

I - LIÊN KẾT GEN

▼ Dưới đây là kết quả thí nghiệm lai ruồi giấm của Moocgan. Hãy giải thích kết quả của các phép lai và viết sơ đồ lai từ P đến F₂.

$$\begin{aligned}
 P_{t/c} &: \quad \text{♀ Thân xám, cánh dài} \quad \times \quad \text{♂ Thân đen, cánh cụt} \\
 F_1 &: \quad \text{100\% thân xám, cánh dài} \\
 & \quad \text{♂ F}_1 \text{ Thân xám, cánh dài} \quad \times \quad \text{♀ Thân đen, cánh cụt} \\
 F_a &: \quad 1 \text{ thân xám, cánh dài} : 1 \text{ thân đen, cánh cụt}
 \end{aligned}$$

Mỗi NST gồm một phân tử ADN, mỗi gen chiếm một vị trí xác định trên phân tử ADN (lôcut). Do vậy, các gen trên cùng một NST thường di truyền cùng nhau. Các gen thường xuyên di truyền cùng nhau được gọi là liên kết với nhau.

Nhóm gen trên cùng một NST di truyền cùng nhau được gọi là một nhóm gen liên kết. Số lượng nhóm gen liên kết của một loài thường bằng số lượng NST trong bộ NST đơn bội. Tuy nhiên, các gen trên cùng một NST không phải lúc nào cũng di truyền cùng nhau.

II - HOÁN VỊ GEN

1. Thí nghiệm của Moocgan và hiện tượng hoán vị gen

Người đầu tiên đưa ra thuyết di truyền NST giải thích cơ sở của hiện tượng liên kết gen và hoán vị gen là Moocgan (T.H. Morgan). Ông đã tiến hành các thí nghiệm sau đây ở ruồi giấm :

$$\begin{aligned}
 P_{t/c} &: \quad \text{♀ Thân xám, cánh dài} \quad \times \quad \text{♂ Thân đen, cánh cụt} \\
 F_1 &: \quad \text{100\% thân xám, cánh dài} \\
 & \quad \text{♀ F}_1 \text{ Thân xám, cánh dài} \quad \times \quad \text{♂ Thân đen, cánh cụt} \\
 F_a &: \quad \begin{aligned} & 965 \text{ thân xám, cánh dài} \\ & 944 \text{ thân đen, cánh cụt} \\ & 206 \text{ thân xám, cánh cụt} \\ & 185 \text{ thân đen, cánh dài} \end{aligned}
 \end{aligned}$$

Kết quả của phép lai phân tích không cho tỉ lệ phân li kiểu hình : 1 thân xám, cánh dài : 1 thân xám, cánh cụt : 1 thân đen, cánh dài : 1 thân đen, cánh cụt theo quy luật phân li độc lập của Mendel.

2. Cơ sở tế bào học của hiện tượng hoán vị gen

Để giải thích kết quả trên, Moocgan cho rằng các gen quy định màu thân và hình dạng cánh đều nằm trên một NST. Do vậy, trong quá trình giảm phân, chúng thường đi cùng nhau. Vì vậy, đời con phần lớn có kiểu hình giống bố hoặc mẹ. Tuy nhiên, trong quá trình giảm phân hình thành giao tử cái, ở một số tế bào, khi các NST tương đồng tiếp hợp với nhau, giữa chúng xảy ra hiện tượng trao đổi đoạn NST (gọi là trao đổi chéo). Kết quả là các gen có thể đổi vị trí cho nhau và làm xuất hiện các tổ hợp gen mới. Người ta gọi hiện tượng đổi vị trí gen như vậy là hoán vị gen.

Hình 11 giải thích quá trình trao đổi chéo dẫn đến hình thành các giao tử có tổ hợp gen mới ở ruồi cái F₁. Chúng ta quy ước : gen A quy định thân xám, a quy định thân đen, gen B quy định cánh dài, gen b quy định cánh cụt.

Hình 11 cũng giải thích cách tính tần số hoán vị gen trong phép lai phân tích giữa ruồi cái F₁ thân xám, cánh dài với ruồi đực thân đen, cánh cụt nêu ở mục II.1.

Tần số hoán vị gen được tính bằng tỉ lệ phần trăm số cá thể có tái tổ hợp gen. Người ta có thể xác định được những cá thể có kiểu hình tái tổ hợp dựa trên số lượng tương đối của chúng. Số lượng cá thể có kiểu hình tái tổ hợp thường nhỏ hơn số lượng cá thể có kiểu hình bình thường.

Trong thí nghiệm của Moocgan nêu trên, tần số hoán vị gen có thể được tính như sau :

$$\text{Tần số hoán vị gen} = \frac{206 + 185}{965 + 944 + 206 + 185} \times 100 = 17\%$$

Tần số hoán vị gen dao động 0% – 50%. Hai gen nằm càng gần nhau thì tần số trao đổi chéo càng thấp. Hai gen nào đó, ví dụ gen A và B, nằm xa nhau trên một NST tới mức mỗi tế bào khi giảm phân đều có trao đổi chéo xảy ra giữa chúng thì tần số hoán vị gen giữa A và B bằng 50%.

Tần số hoán vị gen giữa 2 gen không bao giờ vượt quá 50% cho dù giữa 2 gen có xảy ra bao nhiêu trao đổi chéo.

Để tiện theo dõi, khi viết sơ đồ lai cho trường hợp các gen liên kết, người ta thường viết các gen liên kết trên mỗi gạch (tượng trưng cho 1 NST).

Cụ thể phép lai phân tích nêu trên có thể biểu diễn như sau :

$$\begin{array}{r}
 \text{♀ } F_1 \text{ Thân xám, cánh dài} \\
 \frac{A B}{a b}
 \end{array}
 \times
 \begin{array}{r}
 \text{♂ Thân đen, cánh cụt} \\
 \frac{a b}{a b}
 \end{array}$$

$$G_{F_1}: \quad 0,415 \frac{A B}{a b} : 0,415 \frac{a b}{a b}$$

$$\text{Đời con} : 0,415 \frac{A B}{a b} : 0,415 \frac{a b}{a b} : 0,085 \frac{A b}{a b} : 0,085 \frac{a B}{a b}$$

xám, dài : đen, cụt : xám, cụt : đen, dài



Hình 11. Sơ đồ tế bào học mô tả quá trình trao đổi chéo tạo ra các giao tử tái tổ hợp gen

III - Ý NGHĨA CỦA HIỆN TƯỢNG LIÊN KẾT GEN VÀ HOÁN VỊ GEN

1. Ý nghĩa của hiện tượng liên kết gen

Các gen nằm trên một NST thường di truyền cùng nhau. Vì vậy, trong tự nhiên, nhiều gen khác nhau giúp sinh vật thích nghi với môi trường có thể được tập hợp trên cùng một NST. Các gen được tập hợp trên cùng NST luôn di truyền cùng nhau nên giúp duy trì sự ổn định của loài.

Trong công tác chọn giống, các nhà khoa học có thể dùng biện pháp gây đột biến chuyển đoạn để chuyển những gen có lợi vào cùng một NST nhằm tạo ra các giống có những đặc điểm mong muốn.

2. Ý nghĩa của hiện tượng hoán vị gen

Hiện tượng hoán vị gen do trao đổi chéo giữa các NST tương đồng thường xảy ra trong quá trình giảm phân dẫn đến tạo ra các giao tử mang các tổ hợp gen mới. Do vậy, trao đổi chéo là một trong số các cơ chế tạo ra biến dị tổ hợp ở các loài sinh sản hữu tính, tạo nên nguồn biến dị di truyền cho quá trình tiến hoá.

Nghiên cứu tần số hoán vị gen giữa các gen với nhau, các nhà khoa học có thể thiết lập được khoảng cách tương đối giữa các gen trên NST. Công việc này được gọi là lập bản đồ di truyền. Khoảng cách giữa các gen trong bản đồ di truyền được đo bằng tần số hoán vị gen. Xtiutơvơ (Sturtevant) là người đầu tiên đưa ra phương pháp xác định bản đồ di truyền dựa trên tần số tái tổ hợp gen. Ông cho rằng các gen nằm càng xa nhau trên NST thì xác suất để trao đổi chéo xảy ra giữa chúng càng lớn và có thể dùng tần số hoán vị gen làm thước đo khoảng cách tương đối giữa các gen. Đơn vị đo khoảng cách gen được tính bằng 1% tần số hoán vị gen (để tôn vinh Moocgan, 1% hoán vị gen được gọi là 1 *centimoocgan*, cM).

Bản đồ di truyền cho ta lợi ích gì? Cho dù hiện nay chúng ta có thể giải mã hoàn toàn bộ gen của một loài sinh vật và biết được chính xác vị trí các gen trên NST thì bản đồ di truyền vẫn rất có giá trị. Lí do là nếu biết được tần số hoán vị gen giữa hai gen nào đó thì có thể tiên đoán được tần số các tổ hợp gen mới trong các phép lai. Điều này rất có ý nghĩa trong công tác chọn giống cũng như trong nghiên cứu khoa học.

- Các gen nằm trên cùng một NST tạo thành 1 nhóm gen liên kết và có xu hướng di truyền cùng nhau.
- Trong quá trình giảm phân, các NST tương đồng có thể trao đổi các đoạn tương đồng cho nhau dẫn đến hoán vị gen, làm xuất hiện các tổ hợp gen mới.
- Tần số hoán vị gen là thước đo khoảng cách tương đối giữa các gen trên NST. Tần số hoán vị gen dao động từ 0% đến 50%.

Câu hỏi và bài tập

1. Làm thế nào có thể phát hiện được 2 gen nào đó liên kết hay phân li độc lập?
2. Có thể dùng những phép lai nào để xác định khoảng cách giữa 2 gen trên NST? Phép lai nào hay được dùng hơn? Vì sao?
3. Ruồi giấm có 4 cặp NST. Vậy ta có thể phát hiện được tối đa là bao nhiêu nhóm gen liên kết?
- 4*. Làm thế nào có thể chứng minh được 2 gen có khoảng cách bằng 50cM lại cùng nằm trên một NST?