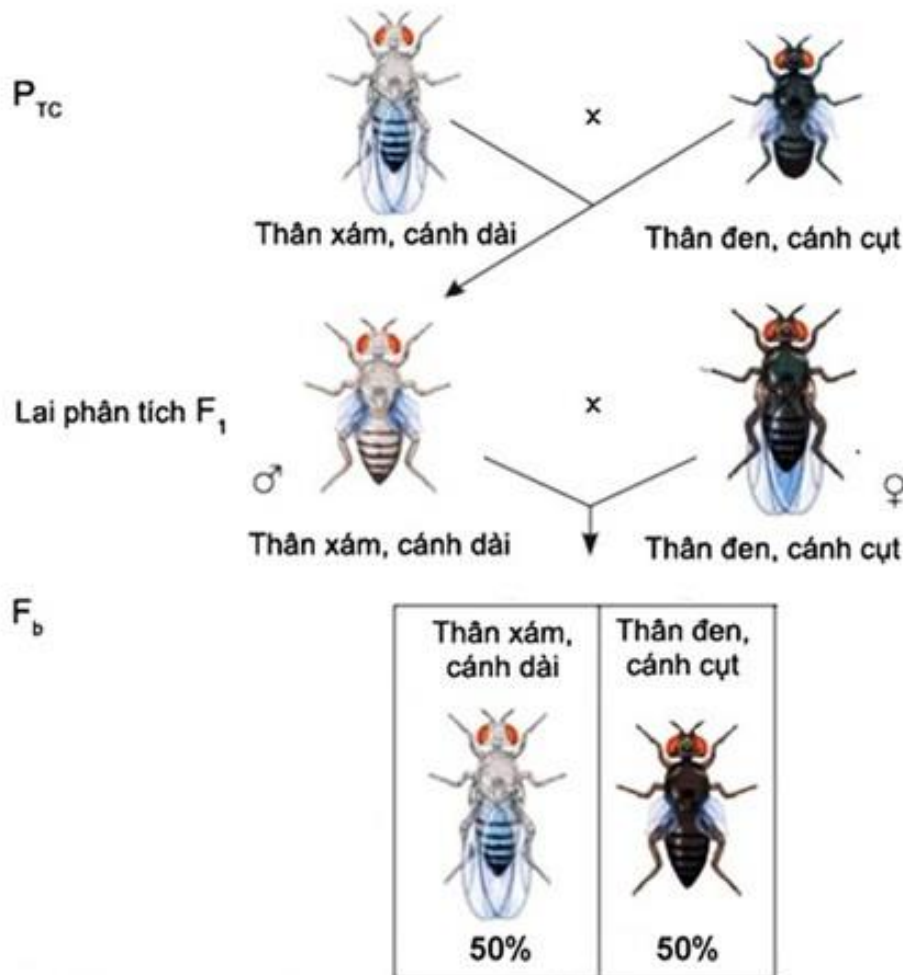


BÀI LIÊN KẾT GEN VÀ HOÁN VỊ GEN

1. Tóm tắt lý thuyết

1.1. Liên kết gen (Liên kết hoàn toàn)

a. Thí nghiệm của Morgan trên ruồi giấm:



b. Nhận xét tỉ lệ phân li kiểu hình ở F₂:

- Phép lai xét sự di truyền của các cặp tính trạng: màu thân và độ dài cánh ⇒ phép lai hai cặp tính trạng
 - Số loại kiểu hình xuất hiện ở F₂: 2 kiểu hình
 - Xét tỉ lệ phân li kiểu hình tính trạng màu thân: Thân xám : Thân đen = 1 : 1
 - Xét tỉ lệ phân li kiểu hình tính trạng kích thước cánh: 1 cánh dài : 1 cánh cụt
 - Tỉ lệ phân li kiểu hình chung: 1 xám, dài : 1 đen, cụt
- ⇒ Kết quả phân tích F₂ cho thấy màu sắc thân và chiều dài cánh không tuân theo quy luật phân li độc lập của Mendel
- ⇒ Kết quả lai phân tích của Morgan giống với kết quả lai phân tích một cặp tính trạng

c. Giải thích thí nghiệm

- Đời F₁ cho kết quả 100% ruồi thân xám, cánh dài ⇒ thân xám là trội so với thân đen, cánh dài là trội hơn so với cánh ngắn.

- P thuần chủng, khác nhau về 2 cặp tính trạng tương phản

⇒ F₁ dị hợp về 2 cặp gen, nếu lai phân tích thì sẽ cho tỉ lệ: 1 : 1 : 1 : 1 nhưng F₂ cho tỉ lệ 1 : 1

⇒ F₁ chỉ tạo 2 loại giao tử với tỉ lệ ngang nhau

⇒ Hai cặp gen cùng nằm trên 1 NST

d. Sơ đồ lai

- Quy ước:

A: thân xám > a: thân đen

B: cánh dài > b: cánh cụt

P_{tc}: ♀ $\frac{AB}{AB}$ x ♂ $\frac{ab}{ab}$

G_P: AB ab

F₁: $\frac{AB}{ab}$ 100% thân xám, cánh dài

Lai phân tích thuận

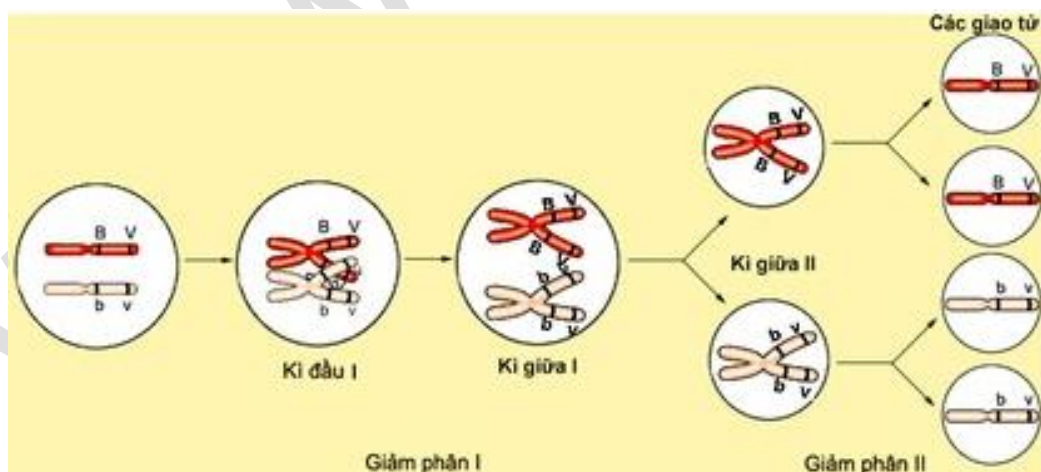
F_b: ♂ $\frac{AB}{ab}$ x ♀ $\frac{ab}{ab}$

G_{F_b}: AB, ab ab

F₂: $\frac{AB}{ab}$: $\frac{ab}{ab}$

(50% TX, CD) : (50% TĐ, CC)

e. Cơ sở tế bào học của hiện tượng di truyền liên kết gen



Các gen quy định các tính trạng khác nhau (màu thân, dạng cánh) cùng nằm trên 1 NST và di truyền cùng nhau.

f. Kết luận:

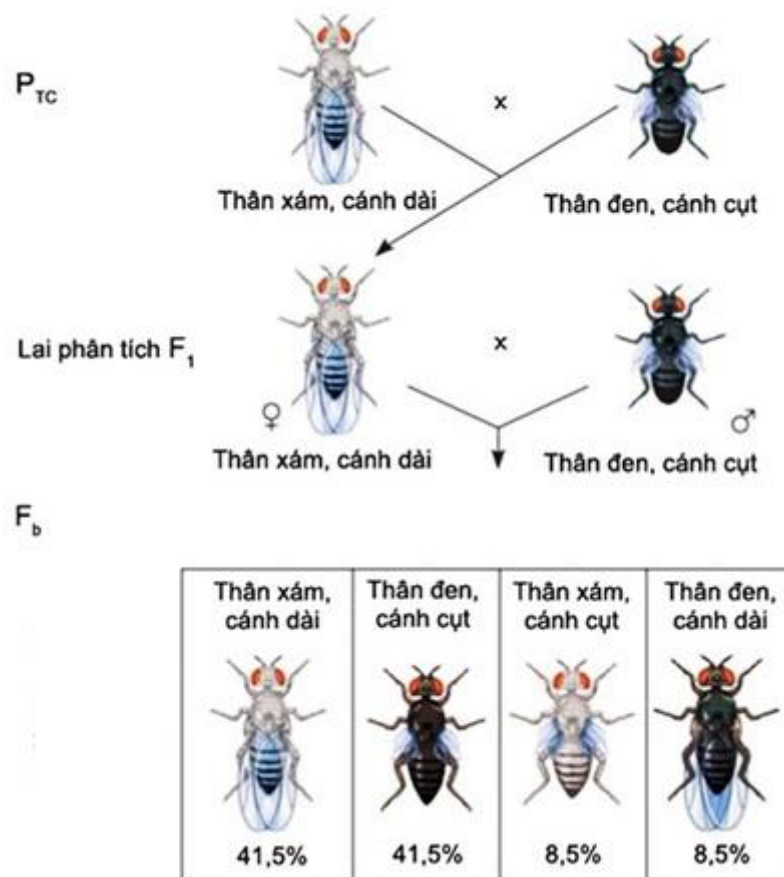
- Liên kết gen là hiện tượng các gen trên cùng 1 NST di truyền cùng nhau

- Các gen nằm trên một NST tạo thành một nhóm gen liên kết

- Số nhóm gen liên kết ở mỗi loài bằng số NST trong bộ đơn bội (n) của loài đó

1.2. Hoán vị gen

a. Thí nghiệm của Moogan



b. Nhận xét tỉ lệ phân li kiểu hình ở F₂:

Kết quả lai phân tích 4 kiểu hình với tỉ lệ khác nhau, khác với tỉ lệ LKG (1:1) và PLĐL (1:1:1:1)

c. Giải thích thí nghiệm bằng sơ đồ lai

- Quy ước

A: thân xám > a: thân đen

B: cánh dài > b: cánh cụt

P_{TC}: ♀ $\frac{AB}{AB}$ × ♂ $\frac{ab}{ab}$

F₁: $\frac{AB}{ab}$ (100% TX, CD)

Pa: ♀ $\frac{AB}{ab}$ × ♂ $\frac{ab}{ab}$

♀ \ ♂	<u>AB</u>	<u>ab</u>	<u>Ab</u>	<u>aB</u>
	41,5%	41,5%	8,5%	8,5%
♂ \ ♀	<u>AB</u>	<u>ab</u>	<u>Ab</u>	<u>aB</u>
ab 100%	<u>ab</u> 41,5%	<u>ab</u> 41,5%	<u>ab</u> 8,5%	<u>ab</u> 8,5%

$F_a: \left(\frac{AB}{ab}\right) : \left(\frac{ab}{ab}\right)$

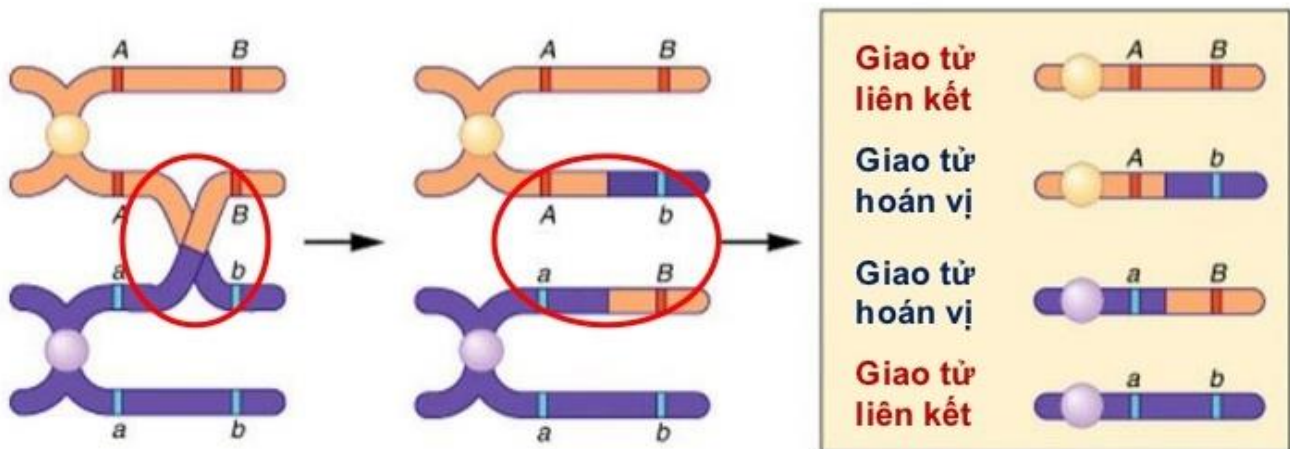
(41,5% TX, CD) (41,5% TĐ, CC)

$\left(\frac{Ab}{ab}\right) : \left(\frac{aB}{ab}\right)$

(8,5% TX, CC) (8,5% TĐ, CD)

d. Cơ sở tế bào học của hiện tượng di truyền liên kết không hoàn toàn

- Sự trao đổi chéo giữa các crômatit khác nguồn gốc của cặp NST tương đồng dẫn đến sự trao đổi (hoán vị) giữa các gen trên cùng 1 cặp NST tương đồng.
- Các gen nằm càng xa nhau thì lực liên kết càng yếu, càng dễ xảy ra hoán vị gen



e. Kết luận:

- Do các gen có xu hướng liên kết hoàn toàn nên hiện tượng hoán vị gen ít xảy ra.
- Các giao tử hoán vị gen chiếm tỉ lệ thấp.
- Tần số hoán vị gen thể hiện lực liên kết và khoảng cách tương đối của các gen.

1.3. Ý nghĩa của liên kết gen và hoán vị gen

a. Ý nghĩa của liên kết gen

- Nhiều nhóm gen quý cùng nằm trên NST thì di truyền cùng nhau tạo nên nhóm tính trạng tốt giúp cho sự ổn định loài.

- Trong công nghiệp chọn giống, chuyển các gen có lợi cùng trên 1 NST để tạo được các giống như mong muốn

b. Ý nghĩa của hoán vị gen

- Tăng biến dị tổ hợp, tạo nguồn nguyên liệu cho tiến hoá và chọn giống
- Các gen quý có cơ hội được tổ hợp lại tạo thành nhóm gen liên kết mới → Rất có ý nghĩa trong tiến hóa và chọn giống
- Thiết lập được khoảng cách tương đối của các gen trên nhiễm sắc thể → thiết lập bản đồ gen có thể dự đoán trước tần số các tổ hợp gen mới trong các phép lai, có ý nghĩa trong chọn giống (giảm thời gian chọn đôi giao phối một cách mò mẫm) và nghiên cứu khoa học

2. Bài tập minh họa

2.1. Dạng 1: Tính tần số hoán vị gen

Câu 1: Khi lai giữa P đều thuần chủng, đời F₁ chỉ xuất hiện kiểu hình cây quả tròn, ngọt. Cho F₁ tự thụ phấn thu được F₂ có 4 kiểu hình theo tỷ lệ như sau:

- 66% cây quả tròn, ngọt
- 9% cây quả tròn, chua
- 9% cây quả bầu dục, ngọt
- 16% cây quả bầu dục, chua

Biết mỗi cặp gen quy định một cặp tính trạng. Xác định tần số hoán vị gen?

Hướng dẫn giải

- Quy ước:

- A – quả tròn > a bầu dục
- B – quả ngọt > b quả chua

- Đời con xuất hiện 4 loại kiểu hình

- Tỷ lệ kiểu phân li kiểu hình ở đời con là: 33 : 3 : 2 : 2

⇒ các gen nằm trên cùng một NST và có hiện tượng hoán vị gen

- Kiểu hình lặn có kiểu gen $\left(\frac{ab}{ab}\right) = 16\% = 0.4 ab \times 0.4 ab$

⇒ ab phải là giao tử liên kết ⇒ $f = 100\% - 40\% \times 2 = 20\%$

Câu 2: Ở loài ruồi giấm đem lai giữa bố mẹ đều thuần chủng đời F₁ chỉ xuất hiện loại kiểu hình thân xám, cánh dài. Tiếp tục cho F₁ giao phối, đời F₂ có 4 loại kiểu hình sau:

- 564 con thân xám, cánh dài
- 164 con thân đen, cánh cụt
- 36 con thân xám, cánh cụt

- 36 con thân đen, cánh dài

Xác định tần số hoán vị gen?

Hướng dẫn giải

- Ở loài ruồi giấm hiện tượng hoán vị gen chỉ xảy ra ở ruồi cái không xảy ra ở ruồi đực.

- Đời F₂ xuất hiện kiểu hình mang hai tính trạng lặn thân đen, cánh ngắn

$$\left(\frac{ab}{ab}\right) = 20.5\% = 1/2 \text{ giao tử } \text{♂ } ab \times 41\% \text{ giao tử } \text{♀ } ab$$

⇒ Loại giao tử ♀ ab = 41% > 25% đây là giao tử liên kết

$$\Rightarrow f = 100\% - (41\% \times 2) = 18\%.$$

2.2. Dạng 2: Xác định quy luật di truyền quy định phép lai

Khi lai cây thân cao, chín sớm (dị hợp tử hai cặp gen) với cây thân thấp, chín muộn (đồng hợp lặn) Fa thu được 35% cây thân cao, chín sớm : 35% cây thân thấp, chín muộn : 15% cây thân cao, chín muộn : 15% cây thân thấp, chín sớm. Xác định quy luật di truyền các gen nói trên?

Hướng dẫn giải

- Fa xuất hiện 4 loại kiểu hình,

- Tỷ lệ phân li kiểu hình là: 35 : 35 : 15 : 15

⇒ Tỷ lệ khác 1:1:1:1 và 1:1 => các gen không phân li độc lập với nhau

⇒ Vậy hai cặp gen quy định tính trạng di truyền theo hoán vị gen

2.3. Dạng 3: Biết gen trội lặn, kiểu gen P và tần số hoán vị xác định kết quả lai

Cho phép lai P: $\left(\frac{AB}{ab}\right) \times \left(\frac{ab}{ab}\right)$ (tần số hoán vị gen là 30%). Các cơ thể lai mang hai tính trạng lặn chiếm tỷ lệ?

Hướng dẫn giải

- Ta có: A > a ; B > b

- Xét phép lai: $\left(\frac{AB}{ab}\right) \times \left(\frac{ab}{ab}\right)$ có $\left(\frac{AB}{ab}\right)$, f = 30% cho các giao tử:

$$AB = ab = 35\%; Ab = aB = 15\%$$

$\left(\frac{ab}{ab}\right)$ chỉ tạo ra một loại giao tử ab

$$\text{Vậy các cơ thể lai mang 2 tính trạng lặn chiếm tỉ lệ: } \left(\frac{ab}{ab}\right) = 0,35(ab) \times 1(ab) = 0,35 = 35\%$$

2.4. Dạng 4: Phương pháp xác định tỉ lệ giao tử

Biết trong quá trình giảm phân, các gen liên kết hoàn toàn với nhau. Xác định tỉ lệ giao tử của các cá thể có kiểu gen như sau:

1. (AB / ab)

2. (Ab / aB)

3. (AbD / aBd)

Hướng dẫn giải

1. Kiểu gen (AB / ab) : 2 kiểu giao tử $AB = ab = 1/2$

2. Kiểu gen (Ab / aB) : 2 kiểu giao tử $Ab = aB = 1/2$

3. Kiểu gen (AbD / aBd) : 2 kiểu giao tử $AbD = aBd = 1/2$

3. Luyện tập

3.1. Bài tập tự luận

Câu 1: Làm thế nào có thể chứng minh được 2 gen có khoảng cách bằng 50 cM lại cùng nằm trên một NST?

Câu 2: Giải thích cơ sở tế bào học của hoán vị gen. Vì sao tần số hoán vị gen không vượt quá 50%?

Câu 3: Khi lai thuận và nghịch hai thứ đậu thuần chủng hạt trơn, có tua cuốn và hạt nhăn, không có tua cuốn với nhau đều được F₁ toàn hạt trơn, có tua cuốn. Sau đó cho F₁ giao phấn với nhau được F₂ có tỉ lệ 3 hạt trơn, có tua cuốn: 1 hạt nhăn, không có tua cuốn.

a. Giải thích và viết sơ đồ lai từ P đến F₂

b. Để thế hệ sau có tỉ lệ 1 hạt trơn, có tua cuốn: 1 hạt trơn, không tua cuốn: 1 hạt nhăn, có tua cuốn: 1 hạt nhăn, không tua cuốn thì bố mẹ phải có kiểu gen và kiểu hình như thế nào? Cho biết mỗi gen quy định một tính trạng nêu trên.

Câu 4: Cho 2 dòng ruồi giấm thuần chủng thân xám, cánh dài và thân đen, cánh cụt giao phối với nhau được F₁ toàn ruồi thân xám, cánh dài. Sau đó, cho F₁ giao phối với nhau được F₂ có tỉ lệ 0,705 thân xám, cánh dài: 0,205 thân đen, cánh cụt: 0,045 thân xám, cánh cụt: 0,045 thân đen, cánh dài.

a. Giải thích và viết sơ đồ lai từ P đến F₂.

b. Cho con đực thân đen, cánh cụt và con cái thân xám, cánh dài ở F₂ giao phối với nhau thì kết quả ở F₃ sẽ thế nào để xác định được con cái F₂ dị hợp tử về 2 cặp gen.

Câu 5: Trên một đôi NST thường ở ruồi giấm, có 1 cặp gen alen gồm: alen B quy định cánh bình thường trội hoàn toàn so với alen b đột biến cho kiểu hình cánh ngắn.

a) Thí nghiệm 1: Cho giao phối giữa một con ruồi giấm 9 cánh bình thường với một con ruồi giấm ♂ cánh ngắn thu được thế hệ lai F₁ đồng loạt cánh bình thường. Cho các cá thể F₁ giao phối ngẫu nhiên để thu được các cá thể thế hệ F₂ với số lượng lớn. Dự đoán tỉ lệ phân li về kiểu gen và kiểu hình ở thế hệ F₂ như thế nào?

b) Thí nghiệm 2: Cho giao phối giữa một con ruồi giấm ♂ cánh bình thường với một con ruồi giấm ♀ cánh ngắn thu được thế hệ lai F₁ có 50% cánh bình

thường : 50% cánh ngắn. Khi cho các cá thể F_1 ♀ cánh bình thường và ♂ cánh ngắn giao phối có thu được các cá thể thế hệ F_2 đồng loạt cánh bình thường hay không? Tại sao?

3.2. Bài tập trắc nghiệm

Câu 1: Làm thế nào để biết 2 gen liên kết với nhau?

- A. Kết quả của phép lai phân tích cơ thể dị hợp 2 cặp gen cho tỉ lệ phân li
- B. Kết quả của phép lai phân tích cơ thể dị hợp 2 cặp gen cho tỉ lệ phân li 1 : 1 thì 2 gen liên kết hoàn toàn.
- C. Kết quả của phép lai phân tích cơ thể dị hợp cho 4 loại kiểu hình với tỉ lệ không bằng nhau.
- D. Kết quả của phép lai phân tích cơ thể dị hợp cho một loại kiểu hình duy nhất.

Câu 2: Một giống cà chua có alen A quy định thân cao, a quy định thân thấp, B quy định quả tròn, b quy định quả bầu dục, các gen liên kết hoàn toàn. Phép lai nào dưới đây cho tỉ lệ kiểu gen 1:2:1?

- A. $\left(\frac{Ab}{aB}\right) \times \left(\frac{Ab}{aB}\right)$.
- B. $\left(\frac{Ab}{aB}\right) \times \left(\frac{Ab}{ab}\right)$.
- C. $\left(\frac{AB}{ab}\right) \times \left(\frac{Ab}{aB}\right)$.
- D. $\left(\frac{AB}{ab}\right) \times \left(\frac{Ab}{ab}\right)$.

Câu 3: Việc lập bản đồ gen dựa trên kết quả nào sau đây?

- A. Đột biến chuyển đoạn NST.
- B. Dùng tần số hoán vị gen để suy ra khoảng cách tương đối giữa các gen trên NST.
- C. Tỉ lệ phân li kiểu hình ở F_2 .
- D. Phân li ngẫu nhiên và tổ hợp tự do của các gen trong giảm phân.

Câu 4: Phát biểu nào sau đây không đúng với tần số hoán vị gen?

- A. Không lớn hơn 50%.
- B. Càng gần tâm động, tần số hoán vị càng lớn.
- C. Tỉ lệ thuận với khoảng cách giữa các gen trên NST.
- D. Tỉ lệ nghịch với các lực liên kết giữa các gen trên NST.

Câu 5: Đặc điểm nào dưới đây là đúng khi nói về hoán vị gen?

- A. Làm tăng các biến dị tổ hợp.
- B. Duy trì các nhóm gen quý.
- C. Tần số hoán vị gen tỉ lệ nghịch với khoảng cách giữa các gen.
- D. Tỉ lệ các gen xảy ra hoán vị là rất lớn.

Câu 6: Trong trường hợp các gen liên kết hoàn toàn, với mỗi gen quy định một tính trạng, quan hệ giữa các tính trạng là trội hoàn toàn, tỉ lệ phân li kiểu gen và kiểu hình trong phép lai $(\frac{ABD}{abd}) \times (\frac{ABD}{abd})$ sẽ có kết quả giống như kết quả của

- A. tương tác gen.
- B. gen đa hiệu.
- C. lai hai tính trạng.
- D. lai một tính trạng.

Câu 7: Hiện tượng di truyền nào làm hạn chế tính đa dạng của sinh vật?

- A. Liên kết gen.
- B. Phân li độc lập.
- C. Hoán vị gen.
- D. Tương tác gen.

Câu 8: Căn cứ vào tần số hoán vị gen, người ta có thể xác định được điều nào sau đây?

- A. Vị trí và khoảng cách tương đối giữa các gen trên cùng một lôcut.
- B. Vị trí và khoảng cách tương đối giữa các gen trên cùng một NST.
- C. Vị trí và khoảng cách tuyệt đối giữa các gen trên cùng một NST.
- D. Vị trí tương đối và kích thước của các gen trên cùng một NST.

4. Kết luận

Sau khi học xong bài **Liên kết gen và hoán vị gen** này các em cần:

- Nêu được một số đặc điểm cơ bản của di truyền liên kết hoàn toàn
- Nêu được ý nghĩa của di truyền liên kết hoàn toàn
- Nêu được thí nghiệm chứng minh hiện tượng di truyền liên kết