

Глава XI.

Механизмы эволюционного процесса

Тема:

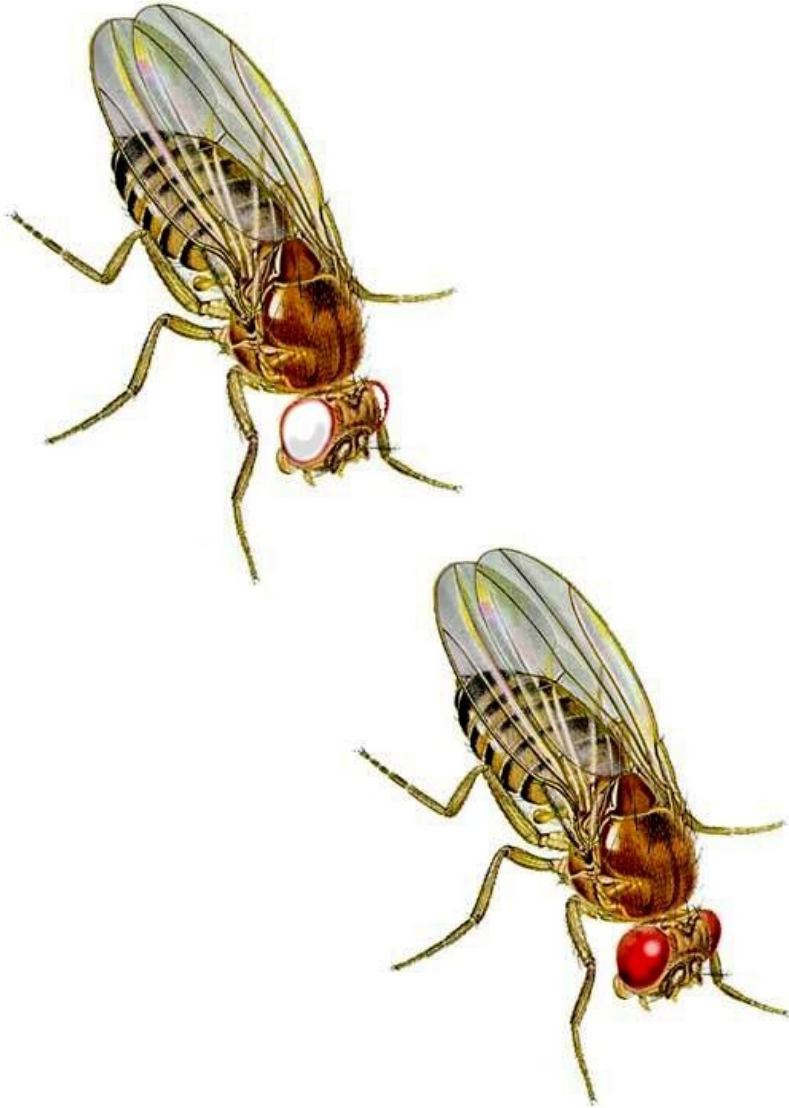
Факторы эволюции.

Приспособленность. Критерии вида

Задачи:

Дать характеристику факторам эволюции, наряду с наследственностью, изменчивостью и естественным отбором влияющим на эволюцию видов, приспособленности и видовым критериям

Дрейф генов

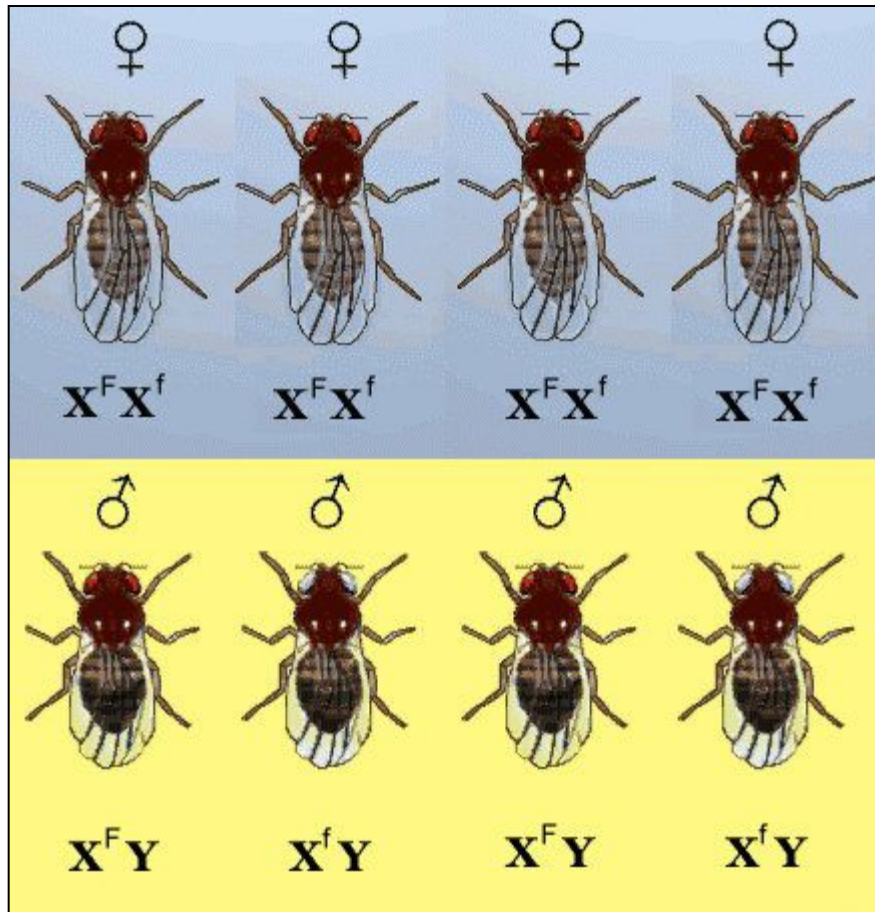


Дрейф генов как фактор эволюции был раскрыт российскими учеными генетиками Н.П.Дубининым и Д.Д. Ромашевым и зарубежными учеными американцем С.Райтом и англичанином Р.Фишером.

Они изучали изменение частоты встречаемости аллелей в ряду поколений в небольших популяциях.

Генофонд популяций, в силу различных процессов, через несколько поколений может резко измениться, изменится частота встречаемости аллелей различных генов.

Дрейф генов



В эксперименте С.Райт было задействовано 100 линий, каждая из которых происходила от **четырех самцов и четырех самок**.

Частота доминантного аллеля красных и рецессивного аллеля белых глаз в каждой линии исходно составляла 0,5 – т.е 50% мужских и женских гамет несли аллель красноглазости (X^F), 50% несли аллель белоглазости (X^f).

Среди потомства в каждом поколении случайным образом отбирали четырех самцов и четырех самок для производства потомства.

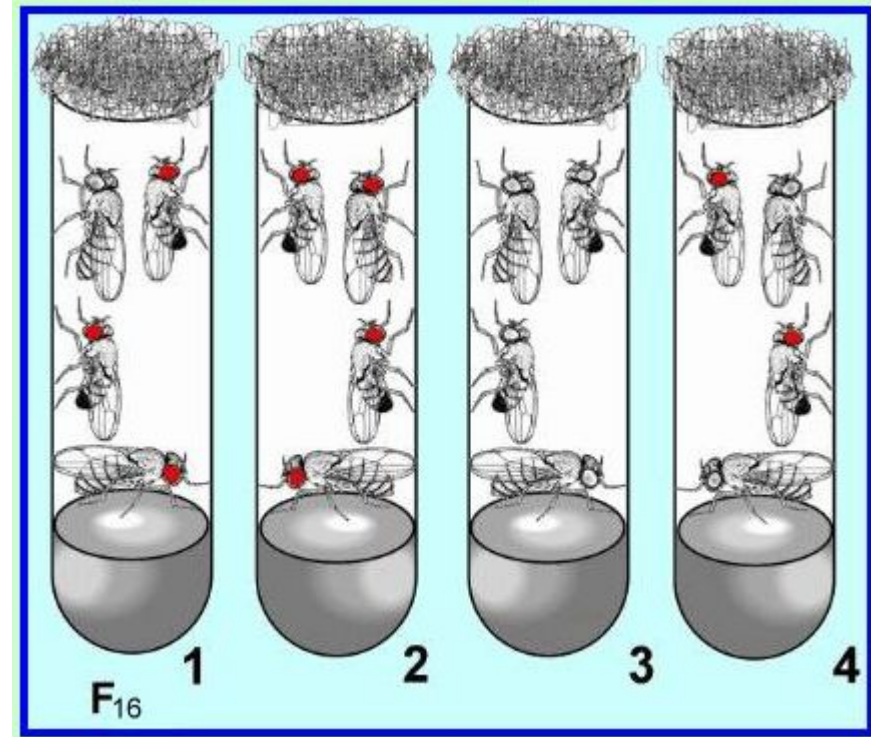
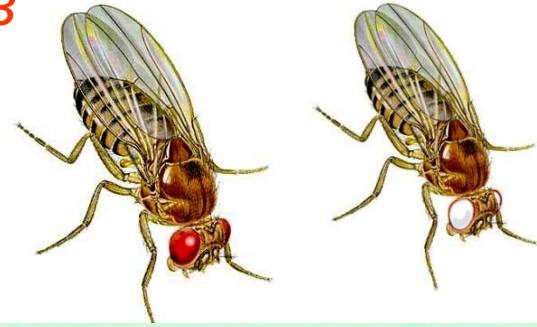
Дрейф генов

Через 16 поколений оба аллеля оказались в различных соотношениях:

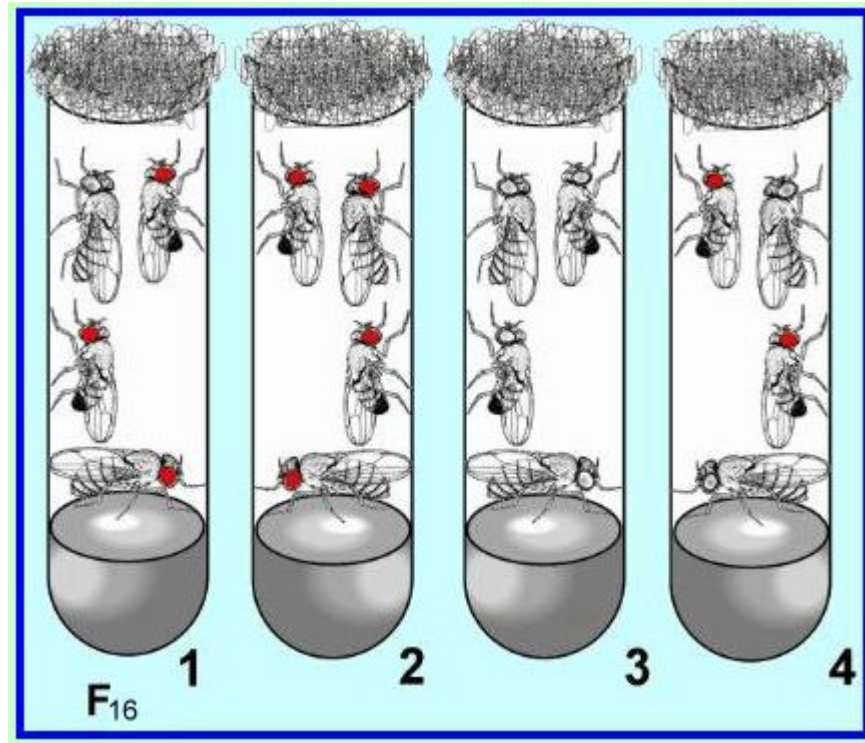
в 41 популяции был утрачен аллель X^f , все мухи были красноглазыми;

в 29 популяциях был утрачен доминантный аллель X^F , все мухи были белоглазыми;

4 линии погибли, остальные сохранили оба аллеля, но в различных соотношениях.

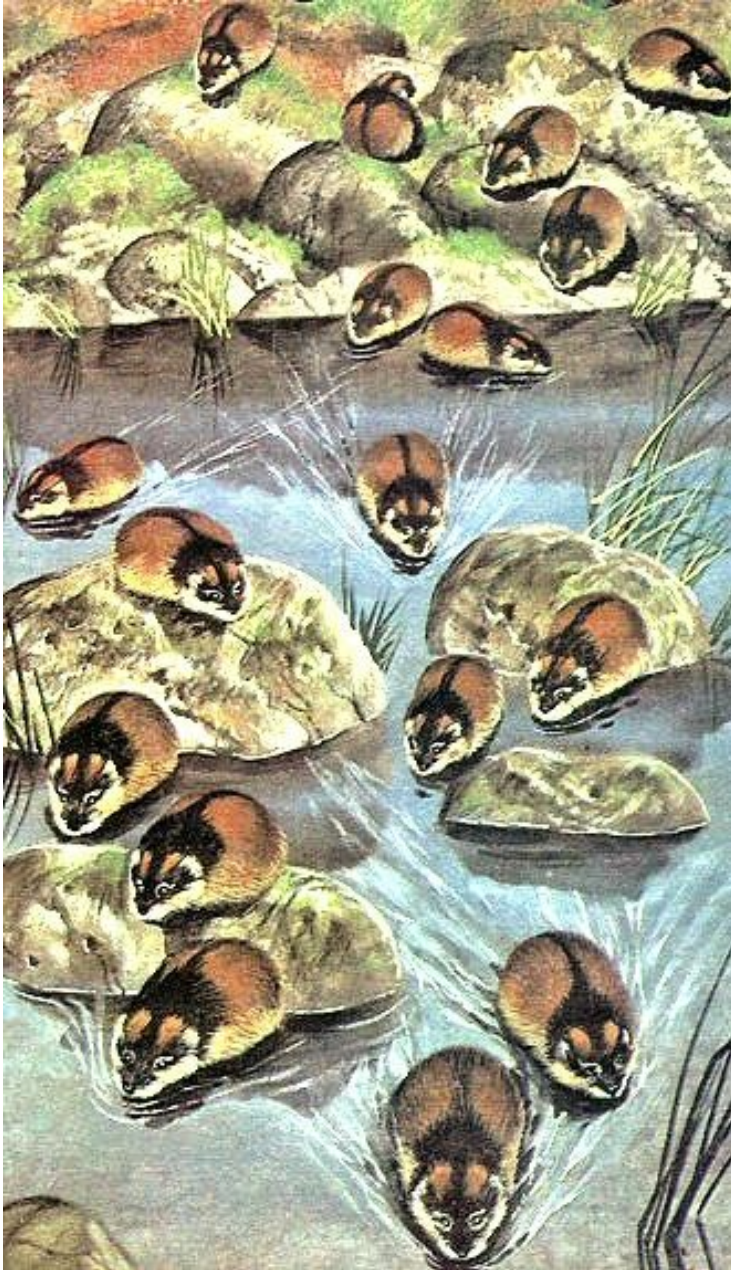


Дрейф генов



Процесс случайного, ненаправленного изменения частот аллелей в небольших популяциях получил название дрейфа генов, чем меньше численность, тем выше вероятность случайного изменения частот встречаемости аллелей генов.

Популяционные волны



В любой популяции происходят периодические *колебания численности* особей, причинами которых служат различные абиотические и биотические факторы среды. Наиболее ярко это проявляется у быстроразмножающихся видов, например у мышевидных грызунов примерно раз в 4 года численность возрастает многократно. Затем вновь происходит резкий спад численности.

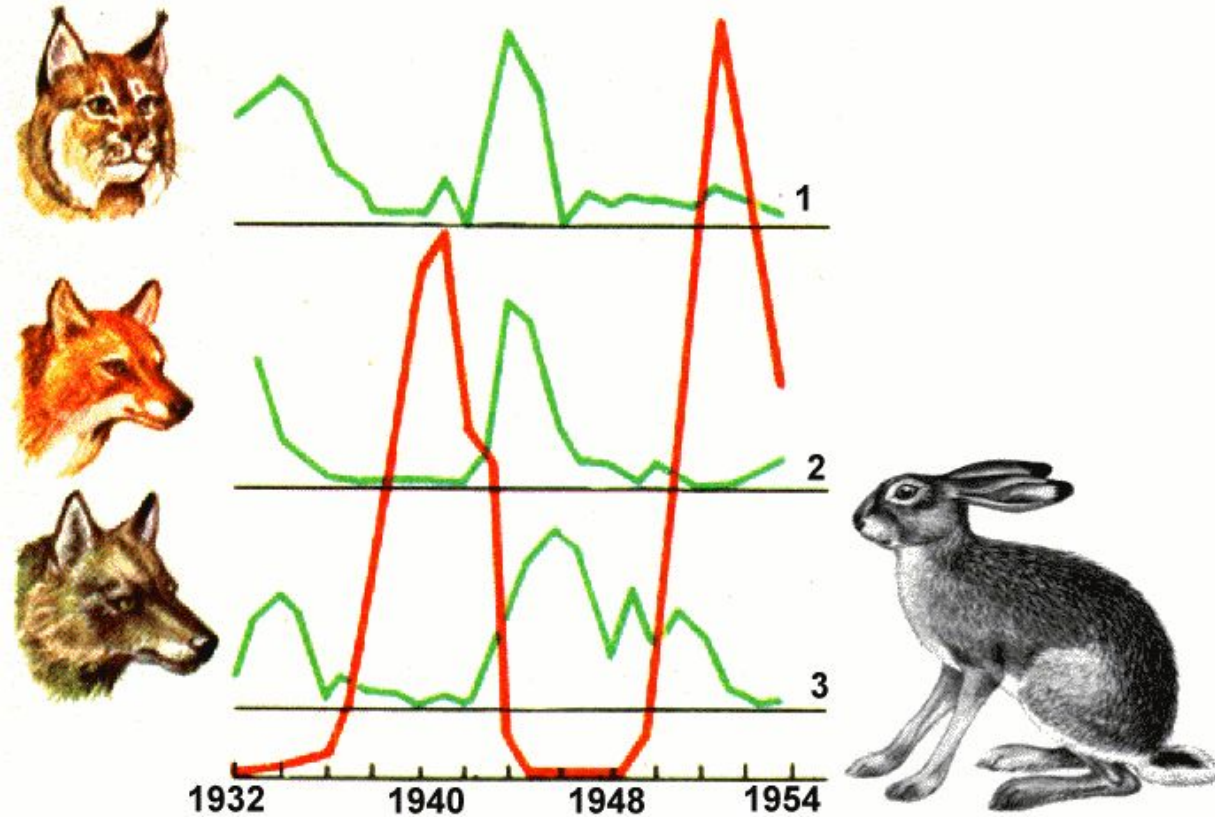
Популяционные волны



Например, при половодье или наводнении погибает большая часть популяции грызунов, генофонд ее при этом резко и случайно изменяется. Такой период, когда популяция проходит период малой численности, получил название *«бутылочное горлышко»*.

При этом изменяется частота встречаемости различных аллелей генов, частота встречаемости редких аллелей при этом может резко возрасти или вообще исчезнуть.

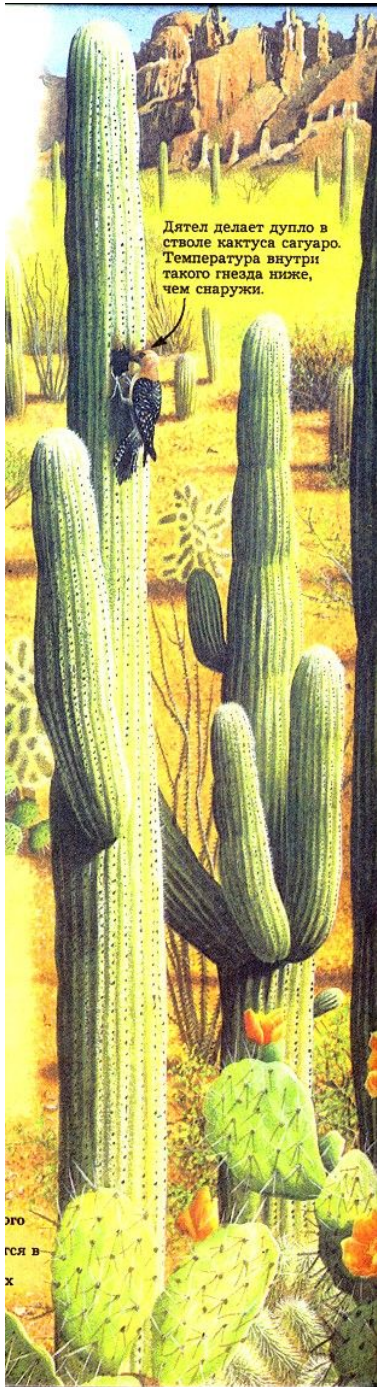
Популяционные волны



Часто колебания численности связаны с прессом хищников. На рисунке показаны изменения численности хищника и жертвы, причем изменение численности жертвы опережает изменение численности хищника.

Популяционные волны – одна из частых причин изменения генофонда популяций и частоты встречаемости аллелей.

Популяционные волны



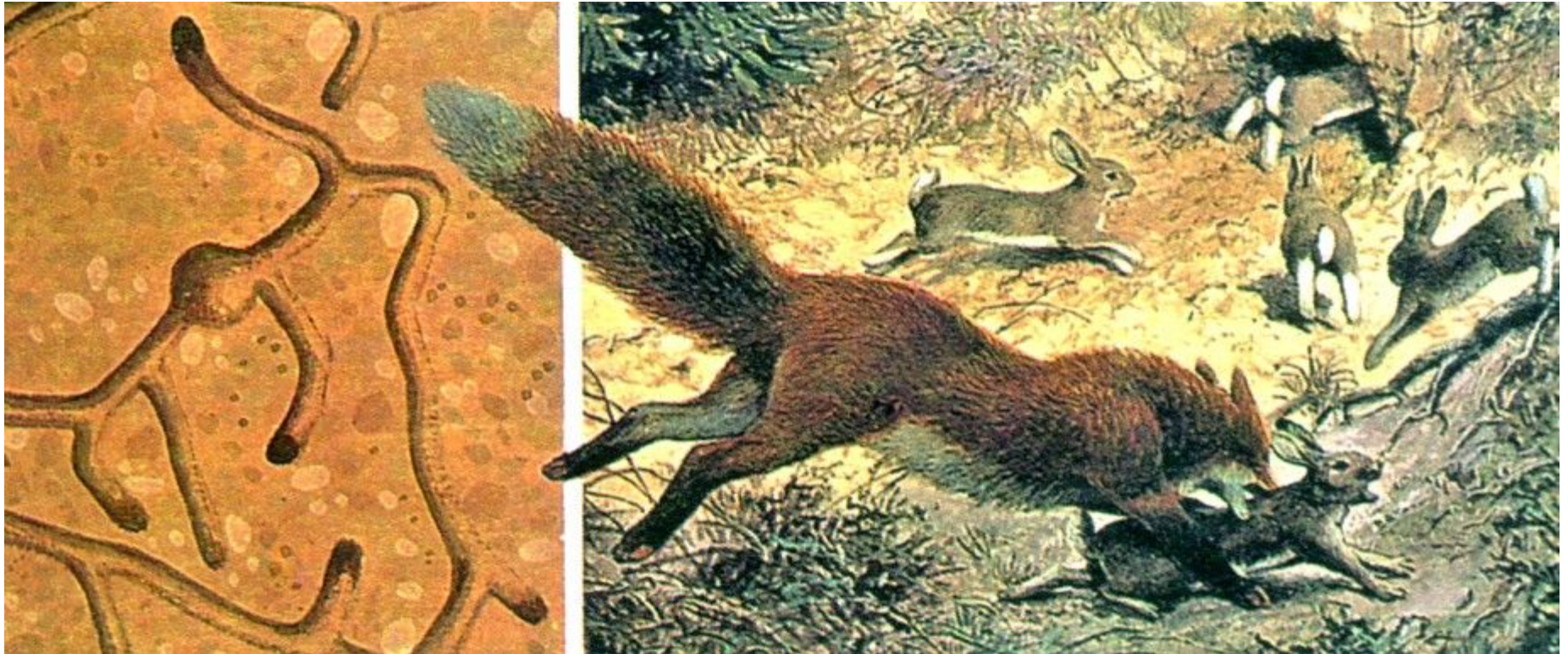
Дятел делает дупло в
стволе кактуса сагуаро.
Температура внутри
такого гнезда ниже,
чем снаружи.

Резкие возрастания численности часто наблюдаются **при попадании видов в новые условия обитания**, где благоприятные условия и отсутствуют хищники и паразиты. Так, например, было с распространением опунции и расселением кроликов в Австралии.

Опунцию завезли в Австралию и использовали в качестве живой изгороди, в отсутствие естественных врагов она расселилась и резко сократила полезные площади пастбищ.

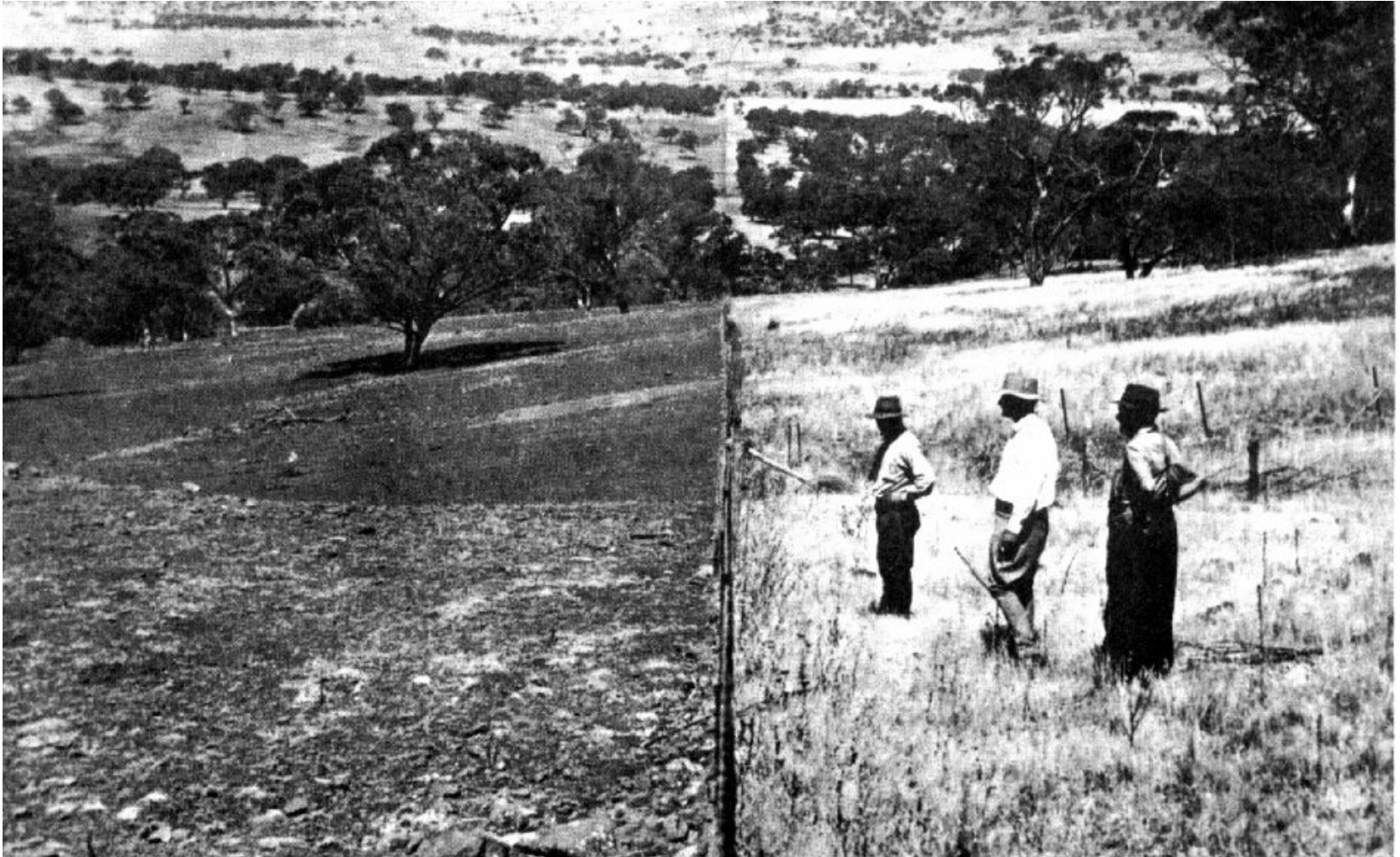
Это нашествие смогли остановить только с помощью гусениц кактусовой моли, специально привезенной с Американского континента. Благодарные австралийцы даже поставили памятник этому насекомому.

Популяционные волны



Подобная же история случилась и с кроликами, когда в Австралии в 1859 году выпустили 12 пар кроликов. Через 40 лет их количество составляло несколько сотен миллионов особей.

Популяционные волны



Остановить это нашествие попробовали с помощью самой длинной изгороди в мире – от побережья до побережья.

Популяционные волны



Но справиться смогли только с помощью вирусной инфекции — выпускали в популяции кроликов, зараженных вирусом **миксоматоза**. Первое время смертность во многих популяциях была стопроцентной, однако впоследствии она снизилась, вероятно появились линии кроликов, невосприимчивые к болезни.

Изоляция

Важным фактором эволюции является и **изоляция**, препятствующая свободному скрещиванию особей различных популяций.

Наследственная изменчивость... поставляет и распространяет мутации; популяционные волны и дрейф генов...

меняют частоту встречаемости различных аллелей; естественный отбор приводит к ... преимущественному выживанию особей с определенными генотипами;

Изоляция... препятствует скрещиванию между особями разных популяций.

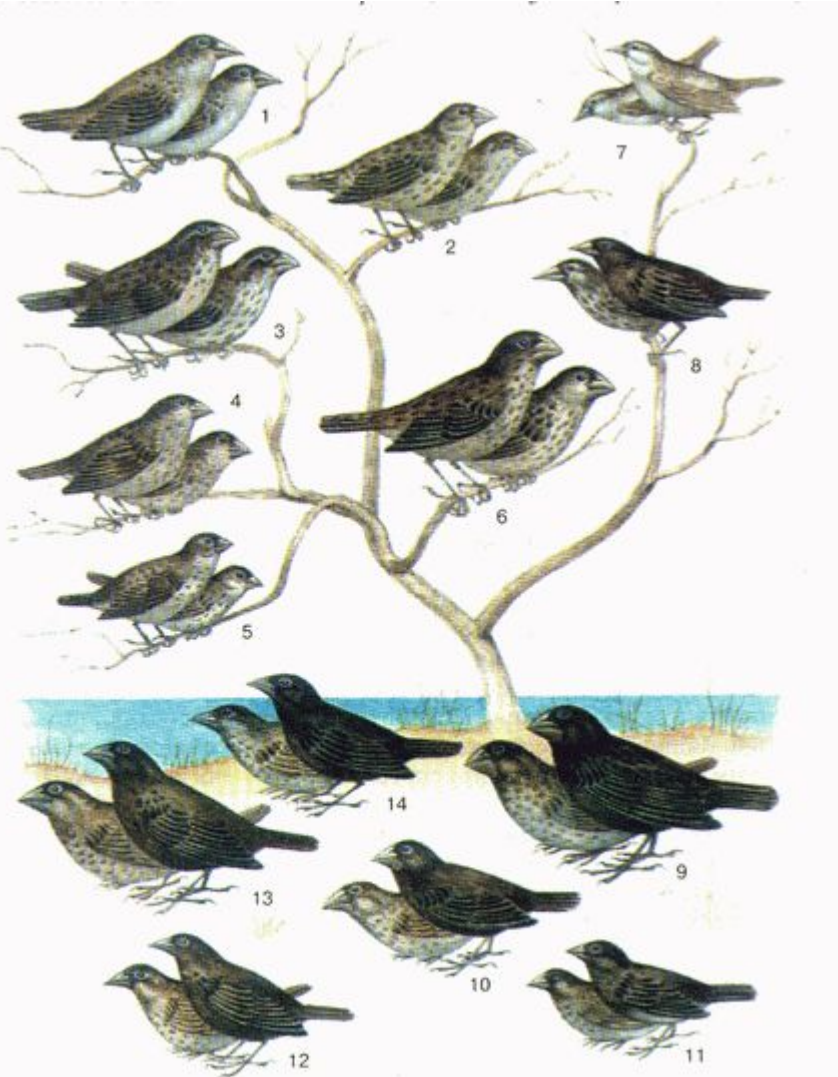


Рис. 194. Форма и величина клюва у галапагосских вьюрков. Вьюрки, питающиеся насекомыми, — 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8. Вьюрки, питающиеся семенами, — 9, 10, 11, 12. Вьюрки, питающиеся кактусами, — 13, 14

Географическая изоляция

Различают *географическую* и *экологическую* изоляцию. Географическая изоляция обычно связана с возникновением **естественных преград между популяциями одного вида**. При этом не происходит распространения возникших мутаций за пределы популяции, что, в конечном счете, приводит к **репродуктивной**, изоляции — появлению новых видов. Образование различных видов галапагосских вьюрков, сохранение яйцекладущих и сумчатых животных Австралии — результат изоляции. *Такое видообразование называется географическим.*

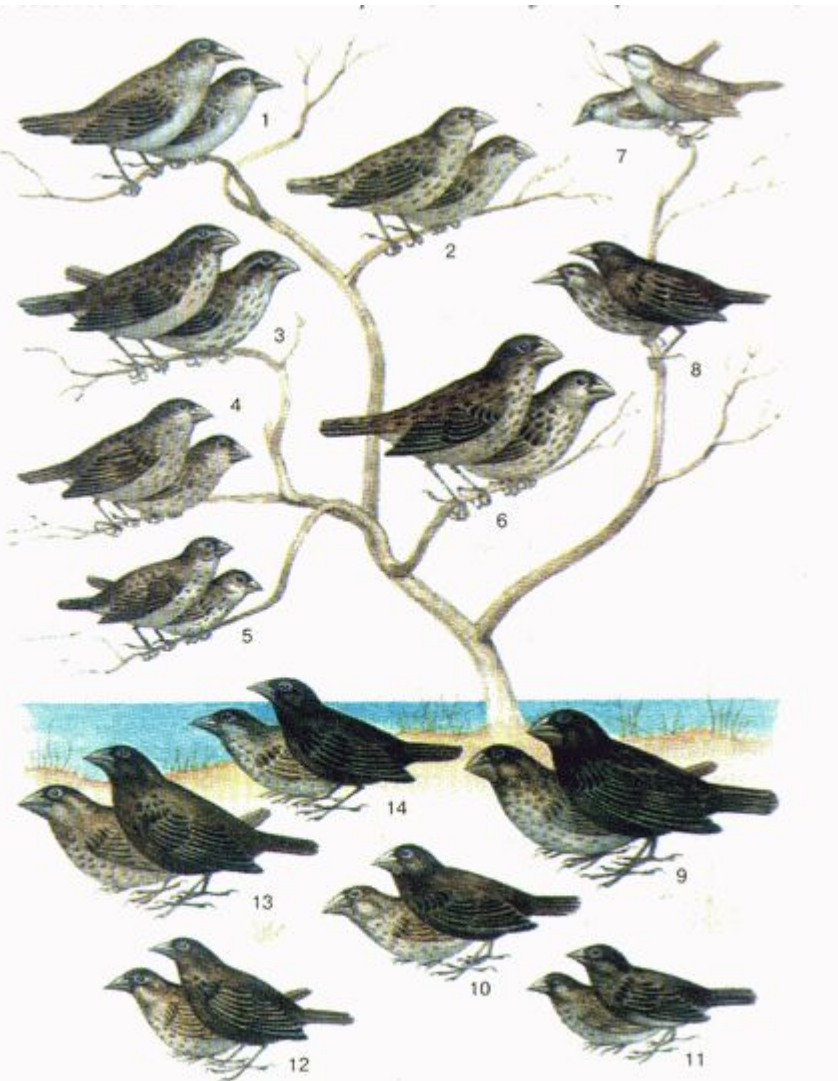
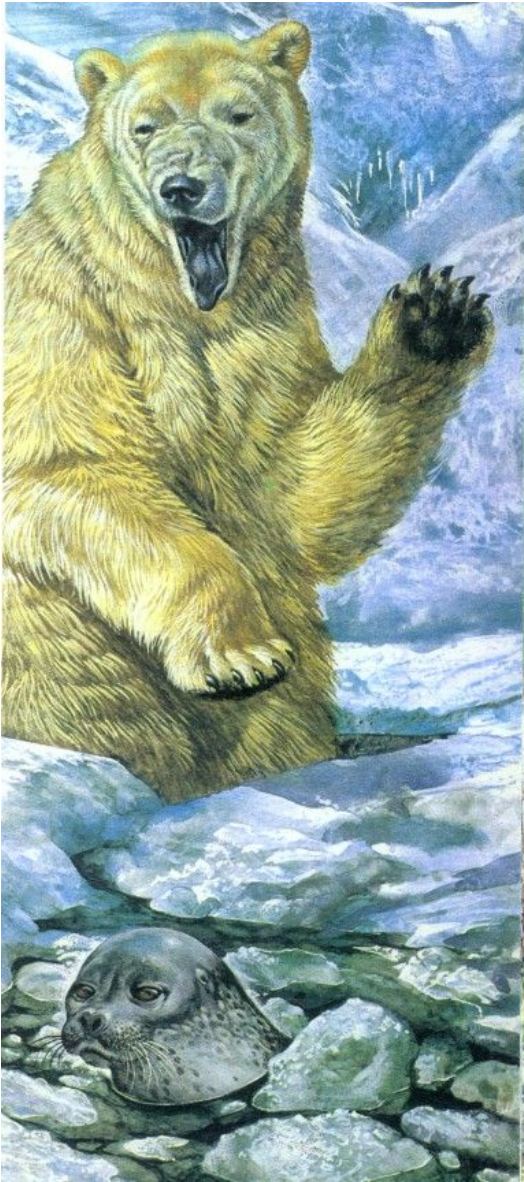


Рис. 194. Форма и величина клюва у галапагосских вьюрков. Вьюрки, питающиеся насекомыми, — 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8. Вьюрки, питающиеся семенами, — 9, 10, 11, 12. Вьюрки, питающиеся кактусами, — 13, 14

Географическая изоляция



Белый и бурый медведи географически изолированы и приспособились к жизни в разных экологических условиях.

Экологическая изоляция



Экологическая изоляция связана с различными экологическими условиями, в которых обитают различные популяции.

Движущая форма отбора приводит к изменению генофонда популяций, расхождению признаков и, в конечном счете, образованию новых видов. Так, например, образовались различные виды лютиков.

Экологическая изоляция



Экологическая изоляция может вызываться несовпадением сроков размножения особей различных популяций, например, некоторые лососевые рыбы нерестятся через год, в четный год на нерест приходит одна популяция, в нечетный — другая.

Разные популяции форели озера Севан нерестятся в разных горных реках и ручьях, что также приводит к репродуктивной изоляции и может послужить начальным этапом видообразования, называемого **экологическим видообразованием**.

Экологическая изоляция



Рыжая лиса и песец также обитают в разных экологических условиях, отбор привел к различиям в генофонде и морфологическим различиям.

Таким образом, кроме наследственной изменчивости и естественного отбора к факторам эволюции относятся дрейф генов, популяционные волны и изоляция.

Подведем итоги:

Какой опыт провел Райт для иллюстрации дрейфа генов?

Почему дрейф генов можно считать фактором эволюции?

Что такое популяционные волны?

Почему популяционные волны можно считать фактором эволюции?

Приведите примеры географической изоляции как фактора эволюции.

Приведите примеры экологической изоляции как фактора эволюции.

Почему изоляция является важным фактором эволюции?

Какие факторы эволюции случайно и ненаправленно изменяют частоту встречаемости генотипов в популяции?

Какой фактор эволюции имеет направляющий характер?

Перечислите факторы эволюции, которые различал Ч. Дарвин.

Перечислите все факторы эволюции.

Приспособленность организмов



Приспособленность организмов



Каждый организм удивительно приспособлен к определенным условиям обитания. Эта приспособленность проявляется в особенностях внешнего и внутреннего строения, в поведении, в размножении и заботе о потомстве.

Во *внешнем строении* примерами приспособленности являются *форма тела и особые средства защиты*. Например, обтекаемая форма тела рыб и птиц, причудливая форма животных, затаивающихся при поджидании добычи или скрывающихся от врагов (морской конек-тряпичник, рыба-клоун). Колючки ежа и дикобраза защищают этих животных от врагов.

Приспособленность организмов



К ярким примерам приспособленности относятся **покровительственная окраска и форма** животных. Различают 3 типа покровительственной окраски и формы: **маскировку, демонстрацию и мимикрию** (существуют и другие классификации защитных окрасок). **Маскировка** — сходство с фоном, несъедобными для хищника предметами. Такая окраска у зеленого кузнечика, богомола, птиц, высиживающих яйца на земле.

Приспособленность организмов



К демонстрации относятся *предупреждающая* и *отпугивающая* окраски. Предупреждающие окраски у ядовитых или жалящих животных, например, осы, шмели, божьи коровки несъедобны и своей яркой окраской как бы предупреждают об опасности.

Приспособленность организмов



Отпугивающая окраска видна обычно только в минуты опасности и сопровождается угрожающим поведением. Например, глазчатый бражник в такие минуты раскрывает крылья и изгибает вверх брюшко. При этом становятся видны крупные «глаза» на задних крыльях бражника, брюшко же напоминает клюв птицы.

Приспособленность организмов

Рис. 14. Индийский растительноядный клоп

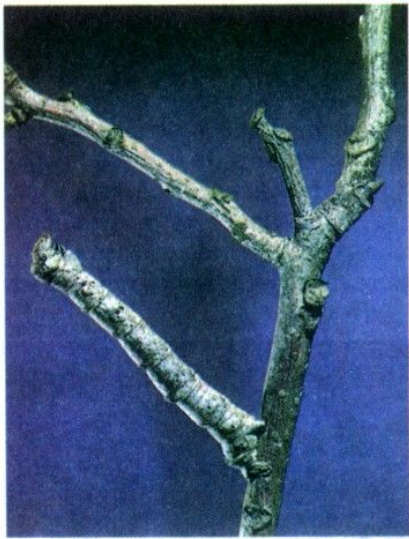


Рис. 13. Гусеница пяденицы в позе покоя



Рис. 15. Бабочка каллима на кустарнике



Мимикрия — сходство с несъедобными предметами или ядовитыми животными, имеющими предостерегающую окраску. Например, бабочка-стеклянница очень похожа на осу, муха-пчеловидка — на пчелу, муха-шмелевидка — на шмеля, палочник — на веточку.

Приспособленность организмов



Приспособленность организмов



Кроме формы тела и окраски, большое значение имеет и *приспособительное поведение* животных. Например, многие грызуны запасают корм на зиму, некоторые животные затаиваются во время опасности, для многих характерны различные формы отпугивающего поведения.

Приспособленность организмов



Приспособленность проявляется и в *особенностях размножения и заботы о потомстве*. Многие рыбы охраняют свою икру (самец трехиглой колюшки даже строит гнездо, плавниками прогоняет воду над отложенной икрой, охраняет первое время личинок), некоторые вынашивают икру во рту (тиляпия). Если забота о потомстве выражена слабо, то в этом случае у животных очень высокая плодовитость, как это наблюдается у беспозвоночных и низших позвоночных животных, то есть выполняются правила — *«чем меньше — тем больше, чем больше — тем меньше»* — чем меньше потомства, тем больше забота о нем и наоборот.

Приспособленность организмов



Но любая приспособленность *относительна*: она целесообразна только в конкретных условиях, при их изменении приспособления оказываются бесполезными для организма. Например, иголки спасают ежа на суше, в воде еж разворачивается, становится беззащитным перед лисой; зеленый кузнечик хорошо заметен на буром фоне.

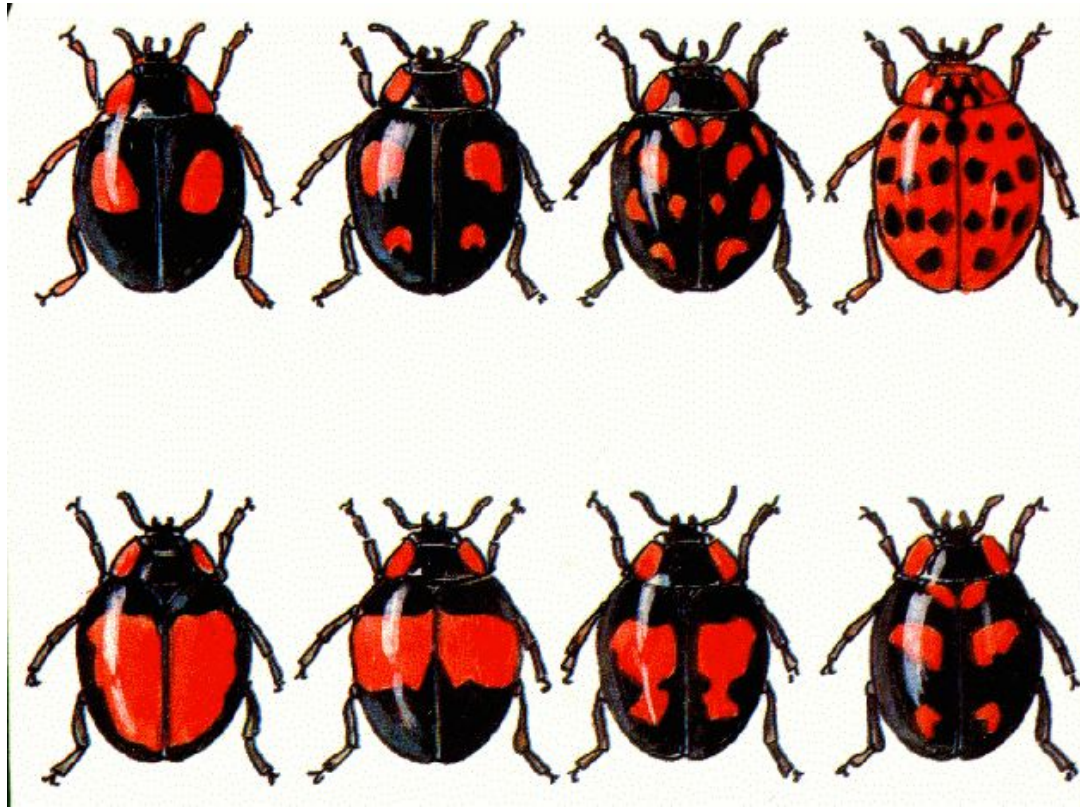
Возникновение приспособленности



Приспособленность по *К.Линнею* объясняется *изначальной целесообразностью* — *каждый вид был создан уже приспособленным к жизни в определенных условиях обитания.*

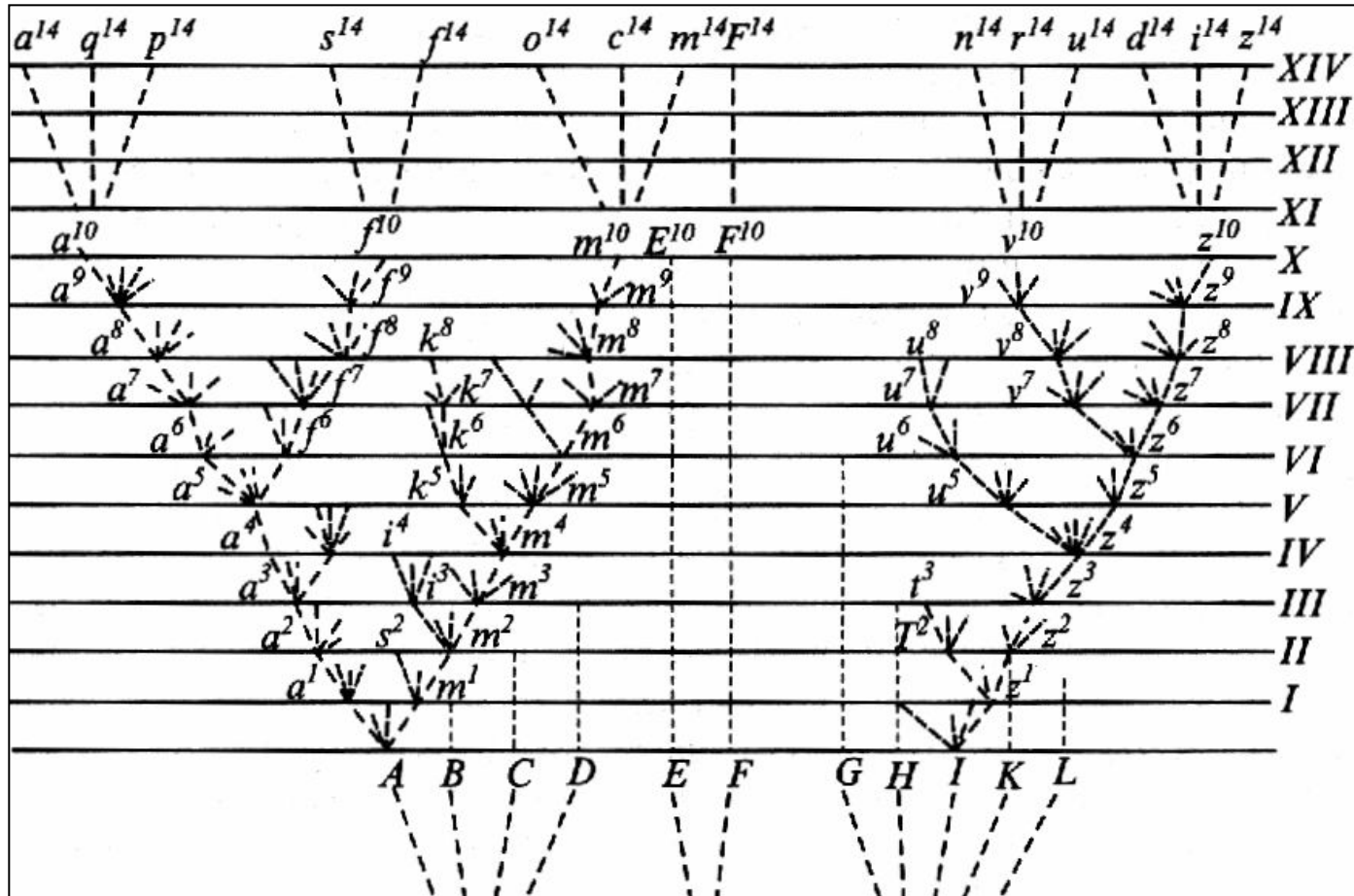
По *Ж.Б.Ламарку* приспособленность появилась *под влиянием среды, упражнению или неупражнению органов; стремлению к самоусовершенствованию и передачи по наследству благоприобретенных признаков.* Но с точки зрения теории Ламарка нельзя объяснить возникновение, например, окраски скорлупы птичьих яиц и их формы, ведь его идея о роли упражнения и не упражнения органов здесь неприменима.

Возникновение приспособленности



Теория Ч.Дарвина дала ответы на главные вопросы биологической науки: как возникло многообразие и удивительная приспособленность видов. *Материал для отбора дает наследственная, мутационная изменчивость, в результате полового размножения (комбинативной изменчивости) эти мутации распространяются и попадают под контроль естественного отбора.*

Возникновение приспособленности

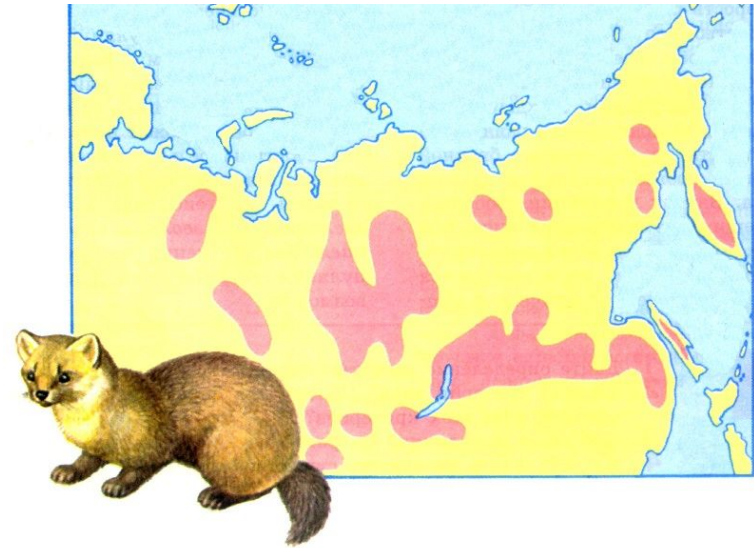


В результате отбора из множества разнообразных, ненаправленных мутаций преимущественно **выживают особи с полезными для данных условий мутациями**. В результате **дивергенции**, расхождения признаков, различия становятся настолько серьезными, что возникает генетическая изоляция, приводящая к образованию новых видов.

**НЕОБХОДИМЫЕ
ПРИСПОСОБЛЕНИЯ-
РЕЗУЛЬТАТ
СЛУЧАЙНЫХ МУТАЦИЙ**

Вид. Структура вида.

Вид — совокупность особей, обладающих наследственным сходством морфологических, физиологических и биохимических особенностей, свободно скрещивающихся и дающих плодовитое потомство, приспособленных к определенным условиям жизни и занимающих в природе определенную область — ареал.



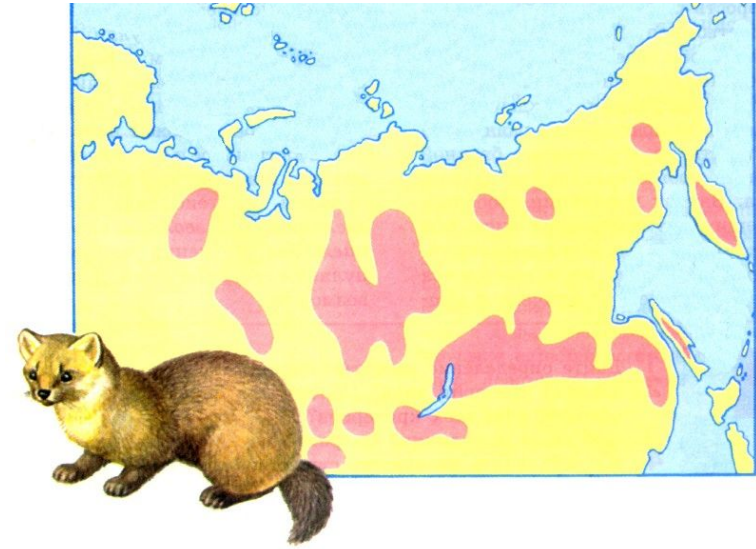
Вид является основной категорией биологической классификации. Признаки, по которым виды отличаются друг от друга, называются **критериями вида**.

Популяционная структура вида.

Вид занимает в природе определенный *ареал* и существует в виде отдельных территориальных группировок особей, которые в той или иной мере изолированы друг от друга.

Совокупность особей, длительно проживающих на определенной части ареала, относительно обособленно от других совокупностей называется популяцией.

Группа популяций, отличающихся от других популяций, называется *подвидом*.



Популяционная структура вида.

Скрещивание особей, относящихся к различным популяциям, затруднено, так как популяции какими-либо преградами отделены друг от друга.

Внутри популяции происходит мутационный процесс, а в результате полового размножения происходит распространение возникших мутаций по популяции.

Мутации попадают под контроль естественного отбора и генофонд популяции, состоящий из генотипов отдельных особей, постепенно изменяется.



Популяционная структура вида.

Относительная изоляция одной популяции от другой дает возможность сохранить измененный генофонд, если отличия становятся резкими, то образуется подвид, а если возникает репродуктивная изоляция — новый вид.

Таким образом, **единицей эволюции является популяция.**

По Ламарку?

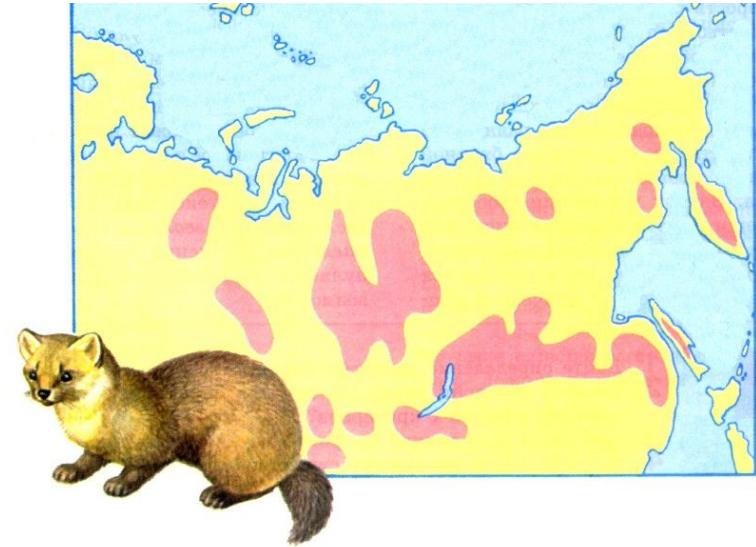
По Дарвину?

Материалом для эволюции служат:

Мутации, комбинативная изменчивость

Эволюционное явление:

изменение генофонда



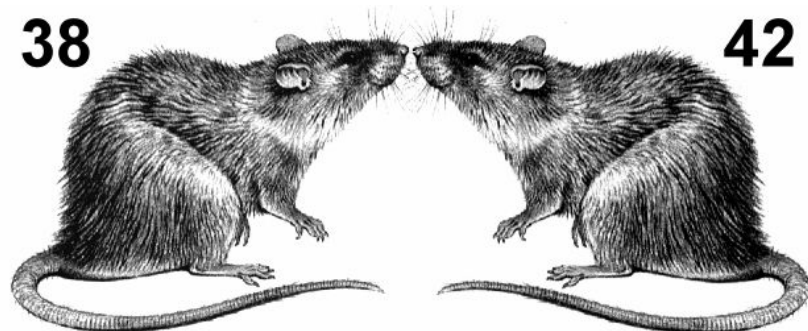
Критерии вида: морфологический

Морфологический критерий

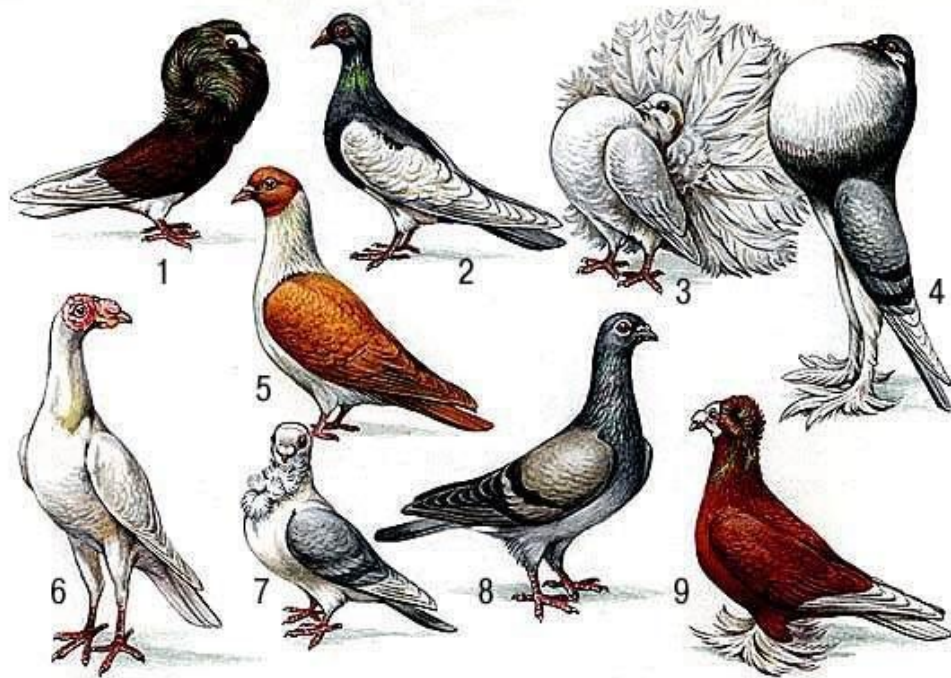
подразумевает внешнее сходство особей, относящихся к одному виду.

Но есть виды, морфологически почти неотличимые, так называемые *виды-двойники*, которые не скрещиваются, генетически изолированы.

Например, два вида черных крыс: у одного вида в кариотипе 38 хромосом, у другого — 42.



Критерии вида: морфологический



Но иногда особи одного вида очень сильно отличаются (породы собак, породы голубей).

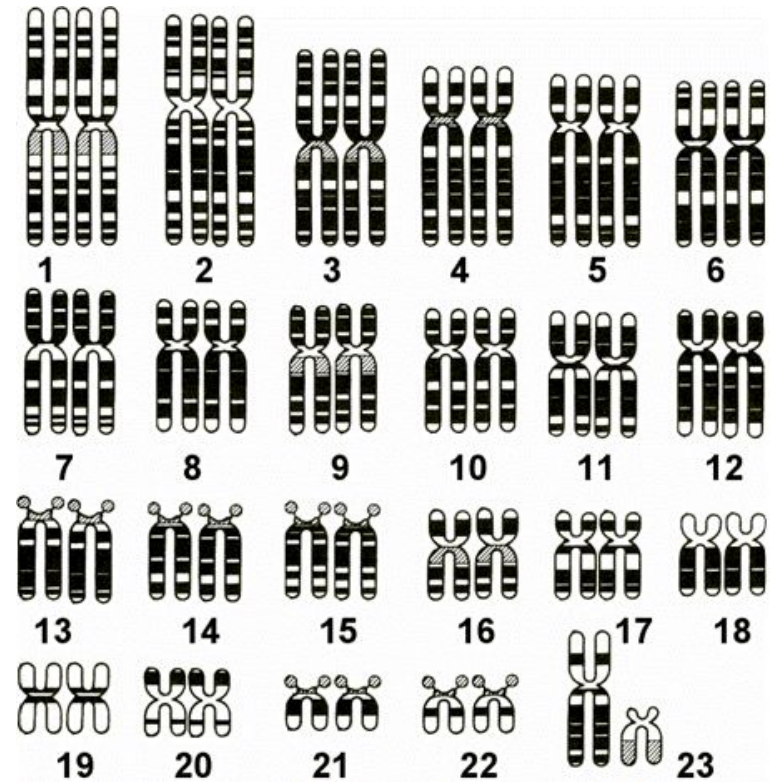
Следовательно, для определения видовой принадлежности одного морфологического критерия недостаточно.

Критерии вида: генетический

Основным является **генетический критерий**: для каждого вида характерен свой **хромосомный набор, кариотип**. Виды обычно отличаются по числу и строению хромосом.

Именно этот критерий обеспечивает генетическую изоляцию, нескрещиваемость между особями разных видов. Даже если появляются межвидовые гибриды, они чаще всего бесплодны, нарушается процесс образования половых клеток.

Но иногда и этот критерий подводит, так как плодовитое потомство может появляться при скрещивании особей, относящихся к разным видам.

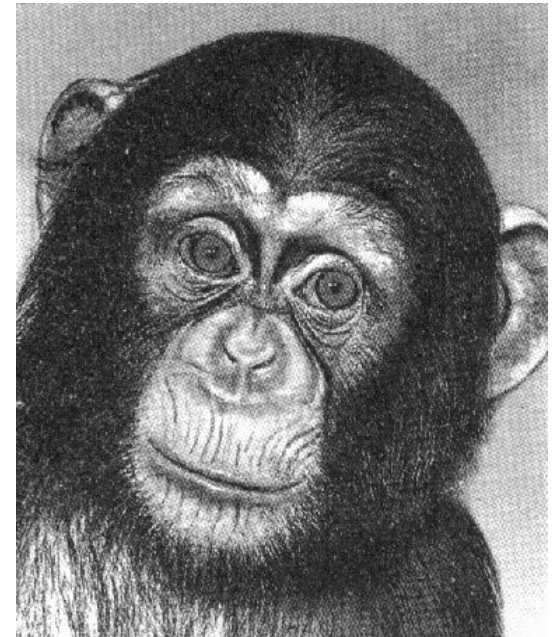
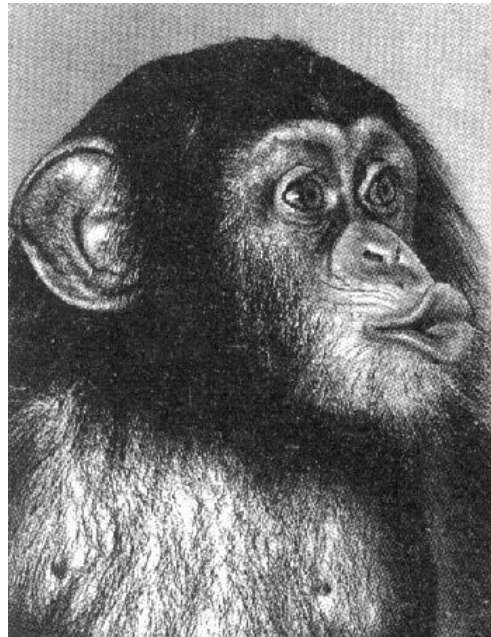
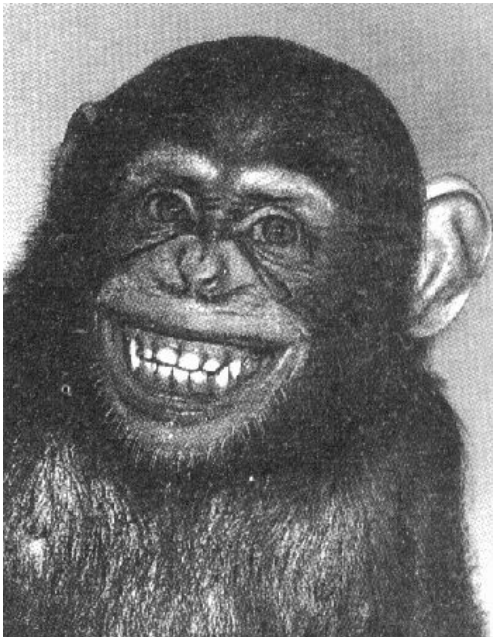


Критерии вида: физиологический

Особи одного вида сходны по всем физиологическим процессам — питанию, дыханию, выделению, размножению, что лежит в основе *физиологического критерия*.

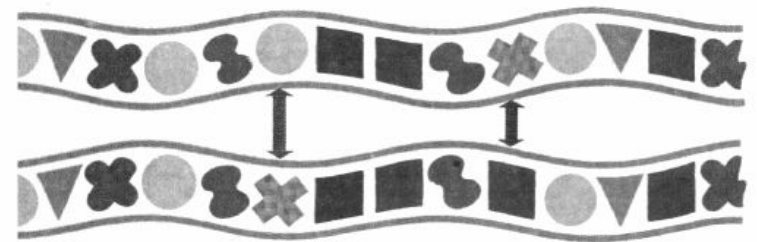
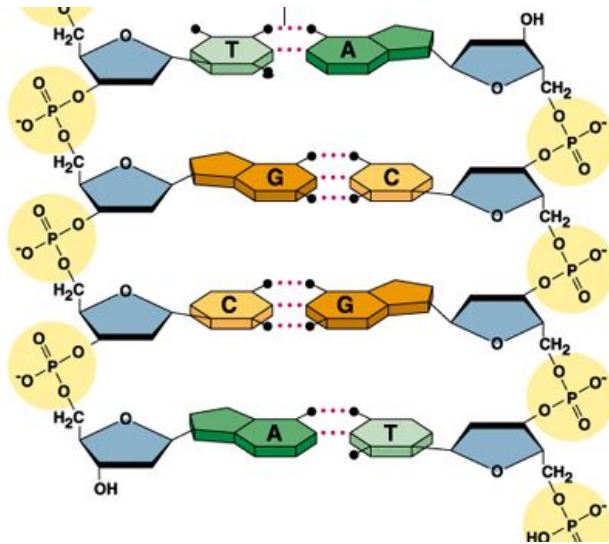
Особенно важны отличия в физиологии размножения: в сроках размножения, физиологии размножения.

Например беременность у приматов продолжается 9 месяцев, группы крови А и В обнаружены у всех человекообразных обезьян, группа 0 — лишь у шимпанзе.



Критерии вида: биохимический

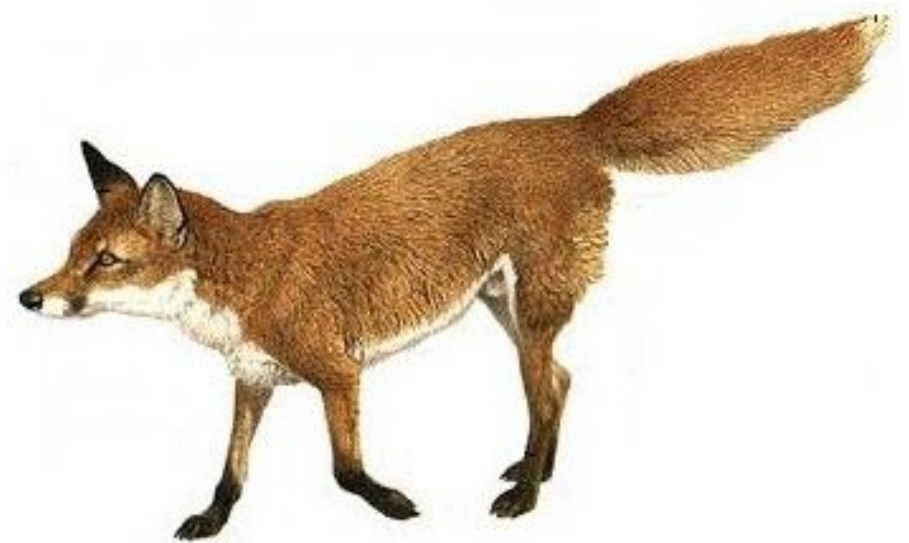
Биохимический критерий основан на сравнении органических макромолекул у различных видов, в первую очередь сравнении ДНК и белков. По сходству в строении ДНК и белков можно с достаточной вероятностью показать, насколько близкими родственниками являются те или иные виды. Например, гемоглобин шимпанзе по последовательности аминокислот не отличается от гемоглобина человека, а у гориллы – два отличия в последовательности аминокислот.



Последовательность аминокислот в гемоглобине человека и гориллы

Критерии вида: экологический

Экологический критерий — это экологические условия, в которых обитает данный вид. Лиса приспособлена к одним экологическим условиям, песец — к другим, фенек — к третьим.



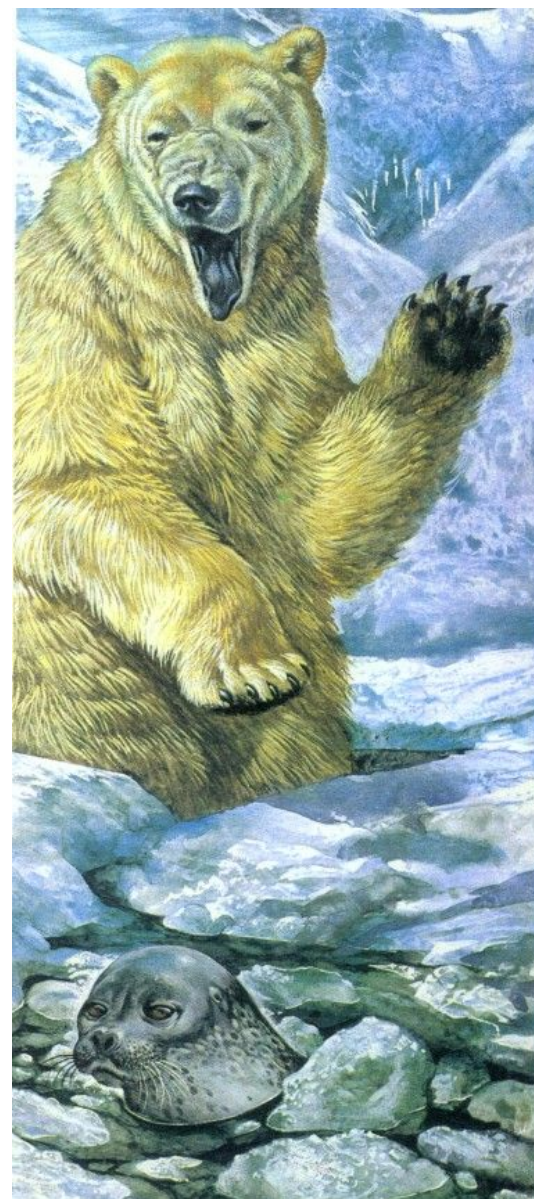
Критерии вида: экологический

Различные виды лютиков произрастают в различных экологических условиях.



Критерии вида: географический

Географический критерий — это территория, на которой обитает данный вид — **ареал**. У некоторых **ВИДОВ-ЭНДЕМИКОВ** ареал небольшой, есть виды — **КОСМОПОЛИТЫ**, распространенные повсеместно. Но области распространения различных видов часто перекрываются, так что этот критерий не может быть решающим.



Подведем итоги:

Чем отличаются понятия «Вид» и «Популяция»?

Что такое «Критерии вида»?

Что понимается под морфологическим критерием? Приведите пример, когда морфологические критерии у видов различны.

Что понимается под физиологическим критерием? Приведите пример, когда физиологические критерии у видов различны.

Что понимается под генетическим критерием? Что такое виды двойники? Почему этот критерий считается главным критерием?

Что понимается под биохимическим критерием? Приведите пример, когда биохимические критерии у видов различны.

Что понимается под экологическим критерием? Приведите пример, когда экологические критерии у видов различны.

Что понимается под географическим критерием? Приведите пример, когда географические критерии у видов различны.