
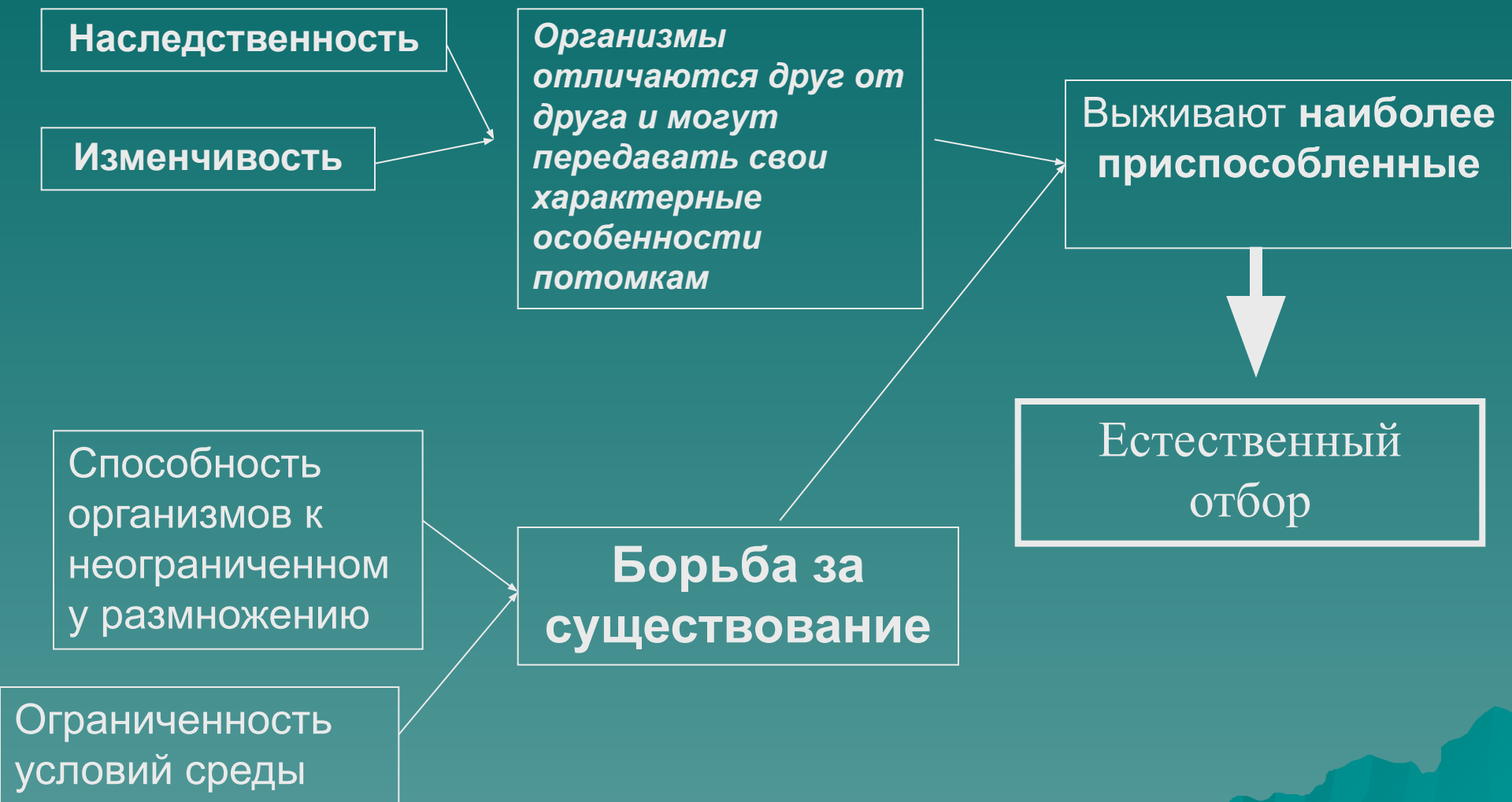


***Борьба за
существование и
естественный отбор***


A stylized silhouette of a mountain range is located in the bottom right corner of the slide. The mountains are rendered in a dark teal color, matching the background, and have a jagged, layered appearance.

Основная логика эволюционного учения



В итоге:

Естественный
отбор



```
graph LR; A[Естественный отбор] --> B[Живые системы приспособляются к условиям окружающей среды]; A --> C[На планете Земля существует огромное количество видов живых организмов]; A --> D[Могут сосуществовать высоко организованные виды и виды с более примитивным уровнем организации];
```

**Живые системы
приспосабливаются к
условиям окружающей
среды**

**На планете Земля
существует огромное
количество видов живых
организмов**

**Могут сосуществовать
высоко организованные
виды и виды с более
примитивным уровнем
организации**

Дарвин о борьбе за существование

Дарвин прикинул, что потомство даже 1 пары слонов за 750 лет составило бы 19 млн



**Один одуванчик занял бы
через 10 лет площадь в 15 раз
больше, чем вся суша**



Причины гибели особей одуванчика:

- 1-плоды вместе с сеном попадают в желудок овцы;
- 2-плодами питаются многие птицы;
- 3-всходами питаются травоядные животные;
- 4-одуванчики топчут люди;
- 5- растения затемняют пырей, крапива;
- 6-сами одуванчики вытесняют друг друга;
- 7-семена погибают на скалах, в пустыне;
- 8-семена не прорастают от недостатка влаги;
- 9-растения гибнут от сильных морозов;
- 10-растения погибают от болезнетворных бактерий и вирусов.

- ◆ **Независимо от присутствия самцов, самка аскариды ежедневно откладывает в кишечнике до 200 тысяч (!) яиц, оплодотворенных или неоплодотворенных.**





Чарльз Роберт Дарвин

(англ. Charles Robert Darwin;
1809-1882) - английский
натуралист и путешественник.

Писал:

« Не существует ни одного исключения из правила, согласно которому любое органическое существо естественно размножается в такой прогрессии, что, если бы оно не подвергалось истреблению, потомство одной пары покрыло бы всю Землю».

*«Умирает только хилое и слабое,
здоровое и сильное всегда выходит
победителем в борьбе за существование».*

Борьба за существование

- ◆ Это сложные связи между различными организмами и условиями среды в биогеоценозах

Борьба
за
существование

С факторами
неживой
природы

Межвидовая

Внутривидовые

Прямая
хищник -
жертва

Косвенная
конкурен-
ция

Прямая
агрессия

Косвенная
конкурен-
ция

Внутривидовая борьба







Внутривидовая борьба – самая напряженная борьба за существование, ведь у особей одного вида одинаковые потребности в пище, территории и других условиях существования. Особенно острая конкуренция возникает между самцами одного вида в период размножения.



Внутривидовая борьба за существование



При чрезмерном увеличении численности особей внутривидовая борьба обостряется.



- Это бывает из-за ухудшения кормовых условий
- Слишком высокой плотности населения и др.



Плодовитость в популяциях снижается, могут вспыхнуть эпидемии.



Гибель особей.

Примеры внутривидовой борьбы:



- ◆ Борьба за территорию;
- ◆ Состязание за добычу;
- ◆ Внутривидовой каннибализм;
- ◆ Борьба за главенство в стае;
- ◆ Борьба за обладание самкой



Внутривидовая борьба

- ◆ Приводит к сохранению популяции и вида за счёт гибели или неучастия в размножении наименее приспособленных особей данного вида.



Межвидовая борьба



Гепард



Лев



Гиены и грифы

Межвидовая борьба

- ◆ Приводит к победе более жизнеспособной особи или популяции одного вида над менее жизнеспособной особью или популяцией другого вида.



Примеры межвидовой борьбы:



- ◆ Вытеснение пчелы австралийской пчелой европейской;
- ◆ Конкуренция между серой и чёрной крысами;
- ◆ Конкуренция за свет между елью и берёзой;
- ◆ Паразитизм;
- ◆ Вытеснение куницы-харзой соболя из его привычных мест обитания.

Межвидовая борьба



Серая крыса



Чёрная крыса

Межвидовая борьба



Межвидовая борьба



Блоха



Межвидовая борьба



Кукушонок

Борьба с неблагоприятными условиями среды



Борьба с неблагоприятными условиями среды

- ◆ Приводит к выживанию в изменившихся условиях неживой природы наиболее приспособленных особей, популяций и видов.





Борьба с неблагоприятными условиями внешней среды оказывает огромное влияние на выживаемость организмов. Климатические факторы неживой природы (свет, температура, влажность), а также рельеф местности, свойства почвы, соленость воды, радиация могут как непосредственно влиять на живые организмы, так и усиливать или ослаблять их внутри-межвидовые взаимоотношения.



Примеры борьбы с неблагоприятными условиями окружающей среды:



- ◆ Сезонная линька;
- ◆ Летняя и зимняя спячка;
- ◆ Сезонные перелёты и кочёвки птиц;
- ◆ Сильно развитая корневая система и видоизменённые листья у пустынных растений;
- ◆ Низкорослость берёзы и ивы в условиях тундры.

Борьба с неблагоприятными условиями среды







В суровых условиях при недостатке тепла и света многие деревья и кустарники превращаются в настоящих карликов.

Яркий представитель среди них - карликовая береза.

А самым известным деревом наших лесов является береза.

Недаром она олицетворяет собой красоту русской природы.

В любую, даже самую ненастную погоду, березовый лес светел, а белоснежные стволы деревьев теплые на ощупь.



Для выживания организмов в борьбе за существование большое значение имеет приспособительное поведение, например, затаивание, или демонстративное, отпугивающее поведение. Многие животные запасают корм на неблагоприятный сезон года.





борьба за существование

Внутривидовая

**Конкуренция за
источники
воды и пищи**

**Конкуренция за
места гнездовий у
птиц**

**Отношения между
хищником и жертвой**

Межвидовая

**Вытеснение одного
вида другим с
территории обитания**

Борьба за существование

«Поражение» наименее приспособленных особей, имеющих неблагоприятные признаки

«Победа» наиболее приспособленных особей, имеющих благоприятные признаки

Гибель, устранение от размножения

Выживание и участие в размножении

Неблагоприятные признаки не передаются потомству

Благоприятные признаки передаются потомству и усиливаются

Движущие силы эволюции:



Понятие «естественный отбор»

- ◆ Избирательное выживание и размножение наиболее приспособленных организмов (Ч. Дарвин)
- ◆ Процесс, в результате которого преимущественно выживают и оставляют потомство наиболее приспособленные особи и погибают менее приспособленные (современное определение)

Причины естественного отбора

1. генетическое разнообразие особей, составляющих популяцию.

Естественный отбор эффективен только в том случае, если в нем участвуют организмы, обладающие наследственными различиями в признаках.

В генетически однородных популяциях, например, среди потомства одного вегетативно размножившегося усам растения земляники, результаты естественного отбора не проявляются

◆ *2. избыточная численность особей, составляющих популяцию.*

Конкуренция между ними за ресурсы среды неизбежно приводит к борьбе за существование.

естественный отбор

Наследственная изменчивость
(мутации, комбинативная изменчивость)

Неоднородность популяции
(появление особей с многообразием признаков)

Борьба за существование (в разных ее проявлениях)

«Поражение» наименее
приспособленных особей,
имеющих неблагоприятные
признаки

Избирательная
элиминация

Неблагоприятные признаки
не передаются потомкам

Не имеют шансов
для продолжения
рода

Устранение от
размножения

«Победа» наиболее
приспособленных особей,
имеющих важные
благоприятные признаки

Выживание и
преимущественное
участие в размножении

Благоприятные признаки
передаются потомкам

Обстоятельства, благоприятствующие отбору

- ◆ Большое число особей, подвергающееся отбору.
- ◆ Значительная изменчивость особей в популяции.
- ◆ Часто меняющиеся экстремальные условия природной среды.
- ◆ Изоляция групп особей популяции.
- ◆ Обширность ареала вида.
- ◆ Длительный отрезок времени (в поколениях) действия естественного отбора.

Объекты действия естественного отбора


Естественный отбор действует на отдельные особи или целые группы особей популяции.

Отбору подлежат все жизненно важные признаки и свойства организмов, обеспечивающие их размножение и оставление потомства.

Под действие отбора могут попадать даже признаки, вредные для отдельной особи, но полезные в целом для популяции.

Например, ужалившая врага медоносная пчела погибает, но так как она защищает всю пчелиную семью, то способность к самопожертвованию сохраняется естественным отбором как полезный признак для выживания данного вида

Результаты естественного отбора:

- ◆ 1. Сохранение генетической структуры популяции
 - ◆ 2. Изменение генетической структуры популяции
 - ◆ 3. Появление новых вариантов ранее существовавших признаков
 - ◆ 4. Появление принципиально новых признаков
 - ◆ 5. Образование новых видов
 - ◆ 6. Прогрессивный характер биологической эволюции
- 

История развития представлений о естественном отборе

- ◆ Первые представления о естественном отборе как движущей силе эволюции сложились в начале XIX века.
- ◆ Англичане Уильям Уэллс, Патрик Мэттью, Эдвард Блит в начале XIX в. независимо друг от друга пришли к выводу, что в природе существует жестокая конкуренция, и поэтому только сильнейшие, наиболее приспособленные к условиям данной местности особи могут оставить потомство; в ходе борьбы за существование выживают особи, наиболее соответствующие условиям своей среды, то есть действует «отбор при помощи закона природы».
- ◆ Герберт Спенсер (английский психолог, 1820–1903) понимал естественный отбор как переживание наиболее приспособленных.
- ◆ Ч. Дарвин использовал это же понятие отбора, но подчеркивал, что «...особи, обладающие хотя бы самым незначительным преимуществом перед остальными, будут иметь больше шансов на выживание и продолжение своего рода».

- ◆ В начале XX века распространилась теория «механического сита»
- ◆ (Г. де Фриз, 1903), отводящая естественному отбору роль сортировщика уже имеющихся вариантов.
- ◆ Однако в большинстве случаев отбор не использует уже готовые варианты признаков (преадаптации), а создает новые признаки, которые не могли возникнуть лишь за счет мутационной и комбинативной изменчивости.
- ◆ В этом заключается творческая роль естественного отбора.

- ◆ И. И. Шмальгаузен при разработке теории отбора большое внимание уделял дифференциальной смертности вследствие элиминации. При этом некоторые формы элиминации (общая стихийная) могут не приводить к отбору.
- ◆ Дж. Гексли (1942) различал отбор как дифференциальное выживание и отбор как дифференциальное размножение.
- ◆ В настоящее время некоторые современные эволюционисты понимают отбор как избирательное выживание биологических единиц (например, Футуима, 1979).
- ◆ Другие эволюционисты (например, Пианка, 1978) подчеркивают, что отбор действует *«только посредством дифференциального успеха в размножении»*.
- ◆ Однако размножение и передача генов последующим поколениям – разные понятия.
- ◆ И. Лернер (1958) пришел к выводу, что отбор есть дифференциальное воспроизведение генотипов. Эта формулировка сущности отбора в настоящее время наиболее распространена.
- ◆ Вопрос о единице действия отбора до сих пор однозначно не решен. Классическая СТЭ подразумевает, что единицей действия отбора является **фенотип особи**. Однако сами понятия «фенотип» и «особь» строго не определены.
- ◆ Поэтому существуют теории группового отбора (единица отбора – индивид, клон, семья, колония, популяция) и теории «эгоистического гена» (единица отбора – репликон, самовоспроизводящийся участок ДНК).
- ◆

Концепция генетического нейтрализма и «недарвиновские» теории

ЭВОЛЮЦИИ

- ◆ Наличие естественного отбора не отрицается ни одной современной эволюционной теорией.
- ◆ Однако концепция генетического нейтрализма подчеркивает ведущую эволюционную роль случайного дрейфа генов (Мотоо Кимура, 1985). Концепция нейтрализма исходит из того, что лишь некоторые признаки имеют селективное значение: около 90% видовых признаков не имеют адаптивной ценности.
- ◆ Современный нейтрализм базируется, как правило, на изучении биохимических признаков.
- ◆ Белковая молекула состоит из двух подсистем: очень небольшой активной (активный и аллостерический центр) и огромной пассивной (основная часть молекулы).
- ◆ Если мутация затрагивает активную часть белка (вероятность этого очень мала), то его свойства и функции существенно изменяются.
- ◆ Но если мутация затрагивает лишь пассивную часть белка, то его свойства и функции изменяются очень незначительно.
- ◆ При этом обычно не обнаруживается никаких преимуществ одной формы белка над другими формами.
- ◆ Из-за вырожденности генетического кода около 30 % мутаций не приводят вообще к изменению аминокислотного состава белков.

К методологическим ошибкам нейтрализма относятся следующие:

- ◆ 1. Единицей отбора являются не фенотипы особей, а их признаки (обычно биохимические). То есть организм расценивается как совокупность признаков.
- ◆ 2. Селективная ценность признака определяется безотносительно к условиям эволюции.
- ◆ 3. Не разграничиваются понятия генотипа и фенотипа. Например, понятие «гена» и «фермента» часто подменяют друг друга.
- ◆ 4. Игнорируются данные по творческой роли естественного отбора.
- ◆ 5. Преувеличивается значение преадаптаций.
- ◆ Тем не менее, концепция нейтрализма находит широкую поддержку, особенно, среди специалистов по молекулярной и теоретической биологии.

- ◆ **Объекты отбора:** отдельные особи, семьи, популяции, группы популяций, виды, сообщества, экосистемы.
- ◆ **Сфера действия естественного отбора:** естественный отбор затрагивает все признаки особи. Отбор идет по фенотипам — результатам реализации генотипа в процессе онтогенеза в конкретных условиях среды, т. е. отбор действует лишь косвенно на генотипы.
- ◆ Поле действия естественного отбора — популяции.
- ◆ Точка приложения естественного отбора - признак или свойство.
- ◆ Естественный отбор имеет две стороны: дифференциальную (избирательную) выживаемость и дифференциальную смертность, то есть естественный отбор имеет положительную и отрицательную стороны.
- ◆ Отрицательная сторона естественного отбора — элиминация.
- ◆ Положительная сторона — сохранение фенотипов наиболее соответствующих условиям экосистемы в данный момент.
- ◆ Естественный отбор увеличивает частоту этих фенотипов, а значит — и частоту генов, формирующих эти фенотипы.

- ◆ Для сферы действия естественного отбора существует одно ограничение: естественный отбор не может изменить организацию какого-либо вида без пользы для него самого и лишь на пользу другому виду.
- ◆ Чаще всего отбор направлен на создание взаимоприспособлений видов друг к другу.
- ◆ Однако отбор часто ведет к созданию признаков и свойств, невыгодных для отдельной особи и полезных для популяции и вида в целом.
- ◆ Генетической основой естественного отбора является наследственная изменчивость, а причиной — влияние условий окружающей среды.
- ◆ Мутанты, бывшие прежде менее приспособленными по сравнению с нормальным генотипом, при благоприятных для них изменениях условий среды получают преимущество и постепенно вытесняют прежнюю норму.
- ◆ Результатом длительного действия отбора является преобразование популяционного генофонда, замена одних количественно преобладающих генотипов другими.


Эволюционная роль естественного отбора

- ◆ Естественный отбор определяет становление адаптации.
- ◆ Естественный отбор контролирует соответствие строения и функции организма среде.
- ◆ Естественный отбор снижает концентрацию вредных мутаций в генофонде популяции.
- ◆ Естественный отбор увеличивает концентрацию мутаций, имеющих существенное приспособительное значение.
- ◆ Естественный отбор способствует формированию полиморфизма популяции.
- ◆ Естественный отбор ведет к дивергенции - увеличению разнообразия организмов.
- ◆ Естественный отбор ведет к биологическому прогрессу.

Формы естественного отбора


Стабилизирующий
(стабильные условия среды)

Выживают и размножаются особи со средним проявлением признака

 Примеры: соответствие строения цветка и насекомого-опылителя, «живые ископаемые».


Движущий
(изменяющиеся условия среды)

Выживают и размножаются особи с одним из крайних отклонений признака

 Примеры: индустриальный меланизм берёзовой пяденицы, устойчивость вредителей к ядохимикатам

Дизруптивный
(изменяющиеся условия среды)

Выживают и размножаются особи со всеми крайними отклонениями признака

 Примеры: полиморфизм, бескрылые и длиннокрылые птицы океанических островов

СТАБИЛИЗИРУЮЩИЙ ОТБОР



- × Направлена на сохранение установившегося в популяции *при неизменных условиях среды* среднего значения признаков результатом действий стабилизирующего отбора является большое сходство всех особей растений или животных, наблюдаемое в любой популяции. *Эта форма естественного отбора предохраняет сложившийся генотип от разрушающего действия мутационного процесса.*

Пример стабилизирующего отбора

Крокодилы - древняя группа рептилий, сформировавшаяся в мезозойскую эру. Около 70 млн. лет назад, в конце эры динозавров, сформировались крокодилы современного морфологического типа. С тех пор произошло становление разных отрядов птиц и млекопитающих (многие их представители уже вымерли), облик же крокодилов остался прежним.

Несмотря на то, что менялись целые экосистемы, эти "живые ископаемые" сумели дожить до наших дней. Околоводные биотопы тропических лесов - природные местообитания современных крокодилов - не были подвержены сильному климатическому изменению, к тому же крокодилы - достаточно неприхотливые существа и долгое время могут обходиться без пищи.



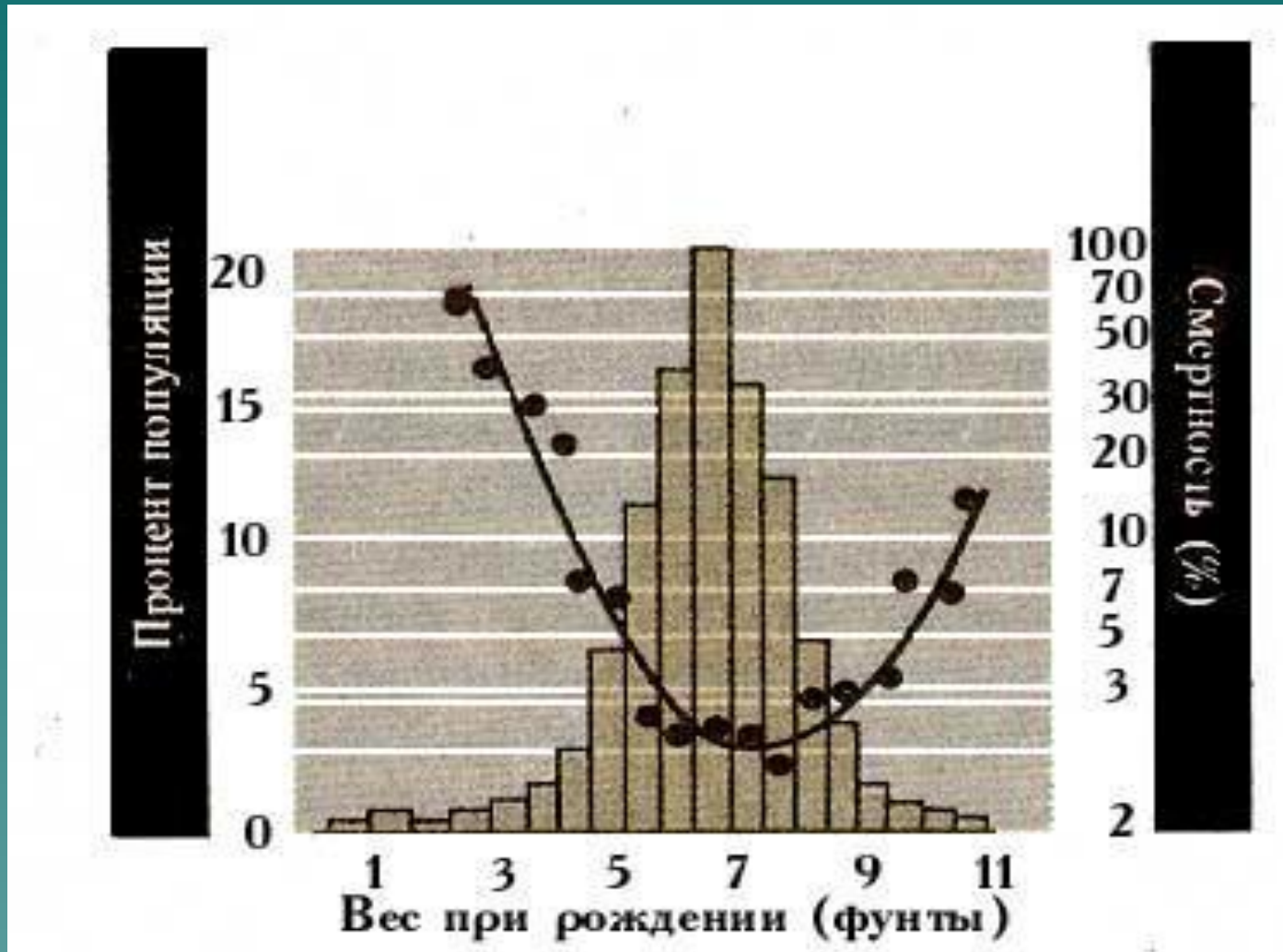
Нильский крокодил

Пример стабилизирующего отбора

Примером стабилизирующего отбора можно считать связь между весом новорожденных младенцев и их выживаемостью: чем сильнее отклонение в любую сторону от среднего значения, тем реже такие дети выживают.



Распределение веса при рождении у английских младенцев (диаграмма) и кривая зависимости смертности младенцев от их веса при рождении (1фунт = 0,454 кг.).



СТАБИЛИЗИРУЮЩИЙ ОТБОР



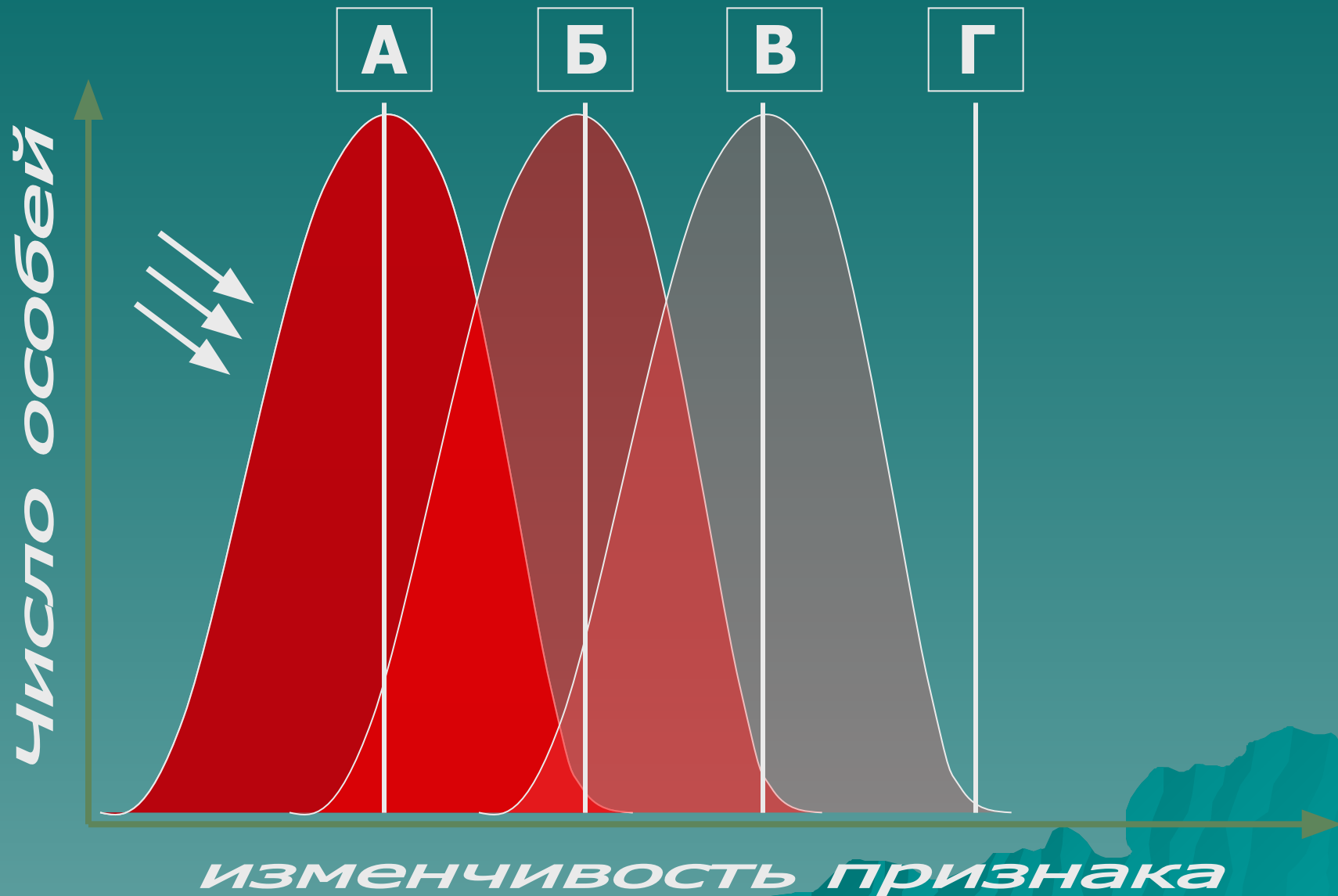
ДВИЖУЩИЙ ОТБОР



- × Движущая форма естественного отбора способствует сдвигу среднего значения признака или свойства и приводит к появлению новой средней нормы вместо старой.
- × Например, в природных экосистемах преимущественно выживает светлая форма березовой пяденицы, незаметная на стволах деревьев. Однако, в районах с интенсивным промышленным загрязнением преимущество получает темноокрашенная форма, хорошо маскирующаяся на загрязненных копотью стволах берез.



ДВИЖУЩИЙ ОТБОР



Пример движущего или направленного отбора

В гавани Плимут (Англия) после построения мола замедлилась скорость циркуляции воды, что привело к повышению ее замутненности.

При этом вместо крабов *Carcinus maenas* с широким головогрудным щитком распространились крабы того же вида с узким щитком. Опыты в аквариуме подтвердили предположение, что у последних жабры более закрыты, и они лучше выживают в мутной воде.



3. Дизруптивный (disrupt - разрывать, раздроблять, англ.) или раздробляющий отбор

- ◆ Отбор, идущий одновременно в пользу нескольких уклоняющихся вариантов против особей с промежуточным значением признака.
- ◆ Эта форма отбора возникает в случаях, когда ни одна из групп генотипов не получает решающего преимущества в борьбе за существование из-за разнообразия условий, одновременно встречающихся на одной территории.
- ◆ Дизруптивный отбор способствует возникновению и поддержанию полиморфизма популяций, а в некоторых случаях может служить причиной видообразования.

Дизруптивный отбор



Пестрокрыльница
изменчивая



Божья коровка
двухточечная



Лесная (дубовая)
улитка

ДИЗРУПТИВНЫЙ ОТБОР (разрывающий)



Пример дизруптивного отбора

Водяные ужи, обитающие на островах и побережье оз. Эри в Северной Америке, сильно изменчивы по окраске. На берегах преобладают особи с широкими поперечными темно-коричневыми полосами по светлому фону, а на островах - ужи с менее выраженными полосами и вообще без полос.

Эти различия носят адаптивный характер: полосатая окраска оказывается защитной в болотистой местности по берегам озера, делая ужей незаметными для их главных врагов - чаек и цапель, а на белых известняковых скалах островов преимущественно выживают светлые особи без полос.

Особь с промежуточным значением признака (слабо выраженными полосами), получающиеся при скрещивании этих двух морф между собой, оказываются не приспособленными ни к одному из вариантов условий. Тем не менее, такие ужи изредка встречаются из-за незначительной миграции береговых особей на острова и наоборот (ужи хорошо плавают).



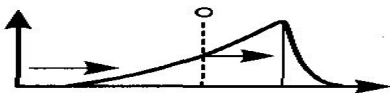
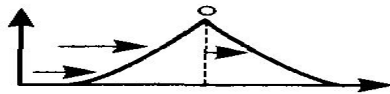
Формы естественного отбора

Движущий

при изменении условий среды

в пользу особей, имеющих отклонения от средней нормы

Движущий

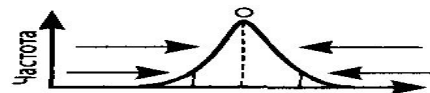
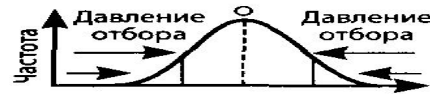


Стабилизирующий

в постоянных условиях среды

против особей с отклонениями от средней нормы признака

Стабилизирующий

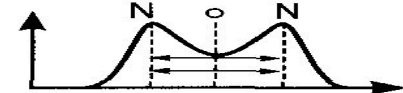
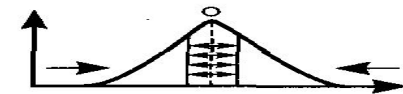


Дизруптивный

в изменяющихся условиях среды

в пользу особей с крайними отклонениями от средней нормы признака

Дизруптивный



Примеры

- устойчивость насекомых к ядохимикатам;
- появление темно-окрашенных бабочек пядениц

- насекомопопьяляемые цветки соответствуют размерам насекомых;
- ярусность растений;
- гибель воробьев с большим и малым размером крыльев во время бури

- сохранение на островах насекомых без крыльев или с хорошо развитыми крыльями;
- в смешанном лесу на соснах преобладают бабочки с темной окраской крыльев, а на березах — со светлой

- ◆ *Половой отбор* — естественный отбор, касающийся признаков особей одного пола. Обычно половой отбор вытекает из борьбы между самцами (в редких случаях — между самками) за возможность вступить в размножение.
- ◆ Половой отбор — не самостоятельный фактор эволюции, а всего лишь частный случай внутривидового естественного отбора.
- ◆ Дарвин выделял половой отбор, под воздействием которого формируются вторичнополовые признаки (яркая окраска и разнообразные украшения самцов многих птиц, половые отличия в развитии, внешности, поведении других животных) в процессе активных взаимоотношений между полами животных, особенно в период размножения.

Дарвин различал два типа полового отбора:

- ◆ борьба между самцами за самку
- ◆ активные поиски, выбор самцов самками, самцы лишь конкурируют между собой с целью возбудить самок, которые выбирают наиболее привлекательных самцов

Результаты обоих типов полового отбора различаются между собой.

При первой форме отбора появляется сильное и здоровое потомство, хорошо вооруженные самцы (появление шпор, рогов).

При второй усиливаются такие вторичнополовые признаки самцов, как яркость оперения, особенности брачных песен, издаваемый самцом запах, служащий для привлечения самки.

Несмотря на кажущуюся нецелесообразность подобных признаков, поскольку они привлекают хищников, у такого самца повышаются шансы на оставление потомства, что оказывается выгодно виду в целом.

Важнейший результат полового отбора - появление вторичнополовых признаков и связанного с ним полового диморфизма.

Половой отбор – усилитель «обычного» естественного отбора

- Если самки выбирают самцов не по произвольным критериям, а по индикаторам приспособленности, то тем самым самки ускоряют адаптивную эволюцию.
- Самец с пониженной приспособленностью не только имеет меньше шансов выжить, но и становится менее привлекательным для самок. *Ситуация «мало того, что здоровье слабое, так еще и девушки не любят».*
- Даже небольшие различия в приспособленности, едва заметные для обычного отбора, могут стать решающими, когда дело доходит до конкуренции между самцами в попытках очаровать привередливую самку.


- Самки трехиглой колюшки выбирают самцов по набору выделяемых ими компонентов иммунной системы – пептидов главного комплекса гистосовместимости (ГКГ)
- По индивидуальному набору этих пептидов самка определяет степень своего генетического сходства с самцом
- Избираются самцы с "оптимальным" уровнем генетического сходства (не слишком близкие и не слишком дальние родственники) (Milinsky et al., 2005)



Видообразование и половой отбор



Ископаемый большерогий олень (*Megaloceros giganteus*; 400—8 тыс. лет назад) — типичная жертва **полового отбора**. Огромные рога, вероятно, помогали самцам побеждать в брачных турнирах и очаровывать самок, но сильно мешали жить.

- ◆ *Индивидуальный отбор* сводится к дифференцированному размножению отдельных особей, обладающих преимуществами в борьбе за существование в пределах популяции.
 - ◆ Основан на соревновании особей внутри популяции.
- 

- ◆ *Групповой отбор* дает преимущественное размножение особей какой-либо группы.
- ◆ При групповом отборе в эволюции закрепляются признаки, благоприятные для группы, но не всегда благоприятные для особей.
- ◆ В групповом отборе группы особей соревнуются друг с другом в создании и поддержании целостности надорганизменных систем

Искусственный отбор проводится человеком в целях создания новых пород или сортов, удовлетворяющих его потребностям.

Ч. Дарвин выделил два основных типа искусственного отбора:

- ◆ — **бессознательный отбор** проводился путем сохранения и размножения наиболее ценных для человека признаков растений и животных, отбираемых по фенотипу, за счет отбора на уровне массовой выбраковки менее продуктивных особей. При данном отборе не ставятся задачи получения каких-то определенных пород и сортов;
- ◆ — **сознательный (методический) отбор** состоит в том, что человек осмысленно ставит перед собой задачу по выведению именно тех форм растений и животных, которые ему нужны, и сам конструирует параметры породы животного или сорта растения.
- ◆ У микроорганизмов результатом селекции являются *штаммы* — колонии клеток, отобранные по какому-то признаку.

Сходство и различие в действии естественного и искусственного отбора

Особенности эволюционного процесса	Эволюция культурных форм	Эволюция видов в природе
Предпосылки и движущие силы эволюции	Наследственная изменчивость. Искусственный отбор	Наследственная изменчивость. Борьба за существование. Естественный отбор
Темпы эволюции	Быстрые (на создание сорта или породы требуется от 8—10 до 20 лет)	Медленные (тысячи и миллионы лет)
Результаты	Многообразие сортов, пород	Многообразие видов
Приспособленность	Живые организмы приспособлены к нуждам человека. Формы, обладающие менее полезными свойствами, выбраковываются.	Живые организмы приспособлены к условиям среды. Формы, обладающие менее полезными признаками, вымирают.

Сравнение действия искусственного и естественного отбора.

- ◆ Сходство между этими двумя процессами состоит в том, что основой того и другого служит наследственная изменчивость: она доставляет наследственные изменения признаков — материал для отбора.
- ◆ В результате действия искусственного и естественного отбора получаются новые формы: при искусственном отборе — породы и сорта, а при естественном — виды.
- ◆ Однако между этими двумя процессами есть существенное различие. Оно заключается в следующем.
- ◆ При искусственном отборе человек отбирает по замеченным признакам и направляет действие отбора в сторону, полезную для себя. При этом отбираемые признаки могут оказаться даже вредными для самого организма.

Например, лучшие породы свиней или молочного скота совершенно не могли бы существовать в природе без заботы о них человека.

- ◆ При естественном отборе отбирающим фактором являются условия окружающей среды. Отбираются любые жизненно важные признаки. В силу этого естественный отбор действует только на пользу организма и вида в целом, к которому он принадлежит.
- ◆ В результате искусственного отбора создаются породы домашних животных и сорта культурных растений, приспособленные человеком к его потребностям и намеченным целям. А в результате естественного отбора создаются виды, приспособленные к жизни в определенных условиях окружающей среды.
- ◆ Искусственный отбор проводится с того времени, как человек стал заниматься земледелием и приручением животных. Естественный отбор происходит в течение всей истории органического мира: он более ранний и длительный.
- ◆ Дарвин указал, что под влиянием деятельности человека естественный отбор с течением времени переходил в искусственный методический через бессознательный отбор. Но и при методическом отборе проявляется действие естественного отбора: человек предпочитает здоровых и сильных особей, слабые, же погибают чаще сами. Естественный и искусственный отбор органически связаны.

Результат действия естественного отбора



Адаптации –
приспособления
организмов к
окружающей среде



**Многообразие
ВИДОВ**

**Адаптации -
пример
действия
естественного
отбора**

Спугнутый
самец
белохвостого
оленя
остановился
на склоне,
испещренном
снежными
пятнами.



Адаптации – результат естественного отбора

Попадая на новое место, лиманда за несколько часов в точности воссоздает не только цвет дна - от песчаного до темно-бурого - но и его фактуру.



Результат естественного отбора

В случае опасности выпь замирает, вытянув шею, и становится практически незаметной среди тростника.



Примеры действия естественного отбора.

- ◆ Дарвин пояснил действие естественного отбора примерами. Волк охотится за различными животными, побеждая одних силой, других — хитростью, а третьих — быстротой ног. Предположим, что численность самых быстроногих жертв, например оленей, по каким-то причинам сильно возросла, других же животных стало много меньше в то время года, когда волки особенно голодают. При данных условиях преимущества будут иметь самые быстрые в беге и самые ловкие волки.
- ◆ На мелких океанических островах, где часто дуют сильные ветры, Дарвин нашел только бескрылых и длинокрылых насекомых. Здесь могли сохраняться и размножаться насекомые с длинными крыльями, способные бороться с ветром, или же те, которые совсем не поднимались в воздух, забиваясь в щели; особей с нормально развитыми крыльями ветер уносил в океан, и они погибали.
- ◆ На острове Вознесения, открытом ветрам со всех сторон, не оказалось ни одного дерева. То же было и на островах Кергеленских, где почти все растения стелются по земле, а самое высокое едва достигает 1 м. Многие растения образуют плотные дерновые подушки. Растения высокие или со слабым укоренением стеблей уничтожались здесь в процессе многовекового отбора.

Покровительственная окраска

Горностай
(летом)



Горностай (зимой)



Покровительственная окраска птенцов кулика-сороки надежно скрывает их на морском берегу. Взрослая же птица окрашена очень ярко.

Птенцы кулика-сороки

Кулик-сорока



Результатом естественного отбора является все многообразие видов существующих (или когда-либо живших) на Земле.



Можно ли увидеть как происходит этот процесс в природе?

Реально наблюдать этот процесс в природе довольно сложно. Для этого мы должны:

- ◆ заметить какие-либо изменения внешнего облика особей в популяции того или иного вида,
- ◆ показать, что эти изменения происходят под воздействием внешней среды и носят приспособительных характер,
- ◆ доказать, что в данной популяции существует наследственная изменчивость по отбираемому признаку.

В эксперименте были взяты чистые линии некоторых мутаций дрозофилы, снижающих жизнеспособность (чистой линией называется искусственная популяция, все особи которой несут только один вариант данного гена).

В чреде поколений выражение характерных признаков этих мутаций все более ослабевало, мухи возвращались по своей внешности к исходной дикой форме. При скрещивании же особей из разных чистых линий уже у гибридов первого поколения проявлялись все ранее утраченные свойства данных мутаций. Это означает, что выражение признаков этих мутаций было подавлено действием каких-то других генов, которые при переходе в гетерозиготное состояние утратили свое значение.

Таким образом, в чистых линиях мутаций дрозофилы, снижающих жизнеспособность, происходил естественный отбор, направленный на погашение проявления этих мутаций.

К сходным результатам привели аналогичные эксперименты на рачках-бокоплавах



Дрозофила



Рачки-бокоплавы

Творческая роль естественного отбора

- ◆ В начале XX века, на заре генетики, многие исследователи отрицали роль естественного отбора как созидающего фактора.
- ◆ Основной эволюционной силой считался мутационный процесс как единственная причина возникновения новых признаков и свойств организма.
- ◆ Поскольку мутация - явление исключительно редкое (установлено, что в среднем мутирует один ген из миллиона), естественному отбору отводили роль простого "контролера", вступающему в действие только после появления нового генетического отклонения.

Творческая роль естественного отбора

- ◆ Однако дальнейшие исследования показали, что в природных популяциях любого вида существует огромный запас генетической изменчивости по самым разнообразным признакам.
- ◆ Таким образом, у естественного отбора всегда есть огромный материал для работы.
- ◆ В лабораторных экспериментах удалось установить, что с помощью отбора можно изменять практически любые свойства организма, даже такие, как доминантность или рецессивность тех или иных признаков.

Творческая роль естественного отбора

- ◆ Действительно, единственным источником "эволюционного материала" (наследственной изменчивости) является мутационный процесс.
- ◆ Но это не отрицает творческую роль естественного отбора: его можно сравнить со скульптором, который создает прекрасные предметы искусства лишь отсекая от глыбы мрамора "ненужные" куски.

Интенсивность естественного отбора (давление отбора)

- ◆ Дж. Б. С. Холдейн (1932) писал:
- ◆ *"Если Дарвин мыслил словами, то его сегодняшние последователи должны мыслить числами"*.
- ◆ Установлено, что действие отбора зависит от коэффициента отбора — интенсивности элиминации. Коэффициент отбора обозначают символом S .
- ◆ Значение коэффициента естественного отбора варьирует от 0 до 1.
- ◆ При $S = 0$ отбор не происходит,
- ◆ при $S = 1$ элиминируются все особи популяции,
- ◆ при $S = 0,1$ элиминируется 10%,
- ◆ при $S = 0,5$ - 50 %.

Например, если из 100 родившихся особей с определенным признаком выжили и размножились все, отбор равен 1.

В природе таких ситуаций не бывает. А если сохранятся и размножатся 99, коэффициент ЕО будет равен 0,01.

В природных популяциях коэффициент отбора не превышает 0,1—0,2.

- ◆ **Эффективность естественного отбора** - это изменение частот генов за определенное время.

Эффективность естественного отбора особенно очевидна при действии его против доминантного гена.

При $S = 1$ популяция за одно поколение может избавиться от доминантного генотипа.

Эффективность отбора против рецессивных генов длительна.

Это связано с тем, что рецессивные аллели долгое время сохраняются гетерозиготами.

- ◆ Эффективность отбора в значительной степени зависит от исходной концентрации гена в популяции.
- ◆ При очень низких и очень высоких концентрациях отбираемого признака (гена) отбор действует слишком медленно.
- ◆ При средних же концентрациях эффективность отбора велика, даже при низких величинах коэффициента отбора.
- ◆ Дж. Б. С. Холдейн выдвинул концепцию "платы за отбор", согласно которой процесс полного замещения одного гена другим представляет собой дорогостоящую и длительную процедуру "Оплачивается" отбор гибелью членов популяции.

- ◆ Замещение старого гена новым, превосходящим его аллелем, влечет генетическую гибель носителей старого аллеля (они вносят в каждом поколении все меньший и меньший вклад в генофонд).
- ◆ Суммарное число особей, гибнущих в процессе полного замещения одного гена другим в 10—20—100 раз и более превышает число взрослых размножающихся особей в одном поколении.
- ◆ Популяция может оказаться "платежеспособной", так как "оплата" не одновременная, а растянута на много поколений.
- ◆ Но если популяция не в состоянии "уплатить" такую цену, выдержать этот "налог смерти" за эволюционное новшество, она вымирает.
- ◆ По этой причине произошли бесчисленные вымирания в течение истории биосферы.

Относительная приспособленность и коэффициент отбора

Относительная приспособленность (селективная ценность генотипа) выражается коэффициентом W .

$$W = F(1) / F(2)$$

Где $F(1)$ и $F(2)$ – коэффициенты абсолютной приспособленности сравниваемых генотипов. В знаменатель обычно ставится значение F для наиболее приспособленного генотипа, для которого $W = 1$.

Сила отсеивающего отбора измеряется **коэффициентом отбора S** .

$$S = |1 - W|$$

Чем выше S , тем быстрее будет происходить элиминация данного генотипа и накопление альтернативного генотипа.

Для наиболее приспособленного генотипа $S = 0$;

Для летальной мутации $S = 1$ (элиминация в первом поколении).

Моделирование естественного отбора

Как рассчитать изменение частот генотипов во времени?

Если частота встречаемости генотипа 1 в нулевом поколении обозначена как p_0 , а альтернативного генотипа 2 как q_0 (при $p+q=1$), то частота встречаемости генотипа 1 в поколении n (p_n) вычисляется по формуле:

$$p_n = (p_0 \times W^n) / (q_0 + p_0 \times W^n)$$

Изменение частоты по данной формуле рассчитывают для менее приспособленного генотипа ($W < 1$). При этом частоту более приспособленного генотипа в поколении n можно рассчитать по формуле:

$$q_n = 1 - p_n$$