

# Изменение генетической структуры популяции под воздействием мутационного процесса

## 1. Частота мутаций

Частота спонтанных генных мутаций одинакова для всех форм живых организмов: в среднем на 100 000–10 000 000 генов приходится 1 мутация за поколение. Хотя спонтанная генная мутация – событие редкое, суммарное число мутаций (за поколение, за время существования вида) велико.

При условии, что 1 мутация приходится на 100 000 генов, число генов в геноме особи – 10 000, каждая особь дает 1000 гамет, число особей в популяции – 10 000, то за одно поколение в генофонде случится 1 000 000 мутаций.

Если за одно поколение в генофонде случится 1 000 000 мутаций, то за время существования вида (а это 10 000 поколений) – 10 000 000 000 мутаций.

При условии, что за одно поколение в генофонде популяции случится 1 полезная мутация, то за время существования вида – 10 000 адаптационно полезных мутаций.

Таким образом, несмотря на то, что частоты возникновения мутаций малы, но генов в организме много и каждая популяция представлена множеством особей, то мутационный процесс оказывается обычным событием.

## 2. Понятие о мутационном давлении и равновесном состоянии популяции

По любой паре аллелей, например А и а, мутации могут происходить в двух направлениях:

- прямом;
- обратном.

**Прямая мутация** – это мутация, идущая от аллеля А к аллелю а ( $A \rightarrow a$ ). Эта мутация ведёт к отклонению признаков потомков от их предков (дикого типа). Она совершается с частотой  $u$ .

**Обратная мутация** – это мутация от аллеля а к аллелю А (реверсия):  $a \rightarrow A$ . Эта мутация ведёт к возвращению признаков исходного, дикого фенотипа. Она совершается с частотой  $v$ .

Изменение частоты аллеля А в популяции за поколение определяют по формуле 1:

$$\Delta p_A = v \cdot q_a - u \cdot p_A, \quad (1)$$

Изменение частоты аллеля а в популяции за поколение определяют по формуле 2:

$$\Delta q_a = u \cdot p_A - v \cdot q_a. \quad (2)$$

Если  $up > vq$  или  $vq > up$ , то возникает мутационное давление.

**Мутационное давление** – это определённая частота мутирования гена, в сторону которого мутации происходят с большей вероятностью.

Скорость, с которой мутационное давление стремится изменить соотношение частот генотипов, зависит от:

- соотношения этих частот в популяции;
- разницы в темпах между прямыми и обратными мутациями.

### 3. Генетический груз популяции и его типы

Генетическая гетерогенность популяций приводит к тому, что средняя приспособленность генотипов снижается.

Доля, на которую приспособленность популяции оказывается меньше приспособленности оптимального генотипа, будет составлять *генетический груз*.

К генетическому грузу относят:

- среднее число летальных мутаций;
- число отрицательных мутаций в популяции, которые при переходе в гомозиготное состояние вызывают гибель.

Выделяют следующие типы генетического груза:

- мутационный;
- сегрегационный;
- субституционный.

*Мутационный груз* возникает от мутирования доминантного аллеля в рецессивный, то есть  $A \rightarrow a$ . Чем чаще происходит такой процесс, тем больше насыщается популяция аллелем  $a$ . Отбор противостоит насыщению популяции рецессивными аллелями, устраняя их через гомозиготные генотипы  $aa$ , как менее приспособленные. Общий генетический груз создается суммарным действием генетических грузов отдельных локусов.

*Сегрегационный груз* существует в популяциях, которые используют преимущества, создаваемые превосходством гетерозигот. При этом в каждом поколении происходит выщепление менее приспособленных гомозигот, понижающих среднюю приспособленность популяции.

Направленный отбор порождает *субституционный груз*. Замещение старого аллеля новым, превосходящим его аллелем, влечет за собой генетическую гибель носителей старого аллеля.

### 4. Совместное действие мутационного процесса и отбора

Окончательным результатом отбора является элиминация вредного аллеля из популяции, но присутствие вредных аллелей в популяции поддерживается мутационным процессом.

Эффекты этих двух процессов уравнивают друг друга, когда число вредных аллелей, элиминируемых отбором, совпадает с числом вредных аллелей, возникающих в результате мутаций.

При *действии отбора на рецессивный аллель  $a$*  равновесие между процессами отбора и мутаций устанавливается, когда

$$qa = \sqrt{\frac{u}{S}}$$

В случае *отбора против доминантного аллеля  $A$*  приближенное условие равновесия

$$pA \approx \frac{u}{S}$$