

Chuyên đề: Tương tác gen át chế và tỉ lệ 12:3:1

Tương tác gen là một trong những nội dung quan trọng của Di truyền học, đặc biệt là các quy luật di truyền biến thái từ quy luật Mendel. Trong đó, tương tác át chế kiểu 12:3:1 là một dạng phổ biến thường gặp trong các bài tập và đề thi. Bài viết này sẽ tổng hợp đầy đủ kiến thức lý thuyết và các dạng bài tập liên quan.

I. Khái niệm tương tác gen át chế

Tương tác gen át chế (epistasis) là trường hợp một gen (alen trội hoặc lặn) có khả năng kìm hãm, ngăn cản sự biểu hiện của một gen khác không alen. Gen kìm hãm được gọi là **gen át chế (epistatic gene)**, và gen bị kìm hãm được gọi là **gen bị át chế (hypostatic gene)**.

- **Át chế trội:** Alen trội của gen này át chế sự biểu hiện của gen không alen. Tỉ lệ đặc trưng là 12:3:1, 13:3.
- **Át chế lặn:** Alen lặn của gen này (ở trạng thái đồng hợp lặn) át chế sự biểu hiện của gen không alen. Tỉ lệ đặc trưng là 9:3:4.

Trong chuyên đề này, chúng ta tập trung vào trường hợp át chế do gen trội với tỉ lệ kiểu hình 12:3:1.

II. Cơ chế di truyền của tương tác át chế kiểu 12:3:1 (Át chế trội)

Đây là trường hợp alen trội của một gen (ví dụ A) át chế sự biểu hiện của cả alen trội (B) và alen lặn (b) của một gen không alen khác.

1. Quy ước gen

Xét sự di truyền của 2 cặp gen không alen (Aa, Bb) phân li độc lập, cùng quy định một tính trạng.

- **Gen A (trội):** Là gen át chế. Khi có mặt trong kiểu gen (A-), nó sẽ át chế sự biểu hiện của cặp gen Bb, dẫn đến một kiểu hình duy nhất (ví dụ: màu trắng).
- **Gen a (lặn):** Không có khả năng át chế. Nó cho phép cặp gen Bb biểu hiện kiểu hình.
- **Gen B (trội):** Quy định một kiểu hình (ví dụ: màu vàng) chỉ khi không bị gen A át chế (kiểu gen aaB-).
- **Gen b (lặn):** Quy định một kiểu hình khác (ví dụ: màu xanh) khi không bị gen A át chế (kiểu gen aabb).

2. Sơ đồ lai minh họa

Xét phép lai kinh điển về màu quả ở bí ngô:

P (thuần chủng): Quả trắng (AABB) × Quả xanh (aabb)

Giao tử P: AB × ab

F1: AaBb (100% quả trắng - do có gen A át chế)

Cho F1 tự thụ phấn: $AaBb \times AaBb$

Giao tử F1: $AB, Ab, aB, ab \times AB, Ab, aB, ab$

F2:

Tổ hợp kiểu gen ở F2 theo tỉ lệ của quy luật phân li độc lập:

- 9 A-B-
- 3 A-bb
- 3 aaB-
- 1 aabb

Xác định kiểu hình tương ứng:

- **9 A-B-:** Có gen trội A át chế → Quả trắng
- **3 A-bb-:** Có gen trội A át chế → Quả trắng
- **3 aaB-:** Không có A, gen B biểu hiện → Quả vàng
- **1 aabb:** Không có A, gen b biểu hiện → Quả xanh

⇒ **Kết quả tỉ lệ kiểu hình ở F2:** (9 + 3) quả trắng : 3 quả vàng : 1 quả xanh = **12 quả trắng : 3 quả vàng : 1 quả xanh.**

3. Bảng phân tích tỉ lệ kiểu gen và kiểu hình

Bảng dưới đây tóm tắt mối quan hệ giữa kiểu gen và kiểu hình trong tương tác át chế 12:3:1.

Tỉ lệ kiểu gen	Kiểu gen	Đặc điểm	Kiểu hình	Tỉ lệ kiểu hình
9/16	A-B-	Có gen trội A át chế	Trắng	12/16
3/16	A-bb	Có gen trội A át chế		
3/16	aaB-	Không có gen A, gen B biểu hiện	Vàng	3/16
1/16	aabb	Không có gen A, gen b biểu hiện	Xanh	1/16

III. Dấu hiệu nhận biết và phương pháp giải bài tập

1. Dấu hiệu nhận biết

1. Phép lai giữa hai cá thể dị hợp về 2 cặp gen ($AaBb \times AaBb$) mà đời con F_2 cho ra tỉ lệ kiểu hình là **12 : 3 : 1**.
2. Tính trạng do hai cặp gen không alen cùng quy định, tuân theo quy luật phân li độc lập.
3. Tổng số tổ hợp ở đời con là 16 hoặc bội số của 16 (ví dụ: 320, 640...).
4. Khi lai phân tích cơ thể dị hợp 2 cặp gen ($AaBb \times aabb$), đời con cho tỉ lệ kiểu hình là **2 : 1 : 1**.

2. Phương pháp giải bài tập

Khi gặp bài toán có tỉ lệ 12:3:1, học sinh có thể thực hiện theo các bước sau:

- **Bước 1: Phân tích tỉ lệ.** Xác định tỉ lệ kiểu hình ở đời con. Nếu tỉ lệ là 12:3:1, kết luận ngay đây là tương tác gen kiểu át chế trội.
- **Bước 2: Quy ước gen.**
 - Kiểu hình chiếm tỉ lệ 12/16 do gen trội át chế (A-) quy định.
 - Kiểu hình chiếm tỉ lệ 3/16 do gen trội bị át chế (aaB-) quy định.
 - Kiểu hình chiếm tỉ lệ 1/16 do cặp gen đồng hợp lặn (aabb) quy định.
- **Bước 3: Xác định kiểu gen của P và F1.** Dựa vào quy ước gen và kiểu hình của các thế hệ để xác định kiểu gen. Thông thường P thuần chủng, F1 dị hợp 2 cặp gen.
- **Bước 4: Viết sơ đồ lai.** Viết sơ đồ lai đầy đủ để kiểm chứng lại kết quả.

IV. Ví dụ minh họa

Ví dụ 1: Bài toán thuận

Đề bài: Ở một loài thực vật, khi lai hai dòng thuần chủng hoa trắng và hoa xanh với nhau, thu được F1 100% hoa trắng. Cho F1 giao phấn với nhau, F2 thu được 240 cây hoa trắng : 61 cây hoa vàng : 20 cây hoa xanh. Biện luận và viết sơ đồ lai từ P đến F2.

Hướng dẫn giải:

1. Bước 1: Phân tích tỉ lệ F2.

Tỉ lệ kiểu hình ở F2 $\approx 240 : 61 : 20 \approx$ **12 trắng : 3 vàng : 1 xanh.**

Tổng tỉ lệ là $12 + 3 + 1 = 16$ tổ hợp. Đây là kết quả của phép lai 2 cặp tính trạng có tương tác gen kiểu át chế trội.

2. Bước 2: Quy ước gen.

- Gen A quy định màu trắng, át chế sự biểu hiện của gen B, b.
- Gen a không át chế.
- Gen B quy định màu vàng khi không có gen A.
- Gen b quy định màu xanh khi không có gen A.
- Kiểu gen A---: Hoa trắng.
- Kiểu gen aaB-: Hoa vàng.
- Kiểu gen aabb: Hoa xanh.

3. Bước 3: Xác định kiểu gen P và F1.

- F2 có 16 tổ hợp $\Rightarrow$ F1 dị hợp 2 cặp gen: AaBb (Hoa trắng).
- P thuần chủng, một bên là hoa trắng, một bên là hoa xanh. Để tạo ra F1 (AaBb), P phải có kiểu gen là **AABB (trắng) $\times$ aabb (xanh)**.

4. Bước 4: Viết sơ đồ lai.

P: AABB (trắng) $\times$ aabb (xanh)

G_P: AB ab

F1: AaBb (100% trắng)

F1 $\times$ F1: AaBb (trắng) $\times$ AaBb (trắng)

G_{F1}: AB, Ab, aB, ab AB, Ab, aB, ab

F2:

- Tỷ lệ kiểu gen: 9 A-B- : 3 A-bb : 3 aaB- : 1 aabb
- Tỷ lệ kiểu hình: 12 hoa trắng : 3 hoa vàng : 1 hoa xanh. (Kết quả phù hợp với giả thuyết).

Ví dụ 2: Bài toán lai phân tích

Đề bài: Ở ngựa, màu lông do hai cặp gen không alen quy định. Gen A át chế sự hình thành sắc tố, gây ra màu trắng. Gen a cho phép hình thành sắc tố. Ở các con ngựa có kiểu gen aa, gen B quy định lông đen và gen b quy định lông hạt dẻ. Cho một con ngựa trắng dị hợp 2 cặp gen (AaBb) lai phân tích. Xác định tỉ lệ kiểu hình ở đời con.

Hướng dẫn giải:

1. Xác định kiểu gen của phép lai.

- Ngựa trắng dị hợp 2 cặp gen có kiểu gen: **AaBb**.
- Lai phân tích là lai với cá thể đồng hợp lặn: **aabb** (lông hạt dẻ).
- Sơ đồ lai: AaBb (trắng) × aabb (hạt dẻ).

2. Xác định giao tử.

- AaBb cho 4 loại giao tử với tỉ lệ bằng nhau: 1 AB : 1 Ab : 1 aB : 1 ab.
- aabb cho 1 loại giao tử: ab.

3. Tổ hợp kết quả ở đời con (Fa).

- 1 AaBb (Có A → Trắng)
- 1 Aabb (Có A → Trắng)
- 1 aaBb (Không có A, có B → Đen)
- 1 aabb (Không có A, có b → Hạt dẻ)

4. Kết luận tỉ lệ kiểu hình.

Tỉ lệ kiểu hình ở đời con là: **2 trắng : 1 đen : 1 hạt dẻ**.