

**Федеральное агентство по образованию**  
Государственное образовательное учреждение высшего  
профессионального образования  
«ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Биология»

**«Изоляция, ее формы и значение.  
Естественный отбор»**

**А. В. Максимов**

Пенза 2009

## Содержание:

Введение.....	3
1. Изоляция и ее формы.....	4
1.1 Географическая изоляция.....	5
1.2 Биологическая изоляция.....	8
1.3 Значение изоляции.....	10
2. Понятие естественного отбора.....	11
2.1 Объекты естественного отбора, точка приложения, стороны...	12
2.2 Интенсивность и эффективность естественного отбора.....	13
2.3 Механизм естественного отбора.....	15
2.4 Движущий отбор.....	16
2.5 Стабилизирующий отбор.....	19
2.6 Дизруптивный отбор.....	23
2.7 Половой отбор.....	23
Заключение.....	29
Список используемых источников информации.....	30

## **Введение**

Данная курсовая работа по биологии посвящена актуальному вопросу изоляции видов и популяций живых организмов в историческом процессе эволюции. В работе раскрываются формы изоляции, ее значение в эволюции не только популяций животных и растений, но и человека. Также, раскрывается суть естественного отбора, как движущей и направляющей силы эволюции. Рассматриваются поле действия естественного отбора, объекты естественного отбора, точка его приложения. Раскрывается вопрос о единице естественного отбора, его эффективности и скорости действия. Немалое внимание уделяется формам естественного отбора.

Чарльз Дарвин внес огромный вклад в развитие теории эволюции популяций живых организмов. Неизбежным результатом борьбы за существование и наследственной изменчивости организмов, по Дарвину, является процесс выживания и воспроизведения организмов, наиболее приспособленных к условиям среды, и гибели в ходе эволюции неприспособленных - естественный отбор.

Механизм естественного отбора в природе действует аналогично селекционеру, то есть складывает незначительные и неопределенные индивидуальные различия и формирует из них у организмов необходимые приспособления, а также межвидовые различия. Этот механизм выбраковывает ненужные формы и образует новые виды. Таким образом, в процессе работы раскрывается творческая роль естественного отбора в эволюции.

## 1. Изоляция и ее формы

Изоляция — это нарушение панмиксии и потока генов. Изоляции как фактору, увеличивающему разнообразие организмов, придавали большое значение Ж. Бюффон, М. Вагнер, А. Гумбольдт, Ч. Дарвин, Ж. Кювье, П. Л. Мопертюи, А. Р. Уоллес.

Согласно Дарвину, изоляция популяций является препятствием к их скрещиванию. Изоляция есть прекращение потока генов географическими преградами, особенностями строения, физиологии, поведения организмов. В генетике популяций под изоляцией понимают исключение или затруднение свободного скрещивания между особями одного вида, ведущее к обособлению внутривидовых групп и новых видов.

Один из самых обычных видов изоляции - это географическая изоляция, при которой группы родственных организмов бывают разделены какой-то физической преградой. Как правило, географическая изоляция не бывает постоянной: разобщённые близкородственные группы иногда вновь встречаются и могут продолжить скрещивание, если только за это время между ними не возникло генетической изоляции, то есть стерильности при скрещивании. Генетическая изоляция бывает обусловлена мутациями, возникающими случайно, независимо от других мутаций, влияющих на морфологические или физиологические признаки. Поэтому в одних случаях она может наступить очень нескоро, когда длительная географическая изоляция создаст заметные различия между двумя группами организмов, а в других случаях может возникнуть в пределах одной, во всём остальном гомогенной группы.

Обычно потомки от скрещивания между разными видами бывают стерильны, однако, иногда в результате гибридизации представителей двух разных, но очень близких видов, возникает новый вид. Гибридная форма может объединить в себе лучшие признаки обоих родительских видов, в результате чего получится новая форма, лучше приспособленная к среде, чем каждая из исходных форм или, наоборот, - худшие признаки с

соответствующим исходом.

Изоляция, необходимая на начальных стадиях видообразования, может обеспечиваться не только географическими преградами между популяциями: иногда обособленные группировки особей возникают в пределах одной популяции, и это может привести к формированию новых видов. Такой способ видообразования называется симпатрическим. Этот способ отличается от предыдущего только факторами изоляции, причины же, приводящие к морфологической дивергенции и становлению системы изолирующих механизмов, те же, что и в случае географического видообразования.

Изоляция человеческих популяций проявлялась в различных формах и объемах. Например, географическая изоляция первобытных коллективов в эпоху палеолита сопровождалась дифференциацией их генетического состава, прерыванием контактов с другими коллективами. Различные географические барьеры оказали непосредственное влияние на генетическую дифференциацию популяций.

Таким образом, в появлении новых признаков в изолированных популяциях человека, в образовании новых видов растений и животных изолирующий фактор сыграл первоочередную роль.

### **1.1 Географическая изоляция**

Географическая изоляция — это пространственная, территориальная, климатическая изоляция, возникающая вследствие прекращения миграции и панмиксии географическими преградами. В качестве географических преград могут выступать океанические и морские проливы, реки для сухопутных организмов и суша - для водных.

Эффективность океанических и морских проливов известна давно. Так, А. Р. Уоллес обнаружил значительные отличия между островами Бали и Ломбок по биоте: пролив между ними отделяет ориентальную фауну от

австралийской. Дарвин изучал результаты пространственной изоляции на Галапагосских островах. Крупные реки часто выступают в качестве географической преграды для сухопутных организмов. Так, Днепр есть граница ареалов двух видов сусликов: на правом берегу обитает крапчатый, а на левом — серый.

Для донных морских организмов непреодолимой преградой есть большие океанические преграды и большие океанические хребты. Для абиссальных животных непреодолимой преградой выступают неглубокие участки моря. Суша выступает в качестве непреодолимой преграды для рыб и водных беспозвоночных. Панамский перешеек сформировался 2-5 млн. лет назад, когда произошло сближение Северной и Южной Америк. После образования перешейка прежде единые популяции начали дивергировать, и из общей ихтиофауны сформировались атлантическая и тихоокеанская. Из исследованных 1200 видов рыб только 6 % встречаются по обе стороны перешейка, а остальные — отличаются.

Уральского хребта разграничивает ареалы тритонов: до Уральских гор встречается европейский тритон, за Уралом обитает сибирский тритон. В качестве изолирующего фактора могут выступать климатические преграды. Так, заяц-беляк имеет ареал в лесной зоне, а заяц-русак — в степной.

Среди человеческих изолятов можно отметить некоторые племена Африки и Океании, у которых в связи с географической изоляцией в ходе эволюции возникло нарушение панмиксии, что привело к увеличению инбридинга. В небольшой популяции частота встречаемости одного аллеля может случайно оказаться очень высокой или очень низкой.

Часто встречаются островные племена Океании, в которых процентное соотношение особей с врожденными пороками и здоровых особей велико. Это объясняется частотой кровнородственных браков и нарушением панмиксии.

Группа сотрудников Института физиологии им. И. П. Павлова Академии наук под руководством Н. А. Крышовой с 2005 г. выезжала в

различные районы страны для геногеографического и популяционно-генетического обследования групп, живущих в условиях ограниченного популяционного обмена с окружающим населением. Обследовалась небольшая изолированная географическая группа на островах оз. Великое Калининской области с отрицательным балансом прироста населения. Четко выявилась зависимость между повышенным числом проявлений наследственных форм патологии и высоким коэффициентом инбридинга.

Исследования показывают, что генетическая структура отдельных замкнутых популяций не одинакова и определяется в первую очередь уровнем и характером наследственной патологии, а также рядом анатомо-морфологических и психофизиологических особенностей по таким показателям, как способность к запоминанию, конструированию, подвижность нервных процессов и др. Следует также отметить, что полиморфизм некоторых наследственных признаков в значительной мере обусловлен влиянием средовых факторов, т. е. реализацией адаптивных механизмов человека в конкретных условиях среды.

Эти данные имеют важное значение для понимания наследственной обусловленности функциональной организации человека, выяснения взаимоотношений человек — среда и могут быть использованы для целей профилактической медицины, педагогики и т. п. Поэтому исследования подобного рода должны быть продолжены и по окончании работы Международной биологической программы. Их результаты будут иметь важное значение для здравоохранения отдельных групп населения, живущих в силу тех или иных условий несколько изолированно.

Таким образом, географическая изоляция является одним из механизмов видообразования и относится к одной из форм изоляции, так как она препятствует скрещиванию и тем самым обмену генетической информацией между обособленными популяциями.

## 1.2 Биологическая изоляция

Биологическая изоляция — это биологические барьеры межпопуляционному скрещиванию. Известны два механизма репродуктивной изоляции: презиготические и постзиготические. Презиготические механизмы препятствуют скрещиванию индивидов различных популяций и тем самым исключают возможность появления гибридного потомства. В презиготической изоляции выделяют следующие формы:

- Экологическая изоляция — изоляция вследствие экологического разобщения. Популяции живут на общей территории, но в различных местах обитания и поэтому друг с другом не встречаются. В горах обычны два вида традесканции: один на скалистых вершинах, другой — в тенистых лесах.
- Временная изоляция — изоляция вследствие разновременности половой активности или цветения. Максимум кладок серебристой чайки приходится на последнюю треть апреля, а у восточной клуши - не раньше середины мая. Некоторые лососевые рыбы мечут икру раз в два года. В одно и то же нерестилище попеременно приходят на нерест разные популяции: одна — в четные годы, другая — в нечетные.
- Этологическая изоляция — неспаривание вследствие различий в сексуальном поведении (в ухаживании, пении, танцах, свечении, демонстрациях). Брачная окраска, поведение и сигналы самцов воспринимаются только самками того же вида. У млекопитающих важную роль играют химические сигналы.
- Механическая изоляция — безрезультатность спаривания вследствие разного строения половых органов. Межвидовые спаривания у дрозофилы приводят к травмам и даже к смерти партнеров. Шалфеи различаются строением цветка и поэтому опыляются разными видами пчел.



- Гаметическая изоляция — отсутствие таксиса между гаметами или же гибель микрогамет в половых путях самки или в рыльцах цветков.

Постзиготическая репродуктивная изоляция возникает в следствие:

1. Нежизнеспособности гибридов: зигота развивается в гибрид, обладающий пониженной жизнеспособностью. Гибнет зародыш на разных стадиях развития в пренатальном периоде. Гибрид не достигает половой зрелости;
2. Стерильности гибридов: гибриды жизнеспособны, но они не образуют полноценных гамет;
3. Вырождения гибридов — разрушение гибридов: гибриды дают потомков, жизнеспособность и плодовитость которых понижена.

У растений репродуктивная изоляция заключается в следующем:

1. Пыльца другого вида не прорастает на рыльцах цветков другого вида;
2. Пыльца прорастает, но пыльцевые трубки растут медленно;
3. Оплодотворение происходит, но зародыш гибнет на разных стадиях эмбриогенеза и жизнеспособное семя не образуется;
4. Происходит нарушение мейоза при образовании гамет;
5. Пыльники у гибридов недоразвиты, либо они не открываются.

Все эти формы биологической изоляции возникают независимо друг от друга и могут сочетаться в любых комбинациях. Биологическая изоляция обуславливает возникновение независимости генофондов двух популяций, которые после этого могут стать самостоятельными видами. Возникновению биологической изоляции часто способствует длительная географическая.

### 1.3 Значение изоляции

Изоляция, как явление, в ходе эволюции животных и растений имеет несколько видов, которые являются основополагающими факторами видообразования. Итак. Географическая изоляция обуславливается различными областями проживания организмов, а биологическая изоляция обуславливает прекращение панмиксии и потока генов между двумя видами вследствие биологических и морфофизиологических особенностей. Изоляция, независимо от ее видов, имеет ряд важных значений:

1. Она нарушает панмиксию;
2. Усиливает в изолятах инбридинг;
3. Закрепляет генотипическую дифференцировку;
4. Ведет к формированию нескольких популяций из одной исходной.

## 2. Понятие естественного отбора

Понятие естественного отбора относится к фундаментальным понятиям не только эволюционной теории, но и всей биологии. В современном понимании естественный отбор — это дифференциальное воспроизведение генотипов, или дифференциальное размножение; процесс, приводящий к выживанию и преимущественному размножению более приспособленных к данным условиям среды особей, обладающих полезными наследственными признаками. В соответствии с теорией Дарвина и современной синтетической теорией эволюции, основным материалом для естественного отбора служат случайные наследственные изменения — мутации и их комбинации. При отсутствии полового процесса естественный отбор приводит к увеличению доли генотипа в следующем поколении. Однако естественный отбор "слеп" в том смысле, что он "оценивает" не генотипы, а фенотипы, и преимущественная передача следующему поколению генов особи, обладающей полезными признаками, происходит независимо от того, являются ли эти признаки наследуемыми.

Дифференциальное размножение представляет собой конечный результат многочисленных процессов: выживания гамет, успеха в оплодотворении, выживаемости зигот, эмбрионов, рождения, выживаемости в молодом возрасте и в период половой зрелости, стремления к спариванию, успешности спаривания, плодовитости. Различия в этих процессах есть следствие различий в признаках и свойствах, различия в генетической программе.

Мысль о том, что виды могут изменяться под действием отбора, неоднократно высказывали разные ученые начиная с античных времён, в том числе некоторые английские авторы начала XIX века. Однако широкое признание концепция естественного отбора получила после того, как в 1858 г. английские учёные Чарльз Дарвин и Альфред Уоллес изложили в своих статьях, опубликованных в одном и том же номере журнала *Journal of the Proceedings of the Linnean Society of London Zoology*, идею о том, что в живой

природе действует механизм, подобный искусственному отбору, и в особенности после выхода в свет в 1859 г книги Дарвина "Происхождение видов". Смысл их идеи состоит в том, что для появления удачных созданий природе вовсе не обязательно понимать и анализировать ситуацию, а можно действовать наугад. Достаточно создавать широкий спектр разнообразных особей — и, в конечном счёте, выживут наиболее приспособленные.

1. Сначала появляется особь с новыми, совершенно случайными, свойствами;
2. Потом она оказывается или не оказывается способной оставить потомство, в зависимости от этих свойств;
3. Наконец, если исход предыдущего этапа оказывается положительным, то она оставляет потомство и её потомки наследуют новоприобретённые свойства.

В настоящее время взгляды самого Дарвина оказались частично переработаны. Так, Дарвин представлял, что изменения должны происходить очень плавно, а спектр изменчивости является непрерывным. Сегодня, однако, механизмы естественного отбора объясняются при помощи генетики, которая вносит некоторое своеобразие в эту картину. Мутации в генах, которые работают на первом этапе описанного выше процесса, являются дискретными изменениями генотипа. Ясно, однако, что основной смысл идеи Дарвина остался без изменений.

### **2.1 Объекты естественного отбора, точка приложения, стороны**

Очень часто объектами естественного отбора становятся отдельные особи, а не популяции и не виды, т.к. ни одно приспособление, сколь угодно полезное для вида, не сможет быть подхвачено естественным отбором и распространиться в популяции, если оно вредно для конкретных особей. Естественный отбор представляет собой вектор, который характеризуется точкой приложения, определенной величиной и определенным

направлением. Точка приложения - признак, по которому идет отбор в данной популяции, отборочный признак.

Примером может служить появление у потомства некоторого исключительно ценного признака в фенотипе, который отличает организм от родительской формы и помогает приспособиться в изменяющихся условиях окружающей среды.

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.

Естественный отбор имеет две стороны: дифференциальную 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.

## **2.2 Интенсивность и эффективность естественного отбора**

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 естественного отбора будет равен 0,01. В природных популяциях коэффициент отбора не превышает 0,1—0,2.

Интенсивность естественного отбора даже в человеческих популяциях очень высокая: спонтанные аборты составляют примерно 50% всех зачатий; мертворождение – 3%; ранняя детская смертность – 2%; не вступает в брак около 20% людей; примерно 10% браков бесплодны. Таким образом, около 75% людей не вносят свой вклад в генофонд будущих поколений.

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 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. 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. Естественный отбор не может происходить самостоятельно без какого-либо

вмешательства извне. Обстоятельствами, благоприятствующими протеканию естественного отбора являются:

- 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 действия естественного отбора.

Из вышесказанного можно сделать вывод, что процесс естественного отбора очень трудоемок и растянут во времени. Для достижения появления какого-либо нужного признака в фенотипе, должно смениться несколько поколений организмов и пройти неопределенное количество времени.

### **2.3 Механизм естественного отбора**

В процессе эволюции естественный отбор движется направленно согласно определенному механизму:

1. Изменения генотипов в популяции многообразны, они затрагивают любые признаки и свойства организмов;
2. Среди множества изменений случайно возникают и такие, которые лучше соответствуют конкретным природным условиям в данное время.
3. Обладатели этих полезных признаков оставляют больше выживающих и размножающихся потомков по сравнению с остальными особями популяции.
4. Из поколения в поколение полезные изменения суммируются, накапливаются, комбинируются и превращаются в адаптации — приспособления.

## 2.4 Движущий отбор

В настоящее время известно несколько форм естественного отбора. Среди них выделяют три основные формы - стабилизирующий, движущий или направленный, и дизруптивный или раздробляющий. Это деление довольно условно, и зачастую не всегда можно точно определить, к какой из форм относиться данный конкретный пример естественного отбора.

Естественный отбор всегда ведет к увеличению средней приспособленности популяций. Изменение внешних условий может приводить к изменению приспособленности отдельных генотипов. В ответ на эти изменения, естественный отбор, используя огромный запас генетического разнообразия по множеству разных признаков, ведет к значительным сдвигам в генетической структуре популяции. Если внешняя среда меняется постоянно в определенном направлении, то естественный отбор меняет генетическую структуру популяции таким образом, чтобы ее приспособленность в этих меняющихся условиях оставалась максимальной. При этом меняются частоты отдельных аллелей в популяции. Меняются и средние значения приспособительных признаков в популяциях. В ряду поколений прослеживается их постепенное смещение в определенном направлении. Такую форму отбора называют движущим отбором. Классическим примером движущего отбора является эволюция окраски у березовой пяденицы. Окраска крыльев этой бабочки имитирует окраску покрытой лишайниками коры деревьев, на которых она проводит светлое время суток. Очевидно, такая покровительственная окраска сформировалась за многие поколения предшествующей эволюции. Однако с началом индустриальной революции в Англии это приспособление стало терять свое значение. Загрязнение атмосферы привело к массовой гибели лишайников и потемнению стволов деревьев. Светлые бабочки на темном фоне стали легко заметны для птиц. Начиная с середины XIX века, в популяциях березовой пяденицы стали появляться мутантные темные формы бабочек. Частота их быстро возрастала. К концу XIX века некоторые городские популяции



березовой пяденицы почти целиком состояли из темных форм, в то время как в сельских популяциях по-прежнему преобладали светлые формы. Это явление было названо индустриальным меланизмом (Рис. 1).



Рисунок 1. Индустриальный меланизм форм бабочек.

Ученые обнаружили, что в загрязненных районах птицы чаще поедают светлые формы, а в чистых – темные. Введение ограничений на загрязнение атмосферы в 1980-х годах привело к тому, что естественный отбор вновь изменил направление, и частота темных форм в городских популяциях начала снижаться (Рис. 2). В наше время они почти так же редки, как и до начала индустриальной революции.

отбор приводит генетический состав популяций в соответствие изменениям во внешней среде так, чтобы средняя приспособленность популяций была максимальной. На острове Тринидад рыбки гуппи обитают в разных водоемах. Множество тех, что живут в низовьях рек и в прудах гибнет в зубах хищных рыб. В верховьях жизнь для гуппи гораздо спокойней – там мало хищников. Эти различия во внешних условиях привели к тому,

что «верховые» и «низовые» группы эволюционировали в разных направлениях. «Низовые», находящиеся под постоянной угрозой истребления, начинают размножаться в более раннем возрасте и производят множество очень мелких мальков. Шанс на выживание каждого из них очень невелик, но их очень много и некоторые из них успевают размножиться. «Верховые» достигают половой зрелости позднее, их плодовитость ниже, но потомки крупнее. Когда исследователи переносили «низовых» группы в незаселенные водоемы в верховьях рек, они наблюдали постепенное изменение типа развития рыбок. Через 11 лет после перемещения они стали значительно крупнее, вступали в размножение позже и производили меньшее количество, но более крупных потомков.



Рисунок 2. Зависимость частоты темных форм березовой пяденицы от антропогенных факторов.

Скорость изменения частот аллелей в популяции и средних значений признаков при действии отбора зависит не только от интенсивности отбора, но и от генетической структуры признаков, по которым идет обор. Отбор против рецессивных мутаций оказывается значительно менее эффективным, чем против доминантных. В гетерозиготе рецессивный аллель не проявляется

в фенотипе и поэтому ускользает от отбора. Используя уравнение Харди-Вейнберга можно оценить скорость изменения частоты рецессивного аллеля в популяции в зависимости от интенсивности отбора и начального соотношения частот. Чем ниже частота аллеля, тем медленнее происходит его элиминация. Для того чтобы снизить частоту рецессивной аллели от 0,1 до 0,05 нужно всего 10 поколений; 100 поколений - чтобы уменьшить ее от 0,01 до 0,005 и 1000 поколений - от 0,001 до 0,0005.

Движущая форма естественного отбора играет решающую роль в приспособлении живых организмов к меняющимся во времени внешним условиям. Она же обеспечивает широкое распространение жизни, ее проникновение во все возможные экологические ниши. Ошибочно думать, однако, что в стабильных условиях существования естественный отбор прекращается. В таких условиях он продолжает действовать в форме стабилизирующего отбора.

## **2.5 Стабилизирующий отбор**

Следующая форма естественного отбора – стабилизирующий отбор. Он сохраняет то состояние популяции, которое обеспечивает ее максимальную приспособленность в постоянных условиях существования. В каждом поколении удаляются особи, отклоняющиеся от среднего оптимального значения по приспособительным признакам.

Описано множество примеров действия стабилизирующего отбора в природе. Например, на первый взгляд, кажется, что наибольший вклад в генофонд следующего поколения должны вносить особи с максимальной плодовитостью. Однако наблюдения над природными популяциями птиц и млекопитающих показывают, что это не так. Чем больше птенцов или детенышей в гнезде, тем труднее их выкормить, тем каждый из них меньше и слабее. В результате наиболее приспособленными оказываются особи со средней плодовитостью.

Отбор в пользу средних значений был обнаружен по множеству признаков. У млекопитающих новорожденные с очень низким и очень высоким весом чаще погибают при рождении или в первые недели жизни, чем новорожденные со средним весом. Учет размера крыльев у птиц, погибших после бури, показал, что большинство из них имели слишком маленькие или слишком большие крылья. И в этом случае наиболее приспособленными оказались средние особи.

В чем причина постоянного появления малоприспособленных форм в постоянных условиях существования? Почему естественный отбор не способен раз и навсегда очистить популяцию от нежелательных уклоняющихся форм? Причина не только и не столько в постоянном возникновении все новых и новых мутаций. Причина в том, что часто наиболее приспособленными оказываются гетерозиготные генотипы. При скрещивании они постоянно дают расщепление и в их потомстве появляются гомозиготные потомки со сниженной приспособленностью. Это явление получило название сбалансированный полиморфизм.

Наиболее широко известным примером такого полиморфизма является серповидно-клеточная анемия. Это тяжелое заболевание крови возникает у людей гомозиготных по мутантному аллелю гемоглобина  $Hb^S$  и приводит к их гибели в раннем возрасте. В большинстве человеческих популяций частота этого аллеля очень низка и приблизительно равна частоте его возникновения за счет мутаций. Однако он довольно часто встречается в тех районах мира, где распространена малярия (Рис. 3). Оказалось, что гетерозиготы по  $Hb^S$  имеют более высокую устойчивость к малярии, чем гомозиготы по нормальному аллелю. Благодаря этому в популяциях, населяющих малярийные районы, создается и стабильно поддерживается гетерозиготность по этому летальному в гомозиготе аллелю.



Рисунок 3. Карта распределения серповидно-клеточной анемии в малярийных районах

Стабилизирующий отбор является механизмом накопления изменчивости в природных популяциях. Первым на эту особенность стабилизирующего отбора обратил внимание выдающийся ученый И.И.Шмальгаузен. Он показал, что даже в стабильных условиях существования не прекращается ни естественный отбор, ни эволюция. Даже оставаясь фенотипически неизменной, популяция не перестает эволюционировать. Её генетический состав постоянно меняется. Стабилизирующий отбор создает такие генетические системы, которые обеспечивают формирование сходных оптимальных фенотипов на базе самых разнообразных генотипов. Такие генетические механизмы как доминирование, эпистаз, комплементарное действие генов, неполная

пенетрантность и другие средства скрывания генетической изменчивости обязаны своим существованием стабилизирующему отбору.

Здесь важно отметить, что постоянство условий не означает их неизменности. В течение года экологические условия регулярно меняются. Стабилизирующий отбор адаптирует популяции к этим сезонным изменениям. К ним приурочиваются циклы размножения, таким образом, чтобы молодняк рождался в тот сезон года, когда ресурсы пищи максимальны. Все отклонения от этого оптимального, воспроизводимого из года в год цикла, устраняются стабилизирующим отбором. Потомки, родившиеся слишком рано, гибнут от бескормицы, слишком поздно – не успевают подготовиться к зиме. Как животные и растения узнают о наступлении зимы? По наступлению заморозков? Нет, это не слишком надежный указатель. Кратковременные флуктуации температуры могут быть очень обманчивы. Если в какой-то год потеплело раньше обычного, то это вовсе не значит, что пришла весна. Те, кто слишком поспешно среагируют на этот ненадежный сигнал, рискуют остаться без потомства. Лучше дождаться более надежного знака весны – увеличения светового дня. У большинства видов животных, именно этот сигнал запускает механизмы сезонных изменений жизненно важных функций: циклы размножения, линьки, миграций и др. И.И. Шмальгаузен убедительно показал, что эти универсальные адаптации возникают в результате стабилизирующего отбора.

Таким образом, стабилизирующий отбор, отменяя отклонения от нормы, активно формирует генетические механизмы, которые обеспечивают стабильное развитие организмов и формирование оптимальных фенотипов на базе разнообразных генотипов. Он обеспечивает устойчивое функционирование организмов в широком спектре привычных для вида колебаний внешних условий.

## **2.6 Дизруптивный отбор**

При стабилизирующем отборе преимуществом обладают особи со средним проявлением признаков, при движущем – одна из крайних форм. Теоретически мыслима еще одна форма отбора – дизруптивный или разрывающий отбор, когда преимущество приобретают обе крайние формы.

Действием дизруптивного отбора объясняют образование сезонных рас у некоторых сорных растений. Было показано, что сроки цветения и созревания семян у одного из видов таких растений - погремка лугового-растянуты почти на все лето, причем большая часть растений цветет и плодоносит в середине лета. Однако на сенокосных лугах получают преимущества те растения, которые успевают отцвести и дать семена до покоса, и те, которые дают семена в конце лета, после покоса. В результате образуются две расы погремка – рано- и поздноцветущая.

В определенных ситуациях дизруптивный отбор по признакам, связанным особенностями экологии: временем размножения, предпочтением разных видов корма, разных местообитаний, может приводить к образованию экологически обособленных рас внутри вида и затем к видообразованию.

## **2.7 Половой отбор**

Дарвин признавал, что у представителей различных человеческих рас имеются значительные сходства и различия. И, хотя межрасовые различия очень значительны, если посмотреть на них в целом, то можно обнаружить массу сходств по многим признакам. Таким образом, с точки зрения Дарвина, половой отбор в эволюции различий между расами человека играл более важную роль.

Дарвин, вероятно, недооценивал важность естественного отбора, особенно в отношении адаптации человека к разному климату. Люди, которые населяют жаркие районы с повышенной инсоляцией, обычно темнее тех, кто живет в холодных условиях, и у них обычно более длинные и тонкие

конечности. У обитателей холодных областей носовые проходы уже, что помогает уменьшить потери тепла из легких. У эскимосов и индейцев Аляски, представителей монголоидной расы, обнаружено заметное увеличение притока крови к руке, когда ее опускают в холодную воду.

У представителей кавказской расы этого не наблюдается; не наблюдается этого даже у лапландцев - пастухов оленей, которые живут в таких же холодных условиях с доисторических времен. У монголоидов, живущих на Дальнем Востоке, эта реакция проявляется в разной степени. Ороконы - кочевые племена из северной Маньчжурии, живущие пастьбой оленей и охотой, - демонстрируют такую же реакцию, как и эскимосы. У северных китайцев такая реакция выражена слабее, а у японцев - еще слабее. Эти исследования показывают, что у разных рас адаптация к холоду генетически закреплена. Точно так же были обнаружены различия и в адаптации к жаркому климату.

Оценить значение различий в пигментации кожи оказалось делом более трудным. Темная окраска кожи предполагает обитание в жарком климате, однако из этого правила есть и многочисленные исключения, например индейцы Южной Америки. Темная кожа может играть и некоторую защитную роль, но существует также предположение, что она важна для поглощения солнечного излучения и сохранения энергии, которая должна была бы расходоваться на поддержание температуры тела в утренние и вечерние часы в климате, где днем жарко.

Многие ученые придерживаются мнения, что генетические различия между расами у человека незначительны по сравнению с различиями между человеком и человекообразными обезьянками. Некоторые из этих различий, такие, как большие размеры мозга и вертикальное положение тела, без труда можно объяснить естественным отбором. Однако другие, такие, как отсутствие волос на теле, объяснить труднее.

Быть может, Дарвин был прав, когда говорил о том, что половой отбор сыграл важную роль в эволюции облика человека. Чтобы оценить эту



возможность, полезно рассмотреть, как действует половой отбор в настоящее время. Прежде чем рассматривать половые стратегии у человека, стоит обратиться к теоретическому анализу, проведенному Мэйнардом Смитом.

Рассматривается общество, в котором женщины предпочитают рыжеголовых мужей, и это предпочтение закреплено генетически. Рыжий цвет волос у мужчин наследуется. У рыжеголовых мужчин будет больше выбор при подборе супруги, и, вероятно, они будут жениться раньше и детей у них будет больше. Если общество не строго моногамно, у полового отбора существует много возможностей усилить свое влияние. В строго моногамном обществе половой отбор будет проявляться слабо, если плодовитость у рыжеволосых мужчин не больше, чем у обычных, или если рыжеволосые не женятся на женщинах, которые рожают больше детей по той или иной причине.

Проведенный анализ заставляет думать, что степень полигамии - важный фактор в определении эффективности полового отбора в человеческом обществе. Это трудный объект для изучения, однако, ряд исследований все же был проведен. У двух сохранившихся примитивных племен южноамериканских индейцев мужчины значительно различаются по репродуктивной способности. В одной из обследованных деревень четверть всего населения была потомством двух человек. Статистические исследования городских мужчин с очевидностью показали, что при выборе супругов наблюдается активное предпочтение по физическим признакам, таким, как физическая конституция, и по психологическим признакам, таким, как умственное развитие и музыкальные способности.

Другой способ оценить роль полового отбора в прошлой эволюции человеческого общества - сравнить человека с другими приматами. Самцы и самки приматов могут различаться по массе тела, окраске волосяного покрова, размерам скелета и вторичным половым признакам. Этот половой диморфизм больше заметен у человекообразных обезьян и человека, чем у мартишек. Некоторые различия между полами могут определяться

естественным отбором и зависеть от разницы в ролях самцов и самок. Например, различия в скелетах мужчин и женщин обусловлены прежде всего более развитой мускулатурой мужчин и тем фактом, что таз женщины должен давать ей возможность рожать детей с большой головой. Среди наших отдаленных предков женщина со слишком узким родовым проходом или мужчина, слишком слабый для тягот охоты, вскоре были бы элиминированы естественным отбором.

Хотя, быть может, и верно, что сильные мужчины сексуально привлекательны для женщин, а широкобедрые женщины привлекательны для мужчин, данные признаки не обязательно определяются половым отбором. Даже при полном отсутствии полового отбора у мужчин и женщин должны быть какие-то признаки, которые позволяли бы им определять друг друга как особей противоположного пола. При поисках очевидных признаков полового отбора мы должны искать такие различия между самцами и самками, которые не играют никакой роли для выживания или размножения. Вторичные половые признаки у человека включают бороду, оволосение и изменение тембра голоса у мужчины, которые появляются во время полового созревания, и выступающие и округлые молочные железы у женщин. Ряд авторов полагали, что такая форма молочной железы у женщины - результат полового отбора, так как она привлекательна для мужчин, и при сравнении с другими приматами кажется непомерно большой для своей функции-выделения молока для младенцев.

В случае полового отбора у человека есть ряд весьма сложных обстоятельств.

Современные брачные отношения в разных сообществах варьируют от строгой моногамии до разных форм полигамии. В некоторых сообществах брачные отношения подчиняются строгим правилам и запретам, выработанным в процессе их развития. В других они относительно свободны от социального контроля. Некоторые авторы придерживаются взгляда, что половой отбор был чрезвычайно важен в эволюции ранних стадий человека,

однако другие авторы более осторожны. Представляется вероятным, что люди все более приближались к моногамии в ответ на увеличивающиеся требования к заботе о детях. Среди приматов у людей период развития от рождения до половой зрелости намного дольше. Трудно представить, как человеческие младенцы могли бы успешно достичь половой зрелости без тесного сотрудничества родителей. Если примитивные предки человека были полигамными, тогда половой отбор, очевидно, был более эффективным, чем сейчас, и это может объяснить некоторые различия между человеком и другими приматами, такие, например, как отсутствие волос на теле. К тому же, как еще можно объяснить существование современных полигамных обществ? Общества считаются примитивными, если они не используют металлических орудий и в них мало развито или совсем не развито сельское хозяйство, так что их существование зависит в основном от охоты и собирательства. Часто они приспосабливаются к жизни в специализированных местообитаниях, таких, как тундра, пустыни или леса. Поэтому возникает вопрос, действительно ли примитивны общества, которые называются примитивными по их биологическим и культурным признакам, или эти признаки являются специфическими адаптациями к конкретным условиям местообитания.

Поведение людей в таких общинах часто трудно объяснить. Например, Уиклер обсуждал значение демонстрации полового члена у некоторых видов обезьян и сравнивал это с ритуалами, связанными с половым членом у некоторых племен. У папуасов мужчины увеличивают половой член, надевая на него чехол, который привязывается шнурками к поясу. По аналогии с другими приматами это можно, по-видимому, рассматривать как знак доминирующего положения мужчины, т. е. как важный показатель для полового отбора. Однако некоторые антропологи утверждают, что чехол для полового члена не связан с социальным положением или с брачными обычаями. При объяснении особенностей культуры необходима некоторая доля скептицизма. В конце концов, люди, живущие в разных местах земного

шара, украшают так много различных частей тела, что нисколько не удивительно обнаружить области, где половой член является объектом особого внимания.

Таким образом, половой отбор происходит автоматически. Все живые организмы из поколения в поколение проходят суровую проверку по всем мельчайшим деталям их строения, функционирования всех их систем в разнообразных условиях. Только те, кто выдержал эту проверку, оказываются отобранными и дают начало следующему поколению.

## **Заключение**

В заключении можно сделать следующие выводы. Изоляция является пусковым механизмом видообразования. Каждый вид – это замкнутая генетическая система. Особи одного вида могут друг с другом скрещиваться и давать плодовитое потомство, а представители разных видов не скрещиваются вовсе, а если и скрещиваются, то потомства не дают, а если и дают, то потомство это бесплодно. Следовательно, видообразованию должно предшествовать возникновение изолированных популяций внутри предкового вида.

Все многообразие форм современных организмов возникло под действием таких факторов эволюции как изоляция и естественный отбор во всех его формах.

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. Источником 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.

## Список используемых источников информации

1. Бейкер С. «Камень преткновения»//Верна ли теория эволюции? – М., «Протестант», 2002.
2. Власова З.А. «Биология. Справочник студента» – М.,2007
3. Воронцов Н. Н., Сухорукова Л. Н. «Эволюция органического мира» – М., 2000
4. Грин Н. «Биология» – М., 2003
5. Мамонтов С.Г. «Биология» – М., 2004
6. Камлюк Л.В. «Биология в вопросах и ответах» – Минск, 2004
7. Сидоров Е.П. «Общая биология» – М.,2007
8. Ярыгин В.Н. «Биология» – М., 2005
9. Концепция современного естествознания: Под ред. профессора С.И. Самыгина. Изд. третье. Ростов н/Д: "Феникс", 2001.
10. Найдыш В.М. Концепции современного естествознания. Учебное пособие.М., 2006.
11. Горелов А.А. Концепции современного естествознания: Учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по гуманитарным специальностям. – М.: Гуманит. изд. центр ВЛАДОС, 2002.
12. Вайнберг С. Первые три минуты. Современный взгляд на происхождение Вселенной. - М., 2001.
13. Степин В.С. Философская антропология и философия науки. М., 2006
14. Дыбов А.М., Иванов В.А., «Концепции современного естествознания», Учебное пособие, Издание второе, исправленное и дополненное, 2004г.
15. Шмальгаузен И. И., Факторы эволюции, 2 изд. Переработанное и дополненное, М., 2001;
16. [Http://wikipedia.ru](http://wikipedia.ru);
17. [Http://2evolution.ru](http://2evolution.ru)