

1. Thí nghiệm của Moocgan (T.H. Morgan)

Thomas Hunt Morgan (Moocgan) là người đầu tiên phát hiện ra quy luật di truyền liên kết gen qua các thí nghiệm trên ruồi giấm, làm rõ hơn các quy luật của Mendel.

a. Đối tượng và nội dung thí nghiệm

- **Đối tượng:** Ruồi giấm (*Drosophila melanogaster*).
- **Lý do chọn ruồi giấm:** Dễ nuôi trong ống nghiệm, vòng đời ngắn (10-14 ngày), đẻ nhiều, số lượng nhiễm sắc thể (NST) ít ($2n=8$), có nhiều biến dị dễ quan sát.
- **Nội dung thí nghiệm:** Moocgan tiến hành phép lai hai cặp tính trạng giữa ruồi giấm thuần chủng thân xám, cánh dài với ruồi giấm thân đen, cánh cụt.

b. Các bước tiến hành và kết quả

1. Bước 1: Lai P (thế hệ bố mẹ)

Cho lai ruồi giấm thuần chủng thân xám, cánh dài với ruồi giấm thân đen, cánh cụt.

Kết quả F1: 100% ruồi có kiểu hình thân xám, cánh dài. Điều này chứng tỏ thân xám (B) là trội hoàn toàn so với thân đen (b), và cánh dài (V) là trội hoàn toàn so với cánh cụt (v).

2. Bước 2: Lai phân tích ruồi đực F1

Moocgan tiến hành lai phân tích: cho ruồi đực F1 (thân xám, cánh dài) lai với

ruồi cái thân đen, cánh cụt.

Dự đoán theo quy luật phân li độc lập của Mendel: Nếu các gen phân li độc lập, ruồi đực F1 dị hợp 2 cặp gen (BbVv) sẽ cho 4 loại giao tử với tỉ lệ bằng nhau (BV, Bv, bV, bv). Kết quả lai phân tích sẽ cho 4 loại kiểu hình với tỉ lệ 1:1:1:1.

Kết quả thực tế: Moocgan chỉ thu được 2 loại kiểu hình ở đời con (Fb) là 1 thân xám, cánh dài : 1 thân đen, cánh cụt.

c. Giải thích của Moocgan

Kết quả lai phân tích không xuất hiện biến dị tổ hợp (thân xám, cánh cụt và thân đen, cánh dài). Điều này cho thấy các gen quy định màu sắc thân (B, b) và hình dạng cánh (V, v) đã không phân li độc lập mà di truyền cùng nhau. Moocgan giải thích rằng các gen này cùng nằm trên một NST và di truyền thành một nhóm liên kết.

2. Cơ sở tế bào học của liên kết gen hoàn toàn

a. Khái niệm liên kết gen

Liên kết gen là hiện tượng các gen không alen cùng nằm trên một nhiễm sắc thể, phân li cùng nhau trong quá trình giảm phân và được tổ hợp cùng nhau qua quá trình thụ tinh.

Các gen trên cùng một NST tạo thành một **nhóm gen liên kết**. Số nhóm gen liên kết ở mỗi loài thường bằng số NST trong bộ đơn bội (n). Ví dụ, ở ruồi giấm $2n=8$, có $n=4$ nhóm gen liên kết.

b. Cơ sở tế bào học

Trong quá trình giảm phân, các NST tương đồng phân li về hai cực của tế bào. Vì các gen (ví dụ: B và V, b và v) cùng nằm trên một NST nên chúng không thể phân li độc lập mà phải đi cùng nhau về một giao tử. Do đó, một cơ thể dị hợp tử về 2 cặp gen liên kết hoàn toàn chỉ tạo ra 2 loại giao tử, thay vì 4 loại như trong phân li độc lập.

- **Ví dụ 1:** Cá thể có kiểu gen (BV)/(bv), trong giảm phân sẽ tạo ra 2 loại giao tử là BV và bv.
- **Ví dụ 2:** Cá thể có kiểu gen (Bv)/(bV), trong giảm phân sẽ tạo ra 2 loại giao tử là Bv và bV.

3. Đặc điểm và cách nhận biết di truyền liên kết gen hoàn toàn

a. Đặc điểm chính

- Các gen trong nhóm liên kết di truyền cùng nhau.
- Hạn chế sự xuất hiện của biến dị tổ hợp.
- Tỷ lệ phân li kiểu hình ở đời con luôn giống với tỷ lệ của P ban đầu.
- Đảm bảo sự di truyền ổn định của từng nhóm tính trạng.

b. Dấu hiệu nhận biết trong bài toán lai

1. **Kết quả phép lai phân tích:** Khi lai phân tích cá thể dị hợp về 2 cặp gen, nếu đời con chỉ cho 2 loại kiểu hình với tỷ lệ 1:1, đây là dấu hiệu của liên kết gen hoàn toàn.

2. **Tỉ lệ phân li ở F2:** Khi tự thụ phấn hoặc giao phối cá thể F1 dị hợp 2 cặp gen, nếu F2 cho tỉ lệ kiểu hình là 3:1 hoặc 1:2:1, thì các gen này đã di truyền liên kết hoàn toàn. Tỉ lệ này khác hẳn với tỉ lệ 9:3:3:1 của phân li độc lập.

4. Cách viết sơ đồ lai trong liên kết gen hoàn toàn

a. Quy ước cách viết kiểu gen

Để thể hiện các gen cùng nằm trên một NST, người ta dùng cách viết sau:

Cấu trúc: (AB)/(ab) hoặc AB//ab

Trong đó:

- Gạch ngang (/) tượng trưng cho cặp NST tương đồng.
- Các alen viết trên cùng một gạch (tử số hoặc mẫu số) là các alen nằm trên cùng một NST.
- Ví dụ: Kiểu gen của ruồi giấm F1 thân xám, cánh dài trong thí nghiệm của Moocgan được viết là (BV)/(bv).

b. Các bước viết sơ đồ lai

1. **Bước 1:** Quy ước gen (nếu đề chưa cho). Xác định tính trạng trội, lặn.
2. **Bước 2:** Xác định kiểu gen của P, chú ý cách viết kiểu gen liên kết.
3. **Bước 3:** Viết các loại giao tử. Cơ thể dị hợp 2 cặp gen liên kết hoàn toàn chỉ cho 2 loại giao tử.
4. **Bước 4:** Lập sơ đồ lai (kẻ bảng Punnett hoặc nhân giao tử).
5. **Bước 5:** Xác định tỉ lệ kiểu gen và tỉ lệ kiểu hình ở đời con.

c. Ví dụ minh họa

Ví dụ 1: Sơ đồ lai thí nghiệm của Moocgan từ P đến F2

Quy ước: B - thân xám, b - thân đen; V - cánh dài, v - cánh cụt.

- **P (thuần chủng):** ♀ Thân xám, cánh dài (BV)/(BV) × ♂ Thân đen, cánh cụt (bv)/(bv)
- **Giao tử P (G_P):** BV ; bv
- **F1:** 100% (BV)/(bv) (Kiểu hình: 100% thân xám, cánh dài)
- **Cho F1 giao phối với nhau:** ♀ (BV)/(bv) × ♂ (BV)/(bv)
- **Giao tử F1 (G_{F1}):** BV, bv ; BV, bv
- **F2:**
 - Tỷ lệ kiểu gen: 1 (BV)/(BV) : 2 (BV)/(bv) : 1 (bv)/(bv)
 - Tỷ lệ kiểu hình: 3 thân xám, cánh dài : 1 thân đen, cánh cụt

Ví dụ 2: Sơ đồ lai phân tích ruồi đực F1

- **Phép lai:** ♂ F1 (Thân xám, cánh dài) × ♀ (Thân đen, cánh cụt)
- **Kiểu gen:** ♂ (BV)/(bv) × ♀ (bv)/(bv)
- **Giao tử (G):** (BV, bv) ; (bv)
- **Đời con (Fb):**
 - Tỷ lệ kiểu gen: 1 (BV)/(bv) : 1 (bv)/(bv)
 - Tỷ lệ kiểu hình: 1 thân xám, cánh dài : 1 thân đen, cánh cụt

5. So sánh liên kết gen hoàn toàn và phân li độc lập

Tiêu chí	Phân li độc lập (Mendel)	Liên kết gen hoàn toàn (Mooogan)
Cơ sở tế bào học	Các cặp gen alen nằm trên các cặp NST tương đồng khác nhau.	Các cặp gen alen cùng nằm trên một cặp NST tương đồng.
Số loại giao tử (cơ thể dị hợp 2 cặp gen)	4 loại giao tử với tỉ lệ bằng nhau.	2 loại giao tử với tỉ lệ bằng nhau.
Tỉ lệ KH ở F2 (P t/c, trội hoàn toàn)	9 : 3 : 3 : 1	3 : 1 hoặc 1 : 2 : 1
Tỉ lệ KH lai phân tích	1 : 1 : 1 : 1	1 : 1
Biến dị tổ hợp	Xuất hiện phong phú do sự tổ hợp lại các gen.	Hạn chế, không làm xuất hiện biến dị tổ hợp.
Ý nghĩa	Giải thích sự đa dạng, phong phú của sinh vật trong tự nhiên.	Giải thích sự di truyền ổn định của một nhóm tính trạng, đảm bảo các đặc tính tốt đi kèm với nhau.

6. Ý nghĩa của liên kết gen hoàn toàn

a. Về mặt lý luận

- **Bổ sung cho các quy luật của Mendel:** Liên kết gen không phủ nhận các quy luật của Mendel mà chỉ ra rằng các gen không phải lúc nào cũng phân li độc lập. Quy luật phân li độc lập chỉ đúng khi các gen nằm trên các cặp NST khác nhau.
- **Cơ sở lập bản đồ di truyền:** Hiện tượng liên kết gen là cơ sở để các nhà khoa học xác định vị trí tương đối của các gen trên NST, từ đó xây dựng bản đồ di truyền (bản đồ gen).

b. Về mặt thực tiễn (trong chọn giống)

- **Tổ hợp các gen quý:** Liên kết gen giúp các nhà chọn giống có thể chọn lọc và duy trì những nhóm tính trạng tốt luôn đi kèm với nhau. Bằng cách lai và chọn lọc, họ có thể tạo ra những giống vật nuôi, cây trồng mang nhiều đặc điểm mong muốn được quy định bởi các gen liên kết.
- **Ví dụ 1:** Ở lúa, người ta có thể tạo ra giống vừa có khả năng kháng bệnh đạo ôn, vừa cho năng suất cao nếu các gen quy định hai tính trạng này liên kết với nhau.
- **Ví dụ 2:** Trong chăn nuôi, có thể chọn được những giống lợn có gen quy định tỉ lệ nạc cao và gen quy định tốc độ tăng trưởng nhanh cùng nằm trên một NST.