рецессивный*, при котором эпистатическое действие проявляет рецессивный аллель.

**Наследование окраски оперения
у кур порода леггорн
(доминантный эпистаз)**

	Леггорн		Виадотт
P	♀ ИСС	x	♂ исс
	Белые		Белые
G	IC		ic
F₁		IiCc	
		Белы	
F₁	♀ IiCc	ϕ	♂ IiCc
	Белые		Белые
G	IC, Ic, iC, ic		IC, Ic, iC, ic

♂ ♀	IC	IC	iC	ic
IC				



Белое оперение I---, --cc



Черное оперение iiC-

Во втором поколении гибридов происходит расщепление по фенотипу в соотношении 13:3 (13/16 белых и 3/16 черных)

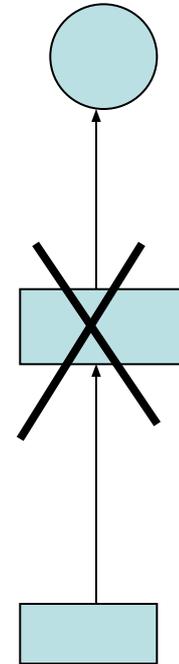
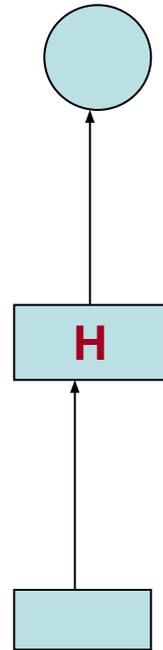
Механизм взаимодействия генов при бомбейском феномене

Бомбейский феномен

группа крови
IV (AB)

группа крови I
(0)

Предшественник
изоантигенов



$I^A I^B Hh$ или $I^A I^B Hh$

$I^A I^B hh$

Полимерия – один из типов взаимодействия неаллельных генов, при котором степень развития одного и того же признака обусловлена влиянием ряда генов. Такие проявляющиеся сходным образом гены называются полимерными генами или полигенами.

Различают **кумулятивную** и **некумулятивную полимерию**. В случае кумулятивной полимерии при накоплении в генотипе доминантных аллелей полимерных генов, действие их суммируется, то есть они проявляют **кумулятивный** или **аддитивный** эффект.

***Некумулятивная полимерия* характеризуется тем, что для полной выраженности признака достаточно одного доминантного аллеля любого из полимерных генов**

Наследование окраски зерен у пшеницы при взаимодействии двух пар генов (полимерия)

P ♀ $A_1A_1A_2A_2$ × ♂ $a_1a_1a_2a_2$

Красные

**Бледно-
желтые**

G A_1A_2

a_1a_2

F₁ $A_1a_1A_2a_2$

Розовые

F₁ ♀ $A_1a_1A_2a_2$ × ♂ $A_1a_1A_2a_2$

Розовые

Розовые

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

♂ ♀	A_1A_2	A_1a_2	a_1A_2	a_1a_2
A_1A_2	красный	ярко-розовый	ярко-розовый	розовый
A_1a_2	ярко-розовый	розовый	розовый	бледно-розовый
a_1A_2	ярко-розовый	розовый	розовый	бледно-розовый
a_1a_2	розовый	бледно-розовый	бледно-розовый	бледно-желтый



красный



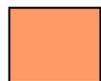
бледно-розовый



ярко-розовый

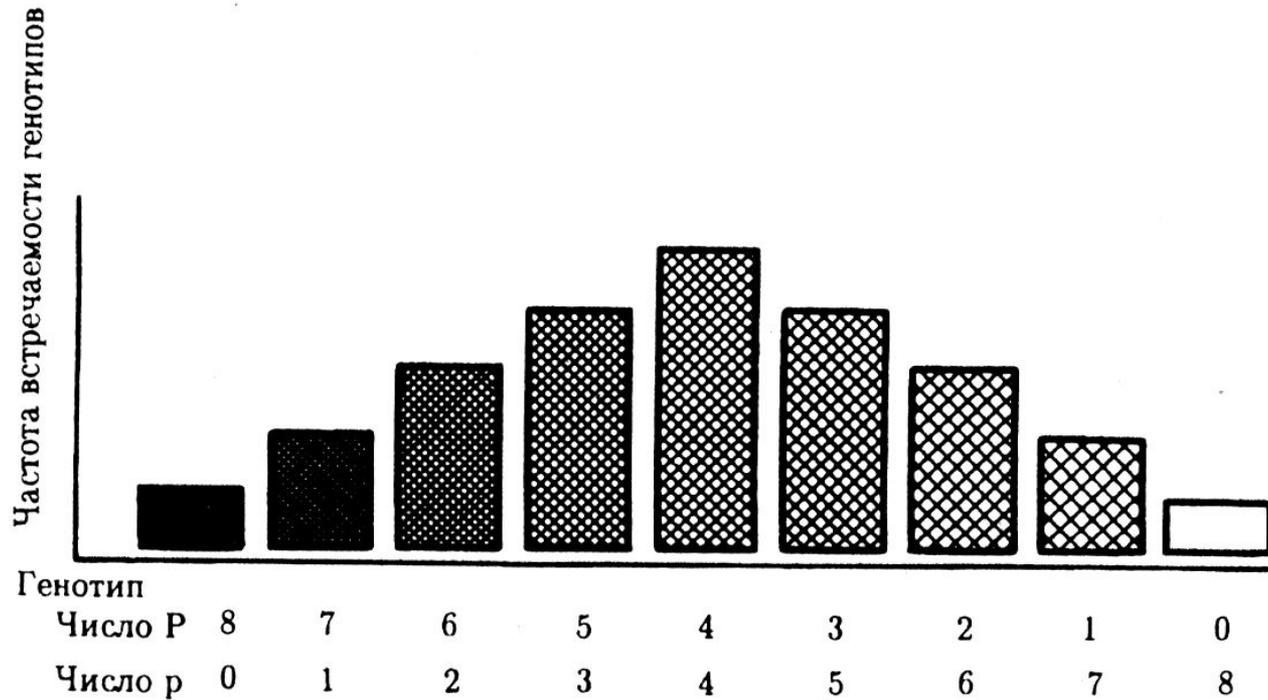


бледно-желтый

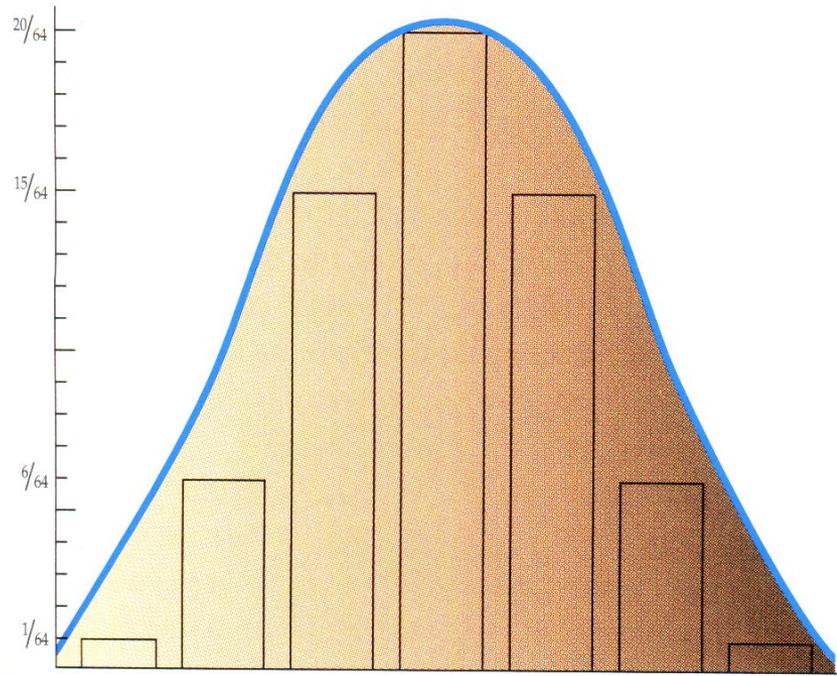
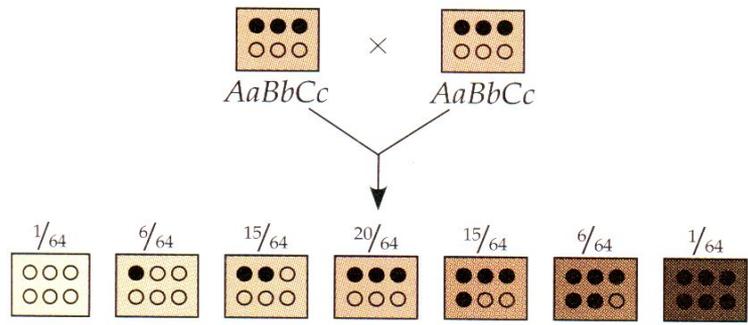


розовый

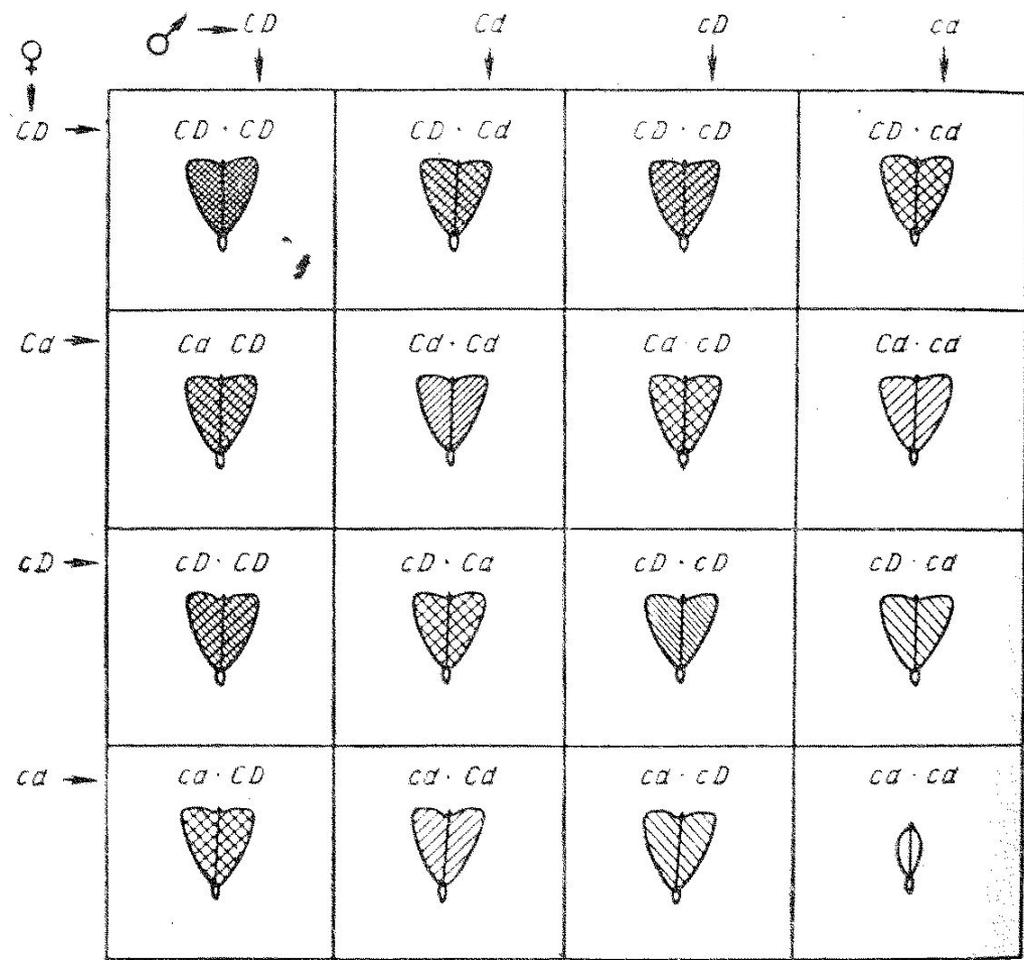
В F_2 по степени интенсивности окраски можно выделить 5 нечетко разграниченных фенотипических групп, соответствующих генотипам, содержащим 4,3,2,1 доминантных аллелей A и генотипу не содержащему доминантных аллелей вовсе.



Зависимость пигментации кожи человека от количества доминантных аллелей (P) в генотипе



**Упрощенная модель полигенного наследования
 окраски кожных покровов**



Расщепление 15:1 во втором поколении гибридов при скрещивании пастушьей сумки с овальными и треугольными плодами.

При первичной плеiotропии ген одновременно проявляет свое множественное действие в разного типа клетках и сразу в нескольких органах.

Например, при болезни Хартнепа мутация гена приводит к нарушению всасывания аминокислоты триптофана в эпителии кишечника и блокаде реабсорбции триптофана в почечных канальцах . В результате происходит одновременное расстройство деятельности пищеварительной и выделительной систем.

При вторичной плеiotропии ген имеет лишь одно фенотипическое проявление, на фоне которого развиваются процессы, приводящие к множественным эффектам.

Примером вторичного плеiotропного действия гена может быть серповидноклеточная анемия

Вторичная преэритропоэзия при серповидноклеточной анемии

