

Изменение генетической структуры популяции при элиминации отдельных генотипов

1. Изменение генетической структуры популяции при давлении отбора на доминантный аллель

Если действие отбора направлено против доминантных аллелей $S = 1 \rightarrow (A)$, то эффект селекции по устранению нежелательных генотипов, включающих аллель A , будет высоким. Это обусловлено тем, что нежелательный для селекционера доминантный аллель A проявляется как в гомозиготных (AA), так и в гетерозиготных (Aa) фенотипах и легко отличим и в родительском поколении, и среди потомков, что позволяет легко предусмотреть исключение его носителей из размножения.

Изменение частоты рецессивного аллеля в популяции при полной элиминации доминантных гомозигот и гетерозигот определяют по формуле 1:

$$\Delta q_a = \frac{Sq^2aa \cdot (1 - q_a)}{1 - S(1 - q^2aa)} \quad (1)$$

Если доминантный ген летален, т. е. $S = 1$, то из этой формулы получим (2):

$$\Delta q_a = \frac{q^2aa \cdot (1 - q_a)}{1 - (1 - q^2aa)} = 1 - q_a. \quad (2)$$

Таким образом, если доминантная мутация вредна или в практической селекции не нужна, то естественный или искусственный отбор устраняет ее из популяции уже в первом поколении за счет гибели потомства или выбраковки особей из потомков с нежелательными качествами, то есть имеет место отбор, при котором коэффициент селекции против аллеля A равен 1.

2. Изменение генетической структуры популяции при полной элиминации рецессивных гомозигот

Многие рецессивные гены в гетерозиготном генотипе практически не влияют на жизнеспособность, но они существенно снижают ее, переходя в гомозиготное состояние.

Чаще всего отбор бывает направлен против рецессивных гомозигот. Так, в популяциях растений $S = 1 \rightarrow (aa)$ может наблюдаться, если:

- возникают рецессивные хлорофильные мутации, и растения погибают в фазе всходов;
- возникают стерильные мутанты, у которых в цветках не образуются плоды и семена.

При $S = 1 \rightarrow (aa)$ частота рецессивного аллеля в популяции вычисляется по формуле 3:

$$q_{a_n} = \frac{q_a}{1 + n \cdot q_a}, \quad (3)$$

где n – поколение, для которого ведут расчет.

Из этой формулы легко найти, сколько поколений придется ждать, чтобы частота летального рецессивного аллеля изменилась от исходного до заданного значения: $n = \frac{1}{q_n a} - \frac{1}{q a}$.

3. Изменение генетической структуры популяции при неполной элиминации рецессивных гомозигот

Чаще всего мутации снижают продуктивность растений. В каждом поколении элиминируется только часть растений, поэтому коэффициент отбора чаще всего имеет значение больше 0.

Изменение частоты рецессивного аллеля в популяции при неполной элиминации рецессивных гомозигот определяют по формуле 5:

$$\Delta q_a = \frac{-Sq^2aa \cdot (1 - qa)}{1 - Sq^2aa}, \quad (5)$$

где S – коэффициент отбора;

Δq_a – изменение частоты рецессивного аллеля после отбора;

q_a – частота рецессивного аллеля до отбора.

При значении S меньше 0,5 расчет Δq_a можно производить по упрощенной формуле (6):

$$\Delta q_a = -Sq^2aa \cdot (1 - qa). \quad (6)$$

При неполной элиминации рецессивных гомозигот ($S \neq 1$) доля рецессивных гомозигот снижается медленнее, но чем меньше становится частота рецессивного аллеля, тем менее эффективен отбор, т. к. рецессивный аллель остается в популяции в гетерозиготе.

4. Эффективность отбора в популяциях

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. Холдейн **выдвинул концепцию «платы за отбор»**, согласно которой процесс полного замещения одного гена другим представляет собой длительную процедуру.

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:

1. Популяция может оказаться «платежеспособной», так как «оплата» не одновременная, а растянута на много поколений.

2. Если популяция не в состоянии «уплатить» такую цену, она вымирает. По этой причине произошли бесчисленные вымирания в истории биосферы.