

Chuyên đề: Tương tác gen bổ sung và tỉ lệ kiểu hình 9:7

Tương tác gen là một trong những nội dung quan trọng trong chương trình Sinh học 12, mở rộng từ các quy luật của Mendel. Trong đó, tương tác bổ sung với tỉ lệ 9:7 là một trường hợp điển hình, giải thích cho sự xuất hiện của các tính trạng mới lạ. Bài viết này sẽ hệ thống hóa toàn bộ kiến thức liên quan.

1. Khái niệm về Tương tác gen và Tương tác bổ sung

a. Tương tác gen là gì?

Tương tác gen là sự tác động qua lại giữa các gen không alen (nằm trên các locus khác nhau) trong quá trình hình thành một kiểu hình. Sản phẩm của các gen này (thường là protein, enzyme) có thể ảnh hưởng lẫn nhau để cùng quy định một tính trạng.

Lưu ý: Cần phân biệt với tương tác giữa các alen của cùng một gen (trội hoàn toàn, trội không hoàn toàn, đồng trội).

b. Tương tác bổ sung (Complementary Gene Interaction)

Định nghĩa: Tương tác bổ sung là trường hợp hai hay nhiều cặp gen không alen cùng tác động để hình thành một kiểu hình mới. Khi có mặt đồng thời cả hai gen trội không alen, một kiểu hình mới sẽ xuất hiện. Nếu thiếu một trong hai gen trội hoặc cả hai đều ở trạng thái lặn, kiểu hình sẽ khác.

Trường hợp 9:7 là một dạng đặc biệt của tương tác bổ sung, trong đó kiểu hình trội chỉ được biểu hiện khi có mặt ít nhất một alen trội của mỗi gen.

- **Kiểu gen A_B_:** Quy định kiểu hình trội (ví dụ: hoa đỏ).
- **Các kiểu gen còn lại (A_bb, aaB_, aabb):** Quy định kiểu hình lặn (ví dụ: hoa trắng).

2. Cơ sở tế bào học của tương tác bổ sung tỉ lệ 9:7

Cơ sở của tương tác gen là sự tương tác giữa các sản phẩm của chúng. Đối với tỉ lệ 9:7, ta có thể hình dung qua một chuỗi phản ứng sinh hóa như sau:

Một chất ban đầu (tiền chất không màu) cần trải qua hai giai đoạn chuyển hóa liên tiếp để tạo thành sản phẩm cuối cùng (sắc tố màu). Mỗi giai đoạn được xúc tác bởi một enzyme do một gen trội quy định.

Sơ đồ chuỗi phản ứng:

Gen A → Enzyme A **Gen B** → Enzyme B

Tiền chất (không màu) → Chất trung gian (không màu) → Sắc tố (có màu)

- **Kiểu gen A_B_:** Có cả gen trội A và gen trội B. Do đó, cả enzyme A và enzyme B đều được tạo ra. Chuỗi phản ứng hoàn tất, tạo ra sắc tố màu → **Kiểu hình trội.**
- **Kiểu gen A_bb:** Có gen trội A nhưng không có gen trội B. Enzyme A được tạo ra, chuyển hóa tiền chất thành chất trung gian. Tuy nhiên, không có enzyme B để chuyển hóa tiếp → Chuỗi phản ứng dừng lại, không tạo ra sắc tố → **Kiểu hình lặn.**

- **Kiểu gen aaB₋**: Không có gen trội A nhưng có gen trội B. Không có enzyme A, tiền chất không được chuyển hóa ngay từ đầu. Dù có enzyme B cũng vô dụng → Chuỗi phản ứng bị chặn, không tạo ra sắc tố → **Kiểu hình lặn**.
- **Kiểu gen aabb**: Không có cả hai gen trội A và B. Không có enzyme nào được tạo ra → Chuỗi phản ứng không xảy ra → **Kiểu hình lặn**.

3. Sơ đồ lai và sự hình thành tỉ lệ 9:7

Để thấy rõ sự hình thành tỉ lệ 9:7, chúng ta xét phép lai kinh điển ở cây đậu thơm (*Lathyrus odoratus*).

a. Phép lai kinh điển

P (thế hệ xuất phát): Lai hai dòng hoa trắng thuần chủng với nhau.

P: Hoa trắng 1 (AAbb) × Hoa trắng 2 (aaBB)

Giao tử P (G_p): Ab

aB

F₁ (thế hệ con thứ nhất): AaBb (100% có kiểu hình hoa đỏ)

Nhận xét: Hai cơ thể lặn lai với nhau ra con có kiểu hình trội là dấu hiệu rất đặc trưng của tương tác bổ sung.

b. Cho F₁ tự thụ phấn

F₁ × F₁: AaBb (hoa đỏ) × AaBb (hoa đỏ)

Giao tử F₁ (G_{F1}): 1/4 AB : 1/4 Ab : 1/4 aB : 1/4 ab

F₂ (thế hệ con thứ hai): Tổ hợp các giao tử trong khung Punnett.

Tỉ lệ kiểu gen ở F2 là: **1 AABB : 2 AABb : 2 AaBB : 4 AaBb : 1 AAbb : 2 Aabb : 1 aaBB : 2 aaBb : 1 aabb.**

c. Phân tích tỉ lệ kiểu hình F2

Dựa trên cơ sở tế bào học đã nêu, ta nhóm các kiểu gen thành các kiểu hình tương ứng:

Tỉ lệ kiểu gen	Các kiểu gen	Sự có mặt của gen trội	Kiểu hình
9/16	1 AABB : 2 AABb : 2 AaBB : 4 AaBb	Có cả A và B (A_B_)	Hoa đỏ (Trội)
3/16	1 AAbb : 2 Aabb	Chỉ có A (A_bb)	Hoa trắng (Lặn)
3/16	1 aaBB : 2 aaBb	Chỉ có B (aaB_)	Hoa trắng (Lặn)
1/16	1 aabb	Không có A và B (aabb)	Hoa trắng (Lặn)

Kết luận tỉ lệ kiểu hình F2:

Tổng hợp lại, ta có:

- Số tổ hợp có kiểu hình hoa đỏ: 9/16 A_B_
- Số tổ hợp có kiểu hình hoa trắng: (3/16 A_bb + 3/16 aaB_ + 1/16 aabb) = 7/16

→ Tỷ lệ kiểu hình cuối cùng là **9 hoa đỏ : 7 hoa trắng**.

4. Dấu hiệu nhận biết quy luật tương tác bổ sung 9:7

Khi làm bài tập, việc nhận biết nhanh quy luật di truyền chi phối sẽ giúp giải quyết vấn đề hiệu quả. Dưới đây là các dấu hiệu chính:

- Kết quả phép lai dị hợp hai cặp gen:** Khi cho F1 dị hợp hai cặp gen (AaBb) tự thụ phấn hoặc giao phấn với nhau, F2 cho tỷ lệ kiểu hình là 9:7. Đây là dấu hiệu quan trọng nhất. Tỷ lệ này là biến thể của tỷ lệ 9:3:3:1 của Mendel, trong đó 3 nhóm kiểu hình sau (3:3:1) đã được gộp lại thành một (7).
- Số loại kiểu hình:** Phép lai hai cặp gen nhưng đời con chỉ cho ra 2 loại kiểu hình, thay vì 4 như phân li độc lập.
- Phép lai đặc biệt:** Khi lai hai cơ thể thuần chủng có cùng kiểu hình lặn (ví dụ: hoa trắng AAbb × hoa trắng aaBB), đời con F1 lại thu được 100% kiểu hình trội (hoa đỏ AaBb).
- Tỷ lệ của phép lai phân tích:** Nếu lai cơ thể dị hợp 2 cặp gen (AaBb) với cơ thể đồng hợp lặn (aabb), đời con sẽ cho tỷ lệ kiểu hình là **1 trội : 3 lặn** (1 A_B_ : 1 A_bb : 1 aaB_ : 1 aabb).

5. Phương pháp giải bài tập và ví dụ minh họa

a. Các bước giải bài tập

- Bước 1: Xác định quy luật di truyền.** Dựa vào các dấu hiệu nhận biết (tỷ lệ F2 là 9:7, lai 2 lặn ra 1 trội,...). Biện luận rằng tính trạng do 2 cặp gen

không alen tương tác theo kiểu bổ sung.

- Bước 2: Quy ước gen.** Gán kiểu gen cho kiểu hình. Ví dụ: A_B_ quy định hoa đỏ; A_bb, aaB_, aabb quy định hoa trắng.
- Bước 3: Xác định kiểu gen của P (và F1).** Dựa vào đề bài và quy ước gen để viết đúng kiểu gen của các thế hệ.
- Bước 4: Viết sơ đồ lai và xác nhận kết quả.** Lập sơ đồ lai từ P đến thế hệ mà đề bài yêu cầu, tính tỉ lệ kiểu gen và kiểu hình để đối chiếu với dữ liệu bài toán.

b. Ví dụ minh họa

Ví dụ 1: Bài toán thuận

Đề bài: Ở một loài thực vật, lai hai dòng hoa trắng thuần chủng với nhau thu được F1 đồng loạt có hoa màu đỏ. Cho các cây F1 tự thụ phấn, F2 thu được 891 cây hoa đỏ và 698 cây hoa trắng. Hãy biện luận và viết sơ đồ lai từ P đến F2.

Giải:

1. Bước 1: Xác định quy luật di truyền.

- P: hoa trắng × hoa trắng → F1: 100% hoa đỏ. Điều này chứng tỏ tính trạng màu hoa do hai cặp gen tương tác bổ sung quy định, và F1 có kiểu gen dị hợp về cả hai cặp gen (AaBb).
- Xét tỉ lệ kiểu hình ở F2: Đỏ : Trắng $\approx 891 : 698 \approx 9 : 7$.
- Tổng số tổ hợp là $9 + 7 = 16$, cho thấy F1 dị hợp 2 cặp gen và các gen này phân li độc lập.

- Kết luận: Tính trạng màu sắc hoa di truyền theo quy luật tương tác bổ sung tỉ lệ 9:7.

2. Bước 2: Quy ước gen.

- **A_B_:** Hoa đỏ
- **A_bb, aaB_, aabb:** Hoa trắng

3. Bước 3: Xác định kiểu gen của P và F1.

- F1 có kiểu gen AaBb (hoa đỏ).
- Vì P là hai dòng hoa trắng thuần chủng lai với nhau ra F1 AaBb, nên kiểu gen của P phải là **AAbb × aaBB**.

4. Bước 4: Viết sơ đồ lại.

- **P:** AAbb (hoa trắng) × aaBB (hoa trắng)
- **G_p:** Ab aB
- **F₁:** AaBb (100% hoa đỏ)
- **F₁ × F₁:** AaBb × AaBb
- **G_{F1}:** AB, Ab, aB, ab AB, Ab, aB, ab
- **F₂:**
 - Tỉ lệ kiểu gen: 9 A_B_ : 3 A_bb : 3 aaB_ : 1 aabb
 - Tỉ lệ kiểu hình: **9 hoa đỏ : 7 hoa trắng**. Kết quả này phù hợp với giả thuyết.

Ví dụ 2: Bài toán lai phân tích

Đề bài: Ở ngô, tính trạng chiều cao cây do 2 cặp gen không alen (A, a và B, b) tương tác theo kiểu bổ sung. Kiểu gen có mặt cả hai alen trội A và B quy định cây thân cao, các kiểu gen còn lại quy định cây thân thấp. Cho cây F1 dị hợp 2 cặp gen lai phân tích, kết quả thu được ở đời con sẽ như thế nào?

Giải:

1. Quy ước gen:

- **A_B_:** Thân cao
- **A_bb, aaB_, aabb:** Thân thấp

2. Xác định kiểu gen các cơ thể đem lai:

- Cây F1 dị hợp 2 cặp gen có kiểu gen là **AaBb**.
- Lai phân tích là lai với cơ thể đồng hợp lặn, có kiểu gen là **aabb**.

3. Viết sơ đồ lai:

- **P:** AaBb (thân cao) × aabb (thân thấp)
- **Gp:** 1/4 AB:1/4 Ab:1/4 aB:1/4 ab 1 ab
- **Fa (đời con):**
 - Tỷ lệ kiểu gen: 1/4 AaBb : 1/4 Aabb : 1/4 aaBb : 1/4 aabb
 - Tỷ lệ kiểu hình:
 - + 1/4 AaBb → **Thân cao**
 - + 1/4 Aabb + 1/4 aaBb + 1/4 aabb → 3/4 **Thân thấp**

4. **Kết luận:** Kết quả phép lai phân tích cho tỉ lệ kiểu hình là **1 cây thân cao : 3 cây thân thấp**.

VIDOCU.COM