

# Моногибридное скрещивание. Взаимодействие неаллельных генов

- Схемы записи результатов гибридологического анализа при всех типах взаимодействия неаллельных генов ничем не отличаются от записи их при ди- или полигибридном скрещивании. Сходны и результаты скрещивания по типам гамет на различных этапах скрещивания, по типам и количественному соотношению генотипов. Единственное различие - в типах и количественном соотношении фенотипов. Для каждого из этих скрещиваний они специфичны, и именно по этому показателю определяется сам тип взаимодействия.

# Взаимодействие генов

## • Аллельных

- Промежуточный характер
- Неполное доминирование
- Сверхдоминирование
- Кодоминирование
- Доминирование, связанное с полом
- Множественный аллелизм

## • Неаллельных

- Новообразование
- Комплементарность
- Эпистаз
- Полимерия
- Модифицирующее действие генов

# Взаимодействие неаллельных генов

- **Новообразованием** называется такой тип взаимодействия неаллельных генов, когда при их сочетании в одном организме развивается совершенно новая форма признака.
- **Комплементарными** называются неаллельные гены, которые при совместном взаимодействии в гомозиготном или гетерозиготном состоянии вызывают развитие нового признака, отсутствующего у родителей.

Например, у душистого горошка ген А обуславливает синтез пропигмента – предшественника пигмента, а ген В определяет синтез фермента, который переводит пропигмент в пигмент, поэтому окрашенные цветки могут быть только при наличии обоих генов.

# Комплементарность



или:

Женские гаметы	Мужские гаметы	$AB$	$Ab$	$aB$	$ab$
$AB$		$AABB$ (пур.)	$AABb$ (пур.)	$AaBB$ (пур.)	$AaBb$ (пур.)
$Ab$		$AABb$ (пур.)	$AAbb$ (бел.)	$AaBb$ (пур.)	$Aabb$ (бел.)
$aB$		$AaBB$ (пур.)	$AaBb$ (пур.)	$aaBB$ (бел.)	$aaBb$ (бел.)
$ab$		$AaBb$ (пур.)	$Aabb$ (бел.)	$aaBb$ (бел.)	$aabb$ (бел.)

# Комплементарность

Взаимодействие  
неаллельных генов

## Задача:

У попугаев цвет перьев определяется двумя парами генов. Сочетание двух доминантных генов определяет зеленый цвет. Рецессивные по обеим парам генов особи имеют белый цвет.

Сочетание доминантного гена А и рецессивного гена b определяет желтый цвет, а сочетание рецессивного гена а с доминантным геном В – голубой цвет.

F1 A-B-; A-bb; aaB-; aabb  
зеленые желтые голубые белые



При скрещивании между собой двух зеленых особей получили попугаев всех цветов.

Определите генотипы родителей и потомков.



A- B- – зеленый цвет, aabb – белый цвет



A- bb – желтый цвет, aaB- – голубой цвет

P: ♀ AaBb  $\times$  ♂ AaBb  
зеленый                      зеленый

g: AB, Ab,                      AB, Ab,  
aB, ab                              aB, ab

F:

F:

 / 	AB	Ab	aB	ab
AB	<b>AABB</b> зеленый	<b>AABb</b> зеленый	<b>AaBB</b> зеленый	<b>AaBb</b> зеленый
Ab	<b>AABb</b> зеленый	<b>AAbb</b> желтый	<b>AaBb</b> зеленый	<b>Aabb</b> желтый
aB	<b>AaBB</b> зеленый	<b>AaBb</b> зеленый	<b>aaBB</b> голубой	<b>aaBb</b> голубой
ab	<b>AaBb</b> зеленый	<b>Aabb</b> желтый	<b>aaBb</b> голубой	<b>aabb</b> белый



# Эпистаз

Взаимодействие  
неаллельных генов

- Подавление проявления генов одной аллельной пары генами другой .
- Гены, подавляющие действие других неаллельных генов, называются **супрессорами (подавителями)**.
- **Доминантный эпистаз** (расщепление по фенотипу 13:3) и
- **рецессивным** (расщепление по фенотипу 9:3:4)



# Эпистаз

- При доминантном эпистазе в качестве ингибитора (эпистатического) выступает доминантный ген.
- При доминантном эпистазе у потомков  $F_2$  могут быть два типа расщепления:

12 : 3 : 1 или 13 : 3

- Например, у тыквы доминантный ген  $Y$  вызывает появление желтой окраски плодов, а его рецессивная аллель  $y$  – зеленой. Кроме того, имеется доминантный ген  $W$ , подавляющий проявление любой окраски, в то время как его рецессив  $w$  не мешает окраске проявляться, поэтому растения, имеющие в своем генотипе хотя бы один доминантный ген  $W$ , будут образовывать белые плоды независимо от аллели  $Y - y$ .

# Эпистаз

Взаимодействие  
неаллельных генов



P ♀ **IIAA** ♂ **iiAa**  
белые зеленые

гаметы

F<sub>1</sub>

**IiAa**

белые

F<sub>2</sub> 12 I - A - : 1 - aa : 3 iiA - : 1 iiaa  
белые желтые зеленые

I - ингибирование

i - отсутствие подавления

A - желтый цвет плодов

a - зеленый цвет плодов

# Эпистаз

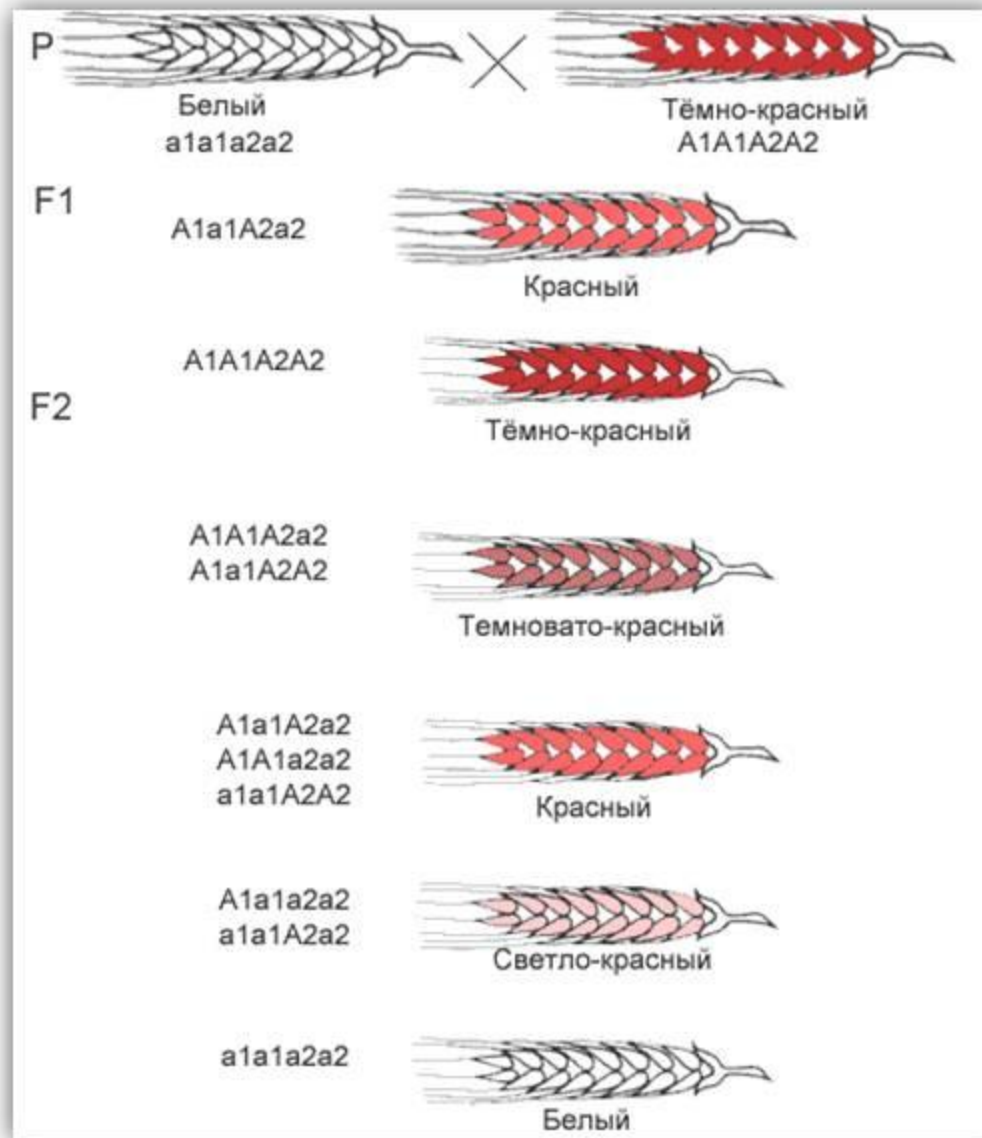
- при рецессивном эпистазе в качестве ингибитора (эпистатического) выступает рецессивный ген.
- При рецессивном эпистазе у потомков  $F_2$  могут быть два типа расщепления: 9 : 7 или 9 : 3 : 4.
- Например, у домашних мышей рыжеватая-серая окраска шерсти (агути) определяется доминантным геном **A**, его рецессивная аллель **a** в гомозиготном состоянии определяет черную окраску. Доминантный ген другой пары **C** определяет развитие пигмента, а гомозиготы по его рецессивному аллелю **c** являются альбиносами (отсутствие пигмента в шерсти и радужной оболочке глаз).

# Полимерия

Взаимодействие  
неаллельных генов

- Явление, когда несколько неаллельных доминантных генов отвечают за сходное воздействие на развитие одного и того же признака.
- Чем больше таких генов, тем ярче проявляется признак (цвет кожи, удойность коров)

# Пример полимерии



# Полимерия

## Кумулятивная

Степень выраженности фенотипа зависит от числа доминантных аллелей разных генов однозначного действия в генотипе.

## Некумулятивная

Для полной выраженности фенотипа достаточно одного доминантного аллеля одного из полимерных генов.

# Кумулятивная полимерия

Аллели разных генов при этом типе наследования обозначают  $A_1A_1A_2A_2$ ,  $a_1a_1a_2a_2$ .

## Наследование окраски зерна у пшеницы.

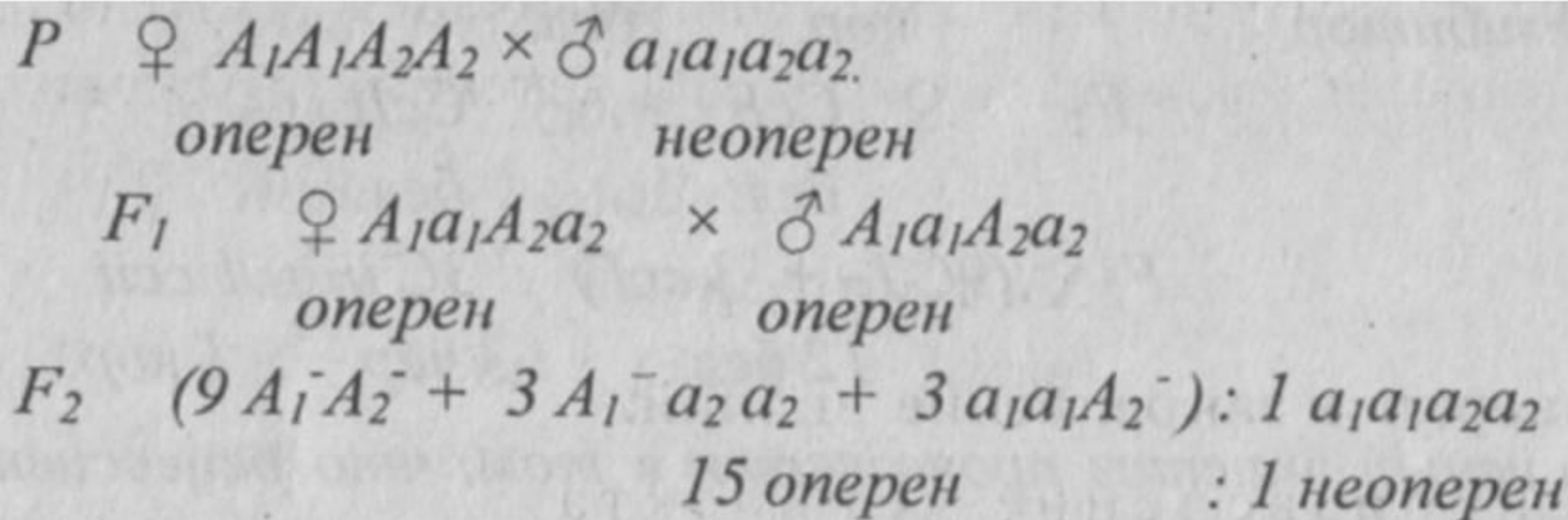
$P$	♀	$A_1A_1A_2A_2$	×	♂	$a_1a_1a_2a_2$									
		тем-крас			бел									
$F_1$	♀	$A_1a_1A_2a_2$	×	♂	$A_1a_1A_2a_2$									
		св-крас			св-крас									
$F_2$	1	$A_1A_1A_2A_2$	:	4	$A_1a_1A_2A_2$	:	6	$A_1a_1A_2a_2$	:	4	$A_1a_1a_2a_2$	:	1	$a_1a_1a_2a_2$
					$A_1A_1A_2a_2$			$A_1A_1a_2a_2$			$a_1a_1A_2a_2$			
								$a_1a_1A_2A_2$						
		тем-крас			крас			св-крас			бл-крас			бел
		(4A)			(3A)			(2A)			(1A)			(0A)

Расщепление в  $F_1$  составляет 1:4:6:4:1.



# Некумулятивная полимерия

Наследование оперения у кур.



В F1 расщепление 15:1.

## Задача

Если негритянка ( $A_1A_1A_2A_2$ ) и белый мужчина ( $a_1 a_1 a_2 a_2$ ) имеют детей, то в какой пропорции можно ожидать появление детей – полных негров, мулатов и белых?

Решение задачи

Обозначение генов:

$A_1, A_2$  гены определяющие наличие пигмента

$a_1, a_2$  гены определяющие отсутствие пигмента

## Решение задачи:

Фенотип Р.	женщина - негритянка	x	мужчина - белокожий
Генотип Р.	♀ $A_1A_1A_2A_2$	x	♂ $a_1a_1a_2a_2$
Гаметы:	$A_1A_2$		$a_1a_2$
Генотип F <sub>1</sub>			100% $A_1a_1A_2a_2$
Фенотип F <sub>1</sub>			100% детей мулатов

# Модифицирующее действие генов

- Гены, не проявляющие собственного действия, но усиливающие или ослабляющие эффект действия других генов, называются **генами-модификаторами**.
- Например, ген **Li** - ослабитель коричневой окраски оперения у кур, сцепленный с полом, превращает все участки оперения коричневой окраски в бледно-желтые. Рецессивный аутосомный мутантный ген лавандовой окраски **lav** превращает черную окраску оперения в серую, а красную в палевую.

# Задания

- В первом поколении от скрещивания зеленого и белого волнистых попугайчиков все потомство оказалось зеленым. Во втором поколении выделяются фенотипические классы в следующем отношении: 29 зеленых, 8 желтых, 9 голубых, 2 белых попугайчиков. Каковы генотипы родителей и потомков? Какие еще два фенотипических класса попугайчиков можно скрестить, чтобы получить такое же расщепление в  $F_2$ ?
- От скрещивания платиновой норки с серебристо-соболиным самцом было получено 6 коричневых норок и 5 серебристо-соболиных. При скрещивании той же самки с другим серебристо-соболиным самцом в нескольких пометах получили: 7 - серебристо-соболиных, 6 - с очень редкой и красивой окраской «дыхание весны», 8 - коричневых, 6 - платиновых норок. При скрещивании между собой двух норок с окраской меха «дыхание весны» в потомстве всегда рождалось примерно треть особей с платиновой окраской. Определите генотипы родителей и потомков. Как наследуется окраска меха «дыхание весны» у норок? Какого потомства следует ожидать от скрещивания норок с окраской меха «дыхание весны» с коричневым самцом?
- В зверохозяйстве «Дар Валдая» скрещиваются две линии норок с бежевой и серой окраской меха. У гибридов  $F_1$  наблюдается коричневая окраска меха (дикий тип). У гибридов  $F_2$  получили следующее расщепление: 14 серых, 46 коричневых, 5 кремowych, 16 бежевых норок. Как наследуются эти окраски? Какое может быть получено потомство от скрещивания гибридных коричневых норок с кремowymi?

# Задания

- При скрещивании коричневоглазых дрозофил одной линии с ярко-красноглазыми мухами другой линии все потомство  $F_1$  имело нормальные темно-красные глаза (дикий тип). Во втором поколении было обнаружено: 116 мух с нормальными глазами, 44 - с коричневыми, 42 - с ярко-красными и 13 - с белыми глазами. Откуда в потомстве  $F_2$  взялись белоглазые мухи? Определите характер взаимодействия генов и дайте характеристику действия каждого из них в процессе образования глазных пигментов у дрозофилы.
- От скрещивания зеленых и алых меченосцев в первом поколении все рыбки были кирпично-красной окраски, а во втором поколении получено 50 кирпично-красных, 5 лимонных, 18 алых и 17 зеленых. Как наследуется окраска тела у меченосцев? Определите генотипы исходных родительских форм рыб. Что получится, если скрестить алых меченосцев с лимонными?
- При скрещивании собак черной и белой масти была получено примерно половина белых,  $3/8$  - черных и  $1/8$  - коричневых щенков. Как это можно объяснить? Каковы генотипы родителей и потомков?
- При скрещивании собак черной и белой масти была получено примерно половина белых,  $3/8$  - черных и  $1/8$  - коричневых щенков. Как это можно объяснить? Каковы генотипы родителей и потомков?

# Задания

- Белое оперение у кур определяется двумя парами несцепленных неаллельных генов. В одной паре доминантный ген определяет окрашенное оперение, рецессивный - белое оперение. В другой паре доминантный ген подавляет окраску, рецессивный - не подавляет окраску.  
а) При скрещивании белых кур получено потомство из 1680 цыплят. Среди них 315 цыплят имели окрашенное оперение, а остальные - белое. Определите генотипы родителей и окрашенных цыплят. б) На птицефабрике «Надежда» от скрещивания кур белой и пестрой окраски получено 3033 пестрых и 5055 белых цыплят. Определите генотипы родителей и потомства. в) На птицефабрике «Алексеевская» от скрещивания кур белой и пестрой окраски получено 917 пестрых и 915 белых цыплят. Определите генотипы родителей и потомства.
- Окраска мышей определяется двумя парами неаллельных несцепленных генов. Доминантный ген одной пары обуславливает серый цвет, его рецессивный аллель - черный. Доминантный ген другой пары способствует проявлению цветности, его рецессивный аллель подавляет цветность. а) При скрещивании серых мышей между собой получено потомство из 85 серых, 36 белых и 29 черных мышей. Определите генотипы родителей и потомства. б). При скрещивании серых мышей между собой получили потомство из 60 серых и 19 черных мышей. Определите генотипы родителей и потомства.