

Полное и неполное сцепление генов. Кроссинговер

1. Характер наследования признаков при независимом и сцепленном наследовании

При *независимом наследовании* гены, контролирурующие признаки, находятся в разных парах гомологичных хромосом. Но число гомологичных пар хромосом у животных и растений относительно невелико, а число генов контролирующих наследование признаков и свойств, очень большое. Поэтому естественно предположить, что в одной хромосоме локализовано большое число генов.

Гены, лежащие в одной и той же хромосоме, называют *сцепленными*. Все гены какой-либо одной хромосомы образуют *группу сцепления*; они обычно попадают в одну гамету и наследуются вместе.

Для установления характера наследования изучаемых признаков (независимое или сцепленное) используют анализирующее скрещивание гибридов F_1 с особью, имеющей изучаемые признаки в рецессивном состоянии.

При локализации генов в разных хромосомах число фенотипических классов в F_2 равняется числу изучаемых альтернативных признаков – 4, 8, 16 и т. д.

При сцепленном наследовании, когда изучаемые признаки контролируются генами, локализованными в одной хромосоме, в F_2 образуется только два фенотипических класса в соотношении 1:1.

2. Полное сцепление генов

Впервые явление сцепленного наследования было открыто английскими генетиками В. Бетсоном и Р. Пеннетом (1906 г.) при изучении наследования окраски цветков (пурпурная – белая) и формы пыльцевых зерен (удлиненная – округлая). Они скрещивали две расы этого растения, различающиеся по окраске цветков и форме пыльцы, и обнаружили отклонения от правила независимого комбинирования признаков.

В 1910 г. Т. Морган обнаружил большое число подобных явлений у плодовой мушки дрозофилы. На основании многочисленных наблюдений Т. Морган пришел к выводу, что сцепление генов является следствием их нахождения в одной хромосоме, поэтому они не подчиняются менделевскому принципу независимого наследования. Поэтому при дигибридном скрещивании они не дают ожидаемого соотношения 9:3:3:1. В таких случаях получают самые разнообразные соотношения.

В скрещивании самцов с серым телом и длинными крыльями с рецессивными самками особи с перекombинацией признаков не появлялись, т. е. сцепление между генами *b* и *v* оказалось *полным*.

3. Неполное сцепление генов

Иные результаты были получены при скрещивании самки F_1 с самцом, имеющим рецессивные признаки. В этом случае появились особи с четырьмя возможными комбинациями признаков, но распределение признаков в соотношении 9:3:3:1 также не происходило. Преобладающая часть особей (по 41,5 %) имела такую же комбинацию признаков, какой она бы-

ла у родительских форм, и лишь небольшая часть мух (по 8,5 %) была с перекомбинированными признаками.

Следовательно, гены обуславливающие признаки серого тела – коротких крыльев и черного тела – длинных крыльев наследуются преимущественно вместе, т. е. оказываются сцепленными между собой.

Полное сцепление встречается редко. В большинстве экспериментов по скрещиванию, при наличии сцепления, помимо мух с родительскими фенотипами обнаруживаются особи с новыми сочетаниями признаков, т.е. **сцепление** оказалось **неполным**.

В 1911 г. Т. Морганом и его учениками был открыт процесс **перекреста хромосом**, или **кроссинговер**. Гаметы с хромосомами, претерпевшими кроссинговер, называются **кроссоверными**, а гаметы с хромосомами, образованными без кроссинговера, – **некроссоверными**. Особи, возникшие с участием кроссоверных гамет, называются **кроссоверными**, или **рекомбинантными**, а образованные без них – **некроссоверными**, или **нерекомбинантными**.

Важнейшая заслуга Т. Моргана состоит в том, что он первым связал перекомбинацию генов, находящихся в хромосоме, с физическим обменом участками хромосом – кроссинговером.

4. Кроссинговер. Генетическое картирование

Кроссинговер – взаимный обмен генетическим материалом между гомологичными хромосомами, приводящий к новым комбинациям аллелей.

Выделяют следующие типы кроссинговера: *одиночный кроссинговер* – это перекрест между двумя парами генов; *двойной кроссинговер* – это перекрест между тремя парами генов; *множественный кроссинговер* – это перекрест, происшедший в нескольких местах гомологичных хромосом.

На частоту кроссинговера влияет ряд факторов: структурная организация хромосом; пол (частота кроссинговера снижена у гетерогаметного пола); функциональное состояние организма (возраст); факторы внешней среды (температура, γ -излучение, УФ-лучи, рентгеновские лучи, химические мутагены, гормоны, лекарства).

Механизм кроссинговера: гомологичные хромосомы сближаются и скручиваются друг с другом; происходит разрыв двух хроматид, принадлежащих различным гомологичным хромосомам (гомологам); при восстановлении разрыва хроматида одного гомолога может соединиться с хроматидой другого гомолога.

Значение кроссинговера:

1. Выявляются такие сочетания генов, которые оказываются лучшими, чем другие.
2. Лучшие сочетания генов сохраняются в потомстве, худшие – элиминируются.
3. Кроссинговер дает наследственных изменений больше, чем мутации.
4. Изучение кроссинговера позволило составить генетические карты хромосом.

Генетическая карта хромосом – это карта линейного расположения генов, находящихся в одной группе сцепления.

Принцип построения генетических карт состоит в нанесении на прямую линию точек, определяющих конкретные гены (А, В, С и т. д.), в соответствии с определенным расстоянием между ними.

Расстояние между генами соответствует частоте кроссинговера между этими генами, т. е. количеству кроссоверных особей, выраженному в процентах.