

CHUYÊN ĐỀ TƯƠNG TÁC GEN: ÁT CHẾ KIỂU HÌNH 9:3:4 VÀ 13:3

Tương tác gen là một phần quan trọng trong chương trình Sinh học 12, đặc biệt là các quy luật di truyền biến đổi của Mendel. Chuyên đề này sẽ tập trung vào hai trường hợp tương tác át chế phổ biến là át chế do gen lặn (tỉ lệ 9:3:4) và át chế do gen trội (tỉ lệ 13:3).

I. Khái niệm chung về Tương tác gen

1. Tương tác gen là gì?

Tương tác gen là sự tác động qua lại giữa các gen không alen (nằm ở các locus khác nhau) trong quá trình hình thành một kiểu hình. Kết quả của tương tác gen là làm xuất hiện các tỉ lệ kiểu hình đặc trưng, khác với các tỉ lệ của quy luật phân li độc lập của Mendel.

- **Phân biệt với tương tác alen:** Tương tác alen là sự tương tác giữa các alen của cùng một gen (ví dụ: trội hoàn toàn, trội không hoàn toàn, đồng trội).
- **Bản chất:** Thực chất, các gen không trực tiếp tương tác với nhau mà là sản phẩm (protein, enzyme) của chúng tương tác với nhau để tạo nên kiểu hình.

2. Tương tác át chế (Epistasis)

Át chế gen là một dạng tương tác gen đặc biệt, trong đó một gen (gọi là gen át chế - epistatic) sẽ kìm hãm hoặc che lấp sự biểu hiện của một gen khác không alen (gọi là gen bị át chế - hypostatic).

II. Át chế do gen lặn - Tỷ lệ kiểu hình 9:3:4

1. Cơ sở và quy ước gen

Đây là trường hợp gen lặn ở một locus (ví dụ: aa) có khả năng át chế sự biểu hiện của các alen (trội hoặc lặn) ở một locus khác.

Quy ước gen tổng quát:

- Kiểu gen **A_B_**: quy định kiểu hình 1.
- Kiểu gen **A_bb**: quy định kiểu hình 2.
- Kiểu gen **aaB_** và **aabb**: cùng quy định kiểu hình 3 (do gen lặn **aa** át chế sự biểu hiện của gen B và b).

Khi cho lai hai cá thể dị hợp 2 cặp gen ($AaBb \times AaBb$), tỷ lệ phân li kiểu hình ở đời con là **9 (A_B_) : 3 (A_bb) : 4 (aaB_ + aabb)**.

2. Sơ đồ lai minh họa

Xét phép lai giữa hai cá thể dị hợp về 2 cặp gen:

F1 x F1: AaBb (Kiểu hình 1) × AaBb (Kiểu hình 1)

Giao tử F1: 1/4 AB, 1/4 Ab, 1/4 aB, 1/4 ab

F2 (Tỷ lệ kiểu gen):

- $9/16 A_B_ \rightarrow$ Kiểu hình 1
- $3/16 A_bb \rightarrow$ Kiểu hình 2
- $3/16 aaB_ \rightarrow$ Kiểu hình 3
- $1/16 aabb \rightarrow$ Kiểu hình 3

$\Rightarrow$ Kết quả tỉ lệ kiểu hình F₂: 9 Kiểu hình 1 : 3 Kiểu hình 2 : 4 Kiểu hình 3

3. Ví dụ cụ thể

Ví dụ 1: Màu lông ở chuột lang

Ở chuột lang, màu lông do 2 cặp gen không alen quy định. Gen A quy định tổng hợp sắc tố melanin, gen a không tổng hợp được sắc tố (gây bạch tạng). Gen B quy định lông đen, gen b quy định lông nâu. Gen aa át chế sự biểu hiện của gen B và b.

- **$A_B_$** : Lông đen
- **A_bb** : Lông nâu
- **$aaB_$ và $aabb$** : Lông trắng (bạch tạng)

Sơ đồ lai:

P (thuần chủng): $AABB$ (Lông đen) $\times$ $aabb$ (Lông trắng)

G(P): AB ab

F₁: $AaBb$ (100% Lông đen)

F₁ $\times$ F₁: $AaBb \times AaBb$

F2: 9 A_B_ (Đen) : 3 A_bb (Nâu) : 3 aaB_ (Trắng) : 1 aabb (Trắng)

⇒ **Tỉ lệ kiểu hình F2: 9 Đen : 3 Nâu : 4 Trắng**

Ví dụ 2: Màu lông ở chó Labrador

Màu lông của chó Labrador được kiểm soát bởi hai gen. Gen B/b kiểm soát việc sản xuất melanin (B: đen > b: nâu). Gen E/e kiểm soát sự lắng đọng của sắc tố trong lông (E: cho phép lắng đọng, e: không cho phép lắng đọng, gây ra màu vàng). Cặp gen ee át chế B và b.

- **B_E_**: Lông đen
- **bbE_**: Lông nâu (chocolate)
- **B_ee** và **bbee**: Lông vàng

Sơ đồ lai:

P (thuần chủng): BBEE (Đen) × bbee (Vàng)

F1: BbEe (100% Đen)

F1 × F1: BbEe × BbEe

⇒ **Tỉ lệ kiểu hình F2: 9 Đen : 3 Nâu : 4 Vàng**

III. Át chế do gen trội - Tỉ lệ kiểu hình 13:3

1. Cơ sở và quy ước gen

Đây là trường hợp gen trội ở một locus (ví dụ: A) át chế sự biểu hiện của các alen ở locus khác. Đồng thời, cặp gen lặn ở locus bị át chế (bb) cũng quy định cùng kiểu hình với gen át chế.

Quy ước gen tổng quát:

- Kiểu gen **A_B_**, **A_bb** và **aabb**: cùng quy định kiểu hình 1 (do gen trội **A** át chế hoặc do **bb** không tạo ra sản phẩm).
- Kiểu gen **aaB_**: quy định kiểu hình 2.

Khi cho lai hai cá thể dị hợp 2 cặp gen ($AaBb \times AaBb$), tỉ lệ phân li kiểu hình ở đời con là **13 (A_B_ + A_bb + aabb) : 3 (aaB_)**.

2. Sơ đồ lai minh họa

Xét phép lai giữa hai cá thể dị hợp về 2 cặp gen:

F1 x F1: AaBb (Kiểu hình 1) × AaBb (Kiểu hình 1)

Giao tử F1: 1/4 AB, 1/4 Ab, 1/4 aB, 1/4 ab

F2 (Tỉ lệ kiểu gen):

- 9/16 A_B_ → Kiểu hình 1
- 3/16 A_bb → Kiểu hình 1
- 1/16 aabb → Kiểu hình 1
- 3/16 aaB_ → Kiểu hình 2

⇒ **Kết quả tỉ lệ kiểu hình F2: 13 Kiểu hình 1 : 3 Kiểu hình 2**

3. Ví dụ cụ thể

Ví dụ 1: Màu lông ở gà Leghorn

Ở gà, gen trội I át chế sự biểu hiện màu của gen C, gen i không át chế. Gen C quy định lông có màu, gen c quy định lông trắng. Như vậy, gen I là gen át chế trội, còn cc là gen gây ra kiểu hình trắng.

- **I_C_, I_cc**: Lông trắng (do I át chế)
- **iicc**: Lông trắng (do cc không tạo màu)
- **iiC_**: Lông màu

Sơ đồ lai:

P (thuần chủng): IICC (Trắng) × iicc (Trắng)

G(P): IC ic

F1: IiCc (100% Trắng)

F1 × F1: IiCc × IiCc

F2: 9 I_C_ : 3 I_cc : 1 iicc : 3 iiC_

⇒ **Tỉ lệ kiểu hình F2: 13 Trắng : 3 Màu**

Ví dụ 2: Màu hoa ở một loài thực vật (giả định)

Gen A tạo ra một enzyme ức chế quá trình tổng hợp sắc tố đỏ, gen a không ức chế. Gen B quy định tổng hợp sắc tố đỏ, gen b không tổng hợp được sắc tố đỏ (cho hoa trắng).

- **A_B_, A_bb**: Hoa trắng (do A ức chế)

- **aabb**: Hoa trắng (do b không tổng hợp sắc tố)
- **aaB₋**: Hoa đỏ

Sơ đồ lai:

P (thuần chủng): AABB (Trắng) × aabb (Trắng)

F1: AaBb (100% Trắng)

F1 × F1: AaBb × AaBb

⇒ **Tỉ lệ kiểu hình F2: 13 Trắng : 3 Đỏ**

IV. Dấu hiệu nhận biết và Phương pháp giải bài tập

1. Bảng so sánh và dấu hiệu nhận biết

Tiêu chí	Át chế do gen lặn (9:3:4)	Át chế do gen trội (13:3)
Tỉ lệ F2 đặc trưng	9 : 3 : 4	13 : 3
Số loại kiểu hình	3 loại kiểu hình	2 loại kiểu hình
Gen át chế	Cặp gen đồng hợp lặn (aa)	Gen trội (A ₋)
Phép lai P đặc trưng	KH1 (AABB) × KH3 (aabb) → F1: 100% KH1 (AaBb)	KH1 (AABB) × KH1 (aabb) → F1: 100% KH1 (AaBb)

2. Các bước giải bài tập

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

- Phân tích tỉ lệ kiểu hình ở đời con. Nếu phép lai dị hợp 2 cặp gen cho ra 16 tổ hợp và có tỉ lệ 9:3:4 hoặc 13:3, đây là tương tác át chế.
- Tính trạng do hai hay nhiều gen không alen cùng quy định.

2. Bước 2: Quy ước gen.

- Dựa vào tỉ lệ phân li (9:3:4 hay 13:3) để xác định kiểu át chế (lặn hay trội).
- Gán các kiểu gen cho từng kiểu hình cụ thể dựa trên quy ước chung.

3. Bước 3: Viết sơ đồ lai và kiểm chứng.

- Từ kiểu hình của P, suy ra kiểu gen của P.
- Viết sơ đồ lai từ P đến F₁, F₂ để kiểm tra xem kết quả có phù hợp với dữ kiện đề bài hay không.
- Trả lời các câu hỏi của bài toán.

3. Bài tập vận dụng

Bài toán: Ở một loài thực vật, cho giao phấn giữa hai cây thuần chủng đều có hoa màu trắng (P), thu được F₁ 100% cây hoa trắng. Cho F₁ tự thụ phấn, F₂ thu được tỉ lệ 135 cây hoa trắng : 29 cây hoa vàng.

- Biện luận để xác định quy luật di truyền chi phối tính trạng màu sắc hoa.
- Viết sơ đồ lai từ P đến F₂.

Hướng dẫn giải:

a. Biện luận:

- Xét tỉ lệ kiểu hình ở F₂: Trắng / Vàng $\approx 135 / 29 \approx 13:3$.
- Tỉ lệ F₂ là 13:3, có tổng cộng 16 tổ hợp, suy ra tính trạng màu hoa do 2 cặp gen không alen tương tác với nhau theo kiểu át chế do gen trội.
- Quy ước gen:
 - A_B_, A_bb, aabb: Hoa trắng
 - aaB_: Hoa vàng

b. Sơ đồ lai:

- P thuần chủng hoa trắng lai với nhau cho F₁ 100% hoa trắng (dị hợp 2 cặp gen). Vậy kiểu gen của P phải là **AABB (trắng) × aabb (trắng)**.
- **P:** AABB (Trắng) × aabb (Trắng)
- **G(P):** AB ab
- **F₁:** AaBb (100% Trắng)
- **F₁ × F₁:** AaBb (Trắng) × AaBb (Trắng)
- **G(F₁):** AB, Ab, aB, ab
- **F₂:**
 - Tỉ lệ kiểu gen: 9 A_B_ : 3 A_bb : 3 aaB_ : 1 aabb
 - Tỉ lệ kiểu hình: (9 A_B_ + 3 A_bb + 1 aabb) Trắng : 3 aaB_ Vàng
 - $\Rightarrow$ **13 Hoa trắng : 3 Hoa vàng**. Kết quả phù hợp với giả thuyết.