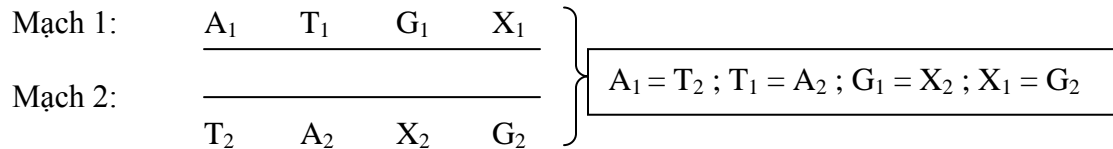


**BÀI 1: GEN- MÃ DI TRUYỀN-VÀ QUÁ TRÌNH TỰ NHÂN ĐÔI ADN**

**DẠNG 1: TÍNH SỐ NU CỦA ADN ( HOẶC CỦA GEN )**

**1)Đối với mỗi mạch:** Trong AND, 2 mạch bổ sung nhau nên số nu và chiều dài của 2 mạch bằng nhau.



**2)Đối với cả 2 mạch:** Số nu mỗi loại của AND là số nu loại đó ở 2 mạch.

$$A = T = A_1 + A_2 = T_1 + T_2 = A_1 + T_1 = A_2 + T_2$$

$$G = X = G_1 + G_2 = X_1 + X_2 = G_1 + X_1 = G_2 + X_2$$

$$\%A + \%G = 50\% = N/2$$

$$\frac{\%A_1 + \%A_2}{2} = \frac{\%T_1 + \%T_2}{2} = \%A = \%T$$

$$\frac{\%G_1 + \%G_2}{2} = \frac{\%X_1 + \%X_2}{2} = \%G = \%X$$

+Do mỗi chu kì xoắn gồm 10 cặp nu = 20 nu nên ta có:

$$N = 20 \times \text{số chu kì xoắn}$$

+Mỗi nu có khối lượng là 300 đơn vị cacbon nên ta có:

$$N = \frac{\text{khối lượng phân tử AND}}{300}$$

**DẠNG 2: TÍNH CHIỀU DÀI**

❖ Mỗi mạch có N/2 nu, chiều dài của 1 nu là 3,4 Å<sup>0</sup>.

$$L = \frac{N}{2} \times 3,4 \text{ Å}^0$$

- ❖ 1 micromet (µm) = 10<sup>4</sup> Å<sup>0</sup>.
- ❖ 1 micromet = 10<sup>6</sup> nanomet (nm).
- ❖ 1 mm = 10<sup>3</sup> µm = 10<sup>6</sup> nm = 10<sup>7</sup> Å<sup>0</sup>.
- ❖ 1g=10<sup>12</sup>pg (picogram)

**DẠNG 3: TÍNH SỐ LIÊN KẾT HIDRO VÀ SỐ LIÊN KẾT CỘNG HÓA TRỊ**

**1)Số liên kết Hidro:**

- ❖ A của mạch này liên kết với T của mạch kia bằng 2 liên kết hidro.
- ❖ G của mạch này liên kết với X của mạch kia bằng 3 liên kết hidro.

$$H = 2A + 3G$$

**2)Số liên kết cộng hóa trị:**

❖ Trong mỗi mạch đơn, 2 nu kế tiếp nối với nhau bằng một liên kết hóa trị, vậy N/2 nu sẽ có số liên kết hóa trị là N/2 – 1 liên kết.

➡ Số liên kết hóa trị giữa các nu trong cả 2 mạch của AND là: ( N/2 – 1 ) 2 = N – 2

- ❖ Trong mỗi nu có một liên kết hóa trị ở axit photphoric với đường  $C_5H_{10}O_4$ .



Số liên kết hóa trị trong cả phân tử AND là:

$$N - 2 + N = 2N - 2 .$$

#### DẠNG 4: TÍNH SỐ NU TỰ DO CẦN DÙNG

##### 1) Qua 1 đột nhân đôi:

$$\begin{aligned} A_{td} &= T_{td} = A = T \\ G_{td} &= X_{td} = G = X \end{aligned}$$

##### 2) Qua nhiều đột tự nhân đôi:

- ❖ Tổng số AND tạo thành:

$$\sum \text{AND tạo thành} = 2^x$$

- ❖ Số ADN con có 2 mạch hoàn toàn mới:

$$\sum \text{AND con có 2 mạch hoàn toàn mới} = 2^x - 2$$

- ❖ Số nu tự do cần dùng:

$$\sum A_{td} = \sum T_{td} = A(2^x - 1)$$

$$\sum G_{td} = \sum X_{td} = G(2^x - 1)$$

$$\sum N_{td} = N(2^x - 1)$$

#### DẠNG 5: TÍNH SỐ LIÊN KẾT CỘNG HÓA TRỊ ĐƯỢC HÌNH THÀNH VÀ PHÁ VỠ

##### 1) Qua 1 đột tự nhân đôi:

$$H_{\text{phá vỡ}} = H_{\text{ADN}}$$

$$H_{\text{hình thành}} = 2 \times H_{\text{ADN}}$$

$$HT_{\text{hình thành}} = 2(N/2 - 1)H = (N - 2)H$$

##### 2) Qua nhiều đột tự nhân đôi:

$$\sum H_{\text{bi phá vỡ}} = H(2^x - 1)$$

$$\sum HT_{\text{hình thành}} = (N - 2)(2^x - 1)$$

#### DẠNG 6: TÍNH THỜI GIAN TỰ SAO

$$TG_{\text{tự sao}} = d_t \frac{N}{2}$$

$d_t$  là thời gian tiếp nhận và liên kết 1 nu .

$$TG_{\text{tự sao}} = \frac{N}{\text{Tốc độ tự sao}}$$

#### DẠNG 7: TÍNH SỐ CÁCH MÃ HÓA CỦA ARN VÀ SỐ CÁCH SẮP ĐẶT A AMIN TRONG CHUỖI POLIPEPTIT

Các loại a.amin và các bộ ba mã hoá: Có 20 loại a.amin thường gặp trong các phân tử prôtêin như sau :

1) Glixêrin : Gly

2) Alanin : Ala

3) Valin : Val

4) Loxin : Leu

- |                   |                       |                     |                       |
|-------------------|-----------------------|---------------------|-----------------------|
| 5) Izoloxin : Ile | 6) Xerin : Ser        | 7) Treonin : Thr    | 8) Xistein : Cys      |
| 9) Metionin : Met | 10) A. aspartic : Asp | 11)Asparagin : Asn  | 12) A glutamic : Glu  |
| 13) Glutamin :Gln | 14) Arginin : Arg     | 15) Lizin : Lys     | 16) Phenilalanin :Phe |
| 17) Tirozin: Tyr  | 18) Histidin : His    | 19) Triptofan : Trp | 20) Prôlin : pro      |

**Bảng bộ ba mật mã**

	<i>U</i>	<i>X</i>	<i>A</i>	<i>G</i>	
<i>U</i>	UUU } UUX } phe UUA } UUG } Leu	UXU } UXX } UXA } Ser UXG }	UAU } Tyr UAX } UAA ** UAG **	UGU } UGX } Cys UGA ** UGG } Trp	U X A G
<i>X</i>	XUU } XUX } Leu XUA } XUG }	XXU } XXX } Pro XXA } XXG }	XAU } His XAX } XAA } XAG } Gln	XGU } XGX } XGA } Arg XGG }	U X A G
<i>A</i>	AUA } AUX } He AUA } AUG * Met	AXU } AXX } Thr AXA } AXG }	AAU } Asn AAX } AAA } AAG } Lys	AGU } AGX } Ser AGA } AGG } Arg	U X A G
<i>G</i>	GUU } GUX } Val GUA } GUG * Val	GXU } GXX } GXA } Ala GXG }	GAU } GAX } Asp GAA } GAG } Glu	GGU } GGX } GGA } Gli GGG }	U X A G

Kí hiệu : \* mã mở đầu ; \*\* mã kết thúc

**BÀI 2+3: QUÁ TRÌNH SAO MÃ VÀ DỊCH MÃ-ĐIỀU HOÀ HOẠT ĐỘNG GEN**

**DẠNG 1: TÍNH SỐ RIBONUCLEOTIT CỦA ARN**

$$rN = rA + rU + rG + rX = N/2$$

$$rN = \frac{\text{khối lượng phân tử ARN}}{300}$$

**DẠNG 2: TÍNH CHIỀU DÀI VÀ SỐ LIÊN KẾT CỘNG HÓA TRỊ CỦA ARN**

**1) Chiều dài:**

$$L_{ARN} = rN \times 3,4 \text{ \AA}$$

$$L_{ARN} = L_{ADN} = \frac{N}{2} \times 3,4 \text{ \AA}$$

**2) Số liên kết cộng hóa trị:**

❖ Trong mỗi ribonu:  $rN$

❖ Giữa các ribonu:  $rN - 1$

❖ Trong phân tử ARN :

$$HT_{ARN} = 2rN - 1$$

**DẠNG 3: TÍNH SỐ RIBONUCLEOTIT TỰ DO CẦN DÙNG**

**1) Qua một lần sao mã:**

$$\begin{aligned} rA_{td} &= T_{gốc}; rU_{td} = A_{gốc} \\ rG_{td} &= X_{gốc}; rX_{td} = G_{gốc} \end{aligned}$$

$$rN_{td} = \frac{N}{2}$$

**2) Qua nhiều lần sao mã:**

$$\text{Số phân tử ARN} = \text{số lần sao mã} = k$$

$$\sum rN_{td} = k.rN$$

$$\sum rA_{td} = k.rA = k.T_{g\acute{o}c}; \quad \sum rU_{td} = k.rU = k.A_{g\acute{o}c}$$

$$\sum rG_{td} = k.rG = k.X_{g\acute{o}c}; \quad \sum rX_{td} = k.rX = k.G_{g\acute{o}c}$$

**DẠNG 4: TÍNH SỐ LIÊN KẾT HIDRO VÀ LIÊN KẾT CỘNG HÓA TRỊ**

**1) Qua một lần sao mã:**

$$H_{đứt} = H_{h\grave{i}nh\ th\grave{a}nh} = H_{ADN}$$

**2) Qua nhiều lần sao mã:**

$$\sum H_{ph\grave{a}\ v\grave{o}} = k.H$$

$$\sum H_{h\grave{i}nh\ th\grave{a}nh} = k(rN - 1)$$

**DẠNG 5: TÍNH THỜI GIAN SAO MÃ**

**1) Đối với mỗi lần sao mã:**

$$TG_{sao\ mã} = d_t . rN$$

$$TG_{sao\ mã} = \frac{rN}{\text{Tốc độ sao mã}}$$

$d_t$  là thời gian để tiếp nhận một ribonucleotit.

**2) Đối với nhiều lần sao mã: (k lần)**

$$TG_{sao\ mã} = TG_{sao\ mã\ \text{m\acute{o}t\ l\grave{a}n} + (k - 1) \Delta t$$

$\Delta t$  là thời gian chuyển tiếp giữa 2 lần sao mã liên tiếp.

**DẠNG 6: CẤU TRÚC PROTEIN**

**1) Số bộ ba sao mã:**

$$\text{Số bộ ba sao mã} = \frac{N}{2 \times 3} = \frac{rN}{3}$$

**2) Số bộ ba có mã hóa axit amin:**

$$\text{Số bộ ba có mã hóa axit amin} = \frac{N}{2 \times 3} - 1 = \frac{rN}{3} - 1$$

**3) Số axit amin của phân tử Protein:**

$$\text{Số a.a của phân tử protein} = \frac{N}{2 \times 3} - 2 = \frac{rN}{3} - 2$$

**DẠNG 7: TÍNH SỐ AXIT AMIN TỰ DO CẦN DÙNG**

**1) Giải mã tạo thành 1 phân tử Protein:**

$$\text{Số a.a tự do} = \frac{N}{2 \times 3} - 1 = \frac{rN}{3} - 1$$

$$\text{Số a.a trong chuỗi polipeptit} = \frac{N}{2 \times 3} - 2 = \frac{rN}{3} - 2$$

**2) Giải mã tạo thành nhiều phân tử Protein: (n lần)**

- ❖ Tổng số Protein tạo thành:  $\sum P = k.n$   $\left\{ \begin{array}{l} k : \text{ là số phân tử mARN.} \\ n : \text{ là số Riboxom trượt qua.} \end{array} \right.$

- ❖ Tổng số a.a tự do cung cấp:

$$\sum a.a_{td} = \sum P \cdot \left( \frac{rN}{3} - 1 \right) = k.n \cdot \left( \frac{rN}{3} - 1 \right)$$

- ❖ Tổng số a.a trong các chuỗi polipeptit hoàn chỉnh:

$$\sum a.a_p = \sum P \cdot \left( \frac{rN}{3} - 2 \right)$$

**DẠNG 8: TÍNH SỐ PHÂN TỬ NƯỚC – SỐ LIÊN KẾT PEPTIT**

- ❖ Số phân tử nước giải phóng để tạo 1 chuỗi polipeptit:

$$\text{Số phân tử H}_2\text{O giải phóng} = \frac{rN}{3} - 2$$

$$\text{Số liên peptit được tạo lập} = \left( \frac{rN}{3} - 3 \right) = a.a_p - 1$$

- ❖ Số phân tử nước giải phóng để tạo nhiều chuỗi polipeptit:

$$\sum \text{H}_2\text{O}_{\text{giải phóng}} = \sum P \cdot \left( \frac{rN}{3} - 2 \right)$$

$$\sum \text{Peptit} = \sum P \cdot \left( \frac{rN}{3} - 3 \right) = \sum P ( a.a_p - 1 )$$

**DẠNG 9: TÍNH SỐ tARN**

- ❖ Nếu có x phân tử giải mã 3 lần  $\rightarrow$  số a.a do chúng cung cấp là 3x.
- ❖ Nếu có y phân tử giải mã 2 lần  $\rightarrow$  số a.a do chúng cung cấp là 2y.
- ❖ Nếu có z phân tử giải mã 1 lần  $\rightarrow$  số a.a do chúng cung cấp là z.



Tổng số a.a cần dùng là:  $3x + 2y + z = \sum a.a$  tự do cần dùng

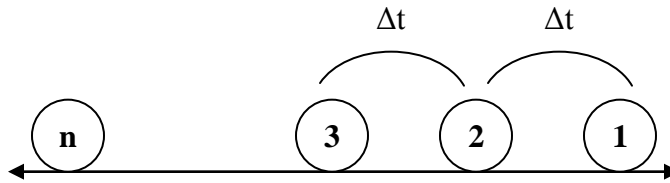
**DẠNG 10: SỰ CHUYÊN DỊCH CỦA RIBOXOM TRÊN mARN**

**1) Vận tốc trượt của riboxom trên ARN:**

$$\text{Tốc độ giải mã} = \frac{\text{số bộ ba của mARN}}{t}$$

**2) Thời gian tổng hợp một phân tử Protein:** Là thời gian riboxom trượt hết chiều dài mARN ( từ đầu nọ đến đầu kia ).

**3) Thời gian mỗi riboxom trượt qua hết mARN:**



$\Delta t$  : khoảng thời gian riboxom phía sau trượt chậm hơn riboxom phía trước.

- ❖ Riboxom 1:  $t$
- ❖ Riboxom 2:  $t + \Delta t$
- ❖ Riboxom 3:  $t + 2 \Delta t$
- ❖ Riboxom 4:  $t + 3 \Delta t$
- ❖ Riboxom n:  $t + (n - 1) \Delta t$

**DẠNG II: TÍNH THỜI GIAN TỔNG HỢP CÁC PHÂN TỬ PROTEIN**

**1) Của một mARN:** Chia làm 2 giai đoạn

- ❖ Thời gian kể từ lúc riboxom thứ nhất tiếp xúc đến khi nó rời khỏi mARN.

$$t = \frac{L}{V}$$

- ❖ Thời gian kể từ riboxom thứ nhất rời khỏi mARN đến khi riboxom cuối cùng rời khỏi mARN.

$$t' = \sum \Delta t = t_1 + t_2 + t_3 + \dots + t_n$$

$$t' = \frac{\sum \Delta l}{V}$$

$\Delta l$  là khoảng cách giữa 2 riboxom kế tiếp.

- Vậy thời gian tổng hợp các phân tử protein là:

$$T = t + t' = \frac{L}{V} + \frac{\sum \Delta l}{V}$$

- ✓ Nếu các riboxom (n) cách đều nhau trên mARN, ta có:

$$T = t + t' = \frac{L + (n - 1) \Delta l}{V}$$

**2) Của nhiều mARN thông tin sinh ra từ 1 gen có cùng số riboxom nhất định trượt qua không trở lại:**

- ❖ Nếu không kể đến thời gian chuyển tiếp giữa các mARN:

$$\sum T = k.t + t' \quad k \text{ là số phân tử mARN.}$$

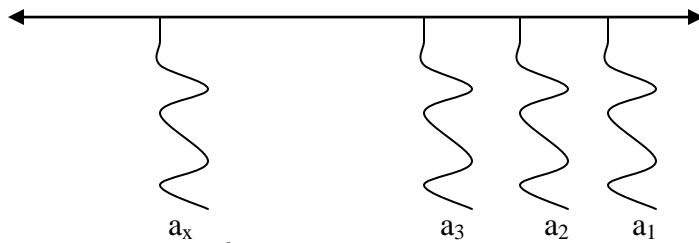
- ❖ Nếu thời gian chuyển tiếp giữa các riboxom là  $\Delta t$  thì ta có công thức:

$$\sum T = k.t + t' + (k - 1) \Delta t$$

**DẠNG 12: TÍNH SỐ AXIT AMIN TỰ DO CÀN DỪNG ĐỐI VỚI CÁC RIBOXOM CÒN TIẾP XÚC VỚI mARN**

$$\sum a_i \cdot d = a_1 + a_2 + \dots + a_x$$

$\left\{ \begin{array}{l} x \text{ là số riboxom.} \\ a_1, a_2 : \text{ số a.a trong chuỗi polipeptit của Riboxom 1, Riboxom 2, } \dots \end{array} \right.$



- ❖ Nếu các riboxom cách đều nhau thì ta có:
  - Số hạng đầu  $a_1 =$  số a.a của  $R_1$ .
  - Công sai  $d$ : số a.a ở Riboxom sau kém hơn Riboxom trước.
  - Số hạng của dãy  $x$ : số Riboxom đang trượt trên mARN.

$$S_x = \frac{x}{2} [2a_1 + (x - 1)d]$$



-Mất :

- + Mất 1 ( A – T ) : Số liên kết hiđrô giảm 2 .
- + Mất 1 ( G – X ) : Số liên kết hiđrô giảm 3 .

-Thêm :

- + Thêm 1 ( A – T ) : Số liên kết hiđrô tăng 2 .
- + Thêm 1 ( G – X ) : Số liên kết hiđrô tăng 3 .

-Thay :

- + Thay 1 ( A – T ) bằng 1 ( G – X ) : Số liên kết hiđrô tăng 1 .
- + Thay 1 ( G – X ) bằng 1 ( A – T ) : Số liên kết hiđrô giảm 1 .

c) 5 – BU :

- g©y ®ét biÕn thay thÕ gÆp A – T b»ng gÆp G – X
- s¬ ®ã: A – T → A – 5 –BU → 5-BU – G → G – X

d) EMS :

- g©y ®ét biÕn thay thÕ G –X b»ng cÆp T –A hoÆc X – G
- s¬ ®ã: G – X → EMS – G → T (X) – EMS → T – A hoÆc X – G

### **DẠNG 2 : LIÊN QUAN ĐẾN CHIỀU DÀI GEN**

**a) Chiều dài không thay đổi** : Thay số cặp nucleotit bằng nhau .

**b) Chiều dài thay đổi** :

- Mất : Gen đột biến ngắn hơn gen ban đầu .
- Thêm : Gen đột biến dài hơn gen ban đầu
- Thay cặp nucleotit không bằng nhau.

### **DẠNG 3 : LIÊN QUAN ĐẾN PHÂN TỬ PROTÊIN :**

**a) Mất hoặc thêm** : Phân tử protein sẽ bị thay đổi từ axitamin có nucleotit bị mất hoặc thêm .

**b) Thay thế** :

- Nếu bộ ba đột biến và bộ ba ban đầu cùng mã hóa 1 axitamin thì phân tử protein sẽ không thay đổi .
- Nếu bộ ba đột biến và bộ ba ban đầu mã hóa aa khác nhau thì phân tử protein có 1 aa thay đổi .

### **DẠNG 4: PHÂN LOẠI ĐỘT BIẾN ĐIỂM**

- + Đột biến Câm: xảy ra bazo thứ 3 của 1 bộ ba nhưng aa không bị thay đổi
- + Đột biến dịch khung: Xen mất Nu khung sẽ đọc thay đổi
- + Đột biến Vô nghĩa: - tạo bộ ba quy định mã kết thúc
- + Đột biến nhầm nghĩa- thay đổi bộ ba và làm xuất hiện bộ ba mới

**BÀI 5: NHIỆM SẮC THỂ**

**DẠNG 1: TÍNH SỐ TẾ BÀO CON TẠO THÀNH**

❖ Từ một tế bào ban đầu:

$$A = 2^x$$

❖ Từ nhiều tế bào ban đầu:

$a_1$  tế bào qua  $x_1$  đợt phân bào  $\rightarrow$  số tế bào con là  $a_1 2^{x_1}$ .

$a_2$  tế bào qua  $x_2$  đợt phân bào  $\rightarrow$  số tế bào con là  $a_2 2^{x_2}$ .

$\rightarrow$  Tổng số tế bào con sinh ra :

$$\sum A = a_1 2^{x_1} + a_2 2^{x_2} + \dots$$

**DẠNG 2:**

**TÍNH SỐ NST TƯƠNG ĐƯƠNG VỚI NGUYÊN LIỆU ĐƯỢC CUNG CẤP TRONG QUÁ TRÌNH TỰ NHÂN ĐÔI CỦA NST**

❖ Tổng số NST sau cùng trong tất cả các tế bào con:  $2n \cdot 2^x$

❖ Tổng số NST tương đương với NLCC khi 1 tế bào  $2n$  qua  $x$  đợt nguyên phân là:

$$\sum \text{NST} = 2n \cdot 2^x - 2n = 2n(2^x - 1)$$

❖ Số NST chứa hoàn toàn nguyên liệu mới:

$$\sum \text{NST}_{\text{mới}} = 2n \cdot 2^x - 2 \cdot 2n = 2n(2^x - 2)$$

+ Số NST M trường NB CC ở thế hệ cuối cùng:  $2n \cdot (2^k - 1)$

**DẠNG 3**

**TÍNH THỜI GIAN NGUYÊN PHÂN**

**1) Thời gian của một chu kỳ nguyên phân:**

Là thời gian của 5 giai đoạn, có thể được tính từ đầu kì trung gian đến hết kì cuối.

**2) Thời gian qua các đợt nguyên phân:**

**DẠNG 4**

**TÍNH SỐ GIAO TỬ HÌNH THÀNH VÀ SỐ HỢP TỬ TẠO RA**

**1)Tạo giao tử( đực XY, cái XX ):**

- ❖ Tế bào sinh tinh qua giảm phân cho 4 tinh trùng gồm 2 loại X và Y.
  - Số tinh trùng hình thành = số tế bào sinh tinh x 4.
  - Số tinh trùng X hình thành = số tinh trùng Y hình thành.
- ❖ Tế bào sinh trứng qua giảm phân chỉ cho 1 tế bào trứng loại X và 3 thể định hướng (sau này sẽ biến mất).
  - Số trứng hình thành = số tế bào trứng x 1.
  - Số thể định hướng = số tế bào trứng x 3.

**2)Tạo hợp tử:**

Một tinh trùng loại X kết hợp với trứng tạo thành một hợp tử XX, một tinh trùng Y kết hợp với trứng tạo thành hợp tử XY.

- Số hợp tử XX = số tinh trùng X thụ tinh.
- Số hợp tử XY = số tinh trùng Y thụ tinh.

**3)Hiệu suất thụ tinh (H):**

$$H \text{ thụ tinh của tinh trùng} = \frac{\text{Số tinh trùng thụ tinh} \times 100\%}{\text{Tổng số tinh trùng hình thành}}$$

$$H \text{ thụ tinh của trứng} = \frac{\text{Số trứng thụ tinh} \times 100\%}{\text{Tổng số trứng hình thành}}$$

**DẠNG 5: Xác định tần số xuất hiện các tổ hợp gen khác nhau về nguồn gốc NST**

**a. Tổng quát:**

Để giải các bài toán về nguồn gốc NST đối với loài sinh sản hữu tính, GV cần phải giải thích cho HS hiểu được bản chất của cặp NST tương đồng: một có nguồn gốc từ bố, một có nguồn gốc từ mẹ.

Trong giảm phân tạo giao tử thì:

- Mỗi NST trong cặp tương đồng phân li về một giao tử nên tạo 2 loại giao tử có nguồn gốc khác nhau ( *bố hoặc mẹ* ).

- Các cặp NST có sự PLĐL, tổ hợp tự do . Nếu gọi n là số cặp NST của tế bào thì:

\* Số giao tử khác nhau về nguồn gốc NST được tạo nên =  $2^n$  .

→ Số tổ hợp các loại giao tử qua thụ tinh =  $2^n \cdot 2^n = 4^n$

Vì mỗi giao tử chỉ mang n NST từ n cặp tương đồng, có thể nhận mỗi bên từ bố hoặc mẹ ít nhất là 0 NST và nhiều nhất là n NST nên:

\* Số giao tử mang a NST của bố (hoặc mẹ) =  $C_n^a$

→ Xác suất để một giao tử mang a NST từ bố (hoặc mẹ) =  $C_n^a / 2^n$  .

- Số tổ hợp gen có a NST từ ông (bà) **nội** (giao tử mang a NST của bố) và b NST từ ông (bà) **ngoại** (giao tử mang b NST của mẹ) =  $C_n^a \cdot C_n^b$

→ Xác suất của một tổ hợp gen có mang a NST từ ông (bà) **nội** và b NST từ ông (bà) **ngoại** =  $C_n^a \cdot C_n^b / 4^n$

**b. VD**

- Bộ NST lưỡng bội của người  $2n = 46$ .
- Có bao nhiêu trường hợp giao tử có mang 5 NST từ bố?
  - Xác suất một giao tử mang 5 NST từ mẹ là bao nhiêu?
  - Khả năng một người mang 1 NST của ông nội và 21 NST từ bà ngoại là bao nhiêu?

**Giải**

\* Số trường hợp giao tử có mang 5 NST từ bố:

$$= C_n^a = C_{23}^5$$

\* Xác suất một giao tử mang 5 NST từ mẹ:

$$= C_n^a / 2^n = C_{23}^5 / 2^{23}$$

\* Khả năng một người mang 1 NST của ông nội và 21 NST từ bà ngoại:

$$= C_n^a \cdot C_n^b / 4^n = C_{23}^1 \cdot C_{23}^{21} / 4^{23} = 11 \cdot (23)^2 / 4^{23}$$

**DẠNG 6: TỶ LỆ GIAO TỬ VÀ SỐ KIỂU TỔ HỢP NST KHÁC NHAU**

- Số loại giao tử hình thành :  $2^{n+x}$  ( $x \leq n$ ): Số cặp NST có trao đổi đoạn .
- Tỷ lệ mỗi loại giao tử :  $1/2^n$  . hoặc  $1/2^{n+x}$
- Số loại hợp tử = Số loại giao tử ♀ . Số loại giao tử ♂.
- Số kiểu tổ hợp NST khác nhau:  $3^n$

**BÀI 6: ĐỘT BIẾN CẤU TRÚC NHIỄM SẮC THỂ**

**III-Đột biến cấu trúc NST** : Có 4 dạng

**1.Mất đoạn** : A B C D E • F G H  $\xrightarrow{\text{Đột biến}}$  A D E • F G H

**2.Lặp đoạn** : A B C D E • F G H  $\xrightarrow{\text{Đột biến}}$  A B C B C D E • F G H

**3.Đảo đoạn** : A B C D E • F G H  $\xrightarrow{\text{Đột biến}}$  A D C B E • F G H

**4.Chuyển đoạn** :

**a)Chuyển đoạn trong cùng 1 NST** :

A B C D E • F G H  $\xrightarrow{\text{Đột biến}}$  A B E • F C D G H

**b)Chuyển đoạn giữa 2 NST khác nhau** :

-Chuyển đoạn tương hỗ :

A B C D E • F G H  $\xrightarrow{\text{Đột biến}}$  M N O C D E • F G H

M N O P Q • R  $\xrightarrow{\text{Đột biến}}$  A B P Q • R

-Chuyển đoạn không tương hỗ :

A B C D E • F G H  $\xrightarrow{\text{Đột biến}}$  C D E • F G H

M N O P Q • R  $\xrightarrow{\text{Đột biến}}$  A B M N O P Q • R

VD ở người: Mất đoạn ở cặp NST số 21 hoặc 22 gây bệnh bạch cầu ác tính

3 NST số 13 – 15 : sứt môi, thừa ngón, chết yểu

- 3 NST số 16 -18 : ngón trở dài hơn ngón giữa, tai thấp, hàm bé

**BÀI 7 : ĐỘT BIẾN SỐ LƯỢNG NST**  
**DẠNG 1 : THỂ LỆCH BỘI :**

a/ Các dạng :

-Thể khuyết (không) :  $2n - 2$  ; Thể khuyết kép :  $2n - 2 - 2$  .

-Thể 1:  $2n - 1$  ; Thể 1 kép :  $2n - 1 - 1$  .

-Thể 3:  $2n + 1$  ; Thể 3 kép :  $2n + 1 + 1$  .

-Thể 4:  $2n + 2$  ; Thể 4 kép :  $2n + 2 + 2$  .

(n: Số cặp NST) .

DẠNG ĐỘT BIẾN	SỐ TRƯỜNG HỢP TƯƠNG ỨNG VỚI CÁC CẶP NST
Số dạng lệch bội đơn khác nhau	$C_n^1 = n$
Số dạng lệch <b>bội kép</b> khác nhau	$C_n^2 = n(n - 1)/2!$
Có a thể lệch bội khác nhau	$A_n^a = n!/(n - a)!$

+ VD

Bộ NST lưỡng bội của loài = 24. Xác định:

- Có bao nhiêu trường hợp thể 3 có thể xảy ra?

- Có bao nhiêu trường hợp thể 1 kép có thể xảy ra?

- Có bao nhiêu trường hợp đồng thời xảy ra cả 3 đột biến; thể 0, thể 1 và thể 3?

**Giải**

\* Số trường hợp thể 3 có thể xảy ra:

$$2n = 24 \rightarrow n = 12$$

Trường hợp này đơn giản, lệch bội có thể xảy ra ở mỗi cặp NST nên HS dễ dàng xác định số trường hợp =  $n = 12$ . Tuy nhiên GV nên lưu công thức tổng quát để giúp các em giải quyết được những bài tập phức tạp hơn.

**Thực chất: số trường hợp thể 3 =  $C_n^1 = n = 12$**

**\* Số trường hợp thể 1 kép có thể xảy ra:**

HS phải hiểu được thể 1 kép tức đồng thời trong tế bào có 2 thể 1.

**Thực chất: số trường hợp thể 1 kép =  $C_n^2 = \frac{n(n-1)}{2} = \frac{12 \cdot 11}{2} = 66$**

**\* Số trường hợp đồng thời xảy ra cả 3 đột biến: thể 0, thể 1 và thể 3:**

GV cần phân tích để HS thấy rằng:

- Với thể lệch bội thứ nhất sẽ có  $n$  trường hợp tương ứng với  $n$  cặp NST.

- Với thể lệch bội thứ hai sẽ có  $n - 1$  trường hợp tương ứng với  $n - 1$  cặp NST còn lại.

- Với thể lệch bội thứ ba sẽ có  $n - 2$  trường hợp tương ứng với  $n - 2$  cặp NST còn lại.

Kết quả =  $n(n-1)(n-2) = 12 \cdot 11 \cdot 10 = 1320$ . Tuy nhiên cần lưu ý công thức tổng quát cho HS.

**-Thực chất: số trường hợp đồng thời xảy ra 3 thể lệch bội =  $A_n^a = \frac{n!}{(n-a)!} = \frac{12!}{(12-3)!} = \frac{12!}{9!} = 12 \cdot 11 \cdot 10 = 1320$**

**b/ Lệch bội trên NST thường của người: Hội chứng Down:**

- Cặp NST thứ 21 của người bệnh Down có 3 NST ( $2n+1$ ; 47), của người bình thường là 2 NST. Do 1 trứng mang 2 NST 21 x 1 t/trùng bình thường)

- là nam (nữ), cổ ngắn, gáy rộng và dẹt
- khe mắt xếch, lông mi ngắn và thưa
- các ngón tay ngắn, cơ thể chậm phát triển
- si đần, vô sinh.

- Sự tăng tỉ lệ trẻ mới sinh mắc bệnh Down theo tuổi người mẹ

Phụ nữ không nên sinh con khi tuổi đã ngoài 40.

☛ Vì khi tuổi người mẹ càng cao, các tế bào bị lão hóa → cơ chế phân ly NST bị rối loạn

**c/ Thể dị bội ở cặp NST giới tính của người:**

1. Hội chứng XXX ( $2n+1;47$ ) - Cặp NST số 23 có 3NST X - **Nữ**, buồng trứng và dạ con không phát triển, rối loạn kinh nguyệt, khó có con

2. H.C Tócncơ XO ( $2n-1; 45$ ): - Cặp NST số 23 chỉ có 1NST X - **Nữ**, lùn, cổ ngắn, không có kinh nguyệt, si đần.

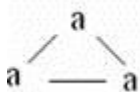
- 3. H.C Klinefelter XXY: ( $2n+1;47$ ) : - Cặp NST 23 có 3 NST là XXY - **Nam**, bị bệnh mù màu, thân cao, chân tay dài, si đần và thường vô sinh

+ Cách viết giao tử thể ba  $2n+1$  (dễ nhầm với  $3n$ )

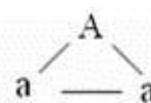
- Thực vật: Cơ thể  $2n+1$  ở hoa đực chỉ cho hạt phấn  $n$  có khả năng thụ tinh (giao tử  $n+1$  bất thụ)

Hoa cái cho cả giao tử  $n$  và  $n+1$  có khả năng thụ tinh

- VD1: KG aaa và Aaa ở hoa cái theo sơ đồ sau



$$3a : 3aa = 1a : 1aa.$$



$$1A : 2a : 2Aa : 1aa.$$

- Hoa đực: aaa chỉ cho giao tử a; Aaa: cho  $\frac{1}{3}A + \frac{2}{3}a$  có khả năng thụ tinh (từ sơ đồ trên)

## DẠNG 2: THỂ ĐA BỘI

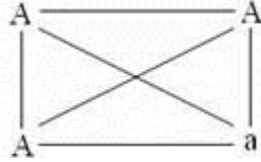
a. Các dạng

- Đa bội chẵn : Tứ bội ( $4n$ ) , Lục bội ( $6n$ ) , Bát bội ( $8n$ ) ...

- Đa bội lẻ : Tam bội ( $3n$ ) , Ngũ bội ( $5n$ ) , Thất bội ( $7n$ ) ...

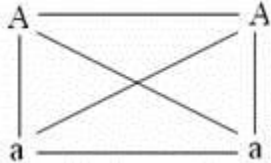
b. Cách viết giao tử :

+ Đối với kiểu gen AAAa: cá thể này tạo hai loại giao tử với tỉ lệ.



$$3AA : 3Aa = 1AA : 1Aa$$

+ Đối với kiểu gen Aaaa: cá thể này tạo 3 loại giao tử với tỉ lệ.



$$1AA : 4Aa : 1aa$$

**\* Tứ bội (4n) :**

AAAA	→	100% AA
AAAa	→	1/2AA : 1/2Aa
AAaa	→	1/6AA : 1/6Aa : 1/6aa
Aaaa	→	1/2Aa : 1/2 aa
aaaa	→	100 % aa

**\* Tam bội (3n) :**

AAA	→	1/2 AA : 1/2 A
AAa	→	1/6AA : 2/6 A : 2/6 Aa : 1/6 <sup>a</sup>
Aaa	→	1/6A : 2/6 Aa : 2/6 a : 1/6aa
aaa	→	1/2 aa : 1/2 a

**DẠNG 3: BÀI TOÁN NGƯỢC CHO TỶ LỆ ĐỒNG HỢP LẶN=> KG P**

Suy ra:  $\frac{1}{12} aaaa = \frac{1}{6}$  loại giao tử aa x  $\frac{1}{2}$  loại giao tử aa.

+1/6 aaaa = 1/6 loại giao tử aa x 100% loại giao tử aa.

**BÀI 11+12 QUY LUẬT PHÂN LY VÀ PHÂN LY ĐỘC LẬP**

**DẠNG 1: PHƯƠNG PHÁP CHUNG GIẢI BÀI TẬP**

**1. Trường hợp 1 :** Đề bài cho đầy đủ các kiểu hình ở đời sau áp dụng Q1 phân ly độc lập:

+ **Bước 1 :** tìm trội lặn và quy ước gen

- Trội lặn: 3 phương pháp:

\* Do đầu bài cho

- \* F1 đồng tính (100%) KH nào đó, thì đó là KH trội
- \* Xét tỷ lệ tính trạng: KH nào đi với 3 là trội VD Cao/thấp=3/1
- Quy ước gen: Trội chữ cái In hoa, lặn chữ cái thường
- + **Bước 2** : Xét sự di truyền của từng cặp tính trạng ở đời sau :
  - 3/1 → định luật 2 của Mendel ==> Kiểu gen của cá thể đem lai : Aa x Aa .
  - 1/2/1 → trội không hoàn toàn ==> Kiểu gen của cá thể đem lai : Aa x Aa .
  - 1/1 → là kết quả của phép lai phân tích ==> Kiểu gen của cá thể đem lai : Aa x aa .
- + **Bước 3** : Xét sự di truyền các cặp tính trạng ở đời sau : nhân tỷ lệ KH các phép lai riêng ở bước 2 nếu trùng với tỷ lệ KH của đầu bài=> tuân theo quy luật Phân ly độc lập
- + **Bước 4** : Viết sơ đồ lai .

**2. Trường hợp 2 : Đề bài chỉ cho 1 loại kiểu hình ở đời sau :**

- a) **Lai 2 cặp tính trạng** : Sẽ gặp một trong các tỉ lệ sau :
  - 2 tính trạng lặn : 6,25 % = 1/16 .
  - 1 trội , 1 lặn : 18,75 % = 3/16 .
- b) **Lai 3 cặp tính trạng** : Sẽ gặp một trong các tỉ lệ sau :
  - 3 tính trạng lặn : 1,5625 % = 1/64 .
  - 2 tính trạng lặn , 1 tính trạng trội : 4,6875 % = 3/64 .
  - 1 tính trạng lặn , 2 tính trạng trội : 14,0625 % = 9/64 .

**DẠNG 2: TÍNH SỐ LOẠI VÀ TÌM THÀNH PHẦN GEN CỦA GIAO TỬ**

**1) Số loại giao tử:** Không tùy thuộc vào số cặp gen trong KG mà *tùy thuộc vào số cặp gen dị hợp*.

Trong đó:

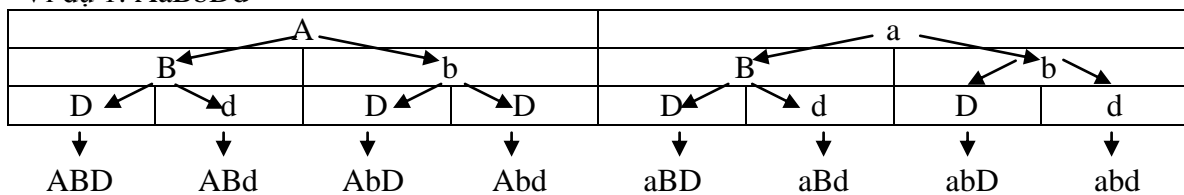
- ❖ KG của cá thể gồm 1 cặp gen dị hợp sẽ sinh ra 2<sup>1</sup> loại giao tử.
- ❖ KG của cá thể gồm 2 cặp gen dị hợp sẽ sinh ra 2<sup>2</sup> loại giao tử.
- ❖ KG của cá thể gồm 3 cặp gen dị hợp sẽ sinh ra 2<sup>3</sup> loại giao tử.

➡ Số loại giao tử của cá thể có KG gồm n cặp gen dị hợp = 2<sup>n</sup> tỉ lệ tương đương.

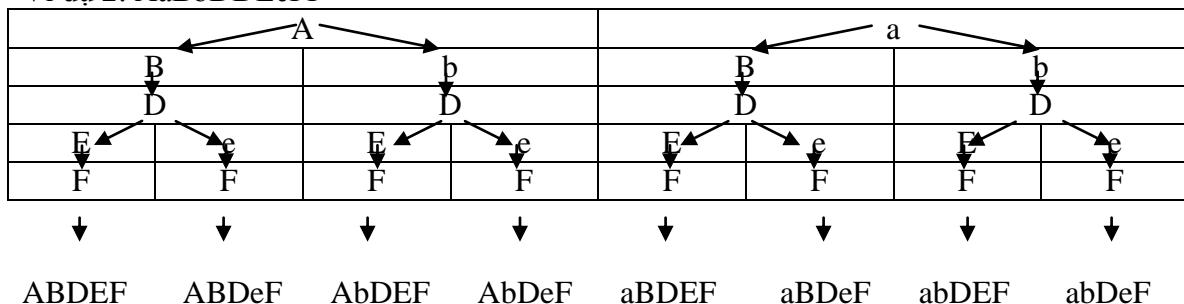
**2) Thành phần gen của giao tử:**

Sử dụng sơ đồ phân nhánh Auerbac qua các ví dụ sau:

Ví dụ 1: AaBbDd



Ví dụ 2: AaBbDDEeFF



**DẠNG 3: TÍNH SỐ KIỂU TỔ HỢP – KIỂU GEN – KIỂU HÌNH**



**VÀ CÁC TỈ LỆ PHÂN LI Ở ĐỜI CON**

**1) Kiểu tổ hợp:**

$$\text{Số kiểu tổ hợp} = \text{số giao tử đực} \times \text{số giao tử cái}$$

✚ Chú ý: Khi biết số kiểu tổ hợp → biết số loại giao tử đực, giao tử cái → biết số cặp gen dị hợp trong kiểu gen của cha hoặc mẹ.

**2) Số loại và tỉ lệ phân li về KG, KH:**

- ❖ Tỉ lệ KG chung của nhiều cặp gen bằng các tỉ lệ KG riêng rẽ của mỗi cặp tính trạng nhân với nhau.
- ❖ Số KH tính trạng chung bằng số KH riêng của mỗi cặp tính trạng nhân với nhau.

Ví dụ: A hạt vàng, B hạt trơn, D thân cao. P: AabbDd x AaBbdd.

Cặp	KG	Số lượng	KH	Số lượng
Aa x Aa	1AA:2Aa:1aa	3	3 vàng : 1 xanh	2
bb x Bb	1Bb:1bb	2	1 trơn : 1 nhăn	2
Dd x dd	1Dd:1dd	2	1 cao : 1 thấp	2

Số KG chung = (1AA:2Aa:1aa)(1Bb:1bb)(1Dd:1dd) = 3.2.2 = 12.

Số KH chung = (3 vàng : 1 xanh)(1 trơn : 1 nhăn)(1 cao : 1 thấp) = 2.2.2 = 8.

**VD Xét 5 locut gen phân ly độc lập trên NST thường, mỗi locut có hai alen. Tính số kiểu gen khác nhau trong quần thể thuộc các trường hợp sau đây:**

- a) Số kiểu gen đồng hợp 1 cặp gen
- b) Số kiểu gen đồng hợp 2 cặp gen
- c) Số kiểu gen đồng hợp 3 cặp gen
- d) Số kiểu gen đồng hợp 4 cặp gen
- e) Số kiểu gen đồng hợp 5 cặp gen
- f) Tổng số kiểu gen khác nhau

Cách giải:

- a) Số kiểu gen đồng hợp 1 cặp gen =  $2^1 \cdot C_5^1 = 2 \times 5 = 10$
- b) Số kiểu gen đồng hợp 2 cặp gen =  $2^2 \cdot C_5^2 = 40$
- c) Số kiểu gen đồng hợp 3 cặp gen =  $2^3 \cdot C_5^3 = 80$
- d) Số kiểu gen đồng hợp 4 cặp gen =  $2^4 \cdot C_5^4 = 80$
- e) Số kiểu gen đồng hợp 5 cặp gen =  $2^5 \cdot C_5^5 = 32$

Tổng số kiểu gen khác nhau =  $2^5 = 32$

**DẠNG 4: TÌM KIỂU GEN CỦA BỐ MẸ**

**1) Kiểu gen riêng của từng loại tính trạng:**

Ta xét riêng kết quả đời con  $F_1$  của từng loại tính trạng.

**a)  $F_1$  đồng tính:**

- ❖ Nếu P có KH khác nhau => P : AA x aa.
- ❖ Nếu P có cùng KH,  $F_1$  là trội => P : AA x AA hoặc AA x Aa
- ❖ Nếu P không nêu KH và  $F_1$  là trội thì 1 P mang tính trạng trội AA, P còn lại có thể là AA, Aa hoặc aa.

**b)  $F_1$  phân tính có nêu tỉ lệ:**

**\* $F_1$  phân tính tỉ lệ 3:1**

- ❖ Nếu trội hoàn toàn: => P : Aa x Aa
- ❖ Nếu trội không hoàn toàn thì tỉ lệ  $F_1$  là 2:1:1.
- ❖ Nếu có gen gây chết ở trạng thái đồng hợp thì tỉ lệ  $F_1$  là 2:1.

**\*F<sub>1</sub> phân tính tỉ lệ 1:1**

❖ Đây là kết quả phép lai phân tích => P : Aa x aa.

**c)F<sub>1</sub> phân tính không rõ tỉ lệ:**

❖ Dựa vào cá thể mang tính trạng lặn ở F<sub>1</sub>. aa => P đều chứa gen lặn a, phối hợp với KH ở P ta suy ra KG của P.

**2)Kiểu gen chung của nhiều loại tính trạng:**

**a)Trong phép lai không phải là phép lai phân tích:**

*Ta kết hợp kết quả lai về KG riêng của từng loại tính trạng với nhau.*

Ví dụ: Cho hai cây chưa rõ KG và KH lai với nhau thu được F<sub>1</sub> : 3/8 cây đỏ tròn, 3/8 cây đỏ bầu dục, 1/8 cây vàng tròn, 1/8 cây vàng bầu dục. Tìm hiểu 2 cây thuộc thế hệ P.

Giải

❖ Ta xét riêng từng cặp tính trạng:

**+Màu sắc:**

$\frac{\text{Đỏ}}{\text{Vàng}} = \frac{3+3}{1+1} = 3 \text{ đỏ} : 1 \text{ vàng} \Rightarrow$  theo quy luật phân li. => P : Aa x Aa.

**+Hình dạng:**

$\frac{\text{Tròn}}{\text{Bầu dục}} = \frac{3+1}{3+1} = 1 \text{ Tròn} : 1 \text{ Bầu dục} \Rightarrow$  lai phân tích. => P : Bb x bb.

❖ Xét chung: Kết hợp kết quả về KG riêng của mỗi loại tính trạng ở trên ta có KG của P : AaBb x Aabb.

**b)Trong phép lai phân tích:**

*Không xét riêng từng tính trạng mà phải dựa vào kết quả phép lai để xác định tỉ lệ và thành phần gen của mỗi loại giao tử sinh ra => KG của cá thể đó.*

Ví dụ: Thực hiện phép lai phân tích 1 cây thu được kết quả 25% cây đỏ tròn, 25% cây đỏ bầu dục. Xác định KG của cây đó.

Giải

Kết quả F<sub>1</sub> chứng tỏ cây nói trên cho 4 loại giao tử tỉ lệ bằng nhau là AB, Ab, aB, ab.

Vậy KG cây đó là : AaBb.

Tìm tỉ lệ phân tích về KH ở thế hệ con đối với loại tính trạng để từ đó xác định quy luật di truyền chi phối.

+ 3:1 là quy luật di truyền phân tích trội lặn hoàn toàn.

+ 1:2:1 là quy luật di truyền phân tích trội không hoàn toàn (xuất hiện tính trạng trung gian do gen nằm trên NST thường hoặc giới tính.

+ 1:1 hoặc 2:1 tỉ lệ của gen gây chết.

**1.1.2. Khi lai 2 hay nhiều cặp tính trạng:**

+ Tìm tỉ lệ phân tích về kiểu hình ở thế hệ con đối với mỗi loại tính trạng.

+ Nhân tỉ lệ KH riêng rẽ của loại tính trạng này với tỉ lệ KH riêng của loại tính trạng kia.

Nếu thấy kết quả tính được phù hợp với kết quả phép lai thì có thể kết luận 2 cặp gen quy định 2 loại tính trạng đó nằm trên 2 cặp NST khác nhau, di truyền theo định luật phân li độc lập của Mendel (trừ tỉ lệ 1:1 nhân với nhau).

*Ví dụ: Cho lai hai thứ cà chua: quả đỏ-thân cao với quả đỏ-thân thấp thu được 37.5% quả đỏ-thân cao: 37.5% quả đỏ -thân thấp: 12.5% quả vàng-thân cao: 12.5% quả vàng-thân thấp. Biết rằng mỗi tính trạng do 1 gen quy định.*

Giải:

+ Xét riêng từng tính trạng ở thế hệ con:

( 37,5% + 37,5% ) đỏ : ( 12,5% + 12,5% ) vàng = 3 đỏ : 1 vàng

( 37,5% + 12,5% ) cao : ( 37,5 % + 12,5% ) thấp = 1 cao : 1 thấp

+ Nhân 2 tỉ lệ này ( 3 đỏ : 1 vàng ) ( 1 cao : 1 thấp ) = 3 đỏ-cao : 3 đỏ-thấp : 1 vàng-cao : 1 vàng-thấp, phù hợp với phép lai trong đề bài. Vậy 2 cặp gen quy định 2 tính trạng nằm trên 2 cặp NST khác nhau.

	F <sub>1</sub>			F <sub>2</sub>			
	Kiểu gen	Số kiểu giao tử	Số kiểu tổ hợp giao tử	Số loại kiểu gen	Tỉ lệ kiểu gen	Số loại kiểu hình	Tỉ lệ kiểu hình
Lai 1 tính	Aa	2 <sup>1</sup>	2 <sup>1</sup> x 2 <sup>1</sup>	3 <sup>1</sup>	(1:2:1) <sup>1</sup>	2 <sup>1</sup>	(3:1) <sup>1</sup>
Lai 2 tính	AaBb	2 <sup>2</sup>	2 <sup>2</sup> x 2 <sup>2</sup>	3 <sup>2</sup>	(1:2:1) <sup>2</sup>	2 <sup>2</sup>	(3:1) <sup>2</sup>
Lai 3 tính	AaBbCc	2 <sup>3</sup>	2 <sup>3</sup> x 2 <sup>3</sup>	3 <sup>3</sup>	(1:2:1) <sup>3</sup>	2 <sup>3</sup>	(3:1) <sup>3</sup>
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
Lai n tính	AaBbCc...	2 <sup>n</sup>	2 <sup>n</sup> x 2 <sup>n</sup>	3 <sup>n</sup>	(1:2:1) <sup>n</sup>	2 <sup>n</sup>	(3:1) <sup>n</sup>

Tổng quát hơn, nếu một cây dị hợp về n cặp alen giao phấn với cây dị hợp về m cặp alen thì ta có:

+ Cây dị hợp về n cặp alen có 2<sup>n</sup> loại giao tử

+ Cây dị hợp về m cặp alen có 2<sup>m</sup> loại giao tử

Do đó => Tổng số hợp tử = 2<sup>n</sup> x 2<sup>m</sup> = 2<sup>n+m</sup>

- Tỉ lệ cây có kiểu hình trội =  $\left(\frac{3}{4}\right)^{k+m}$

- Tỉ lệ thể đồng hợp toàn trội =  $\left(\frac{1}{2}\right)^n * \left(\frac{1}{2}\right)^m = \left(\frac{1}{2}\right)^{n+m}$

- Tỉ lệ thể đồng hợp toàn lặn =  $\left(\frac{1}{2}\right)^n * \left(\frac{1}{2}\right)^m = \left(\frac{1}{2}\right)^{n+m}$

**DẠNG 5: Tìm số kiểu gen của một cơ thể và số kiểu giao phối:**

Một cơ thể có n cặp gen nằm trên n cặp NST tương đồng, trong đó có k cặp gen dị hợp và m=n-k cặp gen đồng hợp. Số kiểu gen có thể có của cơ thể đó tính theo công thức:

$$A = C_n^{n-k} * 2^{n-k} = C_n^m * 2^m$$

Trong đó: A là số kiểu gen có thể có của cơ thể đó

n là số cặp gen

k là số cặp gen dị hợp

m là số cặp gen đồng hợp

*Ví dụ:* Trong cơ thể có 4 cặp gen nằm trên 4 cặp NST tương đồng, cơ thể bố có 3 cặp gen dị hợp, 1 cặp gen đồng hợp. còn mẹ thì ngược lại. Có bao nhiêu kiểu giao phối có thể xảy ra?

A. 64

B.16

C.256

D.32

Giải:

CÁCH 1: *Giải theo cách liệt kê các kiểu gen có thể có của cơ thể bố mẹ sau đó nhân lại với nhau:*

+ Xét cơ thể bố: có 3 cặp gen dị hợp, 1 đồng hợp => các kiểu gen có thể có:

AaBbCcDD	AaBbCcdd
AaBbCCDd	AaBbccDd
AaBBcCdD	AabbCcDd
AABbCcDd	aaBbCcDd

Vậy có tất cả là 8 trường hợp có thể xảy ra

+ Xét cơ thể mẹ: có 1 cặp dị hợp, 3 cặp đồng hợp=> các kiểu gen có thể có:

AaBBCCDD	AabbCCDD
AaBBCCdd	AabbCCdd
AaBBccDD	AabbccDD
AaBBccdd	Aabbccdd

Nếu ta giả định Aa là cặp gen dị hợp còn 3 cặp gen còn lại đồng hợp thì ta liệt kê được 8 kiểu gen, sau đó ta thay đổi vai trò dị hợp cho 3 cặp gen còn lại. Lúc đó, số kiểu gen có thể có của cơ thể mẹ là:

$$8 \cdot 4 = 32$$

Suy ra, số kiểu giao phối là:  $8 \cdot 32 = 256$

⇒ chọn đáp án C

CÁCH 2: *Áp dụng công thức tính:*

Số kiểu gen có thể có của cơ thể bố là:

$$A = C_4^1 * 2^1 = \frac{4!}{(4-1)! \cdot 1!} * 2^1 = 4 * 2 = 8$$

Số kiểu gen có thể có của cơ thể mẹ là:

$$B = C_4^3 * 2^3 = \frac{4!}{(4-3)! \cdot 3!} * 2^3 = 4 * 8 = 32$$

Suy ra, số kiểu giao phối là:  $8 \cdot 32 = 256$

⇒ chọn đáp án C

### BÀI 13: TƯƠNG TÁC GEN

#### 1. Các dạng:

+ 9:3:3:1 hoặc 9:6:1 hoặc 9:7 là tính trạng di truyền theo tương tác bổ trợ (bổ sung).

+ 12:3:1 hoặc 13:3 là tính trạng di truyền theo quy luật tương tác át chế trội.

+ 9:3:4 là tương tác át chế do gen lặn.

+ 15:1 là tương tác cộng gộp kiểu không tích lũy các gen trội

#### 2. Tương tác giữa các gen không alen:

Mỗi kiểu tương tác có 1 tỉ lệ KH tiêu biểu dựa theo biến dạng của  $(3:1)^2$  như sau:

##### 2.1. Các kiểu tương tác gen:

2.1.1. Tương tác bổ trợ có 3 tỉ lệ KH: 9:3:3:1; 9:6:1; 9:7.

2.1.1.1. Tương tác bổ trợ gen trội hình thành 4 KH: 9:3:3:1

A-B- ≠ A-bb ≠ aaB- ≠ aabb thuộc tỉ lệ: 9:3:3:1

2.1.1.2. Tương tác bổ trợ gen trội hình thành 3 KH: 9:6:1

- $A-B- \neq (A-bb = aaB-) \neq aabb$  thuộc tỉ lệ 9:6:1
- 2.1.1.3. Tương tác bổ trợ gen trội hình thành 2 KH: 9:7  
 $A-B- \neq (A-bb = aaB- = aabb)$  thuộc tỉ lệ 9:7
- 2.1.2. Tương tác át chế có 3 tỉ lệ KH: 9:3:4; 12:3:1; 13:3
- 2.1.2.1. Tương tác át chế gen trội hình thành 3 KH: 12:3:1  
 $(A-B- = A-bb) \neq aaB- \neq aabb$  thuộc tỉ lệ 12:3:1
- 2.1.2.2. Tương tác át chế gen trội hình thành 2 KH: 13:3  
 $(A-B- = A-bb = aabb) \neq aaB-$  thuộc tỉ lệ 13:3
- 2.1.2.3. Tương tác át chế gen lặn hình thành 3 KH: 9:3:4  
 $A-B- \neq aaB- \neq (A-bb = aabb)$  thuộc tỉ lệ 9:3:4
- 2.1.3. Tác động cộng gộp (tích lũy) hình thành 2 KH: 15:1  
 $(A-B- = A-bb = aaB-) \neq aabb$

Tổng quát n cặp gen tác động cộng gộp  $\Rightarrow$  tỉ lệ KH theo hệ số mỗi số hạng trong khai triển của nhị thức Newton  $(A+a)^n$ .

- $\Rightarrow$  Tương tác bổ trợ kèm theo xuất hiện tính trạng mới  
 Tương tác át chế ngăn cản tác dụng của các gen không alen.  
 Tương tác cộng gộp mỗi gen góp phần như nhau vào sự phát triển.

## 2.2. Dạng toán thuận:

+ Cho biết kiểu tương tác tìm tỉ lệ phân li ở đời con

*Ví dụ:* Ở ngựa sự có mặt của 2 gen trội A và B cùng kiểm soát gen qui định lông xám, gen A có khả năng đình chỉ hoạt động của gen B nên gen B cho lông màu đen khi không đứng cùng với gen A trong kiểu gen. Ngựa mang 2 cặp gen đồng hợp lặn cho kiểu hình lông hung. Các gen phân li độc lập trong quá trình di truyền. Tính trạng màu lông ngựa là kết quả của hiện tượng nào?

- A. tác động cộng gộp  
 B. Trội không hoàn toàn  
 C. Tác động át chế  
 D. Tác động bổ trợ

Giải:

Theo đề gen A có khả năng đình chỉ hoạt động của gen B, gen B chỉ biểu hiện kiểu hình khi không đứng cùng với gen A trong cùng 1 kiểu gen.

Hay nói cách khác là gen A át chế hoạt động của gen trội B

Suy ra, Tính trạng màu lông ngựa là kết quả của hiện tượng tương tác át chế

$\Rightarrow$  chọn đáp án: C

+ Cho biết kiểu gen (kiểu hình) của bố mẹ tìm tỉ lệ phân li về kiểu gen và kiểu hình ở đời con.

*Ví dụ 1:* Lai hai dòng bí thuần chủng quả tròn được  $F_1$  toàn quả dẹt;  $F_2$  gồm 271 quả dẹt : 179 quả tròn : 28 quả dài. Sự di truyền hình dạng quả tuân theo quy luật di truyền nào?

- A. Tương tác át chế  
 B. Tương tác cộng gộp  
 C. Trội không hoàn toàn  
 D. Tương tác bổ trợ

Giải:

Xét tỉ lệ KH đời con là: 271 quả dẹt : 179 quả tròn : 28 quả dài

$\approx$  9 quả dẹt : 6 quả tròn : 1 quả dài

$\rightarrow$  Quy luật di truyền chi phối là: Tương tác bổ trợ

$\Rightarrow$  Chọn đáp án D

**Chú ý:** Đối với các bài toán dạng này, ta coi số nhỏ nhất như 1 đơn vị, rồi chia các số lớn hơn với nó

*Ví dụ 2:* Cho lai hai dòng vẹt thuần chủng lông vàng với lông xanh, được  $F_1$  toàn màu hoa thiên lý (xanh-vàng).  $F_2$  gồm 9/16 màu thiên lý : 3/16 lông vàng : 3/16 lông xanh : 1/16 lông trắng. Tính trạng này di truyền theo quy luật:

- A. Phân li độc lập
- B. Tương tác gen
- C. Trội không hoàn toàn
- D. Liên kết gen

**Giải:**

Tỉ lệ phân tính về KH ở thế hệ  $F_2$  là: 9:3:3:1  
 Mà đây là kết quả của phép lai của hai cá thể về một cặp tính trạng tương phản.  
 Nên suy ra tính trạng này di truyền theo quy luật tương tác gen  
 → Chọn đáp án B

**2.3. Dạng toán nghịch:** Thường dựa vào kết quả phân tính ở thế hệ lai để suy ra số kiểu tổ hợp giao tử và số loại bố mẹ => số cặp gen tương tác.

Sau khi xác định được số cặp gen tương tác, đồng thời xác định được kiểu gen của bố mẹ và suy ra sơ đồ lai có thể có của phép lai đó để thấy tỉ lệ KG thuộc dạng nào, đối chiếu với kiểu hình của đề bài để dự đoán kiểu tương tác.

Thường thì tổng tỉ lệ chẵn ở thế hệ con bao giờ cũng là một số chẵn bởi nó là tích của một số chẵn với một số nguyên dương khác khi thực hiện phép nhân xác suất trong quần thể. Từ đó, suy ra số loại giao tử của bố mẹ.

+ Khi lai  $F_1 \times F_1$  tạo ra  $F_2$  có 16 kiểu tổ hợp như: 9:3:3:1; 9:6:1; 9:7; 12:3:1; 13:3, 9:3:4; 15:1. (16 = 4\*4 => P giảm phân cho 4 loại giao tử)

+ Khi lai  $F_1$  với cá thể khác tạo ra  $F_2$  có 8 kiểu tổ hợp như: 3:3:1:1; 4:3:1; 3:3:2; 5:3; 6:1:1; 7:1. (8 = 4\*2 => một bên P cho 4 loại giao tử, một bên P cho 2 loại giao tử)

+ Khi lai phân tích  $F_1$  tạo ra  $F_2$  có 4 kiểu tổ hợp như: 3:1; 1:2:1; 1:1:1:1. (4 = 4\*1 => một bên P cho 4 loại giao tử, một bên P cho 1 loại giao tử)

*Ví dụ 1:* Khi lai cây hoa đỏ thuần chủng với cây hoa trắng thuần chủng,  $F_1$  thu được 100% hoa đỏ. Cho lai  $F_1$  với cây hoa trắng thuần chủng ở trên,  $F_2$  thu được 3 hoa trắng : 1 hoa đỏ. Sự di truyền tính trạng trên tuân theo quy luật nào?

**Giải:**

Pt/c,  $F_1$  thu được 100% hoa đỏ => tính trạng hoa đỏ trội hoàn toàn so với hoa trắng (theo ĐL đồng tính của Mendel).

Mà tính trạng hoa trắng là tính trạng do gen lặn quy định nên hoa trắng chỉ cho 1 loại giao tử. Trong khi đó  $F_2 = 3+1 = 4$  kiểu tổ hợp, vậy con lai  $F_1$  phải cho 4 loại giao tử =>  $F_1$  dị hợp 2 cặp gen (AaBb), lúc đó KG của hoa trắng thuần chủng là aabb, kiểu gen của cây hoa đỏ thuần chủng là AABB.

Sơ đồ lai:

Pt/c:	AABB hoa đỏ	x	aabb hoa trắng
$F_1$ :		AaBb hoa đỏ	
$F_1 \times$ Pt/c(hoa trắng):	AaBb	x	aabb

		hoa đỏ		hoa trắng
F <sub>2</sub> :	1AaBb	1Aabb	1aaBb	1aabb

Mà kết quả kiểu hình của đề bài là 3 hoa trắng: 1 hoa đỏ. Ta đã xác định được ở trên KG aabb quy định tính trạng hoa trắng, AaBb quy định tính trạng hoa đỏ.

Từ đó ta có thể kết luận 2 KG còn lại là Aabb và aaBb quy định tính trạng hoa trắng.

Kết luận sự di truyền tính trạng trên tuân theo quy luật tương tác gen, kiểu tương tác bổ trợ gen trội.

*Ví dụ 2:* Ở đậu thơm, sự có mặt của 2 gen trội A, B trong cùng kiểu gen qui định màu hoa đỏ, các tổ hợp gen khác chỉ có 1 trong 2 loại gen trội trên, cũng như kiểu gen đồng hợp lặn sẽ cho kiểu hình hoa màu trắng. Cho biết các gen phân li độc lập trong quá trình di truyền. lai 2 giống đậu hoa trắng thuần chủng, F<sub>1</sub> thu được toàn hoa màu đỏ. Cho F<sub>1</sub> giao phấn với hoa trắng thu được F<sub>2</sub> phân tính theo tỉ lệ 37,5% đỏ: 62,5% trắng. Kiểu gen hoa trắng đem lai với F<sub>1</sub> là:

- A. Aabb hoặc aaBb
- B. Aabb hoặc AaBB
- C. aaBb hoặc AABb
- D. AaBB hoặc AABb

Giải:

F<sub>2</sub> phân tính có tỉ lệ: 37,5% đỏ: 62,5% trắng  
 = 3 đỏ : 5 trắng = 8 tổ hợp = 4 giao tử x 2 giao tử.

Theo giả thuyết thì những cây hoa trắng có thể có là một trong các kiểu gen sau: AAbb  
 Aabb

aaBB                      aaBb  
 aabb

Trong đó, Kiểu gen AAbb, aaBB, aabb sẽ giảm phân cho 1 loại giao tử  
 Kiểu gen Aabb, aaBb giảm phân cho 2 loại giao tử

Vậy chỉ có KG Aabb, aaBb là thỏa mãn, để khi lai với cây F<sub>1</sub> cho ra 8 tổ hợp.

Do đó cây đem lai sẽ cho 2 loại giao tử. nên cây đem lai với F<sub>1</sub> sẽ có kiểu gen là: Aabb hoặc aaBb.

=> Chọn đáp án A

*Ví dụ 3:* Lai 2 dòng bí thuần chủng quả tròn, thu được F<sub>1</sub> toàn quả dẹt; cho F<sub>1</sub> tự thụ phấn F<sub>2</sub> thu được 271 quả dẹt : 179 quả tròn : 28 quả dài. Kiểu gen của bố mẹ là:

- A. Aabb x aaBB
- B. AaBB x Aabb
- C. AaBb x AaBb
- D. AaBB x aabb

Giải:

Xét F<sub>2</sub> có 271 quả dẹt : 179 quả tròn : 28 quả dài  
 = 9 quả dẹt : 6 quả tròn : 1 quả dài  
 => F<sub>2</sub> có 9+6+1 = 16 tổ hợp = 4 giao tử \* 4 giao tử

Suy ra F<sub>1</sub> dị hợp 2 cặp gen : AaBb, cơ thể bố mẹ thuần chủng về hai cặp gen.

Quy ước: A-B- : quả dẹt  
 A-bb và aaB- : quả tròn  
 Aabb : quả dài

Vậy kiểu gen bố mẹ thuần chủng là: Aabb x aaBB

=> chọn đáp án A

**Ví dụ 4:** Ở Ngô, tính trạng kích thước của thân do 3 cặp alen ( $A_1a_1, A_2a_2, A_3a_3$ ) quy định. Mỗi gen lặn làm cho cây cao thêm 10cm, chiều cao cây thấp nhất 80cm. Nếu  $F_1$  đồng loạt xuất hiện kiểu hình Ngô cao 110cm. Kiểu gen của P là:

- A.  $A_1A_1A_2A_2A_3A_3 \times a_1a_1a_2a_2a_3a_3$                                       B.  $A_1A_1A_2A_2a_3a_3 \times a_1a_1a_2a_2A_3A_3$   
 C.  $A_1A_1a_2a_2A_3A_3 \times a_1a_1A_2A_2a_3a_3$                                       D. 1 trong 4 trường hợp nói trên.

**Giải:**

Theo đề bài suy ra, cây có chiều cao thấp nhất có kiểu gen là đồng hợp trội  $A_1A_1A_2A_2A_3A_3$ .  
 Mỗi gen lặn làm cây cao thêm 10cm

$$\Leftrightarrow 110 = 80 + 10 + 10 + 10$$

Suy ra  $F_1$  xuất hiện 3 gen lặn hay dị hợp tử về 3 cặp gen  $A_1a_1A_2a_2A_3a_3$

Bây giờ, dựa vào dữ kiện đề bài cho:

- + Phép lai:  $A_1A_1A_2A_2A_3A_3 \times a_1a_1a_2a_2a_3a_3 \Rightarrow A_1a_1A_2a_2A_3a_3$
  - + Phép lai:  $A_1A_1A_2A_2a_3a_3 \times a_1a_1a_2a_2A_3A_3 \Rightarrow A_1a_1A_2a_2A_3a_3$
  - + Phép lai:  $A_1A_1a_2a_2A_3A_3 \times a_1a_1A_2A_2a_3a_3 \Rightarrow A_1a_1A_2a_2A_3a_3$
- $\Rightarrow$  chọn đáp án đúng là đáp án D

**2.4.Tóm lại:** Khi xét sự di truyền của 1 tính trạng, điều giúp chúng ta nhận biết tính trạng đó được di truyền theo quy luật tương tác của 2 gen không alen là:

- + Tính trạng đó được phân li KH ở thế hệ sau theo tỉ lệ 9:3:3:1 hay biến đổi của tỉ lệ này.
- + Tính trạng đó được phân li KH ở thế hệ sau theo tỉ lệ 3:3:1:1 hay biến đổi của tỉ lệ này.
- + Kết quả lai phân tích xuất hiện tỉ lệ KH 1:1:1:1 hay biến đổi của tỉ lệ này.

### BÀI 14: DI TRUYỀN LIÊN KẾT GEN VÀ HOÁN VỊ GEN

#### A/ DI TRUYỀN LIÊN KẾT GEN HOÀN TOÀN

##### DẠNG 1 : NHẢM NGHIỆM KG DỰA VÀO KIỂU HÌNH

**Lai 2 tính** : Sẽ xuất hiện tỉ lệ của lai 1 tính .

- 3 : 1 ==> Kiểu gen của cơ thể đem lai :  $AB/ab \times AB/ab$  .
- 1 : 2 : 1 ==> Kiểu gen của cơ thể đem lai :  $Ab/aB \times Ab/aB, Ab/aB \times AB/ab$
- 1 : 1 ==> Kiểu gen của cơ thể đem lai : nếu #P  $AB/ab \times ab/ab$  hoặc nếu #P  $Ab/aB \times ab/ab$  .
- 1 : 1 : 1 : 1 =>  $Ab/ab \times aB/ab$

##### DẠNG 2 : SỐ LOẠI GIAO TỬ VÀ TỶ LỆ GIAO TỬ

- với x là số cặp NST tương đồng mang gen => số loại giao tử =  $2^x$   
 VD:  $AB/ab \Rightarrow x=1$  ; số loại giao tử =  $2^1$
- với a ( $a \leq x$ ) số cặp NST tương đồng chứa các gen đồng hợp => số loại giao tử =  $2^{x-a}$   
 VD:  $Aa\ bd/bd$  có  $x=2$  và  $a = 1 \Rightarrow 2^{2-1}=2$  loại giao tử

**- Tỷ lệ giao tử của KG tích tỷ lệ giao tử từng KG**

VD:  $\frac{Ab}{aB} \frac{DE}{de} \frac{GH}{gh}$                                       Có  $x=3 \Rightarrow$  số loại giao tử =  $2^3=8$

Tỷ lệ:  $\frac{aB}{Ab} \frac{DE}{de} \frac{gh}{GH} = \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = 12,5\%$  hoặc  $\frac{Ab}{aB} \frac{De}{dE} \frac{Gh}{gH} = \frac{1}{2} \times 0 \times \frac{1}{2} = 0\%$

##### DẠNG 3: SỐ KIỂU GEN VÀ KIỂU HÌNH ĐỐI CON= TÍCH TỪNG CẶP RIÊNG RẺ



**B/ DI TRUYỀN LIÊN KẾT GEN KHÔNG HOÀN TOÀN (HOÁN VỊ GEN)**

**1. Cách nhận dạng :**

- Cấu trúc của NST thay đổi trong giảm phân .

- Là quá trình lai 2 hay nhiều tính , tỉ lệ phân tính chung của các cặp tính trạng không phù hợp với phép nhân xác suất

Nhưng xuất hiện đầy đủ các loại kiểu hình như phân li độc lập .

**2. Cách giải :**

- **Bước 1** : Qui ước .

- **Bước 2** : Xét từng cặp tính trạng

- **Bước 3** : Xét cả 2 cặp tính trạng

- **Bước 4** : Xác định kiểu gen của cá thể đem lai và tần số hoán vị gen :

**a) Lai phân tích :**

- Tần số hoán vị gen bằng tổng % các cá thể chiếm tỉ lệ thấp .

- Nếu ở đời sau xuất hiện kiểu hình giống bố mẹ chiếm tỉ lệ cao  $\implies$  KG : AB/ab X ab/ab .

- Nếu ở đời sau xuất hiện kiểu hình giống bố mẹ chiếm tỉ lệ thấp  $\implies$  KG : Ab/aB X ab/ab .

**b) Hoán vị gen xảy ra 1 bên :**

$\% \underline{ab} \cdot 50\% = \% \text{ kiểu hình lặn .}$
---

- Nếu  $\% \underline{ab} < 25\% \implies$  Đây là giao tử hoán vị .

+ Tần số hoán vị gen :  $f\% = 2 \cdot \% \underline{ab}$

+ Kiểu gen : Ab/aB X Ab/aB .

- Nếu  $\% \underline{ab} > 25\% \implies$  Đây là giao tử liên kết .

+ Tần số hoán vị gen :  $f\% = 100\% -$

$2 \cdot \% \underline{ab}$

+ Kiểu gen : AB/ab X AB/ab .

**c) Hoán vị gen xảy ra 2 bên :**

$(\% \underline{ab})^2 = \% \text{ kiểu hình lặn}$
--

- Nếu  $\% \underline{ab} < 25\% \implies$  Đây là giao tử hoán vị .

+ Tần số hoán vị gen :  $f\% = 2 \cdot \% \underline{ab}$

+ Kiểu gen : Ab/aB X Ab/aB .

- Nếu  $\% \underline{ab} > 25\% \implies$  Đây là giao tử liên kết .

+ Tần số hoán vị gen :  $f\% = 100\% - 2 \cdot \% \underline{ab}$

+ Kiểu gen : AB/ab X AB/ab .

**d) Hoán vị gen xảy ra 2 bên nhưng đề bài chỉ cho 1 kiểu hình (1 trội , 1 lặn ) :**

Gọi x là % của giao tử Ab  $\implies \% \underline{Ab} = \% \underline{aB} = x\% .$

$\% \underline{AB} = \% \underline{ab} = 50\% - x\% .$

Ta có  $x^2 - 2x(50\% - x\%) = \% \text{ kiểu hình (1 trội , 1 lặn) .}$

- Nếu  $x < 25\% \implies \% \underline{Ab} = \% \underline{aB}$  (Đây là giao tử hoán vị)

+ Tần số hoán vị gen :  $f\% = 2 \cdot \% \underline{ab}$

+ Kiểu gen : AB/ab X AB/ab .

- Nếu  $x > 25\% \implies \% \underline{Ab} = \% \underline{aB}$  (Đây là giao tử liên kết)

- + Tần số hoán vị gen :  $f\% = 100\% - 2 \cdot \%ab$
- + Kiểu gen :  $Ab/aB \times Ab/aB$ .

- **Bước 5** : Viết sơ đồ lai .

**DẠNG 27**  
**TÍNH SỐ LOẠI VÀ THÀNH PHẦN GEN GIAO TỬ**

**1) Các gen liên kết hoàn toàn:**

a) **Trên một cặp NST ( một nhóm gen )**

❖ **Các cặp gen đồng hợp tử:** => *Một loại giao tử.*

Ví dụ:  $\frac{Ab}{Ab} \Rightarrow$  1 loại giao tử  $\underline{Ab}$ .

❖ **Nếu có 1 cặp gen dị hợp tử trở lên:** => *Hai loại giao tử tỉ lệ tương đương.*

Ví dụ:  $\frac{ABd}{abd} \Rightarrow \underline{ABd} = \underline{abd}$

b) **Trên nhiều cặp NST ( nhiều nhóm gen ) nếu mỗi nhóm gen đều có tối thiểu 1 cặp di hợp.**

$$\text{Số loại giao tử} = 2^n \text{ với } n \text{ là số nhóm gen ( số cặp NST )}$$

**2) Các gen liên kết nhau không hoàn toàn:**

- ❖ Mỗi nhóm gen phải chứa 2 cặp gen dị hợp tử trở lên mới phát sinh giao tử mang tổ hợp gen chéo ( giao tử hoán vị gen ) trong quá trình giảm phân.
- ❖ Số loại giao tử :  $2^2 = 4$  loại tỉ lệ không bằng nhau.
  - 2 loại giao tử bình thường mang gen liên kết, tỉ lệ mỗi loại giao tử này  $> 25\%$ .
  - 2 loại giao tử HVG mang tổ hợp gen chéo nhau do 2 gen tương ứng đổi chỗ, tỉ lệ mỗi loại giao tử này  $< 25\%$ .

**DẠNG 28**  
**TẦN SỐ TRAO ĐỔI CHÉO VÀ KHOẢNG CÁCH TƯƠNG ĐỐI GIỮA 2 GEN TRÊN MỘT NST**

**1) Tần số trao đổi chéo – tần số hoán vị gen ( P ):**

- ❖ *Tần số trao đổi chéo giữa 2 gen trên cùng NST bằng tổng tỉ lệ 2 loại giao tử mang gen hoán vị.*
- ❖ *Tần số HVG  $< 25\%$ . Trong trường hợp đặc biệt, các tế bào sinh dục sơ khai đều xảy ra trao đổi chéo giống nhau => tần số HVG = 50%.*

$$\begin{aligned} \text{Tỉ lệ mỗi loại giao tử liên kết} &= \frac{100\% - f}{2} = \frac{1 - f}{2} \\ \text{Tỉ lệ mỗi loại giao tử HVG} &= \frac{f}{2} \end{aligned}$$

**2) Khoảng cách tương đối giữa các gen trên cùng 1 NST:**

- ❖ Tần số HVG thể hiện khoảng cách tương đối giữa 2 gen : Hai gen càng xa nhau thì tần số HVG càng lớn và ngược lại.
- ❖ Dựa vào tần số HVG => khoảng cách giữa các gen => vị trí tương đối trong các gen liên kết.  
Quy ước 1CM ( centimorgan ) = 1% HVG.

**3) Trong phép lai phân tích:**

$$\text{Tần số HVG} = \frac{\text{Số cá thể hình thành do HVG}}{\text{Tổng số cá thể nghiên cứu}} \times 100\%$$

## HOÁN VỊ GEN

### 1. đặc điểm:

- Các gen cùng nằm trên 1 NST và nếu dị hợp 2 cặp gen sẽ cho 4 loại giao tử với tỉ lệ khác nhau và khác tỉ lệ 9: 3: 3: 1. trong đó 2 giao tử liên kết có tỉ lệ lớn và 2 giao tử hoán vị có tỉ lệ nhỏ
- Tùy loài mà hoán vị xảy ra theo giới tính đực ( bướm tằm) ở giới cái ( ruồi giấm) hay cả 2 giới ( cà chua, người)

### 2. Ý nghĩa:

- Làm tăng xuất hiện biến dị tổ hợp
- Nhờ có HVG mà các gen có lợi có dịp cùng tổ hợp trên 1 NST qui định các nhóm tính trạng có lợi
- Nhờ có HVG làm tăng tính đa dạng phong phú của giao tử, hợp tử, kg -> tăng tính đa dạng cho loài và có ý nghĩa quan trọng trong quá trình chọn giống và tiến hoá

### 3. Bài tập:

Tần số hoán vị gen( $f$ ) : Là tỉ lệ % các loại giao tử hoán vị tính trên tổng số giao tử được sinh ra  
 Và  $f \leq 50\%$

- tỉ lệ giao tử hoán vị =  $\frac{f}{2}$

- tỉ lệ giao tử liên kết =  $(\frac{1-f}{2})$

3.1: Quá trình giảm phân xảy ra hoán vị gen giữa a và A với  $f = 40\%$  và giữa D và d với  $f = 20\%$   
 Xác định số loại giao tử , thành phần các loại giao tử , tỉ lệ các loại giao tử trong các trường hợp sau:

a.  $\frac{Ab}{aB} \rightarrow 4$  giao tử: 2 giao tử hvị  $\underline{AB} = \underline{ab} = f / 2 = 40\% / 2 = 20\%$

2 giao tử liên kết  $\underline{Ab} = \underline{aB} = (1 - f) / 2 = 30\%$

b.  $\frac{ABe}{abE} \rightarrow 4$  kiểu giao tử: 2 giao tử hvị  $\underline{AbE} = \underline{aBe} = f / 2 = 40\% / 2 = 20\%$

2 giao tử liên kết  $\underline{ABe} = \underline{abE} = (1 - f) / 2 = 30\%$

c. Aa  $\frac{BD}{bd} \rightarrow 8$  kiểu giao tử: giao tử hvị  $\underline{A bD} = \underline{AbD} = \underline{aBd} = \underline{abD} = f / 4 = 20\% / 4 = 5\%$

giao tử liên kết  $\underline{A BD} = \underline{A bd} = \underline{a BD} = \underline{a bd} = (1 - 20\%) / 4 = 20\%$

d.  $\frac{Ab}{aB} \frac{De}{dE} \rightarrow 16$  giao tử: hvị cặp  $\frac{Ab}{aB}$  cho 2 giao tử HV :  $\underline{AB} = \underline{ab} = 20\%$

2 giao tử LK:  $\underline{Ab} = \underline{aB} = 30\%$

hvị cặp  $\frac{De}{dE}$  cho 2 giao tử HV :  $\underline{DE} = \underline{de} = 40\%$

2 giao tử LK:  $\underline{De} = \underline{dE} = 10\%$

Tổ hợp có 16 loại giao tử:  $\underline{AB DE} = 20\% \cdot 40\% = 8\%$

$\underline{AB de} = 20\% \cdot 40\% = 8\%$

$\underline{AB dE} = 20\% \cdot 10\% = 2\%$

Các giao tử khác tính tương tự.

➤ Nếu 2 cặp gen cùng nằm trên 1 cặp NST tương đồng thì:

Vì  $\frac{x}{2} + \frac{1-x}{2} = \frac{1}{2} = 50\%$ . Do đó tính tỉ lệ giao tử liên kết ta lấy 50% trừ cho loại giao tử hoán vị và ngược lại.

- Nếu có nhiều cặp NST tương đồng mang gen ta dùng phép nhân xác suất để tính tỉ lệ giao tử chung hoặc tỉ lệ từng loại giao tử.

3.2. Xác định kết quả của phép lai:

Cho A: quả tròn, a: quả dài, B: hạt đục, b: hạt trong. Tần số hoán vị là 40%.

Phép lai :  $\frac{AB}{ab} \times \frac{Ab}{ab}$

- a. Số kiểu tổ hợp giao tử:  $4 \times 2 = 8$  giao tử

- b. Loại giao tử  $\frac{Ab}{ab}$  xuất hiện ở  $F_1$  với tỉ lệ:  $= (20\% \times \frac{1}{2}) + (\frac{1}{2} \times 30\%) = 25\%$

3.3. Xác định qui luật di truyền:

Ví dụ 1: : Cho lai giữa lúa cây cao hạt tròn với cây thấp hạt dài thu được  $F_1$  đồng loạt cây cao hạt tròn. Cho  $F_1$  giao phối với nhau thì  $F_2$  có 4 kiểu hình theo tỉ lệ: 592 cao, tròn: 158 cao, dài: 163 thấp, tròn: 89 thấp, dài. Biết mỗi gen qui định 1 tính trạng

- a. Tìm qui luật di truyền
- b. Xác định tỉ lệ phân li kiểu gen và kiểu hình ở  $f_2$ .

Giải:

- a.  $F_1$  đồng tính  $\rightarrow$  cao tròn là trội so với thấp dài. và dị hợp 2 cặp gen.

- Nếu 2 tính trạng PLĐL thì  $F_2$  xuất hiện 4 kiểu hình với tỉ lệ 9:3:3:1 ( khác với đề bài)

- Nếu 2 tính trạng liên kết gen thì  $F_2$  xuất hiện tỉ lệ kiểu hình 3:1 hay 1:2:1 ( khác với tỉ lệ đầu bài )

Theo bài ra  $F_2$  tỉ lệ 59: 16: 16: 9  $\neq$  9:3:3:1. Vậy bài tuân theo qui luật hoán vị gen.

- b. lập sơ đồ lai P:  $\frac{AB}{AB} \times \frac{ab}{ab}$

$$F_1 : \frac{AB}{ab} \text{ 100\% cao tròn}$$

Mà  $F_2$  tính trạng cây thấp dài là tính trạng lặn nên kiểu hình  $\frac{ab}{ab} = 9\% = (30\% \text{ giao tử đục } \underline{ab} \times$

$30\% \text{ giao tử cái } \underline{ab})$

$\rightarrow$  Tần số hoán vị của  $F_1 = 100\% - (30\% \times 2) = 40\% \rightarrow$  giao tử hoán vị có tỉ lệ 20% và giao tử liên kết 30%

lập sơ đồ lai  $\rightarrow$  tỉ lệ phân li KH: 59% cao tròn: 16% cao dài: 16% thấp tròn : 9% thấp dài

Ví dụ 2: Cho P thuần chủng khác nhau 2 cặp gen  $F_1$  xuất hiện cây chín sớm quả trắng. Cho  $F_1$  tự thụ  $F_2$  thu được 4 kiểu hình với 4700 cây. Trong đó cây chín muộn quả xanh có 375 cây.

- a. Tìm qui luật di truyền
- b. Xác định kiểu hình ở  $F_2$

Giải:

- a. P thuần chủng,  $F_1$  đồng tính chín sớm quả trắng  $\rightarrow$  chín sớm quả trắng là trội so với chín muộn quả xanh. Và  $F_1$  dị hợp 2 cặp gen.

- Nếu 2 cặp gen PLĐL thì  $f_2$  có tính trạng đồng hợp lặn ( chín muộn quả xanh tỉ lệ  $1/16 = 6,25\%$  hay nếu liên kết thì tỉ lệ là 25%

Mà bài ra cho tỉ lệ  $F_2$  chín muộn quả xanh  $= \frac{375}{37600} \cdot 100\% = 1\% \neq 6,25\%$  và  $\neq 25\%$

-> Di truyền theo qui luật hoán vị gen.

$$b. \frac{ab}{ab} = 1\% = (10\% \text{ giao tử đực } \underline{ab} \times 10\% \text{ giao tử cái } \underline{ab})$$

Giao tử  $\underline{ab} = 10\% \leq 25\%$  do đó đây là giao tử hoán vị

Vậy A liên kết với b và a liên kết với B

-> KG của

$$\text{- Tần số HVG vùng } \frac{B}{A} = f_{(\text{đơn } \frac{B}{A})} + f_{(\text{kép})} = \frac{42+43+9+6}{1000} = 10\%$$

$$\text{- Tần số HVG vùng } \frac{d}{c} = f_{(\text{đơn } \frac{d}{c})} + f_{(\text{kép})} = \frac{140+145+9+6}{1000} = 30\%$$

### **BÀI 15 + 16: DI TRUYỀN LIÊN KẾT VỚI GIỚI TÍNH VÀ DI TRUYỀN NGOÀI NHIỆM SẮC THỂ**

#### **V-Di truyền liên kết với giới tính :**

##### **1.Cách nhận dạng :**

-Có sự phân biệt giới tính lên tục qua các thế hệ .

-Sự phân tính khác nhau ở 2 giới .

##### **a)Gen trên NST X :**

-Có hiện tượng di truyền chéo .

-Không có alen tương ứng trên NST Y .

-Kết quả của phép lai thuận và nghịch khác nhau .

-Tính trạng lặn thường biểu hiện ở cá thể XY .

##### **b)Gen trên NST Y :**

-Có hiện tượng di truyền thẳng .

-Không có alen tương ứng trên NST X .

-Tính trạng chỉ biểu hiện ở cá thể XY .

##### **2.Cách giải :**

-**Bước 1** : Qui ước gen .

-**Bước 2** : Xét từng cặp tính trạng .

$$3/1 \implies \text{Kiểu gen : } X^A X^a \times X^A Y .$$

$$1/1 \implies \text{Kiểu gen : } X^A X^a \times X^a Y \text{ ( tính trạng lặn xuất hiện ở 2 giới )}$$

$$X^a X^a \times X^A Y \text{ (tính trạng lặn xuất hiện ở cá thể XY )} .$$

-**Bước 3** : Xét cả 2 cặp tính trạng ở đời sau xuất hiện tỉ lệ khác thường .

-**Bước 4** : Xác định kiểu gen của P hoặc F<sub>1</sub> và tính tần số hoán vị gen .

- Xác định kiểu gen của ♀(P) dựa vào ♂(F<sub>1</sub>) .

- Xác định kiểu gen của ♂(P) dựa vào ♀(F<sub>1</sub>) .

-Tần số hoán vị gen bằng tổng % của các cá thể chiếm tỉ lệ thấp .

-**Bước 5** : Viết sơ đồ lai .

### **BÀI 17+18: MỨC PHẢN ỨNG-THƯỜNG BIẾN VÀ BÀI TỔNG HỢP**

#### **1.2. Dựa vào kết quả phân ly kiểu hình trong phép lai phân tích:**

Dựa vào kết quả của phép lai để xác định tỷ lệ và loại giao tử sinh ra của các cá thể cần tìm.

+ Nếu tỉ lệ KH 1:1 thì đó là sự di truyền 1 tính trạng do 1 gen chi phối

+ Nếu tỉ lệ KH 3:1 thì được di truyền theo quy luật tương tác gen, trong tính trạng có 2 kiểu hình.

- Tương tác bổ trợ 9:7
- Tương tác át chế 13:3
- Tương tác cộng gộp 15:1

+ Nếu có tỉ lệ KH 1:2:1 thì tính trạng được di truyền theo quy luật tương tác gen trong trường hợp tính trạng có 3 kiểu hình.

- Tương tác bổ trợ 9:6:1
- Tương tác át chế lặn 9:3:4
- Tương tác át chế trội 12:3:1

+ Tỉ lệ KH 1:1:1:1 là sự di truyền tương tác bổ trợ 1 tính trạng có 4 kiểu hình 9:3:3:1 hoặc là lai 2 cặp tính trạng tuân theo định luật phân ly độc lập có tỉ lệ kiểu hình là 9:3:3:1.

**2. Nếu đề bài không xác định tỷ lệ phân li kiểu hình của đời con mà chỉ cho biết 1 kiểu hình nào đó ở con lai.**

+ Khi lai 1 cặp tính trạng, tỉ lệ 1 kiểu hình được biết bằng hoặc là bội số của 25% (hay  $\frac{1}{4}$ ).

+ Khi lai 2 cặp tính trạng mà tỉ lệ 1 kiểu hình được biết bằng hoặc là bội số của 6.25% (hay  $\frac{1}{16}$ ), hay khi lai n cặp tính trạng mà từ tỉ lệ của KH đã biết cho phép xác định được số loại giao tử của bố (hoặc mẹ) có tỉ lệ bằng nhau và bằng 25% hoặc là ước số của 25%.

➔ Đó là các bài toán thuộc định luật Mendel.

*Ví dụ:* Cho lai 2 cây đậu thuần chủng khác nhau 2 cặp tính trạng tương phản,  $F_1$  thu được toàn bộ cây thân cao - hoa đỏ. Cho  $F_1$  tạp giao  $F_2$  thu được 16000 cây trong đó có 9000 cây thân cao - hoa đỏ. Hai cặp tính trạng trên bị chi phối bởi quy luật di truyền.

- |                     |                       |
|---------------------|-----------------------|
| A. Tương tác át chế | C. Tương tác bổ trợ   |
| B. Phân li độc lập  | D. Tương tác cộng gộp |

Giải:

Tỉ lệ cây cao- đỏ thu được ở thế hệ  $F_2$  là  $\frac{9000}{16000} = \frac{9}{16} = 56.25\%$  là bội số của 6.25%

➔ Đó là bài toán thuộc định luật Mendel  
=> Chọn đáp án B

**3. Tính trạng do 1 hay 2 gen quy định? Xác định kiểu gen tương ứng của cơ thể lai:**

Tùy vào số tổ hợp ở đời con của từng phép lai và tính trội lặn hoàn toàn hay không hoàn toàn ở thế hệ lai.

+ Phép lai hai cá thể dị hợp (thường là cho  $F_1$  giao phối với nhau) cho số tổ hợp không quá 4 thì thường do 1 gen quy định; số tổ hợp hơn 4 nhưng không quá 16 thường do 2 gen quy định.

\* *Ví dụ* Khi lai  $F_1$  dị hợp được  $F_2$  phân ly tỉ lệ 11: 2: 2: 1 (tổng có 16 tổ hợp) thì chắc chắn không phải là 1 gen quy định.

+ Phép lai phân tích  $F_1$ : nếu cho số tổ hợp không quá 4 nhưng không phải 1:1, lúc này lại do 2 gen quy định...

\* Ví dụ Khi lai phân tích được 3 đời: 1 xanh (4 tổ hợp) thì cũng chắc chắn không phải là 1 gen.

+ Lai F<sub>1</sub> với 1 cá thể bất kì: số tổ hợp tối đa khi lai hai cá thể dị hợp với nhau, từ đó có thể loại trừ các khả năng không đúng.

\*Ví dụ Khi lai hai cá thể bất kì về tính trạng A mà cho con tới 8 tổ hợp thì chắc chắn tính trạng do 2 gen quy định, trong đó 1 cá thể dị hợp cả 2 gen, 1 cá thể dị hợp 1 gen (thường là dị hợp và đồng hợp lặn gen còn lại)...

#### 4. Gen này có gây chết không?

Dấu hiệu của kiểu này là số tổ hợp ở đời con không chẵn, có thể là 3, 7,.. thay vì 4, 8... Đây là 1 dấu hiệu ít gặp nhưng vẫn phải nghĩ đến.

Nếu đời con phân ly tỉ lệ đặc biệt VD 2:1 thì gần như có thể chắc chắn là gen gây chết, và thường là gây chết ở trạng thái đồng hợp trội.

#### 5. Các trường hợp riêng:

+ Dựa vào kết quả phân li kiểu hình của F<sub>1</sub> lai với cơ thể khác. cần chú ý những tỉ lệ đặc biệt sau đây: 7:1; 4:3:1; 6:1:1; 5:3 đây là tỉ lệ của tính trạng nảy sinh do tương tác gen, tùy từng trường hợp cụ thể mà xác định chính xác tính trạng được xét, di truyền theo quy luật di truyền nào.

+ Trường hợp đồng trội dựa vào điều kiện như: 1 tính trạng được quy định bởi 1 cặp gen có 3 alen,  $I^A = I^B > I^O$ . Số kiểu gen tối đa là 6, số kiểu hình tối đa là 4.

### TÍCH HỢP XÁC SUẤT

#### I/ NỘI DUNG

##### **Thí dụ mở đầu**

Thí dụ 1: Galactosemia là một bệnh di truyền ở người do một allele lặn trên NST thường quy định. Một cặp vợ chồng muốn sinh con nhưng lo ngại vì người vợ có mẹ bệnh, người chồng có cha bệnh. Ngoài ra không có trường hợp bệnh của những người khác trong gia đình cặp vợ chồng này.

Bạn hãy cho họ biết xác suất để đứa con trai đầu của họ có bệnh là bao nhiêu?

Thí dụ 2: Giả sử tỉ lệ giới tính là 1 : 1, hãy tính xác suất để 5 đứa bé sinh ra từ cùng một cặp bố mẹ gồm:

- a) Ba gái và hai trai
- b) Xen kẽ giới tính, bé đầu lòng là trai
- c) Xen kẽ giới tính
- d) Tất cả đều là gái
- e) Tất cả đều có cùng giới tính
- f) Có ít nhất là 4 bé gái
- g) Một gái đầu lòng và một trai út.

#### 1/ Định nghĩa xác suất:

Xác suất (P) để một sự kiện xảy ra là số lần xuất hiện sự kiện đó (a) trên tổng số lần thử (n):

$$P = a/n$$

❖ Thí dụ:

P Thân cao x thân thấp

F1 100% thân cao  
 F2 787 thân cao  
 277 thân thấp  
 Xác suất xuất hiện cây thân cao là:  
 $787/(787 + 277) = 0.74$

**2/ Các qui tắc tính xác suất**

**2.1. Qui tắc cộng xác suất**

- Khi hai sự kiện không thể xảy ra đồng thời (**hai sự kiện xung khắc**), nghĩa là sự xuất hiện của sự kiện này loại trừ sự xuất hiện của sự kiện kia thì qui tắc cộng sẽ được dùng để tính xác suất của cả hai sự kiện:

$$P(A \text{ hoặc } B) = P(A) + P(B)$$

- Thí dụ:  
 Đậu Hà Lan hạt vàng chỉ có thể có một trong hai kiểu gen AA (tỉ lệ 1/4) hoặc Aa (tỉ lệ 2/4). Do đó xác suất (tỉ lệ) của kiểu hình hạt vàng (kiểu gen AA hoặc Aa) sẽ là  $1/4 + 2/4 = 3/4$ .

**2.2. Qui tắc nhân xác suất**

- Khi **hai sự kiện độc lập** nhau, nghĩa là sự xuất hiện của sự kiện này không phụ thuộc vào sự xuất hiện của sự kiện kia thì qui tắc nhân sẽ được dùng để tính xác suất của cả hai sự kiện:

$$P(A \text{ và } B) = P(A) \cdot P(B)$$

- Thí dụ:  
 Ở người, bệnh mù màu đỏ - xanh lục do gen lặn nằm trên nhiễm sắc thể giới tính X qui định. Không có gen trên nhiễm sắc thể Y. Bố, mẹ  $X^A X^a \times X^A Y$ , xác suất để cặp vợ chồng này sinh con trai đầu lòng bị bệnh là bao nhiêu?  
 $\Rightarrow$  Xác suất sinh con trai là 1/2 và xác suất con trai bị bệnh là 1/2.  
 Do đó:  $P(\text{trai bị bệnh}) = 1/2 \cdot 1/2 = 1/4$

**2.3. Qui tắc phân phối nhị thức**

- Khi xác suất của một sự kiện X là p và xác suất của sự kiện Y là q thì trong n phép thử, xác suất để sự kiện X xuất hiện x lần và sự kiện Y xuất hiện y lần sẽ tuân theo qui tắc phân phối nhị thức:

$$P(X) = C_x^n p^x (1 - p)^{n-x}$$

$$P(X) = C_x^n p^x (1 - p)^{n-x}$$

trong đó  $C_n^x = \frac{n!}{x!(n-x)!}$



$$n! = n(n - 1)(n - 2) \dots 1 \text{ và } 0! = 1$$

$$x + y = n \Leftrightarrow y = n - x$$

và  $p + q = 1 \Leftrightarrow q = 1 - p$

Do đó công thức trên còn có thể viết là:

$$P = \frac{n!}{x! y!} p^x q^y$$

**Thí dụ 1**

- Ở người gen b gây bệnh bạch tạng so với B qui định màu da bình thường. Một cặp vợ chồng kiểu gen đều dị hợp có 5 đứa con.

Xác suất để có hai con trai bình thường, 2 con gái bình thường và một con trai bạch tạng là bao nhiêu?

**Phân tích**

- Xác suất sinh con trai hoặc con gái đều = 1/2
- Xác suất sinh con bình thường = 3/4
- Xác suất sinh con bệnh bạch tạng = 1/4

Như vậy theo qui tắc nhân:

- Xác suất sinh 1 con trai bình thường = (1/2)(3/4) = 3/8
- Xác suất sinh 1 con gái bình thường = (1/2)(3/4) = 3/8
- Xác suất sinh 1 con trai bạch tạng = (1/2)(1/4) = 1/8
- Xác suất sinh 1 con gái bạch tạng = (1/2)(1/4) = 1/8

Do đó:

$$P = \frac{5!}{2! 2! 1! 0!} (3/8)^2 (3/8)^2 (1/8)^1 (1/8)^0$$

$$= 30.(3/8)^4 (1/8)^1 = 0,074$$

**Thí dụ 2**

- Tính xác suất để một cặp vợ chồng sinh 4 người con:
  - gồm một trai, ba gái?
  - gồm một trai, ba gái, nhưng đầu lòng là trai?

**Phân tích**

- Các khả năng có thể xảy ra:

	T	G	G	G = (1/2)(1/2)(1/2)(1/2) = (1/2) <sup>4</sup>
hoặc	G	T	G	G = (1/2)(1/2)(1/2)(1/2) = (1/2) <sup>4</sup>
hoặc	G	G	T	G = (1/2)(1/2)(1/2)(1/2) = (1/2) <sup>4</sup>
hoặc	G	G	G	T = (1/2)(1/2)(1/2)(1/2) = (1/2) <sup>4</sup>

$$P = (1/2)^4 + (1/2)^4 + (1/2)^4 + (1/2)^4 = 4 \cdot (1/2)^4 = 1/4$$

**Nhận xét**

Như vậy

- Phân phối nhị thức = qui tắc nhân + qui tắc cộng
- Phân phối nhị thức được sử dụng khi không chú ý đến thứ tự của các sự kiện.

**3. Quy tắc nhân được áp dụng trong trường hợp có lưu ý đến trật tự sắp xếp.**

**3/ Bài toán tương tác cộng gộp**

**P**                    AABBDD    x        aabbdd  
     Hạt đỏ thâm                    Hạt trắng  
**F1**                                    AaBbDd (100% Hạt đỏ)  
**F1 ttp** AaBbDd            x        AaBbDd  
**F2:**  
                           1 hạt đỏ thâm:  
                           6 hạt đỏ sậm :  
                           15 hạt đỏ :  
                           20 hạt đỏ nhạt :  
                           15 hạt hồng :  
                           6 hạt hồng nhạt :  
                           1 hạt trắng:

**Phân tích**

- Kết quả phép lai tuân theo quy tắc phân phối nhị thức  $(T + L)^n$  trong đó  
                       T = alen trội  
                       L = alen lặn  
                       n = tổng số alen (luôn là bội số của 2)
- Trong thí dụ trên n = 6
- $(T + L)^6 = 1T^6 : 6 T^5L^1 : 15 T^4L^2 : 20 T^3L^3 : 15 T^2L^4 : 6 T^1L^5 : 1 L^6$

**Phân tích**

- Có thể xác định hệ số của nhị thức bằng cách dùng tam giác Pascal:
- |       |   |   |    |    |    |   |   |  |
|-------|---|---|----|----|----|---|---|--|
| n = 1 |   |   |    |    | 1  |   |   |  |
| n = 2 |   |   |    | 1  | 2  | 1 |   |  |
| n = 3 |   |   | 1  | 3  | 3  | 1 |   |  |
| n = 4 |   | 1 | 4  | 6  | 4  | 1 |   |  |
| n = 5 | 1 | 5 | 10 | 10 | 5  | 1 |   |  |
| n = 6 | 1 | 6 | 15 | 20 | 15 | 6 | 1 |  |
| ..... |   |   |    |    |    |   |   |  |
- Có thể xác định nhanh hệ số của nhị thức bằng cách tính tổ hợp.

$$C_n^x = \frac{n!}{x!(n-x)!}$$

Trong đó  $x =$  số alen trội (hoặc lặn) trong kiểu gen  
 $n =$  tổng số alen

- Thí dụ: Để tính tỉ lệ của kiểu hình mà trong kiểu gen có hai gen (alen) trội và 4 gen (alen) lặn:

$$C_6^2 = \frac{6!}{2!(6-2)!} = \frac{4! \cdot 5 \cdot 6}{2 \cdot 4!} = \frac{30}{2} = 15$$

II/ THỰC TIỄN GIẢI BÀI TẬP.

Bài tập 1: ( Bài 1 – SGK Sinh học 12 cơ bản - trang 66)

Bệnh Pheninkêto niệu ở người là do một gen lặn nằm trên nhiễm sắc thể thường quy định và di truyền theo quy luật Mendel. Một người đàn ông có cô em gái bị bệnh, lấy một người vợ có người anh trai bị bệnh. Cặp vợ chồng này lo sợ con mình sinh ra sẽ bị bệnh. Hãy tính xác suất để cặp vợ chồng này sinh đứa con đầu lòng bị bệnh? Biết rằng, ngoài người anh chồng và em vợ bị bệnh ra, cả bên vợ và bên chồng không còn ai khác bị bệnh.

Phân tích: Do tuân theo định luật Mendel

Do chỉ có em chồng và anh vợ bị bệnh

⇒ Cả ông bà già chồng và ông bà già vợ đều có kiểu gen: Aa ( A bình thường > a bị bệnh)

⇒ Cặp vợ chồng này có con bị bệnh khi bố Aa và mẹ Aa

⇒ Xác suất để bố có kiểu gen Aa = 2/3 và xác suất để mẹ có kiểu gen Aa = 2/3 và xác suất để sinh con bị bệnh là 1/4

Áp dụng quy tắc nhân xác suất: P = 2/3 x 2/3 x 1/4 = 1/9

## 1/ Tính xác suất đực và cái trong nhiều lần sinh

### a. Tổng quát:

- Mỗi lần sinh là một sự kiện hoàn toàn độc lập, và có 2 khả năng có thể xảy ra: hoặc đực hoặc cái với xác suất bằng nhau và = 1/2.

- Xác suất xuất hiện đực, cái trong n lần sinh là kết quả của sự tổ hợp ngẫu nhiên:

$$\underbrace{(\♂+\♀) (\♂+\♀) \dots (\♂+\♀)}_{n \text{ lần}} = (\♂+\♀)^n$$

n lần

→ Số khả năng xảy ra trong n lần sinh = 2<sup>n</sup>

- Gọi số ♂ là a, số ♀ là b → b = n - a

- Số tổ hợp của a ♂ và b ♀ là kết quả của C<sub>n</sub><sup>a</sup>

Lưu ý: vì b = n - a nên ( C<sub>n</sub><sup>a</sup> = C<sub>n</sub><sup>b</sup> )

\*TỔNG QUÁT:

- Xác suất trong n lần sinh có được a ♂ và b ♀ là kết quả của C<sub>n</sub><sup>a</sup> / 2<sup>n</sup>

Lưu ý: ( C<sub>n</sub><sup>a</sup> / 2<sup>n</sup> = C<sub>n</sub><sup>b</sup> / 2<sup>n</sup> )

### b. Bài toán

Một cặp vợ chồng dự kiến sinh 3 người con và muốn có được 2 người con trai và 1 người con gái.

Khả năng thực hiện mong muốn đó là bao nhiêu?

#### Giải

Mỗi lần sinh là một sự kiện hoàn toàn độc lập, và có 2 khả năng có thể xảy ra: hoặc đực hoặc cái với xác suất bằng nhau và = 1/2 do đó:

- Số khả năng xảy ra trong 3 lần sinh = 2<sup>3</sup>

- Số tổ hợp của 2 ♂ và 1 ♀ = C<sub>3</sub><sup>2</sup>

→ Khả năng để trong 3 lần sinh họ có được 2 trai và 1 gái = C<sub>3</sub><sup>2</sup> / 2<sup>3</sup> = 3!/2!1!2<sup>3</sup> = 3/8

\*\*\*\*\*

## 2/ Xác định tần số xuất hiện các alen trội hoặc lặn trong trường hợp nhiều cặp gen dị hợp PLDL, tự thụ

### a. Tổng quát:

GV cần lưu ý với HS là chỉ áp dụng đối với trường hợp các cặp gen PLĐL và đều ở trạng thái dị hợp

- Gọi **n** là số cặp gen dị hợp → số alen trong một KG = **2n**
- Số tổ hợp gen =  $2^n \times 2^n = 4^n$
- Gọi số alen **trội** ( hoặc lặn) là **a**
- Số alen **lặn** ( hoặc trội) = **2n – a**
- Vì các cặp gen PLĐL tổ hợp ngẫu nhiên nên ta có:  

$$\underbrace{(T + L) (T + L) (T + L)}_{n \text{ lần}} = (T + L)^n \quad (\text{Kí hiệu: } T: \text{trội, } L: \text{lặn})$$

- Số tổ hợp gen có **a** alen trội ( hoặc lặn ) =  $C_{2n}^a$

\*TỔNG QUÁT:

Nếu có **n** cặp gen dị hợp, PLĐL, tự thụ thì tần số xuất hiện tổ hợp gen có a alen **trội** ( hoặc lặn ) =  $C_{2n}^a / 4^n$

**b. Bài toán:**

Chiều cao cây do 3 cặp gen PLĐL, tác động cộng gộp quy định. Sự có mặt mỗi alen trội trong tổ hợp gen làm tăng chiều cao cây lên 5cm. Cây thấp nhất có chiều cao = 150cm. Cho cây có 3 cặp gen dị hợp tự thụ. Xác định:

- Tần số xuất hiện tổ hợp gen có 1 alen trội, 4 alen trội.
- Khả năng có được một cây có chiều cao 165cm

**Giải**

\* Tần số xuất hiện : **tổ hợp gen có 1 alen trội** =  $C_{2n}^1 / 4^n = C_6^1 / 4^3 = 6/64$   
**tổ hợp gen có 4 alen trội** =  $C_{2n}^4 / 4^n = C_6^4 / 4^3 = 15/64$

- Cây có chiều cao 165cm hơn cây thấp nhất = 165cm – 150cm = 15cm  
 → có 3 alen trội ( 3.5cm = 15cm )

\* **Vậy khả năng có được một cây có chiều cao 165cm** =  $C_6^3 / 4^3 = 20/64$

\*\*\*\*\*

**3/ Xác định tổng số KG, số KG ĐỒNG HỢP, KG DỊ HỢP trong trường hợp nhiều cặp gen PLĐL, mỗi gen có 2 hoặc nhiều alen**

**a. Tổng quát:**

Để xác định tổng số KG, số KG ĐH, KG DH trong trường hợp nhiều cặp gen PLĐL, mỗi gen có 2 hoặc nhiều alen, GV cần phải cho HS thấy rõ:

\* Với mỗi gen:

Phân tích và chứng minh số KG DH, số KG ĐH, số KG của mỗi gen, chỉ ra mối quan hệ giữa 3 yếu tố đó với nhau và với số alen của mỗi gen:

- Số alen của mỗi gen có thể lớn hơn hoặc bằng 2 nhưng trong KG luôn có mặt chỉ 2 trong số các alen đó.
- Nếu gọi số alen của gen là **r** thì số **KG DH** =  $C_r^2 = r(r - 1)/2$
- Số **KG ĐH** luôn bằng số alen = **r**
- Số **KG** = số **KG ĐH** + số **KG DH** =  $r + r(r - 1)/2 = r(r + 1)/2$

\* Với nhiều gen:

Do các gen PLĐL nên kết quả chung = tích các kết quả riêng

Vì vậy GV nên gợi ý cho HS lập bảng sau:

GEN	SỐ ALEN/GEN	SỐ KIỂU GEN	SỐ KG ĐỒNG HỢP	SỐ KG DỊ HỢP
-----	-------------	-------------	----------------	--------------

I	2	3	2	1
II	3	6	3	3
III	4	10	4	6
.	.	.	.	.
.	.	.	.	.
.	.	.	.	.
<b>n</b>	<b>r</b>	<b>r(r + 1)/2</b>	<b>r</b>	<b>r(r - 1)/2</b>

(Lưu ý: thay vì tính  $r(r + 1)/2$ , có thể tính nhanh  $1 + 2 + 3 + \dots + r$ )

**b. Bài toán:**

Gen I và II lần lượt có 2, 3 alen. Các gen PLĐL. Xác định trong quần thể:

- Có bao nhiêu KG?
- Có bao nhiêu KG đồng hợp về tất cả các gen?
- Có bao nhiêu KG dị hợp về tất cả các gen?
- Có bao nhiêu KG dị hợp về một cặp gen?
- Có bao nhiêu KG ít nhất có một cặp gen dị hợp?

**Giải**

Dựa vào công thức tổng quát và do các cặp gen PLĐL nên kết quả chung bằng tích các kết quả riêng, ta có:

\* Số KG trong quần thể =  $r_1(r_1+1)/2 \cdot r_2(r_2+1)/2 = 2(2+1)/2 \cdot 3(3+1)/2 = 3 \cdot 6 = 18$

\* Số KG đồng hợp về tất cả các gen trong quần thể =  $r_1 \cdot r_2 = 2 \cdot 3 = 6$

\* Số KG dị hợp về tất cả các gen trong quần thể =  $r_1(r_1-1)/2 \cdot r_2(r_2-1)/2 = 1 \cdot 3 = 3$

\* Số KG dị hợp về một cặp gen:

Kí hiệu : **Đ**: đồng hợp ; **d**: dị hợp

Ở gen I có:  $(2\mathbf{Đ} + 1\mathbf{d})$

Ở gen II có:  $(3\mathbf{Đ} + 3\mathbf{d})$

→ Đối với cả 2 gen là kết quả khai triển của :  $(2\mathbf{Đ} + 1\mathbf{d})(3\mathbf{Đ} + 3\mathbf{d})$   
 $= 2 \cdot 3\mathbf{ĐĐ} + 1 \cdot 3\mathbf{dd} + 2 \cdot 3\mathbf{Đd} + 1 \cdot 3\mathbf{Đd}$

- Vậy số KG dị hợp về một cặp gen =  $2 \cdot 3 + 1 \cdot 3 = 9$

\* Số KG dị hợp về ít nhất một cặp gen:

Số KG dị hợp về ít nhất một cặp gen đồng nghĩa với việc tính tất cả các trường hợp trong KG có chứa cặp dị hợp, tức là bằng số KG – số KG đồng hợp về tất cả các gen ( thay vì phải tính  $1 \cdot 3\mathbf{dd} + 2 \cdot 3\mathbf{Đd} + 1 \cdot 3\mathbf{Đd}$  )

- Vậy số KG trong đó ít nhất có một cặp dị hợp = số KG – số KG đồng hợp =  $18 - 6 = 12$

**6/ Một số bài tập mở rộng**

Từ những kiến thức tổ hợp và xác suất cơ bản đã phân tích ở trên, GV có thể giúp các em vận dụng linh hoạt để giải những bài tập có phần phức tạp, trừu tượng hơn. Sau đây là một vài ví dụ:

**6.1) Bài tập 1**

Có 5 quả trứng sắp nở.

Những khả năng nào về giới tính có thể xảy ra? Tính xác suất mỗi trường hợp?

**Giải:**

**\* Những khả năng về giới tính có thể xảy ra và xác suất mỗi trường hợp:**

Gọi a là xác suất nở ra con trống, b là xác suất nở ra con mái : ta có  $a = b = 1/2$

$$5 \text{ lần nở là kết quả của } (a + b)^5 = C_5^0 a^5 b^0 + C_5^1 a^4 b^1 + C_5^2 a^3 b^2 + C_5^3 a^2 b^3 + C_5^4 a^1 b^4 + C_5^5 a^0 b^5$$

$$= a^5 + 5a^4 b^1 + 10a^3 b^2 + 10a^2 b^3 + 5a^1 b^4 + b^5$$

**Vậy có 6 khả năng xảy ra với xác suất như sau :**

- 5 trống	$= a^5$	$= 1/2^5 = 1/32$	
- 4 trống + 1 mái	$= 5a^4 b^1$	$= 5. 1/2^5$	$= 5/32$
- 3 trống + 2 mái	$= 10a^3 b^2$	$= 10.1/2^5$	$= 10/32$
- 2 trống + 3 mái	$= 10a^2 b^3$	$= 10.1/2^5$	$= 10/32$
- 1 trống + 4 mái	$= 5a^1 b^4$	$= 5.1/2^5$	$= 5/32$
- 5 mái	$= b^5$	$= 1/2^5 = 1/32$	

**6.2) Bài tập 2**

Bệnh máu khó đông ở người do đột biến gen lặn nằm trên NST giới tính X,alen trội tương ứng quy định người bình thường. Một gia đình có người chồng bình thường còn người vợ mang gen dị hợp về tính trạng trên. Họ có dự định sinh 2 người con.

a/ Những khả năng nào có thể xảy ra? Tính xác suất mỗi trường hợp?

b/ Xác suất để có được ít nhất 1 người con không bị bệnh là bao nhiêu?

**Giải**

Ta có SDL

$$P : X^A Y \times X^A X^a$$

$$F_1 : 1X^A Y, 1X^a Y, 1X^A X^A, 1X^A X^a$$

Trường hợp này có liên quan đến giới tính, sự kiện có nhiều khả năng và xác suất các khả năng là không như nhau. Nhất thiết phải đặt a, b, c... cho mỗi khả năng.

Từ kết quả lai ta có xác suất sinh con như sau:

- Gọi a là xác suất sinh con trai bình thường :  $a = 1/4$
- Gọi b là xác suất sinh con trai bị bệnh :  $b = 1/4$
- Gọi c là xác suất sinh con gái bình thường :  $c = 1/4 + 1/4 = 1/2$

**a/ Các khả năng có thể xảy ra và xác suất mỗi trường hợp:**

Hai lần sinh là kết quả của  $(a + b + c)^2 = a^2 + b^2 + c^2 + 2ab + 2bc + 2ca$ .

**Vậy có 6 khả năng xảy ra với xác suất như sau :**

- 2 trai bình thường	$= a^2$	$= (1/4)^2$	$= 1/16$
- 2 trai bệnh	$= b^2$	$= (1/4)^2$	$= 1/16$
- 2 gái bình thường	$= c^2$	$= (1/2)^2$	$= 1/4$
- 1 trai bình thường + 1 trai bệnh	$= 2ab$	$= 2.1/4.1/4$	$= 1/8$
- 1 trai bệnh + 1 gái bình thường	$= 2bc$	$= 2.1/4.1/2$	$= 1/4$
- 1 gái bình thường + 1 trai bình thường	$= 2ca$	$= 2.1/2.1/4$	$= 1/4$

**b/ Xác suất để có ít nhất 1 người con không bị bệnh :**

Trong các trường hợp xét ở câu a, duy nhất có một trường hợp cả 2 người con đều mắc bệnh (2 trai bệnh) với xác suất = 1/16. Khả năng để ít nhất có được 1 người con không mắc bệnh đồng nghĩa với trừ trường hợp cả 2 người đều mắc bệnh.

**Vậy xác suất để có ít nhất 1 người con không bị bệnh**  $= 1 - 1/16 = 15/16$ .

**6.3) Bài tập 3**

Ở đậu Hà lan, tính trạng hạt màu vàng trội hoàn toàn so với tính trạng hạt màu xanh. Tính trạng do một gen quy định nằm trên NST thường. Cho 5 cây tự thụ và sau khi thu hoạch lấy ngẫu nhiên mỗi cây một hạt đem gieo được các cây F<sub>1</sub>. Xác định:

a/ Xác suất để ở F<sub>1</sub> cả 5 cây đều cho toàn hạt xanh?

b/ Xác suất để ở F<sub>1</sub> có ít nhất 1 cây có thể cho được hạt vàng?

**Giải**

**a/ Xác suất để ở F<sub>1</sub> cả 5 cây đều cho toàn hạt xanh:**

Ta có SĐL

P: Aa x Aa

F<sub>1</sub>: 1AA, 2Aa, 1aa

KH: 3/4 vàng : 1/4 xanh

Nếu lấy ngẫu nhiên mỗi cây 1 hạt thì xác suất mỗi hạt lấy ra: 3/4 là hạt vàng, 1/4 là hạt xanh.

Đây là trường hợp các khả năng có xác suất không như nhau.

- Gọi a là xác suất hạt được lấy là màu vàng : a = 3/4

- Gọi b là xác suất hạt được lấy là màu xanh : b = 1/4

Xác suất 5 hạt lấy ra là kết quả của  $(a + b)^5 = a^5 + 5a^4 b^1 + 10a^3 b^2 + 10a^2 b^3 + 5a^1 b^4 + b^5$

→ Có 6 khả năng xảy ra, trong đó 5 hạt đều xanh =  $b^5 = (1/4)^5$ .

Để cả 5 cây F<sub>1</sub> đều cho toàn hạt xanh tức cả 5 hạt lấy ra đều là hạt xanh (aa)

**Vậy xác suất để ở F<sub>1</sub> cả 5 cây đều cho toàn hạt xanh =  $(1/4)^5$**

**b/ Xác suất để ở F<sub>1</sub> có ít nhất 1 cây có thể cho được hạt vàng:**

F<sub>1</sub> ít nhất có 1 cây cho được hạt vàng đồng nghĩa với trừ trường hợp 5 hạt lấy ra đều xanh (aa)

**Vậy xác suất để ở F<sub>1</sub> có ít nhất 1 cây có thể cho được hạt vàng =  $1 - (1/4)^5$ .**

*Ví dụ 2: phép lai AaBbccDdee x AabbccDdEe sẽ sinh ra kiểu gen aabbccddee chiếm tỉ lệ bao nhiêu? (Với 5 cặp gen nằm trên 5 cặp NST khác nhau, các tính trạng đều trội hoàn toàn.)*

**Giải:**

Ở trường hợp này ta xét 5 phép lai độc lập nhau:

$$Aa \times Aa \longrightarrow \frac{3}{4} A- + \frac{1}{4} aa$$

$$Bb \times bb \longrightarrow \frac{1}{2} B- + \frac{1}{2} bb$$

$$cc \times cc \longrightarrow 1cc$$

$$Dd \times Dd \longrightarrow \frac{3}{4} D- + \frac{1}{4} dd$$

$$Ee \times ee \xrightarrow{\frac{1}{2}} E- + \frac{1}{2} ee$$

Vậy kiểu gen aabbccddee sinh ra ở đời con chiếm tỉ lệ là:

$$\frac{1}{4} \times \frac{1}{2} \times 1 \times \frac{1}{4} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{64}$$

*Ví dụ 3: Cho lai 2 cá thể AaBbCc, với 3 cặp gen nằm trên 3 cặp NST khác nhau, các tính trạng đều trội hoàn toàn.*

a. Tỉ lệ kiểu di truyền cá thể dị hợp 2 cặp gen, cặp gen còn lại đồng hợp:

A.  $\frac{1}{64}$       B.  $\frac{8}{64}$       C.  $\frac{24}{64}$       D.  $\frac{32}{64}$

b. Tỉ lệ kiểu di truyền cá thể dị hợp 1 cặp gen, 2 cặp còn lại đồng hợp:

- A.  $\frac{1}{64}$       B.  $\frac{8}{64}$       C.  $\frac{24}{64}$       D.  $\frac{32}{64}$

Giải:

Ta xét 3 phép lai độc lập nhau:

$$Aa \times Aa \longrightarrow \frac{1}{4} AA + \frac{2}{4} Aa + \frac{1}{4} aa$$

$$Bb \times Bb \longrightarrow \frac{1}{4} BB + \frac{2}{4} Bb + \frac{1}{4} bb$$

$$Cc \times Cc \longrightarrow \frac{1}{4} CC + \frac{2}{4} Cc + \frac{1}{4} cc$$

- a. Cá thể dị hợp 2 cặp gen, cặp gen còn lại đồng hợp là : AaBbCC; AaBbcc; AaBBCc; AabbCc; AABbCc; aaBbCc

$$\text{Mà tỉ lệ của từng kiểu gen là : } \frac{2}{4} \times \frac{2}{4} \times \frac{1}{4} = \frac{4}{64}$$

Tương tự cho các kiểu hình còn lại

Vậy tỉ lệ kiểu di truyền cá thể dị hợp 2 cặp gen, cặp gen còn lại đồng hợp là:

$$\left(\frac{2}{4} \times \frac{2}{4} \times \frac{1}{4}\right) \times 6 = \frac{4}{64} \times 6 = \frac{24}{64}$$

➔ Chọn đáp án C

- b. Cá thể dị hợp 1 cặp gen, 2 cặp còn lại đồng hợp là: AaBBCC; AabbCC; Aabbcc; AaBBcc; AABbCC; AABbcc; aaBbCC; aaBbcc; AaBBCC; AAbbCc; aaBBCC; aabbCc

$$\text{Mà tỉ lệ của từng kiểu gen là: } \frac{2}{4} \times \frac{1}{4} \times \frac{1}{4} = \frac{2}{64}$$

Tương tự cho các kiểu hình còn lại

Vậy tỉ lệ kiểu di truyền cá thể dị hợp 1 cặp gen, 2 cặp còn lại đồng hợp là:

$$\left(\frac{2}{4} \times \frac{1}{4} \times \frac{1}{4}\right) \times 12 = \frac{2}{64} \times 12 = \frac{24}{64}$$

➔ Chọn đáp án C

Tỉ lệ phân li kiểu hình = Tích các tỉ lệ kiểu hình riêng lẻ của mỗi cặp gen.

### **Dạng 1: Biến dị không liên tục**

**\* Kiến thức cơ bản cần nhớ:**

- Là loại thường biến về mặt số lượng như: số con được sinh ra trong một lứa ở lợn, gà...
- Đề thường yêu cầu vẽ đường biểu diễn về tính trạng được nghiên cứu, tính trị số trung bình, độ lệch trung bình.
- Dựa vào bảng biến thiên ta ghi các giá trị của biến số v (sự thay biến về năng suất) ở trục hoành; ghi giá trị của tần số p (số cá thể có cùng năng suất) ở trục tung. Sau đó nối các điểm lại sẽ được một đường biểu diễn.
- Trị số trung bình (m): được xem như năng suất trung bình của một giống.

$$M = \sum \frac{vP}{n} = \frac{v_1P_1 + v_2P_2 + v_3P_3 \dots}{n}$$



Biến số nào càng gần trị số trung bình sẽ có tần số càng cao và ngược lại.

- Độ lệch chuẩn (S): được tính theo biểu thức:

$$S = \pm \sqrt{\frac{\sum (v - m)^2 \cdot p}{n - 1}} \quad (\text{dùng khi } n < 30)$$

$$S = \pm \sqrt{\frac{\sum (v - m)^2 \cdot p}{n}} \quad (\text{dùng khi } n > 30)$$

- Độ lệch chuẩn càng lớn thì mức phản ứng của tính trạng càng rộng.

**Bài 1.** Khi nghiên cứu về khả năng sinh sản của một loài lợn nái, người ta lập được bảng biến thiên như sau:

V	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
P	1	3	6	10	15	25	12	8	5	2	1

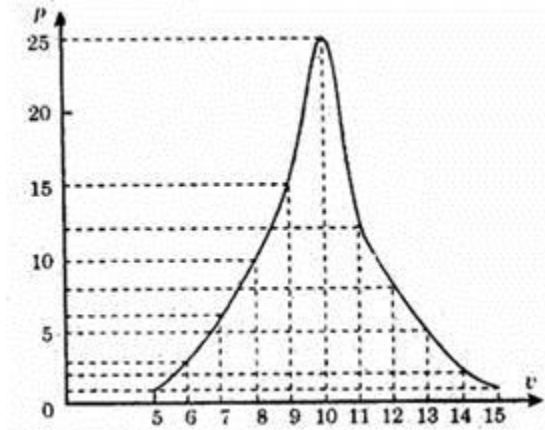
v: số lợn con đẻ trong một lứa (là biến số).

p: số lợn nái có cùng năng suất (là tần số).

- Vẽ đồ thị biểu diễn khả năng sinh sản của nòi lợn trên.
- Tính trị số trung bình về số lượng lợn con được đẻ trong một lứa.
- Tính độ lệch trung bình về số lợn con trên một lứa đẻ của nòi lợn trên.

**Bài giải**

a. Vẽ đồ thị:



b. Tính trị số trung bình:

- Tổng số lợn con của cả 88 con lợn nái:

$$\sum vp = 5 + 18 + 42 + 80 + 135 + 250 + 132 + 96 + 65 + 28 + 15 = 866.$$

- Vậy trị số trung bình về số lợn con được sinh ra trong một lứa đẻ:

$$m = (866/88) \approx 9,8.$$

c. Độ lệch trung bình: Áp dụng biểu thức:

$$S = \pm \sqrt{\frac{\sum (v - m)^2 \cdot p}{n}} = \pm \sqrt{\frac{325,92}{88}} = \pm \sqrt{3,7} = \pm 1,92.$$

### Dạng 2: Biến dị liên tục

- Là loại thường biến về mặt chất lượng như tỉ lệ bơ trong một lít sữa; lượng vitamin A có trong nội nhũ của ngô; lượng vitamin C trong cam, quýt...

- Muốn vẽ đồ thị, ta biểu diễn các biến số thành cột hình chữ nhật và chọn điểm giữa.

- Khi tính chỉ số trung bình ta chọn giá trị giữa biến số của một khoảng, sau đó áp dụng công thức tính m như bình thường.

**Bài 2.**

Khi khảo sát về tỉ lệ bơ trong sữa của 28 con bò cái, người ta lập được bảng biến thiên sau:

v	3,5	3,6	3,7	3,8	3,9	4,0	4,1	4,2	4,3
p	1	1	3	4	7	5	3	2	2

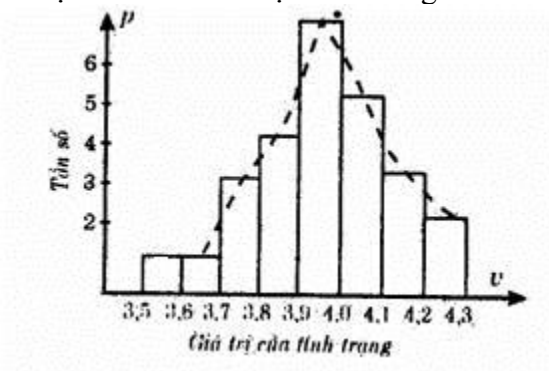
v: Tỉ lệ % bơ trong sữa.

p: số bò cái cho tỉ lệ % bơ trong sữa giống nhau.

Hãy vẽ đồ thị biểu diễn về tỉ lệ % bơ trong sữa của giống bò trên.

**Bài giải**

Đồ thị biểu diễn về tỉ lệ % bơ trong sữa của giống bò nói trên như sau:



Chương 6 Di truyền học người

Bài 1 tóm tắt lí thuyết

**Tóm tắt lí thuyết**

- Phả hệ là sơ đồ biểu thị sự di truyền một tính trạng nào đó qua các thế hệ của một gia đình hay một dòng họ.
- Nghiên cứu di truyền phả hệ giúp con người biết được:
  - + Tính chất trội, lặn của tính trạng cần quan tâm.
  - + Gen quy định tính trạng nằm trên NST thường hoặc NST giới tính.
  - + Xác định kiểu gen các cá thể trong phả hệ.
  - + Dự đoán khả năng xuất hiện tính trạng ở các thế hệ con, cháu.
    - Nghiên cứu trẻ đồng sinh giúp con người phát hiện những tính trạng nào của loài người được quyết định chủ yếu bởi kiểu gen hoặc chủ yếu bởi môi trường sống.

Nghiên cứu tế bào giúp con người biết trước khả năng phát triển bình thường hay bất thường của thai nhi bằng cách quan sát bộ NST tế bào bạch cầu. Từ đó can thiệp theo hướng có lợi.

**BÀI 20+21: DI TRUYỀN HỌC QUẦN THỂ  
DẠNG 1: TÍNH TẦN SỐ KIỂU GEN VÀ TẦN SỐ ALLEN**

- Trong quần thể ngẫu phối, xét 1 locus gen gồm 2 alen A và a

Kiểu hình	Đỏ	Hồng	Trắng	Tổng
Kiểu gen	AA	Aa	aa	
Số lượng	$N_{AA}$	$N_{Aa}$	$N_{aa}$	N
Tần số KG	$D = \frac{N_{AA}}{N}$	$H = \frac{N_{Aa}}{N}$	$R = \frac{N_{aa}}{N}$	1

1. Dựa vào tần số kiểu gen:

$$f(A) = p = D + \frac{1}{2} H$$

$$f(a) = q = R + \frac{1}{2} H$$

2. Dựa vào số lượng cá thể:

$$p = \frac{2N_{AA} + N_{Aa}}{2N}$$

$$q = \frac{2N_{aa} + N_{Aa}}{2N}$$

### DẠNG 2: QUẦN THỂ TỰ PHỐI

Xét quần thể khởi đầu

TH1: 100% Aa: qua n thế hệ tự thụ =>  $Aa = (1/2)^n$  và  $AA = aa = [1 - (1/2)^n]/2$

TH2:

$$TS \text{ Kiểu gen} \quad dAA + \quad h Aa \quad + \quad r aa = 1$$

Qua n thế hệ tự thụ

$$Aa = h \cdot (1/2)^n = H \rightarrow AA = d + [(h-H):2] \rightarrow aa = r + [(h-H):2]$$

Lưu ý: Qua n thế hệ tự thụ tần số KG đồng hợp tăng, dị hợp giảm, tần số alen không đổi

#### Hệ số nội phối (inbreeding coefficient)

hệ số nội phối (F). là xác suất mà hai allele tại một locus trong một cá thể là giống nhau về nguồn gốc (các allele được coi là giống nhau về nguồn gốc khi hai allele đó trong một cơ thể lưỡng bội bắt nguồn từ một allele cụ thể của tổ tiên).

Tính chất của hệ số nội phối (F):

+ Trị số F chạy từ 0 đến 1 .

+ F = 1 khi tất cả các kiểu gene trong quần thể là đồng hợp chứa các allele giống nhau về nguồn gốc.

+ F = 0 khi không có các allele giống nhau về nguồn gốc.

+ Trong một quần thể ngẫu phối có kích thước lớn, F được coi là gần bằng 0, bởi vì bất kỳ sự nội phối nào cũng có thể xảy ra giữa các cá thể họ hàng rất xa và vì vậy sẽ có tác dụng nhỏ lên hệ số nội phối .

Giả sử rằng quần thể gồm ba kiểu gene AA, Aa và aa được phân tách thành một tỷ lệ nội phối (F) và một tỷ lệ ngẫu phối (1 - F). Trong quần thể nội phối, tần số của AA, Aa, và aa tương ứng là p, 0, và q. Đây là tỷ lệ của các dòng được kỳ vọng đối với mỗi kiểu gene, nếu như sự tự thụ tinh hoàn toàn diễn ra liên tục. Bằng cách cộng các tỷ lệ nội phối và ngẫu phối với nhau và sử dụng mối quan hệ  $q = 1 - p$ , lúc đó tần số các kiểu gene trở thành như sau (xem bảng 1):

$$P = p^2 + Fpq$$

$$H = 2pq - 2Fpq$$

$$Q = q^2 + Fpq$$

Trong mỗi phương trình trên, số hạng đầu là tỷ lệ H-W của các kiểu gene và số hạng sau là độ lệch so với trị số đó. Lưu ý rằng các cá thể đồng hợp, ví dụ AA, có thể hoặc là do hai allele giống nhau về nguồn gốc, nghĩa là bắt nguồn từ cùng một allele tổ tiên (số hạng Fpq) hoặc là do hai allele giống nhau về loại sinh ra qua ngẫu phối (số hạng  $p^2$ ). Độ lớn của hệ số nội phối phản ánh độ lệch của các kiểu gene so với các tỷ lệ H-W; nghĩa là, lúc F = 0 thì các hợp tử đạt tỷ lệ H-W, và khi F > 0 do có nội phối, thì xảy ra sự giảm thiểu các thể dị hợp và di thừa các thể đồng hợp.

**Bảng 1 Tần số của các kiểu gene khác nhau khi trong quần thể xảy ra cả nội phối lẫn ngẫu phối**

Kiểu gene	Nội phối (F)	Ngẫu phối (1 - F)	Tổng
AA	Fp	$(1 - F)p^2$	$Fp + (1 - F)p^2 = p^2 + Fpq$
Aa	-	$(1 - F)2pq$	$(1 - F)2pq = 2pq - 2Fpq$
aa	$\frac{Fq}{F}$	$\frac{(1 - F)q^2}{1 - F}$	$\frac{Fq + (1 - F)q^2}{1} = \frac{q^2 + Fpq}{1}$

**Tính toán hệ số nội phối**

$$H = 2pq - 2Fpq = (1 - F)2pq$$

$$1 - F = H/2pq$$

**Suy ra  $F = 1 - (H/2pq)$**

(F) là tỷ số giữa mức dị hợp tử quan sát được (H) và mức dị hợp tử kỳ vọng (2pq). Trường hợp có nội phối, H nhỏ hơn 2pq, vì vậy F > 0. Nếu như không có thể dị hợp nào cả (H = 0), thì hệ số nội phối bằng 1.

Nhiều loài thực vật có hệ thống giao phối bao gồm cả tự thụ phấn và giao phấn tự do với các cá thể khác. Nếu như tỷ lệ tự thụ phấn cao, thì hầu như tất cả các cá thể trong quần thể là các thể đồng hợp.

Ví dụ, một quần thể thực vật gồm ba kiểu gene AA, Aa và aa với các tần số tương ứng là P = 0,70, H = 0,04 và Q = 0,26. Ta có thể ước tính hệ số nội phối như sau :

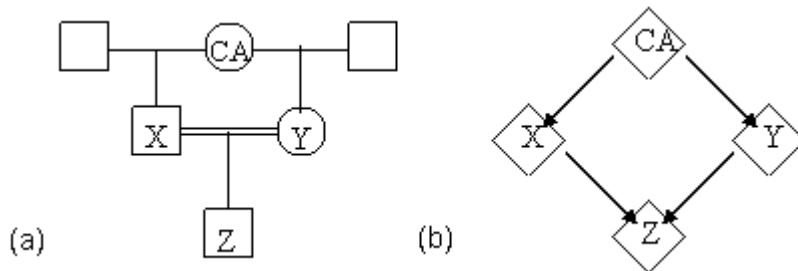
Trước tiên, tính được các tần số allele A và a (p và q):

$$p = 0,70 + \frac{1}{2} (0,04) = 0,72 \text{ và } q = 1 - p = 0,28$$

$$\text{Vậy hệ số nội phối } F = 1 - ( 0,04/2 \times 0,72 \times 0,28 ) = 0,901$$

Trị số F ở đây rất cao, gợi ý rằng hầu hết quần thể này sinh sản bằng tự thụ phấn và chỉ một số rất nhỏ là tạp giao.

Phương pháp thứ hai để thu nhận hệ số nội phối cho đời con là từ một phả hệ trong đó có xảy ra sự *giao phối cận huyết* (consanguineous mating). Trong trường hợp này ta sử dụng một phả hệ để tính xác suất của các tổ hợp chứa các allele giống nhau về nguồn gốc ở đời con. Ví dụ, ta hãy tính hệ số nội phối cho một đời con của hai *anh chị em bán đồng huyết* (half-sibs), tức các cá thể sinh ra từ cùng một bố (hoặc mẹ). Hình 1a cho phả hệ về kiểu giao phối này, trong đó X và Y là hai anh em có cùng mẹ nhưng khác cha. Người mẹ của X và Y được biểu thị là *tổ tiên chung* (CA = common ancestor). Còn hai người cha không góp phần vào hệ số nội phối được biểu diễn bằng các hình vuông trắng. Ở hình 1b, cùng một phả hệ như thế nhưng biểu diễn theo một cách khác, bỏ qua các ký hiệu cha mẹ còn các dấu quả trám biểu thị cho tất cả các cá thể, vì giới tính không quan trọng trong việc xác định hệ số nội phối ở đây. Các mũi tên trên hình vẽ chỉ hướng truyền từ bố mẹ đến con cái.



**Hình 1 Phả hệ minh họa sự kết hôn giữa hai anh em bán đồng huyết, X và Y. (a) với tất cả các cá thể; (b) không có bố. Ở đây CA = tổ tiên chung, và đường kẻ đôi chỉ sự giao phối cận huyết.**

Giả sử người mẹ (CA) có kiểu gene là Aa. Để tính hệ số nội phối, ta cần phải biết xác suất mà đứa cháu của bà, Z, có kiểu gene AA hoặc aa, là giống nhau về nguồn gốc đối với một trong hai allele của bà. Trước tiên ta xét Z là AA, chỉ có thể xảy ra nếu như mỗi bên X và Y đều đóng góp vào Z một giao tử chứa A. Xác suất của allele A trong X là xác suất mà một allele A đến từ CA, hay  $\frac{1}{2}$ . Vì xác suất truyền đạt allele A từ X sang Z cũng là  $\frac{1}{2}$ , nên xác suất kết hợp của hai sự kiện này là  $\frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{4}$  (qui tắc nhân xác suất). Tương tự, xác suất để Z nhận được allele A từ Y là  $\frac{1}{4}$ . Vì vậy xác suất của một đứa con AA nhận được allele A từ mỗi bên X và Y là  $\frac{1}{4} \times \frac{1}{4} = \frac{1}{16}$  hay 0,0625. Bằng phương pháp này ta tính được xác suất của một đứa con có kiểu gene aa là  $\frac{1}{16}$ . Như vậy xác suất toàn bộ các tổ hợp có chứa các allele giống nhau về nguồn gốc ở Z lúc đó là  $\frac{1}{16} + \frac{1}{16} = \frac{1}{8}$  hay 0,125 (qui tắc cộng xác suất).

Để đơn giản, trong tính toán hệ số nội phối từ một phả hệ người ta đã đề xuất một phương pháp gọi là kỹ thuật đếm chuỗi (*chain-counting technique*). Một chuỗi đối với một tổ tiên chung cho trước bắt đầu với một bố mẹ của cá thể nội phối, ngược trở lên phả hệ cho đến tổ tiên chung, và trở lại với bố mẹ đó. Ví dụ, từ hình 12.1 ta lập được chuỗi đơn giản X-CA-Y. Số cá thể trong chuỗi (n) được dùng để tính hệ số nội phối trong công thức sau đây:  $F = (1/2)^n$ . Với ví dụ trên, hệ số nội phối là  $(1/2)^3 = 0,125$ .

$f_{\text{đi hợp tử}}$  quan sát thực tế =  $f_{\text{đi hợp tử}}$  tính theo lý thuyết  $\times (1-F)$   
 $f$  biểu diễn tần số KG,  $F=1$  nội phối hoàn toàn

**DẠNG 4: NGẪU PHỐI (TRẠNG THÁI CÂN BẰNG CỦA QUẦN THỂ)**

**CHỨNG MINH QUẦN THỂ CÂN BẰNG**

1 Xét 1 gen trong có hai alen (A, a):

+ Gọi P (A): tần số tương đối của alen A.

q (a): Tần số tương đối của alen a.

+ Sự tổ hợp của hai alen có tần số tương đối trên hình thành quần thể có cấu trúc di truyền như sau?

G	♂	P (A)	q (a)	=> cấu trúc di truyền của quần thể: $P^2 (AA) + 2pq (Aa) + q^2 (aa) = 1$
	♀			
F sau		$p^2 (AA)$	$pq (Aa)$	
		$pq (Aa)$	$p^2 (aa)$	

Do vậy:  $p (A) = p^2 + pq$ ;  $q(a) = p^2 + pq$ .

+ Trạng thái cân bằng của quần thể biểu hiện qua tương quan:

$$p^2 \cdot q^2 = \left(\frac{2pq}{2}\right)^2$$

- Đối với gen nằm trên NST giới tính quần thể đạt trạng thái cân bằng khi tỉ lệ các loại giao tử A và a ở phần đực và phần cái bằng nhau :

$$P_{(A)} \text{ của đực} = P_{(A)} \text{ của cái} \quad ; \quad P_{(a)} \text{ của đực} = P_{(a)} \text{ của cái} \quad (0,25đ)$$

\* Quần thể chưa cân bằng sau bao nhiêu thế hệ thì cân bằng:

⊙ Trường hợp 1: Gen nằm trên NST thường:

+ Nếu tỉ lệ các loại giao tử ở đực và cái bằng nhau thì sau một thế hệ ngẫu phối cấu trúc di truyền của quần thể sẽ cân bằng. (0,25đ)

+ Nếu tỉ lệ các loại giao tử ở đực và cái không bằng nhau thì phải qua hai thế hệ: ở thế hệ đầu có sự san bằng tần số các alen, ở thế hệ thứ hai mới có sự cân bằng. (0,25đ)

⊙ Trường hợp 2: Gen nằm trên NST giới tính: Thường phải trải qua nhiều thế hệ nếu tần số các alen giữa đực và cái khác nhau quá nhiều. (0,25đ)

2. Xét một gen có 3 alen :

(gen quy định các nhóm máu hệ O, A, B có alen  $I^A, I^B, I^O$ )

+ Gọi  $p(I^A)$ : Tần số tương đối của alen  $I^A$ .

$q(I^B)$ : Tần số tương đối của alen  $I^B$

$r(I^O)$ : Tần số tương đối của alen  $I^O$

$$p(I^A) + q(I^B) + r(I^O) = 1.$$

+ Sự tổ hợp của 3 alen với tần số tương đối nói trên theo bảng sau:

♂ \ ♀	$p(I^A)$	$q(I^B)$	$r(I^0)$
$p(I^A)$	$p^2(I^A I^A)$	$Pq(I^A I^B)$	$pr(I^A I^0)$
$q(I^B)$	$pq(I^A I^B)$	$q^2(I^B I^B)$	$qr(I^B I^0)$
$r(I^0)$	$pr(I^A I^0)$	$qr(I^B I^0)$	$r^2(I^0 I^0)$

⇒ Cấu trúc di truyền của quần thể khi đạt cân bằng:

$$p^2(I^A I^A) + 2pr(I^A I^0) + q^2(I^B I^B) + 2qr(I^B I^0) + 2pq(I^A I^B) + r^2(I^0 I^0) = 1.$$

Do vậy:

$$p(I^A) = p^2 + pr + pq$$

$$q(I^B) = q^2 + pr + pq.$$

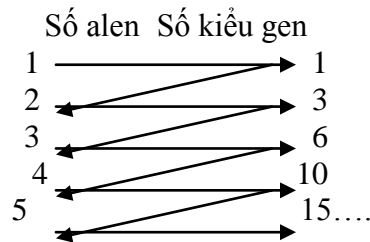
$$r(I^0) = pr + qr + r^2.$$

### 3. Tính số kiểu gen trong vốn gen quần thể

$$\left( \frac{r(r+1)}{2} \right)^n$$

r số alen thuộc một gen  
n là số gen khác nhau

Cách 1. Dựa vào sơ đồ



Cách 2. Dựa vào công thức

Với n = số alen của một locus gen

- Số kiểu gen đồng hợp = n
- Số kiểu gen dị hợp =

$$C_n^2 = \frac{n!}{2!(n-2)!} = \frac{(n-2)!(n-1)n}{2(n-2)!} = \frac{n(n-1)}{2}$$

$$\text{Tổng số kiểu gen} = n + C_n^2 = n + \frac{n(n-1)}{2} = \frac{n(n+1)}{2}$$

**Thí dụ:** Trong quần thể giao, nếu một gen có 4 alen thì sự giao phối tự do sẽ tạo ra bao nhiêu tổ hợp kiểu gen?

⇒ Áp dụng công thức ta có:  $n(n+1)/2 = 4(4+1)/2 = 10$

Bài tập 2: ( Câu 8 – HƯỚNG DẪN ÔN TẬP THI TỐT NGHIỆP THPT – NĂM 2008 – 2009 MÔN SINH - trang 47)

Trong một quần thể giao phối, nếu một gen có 3 alen  $a_1, a_2, a_3$  thì sự giao phối tự do sẽ tạo ra

- A. 8 tổ hợp kiểu gen
- B. 4 tổ hợp kiểu gen
- C. 3 tổ hợp kiểu gen
- D. 6 tổ hợp kiểu gen

Áp dụng công thức tính tổng số kiểu gen:

- 1 alen ⇒ 1 kiểu gen
- 2 alen ⇒ 3 kiểu gen
- 3 alen ⇒ 6 kiểu gen

⇒ Đáp án đúng là câu D.

### 4. Tính đa hình của quần thể giao phối

Quá trình giao phối là nguyên nhân làm cho quần thể đa hình về kiểu trên, sự đa hình về kiểu trên tạo nên sự đa hình về kiểu hình.

Chẳng hạn, một gen A có a alen  $a_1$  và  $a_2$  qua giao phối tự do ra 3 tổ hợp  $a_1a_1, a_1a_2, a_2a_1, a_2a_2$ . Nếu gen A có 3 alen  $a_1, a_2, a_3$  sẽ tạo ra 6 tổ hợp  $a_1a_1, a_1a_2, a_1a_3, a_2a_2, a_2a_3, a_3a_3$ . Tổng quát, nếu gen A có r alen thì qua giao phối tự do, số tổ hợp về gen A sẽ là:  $G_A = r(r-1)/2$   
 Nếu có 2 gen A và B nằm trên những nhiễm sắc thể khác nhau, thì số tổ hợp các alen về cả 2 gen A và B cùng một lúc sẽ là:  $G = g_A \times g_B$

Ví dụ gen A có 3 alen, gen B có 4 alen, thì  $G = 6 \times 10 = 60$ .

**5. Đa allele (multiple alleles)**

Với quần thể ngẫu phối như đã nói ở trước, ở đây ta chỉ thay giả thiết một locus A có ba allele:  $A_1, A_2$  và  $A_3$  với tần số tương ứng là  $p_1, p_2$  và  $p_3$  ( $p_1 + p_2 + p_3 = 1$ ). Khi đó trong quần thể có tất cả sáu kiểu gene với số lượng cá thể tương ứng như sau :

Kiểu gene :  $A_1A_1 : A_2A_2 : A_3A_3 : A_1A_2 : A_1A_3 : A_2A_3$  Tổng

Số lượng :  $N_{11} : N_{22} : N_{33} : N_{12} : N_{13} : N_{23}$  N

Theo nguyên tắc, ta tính được các tần số allele:

$$p_1 = N_{11} + \frac{1}{2} (N_{12} + N_{13})$$

$$p_2 = N_{22} + \frac{1}{2} (N_{12} + N_{23})$$

$$p_3 = N_{33} + \frac{1}{2} (N_{13} + N_{23})$$

sau một thế hệ ngẫu phối như sau:

$$(p_1 + p_2 + p_3)^2 = p_1^2 + p_2^2 + p_3^2 + 2p_1p_2 + 2p_1p_3 + 2p_2p_3 = 1$$

Tổng quát, một locus có n allele sẽ có tất cả  $n(n+1)/2$  kiểu gene, trong đó gồm n kiểu đồng hợp và

$n(n-1)/2$  kiểu dị hợp. Tần của một allele bất kỳ ( $p_i$ ) được tính theo công thức:  $p_i = p_{ii} + \frac{1}{2} \sum_{j \neq i} p_{ij}$  trong đó  $p_{ii}$ - tần số kiểu gene đồng hợp và  $p_{ij}$ - tần số kiểu gene dị hợp.

Ví dụ: Thông thường hệ nhóm máu ABO được lấy ví dụ cho ba allele. Vì các allele  $I^A$  và  $I^B$  là đồng trội và allele  $I^O$  là lặn, nên trong quần thể người bất kỳ nào cũng sẽ có bốn nhóm máu A, B, AB và O ứng với sáu kiểu gene. Để tính các tần số allele trong trường hợp này ta phải giả định quần thể ở trạng thái cân bằng. Đặt tần số của các allele  $I^A, I^B$  và  $I^O$  lần lượt là  $p, q$  và  $r$  ( $p+q+r=1$ ). Khi đó ta tính được tần số H-W của các nhóm máu chính là các tần số quan sát được (bảng 1).

Phương pháp tính các tần số allele như sau: Trước tiên, tần số allele  $I^O$  ( $r$ ) bằng căn bậc hai của tần số nhóm máu O ( $r^2$ ). Tần số của hai allele còn lại,  $p$  và  $q$ , được tính bằng cách kết hợp tần số H-W của một nhóm máu A hoặc B với nhóm máu O theo một trong hai phương pháp sau:

Phương pháp 1	Phương pháp 2
Ta có $f(A+O) = p^2 + 2pr + r^2 = (p+r)^2$	Vì $p+q+r=1$ $p+q+r=1-p$
$\Leftrightarrow p+r = \sqrt{f(A+O)}$	Bình phương 2 vế ta được:
	$(1-p)^2 = (q+r)^2 = f(B+O)$



$\Rightarrow p = \sqrt{f(A+O)} - r$ <p>Tương tự, ta có :</p> $q = \sqrt{f(B+O)} - r$	$\Leftrightarrow 1 - p = \sqrt{f(B+O)}$ $\Rightarrow p = 1 - \sqrt{f(B+O)}$ <p>Tương tự, ta có: <math>q = 1 - \sqrt{f(A+O)}</math></p>
--	--

Một cách tương đối, ta có thể tính  $p$  hoặc  $q$  rồi suy ra cái còn lại dựa vào tổng  $p + q + r = 1$ . Tuy nhiên, nếu tính cẩn thận cả ba tần số theo một trong hai phương pháp trên ta sẽ biết được trị số thực của chúng. Khi đó tổng các tần số allele tính được sẽ không đúng bằng đơn vị một cách chính xác. Điều này được lý giải là do tỷ lệ các kiểu gene trong mẫu không phải là các tỷ lệ H-W chính xác và hơn nữa, nhóm máu AB đã không được sử dụng trong tính toán. Vì vậy, khi kiểu hình không được sử dụng đến (ở đây là nhóm máu AB) mà có tần số cao hơn thì sự mất mát thông tin sẽ nghiêm trọng hơn, và phải cần đến một phương pháp chính xác hơn.

**Bảng 1** Tương quan giữa các nhóm máu, kiểu gene và tần số của chúng

Nhóm máu	Kiểu gene	Tần số	
		Kỳ vọng	Quan sát
A	$I^A I^A + I^A I^O$	$p^2 + 2pr$	0,41716
B	$I^B I^B + I^B I^O$	$q^2 + 2qr$	0,08560
O	$I^O I^O$	$r^2$	0,46684
AB	$I^A I^B$	$2pq$	0,03040
Tổng		1	1,0

Bây giờ ta hãy xét một mẫu nghiên cứu trên 190.177 phi công vương quốc Anh (UK) gồm 79.334 A, 16.279 B, 88.782 O, và 5.782 AB ( Race và Sanger, 1954; dẫn theo Falconer 1989). Tương quan giữa các nhóm máu, kiểu gene và các tần số của chúng được trình bày ở bảng 1.

Áp dụng hai phương pháp trên ta tính được các tần số allele như sau:

Allele	Tần số	
	Phương pháp 1	Phương pháp 2
$I^A$	0,2569	0,2567
$I^B$	0,0600	0,0598
$I^O$	0,6833	0,6833
Tổng	1,0002	0,9998

**6. Gen trên NST giới tính**

Đối với 1 locut trên NST X có 2 alen sẽ có 5 kiểu gen :

$$X^A X^A; X^A X^a; X^a X^a; X^A Y; X^a Y.$$

Các cá thể cái có 2 alen trên NST X vì vậy khi chỉ xét trong phạm vi giới cái tần số các kiểu gen  $X^A X^A; X^A X^a; X^a X^a$  được tính giống như trường hợp các len trên NST thường, có nghĩa là tần số các kiểu gen ở trạng thái cân bằng Hacdi – Van bec là:

$$p^2(X^A X^A) + 2pq(X^A X^a) + q^2(X^a X^a) = 1$$

Các cá thể đực chỉ có 1 alen trên X nên tần các kiểu gen ở giới đực:  $p(X^A Y) + q(X^a Y) = 1$  . Khi xét chỉ xét riêng trong phạm vi giới đực.

Vì tỉ lệ đực:cái= 1:1 nên tỉ lệ các kiểu gen trên ở mỗi giới giảm đi một nửa khi xét trong phạm vi toàn bộ quần thể vậy ở trạng thái cân bằng Hacđi – Vanbec, công thức tính các kiểu gen liên quan đến locut gen trên NST X (vùng không tương đồng) gồm 2 alen là:

$$0,5p^2(X^A X^A) + pq(X^A X^a) + 0,5q^2(X^a X^a) + 0,5p(X^A Y) + 0,5q(X^a Y) = 1$$

Ở giới đồng giao tử, mối quan hệ giữa tần số allele và tần số kiểu gene tương tự như gen trên NST thường, nhưng ở giới dị giao tử chỉ có hai kiểu gene và mỗi cá thể chỉ mang một allele. allele  $A_1$  và  $A_2$  với tần số tương ứng là p và q, và đặt các tần số kiểu gene như sau:

	Giới cái			Giới đực	
Kiểu gene:	$A_1 A_1$	$A_1 A_2$	$A_2 A_2$	$A_1$	$A_2$
Tần số :	P	H	Q	R	S

Theo nguyên tắc, ta xác định được tần số của một allele (ví dụ  $A_1$ ):

- ở giới cái ( $p_c$ ):  $p_c = P + \frac{1}{2}H$

- ở giới đực ( $p_d$ ):  $p_d = R$

- chung cả quần thể ( $\bar{p}$ ):  $\bar{p} = \frac{2}{3} p_c + \frac{1}{3} p_d = \frac{1}{3} (2p_c + p_d) = \frac{1}{3} (2P + H + R)$

Lưu ý: Mỗi con cái có hai nhiễm sắc thể X và mỗi con đực chỉ có một X; vì tỉ lệ đực : cái trên nguyên tắc là 1:1, cho nên  $\frac{2}{3}$  các gene liên kết giới tính trong quần thể là thuộc về giới cái và  $\frac{1}{3}$

thuộc về giới đực. Vì vậy, tần số của các allele  $A_1$  trong cả quần thể là:  $\bar{p} = \frac{2}{3} p_c + \frac{1}{3} p_d$ .

Nếu dùng dấu phẩy trên đầu để chỉ tần số allele thế hệ con, ta có:  $p'_d = p_c; p'_c = \frac{1}{2}(p_c + p_d)$

Từ đây xác định được mức chênh lệch hay là hiệu số giữa các tần số allele của hai giới:  $p'_c - p'_d = \frac{1}{2}(p_d + p_c) - p_c = -\frac{1}{2}(p_c - p_d)$

Như vậy, sự phân bố các allele giữa hai giới có sự giao động theo quy luật sau: Cứ sau một thế hệ, mức chênh lệch đó giảm đi một nửa và quần thể tiến dần đến trạng thái cân bằng cho đến khi các tần số gene ở hai giới là cân bằng nhau, nghĩa là  $p_c = p_d = \bar{p}$ .

Ví dụ: Theo kết quả một mẫu nghiên cứu trên mèo ở Luân Đôn (Searle, 1949; trong Falconer 1989) cho thấy trong số 338 mèo cái có 277 con lông đen (BB), 54 con thể khảm (BO) và 7 con lông da cam (OO), và trong số 353 mèo đực có 311 đen (B) và 42 da cam (O). Tính trạng này tuân theo quy luật di truyền liên kết với giới tính như đã đề cập trước đây.

Để kiểm tra xem quần thể có ở trạng thái cân bằng hay không, trước tiên ta hãy xem liệu có bằng chứng nào về sự giao phối ngẫu nhiên? Phép thử đầu tiên là xem tần số allele ở hai giới có giống nhau không. Tính toán cụ thể cho thấy các tần số gene ở hai giới khác nhau không đáng kể.

- Ở giới cái:  $f(B) = p_c = (2 \times 277) + 54 / (2 \times 338) = 0,8994$

$$f(O) = q_c = (2 \times 7) + 54 / (2 \times 338) = 0,1006$$

- Ở giới đực:  $p_d = 311/353 = 0,881$        $q_d = 42/353 = 0,119$ .

Từ tần số các allele ở giới cái, ta tính được số cá thể kỳ vọng của mỗi kiểu gene ở giới này như sau:

Số cá thể	Kiểu gene			Tổng
	BB	BO	OO	
Quan sát	277	54	7	338
Kỳ vọng	273,2	61,2	3,4	338

(Khi)  $\chi^2_{(1)} = 4,6$  P = 0,04

Kết quả cho thấy các số liệu quan sát không phù hợp lắm với số kỳ vọng mà chủ yếu là các số liệu thấp (kiểu BO và OO).

**Tần số allele sai biệt giữa hai giới tính**

Trên thực tế, các tần số allele nhiễm sắc thể thường ở hai giới tính có thể khác nhau. Khi đó việc áp dụng nguyên lý H-W sẽ như thế nào? Để xét quần thể này, ta sử dụng ký hiệu và giả thiết sau :

Allele	Tần số	
	Giới đực	Giới cái
A <sub>1</sub>	p'	p''
A <sub>2</sub>	q'	q''
Tổng	1	1

Bằng cách lập bảng tổ hợp của các giao tử, ta xác định được cấu trúc di truyền của quần thể sau một thế hệ ngẫu phối:

$$(p'A_1 : q'A_2)(p''A_1 : q''A_2) = p'p''A_1A_1 : (p'q'' + p''q') A_1A_2 : q'q''A_2A_2$$

Rõ ràng là nó không thỏa mãn công thức H-W. Bây giờ đến lượt tần số các allele của quần thể này là như sau:

$$f(A_1) = p'p'' + \frac{1}{2} (p'q'' + p''q')$$

Thay giá trị  $q'' = 1 - p''$ , ta có:

$$f(A_1) = \frac{1}{2} (p' + p'')$$

$$\text{Tương tự: } f(A_2) = \frac{1}{2} (q' + q'')$$

Đặt  $f(A_1) = p$  và  $f(A_2) = q$ , khi đó cấu trúc di truyền quần thể ở thế hệ tiếp theo sẽ thỏa mãn công thức H-W:  $p^2 A_1A_1 : 2pq A_1A_2 : q^2 A_2A_2$ .

Điều đó chứng tỏ rằng, nếu như các tần số allele (autosome) khởi đầu là khác nhau ở hai giới, thì chúng sẽ được san bằng chỉ sau một thế hệ ngẫu phối và quần thể đạt trạng thái cân bằng sau hai thế hệ.

*Ví dụ:* Một quần thể khởi đầu có tần số các allele A và a ở hai giới như sau:  $p' = 0,8$ ;  $q' = 0,2$ ;  $p'' = 0,4$ ; và  $q'' = 0,6$ . Nếu như ngẫu phối xảy ra, thì ở thế hệ thứ nhất có tần số các kiểu gene là:  $0,32AA : 0,56Aa : 0,12aa$ .

Và tần số cân bằng của mỗi allele lúc đó như sau:

$$p = \frac{1}{2} (0,8 + 0,4) = 0,32 + \frac{1}{2} (0,56) = 0,6$$

$$q = \frac{1}{2} (0,2 + 0,6) = 0,12 + \frac{1}{2} (0,56) = 0,4$$

Ở thế hệ thứ hai, quần thể đạt cân bằng với các tần số H-W là:

$$0,36AA : 0,48Aa : 0,16aa$$

## **7. Những ứng dụng của nguyên lý Hardy-Weinberg**

### **1. Xác định tần số của allele lặn**

Chẳng hạn, *bạch tạng* (albinism) ở người là tính trạng lặn tương đối hiếm gặp. Nếu như ký hiệu A cho allele xác định sắc tố bình thường và a cho allele bạch tạng, kiểu gene của người bị bạch tạng là aa, trong khi những người bình thường thì hoặc là AA hoặc là Aa. Giả sử trong một quần thể người tần số của những người bị bạch tạng là 1/10.000. Theo nguyên lý H-W, tần số của thể đồng

hợp lặn là  $q^2 = 0,0001$  nên  $q = \sqrt{f(aa)} = \sqrt{0,0001} = 0,01$ . Do đó tần số của allele A là:  $p = 1 - 0,01 = 0,99$  (vì  $p + q = 1$ ). Từ đây xác định được tần số của hai kiểu gene còn lại:

$$f(AA) = p^2 = (0,99)^2 = 0,9801 \text{ (hay } \sim 98\%)$$

$$f(Aa) = 2pq = 2(0,99)(0,01) = 0,0198 \text{ (hay } \sim 2\%)$$

### **2. Xác định tần số của các "thể mang" (carrier)**

Một điều lý thú của nguyên lý H-W là ở chỗ, các allele hiếm nói chung là các allele lặn gây bệnh trong quần thể thường ẩn tàng trong các thể dị hợp (gọi là "thể mang") và ta có thể tính được tần số của chúng nếu như biết được tần số allele. Nếu cho rằng có sự cân bằng H-W thì tần số của các thể mang allele bệnh lặn trong quần thể được ước tính là  $H = 2q(1-q)$ .

Và tần số của các thể dị hợp trong số những cá thể bình thường, ký hiệu  $H'$ , là tỷ số  $f(Aa)/f(AA+Aa)$ , trong đó  $a$  là allele lặn với tần số  $q$ . Khi đó:

$$H' = \frac{2pq}{p^2 + 2pq} = \frac{2q(1-q)}{(1-q)^2 + 2q(1-q)} = \frac{2q}{1+q}$$

*Ví dụ:* Với trường hợp bạch tạng nói trên, tần số của  $aa$  là 0,0001 thì tần số ( $Aa$ ) là 0,02, nghĩa là trong 50 người có một người mang allele bạch tạng, tần số allele  $a$  ở những người dị hợp là 0,02: 2 = 0,01 trong khi ở những người bạch tạng là 0,0001, như vậy allele  $a$  ở những người dị hợp có nhiều hơn ở những người bạch tạng khoảng 100 lần (0,01 : 0,0001 = 100).

Tổng quát, nếu tần số của một allele lặn trong quần thể là  $q$ , thì sẽ có  $pq$  allele lặn trong các thể dị hợp và  $q^2$  allele lặn trong các thể đồng hợp.

Tỷ số ấy là  $pq/q^2 = p/q$ , và nếu như  $q$  rất bé thì tỷ số đó sẽ xấp xỉ  $1/q$ . Như vậy, khi tần số của một allele lặn càng thấp bao nhiêu, thì tỷ lệ của allele đó trong các thể dị hợp càng cao bấy nhiêu.

Tương tự, bệnh rối loạn chuyển hóa có tên là phenylxetôn-niêu (phenylketonuria = PKU) do một allele lặn đơn, có 5 trường hợp bị bệnh trong số 55.715 bé. Tần số các thể đồng hợp lặn xấp xỉ  $1/11.000$  hay  $90 \times 10^{-6}$ . Tần số allele lặn là  $q = \sqrt{90 \times 10^{-6}} = 0,0095$ . Tần số các thể dị hợp trong cả quần thể ( $H = 2pq$ ) và trong số các thể bình thường ( $H' = 2q/1+q$ ) đều xấp xỉ bằng 0,019. Như vậy khoảng 2% số người bình thường là có mang mầm bệnh PKU.

### 3. Khảo sát trạng thái cân bằng của quần thể

Từ nguyên lý H-W và các hệ quả rút ra được ở trên cho phép ta vận dụng để xác định xem cấu trúc di truyền của một quần thể có ở trạng thái cân bằng H-W hay không.

Dưới đây chỉ lược trình vài phương pháp tổng quát đối với một quần thể ngẫu phối (Hoàng Trọng Phán 2001), với các giả thiết và ký hiệu đã được đề cập. Theo nguyên lý H-W, các tần số kiểu gene ở đời con được xác định nhờ tần số allele ở bố mẹ chúng. Nếu quần thể ở trạng thái cân bằng, tần số các allele sẽ như nhau ở cả hai thế hệ, vì vậy tần số allele quan sát được ở đời con có thể dùng y như thể nó là tần số allele đời bố mẹ để tính các tần số kiểu gene kỳ vọng theo nguyên lý H-W. Như vậy, về nguyên tắc, một quần thể được coi là ở trạng thái cân bằng nếu như nó thỏa mãn một trong những khả năng sau đây; ngược lại, quần thể không ở trạng thái cân bằng.

(1) Các tần số kiểu gene quan sát được ( $P$ ,  $H$  và  $Q$ ) phải xấp xỉ bằng các tần số kỳ vọng tương ứng ( $p^2$ ,  $2pq$  và  $q^2$ ), nghĩa là thành phần di truyền của quần thể phải thỏa mãn công thức H-W.

Về mặt số lượng, quần thể được coi là ở trạng thái cân bằng nếu như có sự phù hợp sát sao giữa các con số quan sát và kỳ vọng đối với mỗi kiểu gene, nghĩa là:  $N_{11} \approx p^2N$ ;  $N_{12} \approx 2pqN$ ; và  $N_{22} \approx q^2N$ .

(2) Tần số thể dị hợp quan sát phải xấp xỉ bằng tần số kỳ vọng ( $H \approx 2pq$ ), nghĩa là:  $p \cdot q \approx \frac{1}{2}H$  hay  $P \cdot Q \approx (\frac{1}{2}H)^2$

(3) Tần số của mỗi kiểu gene quan sát được giữa hai thế hệ liên tiếp là tương đương nhau. Nếu ta gọi tần số của các kiểu gene  $A_1A_1$ ,  $A_1A_2$  và  $A_2A_2$  tương ứng ở thế hệ thứ nhất là  $P_1$ ,  $H_1$  và  $Q_1$  và ở thế hệ thứ hai là  $P_2$ ,  $H_2$  và  $Q_2$ , lúc đó:  $P_1 \approx P_2$ ;  $H_1 \approx H_2$ ; và  $Q_1 \approx Q_2$ .

(4) Đối với trường hợp khảo sát cân bằng H-W hoặc giao phối ngẫu nhiên dựa trên tần số giao phối hoặc số lượng cặp giao phối của các kiểu giao phối khác nhau, ta có thể so sánh như sau:

Kiểu giao phối	Tần số		Số lượng	
	Quan sát	Kỳ vọng	Quan sát	Kỳ vọng
A <sub>1</sub> A <sub>1</sub> x A <sub>1</sub> A <sub>1</sub>	P <sup>2</sup>	p <sup>2</sup> .p <sup>2</sup>	P <sup>2</sup> .N/2	p <sup>2</sup> .p <sup>2</sup> .N/2
A <sub>1</sub> A <sub>1</sub> x A <sub>1</sub> A <sub>2</sub>	2PH		2P.H.N/2	
A <sub>1</sub> A <sub>1</sub> x A <sub>2</sub> A <sub>2</sub>	2(p <sup>2</sup> )(2pq)		2(p <sup>2</sup> )(2pq)N/2	
A <sub>1</sub> A <sub>2</sub> x A <sub>1</sub> A <sub>2</sub>	2(p <sup>2</sup> )(2pq)		2P.Q.N/2	
A <sub>1</sub> A <sub>2</sub> x A <sub>2</sub> A <sub>2</sub>	2PQ	2(p <sup>2</sup> )(q <sup>2</sup> )	2(p <sup>2</sup> )(q <sup>2</sup> )N/2	
A <sub>2</sub> A <sub>2</sub> x A <sub>2</sub> A <sub>2</sub>	2(p <sup>2</sup> )(q <sup>2</sup> )		H <sup>2</sup> .N/2	
	H <sup>2</sup>	(2pq)(2pq)	(2pq)(2pq)N/2	
	(2pq)(2pq)		2Q.H.N/2	
	2QH	2(2pq)(q <sup>2</sup> )	2(2pq)(q <sup>2</sup> )N/2	
	2(2pq)(q <sup>2</sup> )		Q <sup>2</sup> .N/2	q <sup>2</sup> .q <sup>2</sup> .N/2
	Q <sup>2</sup>	q <sup>2</sup> .q <sup>2</sup>		
Tổng	1	1	N/2	N/2

(5) Phương pháp “Khi-bình phương” (Chi-square method)

Khi so sánh giữa các số liệu quan sát và kỳ vọng thường có thể có sự sai lệch không đáng kể hoặc đáng kể. Vì ranh giới phân định giữa chúng là không rõ ràng khiến ta khó mà khẳng định quần thể ở trạng thái cân bằng hoặc không. Trong trường hợp đó, ta phải sử dụng phương pháp  $\chi^2$

Ví dụ: Để khảo sát trạng thái cân bằng H-W, ta hãy xét quần thể người Mỹ da trắng gốc Âu đã cho ở bảng 12.1. Từ số người mang các nhóm máu M, MN và N tương ứng là 1.787; 3.039; và 1.303 (với N = 6.129), ta tính được tần số của các allele M và N là p và q như sau:

$$p = 1.787 + 1/2(3.039) = 0,539$$

$$\text{và } q = 1 - p = 0,461.$$

Từ đây tính được tần số kỳ vọng của các kiểu gene:

$$MM \quad p^2 = (0,539)^2 = 0,292$$

$$MN \quad 2pq = 2(0,539)(0,461) = 0,497$$

$$NN \quad q^2 = (0,461)^2 = 0,211$$

Và số cá thể kỳ vọng của chúng:

$$MM \quad p^2 \times N = 0,292 \times 6.129 = 1.787,2$$

$$MN \quad 2pq \times N = 0,497 \times 6.129 = 3.044,9$$

$$NN \quad q^2 \times N = 0,211 \times 6.129 = 1.296,9$$

So sánh các số liệu quan sát và kỳ vọng về từng kiểu gene ta thấy có sự phù hợp sít sao, chứng tỏ quần thể ở trạng thái cân bằng H-W.

Thật vậy, nếu kiểm tra bằng trắc nghiệm (khi)  $x^2$ , ta có:

$$(khi) x^2 = \frac{(1787 - 1787,2)^2}{1787,2} + \frac{(3039 - 3044,9)^2}{3044,9} + \frac{(1303 - 1296,9)^2}{1296,9} = 0,04$$

Tra bảng phân phối  $\chi^2$  ứng với  $P = 0,05$  và 1 bậc tự do ta tìm được trị số (khi)  $x^2$  bằng 3,84. Vì trị số thực tế là rất nhỏ so với trị số lý thuyết, chứng tỏ giữa các số liệu quan sát và kỳ vọng hầu như trùng khớp nhau hoàn toàn; nghĩa là, quần thể ở trạng thái cân bằng H-W.

Nguyên lý Hardy-Weinberg

Năm 1908, nhà toán học người Anh Godfrey H.Hardy và bác sĩ người Đức Wilhelm Weinberg đã độc lập chứng minh rằng có tồn tại một mối quan hệ đơn giản giữa các tần số allele và các tần số kiểu gene mà ngày nay ta gọi là định luật hay nguyên lý Hardy-Weinberg (viết tắt: H -W ).

**1. Nội dung nguyên lý H-W**

Trong một quần thể ngẫu phối kích thước lớn, nếu như không có áp lực của các quá trình đột biến, di nhập cư, biến động di truyền và chọn lọc, thì tần số các allele được duy trì ổn định từ thế hệ này sang thế hệ khác và tần số các kiểu gene (của một gene gồm hai allele khác nhau) là một hàm nhị thức của các tần số allele, được biểu diễn bằng công thức sau:

$$(p + q)^2 = p^2 + 2pq + q^2 = 1$$

**2. Chứng minh**

Ở một quần thể Mendel, xét một locus autosome gồm hai allele  $A_1$  và  $A_2$  có tần số như nhau ở cả hai giới đực và cái. Ký hiệu  $p$  và  $q$  cho các tần số allele nói trên ( $p + q = 1$ ). Cũng giả thiết rằng các cá thể đực và cái bắt cặp ngẫu nhiên, nghĩa là các giao tử đực và cái gặp gỡ nhau một cách ngẫu nhiên trong sự hình thành các hợp tử. Khi đó tần số của một kiểu gene nào đó chính là bằng tích của các tần số hai allele tương ứng. Xác suất để một cá thể có kiểu gene  $A_1A_1$  là bằng xác suất ( $p$ ) của allele  $A_1$  nhận từ mẹ nhân với xác suất ( $p$ ) của allele  $A_1$  nhận từ bố, hay  $p.p = p^2$ . Tương tự, xác suất mà một cá thể có kiểu gene  $A_2A_2$  là  $q^2$ . Kiểu gene  $A_1A_2$  có thể xuất hiện theo hai cách:  $A_1$  từ mẹ và  $A_2$  từ bố với tần số là  $pq$ , hoặc  $A_2$  từ mẹ và  $A_1$  từ bố cũng với tần số  $pq$ ; vì vậy tần số của  $A_1A_2$  là  $pq + pq = 2pq$  (Bảng 12.2). Điều chứng minh trên được tóm tắt như sau:

\* Quần thể ban đầu có 3 kiểu gene :  $A_1A_1$                        $A_1A_2$                        $A_2A_2$                       Tổng

Tần số các kiểu gene :    P    H    Q    1

Tần số các allele :                       $p = P + \frac{1}{2}H$  ;     $q = Q + \frac{1}{2}H$

\* Quần thể thế hệ thứ nhất sau ngẫu phối có :

Tần số các kiểu gene =  $(p + q)^2 = p^2 + 2pq + q^2 = 1$

Tần số các allele:  $f(A_1) = p^2 + \frac{1}{2}(2pq) = p(p+q) = p$

$f(A_2) = q^2 + \frac{1}{2}(2pq) = q(p+q) = q$

Nhận xét:

Từ chứng minh trên cho thấy các tần số allele ở thế hệ con giống hệt ở thế hệ ban đầu, nghĩa là  $f(A_1) = p$  và  $f(A_2) = q$ . Do đó, các tần số kiểu gene ở thế hệ tiếp theo vẫn là  $p^2$ ,  $2pq$  và  $q^2$  (giống như ở thế hệ thứ nhất sau ngẫu phối). Điều đó chứng tỏ rằng các tần số kiểu gene đạt được cân bằng chỉ sau

một thể hệ ngẫu phối. Trạng thái ổn định về thành phần di truyền được phản ánh bằng công thức H-W như vậy được gọi là *cân bằng H-W* (Hardy-Weinberg equilibrium).

**Bảng 2 Các tần số H-W sinh ra từ sự kết hợp ngẫu nhiên các giao tử**

		Tần số giao tử cái	
		p(A <sub>1</sub> )	q(A <sub>2</sub> )
Tần số giao tử đực	p(A <sub>1</sub> )	p <sup>2</sup> (A <sub>1</sub> A <sub>1</sub> )	pq(A <sub>1</sub> A <sub>2</sub> )
	q(A <sub>2</sub> )	pq(A <sub>1</sub> A <sub>2</sub> )	q <sup>2</sup> (A <sub>2</sub> A <sub>2</sub> )

**3. Các mệnh đề và hệ quả**

(1) Nếu như không có áp lực của các quá trình tiến hoá (đột biến, di nhập cư, biến động di truyền và chọn lọc), thì các tần số allele được giữ nguyên không đổi từ thế hệ này sang thế hệ khác. Đây là mệnh đề chính của nguyên lý hay định luật H-W.

(2) Nếu sự giao phối là ngẫu nhiên, thì các tần số kiểu gene có quan hệ với các tần số allele bằng công thức đơn giản:  $(p+q)^2 = p^2 + 2pq + q^2 = 1$ .

(3) *Hệ quả 1*: Bất luận các tần số kiểu gene ban đầu (P, H, Q) như thế nào, miễn sao các tần số allele ở hai giới là như nhau, chỉ sau một thế hệ ngẫu phối các tần số kiểu gene đạt tới trạng thái cân bằng (p<sup>2</sup>, 2pq và q<sup>2</sup>).

(4) *Hệ quả 2*: Khi quần thể ở trạng thái cân bằng thì tích của các tần số đồng hợp tử bằng bình phương của một nửa tần số dị hợp tử, nghĩa là:  
 $p^2 \cdot q^2 = (2pq/2)^2$

Thật vậy, khi quần thể ở trạng thái cân bằng lý tưởng, ta có:  $H = 2pq$

Biến đổi đẳng thức trên ta được:  $pq = \frac{1}{2}H$

Bình phương cả hai vế, ta có:  $p^2 \cdot q^2 = (\frac{1}{2}H)^2$ , trong đó  $H = 2pq$ . Như vậy đẳng thức này cho thấy mối tương quan giữa các thành phần đồng hợp và dị hợp khi quần thể ở trạng thái cân bằng lý tưởng.

(5) *Hệ quả 3*: (i) Tần số của các thể dị hợp không vượt quá 50%, và giá trị cực đại này chỉ xảy ra khi  $p = q = 0,5 \Rightarrow H = 2pq = 0,5$ ; lúc này các thể dị hợp chiếm một nửa số cá thể trong quần thể; (ii) Đối với allele hiếm (tức có tần số thấp), nó chiếm ưu thế trong các thể dị hợp nghĩa là, tần số thể dị hợp cao hơn nhiều so với tần số thể đồng hợp về allele đó. Điều này gây hậu quả quan trọng đối với hiệu quả chọn lọc (xem thêm ở mục 1.5.2 dưới đây).

**8. DU NHẬP GEN VÀ CHON LỌC TRONG QUẦN THỂ**

$\Delta p = M (P - p)$
------------------------

- p là tần số tương đối của gen A ở quần thể nhận
- P là tần số tương đối của gen A ở quần thể cho
- M là tỷ lệ số cá thể nhập cư
- Δp lượng biến thiên về tần số alen trong quần thể nhận



**9. Chọn lọc: Loại bỏ alen lặn aa**

**Bài tập:** Nếu QTGP ở trạng thái cân bằng, xét một gen với tần số  $A=(p_0)$ ;  $a=(q_0)$  với  $p_0 + q_0 = 1$ , hệ số chọn lọc  $s = 1$ . Sự thay đổi tần số các alen qua các thế hệ sẽ như thế nào?

Chứng minh

Số thế hệ CL	AA	Aa	aa	p(A)	q(a)
0	$p_0^2$	$2p_0q_0$	$q_0^2$	$p_0$	$q_0$
1	$p_1^2$	$2p_1q_1$	$q_1^2$	$p_0^2 + p_0q_0 / p_0^2 + 2p_0q_0 =$ $p_0 + q_0 / p_0 + 2q_0$	$p_0q_0 / p_0^2 + 2p_0q_0 =$ $q_0 / p_0 + 2q_0$
2	$p_2^2$	$2p_2q_2$	$q_2^2$	$p_1^2 + p_1q_1 / p_1^2 + 2p_1q_1 =$ $p_0 + 2q_0 / p_0 + 3q_0$	$p_1q_1 / p_1^2 + 2p_1q_1 =$ $q_0 / p_0 + 3q_0$
3	$p_3^2$	$2p_3q_3$	$q_3^2$	$p_2^2 + p_2q_2 / p_2^2 + 2p_2q_2 =$ $p_0 + 3q_0 / p_0 + 4q_0$	$p_2q_2 / p_2^2 + 2p_2q_2 =$ $q_0 / p_0 + 4q_0$
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
n	$p_n^2$	$2p_nq_n$	$q_n^2$	$p_0 + nq_0 / p_0 + (n+1)q_0 =$ $1 + (n-1)q_0 / 1 + nq_0$	$q_0 / p_0 + (n+1)q_0 =$ $q_0 / 1 + nq_0$

**1. CÔNG THỨC TỔNG QUÁT VỀ SỰ BIẾN ĐỔI CỦA TẦN SỐ ALEN TRONG TRƯỜNG HỢP CHỌN LỌC CÁC ALEN LẶN TRONG QTNP QUA NHIỀU THẾ HỆ**

Nếu QTGP ở trạng thái cân bằng và tần số  $A=(p_0)$ ;  $a=(q_0)$  với  $p_0 + q_0 = 1$ , hệ số chọn lọc(  $s = 1$ ) thì :

**Tần số alen trội và lặn sau n thế hệ chịu sự chọn lọc là:**

$$p(A) = p_0 + nq_0 / p_0 + (n+1)q_0 = 1 + (n-1)q_0 / 1 + nq_0$$

$$q(a) = q_0 / p_0 + (n+1)q_0 = q_0 / 1 + nq_0$$

\* Ví dụ:

Tần số alen a ban đầu là 0,96. Quá trình chọn lọc pha lưỡng bội diễn ra qua 16 thế hệ sẽ làm tần số alen a giảm xuống còn bao nhiêu?

Cho biết hệ số chọn lọc  $S = 1$ .

**GIẢI**

Tần số alen lặn sau 16 thế hệ chọn lọc là:

$$q(a) = q_0 / 1 + nq_0 = 0,96 / 1 + 16 \times 0,96$$

**a. CÔNG THỨC TỔNG QUÁT ĐỂ TÍNH SỐ THẾ HỆ CHỊU SỰ CHỌN LỌC**

**Công thức tính tần số alen trong trường hợp giá trị thích nghi của các loại kiểu gen là không như nhau.**

**Ở thế hệ xuất phát, tần số của alen a là giá trị  $q_0$ . Cho rằng cá thể có kiểu gen aa không sống sót ở các thế hệ sau ( $1 \rightarrow n$ ) và tần số alen a ở thế hệ thứ n là  $q_n$ . Xác định số thế hệ (n) để chọn lọc đã làm giảm tần số alen này xuống giá trị  $q_n$  ?**

$$n = 1/q_n - 1/q_0$$

\* Ví dụ:

Để làm giảm tần số của alen a từ 0.98 xuống 0.04 chỉ do tác động của chọn lọc pha lưỡng bội thì cần bao nhiêu thế hệ. biết không có ảnh hưởng của đột biến và các yếu tố khác ngoài chọn lọc và hệ số chọn lọc đối với KH lặn là  $S = 1$ .

GIẢI

Ta hiểu là quá trình CL ở đây xảy ra trong QT ngẫu phối đã có sự cân bằng.

Gọi tần số alen lặn ở thế hệ ban đầu là  $q_0$ , ở thế hệ n là  $q_n$

Ta có:

$$n = 1/q_n - 1/q_0 = 1/0,04 - 1 / 0,98 \approx 24$$

Vậy số thế hệ chọn lọc:  $n = 24$

## **b** GIÁ TRỊ CHỌN LỌC (MỨC ĐỘ PHÙ HỢP)

Một đơn vị đo liên quan là hệ số chọn lọc (selection coefficient), được ký hiệu bằng s, và được định nghĩa là  $s = 1 - w$ . Hệ số chọn lọc đo

Hệ số chọn lọc đo mức độ giảm bớt độ phù hợp của một kiểu gene.

VD 1: Giả sử mỗi thế hệ các kiểu gene AA và Aa đều sinh được 100 con, còn thế đồng hợp lặn sinh được 80 con; nếu ta coi độ phù hợp của các cá thể mang allele trội là 1, thì độ phù hợp của các thế đồng hợp lặn là 0,8. Hiệu số của các trị số độ phù hợp này chính là hệ số chọn lọc (s), và trong trường hợp này  $s = 1 - 0,8 = 0,2$ . Nếu như các kiểu gene có khả năng sống sót và sinh sản như nhau thì  $s = 0$ ; nếu một kiểu gene nào đó gây chết hoặc làm bất thụ hoàn toàn thì  $s = 1$ .

VD2: Alen A mã hoá một enzym là alen trội. Đồng hợp AA và Aa có giá trị chọn lọc là 1. Nếu Enzim đó quan trọng các aa sẽ chết nghĩa là giá trị chọn lọc =0 và hệ số chọn lọc  $S_{(aa)} = 1 - W = 1 - 0 = 1$ . Nếu Enzim đó không quan trọng nhưng 1 trong 100 cá thể aa không sinh sản được vì thiếu nó, thì giá trị chọn lọc  $W_{aa}$  của aa là 0,99 và hệ số chọn lọc  $s_{aa}$  là 0,01. Tốc độ biến đổi tần số alen a trong quần thể sẽ nhanh hơn với hệ số chọn lọc cao hơn. (lưu ý: Chọn lọc chống lại các alen trội cũng có nghĩa như chọn lọc ưu tiên cho alen lặn và ngược lại).

### 1. Chọn lọc và đột biến

**Chọn lọc** có xu hướng đào thải các allele có hại ra khỏi quần thể, trong khi đột biến có thể tạo ra các allele có hại mới.

Giả sử A là allele bình thường và a là allele có hại với tần số tương ứng của chúng là p và q. Khi đó độ phù hợp hay giá trị thích nghi của các kiểu gene AA, Aa và aa tương ứng là 1: 1: 1-s. Trong trường hợp này tốc độ đào thải allele a khỏi quần thể bởi chọn lọc sẽ là  $sq^2$ . Nếu cho rằng tốc độ đột biến thuận ( $A \rightarrow a$ ) là u, thì tốc độ xuất hiện allele a mới trong quần thể là up. Vì  $p \approx 1$  (do tần số a rất thấp) nên có thể coi  $up \approx u$ . Với cơ chế ngẫu phối, quần thể sẽ ở trạng thái cân bằng khi tốc độ xuất hiện đột biến mới bằng tốc độ đào thải, nghĩa là  $u = sq^2$ , hay khi tần số allele lặn trong quần thể ở mức  $q = \sqrt{u/s}$ . Tương tự, đối với allele trội,  $u = sp$  hay  $p = u/s$ .

Ví dụ: Tần số mắc bệnh PKU ở trẻ sơ sinh là khoảng 4 trên 100.000; do đó  $q^2 = 4 \times 10^{-5}$ . Hiệu quả sinh sản của các bệnh nhân không được chữa trị là zero, hay  $s = 1$ . Khi đó  $u = sq^2 = 4 \times 10^{-5}$ .

Tần số allele này trong các quần thể người là  $q = \sqrt{4 \times 10^{-5}} = 6,3 \times 10^{-3}$

và tần số của các thể dị hợp là:  $2pq \approx 2q = 2(6,3 \times 10^{-3}) = 1,26 \times 10^{-2}$

Điều đó có nghĩa là, trong 100 người có khoảng 1,3 người mang allele đó, mặc dù có 4 trong 100.000 người mắc bệnh PKU. Tần số của allele này có mặt trong các thể dị hợp bằng một nửa của  $1,26 \times 10^{-2}$  hay  $6,3 \times 10^{-3}$ ; và tần số của allele đó ở các thể đồng hợp là  $4 \times 10^{-5}$ . Do vậy các allele PKU có mặt trong các thể dị hợp nhiều hơn  $6,3 \times 10^{-3} / 4 \times 10^{-5} = 158$  lần so với các thể đồng hợp. Như đã nói từ đầu, các allele hiếm tồn tại trong quần thể hầu hết ở các thể dị hợp.

## 2. Ưu thế dị hợp tử

Một ví dụ nổi bật về hiện tượng siêu trội trong các quần thể người là bệnh thiếu máu hồng cầu hình liềm, một bệnh phổ biến ở châu Phi và châu Á. Bệnh này có liên quan đến một dạng sốt rét do ký sinh trùng phổ biến gây ra là Plasmodium falciparum. Allele HbS gây chết trước tuổi trưởng thành ở những người đồng hợp tử HbSHbS. Tần số allele này có thể cao hơn 10% ở các vùng có sốt rét nói trên, bởi vì các thể dị hợp HbAHbS đề kháng được sự nhiễm sốt rét, trong khi các thể đồng hợp HbAHbA thì không có khả năng đó.

## 10. TÍNH GIÁ TRỊ THÍCH NGHI (tỷ lệ sống sót tới khi sinh sản của mỗi KG)

CTDT trước khi chọn lọc: (F0)  $d AA + h Aa + r aa = 1$

CTDT sau khi chọn lọc: (F1)  $DAA + H Aa + R aa = 1$

⇒ Giá trị thích nghi (tỷ lệ sống sót tới khi sinh sản) của mỗi KG

$AA = D/d$        $Aa = H/h$        $aa = R/r$

Giá trị nào nhỏ nhất thì chọn lọc chống lại KG đó mạnh nhất

DẠNG 5: LÝ THUYẾT CẦN NHỚ

- Vốn gen= tất cả các alen (TS Alen, TS KG) → đặc trưng của QT

- Cấu trúc di truyền= TS KG=TPKG

## CHƯƠNG 4: UNG DỤNG DI TRUYỀN HỌC VÀO CHỌN GIỐNG

### A/ HỆ SỐ DI TRUYỀN

$S^2_A$        $S^2_A$  phương sai di truyền

$S^2_P$        $S^2_P$  biến dị kiểu hình

h cao: ít chịu ảnh hưởng của MT → CL hàng loạt là tốt

$$h^2 = \text{---}$$

**TÍNH SỐ DÒNG THUẬN  
ƯU THỂ LAI**

**CHƯƠNG 5: DI TRUYỀN HỌC NGƯỜI; BÀI 27+28+29+30**

**A/ HỆ SỐ THÔNG MINH IQ**

- $IQ = [(\text{tuổi trí tuệ}) : (\text{tuổi sinh học})] \times 100$
- Người Bthường: 70-130, người kém phát triển 45-70; khuyết tật <45

VD: đứa trẻ 6 tuổi trả lời được câu hỏi trẻ 7 tuổi  $\Rightarrow IQ = (7:6) \times 100 = 117$

**PHẦN VI/ CHƯƠNG 1+2+3: TIẾN HOÁ; BÀI**

**32+33+34+35+36+37+38+39+40+41+42+43+44+45**

**BÀI 37+38: CÁC NHÂN TỐ TIẾN HOÁ  $\rightarrow$  CHỌN LỌC TỰ NHIÊN, ĐỘT BIẾN**

**\* Áp lực của đột biến:**

- Trường hợp xảy ra đột biến thuận A đột biến thành a với tần số là u thì tần số alen A sau n thế hệ sẽ là:

$$P_n = [P_0(1 - u)^n] \text{ hoặc } P_n = P_0 \cdot e^{-un}$$

$P_0$  là tần số đột biến ban đầu của alen A

- Trường hợp xảy ra cả đột biến thuận (u) và đột biến nghịch (v)

$$p = v/(u+v) \quad q = u/(u+v)$$

A đột biến thành a với tần số u

a đột biến thành A với tần số v

Nếu  $u = v$  hoặc  $u = v = 0$  thì trạng thái cân bằng của các alen không thay đổi.

Nếu  $v = 0$  và  $u > 0$  thì alen A có thể do áp lực đột biến mà cuối cùng bị loại thải khỏi quần thể.

Tần số  $P_n$  của gen A sau n đời so với tần số  $P_0$  khởi đầu có thể tính theo công thức:

$$P_n = P_0(1 - u)^n$$

**\* Áp lực của chọn lọc:**

Hệ số chọn lọc S nói lên cường độ chọn lọc, đa `o thải những kiểu gen không có lợi, kém thích nghi. Nếu 1 gen nào đó chịu cường độ chọn lọc S thì giá trị thích ứng n của kiểu gen đó là:

$$W = 1 - S$$

**PHẦN VII/ SINH THÁI HỌC**

**CHƯƠNG 1+2+3: CƠ THỂ VÀ MÔI TRƯỜNG; QUẦN THỂ, QUẦN XÃ**

**A/ TỔNG NHIỆT HỮU HIỆU**

Tổng nhiệt hữu hiệu (S)

+ Mỗi loài sinh vật có một yêu cầu nhất định về lượng nhiệt (tổng nhiệt) để hoàn thành một giai đoạn phát triển hay một chu kì phát triển gọi là *tổng nhiệt hữu hiệu (độ/ngày) tương ứng*.

+ Tổng nhiệt hữu hiệu là hằng số nhiệt cần cho 1 chu kỳ (hay một giai đoạn) phát triển của một động vật *biến nhiệt*.

Tổng nhiệt hữu hiệu được tính bằng công thức:  $S = (T - C) \cdot D$

T: nhiệt độ môi trường

D: thời gian phát triển

C: nhiệt độ ngưỡng phát triển

+ C không đổi trong cùng một loài nên tổng nhiệt hữu hiệu bằng nhau:

$$S = (T_1 - C) \cdot D_1 = (T_2 - C) \cdot D_2 = (T_3 - C) \cdot D_3 \dots$$

### B/ ĐỘ PHONG PHÚ

$D = n_i \times 100/N$  (D: độ phong phú %,  $n_i$  số cá thể của loài i, N: số lượng cá thể của tất cả các loài)

### C/ KÍCH THƯỚC QUẦN THỂ

Kích thước của quần thể trong một không gian và một thời gian nào đó được diễn tả theo công thức tổng quát sau:

$$N_t = N_0 + B - D + I - E$$

Trong đó:

$N_t$  : Số lượng cá thể của quần thể ở thời điểm t

$N_0$  : Số lượng cá thể của quần thể ban đầu, t = 0

B: Số cá thể do quần thể sinh ra trong khoảng thời gian từ  $t_0$  đến t

D: Số cá thể của quần thể bị chết trong khoảng thời gian từ  $t_0$  đến t

I: Số cá thể nhập cư vào quần thể trong khoảng thời gian từ  $t_0$  đến t

E: Số cá thể di cư khỏi quần thể trong khoảng thời gian từ  $t_0$  đến t.

Trong công thức trên, bản thân mỗi một số hạng cũng mang những thuộc tính riêng, đặc trưng cho loài và biến đổi một cách thích nghi với sự biến động của các yếu tố môi trường.

Ở một số quần thể sinh vật cố định như thực vật bậc cao, trong quá trình khảo sát kích thước quần thể người ta thường bỏ qua hai thông số nhập cư và di cư.

### D/ MẬT ĐỘ

- Đối với quần thể vi sinh vật: đếm số lượng khuẩn lạc trong một thể tích môi trường nuôi cấy xác định.
- Thực vật nổi (phytoplankton), động vật nổi (zooplankton): đếm số lượng cá thể trong một thể tích nước xác định.
- Thực vật, động vật đáy (ít di chuyển): xác định số lượng trên ô tiêu chuẩn.
- Cá trong vực nước: đánh dấu cá thể, bắt lại, từ đó tìm ra kích thước của quần thể, suy ra mật độ. Công thức:

$$N = \frac{C \times M}{R} \quad (\text{Petersent, 1896})$$

hoặc

$$N = \frac{(M + 1) \times (C + 1)}{R + 1} \quad (\text{Seber 1982}).$$

Trong đó:

- N: Số lượng cá thể của quần thể tại thời điểm đánh dấu
- M: Số cá thể được đánh dấu của lần thu mẫu thứ nhất
- C: Số cá thể được đánh dấu của lần thu mẫu thứ hai
- R: Số cá thể được đánh dấu xuất hiện ở lần thu mẫu thứ hai

Động vật lớn: Quan sát trực tiếp hoặc gián tiếp: đếm tổ (chim), dấu chân (trên đường di kiếm ăn), số con bị mắc bẫy...

### E/ MỨC TỬ VONG

Mức tử vong là số lượng cá thể của quần thể bị chết trong một khoảng thời gian nào đó. Nếu số lượng ban đầu của quần thể là  $N_0$ , sau khoảng thời gian  $\Delta t$  thì số lượng cá thể tử vong là  $\Delta N$ . Tốc độ tử vong trung bình của quần thể được tính là  $\Delta N / \Delta t$ . Nếu tốc độ tử vong được tính theo mỗi cá thể trong quần thể thì tốc độ đó được gọi là “tốc độ tử vong riêng tức thời” ( ký hiệu là  $d$ ) với công thức:

$$d = \Delta N : N \cdot \Delta t$$

Những nguyên nhân gây ra tử vong do:

- Chết vì già
- Chết vì bị vật dữ ăn, con người khai thác
- Chết vì bệnh tật (ký sinh)
- Chết vì những biến động thất thường của điều kiện môi trường vô sinh (bão, lụt, cháy, rét đậm, động đất, núi lửa...) và môi trường hữu sinh (nguồn thức ăn bị cạn kiệt) vượt khỏi ngưỡng sinh thái của loài.

### F/ MỨC SINH SẢN CỦA QUẦN THỂ

*KN: Mức sinh sản của quần thể là số lượng con được quần thể sinh ra trong một khoảng thời gian xác định.*

Quần thể có số lượng ban đầu là  $N_{t_0}$ , sau khoảng thời gian  $\Delta t$  (từ  $t_0$  đến  $t_1$ ) số lượng quần thể là  $N_{t_1}$ ,  $\rightarrow$  số lượng con mới sinh là  $\Delta N = N_{t_1} - N_{t_0}$ .

Tốc độ sinh sản của quần thể theo thời gian sẽ là  $\Delta N / \Delta t$ . Nếu tốc độ đó tính trên mỗi cá thể của quần thể ta có “tốc độ sinh sản riêng tức thời” (ký hiệu là  $b$ ) và:

$$b = \Delta N : N \cdot \Delta t$$

Người ta cũng hay dùng khái niệm “tốc độ sinh sản nguyên” hay tốc độ tái sản xuất cơ bản” (ký hiệu  $R_0$ ) để tính các cá thể được sinh ra theo một con cái trong một nhóm tuổi nào đó với:

$$R_0 = \sum l_x \cdot m_x$$

$l_x$ : mức sống sót riêng, tức là số cá thể trong một tập hợp của một nhóm tuổi thuộc quần thể sống sót đến cuối khoảng thời gian xác định;  $m_x$ : sức sinh sản riêng của nhóm tuổi  $x$ .

Có ba đặc trưng cơ bản để xác định mức sinh của quần thể:

- + Số lượng trứng hoặc con non sau mỗi lần sinh.
- + Thời gian giữa hai lần sinh.
- + Tuổi bắt đầu tham gia sinh sản

### G/ MỨC SỐNG SỐT

$S_s = 1 - D$

1 là kích thước quần thể

D mức tử vong

### H/ SỰ TĂNG TRƯỞNG CỦA QUẦN THỂ

Sự tăng trưởng, trước hết phụ thuộc vào tỷ lệ sinh sản (b) và tỷ lệ tử vong (d) trong môi trường quan:

$$r = b - d$$

$r$  là hệ số hay “mức độ tăng trưởng riêng tức thời” của quần thể, tức là số lượng gia tăng trên đơn vị thời gian và trên một cá thể.

Nếu  $r > 0$  ( $b > d$ ) quần thể phát triển (tăng số lượng),  $r = 0$  ( $b = d$ ) quần thể ổn định, còn  $r < 0$  ( $b < d$ ) quần thể suy giảm số lượng.

a/ môi trường lý tưởng: Từ các chỉ số này ta có thể viết:

$$\Delta N / \Delta t = (b - d) \cdot N \text{ hay } \Delta N / \Delta t = r \cdot N$$

$\Delta N$  (hay  $dN$ ): mức tăng trưởng,  $\Delta t$  (hay  $dt$ ) khoảng thời gian,  $N$  số lượng của QT,  $r$  hệ số hay tốc độ tăng trưởng

$$r = dN / N dt \text{ hay } rN = dN / dt \quad (1)$$

Đây là phương trình vi phân thể hiện sự tăng trưởng số lượng số lượng của quần thể trong điều kiện không có sự giới hạn của môi trường. Lấy tích phân đúng 2 vế của phương trình (1) ta có:

$$Nt = N_0 e^{rt} \quad (2)$$

ở đây:  $Nt$  và  $N_0$  là số lượng của quần thể ở thời điểm tương ứng  $t$  và  $t_0$ ,  $e$  - cơ số logarit tự nhiên,  $t$  thời gian

Từ phương trình 2 lấy logarit của cả 2 vế ta có:  $r = (\ln Nt - \ln N_0) / (t - t_0)$

b/ Môi trường có giới hạn: được thể hiện dưới dạng một phương trình sau:

$$dN/dt = rN(K - N)/K = rN - rN^2/K = rN(1 - N/K) \text{ hoặc: } N = K / (1 + e^{-rt}) \text{ hoặc } N = Ne^{r(1-N/K)t}$$

$r$  - tốc độ tăng trưởng riêng tức thời;

$N$  - số lượng cá thể;

$K$  - số lượng tối đa quần thể có thể đạt được hay là tiệm cận trên;

e - cơ số logarit tự nhiên

a - hằng số tích phân xác định vị trí bắt đầu của đường cong trên trục tọa độ; **về mặt số lượng**  $a = (K - N) / N$  khi  $t = 0$ . **Giá trị  $1 - N/K$  chỉ ra các khả năng đối kháng của môi trường lên sự tăng trưởng số lượng của quần thể.**

Ví dụ: về sự tăng trưởng quần thể trong điều kiện lý thuyết và điều kiện sức tải của môi trường.

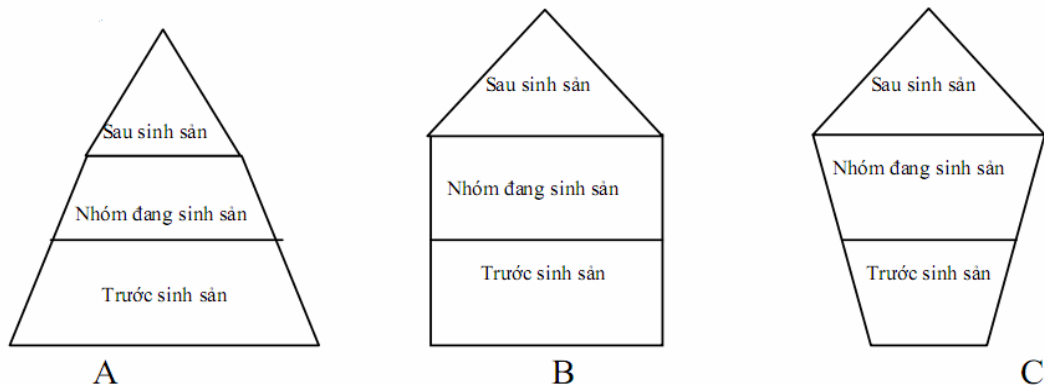
Giả sử có một quần thể với 100 cá thể ban đầu, mỗi cá thể có khả năng bổ sung trung bình 0,5 cá thể trong một khoảng thời gian t. Chúng ta xét sự tăng trưởng quần thể sau 1 khoảng thời gian trong điều kiện lý thuyết và điều kiện sức tải môi trường là 1000 cá thể.

Thời gian	$N_t = N_0 e^{rt}$	$N_t = N e^{r\left(1 - \frac{N}{K}\right)t}$
0	100	100
1	$100 \cdot (e^{0.5 \cdot 1}) = 165$	$100 \cdot (e^{0.5(1-100/1000)1}) = 155$
2	$100 \cdot (e^{0.5 \cdot 2}) = 272$	$100 \cdot (e^{0.5(1-155/1000)2}) = 232$
3	$100 \cdot (e^{0.5 \cdot 3}) = 448$	$100 \cdot (e^{0.5(1-232/1000)3}) = 332$
...	...	...
15	$100 \cdot (e^{0.5 \cdot 15}) = 180.564$	$100 \cdot (e^{0.5(1-N_{14}/1000)15}) = 995$

Nếu không có sự đối kháng của môi trường thì  $r \Rightarrow r_{max}$  tức là thể năng sinh học của loài. Những loài có  $r_{max}$  lớn thường có số lượng đông, kích thước nhỏ, sinh sản nhanh và chủ yếu chịu sự tác động của môi trường vô sinh (rét đậm, lũ lụt, cháy...), còn những loài có  $r_{max}$  nhỏ (động vật bậc cao chẳng hạn) thì có số lượng ít, tuổi thọ cao, sức sinh sản thấp, khả năng khôi phục số lượng kém và chịu ảnh hưởng chủ yếu của các yếu tố môi trường hữu sinh (bệnh tật, bị ký sinh, bị săn bắt...)

**I/ THÀNH PHẦN TUỔI TRONG QUẦN THỂ**

Khi xếp các nhóm tuổi này kế tiếp lên nhau từ nhóm tuổi I đến nhóm tuổi III, cũng tương tự như khi xếp các thế hệ ta có tháp tuổi, nhưng ở đây cho phép đánh giá xu thế phát triển số lượng của quần thể cũng như một số các ý nghĩa khác.



**Hình 3: Các dạng tháp tuổi đặc trưng: A: Quần thể đang phát triển; B: Quần thể phát triển ổn định; C: Quần thể đang suy giảm.**



**CHƯƠNG 4. HỆ SINH THÁI VÀ SINH QUYỀN**

**A/ CHUỖI, LƯỚI THỨC ĂN VÀ BẬC DINH DƯỠNG**

Chuỗi thức ăn tổng quát có dạng:

SVSX → SVTT bậc 1 → SVTT bậc 2 → SVTT bậc 3 → ... → SV phân huỷ

- Trong hệ sinh thái có hai loại chuỗi thức ăn:

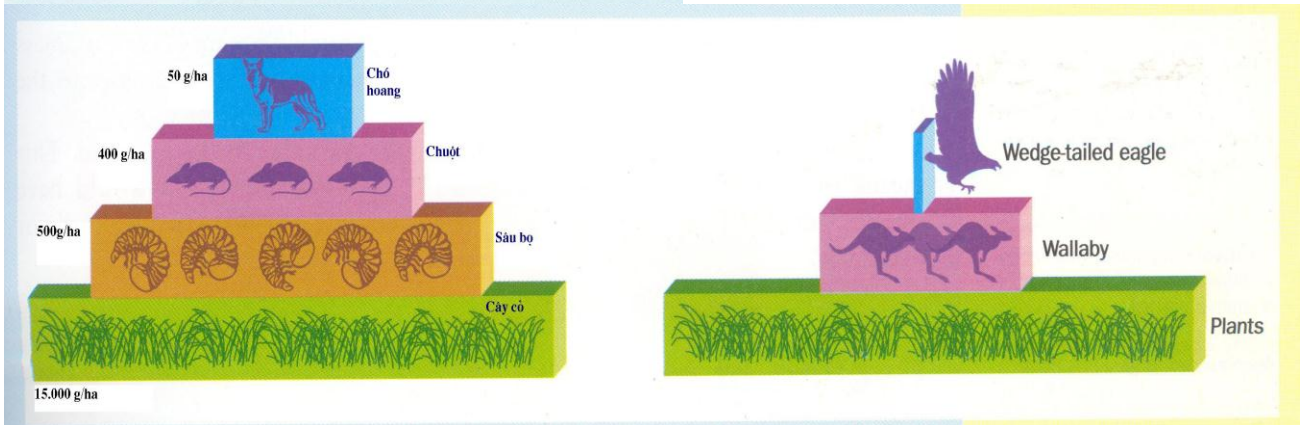
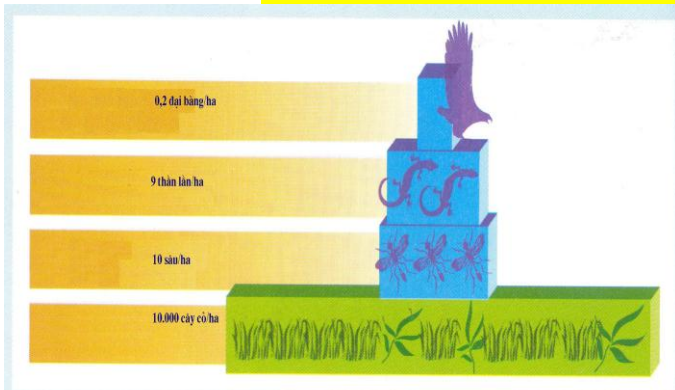
+ SV tự dưỡng → ĐV ăn SV tự dưỡng → ĐV ăn thịt các cấp.

+ Mùn bã SV → ĐV ăn mùn bã SV → ĐV ăn thịt các cấp.

- **Lưới thức ăn:** Tổng hợp những chuỗi thức ăn có quan hệ với nhau trong hệ sinh thái. Mỗi loài trong quần xã không chỉ liên hệ với một chuỗi thức ăn mà có thể liên hệ với nhiều chuỗi thức ăn.

- **Bậc dinh dưỡng:** Bao gồm những mắt xích thức ăn trong cùng một nhóm sắp xếp theo các thành phần của cùng một chuỗi thức ăn bao gồm SVSX, SVTT bậc 1, SVTT bậc 2, ...

**B/ HÌNH THÁP SINH THÁI VÀ NĂNG SUẤT SINH HỌC**



**Năng suất**

Các hệ sinh thái có 2 loại năng suất:

- Năng suất sơ cấp: đó là năng suất của sinh vật sản xuất
- Năng suất thứ cấp: đó là năng suất của sinh vật tiêu thụ
- Năng suất được tính là: Gam chất khô/m<sup>2</sup>/ngày

+ Hiệu suất sinh thái

**Eff (H) = C<sub>i+1</sub> · 100%/C<sub>i</sub>** (eff: Hiệu suất sinh thái, C<sub>i</sub> bậc dinh dưỡng thứ i, C<sub>i+1</sub> bậc dinh dưỡng thứ i+1)

+ Sản lượng sinh vật sơ cấp

**P<sub>N</sub> = P<sub>G</sub> - R** (P<sub>N</sub>: SL sơ cấp tinh, P<sub>G</sub> sản lượng sơ cấp thô, R phần hô hấp của TV)

## **SINH HỌC 10:**

### **A/ SINH SẢN Ở VI SINH VẬT**

-  $N_t = N_0 \cdot 2^n$  (n số thế hệ,  $N_0$  số cá thể ban đầu,  $N_t$  số cá thể sau thời gian t)

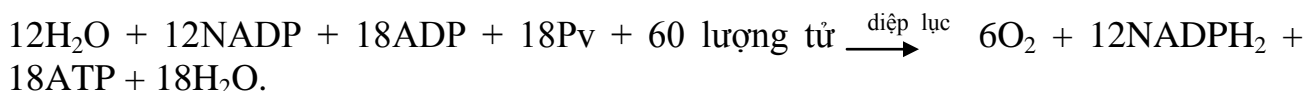
- hằng số **tốc độ sinh trưởng**  $\mu = 1h/g$

- g (phút/thế hệ) = t/n (g thời gian thế hệ)

\*  $n = (\log N - \log N_0) / \log 2$  (t là thời gian tính bằng phút, n là thế hệ)

### **B/ ATP VÀ HIỆU SUẤT ATP**

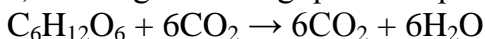
**a) - Phương trình pha sáng:**



- Phương trình pha tối quang hợp:



a) Phương trình tổng quát của quá trình hô hấp mà nguyên liệu là glucozơ:



⇒ Chỉ số hô hấp (RQ) = 6/6 = 1

b) Quá trình hô hấp được chia làm 3 giai đoạn:

+ Đường phân: Tạo ra 2 ATP và 2 NADH

+ Chu trình crep: Tạo ra 2 ATP và 8 NADH, 2FADH<sub>2</sub>

+ Chuỗi truyền electron hô hấp:

( 1NADH qua chuỗi truyền electron tạo 3 ATP

1FADH<sub>2</sub> qua chuỗi truyền electron tạo 2 ATP)

⇒ Số phân tử ATP được tạo ra qua chuỗi truyền điện tử là: (2 x 3) + (8 x 3) + (2 x 2) = 34 ATP

- Như vậy, tổng số phân tử ATP mà tế bào thu được sau khi phân giải hoàn toàn 1 phân tử glucozơ là 38 ATP.

### **C/ DIỆN TÍCH BỀ MẶT VÀ THỂ TÍCH CỦA VI KHUẨN DẠNG CẦU**

- Diện tích bề mặt:  $S = 4 \cdot \pi \cdot R^2$

- Thể tích  $V = 4/3 \cdot \pi \cdot R^3$

### **D/ KHI BÌNH PHƯƠNG ( $\chi^2$ )**

- **Lịch sử: Do Karl Pearson đề xuất 1900**

$\chi^2 = \sum (O - E)^2 / E$  ( $\chi^2$ : Khi bình phương; O Số liệu thực tế; E số liệu dự kiến theo lý thuyết  $H_0$ )

Khi tìm được  $\chi^2$  người ta so sánh với 1 bảng phân phối  $\chi^2$  từ đó rút ra kết luận. Ứng với mức tự do n xác định theo độ chính xác  $\alpha$  thì giá thuyết  $H_0$  là đúng. Nếu  $\chi^2$  lớn hơn giá trị C (n,  $\alpha$ ) trong bảng phân phối Thì giá trị  $H_0$  không phù hợp

VD:

Kiểu hình F <sub>2</sub>	O	E	(O-E) <sup>2</sup>	(O-E) <sup>2</sup> /E
Tron, vàng	571	540	961	1,7796
Tron, xanh	157	180	529	2,9389
Nhãn, vàng	164	180	256	1,4222
nhãn, xanh	68	60	64	1,0667
Σ	960	960		7,2074

Như vậy, đối chiếu với giá trị  $\chi^2 = 7,815$ , ta thấy giá trị  $\chi^2 = 7,2074$  thu được trong thí nghiệm < 7,815 nên kết quả thu được trong thí nghiệm phù hợp với quy luật phân li độc lập. Sự sai khác giữa số liệu lí thuyết và thực nghiệm là do sai sót ngẫu nhiên.

**E/ GIÁ TRỊ TRUNG BÌNH X**

$$\bar{X} = x_1+x_2+x_3+\dots\dots+x_n/N$$

**F/ PHƯƠNG SAI (S<sup>2</sup>) VÀ ĐỘ LỆCH CHUẨN**

$$S^2 = \sum (x_n - \bar{X})^2 / (n-1)$$

Phương sai phản ánh giá trị lệch so với trị số trung bình

Độ lệch chuẩn

$s = \sqrt{S^2}$  phản ánh số liệu cụ thể của x<sub>i</sub> lệch bao nhiêu so với trị số TB  $\bar{X}$

**G/ Sức hút nước của tế bào trước khi đặt vào dung dịch là:**

Ta có: P<sub>tb</sub> = RTC -> C = P<sub>tb</sub>/RT

- Để cây hút được nước thì P<sub>tb</sub> > P<sub>đđ</sub> đất -> P<sub>tb</sub> > 2.5atm
- Mùa hè : C > 2.5/RT = 2.5/ (273 + 36).0,082

Mùa đông : C > 2.5/RT = 2.5/(273 + 13).0,082

C là nồng độ dịch bào

**H/ Phương trình thẩm thấu nước của tế bào.**

$$S = P - T$$

Các trạng thái nước của tế bào.

- Tế bào bão hòa nước: P = T
- Tế bào héo hoàn toàn: S = P
- Tế bào thiếu bão hòa nước: S > 0, P > T.
- Tế bào mất nước do sự bay hơi: S = P + T

$$S = P - T = 1,6 - 0,5 = 1,1 \text{ atm}$$

Tính áp suất thẩm thấu theo công thức P = R.T.C.i.

$$P = RTCi$$

R: Hằng số khí (R=0,0821)

T: Nhiệt độ tuyệt đối ( $T = 270^\circ + t^\circ$ ) ( $t^\circ$ : nhiệt độ lúc thí nghiệm)

C: Nồng độ dung dịch tính theo M

i: Hệ số Van-Hôp biểu thị mức độ ion hoá của dung dịch

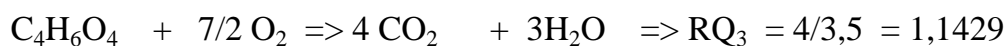
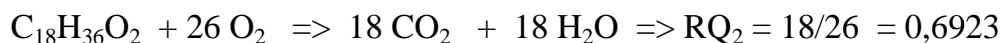
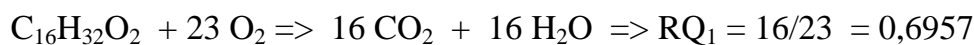
$i = 1 + (n-1)$ , trong đó: độ phân ly; n: số ion phân ly.

Đối với chất không điện giải (đường) có  $i=1$ .

### I/ hệ số hô hấp của các axit

- Axit panmitic:  $C_{15}H_{31}COOH$
- Axit stearic :  $C_{17}H_{35}COOH$
- Axit succinic:  $HOOC - CH_2 - CH_2 - COOH$
- Axit malic:  $HOOC - CH_2 - CHOH - COOH$

Hệ số hô hấp là tỉ số giữa số phân tử  $CO_2$  thải ra và số phân tử  $O_2$  hấp thụ vào (RQ).



b) Nhận xét: Cùng nguyên liệu là axit:

- Nếu axit giàu hydro và nghèo oxi  $\Rightarrow RQ < 1$ .
- Nếu axit bậc thấp ditricacboxylic giàu oxi  $\Rightarrow RQ > 1$