



Лекция 3

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

4.2 Отбор и возникновение эволюционных новаций

Доцент кафедры биологической эволюции
С.Б. Ивницкий



Основные положения предыдущей лекции:

1. Отбор существует всегда, если есть дифференциальная воспроизводимость каких-либо наследственных факторов («генов»).
2. Мерой дифференциальной воспроизводимости, т.е. отбора служит относительная приспособленность (W).
3. Отбор сам по себе не может создавать эволюционные новшества.

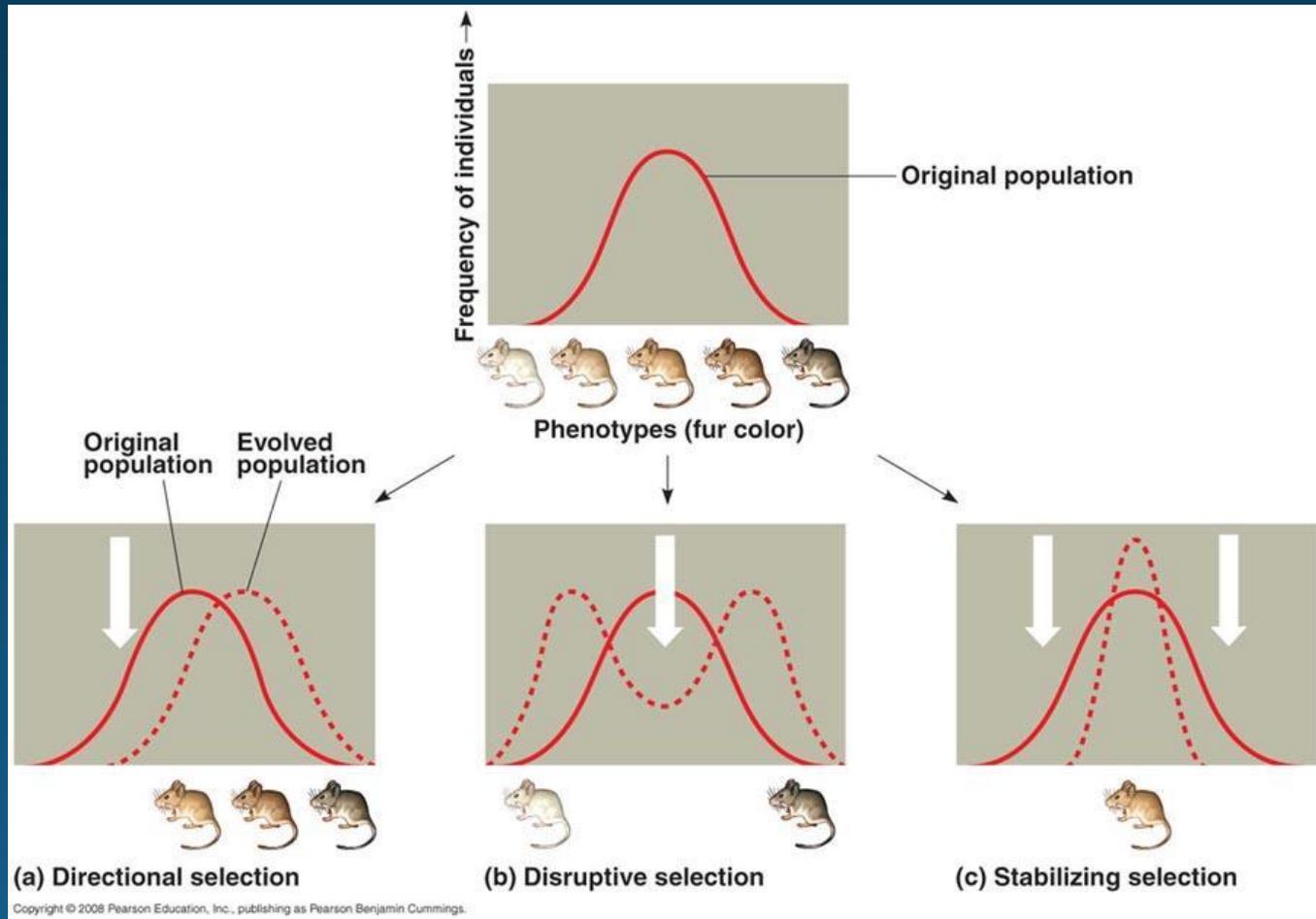


Основные положения предыдущей лекции:

4. Мутации в модели «один ген - один признак» в комбинации с отбором у высокоорганизованных организмов (эукариот) тоже не могут обеспечить возникновение эволюционных новшеств.
5. Новые признаки в модели «один признак - много генов» возникают под действием отбора в результате проявления новых генных комбинаций.
6. Эффективность отбора определяется долей аддитивной («складываемой») компоненты генетической изменчивости в общей фенотипической изменчивости признака.



Основные типы отбора



Движущий

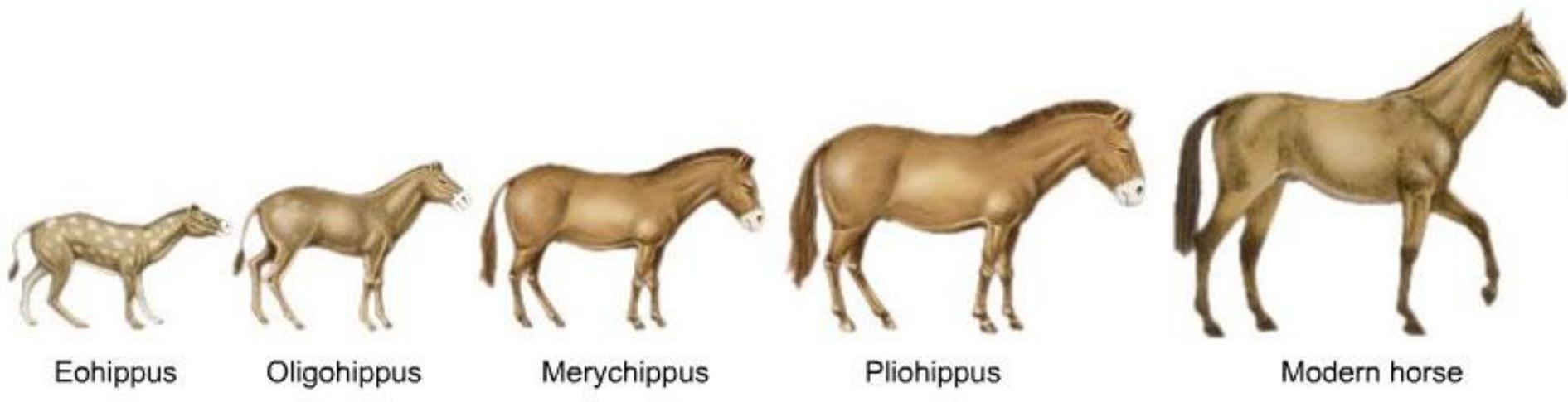
Дизруптивный

Стабилизирующий



Движущий отбор у предков современных лошадей

Размер тела



55-50 млн. лет

35 млн. лет

15 млн. лет

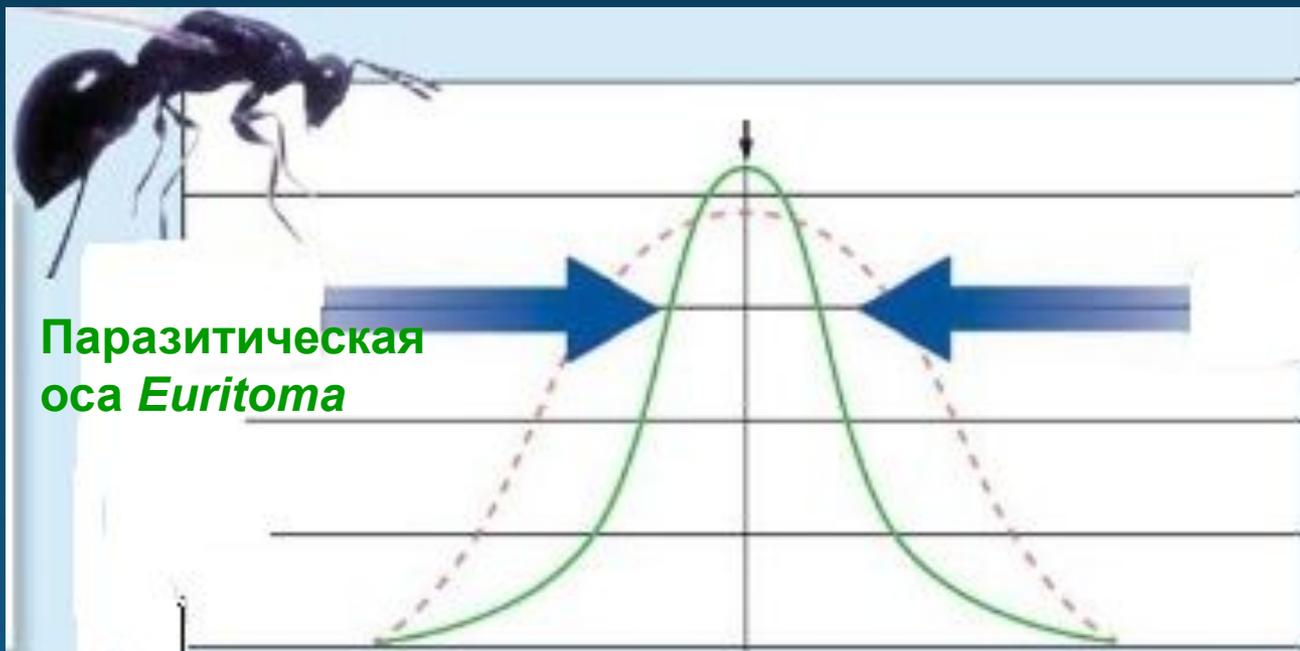
5 млн. лет

1 млн. лет





Стабилизирующий отбор по размеру галлов у мух пестрокрылок



Пушистый дятел



Размер галлов



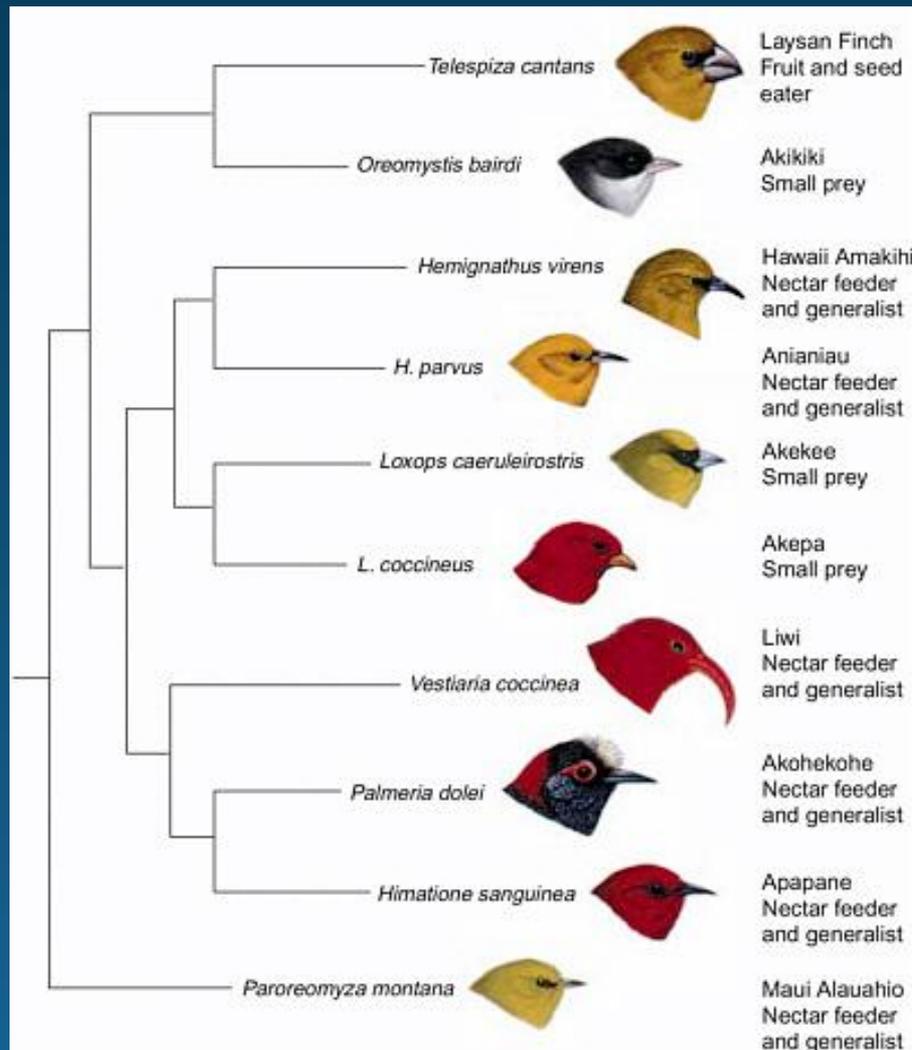
Галлы на золотарнике канадском



Муха пестрокрылка золотарниковая (*Eurosta*)

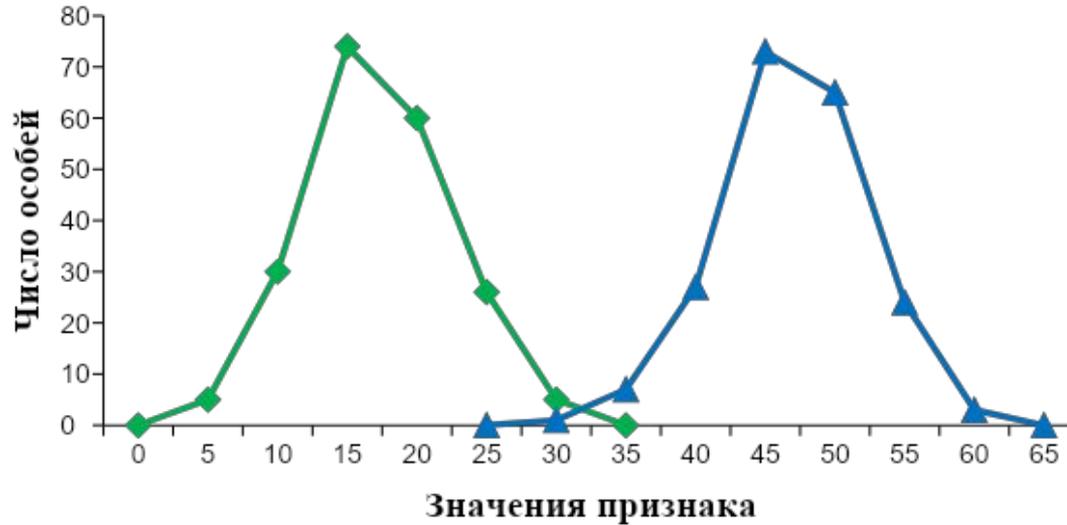


Разнообразие гавайских цветочниц (*Drepanidinae*)



Распределения количественных признаков в исходных популяциях (А и В) и у гибридов первого поколения

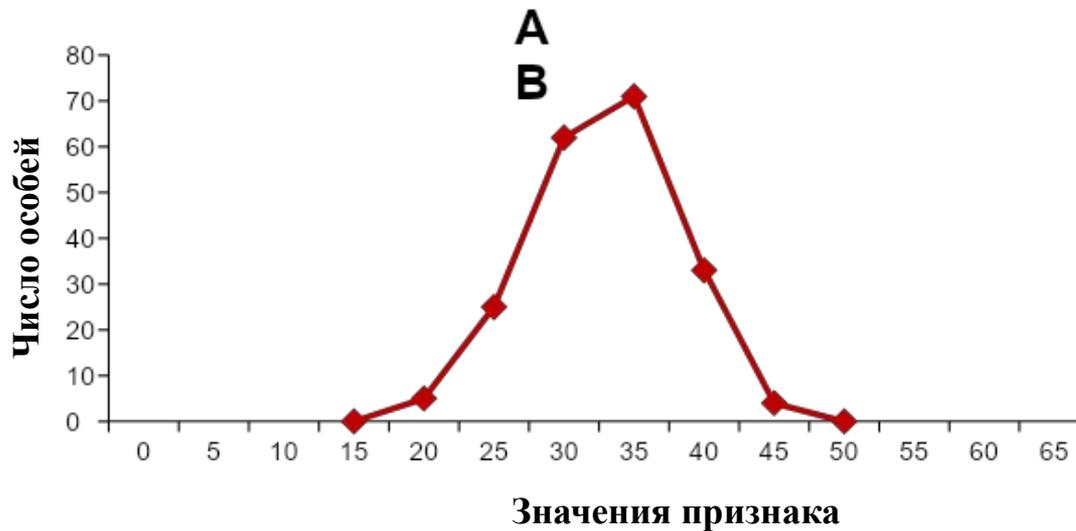
А х В



Исходные популяции



Гибридное потомство



Отбор это дифференциальное воспроизведение наследственных факторов («генов»)

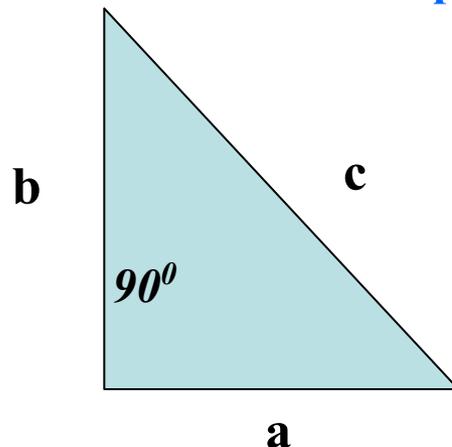
Относительные приспособленности
воспроизводящихся элементов:

W_1 и W_2

Мера интенсивности отбора:

$W_1 - W_2$

Теорема Пифагора



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



Генотипы

A_1A_1

A_1A_2

A_2A_2

Относительная
приспособленность

W_1

W_2

W_3

Соотношение приспособленностей:

$$W_1 > W_2 > W_3$$

$$W_1 < W_2 < W_3$$

$$W_1 > W_2 < W_3$$

$$W_1 < W_2 > W_3$$

Изменение в соотношении исходных форм при пониженной приспособленности (летальности) их гибридов

$$W_1 > W_2 < W_3$$

Исходные формы

Гибридизация

Следующее поколение

I

A=0.6

B=0.4

		A	B
A	0,6	0,36	0,24
B	0,4	0,24	0,16

$$A = \frac{0,36}{0,36+0,16} = 0,69$$

$$B = \frac{0,16}{0,36+0,16} = 0,31$$

~~Гибриды~~

II

A=0.69

B=0.31

		A	B
A	0,69	0,48	0,21
B	0,31	0,21	0,09

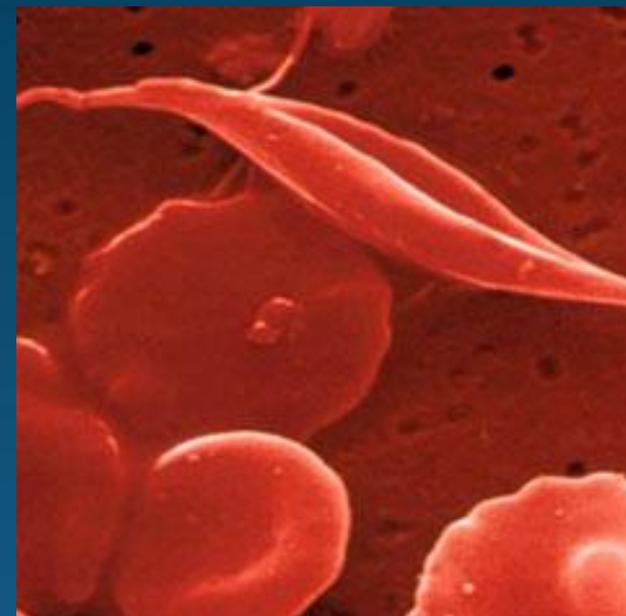
$$A = \frac{0,48}{0,48+0,09} = 0,84$$

$$B = \frac{0,09}{0,48+0,09} = 0,16$$

~~Гибриды~~

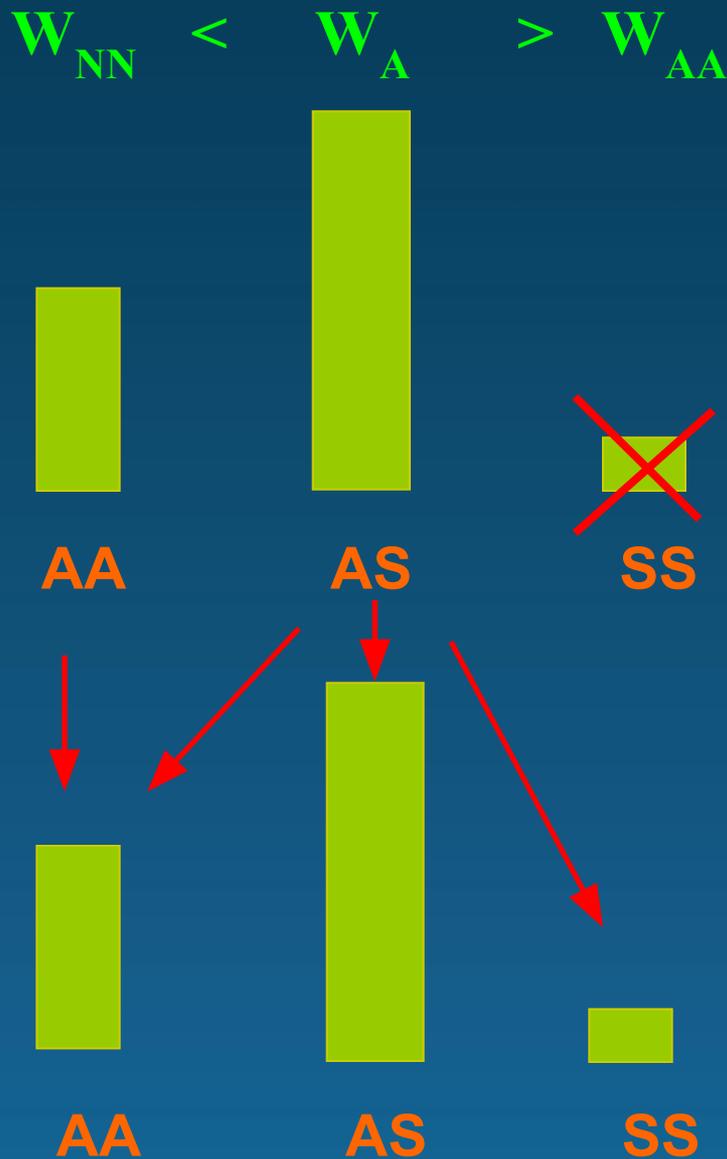


Серповидно-клеточная анемия и тропическая малярия





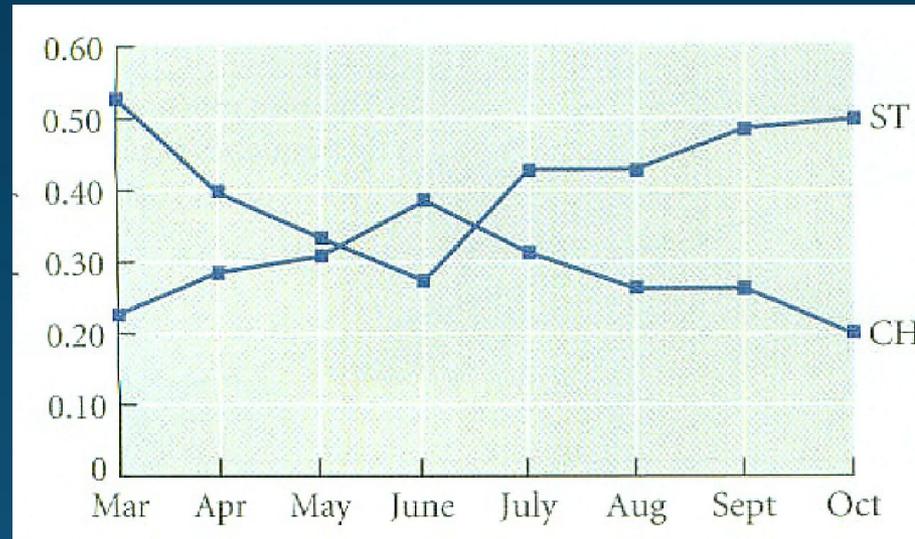
Наследование серповидно-клеточной анемии





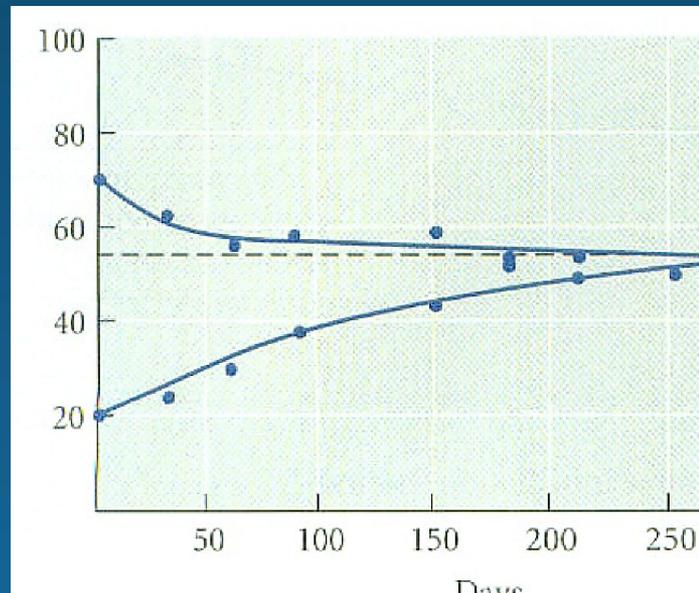
Изменения частот хромосомных мутаций:

циклические -
в природе



месяцы

равновесные -
в лаборатории



дни

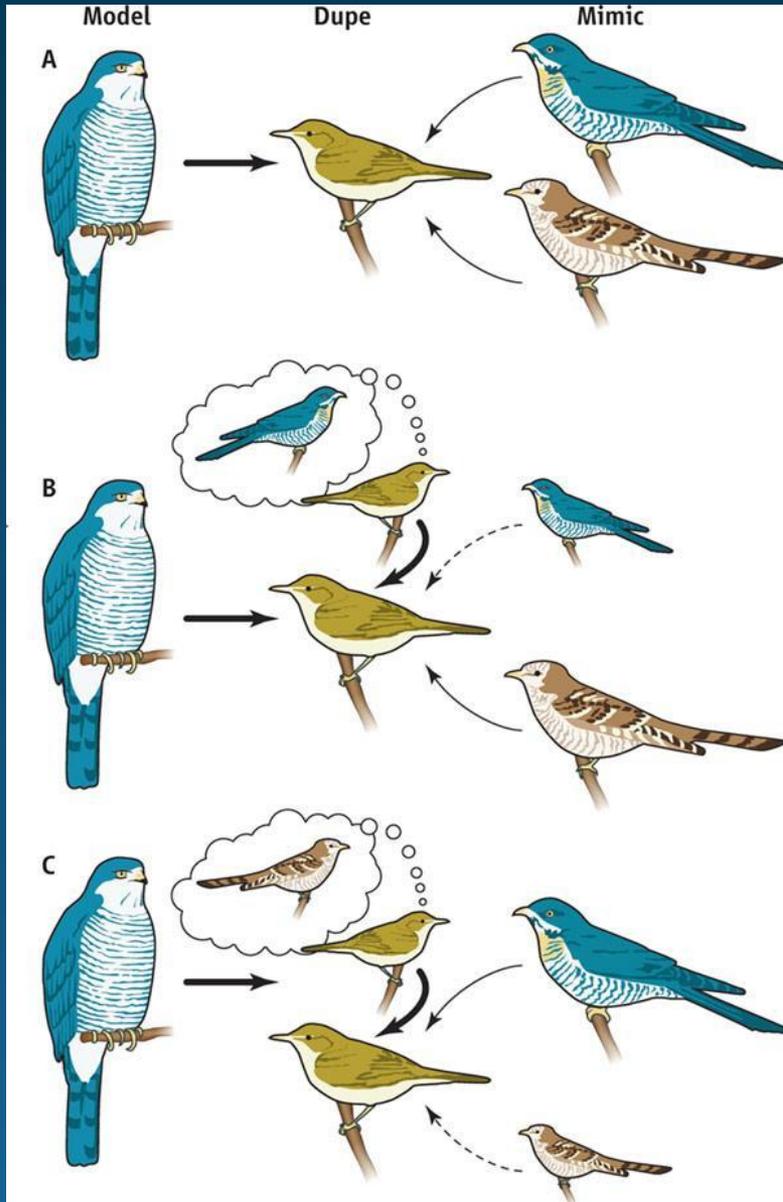


Некоторые случаи частотно-зависимого отбора

Птичий двор

Изменчивость улиток *Cerata nemoralis*



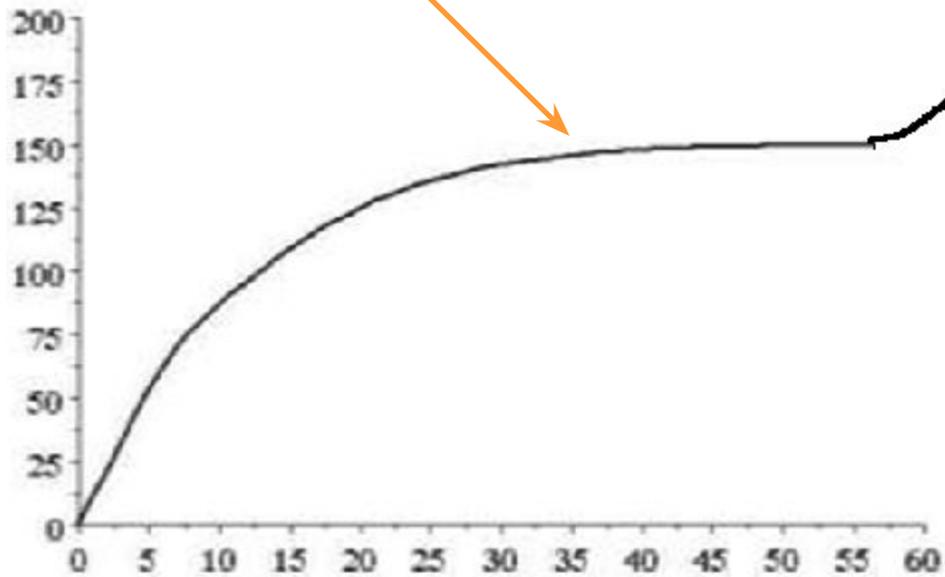


Взаимоотношения тростниковых камышевок и кукушек

Неравномерность ответа на отбор

Селекционное плато

Значения признака



Поколения



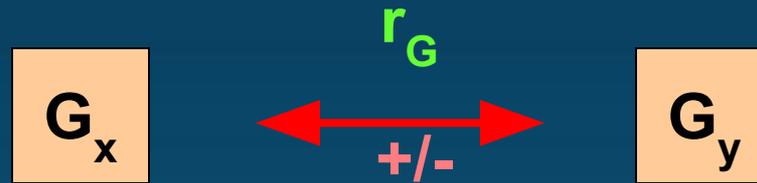
Селекционное плато является одной
из причин

неравномерности ответа на отбор

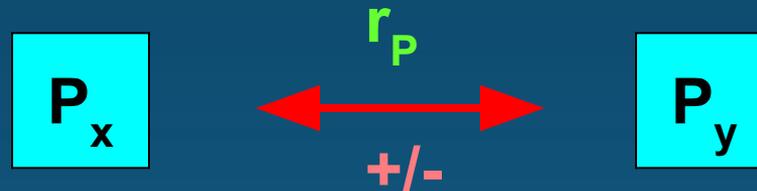


Схема корреляций фенотипических признаков

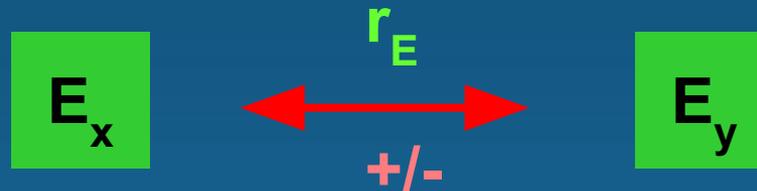
Генетические корреляции
(в т.ч. аддитивные и неаддитивные)



Фенотипические
(наблюдаемые) корреляции



Негенетические корреляции
(в т.ч. средовые, онтогенетические,
материнский эффект и пр.)





Плата за отбор ("trade-off") у баранов острова Созэй

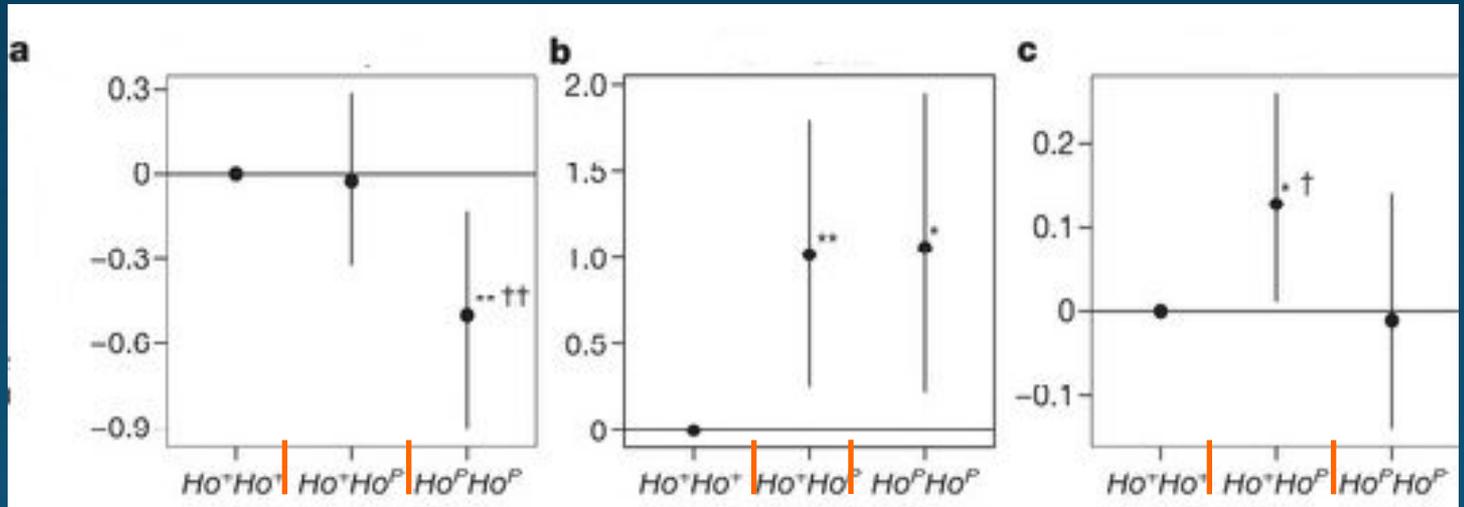
Успех в размножении

Выживаемость

Приспособленность

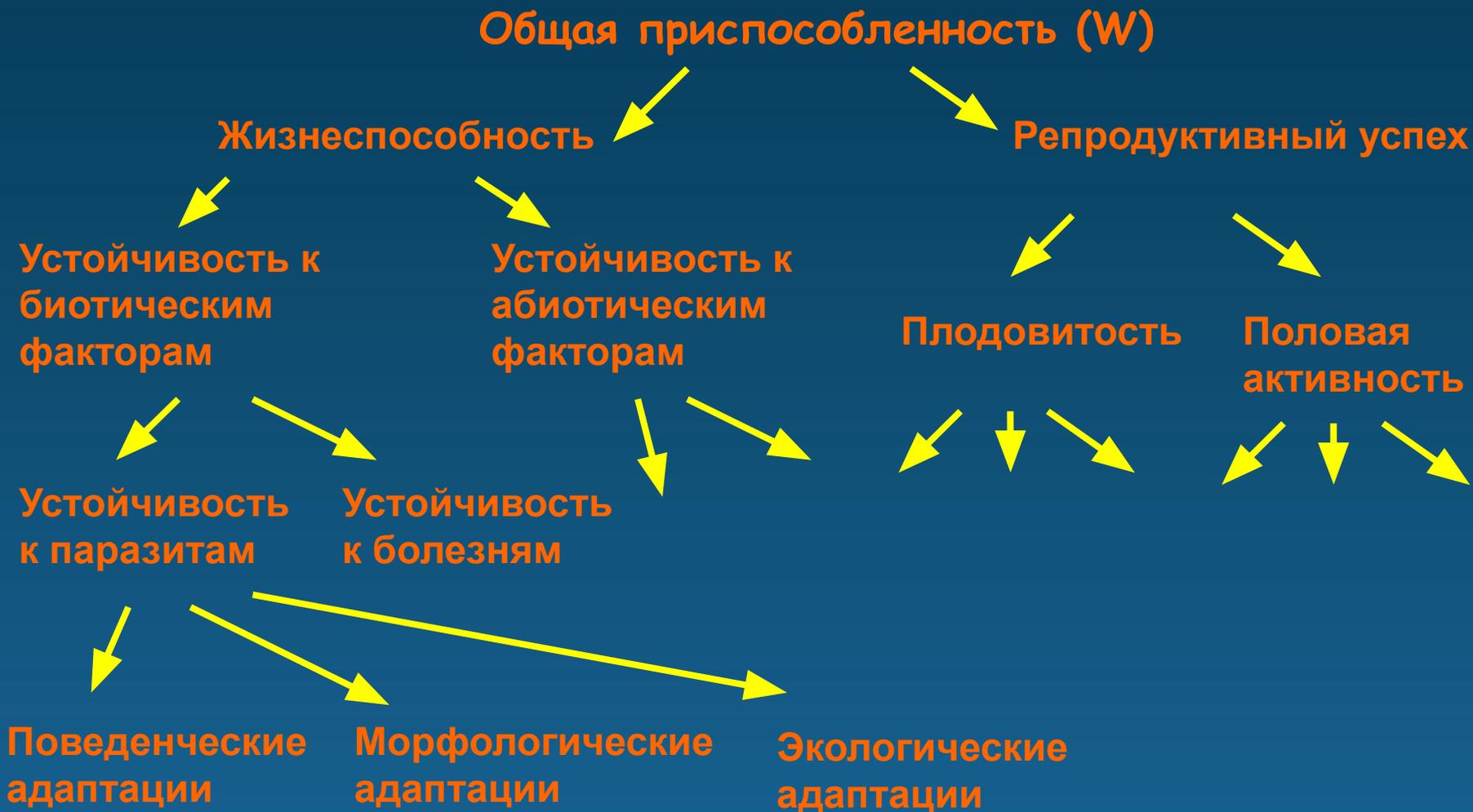
Относительные значения

Генотипы





Частичная структура компонент приспособленности у *Drosophila*





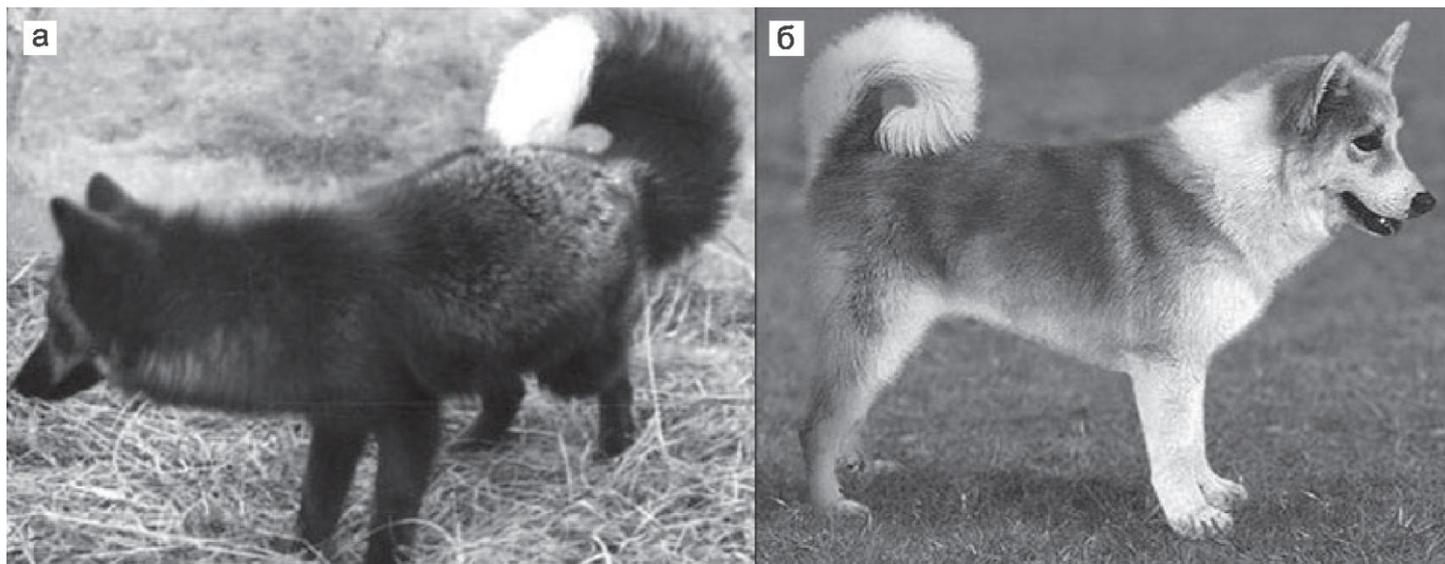
**Множественность компонент
приспособленности является одной
из причин нейтральности генов и
мягкости естественного отбора**

Поведение отобранных на доместикацию (ручных) и не отобранных лис



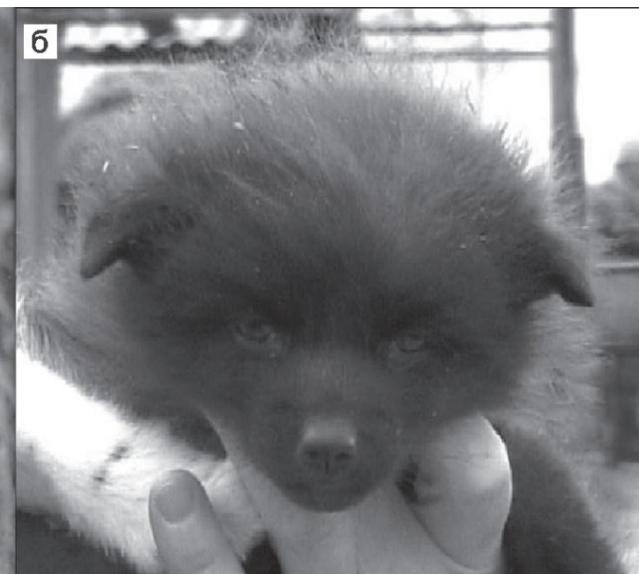
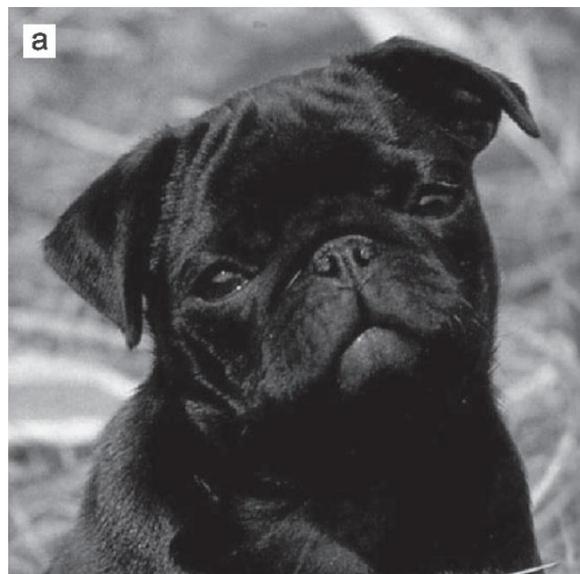
(По Трут, 2007 и др.)

Сходство фенотипа ручных лис и некоторых пород собак



(По Трут, 2007)

**Сходство фенотипа
ручных лис и
некоторых пород
собак**





ГЕНОТИП –
совокупность всех генов организма, кодирующих информацию для его формирования

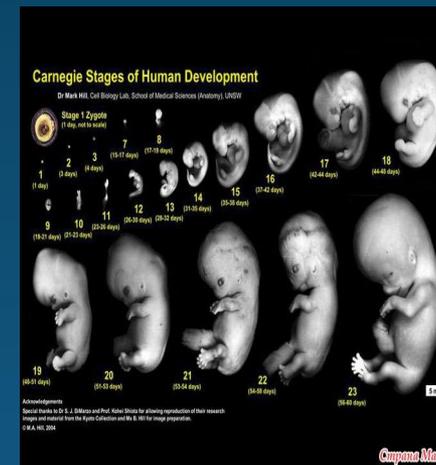
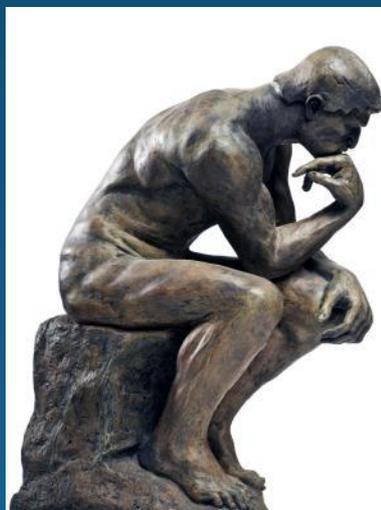


Генотип человека (часть)

Онтогенез



ФЕНОТИП -
совокупность всех признаков и свойств организма, сформировавшихся в процессе его индивидуального развития



Фенотип человека (часть)



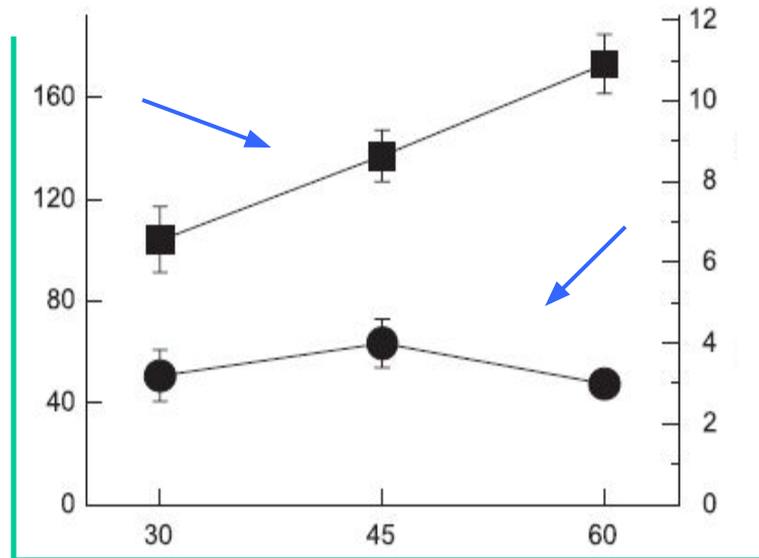
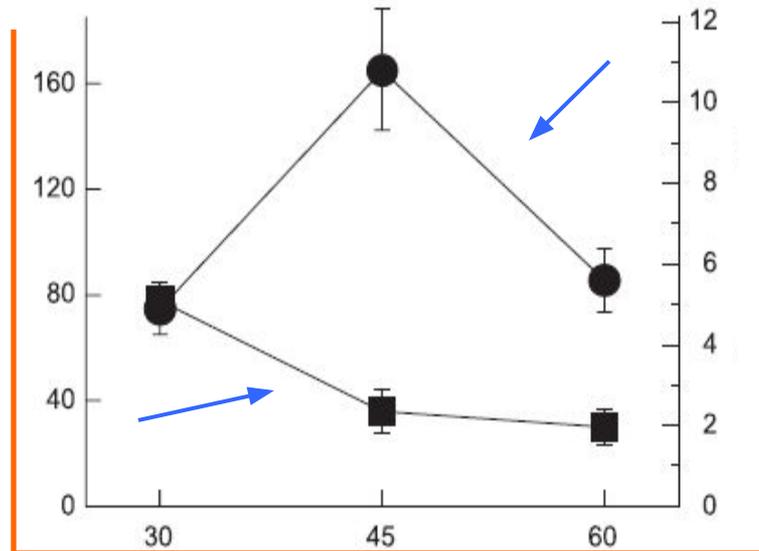
Возрастные изменения исследовательской активности и уровня кортизола у

агрессивных

и ручных лис

Время активности (с)

Кортизол (мг/л)

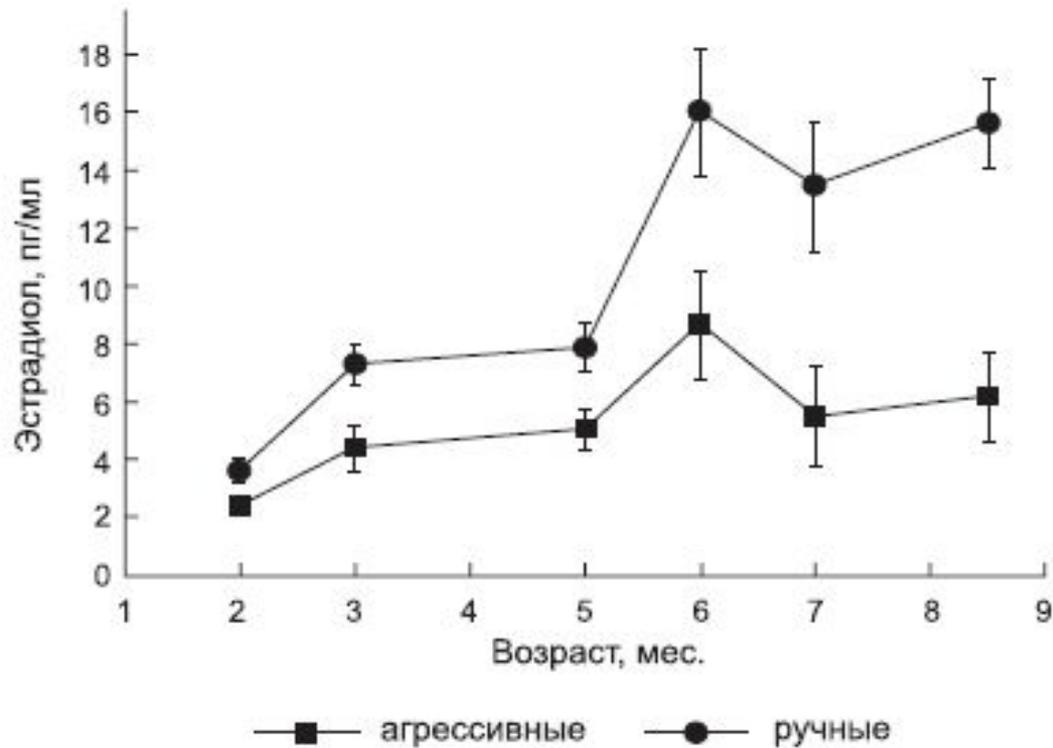


■ Активность

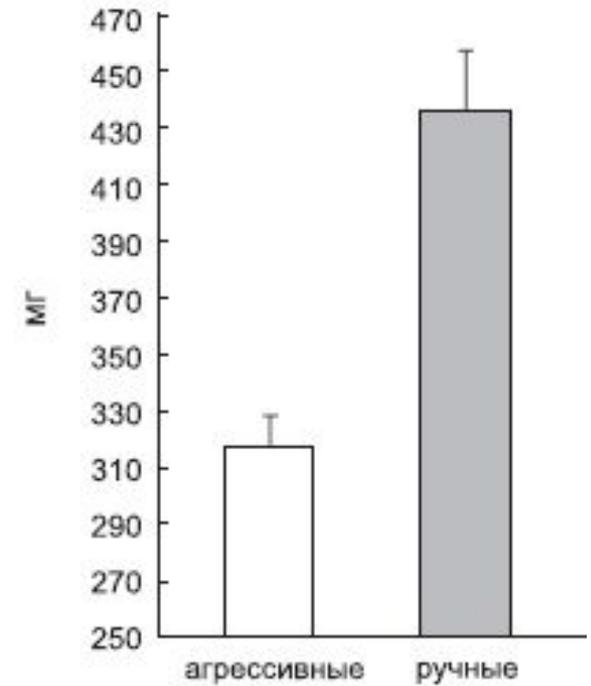
● Уровень кортизола

Возраст (дни)

Различия агрессивных и ручных лис по темпам полового созревания



Уровень эстрадиола



Вес яичников

Главные последствия отбора на доместикацию у лис

1. Усиление коммуникативных способностей

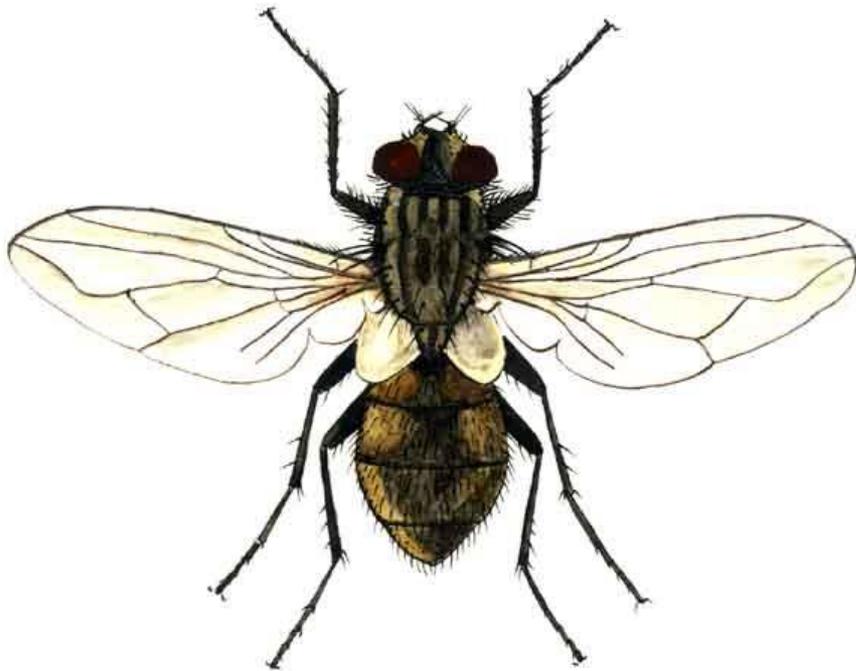
2. Сохранение ювенильных черт в морфологии

3. Замедление развития эмбриональных предшественников меланоцитов или первичных меланобластов

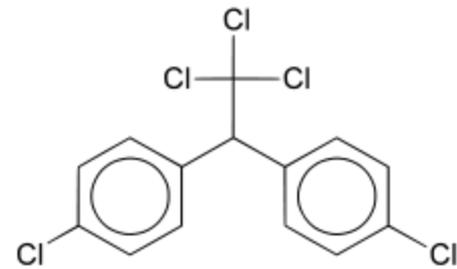
4. Снижение уровня глюкокортикоидов в период беременности

5. *Снижение активности гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой системы*

**Устойчивость к инсектицидам у
насекомых вырабатывается
в результате отбора**



*Комнатная муха
(Musca domestica)*



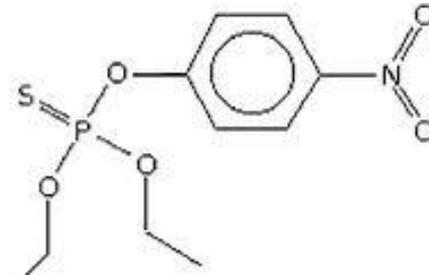
ДДТ (инсектицид)

1939г. (II Мировая война). Изобретение ДДТ.



1947г. В Швеции обнаружены первые устойчивые к ДДТ мухи

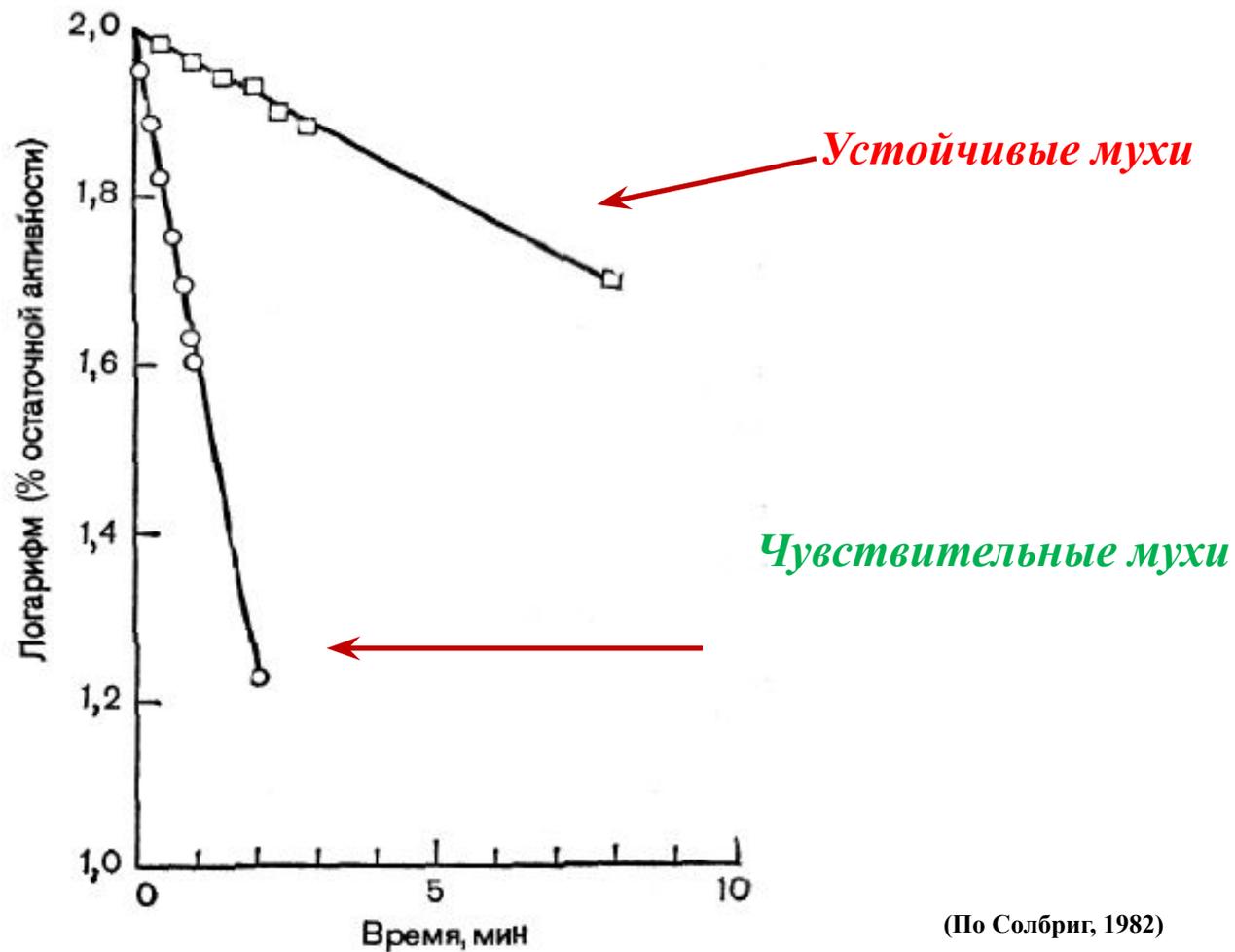
1950г. 25г паратиона на 100л воды для
борьбы с ореховой **тлей**



Паратион

1957г. 150г паратиона на 100л воды для
борьбы с ореховой **тлей**

Подавление воздействия малаксона (инсектицид) на активность ацетинхолинэстеразы у устойчивых мух



(По Солбриг, 1982)

Некоторые из генов, обуславливающих устойчивость комнатной мухи (*Musca domestica*) к пестицидам

Ген	Хромосома	Действие
AChE-R	II	Синтез модифицированной ацетилхолинэстеразы, устойчивой к фосфорорганическим соединениям
Ox-2	II	Детоксикация различных инсектицидов
Deh	II	Синтез ДДТ — дегидрохлориназы
Ox-2	II	Сообщает устойчивость к фосфорорганическим соединениям
py-ex	II	Сообщает устойчивость к пиретруму
y	II	Стимуляция интенсивных глутатион-зависимых превращений фосфорорганических соединений
Pen	III	Снижает поглощение инсектицида
kdr	III	Полная устойчивость. Механизм неизвестен
Dld-4	IV	Сообщает устойчивость к циклодиенам
Ses	V	} Сообщает устойчивость к ряду различных инсектицидов. Может быть многоаллельным
DDT-md	V	
Ox-5	V	
py-ses	V	Сообщает устойчивость к пиретруму



**Множественность механизмов
возникновения устойчивости к
пестицидам является следствием**

оportunистичности отбора



Непрерывность отбора

является следствием выполнения
условий дифференциальной
воспроизводимости генов

Ранние стадии развития эмбриона лягушки

ГАСТРУЛА



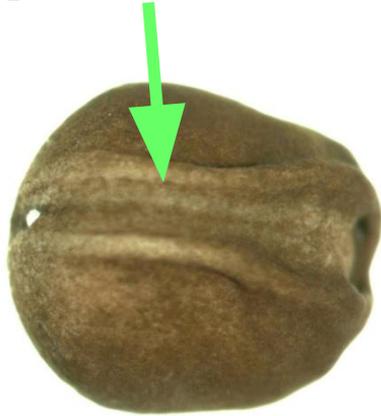
НЕЙРУЛА



НЕЙРУЛА

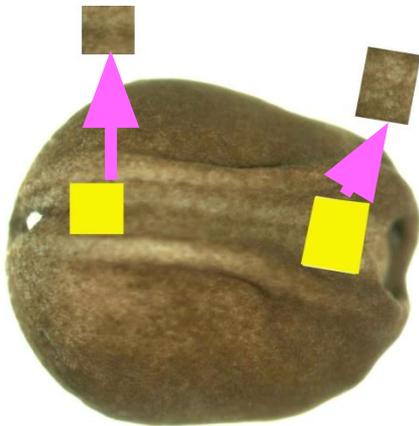
нервная пластинка

хвост

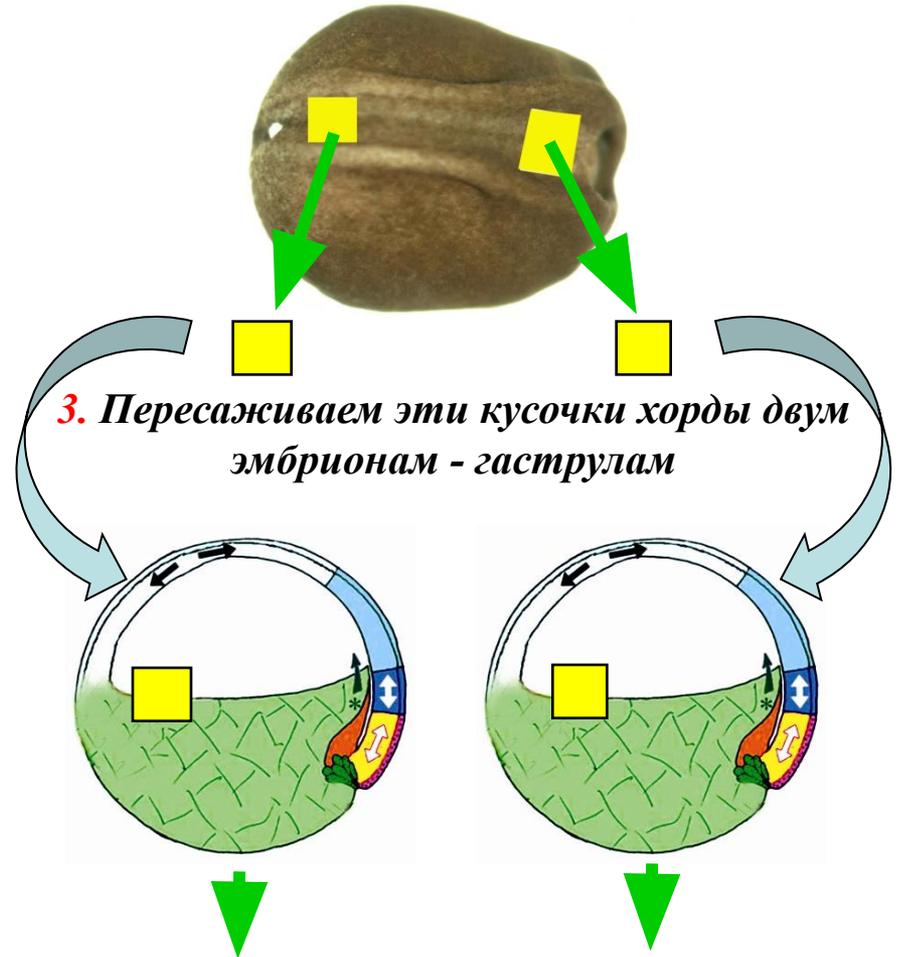


голова

1. Убираем нервную ткань и видим под ней ткань хорды



2. Берем по кусочку хорды из головы и хвоста

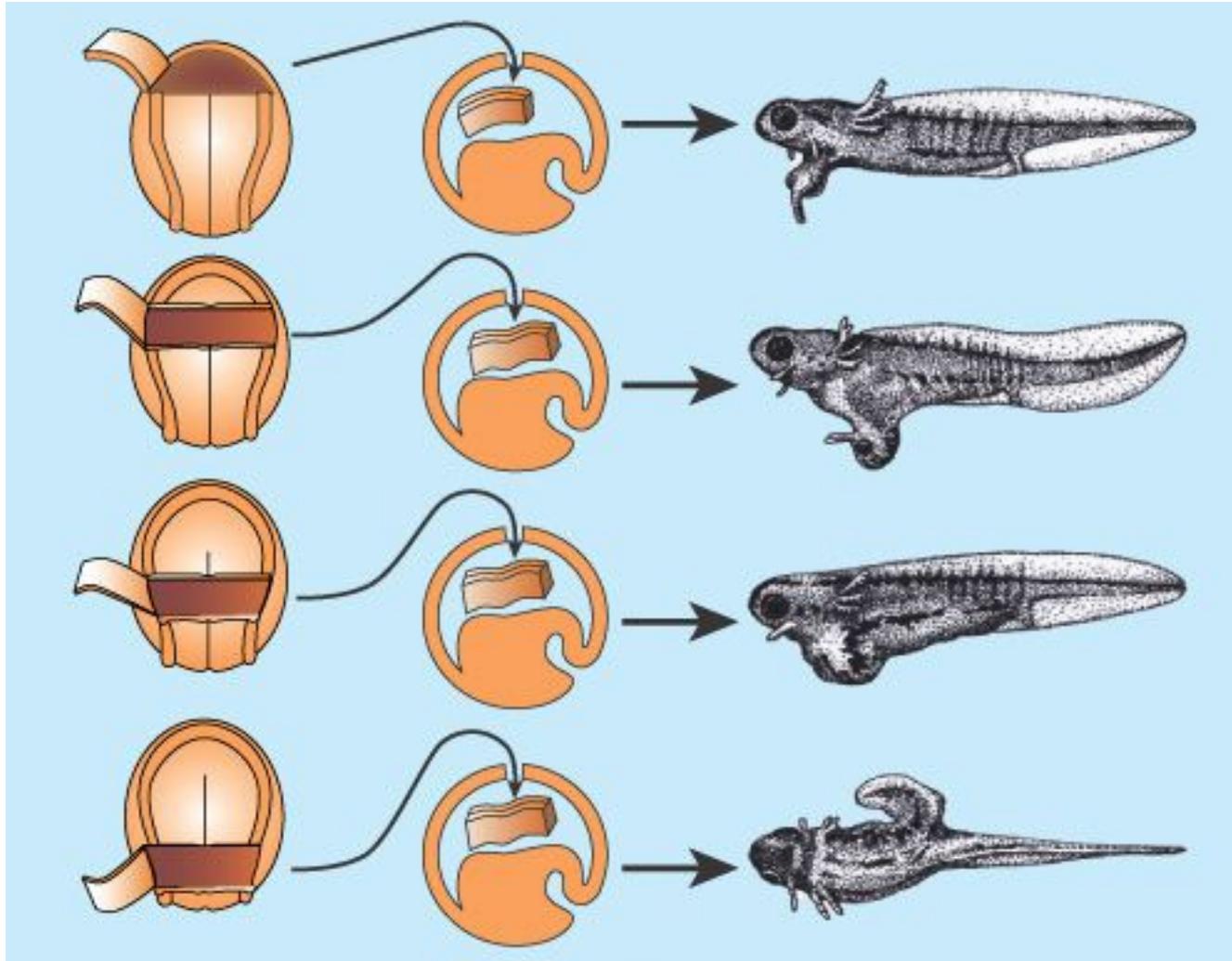


Результаты пересадки хорды

Голова



Хвост

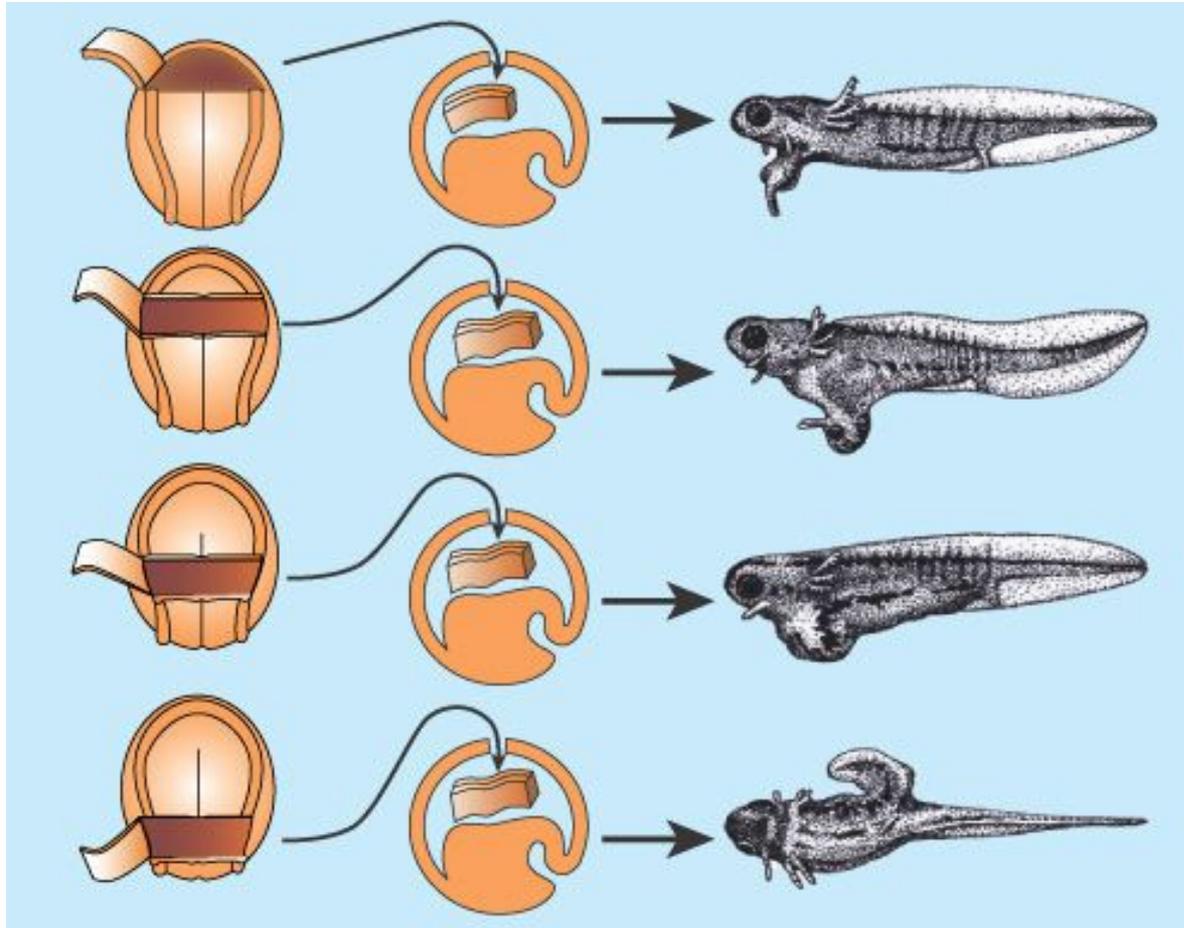


Результаты пересадки хорды

Голова



Хвост





Следствием непрерывности отбора
является его

"экономность"



Принципы действия естественного отбора:

1. Непрерывность → 2. Экономность

3. Неравномерность

4. Оппортунизм

5. Мягкость



6. Разрешительный принцип

Следствия отбора по
компонентам
приспособленности



Естественный отбор, если его рассматривать лишь как дифференциальное воспроизведение генов (как «сито») может обеспечить адаптацию организмов к окружающей среде, но не в состоянии создавать эволюционно новые свойства этих организмов.

Однако воздействие отбора на группу признаков, их взаимосвязи и механизмы формирования приводит к возникновению эволюционных новаций.