



## Лекция 3

Изменчивость как материал для  
эволюции: от генов к признакам.  
Механизмы действия естественного  
отбора

4.1 Изменчивость и механизмы действия  
естественного отбора

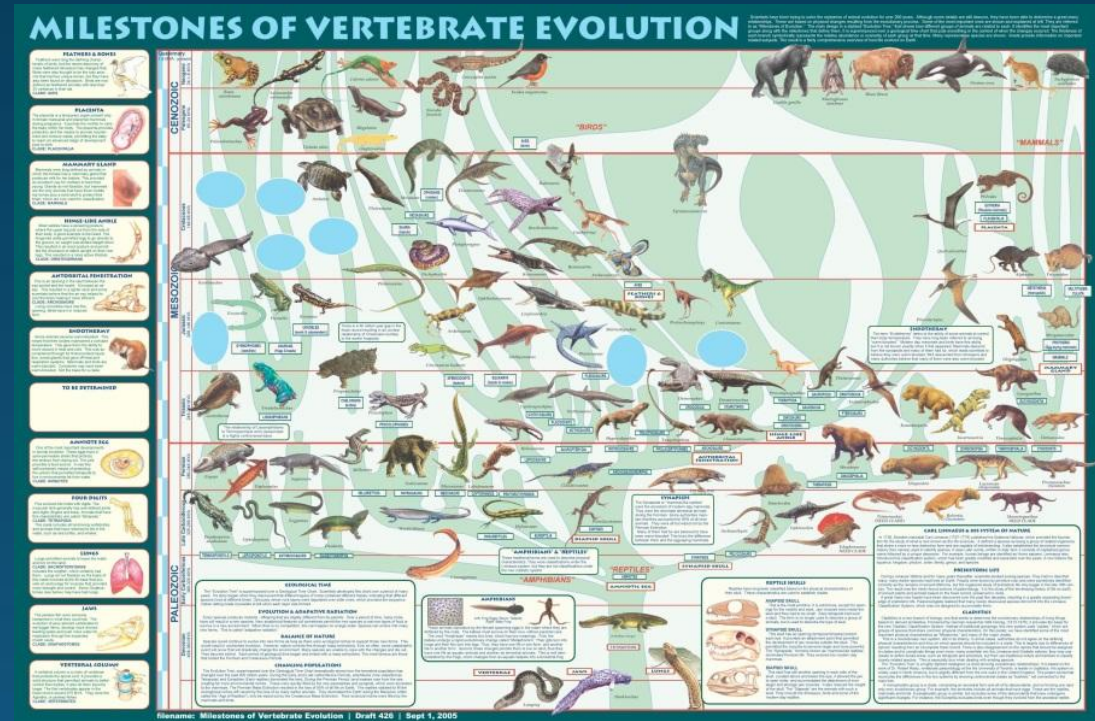
Доцент кафедры биологической эволюции  
С.Б. Ивницкий



## Направление движения автомобилей



## Направления эволюции позвоночных животных



## Механизмы эволюции



## Соревнования собак



## Кастинг моделей

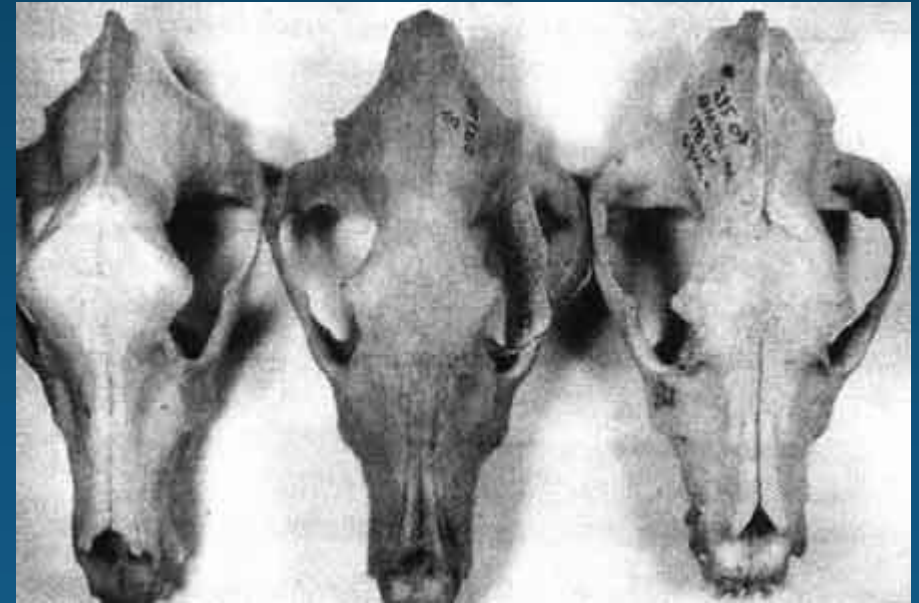




Череп ископаемой собаки  
(мезолит, ~9,3 тыс. лет)



Череп волка



Череп современной собаки



## Итоги селекции: черепа волка и собаки одинакового веса

ВОЛК



Wolf  
45 kg

Dog  
43 kg

собака

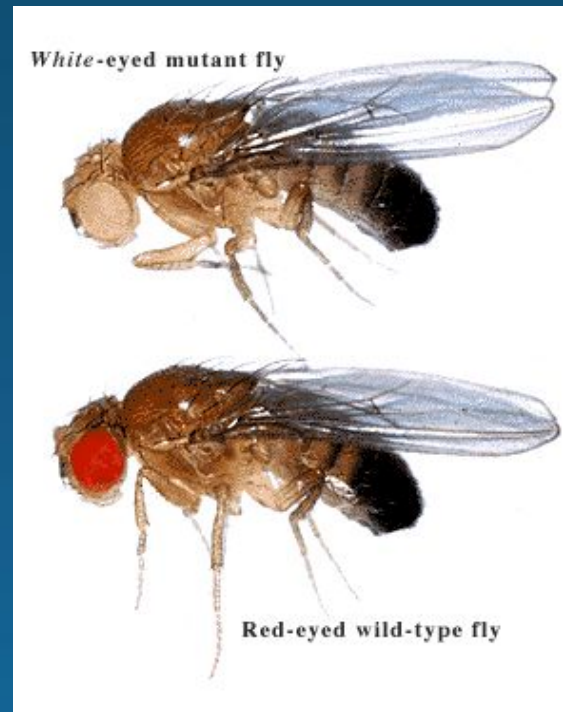
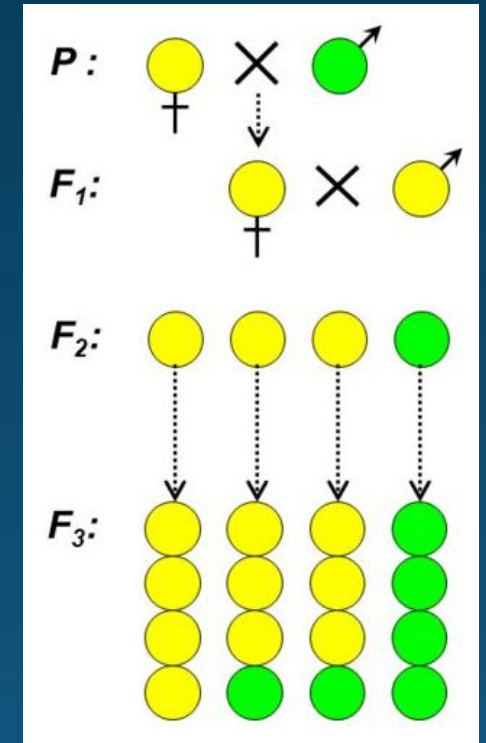


## Примеры наследования «один ген - один признак»



Серповидно-клеточная  
анемия человека

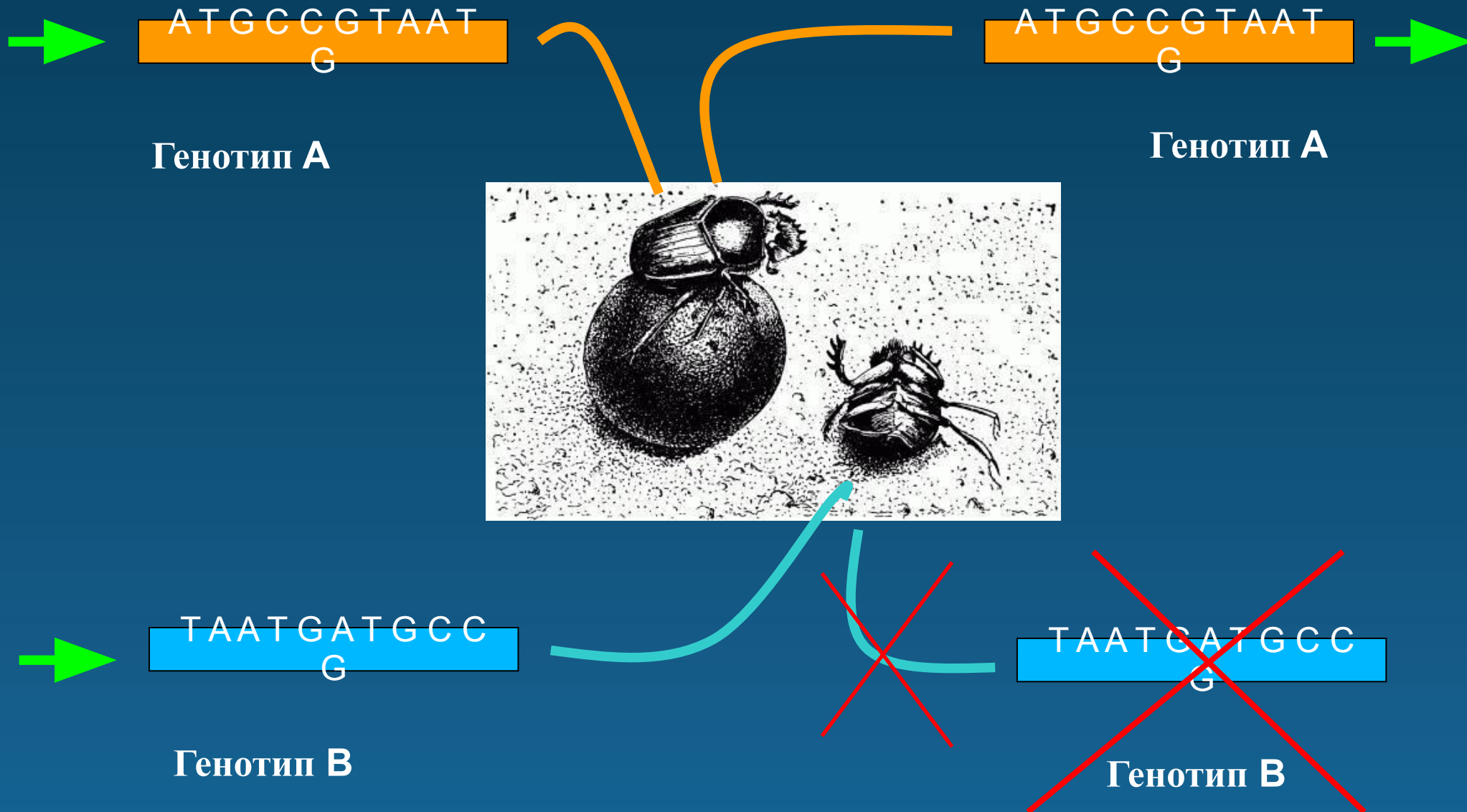
Окраска  
семян гороха



Белые глаза у мухи-  
дрозофилы



# Взаимоотношение между фенотипом и генотипом при отборе



# Вычисление относительной приспособленности двух воспроизводящихся элементов в популяции

$$W_1 = \frac{p_2}{p_1} = \frac{0.57}{0.50} = 1.14$$

$$W_2 = \frac{p_2}{p_1} = \frac{0.43}{0.50} = 0.86$$

Поко-  
ления



$n_2 = 20$

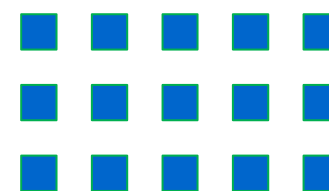
$n_1 + n_2 = 35$

$n_2 = 15$

$p_2 = 0.57$  (доля)

$p_2 = 0.43$  (доля)

2



$n_1 = 10$   $p_1 = 0.50$

$n_1 + n_2 = 20$



$n_1 = 10$

$p_1 = 0.50$

1



# Отбор это дифференциальное воспроизведение наследственных факторов («генов»)

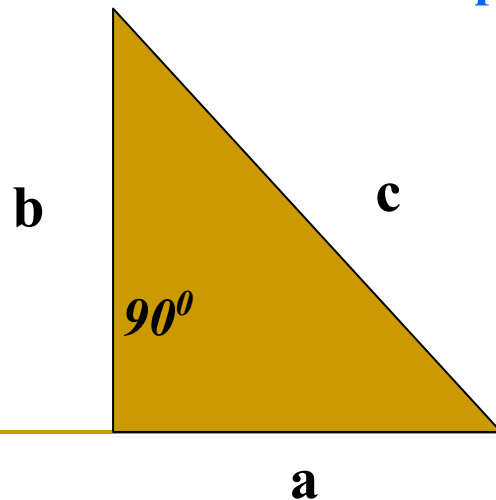
Относительные приспособленности  
воспроизводящихся элементов:

$W_1$  и  $W_2$

Мера интенсивности отбора:

$W_1 - W_2$

Теорема Пифагора



$$a^2 + b^2 = c^2$$



Условие необходимости  
действия отбора

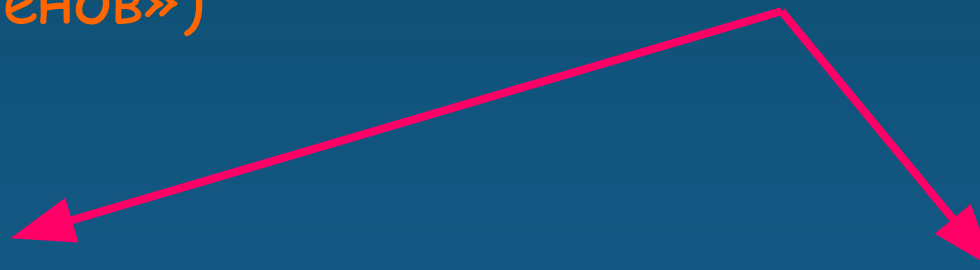


Множество  
воспроизводящихся  
факторов («генов»)

Условие достаточности  
действия отбора



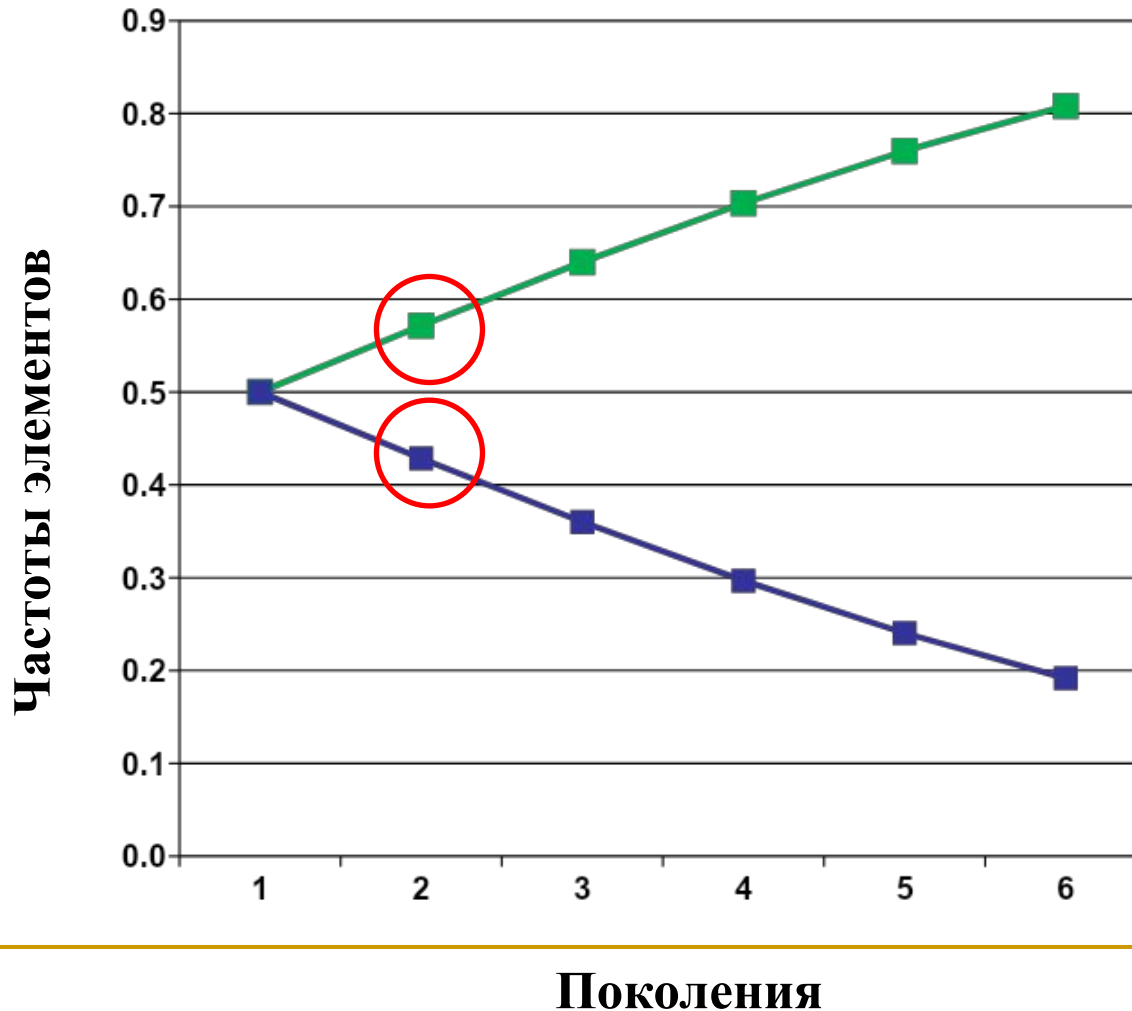
Дифференциальное  
воспроизведение



Дифференциальная  
устойчивость

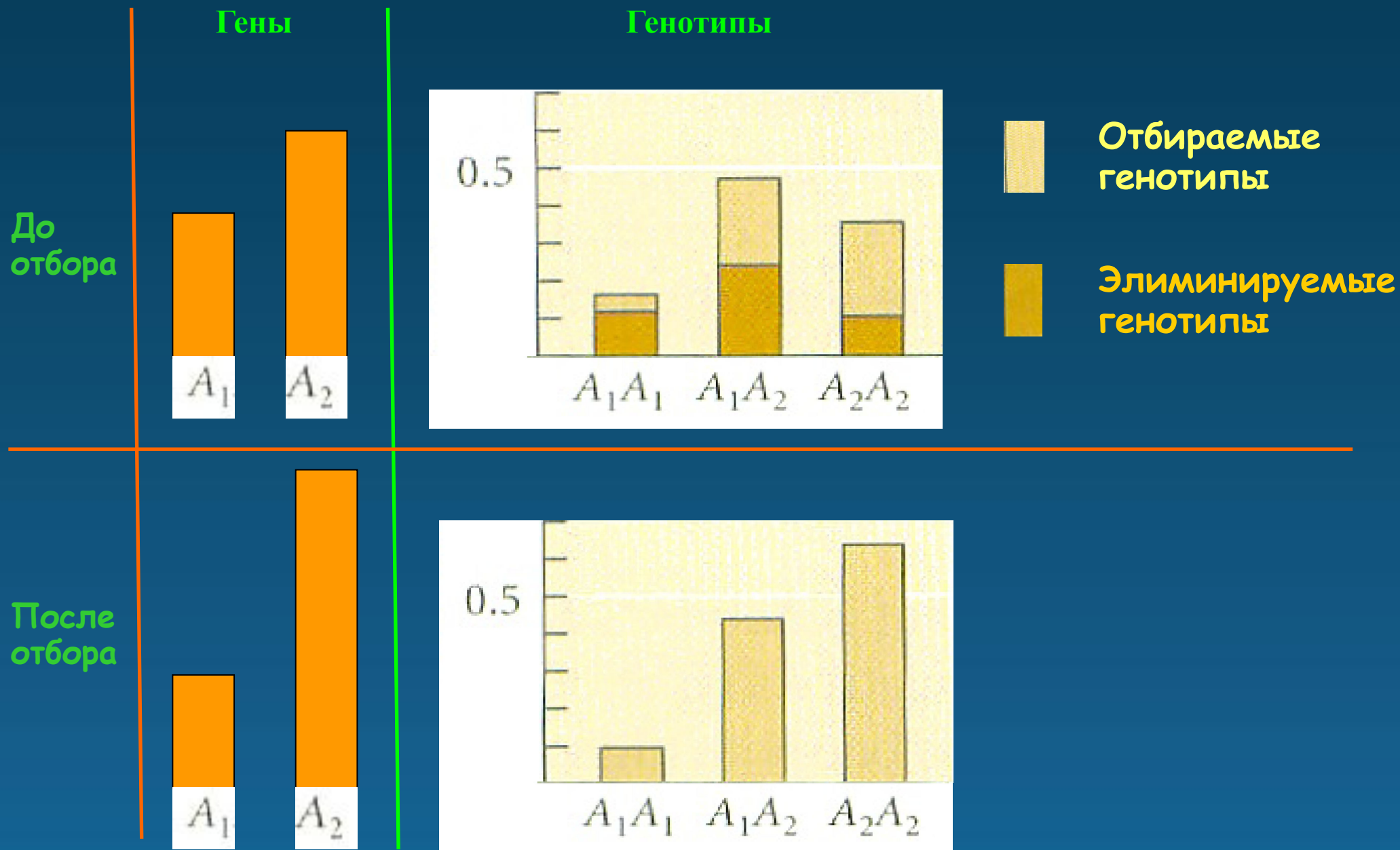
Дифференциальная  
интенсивность  
воспроизведения

# Изменение частот воспроизводящихся факторов («генов») в череде поколений





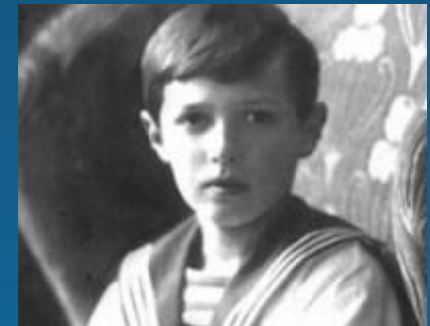
# Изменение частот генов и генотипов при отборе





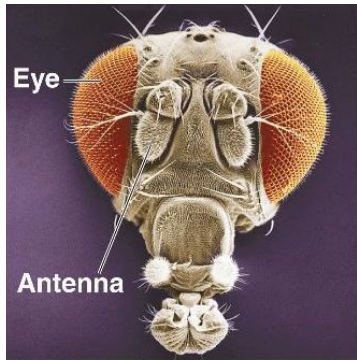
## Частоты мутаций в разных группах организмов

Группа организмов	Представитель	Мутационное изменение	Частота мутаций
Млекопитающие	Человек	Альбинизм	$2,8-3,3 \times 10^{-5}$
		Микроцефалия	$2,7 \times 10^{-5}$
		Гемофилия	$2,0-3,2 \times 10^{-5}$
Цветковое растение	Мышь	Пегость	$3,0 \times 10^{-5}$
	Кукуруза	Морщинистые семена	$1,2 \times 10^{-6}$
Водоросль	Хламидомонада	Устойчивость к стрептомицину	$1,0 \times 10^{-6}$



# Морфологические мутации у *Drosophila melanogaster*

*дикий тип*



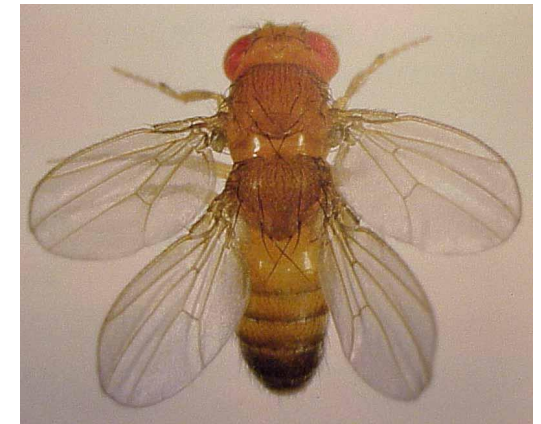
*antennapedia*



*curly*



*ultrabithorax*



*vestigial*



*мутации окраски  
тела и глаз*



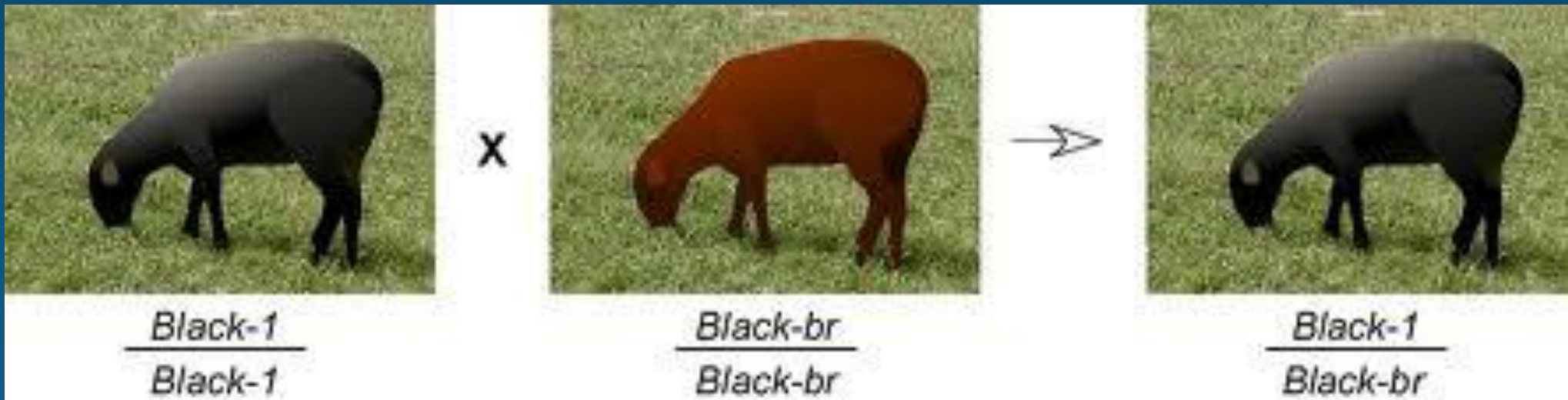


# Наследование рецессивных мутаций

Доминантная мутация

Рецессивная мутация

Гибрид



Родители

Потомки

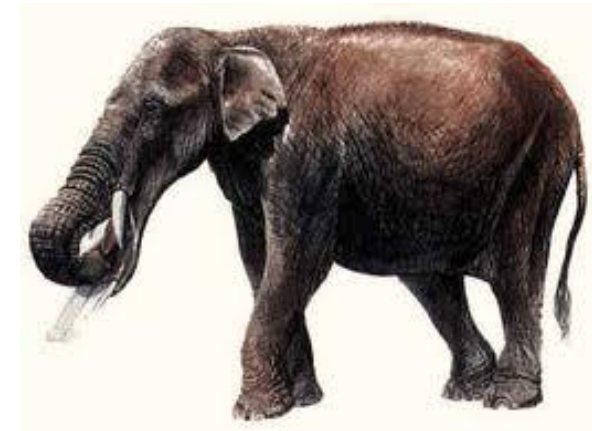
# Некоторые из предков слонов и мамонтов



***МОРИТЕРИУМ***



***ДЕЙНОТЕРИУМ***



***АМЕБЕЛОДОН***



***ПЛАТИБЕЛОДОН***



***ГОМФОТЕРИУМ***



***КОЛУМБИЙСКИЙ МАМОНТ***





# Комбинативная генетическая изменчивость окраски

собак



лошадей

This was Part 2: Black. This is a collection of tidbits on genetics that I have learned so far. I'm not sure it's all 100% correct, but it is one way of doing it. I hope that this collection of genetic examples helps to broaden your creative horizon and bring a bit more challenge and fun to your RPNing experience. This is a series that I will be sharing as I search for more knowledge and understanding of horse colors and genetics. I hope you all enjoy the journey with me!  
NEXT Part 3: Bay



### Хромосомы

I II

Локусы

$A_1$

$B_2$

$C_1$

$D_1$

$A_2$

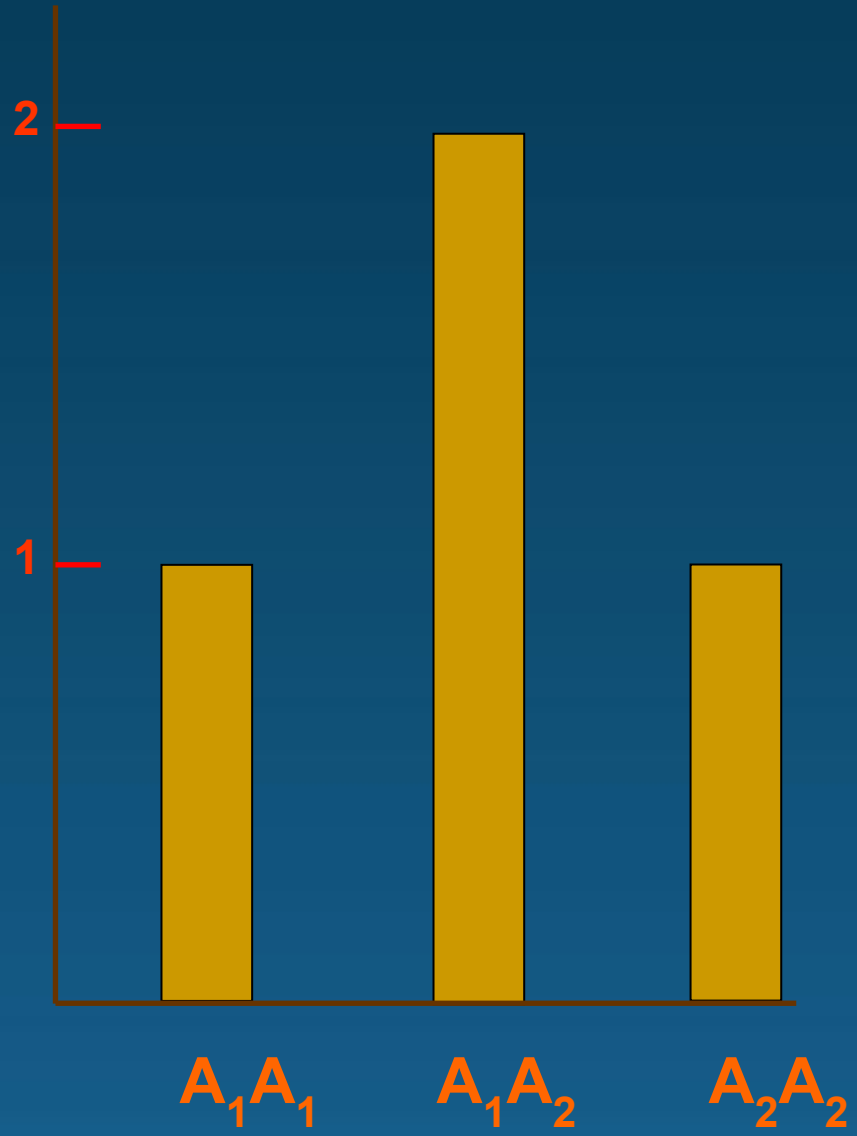
$B_1$

$C_3$

$D_4$

Аллели

### Аллели комбинируются в генотипы

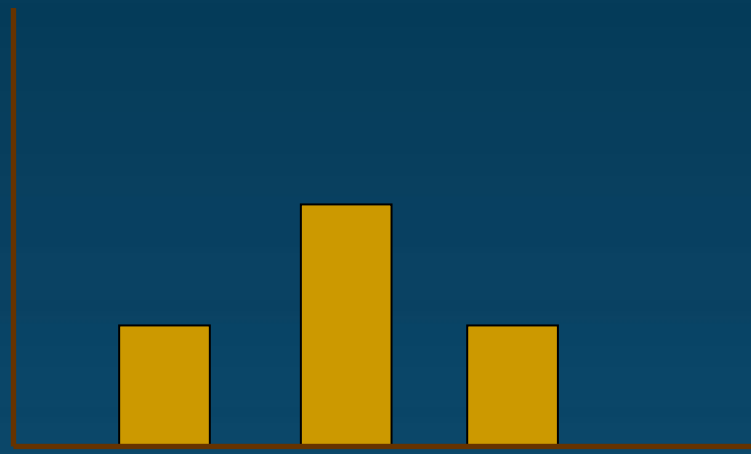


Генотипы



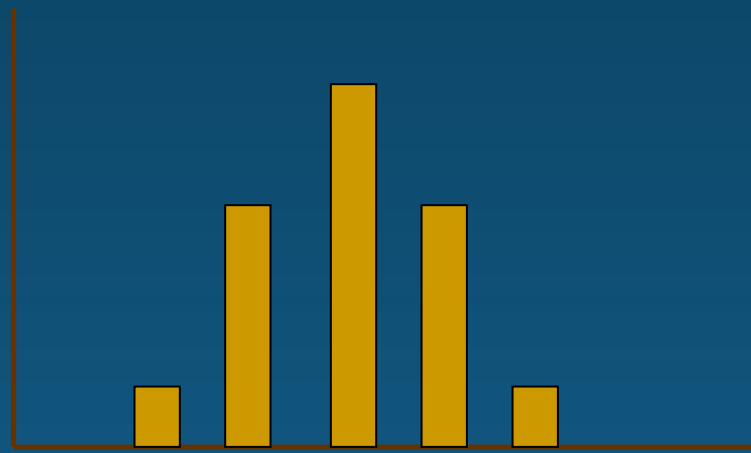
Расщепление  
геноитипов  
при разном  
числе  
локусов

1 локус



Генотипы

2 локуса



Генотипы

Много локусов



Генотипы

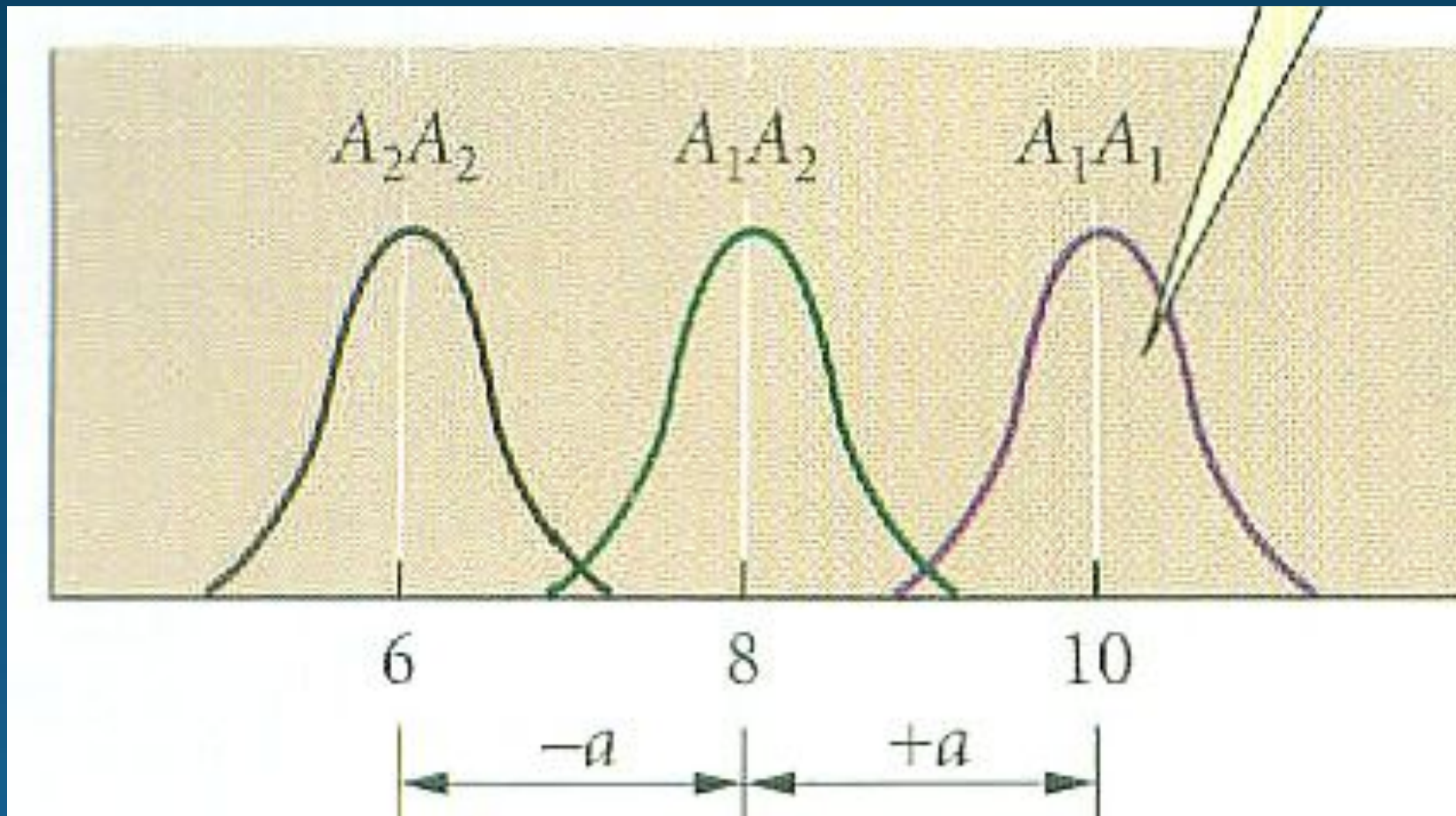


**Нормальное распределение признака возникает, если:**

- на него воздействует множество факторов;
- воздействие каждого фактора очень мало;
- факторы воздействуют независимо
- факторы не взаимодействуют друг с другом



## Соотношение между генетической и негенетической изменчивостью





## Эффективность отбора

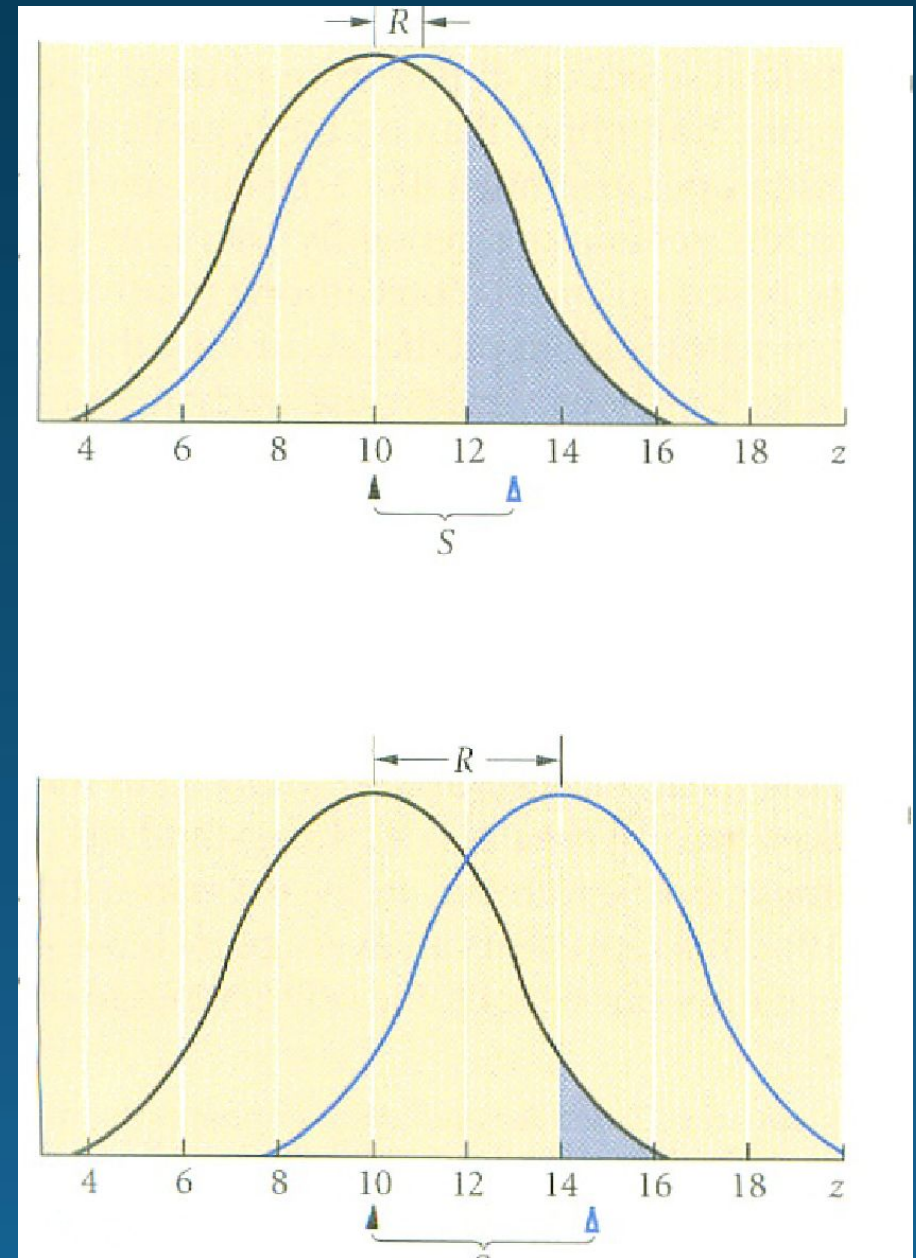
$$\frac{R}{S} = h^2$$

$S$  - селекционный дифференциал

$R$  – ответ на отбор

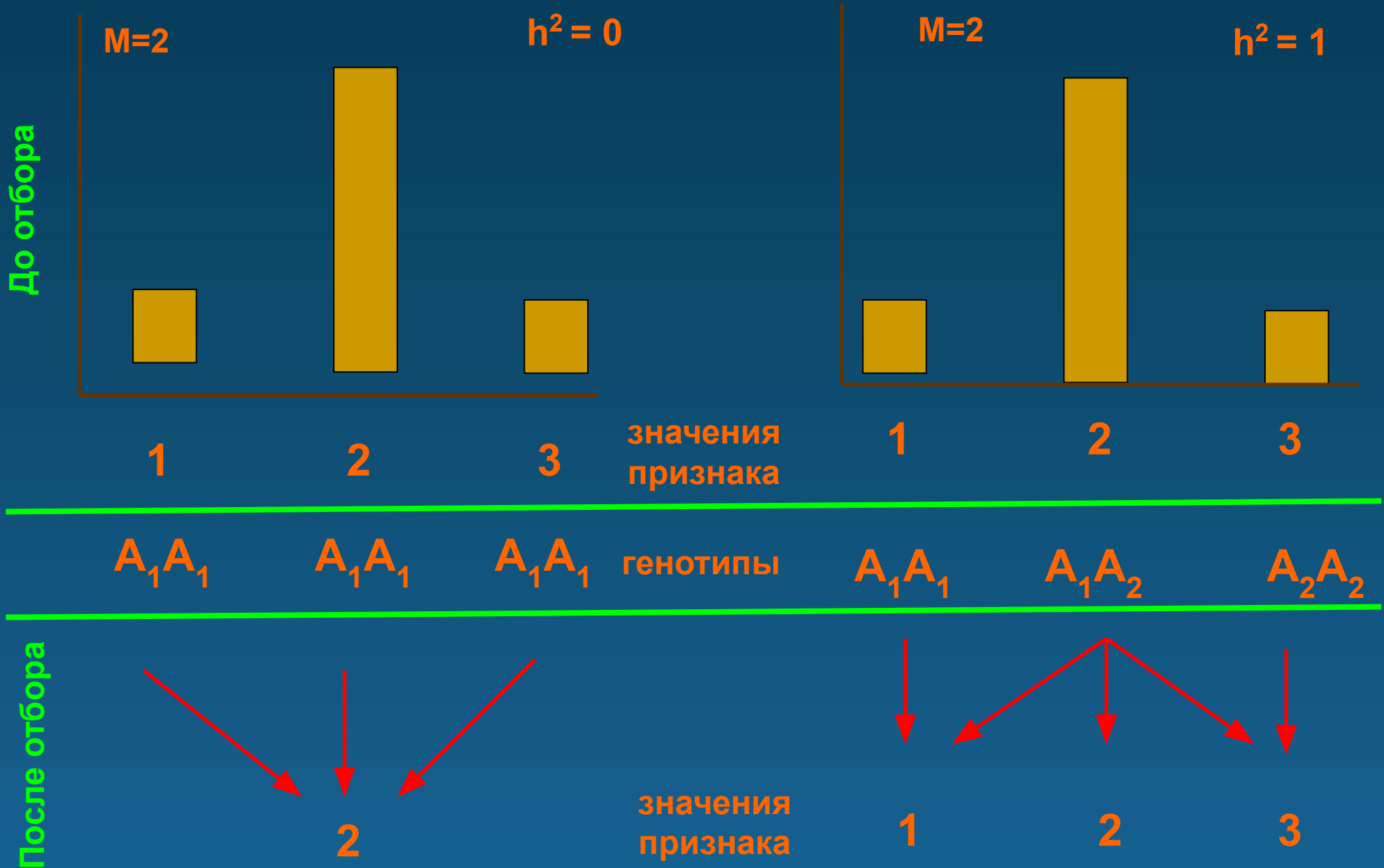
Наследуемость:

- доля генетической аддитивной изменчивости в общей фенотипической изменчивости признака;
- определяет эффективность отбора





## Сдвиг признаков при разных значениях наследуемости ( $h^2$ )





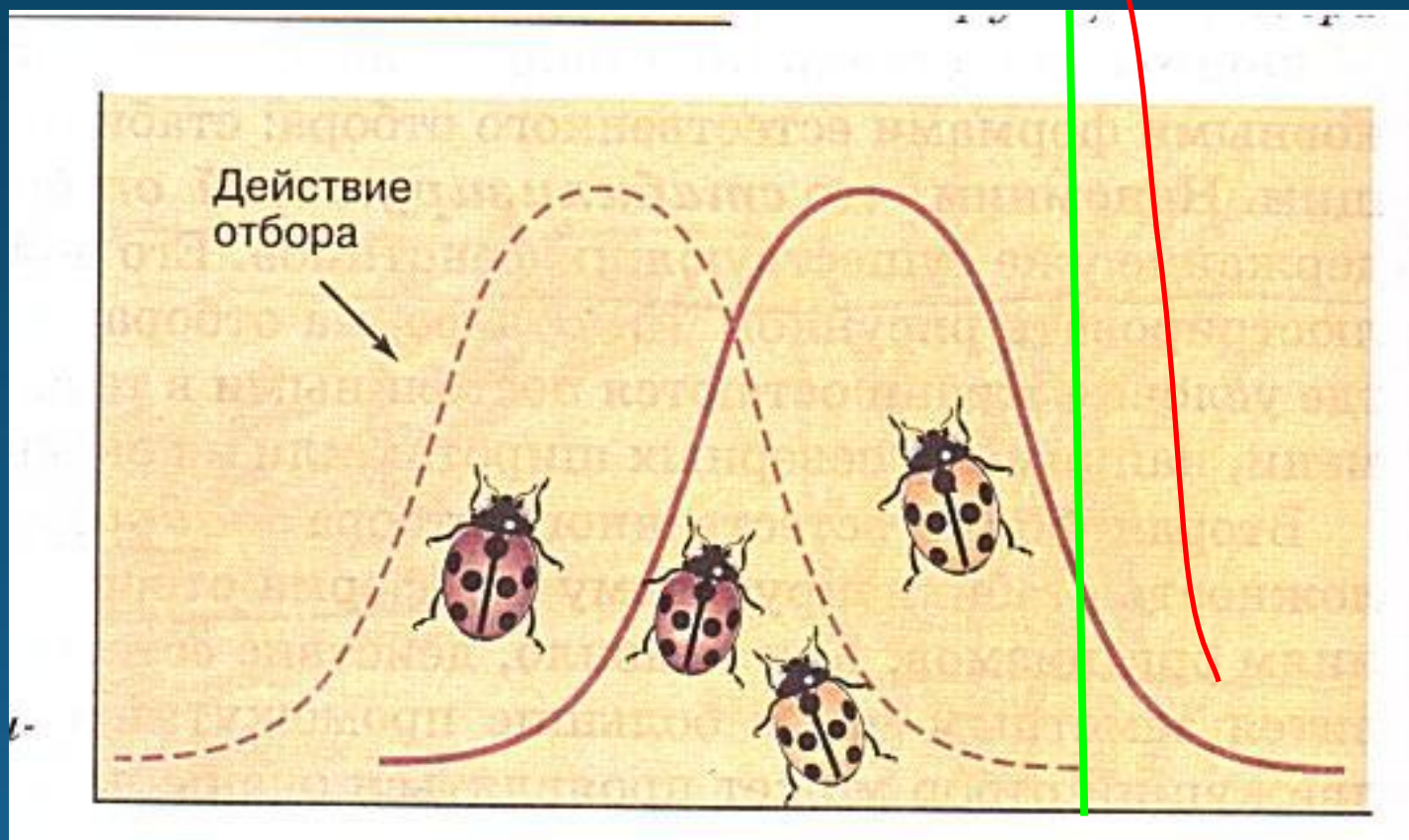
# Структура фенотипической изменчивости



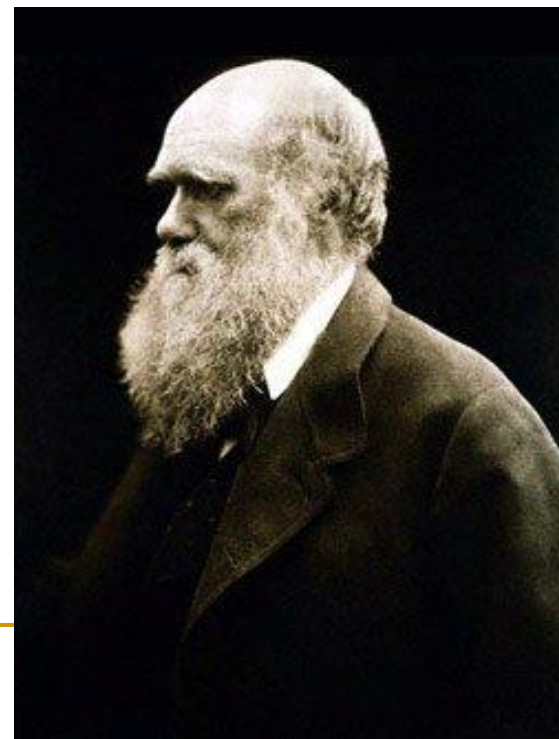




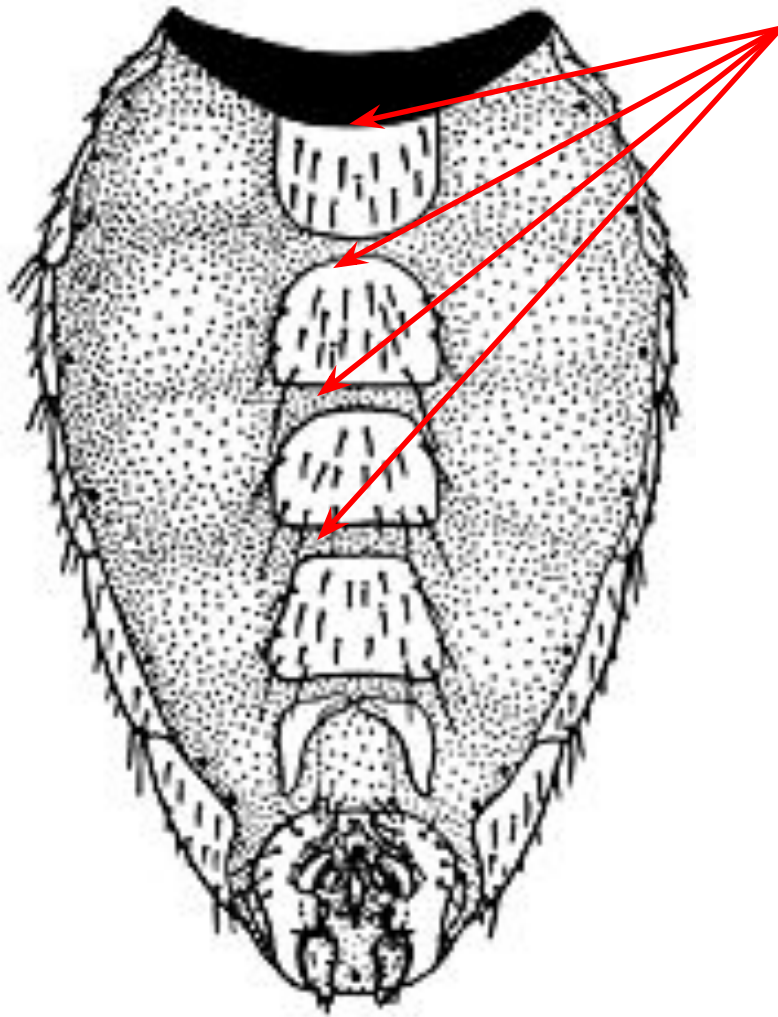
## Появление новых признаков при отборе



## *Заочный спор Ч. Дарвина и Л.С. Берга о роли естественного отбора*



**Абдоминальные щетинки на  
нижней стороне брюшка  
*Drosophila melanogaster***



# Отбор на увеличения числа абдоминальных щетинок у *Drosophila melanogaster*



*Муши с новым  
числом  
щетинок после  
отбора*