

Генетические процессы в популяции



Популяционная генетика - раздел эволюционной биологии, посвященный изучению изменения частоты аллелей.

- Популяция – группа особей одного вида, живущих на одной территории и реально или потенциально скрещивающихся между собой.
- Популяционная генетика популяции складывается из:
 - Подсчет частоты встречаемости в ней различных аллелей
 - Подсчет частоты встречаемости различных генотипов
 - Отслеживание изменений этих показателей, происходящее при смене поколений

Генофонд – все гаметы , производимые всеми способными к размножению особями популяции за одно поколение.

Доля гамет, несущих определенный аллель , в генофонде, отражает частоту встречаемости данного аллеля в популяции.

Главная задача популяционной генетики: выяснение закономерностей динамики генетической структуры популяции.

Методические подходы (по Дубинину):

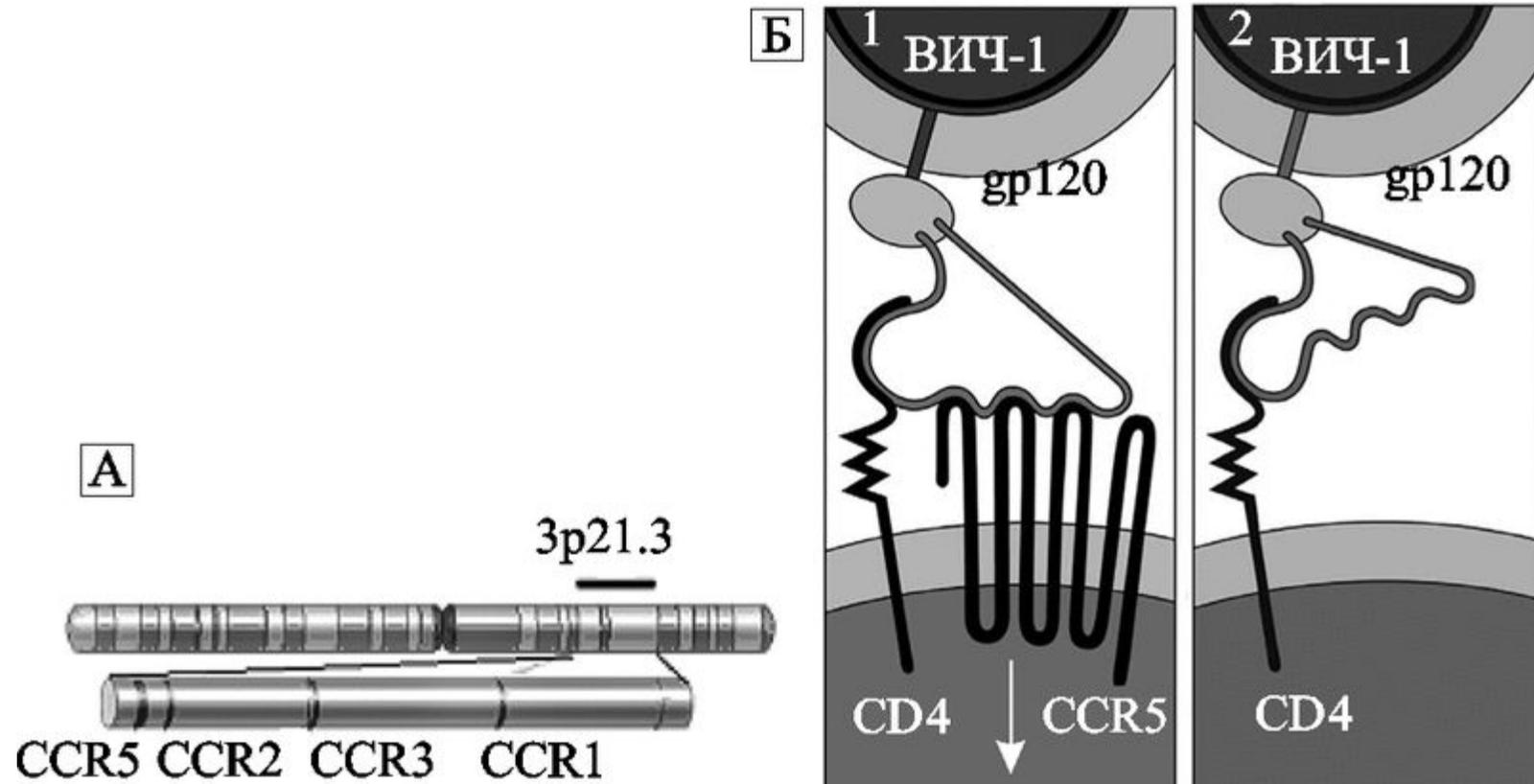
1. Выяснение статистики и динамики частот тех или иных аллелей
2. Выяснение генотипического состава природных группировок особей

Чистая линия – генетически однородное потомство от одной самоопыляющейся или самооплодотворяющейся особи, подвергающееся искусственному отбору.

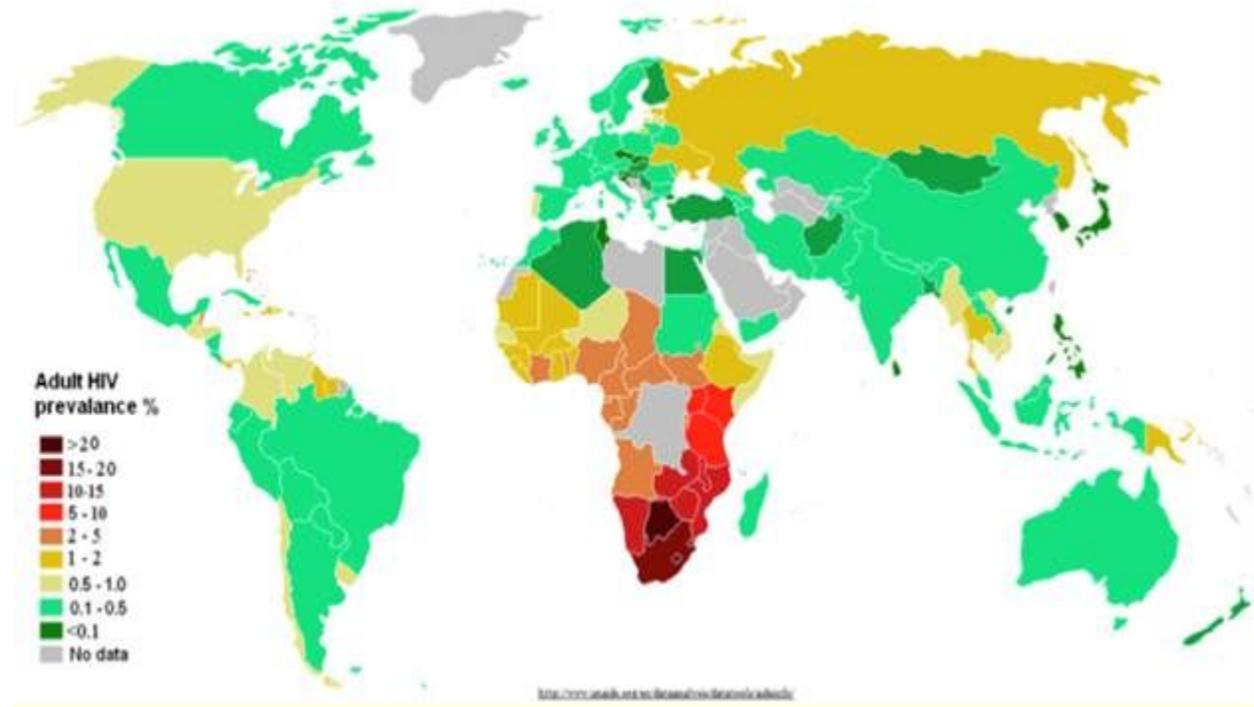
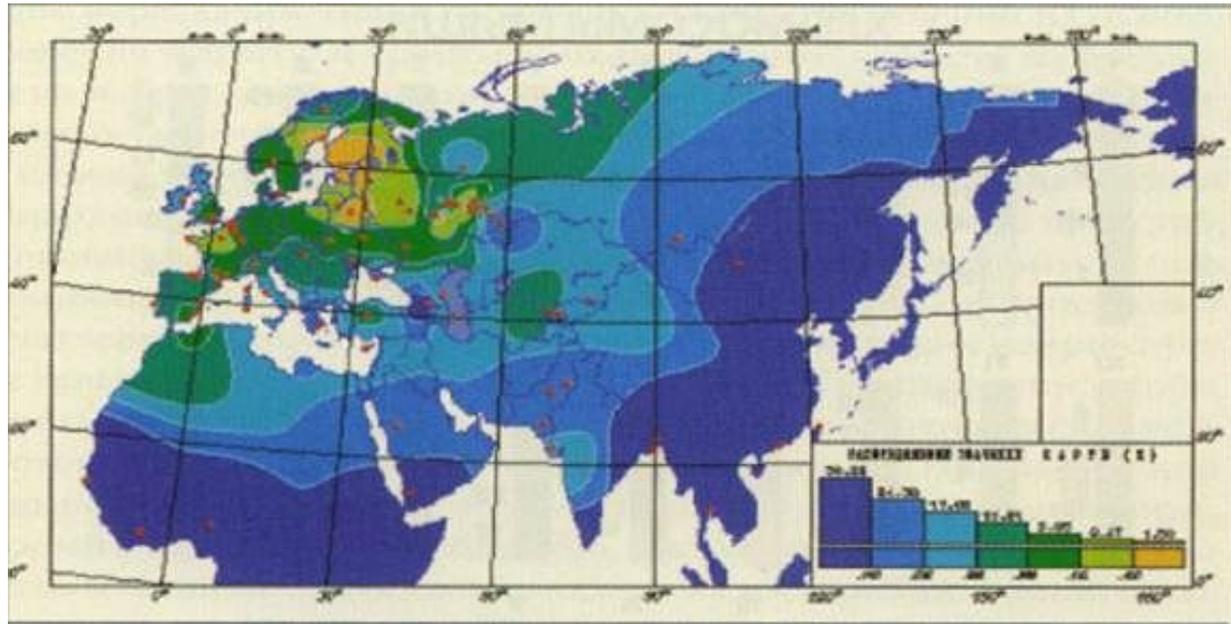
Инбредная линия - возникает вследствие неоднократного скрещивания потомков с родителями или братьев с сестрами, благодаря чему она становится в значительной степени гомозиготной.

Определение частот аллелей

- Ген CC-CKR-5 расположен на хромосоме 3, кодирует белок С-С-хемокин-рецептор-5 (CCR5)
- Хемокины-сигнальные молекулы, встроенные снаружи в клеточную мембрану клеток иммунной системы.
- CCR5 корецептор к штаммам ВИЧ-1.



Частота встречаемости CCR5-delta32



Генетическая гетерогенность природных популяций. Работы С.С. Четверикова.

- Классическая и балансовая модель структуры природных популяций
- Полиморфизм (P) популяции оценивают долей полиморфных локусов из всех исследованных.
- Гетерозиготность (H) по данному локусу определяют как отношение числа гетерозигот к общему числу исследованных особей популяции.

Закон Харди-Вайнберга

(показывает, что происходит с аллелем и с генотипом в идеальной популяции)

Условия:

1. Особи с любым генотипом обладают одинаковой частотой выживания и репродуктивным успехом – т.е. не действует отбор.
2. Новые аллели не возникают, имеющиеся не превращаются друг в друга в результате обратных мутаций.
3. Не происходит миграции особей ни в популяцию, ни из популяции.
4. Популяция бесконечно велика (не учитываются ошибки выборки и случайные эффекты).
5. Особи в популяции скрещиваются случайным образом.

Закон Харди-Вайнберга

Свойства идеальной популяции:

1. Частота аллелей не меняется из поколения в поколение
2. После одного поколения случайного скрещивания частоты генотипов можно предсказать исходя из исходных частот аллелей

♂ Aa		Гаметы		
		$p(A)$	$q(a)$	
♀ Aa		Гаметы	$p^2(AA)$	$pq(Aa)$
			$pq(Aa)$	$q^2(aa)$
$(p + q)^2 = p^2 + 2pq + q^2$				

- Частота аллеля $A = 0,7$, $a = 0,3$
- Яйцеклетка + сперматозоид = $(A \times A)$
 $0,7 * 0,7 = 0,49$
- Яйцеклетка + сперматозоид = $(A \times a)$ или $(a \times A)$
 $0,7 * 0,3$ или $0,3 * 0,7 = 0,21$
- Яйцеклетка + сперматозоид = $(a \times a)$
 $0,3 * 0,3 = 0,09$

Т.о. частоты генотипов составят $0,49 + 0,42 + 0,09 = 1$

Частота аллелей в генофонде нового поколения составит:



$$p^2 + 2pq + q^2 = 1$$

Следствия закона Харди-Вайнберга:

1. Если частоты аллелей не меняются из поколения в поколение, и частоты генотипов можно предсказать, отталкиваясь от частот аллелей, то популяция находится в состоянии *равновесия Харди-Вайнберга*.
2. Доминантные признаки не обязательно встречаются чаще в последующих поколениях.
3. В популяции может поддерживаться генетическая изменчивость
4. Можно рассчитать частоты всех генотипов, исходя



=



Индейцы Хавасупаи

Тереза Маркоу и её коллеги обнаружили популяцию, где нет равновесия Харди-Вайнберга.

122 исследуемых: 2 локуса HLA-A и HLA-B, кодирующих белки, участвующие в механизме распознавания иммунной системой своих и чужих веществ.

Индейцы хавасупаи: избыток гетерозигот

Возможные причины:

1. Особи, гетерозиготные по HLA-A и HLA-B выживают чаще
2. Вступление в браки не случайным образом, т.е. выбор партнера отличного по локусам MHC.



Закон Харди-Вайнберга и множественные аллели

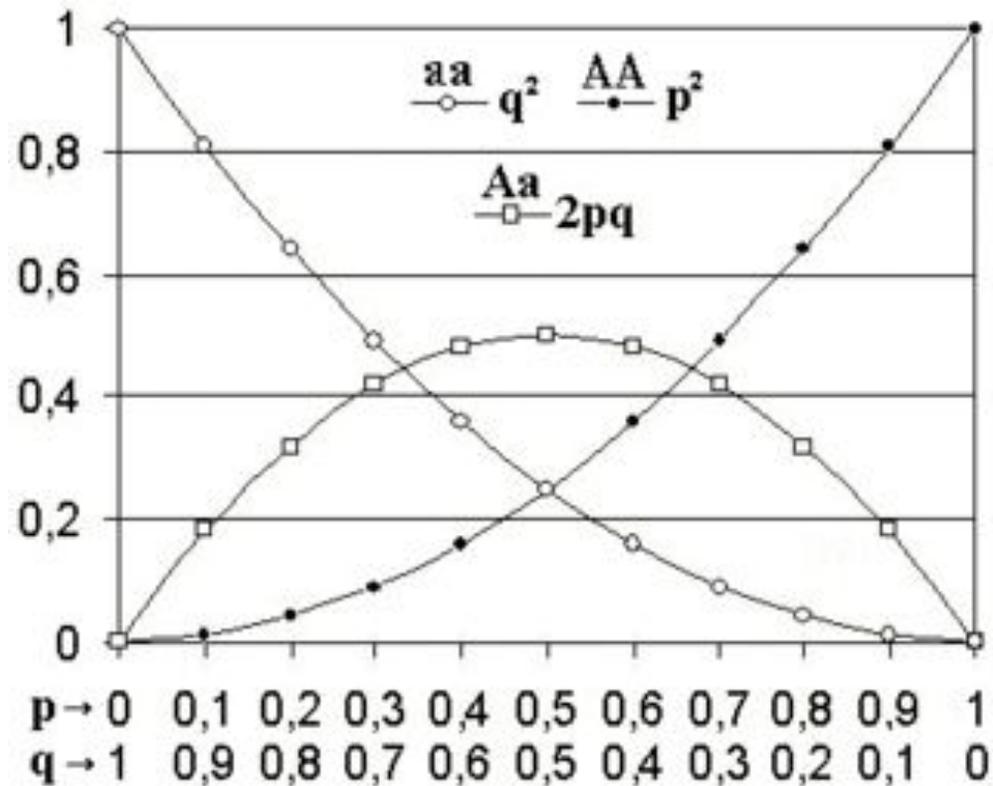
- ABO: 6 генотипов, 4 фенотипа
- $p + q + r = 1$
- Зная частоты групп крови можно рассчитать частоты

$$p^2 I^A I^A + 2pr I^A i + q^2 I^B I^B + 2qr I^B i + 2pq I^A I^B + r^2 ii$$

- После определения частот аллелей можно вычислить частоты генотипов в популяции.

Применение закона Харди-Вайнберга:

Оценка частоты гетерозигот в популяции, как особей – носителей.



Факторы динамики генетического состава популяции

1. Мутационный процесс
2. Дрейф генов
3. Изоляция
4. Межпопуляционные миграции
5. Действие отбора

Отбор

Естественный отбор – главный фактор, смещающий частоты аллелей в больших популяциях.

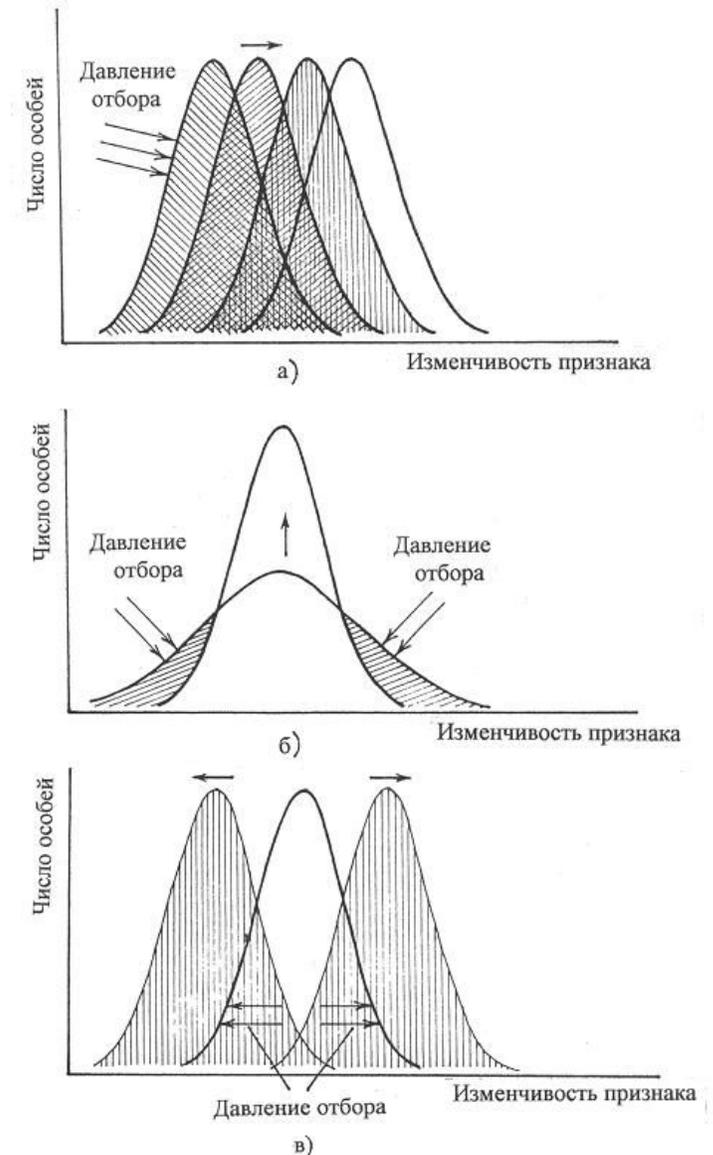
Естественный отбор – различие выживаемости или репродуктивного успеха особей.

Генетический вклад особи в будущие поколения называют приспособленностью (генотипы с высокой и низкой приспособленностью) – w .

$$w_{AA}, w_{Aa}, w_{aa}$$

Отбор по количественным признакам:

- Направленный – отбираются признаки, часто представляющие крайние фенотипические варианты.
- Стабилизирующий – отбираются особи с промежуточными значениями признака.
- Дизруптивный – отбор против промежуточных фенотипов.



Мутации

- Условия для точности определения частоты мутагенеза:
 1. Аллель должен определять четко различимый фенотип, который легко отличить от всех фенотипов, определяемых рецессивными аллелями.
 2. Признак должен полностью экспрессироваться или появляться, чтобы можно было установить всех мутантных особей.
 3. Невозможность возникновения идентичного фенотипа за счет действия негенетических факторов (химические мутагены, ИО).

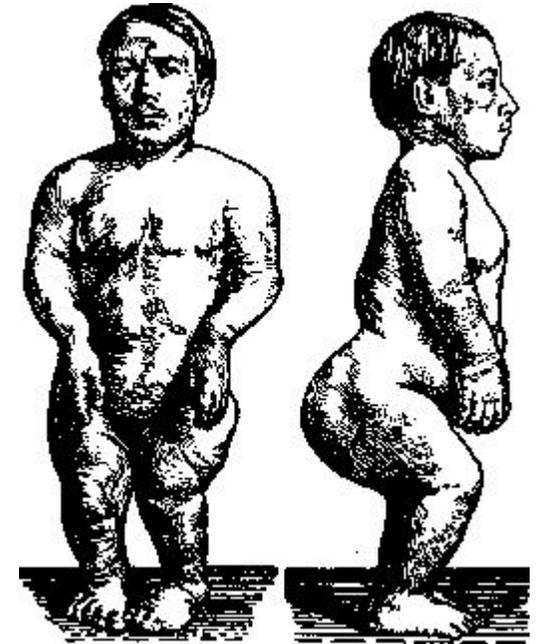
Мутации

Скорость мутагенеза определяется как отношение числа новых мутантных аллелей к определенному числу гамет.

Гипотеза превосходства гетерозигот:
предполагается, что отбор против рецессивных гомозигот уравновешивается отбором в пользу гетерозигот.

Ахондроплазия – это генетическое расстройство, вызывающее нарушение роста костей.

Муковисцидоз – поражение экзокринных желез.



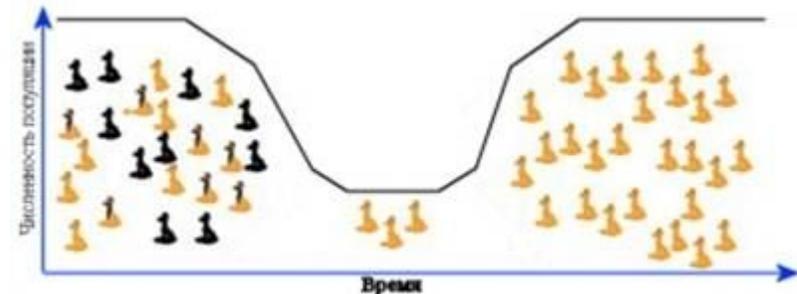
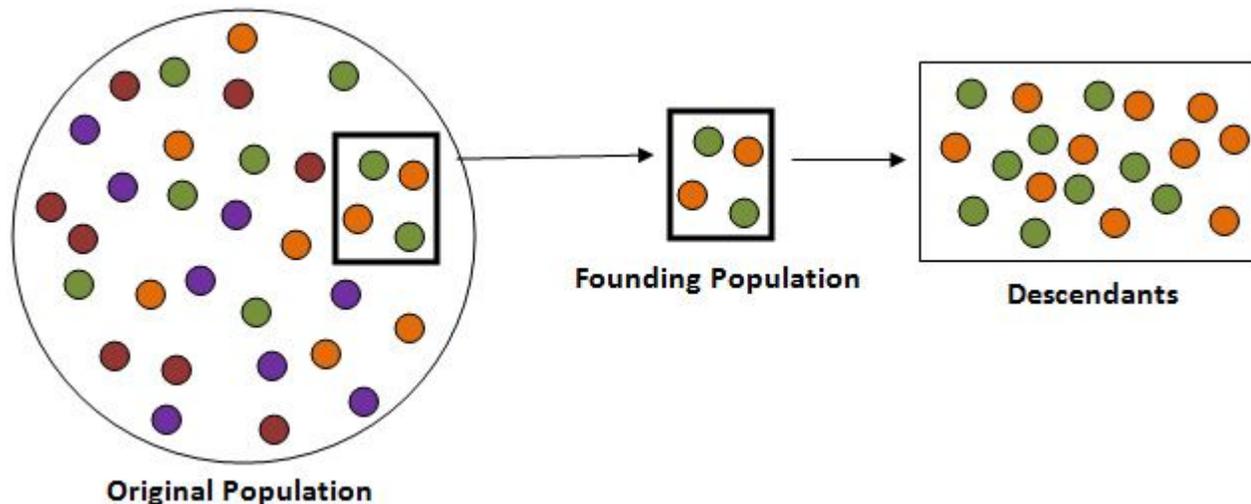
Миграции

- Миграции – перемещение особей из одной популяции в другую.
- $p_1 = (1 - m) p_1 + m p_2$, где m – скорость миграции (доля мигрировавших особей из популяции 1 в популяцию 2 в данном поколении).
- Миграцию можно рассматривать как поток генов между популяциями, которые некогда были изолированными, а потом перестали быть изолированными.



Дрейф генов (генетико-автоматические процессы)

- Обратная зависимость степени флуктуации популяционно-генетических параметров от численности популяции.
- Волны жизни – прохождение популяции при смене условий через периоды максимальной и минимальной численности.
- Эффект основателя и эффект бутылочного горлышка.



Инбридинг

- **Инбридинг** – близкородственное скрещивание.
- **Инбредная депрессия** – это степень снижения приспособленности, вызванная инбридингом.
- Гипотезы доминирования и сверхдоминирования.
- При скрещивании 2-х инбредных линий их потомство часто более жизнеспособно и несет важные для селекционера признаки обоих родителей, т.е. они обладают **гибридной силой**.