



SINH HỌC

VÀ GIẢI PHÁP 2019

TOÁN



Parental Generation (P)



100%
all plants have
purple flowers

First Generation (F₁)



75%
Three of every four
plants have
purple flowers

Second Generation (F₂)

MỤC LỤC

MỞ ĐẦU	5
KIẾN THỨC TOÁN BỔ TRỢ	7
PHÂN TỬ	
Bài 1. DNA	11
Bài 2. RNA	18
Bài 3. Protein	23
Bài 4. Tóm tắt chương phân tử	24
PHÂN BÀO	
Bài 1. Nhiễm sắc thể	28
Bài 2. Nguyên phân	32
Bài 3. Giảm phân	34
Bài 4. Tóm tắt chương phân bào	42
LAI	
Bài 1. Tổng quan	45
Bài 2. Quy luật phân li và phân li độc lập của Mendel	47
Bài 3. Quy luật liên kết và hoán vị gen của Morgan	50
Bài 4. Các quy luật di truyền và cơ sở tế bào học	52
Bài 5. Chọn giống	58
Bài 6. Khái niệm, kí hiệu và đề xuất	59
Bài 7. Bài toán lai truyền thống	64
Bài 8. Bài toán thuận	68
Bài 9. Bài toán ngược	87
Bài 10. Kiểm định Khi bình phương (Chi-square)	105

Bài 11. Tóm tắt chương lại ----- 107

QUẦN THỂ

Bài 1. Cấu trúc chung quần thể ----- 111

Bài 2. Cấu trúc quần thể ngẫu phối ----- 115

Bài 3. Cấu trúc quần thể giao phối không ngẫu nhiên ----- 122

Bài 4. Biến động số lượng quần thể ----- 126

Bài 5. Biến động chất lượng quần thể (đột biến) ----- 134

Bài 6. Một số dạng đặc biệt ----- 136

Bài 7. Tóm tắt chương quần thể ----- 138

CÁC DẠNG KHÁC

Bài 1. Phả hệ ----- 141

Bài 2. Hệ sinh thái ----- 145

Bài 3. Vi sinh và sinh lí ----- 146

BÀI TẬP

Bài 1. Phân tử ----- 148

Bài 2. Phân bào ----- 153

Bài 3. Lai ----- 157

Bài 4. Quần thể ----- 178

Bài 5. Phả hệ, hệ sinh thái, sinh lí ----- 196

Bài 6. Hướng giải toán HSG Quốc gia Sinh học ----- 199

MỞ ĐẦU

Các bạn học sinh thân mến,

Toán sinh học là sự kết hợp giữa toán học và sinh học. Sự kết hợp này giúp chúng ta phát hiện những quy luật thú vị của sự sống. Người đầu tiên thực hiện sự kết hợp này là Gregor Johann Mendel. Trong suốt 8 năm tại mảnh vườn nhỏ của tu viện, ông đã miệt mài tính toán kết quả thu được, từ thí nghiệm lai những cây đậu Hà Lan với nhau. Nhờ việc kết hợp này, ông đã tìm ra quy luật tính trội lặn, quy luật phân li và quy luật phân li độc lập nổi tiếng. Từ đó ông đi trước thời đại về dự đoán gen và Nhiễm sắc thể.

Có thể nói rằng nhờ có toán học mà các qui luật sinh học được phát hiện và củng cố chặt chẽ. Có thể nói toán học đóng vai trò quan trọng trong nghiên cứu sinh học. Tuy nhiên, sách giáo khoa và các giáo trình chuyên sâu sinh học bậc THPT hiện nay lại viết khá ít về mảng toán. Trong khi đó, kì thi tuyển sinh đại học và học sinh giỏi lại đề cập đến rất nhiều. Xuất phát từ điều đó, nên mình đã xây dựng tài liệu này.

Trong tài liệu này, mình đã viết các mảng: toán phân tử, nguyên phân, giảm phân, lai, quần thể, phả hệ, hệ sinh thái, sinh lí, vi sinh. Kèm theo đó là một số bài tập tham khảo. Mình chỉ tập trung củng cố mảng toán của những lĩnh vực trên, còn lí thuyết, các bạn nên tham khảo chuyên sâu hơn trong các sách như *Sinh học – Campbell, Reece; Bộ giáo trình chuyên sinh THPT – NXB Giáo dục; Bộ giáo trình bồi dưỡng học sinh giỏi sinh học – NXB Giáo dục...v.v*

Đóng vai trò quan trọng trong toán sinh học là toán tổ hợp, xác suất và dãy số. Vì thế, để hiểu rõ hơn về tài liệu này, các bạn nên có kiến thức cơ bản về tổ hợp, xác suất, cấp số cộng, cấp số nhân, giới hạn, bất đẳng thức. Các bạn hãy tham khảo phần này trong *Sách giáo khoa toán 10,11,12* và một số giáo trình khác.

Vì phần bài tập có liên quan đến nhiều mảng kiến thức khác nhau, do đó mình để ở cuối, các bạn nên nghiên cứu hết lí thuyết rồi sau đó mới giải bài tập. Phần bài tập phần lớn mình chỉ đề cập đến hướng giải là chủ yếu, bởi khi các bạn nghiên cứu kĩ càng phần lí thuyết thì các bạn sẽ tương đối dễ dàng đề ra hướng giải của bài tập, việc còn lại chỉ là ráp số và tính toán. Công đoạn ráp số và tính toán có thể các bạn lướt qua nhanh để học các phần khác.

Phần lí thuyết mình đã xem lại kĩ càng nhưng không thể tránh khỏi sai sót, phần bài tập còn ít, kèm theo đó mình không giải một cách chi tiết hết tất cả các bài vì phần lớn bài tập là tương tự nhau, các bạn xem đáp án và luyện tập thêm. Rất mong nhận được góp ý sửa chữa của quý độc giả.

Trong tài liệu này, mặc dù mình đã cố gắng truyền tải kiến thức sao cho dễ tiếp cận nhất, nhưng đối với nhiều bạn học sinh thì còn khá khó hiểu và quá nhiều công thức. Tuy nhiên, mục đích chính của mình là trình bày cách suy luận để giải quyết bài toán sinh học đặt ra, chứ không nhằm đưa thật nhiều công thức khó nhớ và khó áp dụng. Vì thế, quý độc giả chỉ nên tham khảo để biết thêm.

Xin chân thành cảm ơn Cô *Châu Thị Cẩm Yến* – Tổ Trưởng Tổ Sinh THPT Chuyên Lương Văn Chánh, các bạn trong khối chuyên Sinh Lương Văn Chánh đã đọc, phản biện, góp ý để mình hoàn thiện tài liệu này!

Hi vọng tài liệu này phần nào đó sẽ giúp các bạn hiểu rõ hơn về các qui luật chi phối của sinh học trên cơ sở suy luận toán học, ứng dụng toán học vào giải quyết các vấn đề sinh học đặt ra, qua đó giúp chúng ta hiểu biết và yêu sinh học nhiều hơn.

Thân gửi tặng tài liệu này đến quý thầy cô tổ sinh, các bạn học sinh khối Chuyên sinh và chuyên khác Trường THPT Chuyên Lương Văn Chánh Phú Yên.

Chúc các bạn thành công trong trong kì thi Học sinh giỏi và kì thi Đại học sắp tới!

Tuy An, 2019

Cựu Chuyên Sinh

Trường THPT Chuyên Lương Văn Chánh Phú Yên

Khóa 2011 – 2014

Cốc Vũ

Chú ý, toán sinh chưa có hệ thống kí hiệu và quy tắc thống nhất. Phần lớn kết quả và kí hiệu trong tài liệu này không xuất hiện trong sách giáo khoa hiện hành nên chúng được xem như là các bổ đề. Vì vậy, khi làm bài thi tự luận, các bạn nên trình bày cách chứng minh trước khi áp dụng.

CHƯƠNG TOÁN BỔ TRỢ

QUY TẮC CỘNG

Giả sử một công việc có thể được thực hiện theo một trong k phương án A_1, A_2, \dots, A_k . Có n_1 cách thực hiện phương án A_1 , n_2 cách thực hiện phương án A_2, \dots và n_k cách thực hiện phương án A_k . Khi đó công việc có thể được thực hiện bởi $n_1 + n_2 + \dots + n_k$ cách. (Sách giáo khoa Đại số và Giải tích 11 nâng cao)

Ví dụ: Bài tập toán thầy cho về nhà có 2 nhóm bài tập là khó và dễ, trong nhóm bài tập khó có 10 bài, nhóm bài tập dễ có 20 bài. Mỗi bạn chỉ chọn làm một bài. Theo quy tắc cộng chúng ta có $10 + 20 = 30$ sự lựa chọn.

QUY TẮC NHÂN

Giả sử một công việc nào đó bao gồm k công đoạn A_1, A_2, \dots, A_k . Công đoạn A_1 có thể được thực hiện theo n_1 cách, công đoạn A_2 có thể thực hiện theo n_2 cách, ..., công đoạn A_k có thể được thực hiện theo n_k cách. Khi đó công việc có thể thực hiện theo $n_1 n_2 \dots n_k$ cách. (Sách giáo khoa Đại số và Giải tích 11 nâng cao)

Ví dụ: Bài tập toán thầy cho về nhà có 2 nhóm bài tập khó và dễ, trong nhóm bài tập khó có 10 bài, nhóm bài tập dễ có 20 bài. Mỗi bạn chọn 1 bài tập dễ và 1 bài tập khó. Ta có 10 cách chọn cho công đoạn đầu tiên và 20 cách chọn cho công đoạn thứ 2, theo quy tắc nhân ta có tất cả $10 \cdot 20 = 200$ cách chọn.

HOÁN VỊ

Cho tập hợp A có n ($n \geq 1$) phần tử. Khi sắp xếp n phần tử này theo một thứ tự, ta được một hoán vị các phần tử của tập A (gọi tắt là một hoán vị A)

Số các hoán vị của một tập hợp có n phần tử là

$$P_n = n! = n(n-1)(n-2) \dots 1$$

(Sách giáo khoa Đại số và Giải tích 11 nâng cao)

Ví dụ cho các chữ cái a, b, c hỏi có bao nhiêu cách sắp xếp. Theo công thức hoán vị ta có $3! = 6$ cách sắp xếp. tức (a, b, c) (a, c, b) (b, a, c) (b, c, a) (c, a, b) (c, b, a) .

CHỈNH HỢP

Cho tập hợp A gồm n phần tử và số nguyên k với $1 \leq k \leq n$. Khi lấy k phần tử của A và sắp xếp chúng theo một thứ tự, ta được một chỉnh hợp chập k của n phần tử A (gọi tắt là một chỉnh hợp chập k của A)

Số các chỉnh hợp chập k của một tập hợp có n phần tử ($1 \leq k \leq n$) là

$$A_n^k = n(n-1)(n-2) \dots (n-k+1)$$

Với $0 < k < n$ ta có thể viết A_n^k dưới dạng

$$A_n^k = \frac{n!}{(n-k)!}$$

Quy ước

$$0! = 1 \text{ và } A_n^0 = 1$$

(Sách giáo khoa Đại số và Giải tích 11 nâng cao)

Ví dụ cho các chữ cái a,b,c. Lấy 2 chữ cái bất kì trong 3 chữ cái bên. Tất cả các chỉnh hợp của chập 2 của A là $A_3^2 = 6$ tức (a,b) (b,a) (a,c) (c,a) (b,c) (c,b)

TỔ HỢP

Cho tập A có n phần tử và số nguyên k với $1 \leq k \leq n$. Mỗi tập con của A có k phần tử được gọi là một tổ hợp chập k của n phần tử của A (gọi tắt là một tổ hợp chập k của A)

Số các tổ hợp

Kí hiệu C_n^k hoặc $\binom{n}{k}$ là các tổ hợp chập k của một tập hợp có n phần tử

$$C_n^k = \frac{A_n^k}{k!}$$

Với $1 \leq k \leq n$ ta có

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

Quy ước $C_n^0 = 1$

(Sách giáo khoa Đại số và Giải tích 11 nâng cao)

ví dụ cho ba chữ cái a,b,c. Hỏi có bao nhiêu cách lấy 2 chữ cái trong 3 chữ. Ta có số cách chọn lấy 2 chữ cái lấy trong 3 chữ là $C_3^2 = 3$ tức (a,b) (b,c) (c,a).

NHỊ THỨC NIU-TƠN

$$(a + b)^n = C_n^0 a^n + C_n^1 a^{n-1} b + \dots + C_n^k a^{n-k} b^k + \dots + C_n^n b^n$$

$$= \sum_{k=0}^n C_n^k a^{n-k} b^k ; (a^0 = b^0 = 1)$$

(Sách giáo khoa Đại số và Giải tích 11 nâng cao)

XÁC SUẤT

Giả sử phép thử T có không gian mẫu Ω là một tập hữu hạn và các kết quả của T là đồng khả năng. Nếu A là một biến cố liên quan với phép thử T và Ω_A là tập hợp các kết quả thuận lợi cho A thì xác suất của A là một số, kí hiệu là $P(A)$, được xác định bởi công thức

$$P(A) = \frac{|\Omega_A|}{|\Omega|}$$

Biến cố đối \bar{A} là biến cố không xảy ra A. Xác suất của biến cố đối \bar{A} là

$$P(\bar{A}) = 1 - P(A)$$

Nếu hai biến cố A và B độc lập nhau thì

$$P(AB) = P(A) \cdot P(B)$$

(Sách giáo khoa Đại số và Giải tích 11 nâng cao)

Ví dụ. Trong hộp có 10 viên bi khác màu thì xác suất chọn viên bi màu đỏ trong 10 viên bi là 1/10.

CẤP SỐ CỘNG

Giả sử (u_n) là một cấp số cộng. Với mỗi số nguyên dương n, gọi S_n là tổng n số hạng đầu tiên của nó $S_n = u_1 + u_2 + \dots + u_n$. Khi đó ta có

$$S_n = \frac{(u_1 + u_n)n}{2}$$

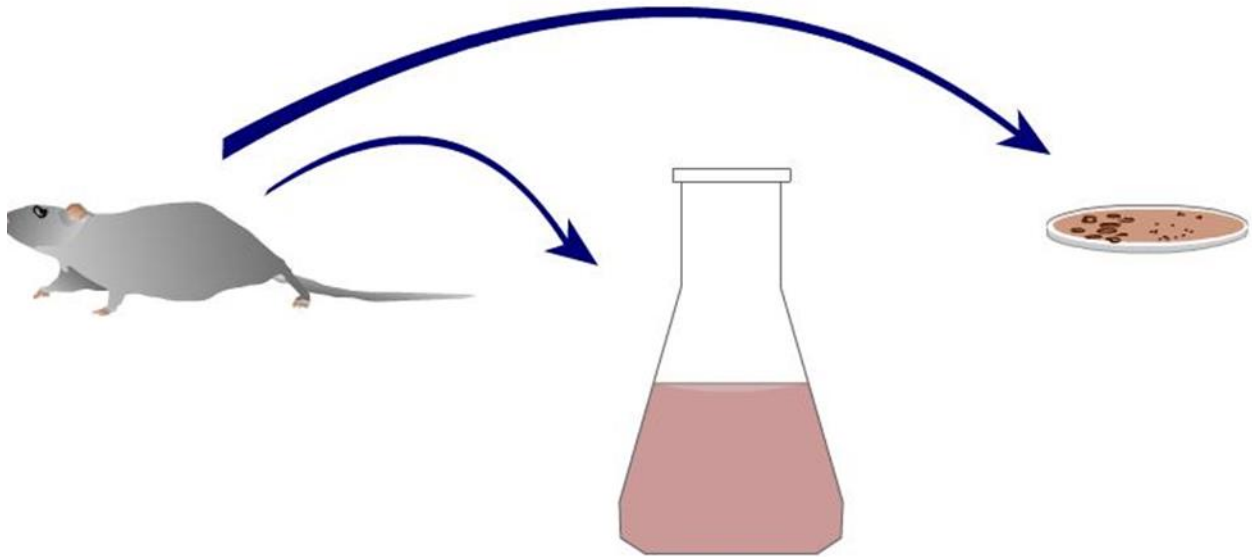
(Sách giáo khoa Đại số và Giải tích 11 nâng cao)

CẤP SỐ NHÂN

Nếu (u_n) là một cấp số nhân với công bội $q \neq 1$ thì S_n được tính theo công thức

$$S_n = \frac{u_1(1 - q^n)}{1 - q}$$

CHƯƠNG PHÂN TỬ



- DNA
- RNA
- Protein

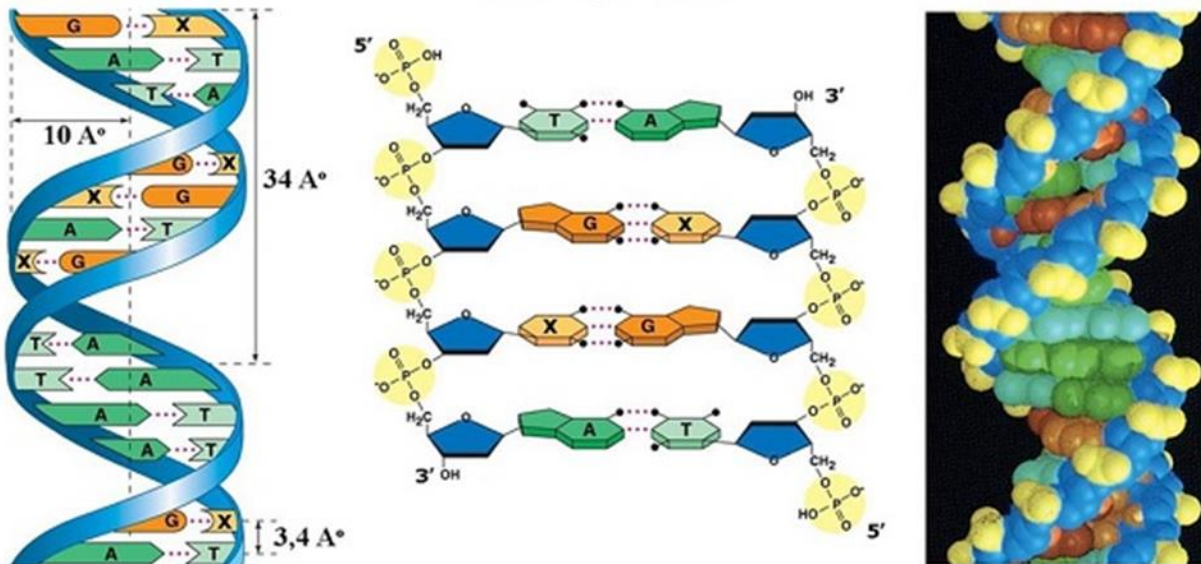
BÀI 1. DNA

I. TỔNG QUAN

Năm 1953, James Watson và Francis Crick đã công bố mô hình acid deoxyribonucleic, gọi tắt là DNA. Khám phá này được coi là bước tiến lớn của nhân loại trong lĩnh vực sinh học, đóng vai trò là nền tảng và định hướng cho các nghiên cứu về vật liệu di truyền sau này. Ví dụ như công nghệ tế bào gốc, công nghệ gen, nguồn gốc các loài,... đều có cơ sở vững chắc từ khám phá trên.

Đóng góp vào nghiên cứu này còn có Rosalind Franklin. Tuy R.Franklin không làm việc chung với J.Watson và F.Crick, nhưng nhờ hình ảnh nhiễu xạ tia X của DNA do cô chụp được, J.Watson và F.Crick đã xây dựng mô hình DNA dựa trên số liệu đo đạc được từ các hình ảnh này. Năm 1958, R.Franklin qua đời vì bệnh ung thư khi cô mới 38 tuổi. Năm 1962, đồng nghiệp của cô là Maurice Wilkins được nhận đồng giải thưởng Nobel Y học cùng với J.Watson và F.Crick với thành tựu “*khám phá ra cấu trúc phân tử của các acid nucleic và ý nghĩa của chúng trong việc truyền thông tin trong các sinh vật.*”

II. CẤU TẠO



(Campbell, Reece, *Sinh học*, Tr.309)

Hai dải “*ruy băng*” trong hình vẽ trên biểu diễn khung đường – phosphate của 2 mạch đơn DNA. Chúng chạy song song và xoắn phải theo chiều từ dưới lên trên.

Đính trên 2 dải “ruy băng” là các base nitrogen gồm: Thymine (T), Adenine (A), Cytosine (C), Guanine (G). Sách giáo khoa hiện hành kí hiệu Cytosine là Xitoxin (X). Trong đó: A, G là các purine (base lớn); T, C là các pyrimidine (base nhỏ).

III. CÁC ĐẠI LƯỢNG TÍNH TOÁN

Số lượng Acid Nucleic trên mỗi mạch đơn của DNA là tổng của A, T, G, C chứa trên đó:

$$\begin{cases} N_1 = A_1 + T_1 + G_1 + C_1 \\ N_2 = A_2 + T_2 + G_2 + C_2 \end{cases}$$

Trong phân tử DNA, A chỉ liên kết với T, G chỉ liên kết với C và ngược lại T chỉ liên kết với A, C chỉ liên kết với G nên số lượng của chúng tương ứng bằng nhau hay:

$$A = T; G = C$$

$$A_1 = T_2; T_1 = A_2; G_1 = C_2; C_1 = G_2$$

Tổng số Acid Nucleic trên cả 2 mạch của DNA bằng tổng số Acid Nucleic trên 2 mạch đơn

$$N = N_1 + N_2$$

Suy ra

$$N_1 = \frac{N}{2}$$

Do $A = T; G = C$ và $N = A + T + G + C$ nên ta có

$$N = 2(A + G)$$

Số lượng 1 loại Base nitrogen bất kì bằng tổng số lượng Base nitrogen ấy trên 2 mạch đơn:

$$A = A_1 + A_2; T = T_1 + T_2; G = G_1 + G_2; C = C_1 + C_2$$

Tổng tỉ lệ 2 loại Base không bổ sung bất kì là 50% hay:

$$\%A + \%G = 50\%$$

Chứng minh

$$2(A + G) = N \Leftrightarrow \frac{A}{N} + \frac{G}{N} = \frac{1}{2} \Leftrightarrow \%A + \%G = 50\%$$

Tương tự như vậy ta tính được $\%T + \%C = 50\%$

Tỉ lệ 1 loại Base Nitrogen bất kì bằng một nửa tổng tỉ lệ của chúng trên 2 mạch đơn hay

$$\%A = \frac{1}{2}(\%A_1 + \%A_2)$$

Chứng minh

$$\begin{aligned} A &= A_1 + A_2 \\ &= A_1 + T_1 \end{aligned}$$

$$\frac{A}{N} = \frac{(A_1 + T_1)}{N} \Leftrightarrow \frac{A}{N} \Leftrightarrow \frac{A_1 + T_1}{2N_1}$$

$$\Leftrightarrow \%A = \frac{1}{2}(\%A_1 + \%T_1) = \frac{1}{2}(\%A_1 + \%A_2)$$

Tương tự như vậy ta tính được $\%T = \frac{1}{2}(\%T_1 + \%T_2)$; $\%G = \frac{1}{2}(\%G_1 + \%G_2)$,
 $\%C = \frac{1}{2}(\%C_1 + \%C_2)$

Trong 1 phân tử DNA có nhiều chu kì xoắn, mỗi chu kì xoắn có 10 cặp Acid Nucleic, mỗi Acid Nucleic dài 3,4Å. Khối lượng 1 Acid Nucleic khoảng 300 đvC vậy

Khối lượng ADN:

$$M = N \cdot 300$$

Chiều dài ADN:

$$L = \frac{3,4N}{2}$$

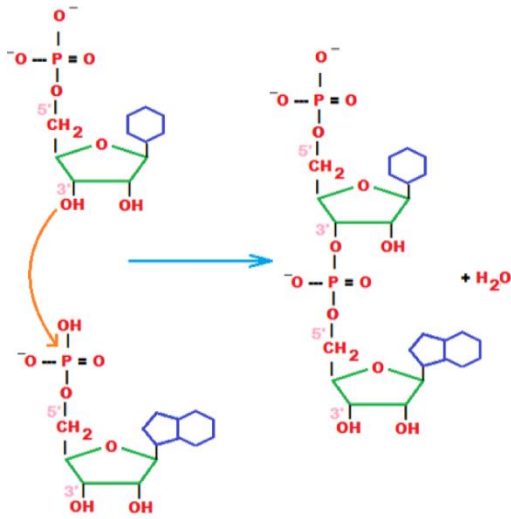
Số lượng chu kì xoắn:

$$C = \frac{N}{20}$$

(1Å = $10^{-1}nm = 10^{-4} \mu m = 10^{-7} mm$)

Trong phân tử DNA, A liên kết với T bằng 2 liên kết hydrogen, G liên kết với C bằng 3 liên kết hydrogen, do đó số lượng liên kết Hydrogen trong toàn bộ phân tử DNA sẽ là:

$$\begin{aligned} H &= 2A + 3G \\ H &= N + G \end{aligned}$$



Khi số lượng liên kết Hydrogen càng lớn, 2 mạch đơn DNA càng khó tách nhau bởi nhiệt, khi đó ta nói chúng càng bền. Nếu 2 phân tử DNA nào đó có chiều dài bằng nhau, ta dễ dàng suy ra được phân tử nào có số lượng G lớn hơn thì phân tử đó bền hơn. Thật vậy

$$\begin{cases} L_\alpha = L_\beta \\ H_\alpha > H_\beta \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} N_\alpha = N_\beta \\ N_\alpha + G_\alpha > N_\beta + G_\beta \end{cases}$$

$$\Leftrightarrow G_\alpha > G_\beta \text{ hay } \%G_\alpha > \%G_\beta$$

Chúng ta biết rằng liên kết giữa rượu với acid hữu cơ được gọi là liên kết este. Thông thường, este được cấu thành từ acid carboxylic và ancol, trong trường hợp nhóm carboxyl của acid carboxylic được thay bằng nhóm phosphate thì được gọi là liên kết phosphoeste. Liên kết này có bản chất là liên kết cộng hóa trị. Khi acid phosphoric liên kết đồng thời với 2 rượu thì được gọi là liên kết phosphodiester (gồm 2 liên kết phosphoeste).

Bản thân mỗi Acid Nucleic đã có 1 liên kết phosphoeste hình thành tại vị trí C_{5'}, khi các acid nucleic gắn kết tạo nên bộ khung DNA thì hình thành thêm một liên kết phosphoeste nữa tại vị trí C_{3'} của Acid Nucleic bên trên với nhóm phosphate của Acid Nucleic ở bên dưới. Do đó tổng số liên kết phosphoeste (chứa) trên phân tử DNA sẽ là:

$$Q = 2N - 2$$

Chứng minh: Cứ 2 Nucleotic liên kết với nhau sẽ có 1 liên kết phosphodiester, mỗi base nitrogen lại có 1 liên kết phosphoeste, vậy tổng số liên kết phosphoeste trên cả 2 mạch của DNA là

$$Q = 2 \left(\frac{N}{2} - 1 \right) + N = 2N - 2$$

Liên kết phosphoeste hình thành tại vị trí C_{3'} của Acid Nucleic bên trên với nhóm phosphate của Acid Nucleic ở bên dưới, kèm với liên kết phosphoeste tại vị trí C_{5'} của Acid Nucleic bên dưới tạo thành liên kết phosphodiester. Do 2 Acid Nucleic nối với nhau bởi 1 liên kết phosphodiester nên tổng số liên kết phosphodiester (nối) trong phân tử DNA sẽ là:

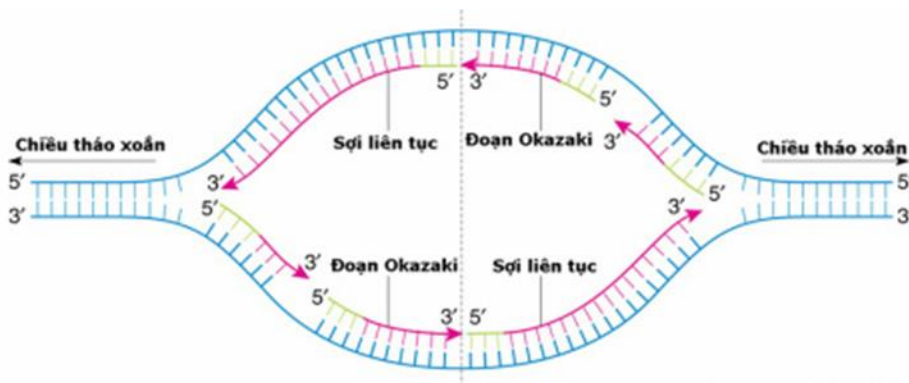
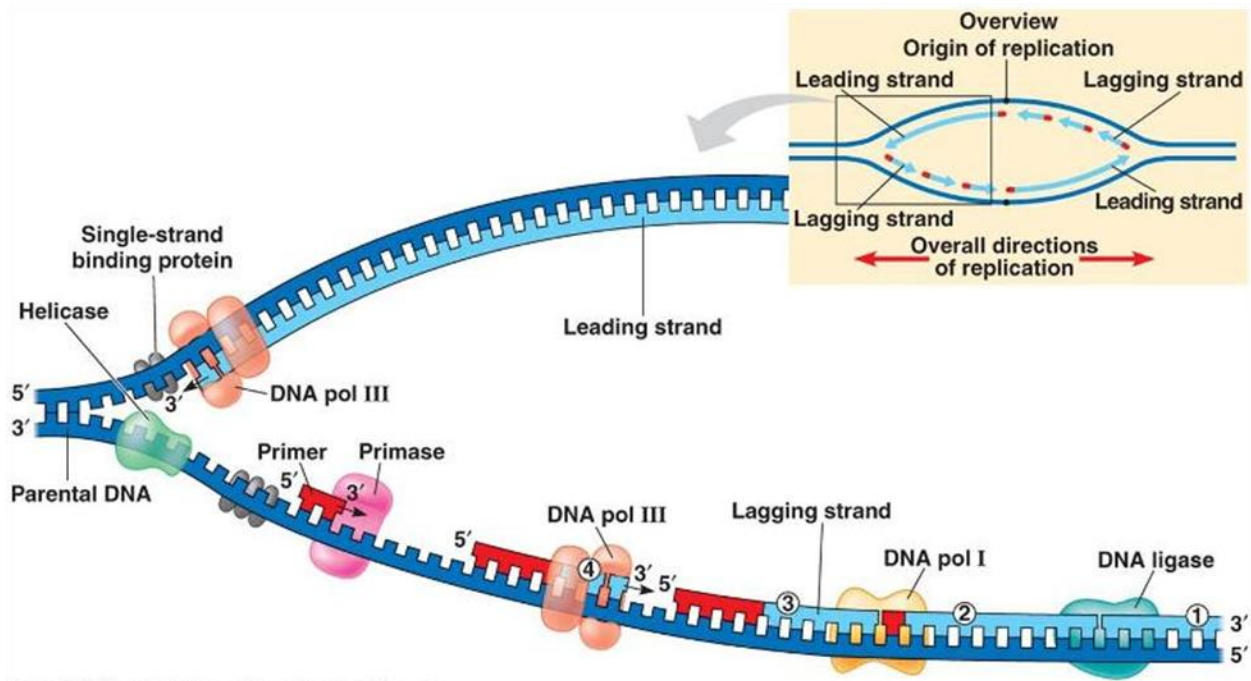
$$Q = N - 2$$

Chứng minh: Cứ 2 Nucleotic nối với nhau bởi 1 liên kết phosphodiester nên số liên kết phosphodiester trên cả 2 mạch của DNA là:

$$Q = 2 \left(\frac{N}{2} - 1 \right) = N - 2$$

IV. TÁI BẢN

1. Tóm tắt quá trình sao chép

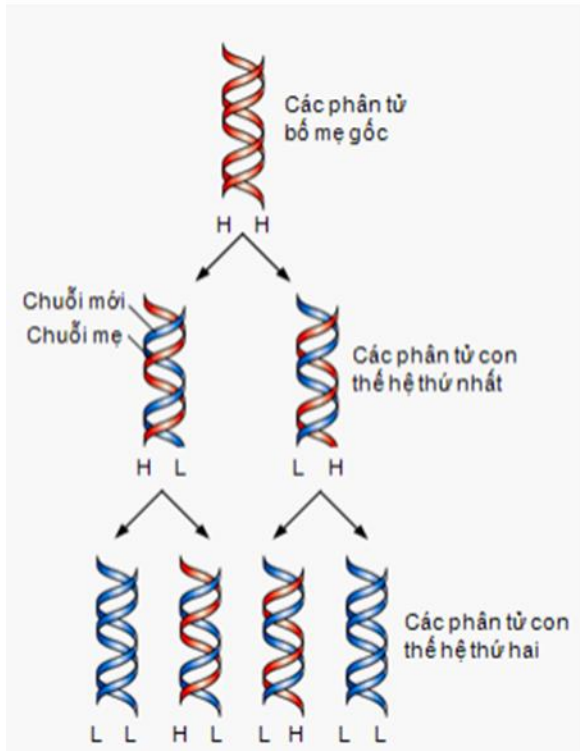


Helicase tháo xoắn tại vị trí chạc sao chép.

Protein bám sợi đơn (SSB) bám vào các sợi đơn DNA vừa giải phóng để ngăn chúng kết hợp lại.

Topoisomerase (enzyme girase) giảm lực căng do quá trình tháo xoắn bằng cách cắt tạm thời 2 mạch DNA cho quay rồi nối lại.

Primase tổng hợp đoạn mồi tại đầu 5' của mạch liên tục và mạch ra chậm (okazaki).



DNA pol III kéo dài mạch mới bằng cách bổ sung thêm các Nucleotic vào đầu 3'OH của mạch DNA đang tổng hợp hoặc của RNA mồi.

DNA pol I loại đoạn mồi từ đầu 5' đồng thời tổng hợp đoạn DNA thay thế nó.

DNA ligase nối đầu 3'OH của đoạn DNA mới tổng hợp thay thế đoạn mồi và đoạn DNA mới tổng hợp liền kề với nó.

DNA tái bản theo nguyên tắc bán bảo tồn. Bán bảo tồn có tức "giữ lại một nửa", mạch con được tổng hợp dựa trên mạch gốc theo nguyên tắc bổ sung A liên kết với T, G liên kết với C trong đó mạch gốc của mẹ được dùng để làm mạch khuôn để tổng hợp mạch DNA mới tạo nên DNA con. Trong phân tử DNA con có mạch đơn của DNA mẹ và mạch đơn mới.

Nếu khởi đầu chúng ta có 1 phân tử DNA mẹ, qua nhân đôi lần thứ nhất ta sẽ có số phân tử DNA con gấp đôi số phân tử DNA mẹ, nhân đôi lần thứ 2 sẽ gấp 4 lần, nhân đôi lần thứ 3 sẽ gấp 8 lần. Giả sử qua k lần nguyên phân ta dễ dàng suy ra được số phân tử DNA con thu được là 2^k .

Khởi đầu chỉ có 1 phân tử DNA mẹ gồm 2 mạch đơn nên sau k lần tái bản ta có 2 phân tử DNA con mang nguyên liệu của mẹ, do đó số lượng phân tử DNA con hoàn toàn mới là $2^k - 2$. Vậy số lượng A, T, G, C cung cấp tạo DNA hoàn toàn mới là $A(2^k - 2)$, G, T, C tương tự.

Số lượng mạch đơn của DNA con không mang nguyên liệu của mẹ bằng tổng số mạch đơn của phân tử DNA con trừ đi số mạch đơn của mẹ hay $2 \cdot 2^k - 2 = 2(2^k - 1)$.

Số lượng A, T, G, C cung cấp cho quá trình tái bản bằng số Acid Nucleic trong các DNA con trừ đi số Acid Nucleic của mẹ hay $A \cdot 2^k - A = A(2^k - 1)$, tương tự như vậy đối với G, T, C.

Khi DNA nhân đôi lần thứ nhất ta có số liên kết hydrogen hình thành là $H \cdot 2^1$. Nhân đôi lần thứ 2 ta có $H \cdot 2^2$. Nhân đôi lần thứ 3 ta có $H \cdot 2^3$. Sau k lần nhân đôi ta có tổng số liên kết hydrogen hình thành là $\sum H = H(2^1 + 2^2 + \dots + 2^k) = H \cdot \frac{2(2^k - 1)}{2 - 1} = 2H(2^k - 1)$

Do đợt nguyên phân đầu tiên, các liên kết Hydrogen của mạch DNA mẹ bị phá hủy, sau đó các liên kết Hydrogen hình thành và bị phá hủy mau chóng trong lần tái bản tiếp theo nên tổng số liên kết Hydrogen bị phá hủy bằng số liên kết Hydrogen phá hủy trong đợt tái bản

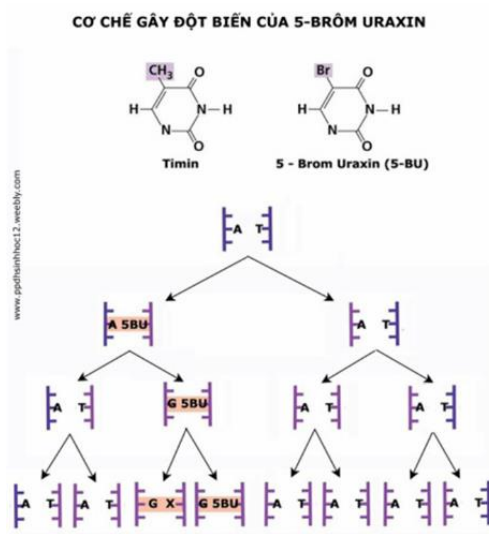
đầu tiên, cộng cho tổng số liên kết Hydro hình thành rồi trừ đi số liên kết Hydrogen ổn định ở lần nguyên phân cuối cùng hay $\sum H = H + 2H(2^k - 1) - H \cdot 2^k = H(2^k - 1)$

Trong tái bản lần thứ nhất, số liên kết phosphodiester hình thành bằng tổng số liên kết phosphodiester DNA con trừ đi số liên kết phosphodiester 2 mạch đơn của mẹ hay $Q \cdot 2^1 - Q$. Tái bản lần 2, số liên kết phosphodiester hình thành là $Q \cdot 2^2 - Q$, tái bản lần 3 sẽ là $Q \cdot 2^3 - Q$. Vậy sau k lần tái bản, số liên kết phosphodiester hình thành là $Q \cdot 2^k - Q = Q(2^k - 1)$

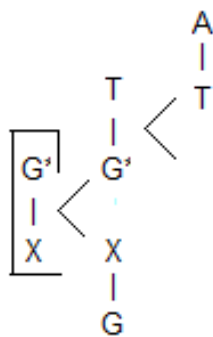
Trong một bóng sao chép, mỗi đoạn okazaki sẽ mang một đoạn mồi, ngoài ra còn có 2 đoạn mồi ở đuôi mỗi mạch liên tục nên ta có số đoạn mồi sẽ bằng số đoạn *okazaki* + 2. Trong một chạc chữ Y, mỗi đoạn okazaki mang một đoạn mồi, mạch liên tục mang một đoạn mồi nữa nên số lượng đoạn mồi trên 1 chạc sẽ bằng số đoạn *okazaki* + 1. Trải qua k lần nhân đôi, số đoạn mồi hình thành sẽ bằng số đoạn mồi trên 1 bóng sao chép nhân cho giá trị $(2^k - 1)$.

2. Sai sót trong quá trình sao chép (đột biến)

Một vài chất có cấu tạo gần giống với các base nitrogen, khi nhân đôi, các base nitrogen dễ kết hợp nhầm lẫn dẫn đến sai sót. Tiêu biểu trong nhầm lẫn này có đột biến 5-Brom Uraxin và đột biến do dạng Nucleic hiếm.



Trong đột biến do 5-BU thì sau 3 lần tái bản sẽ có 1 gen đột biến. Các gen liên có 5-BU liên kết ở lần tái bản thứ nhất và thứ 2 gọi là các gen tiền đột biến.

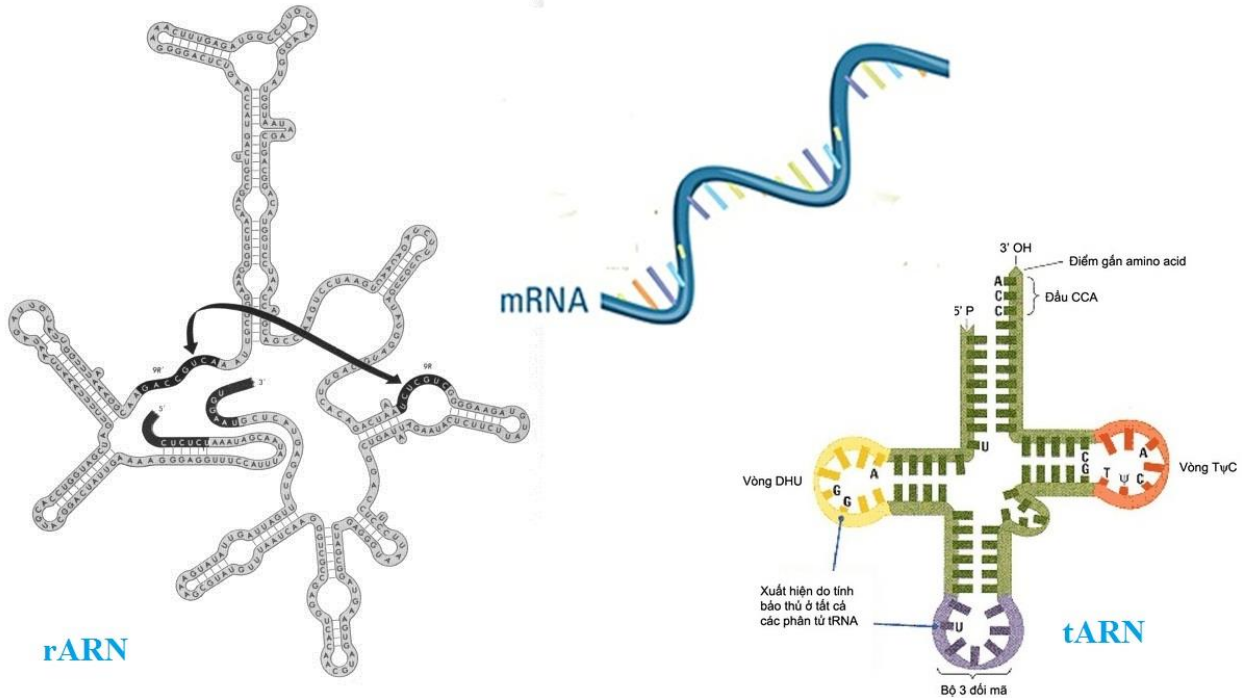


Đột biến dạng Nucleic hiếm xảy ra sớm hơn, chỉ sau 2 lần nhân đôi, các gen có Nucleic hiếm liên kết ở lần thứ nhất gọi là các gen tiền đột biến. Đột biến theo dạng này được coi là đột biến thay 1 cặp Acid Nucleic.

Ngoài ra còn có đột mất hoặc thêm một cặp Acid Nucleic do Acridin. Nếu Acridin chèn vào mạch mới đang tổng hợp sẽ gây mất 1 cặp Acid Nucleic. Nếu chèn vào mạch gốc gây đột biến thêm 1 cặp Acid Nucleic.

BÀI 2. RNA

I. CẤU TẠO



RNA là một poliribonucleotic mạch đơn gồm có 4 đơn phân Uraxine (U), Adenine (A), Guanine (G), Cytosine (C). Tùy và số lượng và trật tự sắp xếp các đơn phân có thể cho ra vô số phân tử RNA khác nhau. Căn cứ vào sự khác biệt về cấu trúc và chức năng giữa chúng người ta chia ra làm 3 nhóm chính đó là: mRNA, tRNA, rRNA. Ngoài ra còn một dạng RNA khác làm chức năng xúc tác phản ứng theo kiểu enzyme, người ta gọi nó là ribozyme.

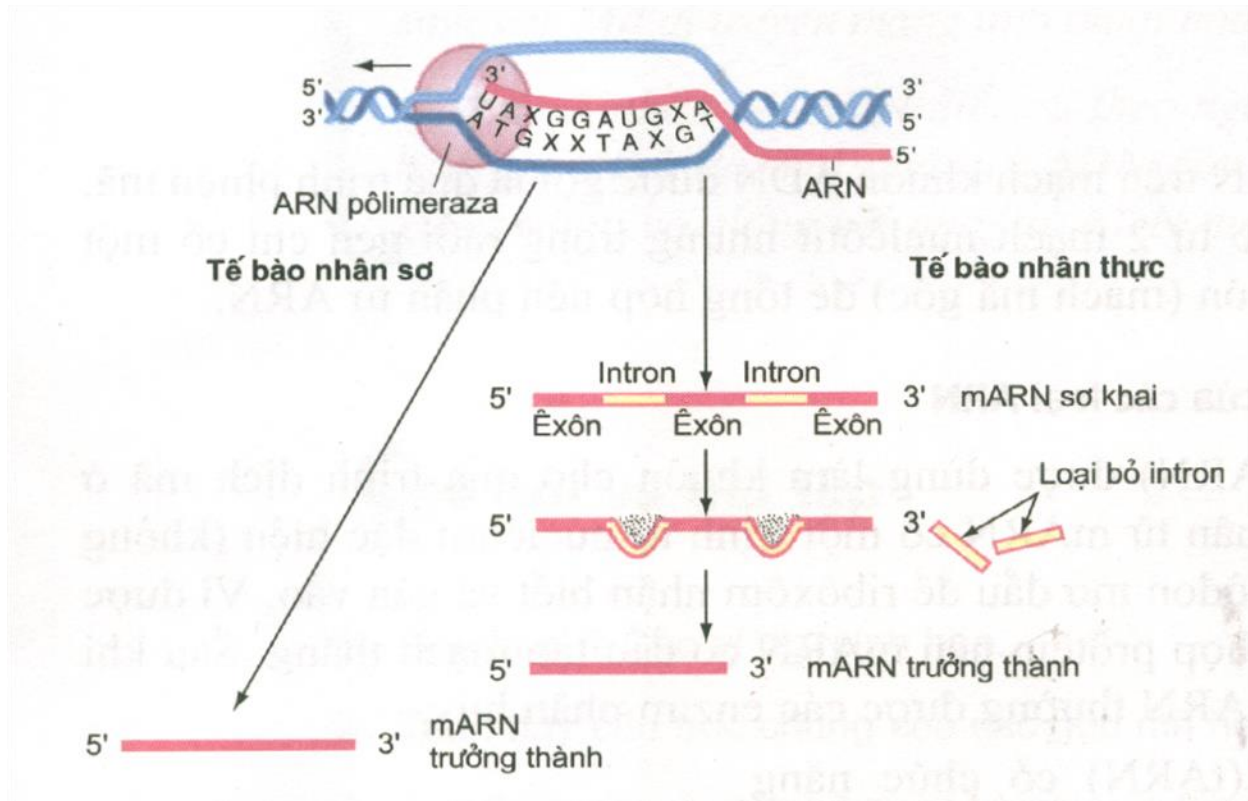
mRNA (RNA thông tin). Cấu tạo mạch thẳng, không đóng xoắn, khoảng vài trăm Nu, đôi khi người ta còn thấy có sự bắt cặp bổ sung trên 1 mạch giữa các base nitrogen. Cấu trúc của nó gồm 3 thành phần chính: bộ 3 khởi đầu AUG, bộ 3 mã hoá có 60 bộ, bộ 3 kết thúc UAA, UAG, UGA. Khối lượng nhỏ nhưng rất đa dạng, thời gian tồn tại tương đối ngắn. Nhiệm vụ chủ yếu của chúng chủ yếu truyền tải thông tin di truyền từ DNA sang protein.

tRNA (RNA vận chuyển). Cấu tạo dạng mạch đơn, xoắn, có cấu trúc không gian hình chữ L, khoảng 80 Nu. Cấu trúc gồm 3 thùy, mỗi thùy thực hiện 1 chức năng như mang bộ ba đối mã, mang acid amin... Vị trí gắn amino acid là ở đầu 3' ACC5'. Chỉ có 45 loại tRNA. Nhiệm vụ chủ yếu của nó là đọc và dịch mã.

rRNA (RNA ribosome). Cấu tạo gồm mạch đơn RNA liên kết với protein. Gồm có 2 tiểu phần bé và lớn. Có 3 vùng là A, P, E. Vùng E giải thoát tRNA, vùng P kết nối tRNA và mRNA lại với nhau (giữ vững), vùng A cố định tRNA khi đang lắp ráp amino acid. Số lượng của chúng rất

nhiều trong tế bào, đặc biệt là tế bào tổng hợp nhiều protein. Nhiệm vụ của chúng là tổng hợp protein.

II. PHIÊN MÃ



Khởi đầu phiên mã: RNA polymerase nhận biết và gắn vào vùng promotor, enzyme này đồng thời dẫn xoắn 2 mạch DNA.

Kéo dài mạch RNA: RNA polymerase dịch chuyển theo chiều 3' → 5' của mạch DNA gốc và tổng hợp mạch RNA mới theo chiều 5' → 3', ngay sau đó các mạch DNA kết hợp lại với nhau và xoắn lại như lúc ban đầu.

Kết thúc phiên mã: phân tử RNA sơ khai, RNA polymerase giải phóng khỏi phức hệ phiên mã.

Biến đổi sau phiên mã: phân tử RNA sơ khai ở sinh vật nhân sơ mới tạo ra sẽ được dịch mã ngay lập tức. Ở sinh vật nhân thực, phân tử RNA sơ khai này sẽ được gia công thêm để hoàn chỉnh như: cắt các đoạn không mã hoá (intron), nối các đoạn mã hoá (exon), bổ sung mũ guanin ở đầu 5' và gắn thêm chuỗi poliA ở đầu 3'. Mục đích cắt nối chủ yếu là làm cho mRNA đa dạng, không phiên mã nhiều, tạo ra một tập hợp họ RNA tham gia vào một chuỗi phản ứng nhất định. Mục đích gắn chóp và thêm đuôi để bảo vệ mRNA khỏi bị phân giải, là dấu địa chỉ đi đến đúng vị trí và dịch mã đúng lúc, đầu 5' giúp ribosome nhận biết và gắn vào, cung cấp năng lượng...

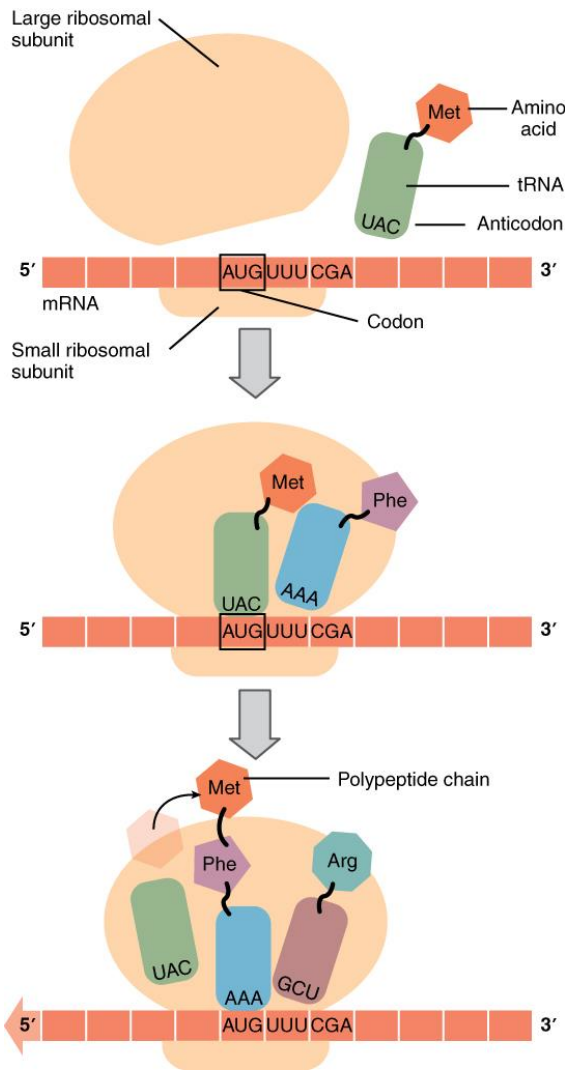
Quá trình phiên mã xảy ra theo nguyên tắc bổ sung, A trên mạch gốc DNA sẽ liên kết với U của RNA, cứ thế G sẽ liên kết với , T liên kết với A. Từ đó ta có mối quan hệ về số lượng Base nitrogen trên DNA và RNA như sau:

$$A_{1_{gen}} = rU, T_{1_{gen}} = rA, G_{1_{gen}} = rC, C_{1_{gen}} = rG$$

$$\text{suy ra } \frac{N_{gen}}{2} = N_{RNA}, \frac{M_{gen}}{2} = M_{RNA}, L_{gen} = L_{RNA}$$

Số lần RNA pol trượt qua mạch gốc DNA tương ứng với số phân tử RNA sơ khai được tạo ra và cũng bằng với số lần phiên mã, số Nu từng loại cung cấp cho quá trình này tương ứng bằng tổng số nu từng loại có trên các phân tử RNA sơ khai tạo ra và bằng k lần vật liệu gốc. Ta có thể suy tổng số Nu từng loại cung cấp theo mạch DNA gốc hoặc mạch DNA bổ sung.

Lưu ý: DNA của nhân sơ là gen không phân mảnh nên không có quá trình cắt nối mRNA sơ khai, còn nhân thực thì ngược lại, ở đây ta chỉ xét trong mRNA sơ khai.



Ở sinh vật nhân thực, gen phân mảnh, các đoạn intron và exon xen kẽ nhau, exon ở hai đầu mạch sẽ không thay đổi vị trí, các exon ở giữa thay đổi vị trí. Do đó, nếu phân tử AND được sao mã có k exon thì số loại mRNA tối đa tạo ra là $(k - 2)!$

II. DỊCH MÃ

Dịch mã là quá trình chuyển đổi thông tin từ mRNA sang thông tin của chuỗi polipeptide hay chuyển đổi trình tự bộ ba trên mRNA sang trình tự acid amin trên chuỗi polipeptide.

Quá trình dịch mã diễn ra như sau:

Hình thành phức hệ khởi đầu dịch mã: mRNA được dịch mã sẽ liên kết với tiểu phần bé của ribosome, sau đó tRNA mang metionin vào và khớp với bộ ba mã sao AUG trên mRNA. Sau đó tiểu phần lớn ráp với tiểu phần bé (quá trình này được cung cấp năng lượng bởi GTP).

Kéo dài mạch polipeptide: phức hệ ribosome trượt tới, đọc bộ ba mã sao và thu hút tRNA có bộ ba mã sao tương ứng khớp vào, một phân tử GTP được dùng và liên kết peptide hình thành giữa 2 amino acid. Sau đó tiếp tục

1 phân tử GTP được dùng và tRNA ở vị trí P bị đẩy ra khỏi phức hệ. Quá trình này cứ thế lặp lại đến khi gặp tín hiệu kết thúc phiên mã.

Kết thúc dịch mã: vị trí A của ribosome gặp bộ ba kết thúc, một protein gọi là yếu tố giải phóng sẽ liên kết với bộ ba kết thúc và bổ sung một phân tử nước vào chuỗi đang kéo dài. Phản ứng này làm đứt liên kết giữa amino acid và tRNA của tRNA ở vị trí P vì vậy nên chuỗi polipeptide được giải phóng qua kênh thoát của tiểu phần lớn. Sau đó phức hệ dịch mã tan rã. Sự tan rã có sự giúp đỡ của nhiều phân tử protein tan rã, mỗi công đoạn tan rã sẽ tiêu tốn 2 phân tử GTP.

Các lượng liên quan đến tính toán.

Cứ 3 Nu kế tiếp sẽ lập được 1 bộ ba, do đó tổng số bộ 3 sẽ là $\frac{N_1}{3}$. Cứ 2 acid amine tác dụng với nhau sẽ loại đi một phân tử nước theo phản ứng trùng ngưng. Vậy khi có k acid amin trên chuỗi polipeptide thì loại đi $k - 1$ phân tử nước. Khối lượng 1 acid amin trung bình khoảng là 122đvC.

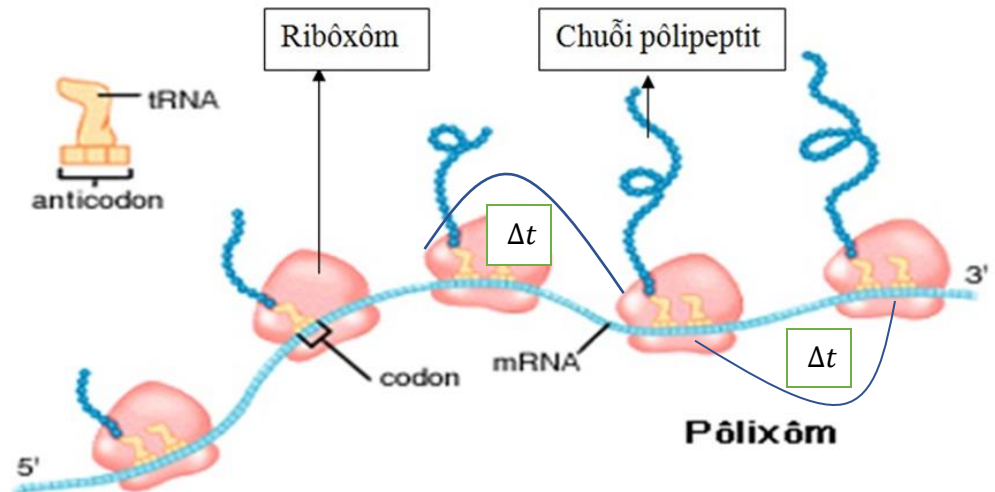
Khi mRNA trưởng thành có k bộ ba tiến hành dịch mã, thì sẽ có 1 bộ ba mang mã kết thúc, nên số acid amin trên chuỗi polipeptide sơ khai là $k - 1$. Nếu chuỗi polipeptit này đi vào biệt hoá thành protein thì acid amin đầu chuỗi là metionine sẽ bị cắt bỏ. Vậy số acid amin trên chuỗi polipeptide trưởng thành là $k - 2$.

Có nhiều ribosome lần lượt tham gia dịch mã 1 phân tử RNA. Cứ sau 1 khoảng thời gian thì lại có 1 ribosome kế tiếp bắt đầu chạy vào dịch mã, các ribosome nối đuôi nhau trượt trên RNA như đoàn tàu. Nếu ribosome thứ nhất dịch xong mã RNA trong vòng t giây, quãng thời gian giữa 2 lần dịch mã kế tiếp không đổi thì ta có tổng thời gian hoàn tất quá trình dịch mã sau k lần là:

$$T = t + \Delta t(k - 1)$$

Chứng minh:

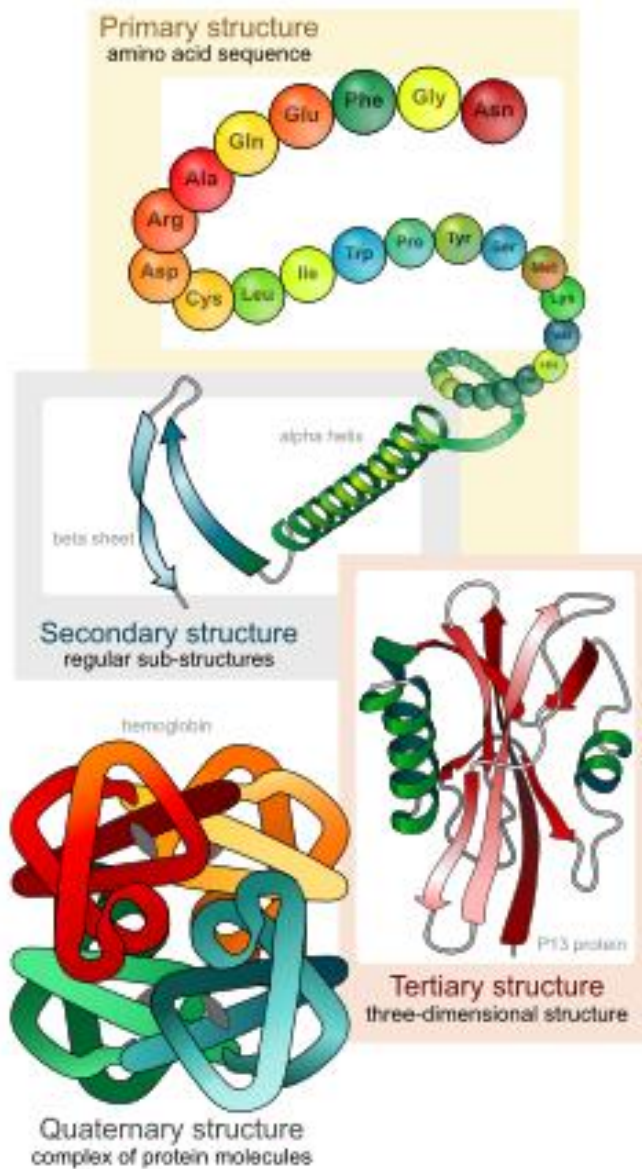
Sau t giây thì ribosome thứ nhất dịch mã xong, sau Δt giây thì ribosome thứ 2 dịch mã xong, cũng sau Δt nữa thì ribosome thứ 3 dịch mã xong, cứ tiếp tục như thế đến ribosome thứ k . Vậy thời gian để hoàn tất quá trình dịch mã sẽ bằng thời gian dịch mã của ribosome đầu tiên cộng với thời gian dịch mã của $k - 1$ ribosome còn lại. Nên ta có công thức $T = t + (k - 1) \cdot \Delta t$ hay $T = t + \Delta t(k - 1)$



Ví dụ, thời gian để 1 ribosome hoàn tất dịch mã là 5 giây, thời gian chênh lệch giữa 2 ribosome kế tiếp nhau là 1,5 giây, có 10 ribosome tham gia dịch mã, mỗi ribosome chỉ trượt qua 1 lần thì ta có tổng thời gian dịch mã là $T = 5 + 1,5(10 - 1) = 18,5$ (s)

BÀI 3. PROTEIN

I. CẤU TẠO



Protein là polimer vào cỡ lớn, các đơn phân của nó gồm có 20 loại amino acid. Số lượng và trật tự sắp xếp của các amino acid tạo ra vô số các protein khác nhau. Mỗi một loại protein trong cơ thể thực hiện 1 chức năng xác định. Căn cứ vào cấu trúc không gian và thành phần cấu tạo người ta chia protein ra làm 4 loại đó là 4 bậc cấu trúc.

Cấu trúc bậc 1: cấu trúc này chỉ là sự sắp xếp các amino acid theo dạng chuỗi hạt tạo nên 1 chuỗi polipeptide.

Cấu trúc bậc 2: cấu trúc này gồm 1 chuỗi polipeptide xoắn ở dạng α hoặc gấp ở dạng β .

Cấu trúc bậc 3: cấu trúc này gồm 1 chuỗi polipeptide xoắn ở dạng α đồng thời với gấp ở dạng β tạo ra không gian 3 chiều.

Cấu trúc bậc 4: cấu trúc này gồm 2 chuỗi polipeptide trở lên, cuộn gấp vào nhau hình thành nên không gian 3 chiều.

BÀI 4. TÓM TẮT CHƯƠNG 1

I. DNA

DNA cấu tạo gồm 4 đơn phân là A, T, G, C trong đó A liên kết với T, T liên kết với A, G liên kết với X, X liên kết với G. DNA có nhiều chu kì xoắn, mỗi chu kì có 20 cặp Nu. Mỗi Nu dài 3.4 Angstrom, khối lượng 1 Nu khoảng 300 đvC. Do đó chúng ta có các công thức cần nhớ.

$$A = T; G = C$$

$$A + G = T + C$$

$$N = 2(A + G) = N_1 + N_2 = 2N_1 = 2N_2$$

$$N_1 = A_1 + T_1 + G_1 + C_1 = A_2 + T_1 + G_1 + C_2 = N_2$$

$$A_1 = T_2; T_1 = A_2; G_1 = C_2; C_1 = G_2$$

$$A = A_1 + A_2; T = T_1 + T_2; G = G_1 + G_2; C = C_1 + C_2$$

$$\%A + \%G = 50\%$$

$$\%A = \frac{1}{2} (\%A_1 + \%A_2)$$

$$\text{Khối lượng ADN: } M = N \cdot 300$$

$$\text{Chiều dài ADN: } L = \frac{3,4N}{2}$$

$$\text{Số lượng chu kì xoắn: } C = \frac{N}{20}$$

$$(1\text{\AA} = 10^{-1}nm = 10^{-4}\mu m = 10^{-7}mm)$$

Trong phân tử DNA A liên kết với T bởi 2 liên kết hydrogen, G liên kết với X bởi 3 liên kết hydrogen. Gen bền hơn khi có số liên kết Hydrogen lớn hơn. Các Acid Nucleic liên kết với nhau bởi liên kết phosphodiester tạo nên bộ khung DNA, ngoài ra chúng còn mang các liên kết phosphoeste có sẵn.

$$H = 2A + 3G = N + G$$

$$\text{Số liên kết phosphoeste: } Q = 2 \left(\frac{N}{2} - 1 \right) + N = 2N - 2$$

$$\text{Số liên kết phosphodiester: } Q = 2 \left(\frac{N}{2} - 1 \right) = N - 2$$

DNA tái bản theo nguyên tắc bổ sung và bán bảo tồn. Xét 1 phân tử DNA mẹ qua k lần tái bản ta có

Tổng phân tử ADN con tạo ra là 2^n

Tổng số phân tử ADN mới hoàn toàn là $2^n - 2$

Tổng số Nu trong các ADN con là $N \cdot 2^n$

Tổng số A môi trường cung cấp là $A(2^n - 1)$, (tương tự đối với G, T, C)

Tổng số A môi trường cung cấp cho việc tạo ADN hoàn toàn mới là $A(2^n - 2)$

Tổng số liên kết hydro (H) hình thành là $2H(2^k - 1)$

Tổng số liên kết hydro (H) bị phá hủy là $H \cdot (2^k - 1)$

Tổng số liên kết hóa trị hình thành là: $Q(2^k - 1)$

Tổng số đoạn mồi cung cấp (k) qua n lần nhân đôi là: $k = \text{số đoạn mồi} \cdot (2^n - 1)$

Tổng số đoạn mồi trên 1 bóng sao chép = số đoạn *okazaki* + 2

Đột biến dạng Nu hiếm (A^*, T^*, G^*, X^*) sau 2 lần nhân đôi sẽ cho 1 gen bị đột biến thay thế

$A^* - T \rightarrow A^* - X \rightarrow G - X$

Đột biến do 5-BU (5 - brom uraxin) sau 3 lần nhân đôi sẽ cho 1 gen bị đột biến thay thế

$A - T \rightarrow A - 5 - BU \rightarrow G - 5 - BU \rightarrow G - X$

Đột biến do acridin. Nếu acridin chèn vào mạch gốc thì qua nhân đôi các gen con sẽ bị đột biến thêm 1 cặp Nu. Nếu acridin chèn vào mạch mới đang tổng hợp thì các gen con bị đột biến mất 1 cặp Nu.

II. RNA

Quá trình phiên mã xảy ra theo nguyên tắc bổ sung, A trên mạch gốc DNA sẽ liên kết với U của RNA, cứ thế G sẽ liên kết với , T liên kết với A nên:

$A_{1gen} = rU, T_{1gen} = rA, G_{1gen} = rC, C_{1gen} = rG$

$\frac{N_{gen}}{2} = N_{RNA}, \frac{M_{gen}}{2} = M_{RNA}, L_{gen} = L_{RNA}$

Ở sinh vật nhân thực, gen phân mảnh, các đoạn intron và exon xen kẽ nhau, exon ở hai đầu mạch sẽ không thay đổi vị trí, các exon ở giữa thay đổi vị trí. Do đó, nếu phân tử AND được sao mã có k exon thì số loại mRNA tối đa tạo ra là $(k - 2)!$

Nếu chuỗi polipeptide sơ khai có k acid amin thì số phân tử nước loại bỏ là $k - 1$.

Tổng thời gian dịch mã sau k lần là $T = t + \Delta t(k - 1)$

III. Protein

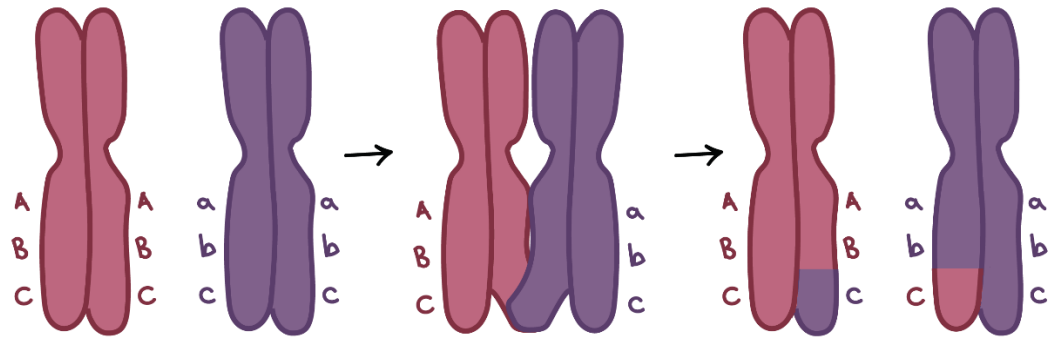
Bậc 1: cấu trúc 1 chuỗi hạt

Bậc 2: 1 chuỗi xoắn ở α hoặc gấp β

Bậc 3: 1 chuỗi xoắn α và gấp β tạo không gian 3 chiều

Bậc 4: gồm 2 chuỗi trở lên, cùng nhau tạo không gian 3 chiều

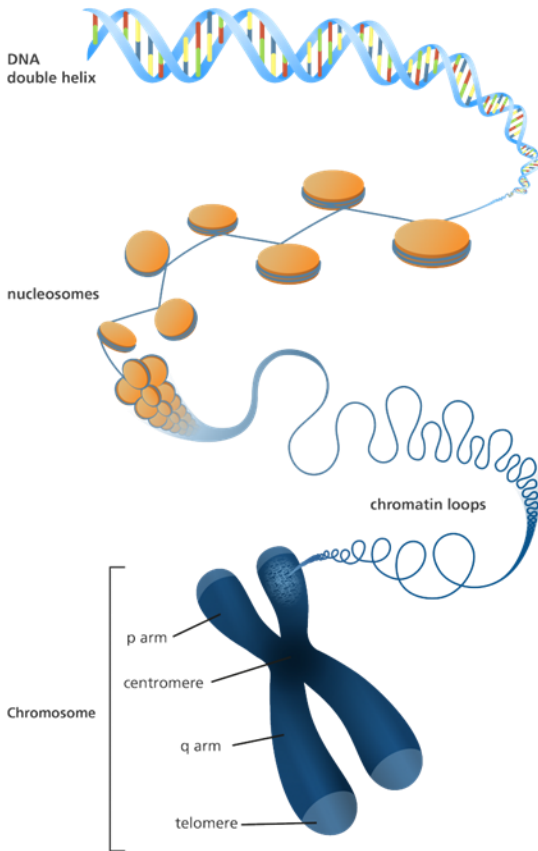
CHƯƠNG NHIỄM SẮC THỂ, NGUYÊN PHÂN, GIẢM PHÂN



- Nhiễm sắc thể
- Nguyên phân
- Giảm phân

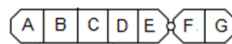
BÀI 1. NHIỄM SẮC THỂ

I. CẤU TẠO



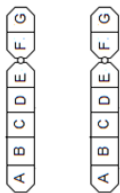
Nhiễm sắc thể (NST) là thể bắt màu chất nhuộm kiềm tính. Chúng bắt màu là vì chúng cấu tạo từ DNA và protein histone, 2 chất này có khả năng bắt màu chất nhuộm kiềm.

DNA kết hợp với protein histone, xoắn qua nhiều cấp độ để tạo nên nhiễm sắc thể hoàn chỉnh. Khi nhiễm sắc thể co ngắn, đóng xoắn cực đại, chúng có hình dáng tiêu biểu như hình bên dưới:

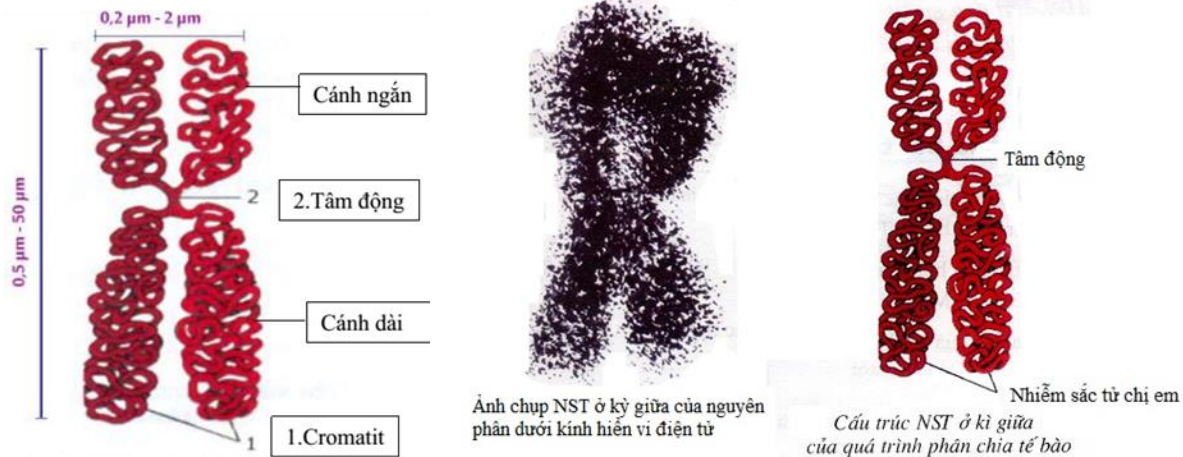


Chấm tròn giữa *E* và *F* gọi là tâm động, vùng *FG* gọi là vai ngắn, vùng *ABCDE* được gọi là vai dài. Một NST chỉ mang một phân tử DNA. Chúng ta biết rằng DNA mang gen, do đó NST là cấu trúc mang gen. Các gen *ABCDEFG* phân bố dọc theo chiều dài NST và theo một trật tự nhất định. Mỗi vị trí gen nằm trên đó được gọi

là một locus. Khi 2NST tương đồng kết cặp với nhau, các gen tương ứng của 2 NST sẽ đứng kề nhau như hình bên dưới.



Khi DNA tái bản, NST sẽ được nhân đôi tạo thành 1 chiếc NST mới, NST mới này dính với NST gốc tại tâm động giống như hình chữ X. Lúc này ta gọi chúng là NST thể chị em. Mỗi NST chị em mang 2 nhiễm sắc tử. Nhiễm sắc tử còn có tên khác là chromatic.



Số lượng, hình dạng, kích thước của chúng đặc trưng cho từng loài sinh vật, được quan sát rõ nhất vào kì giữa của nguyên phân, bởi khi đó NST đã cuộn xoắn tối đa. Hình dạng của chúng có thể là hình que, chữ V, dấu chấm... Kích thước của chúng đa dạng nhưng cũng tuân thủ theo một số quy tắc nhất định, nhất là kích thước của NST ở các cấp độ xoắn. Số lượng của chúng có thể giống hoặc khác nhau giữa các loài.

Trong tế bào, nhiễm sắc thể tồn tại thành từng cặp và đứng độc lập nhau. Từ 4 cặp ở ruồi giấm cho đến 23 cặp ở người, từ 24 cặp ở tinh tinh cho đến 39 cặp ở gà. Nếu gọi n là số chiếc nhiễm sắc thể có trong 1 giao tử, khi thụ tinh, mỗi chiếc NST sẽ kết cặp với 1 chiếc NST tương ứng của giao tử bên kia, kết quả là chúng ta có n cặp NST tương đồng. Do đó, chúng ta thường kí hiệu bộ NST là $2n = k$ (k là số chẵn nào đó). Ví dụ người có 23 cặp NST thì kí hiệu bộ NST của người là $2n = 46$. Tương tự ruồi giấm $2n = 8$, tinh tinh $2n = 48$, gà $2n = 78$.

Tuy nhiên, ở một số loài sinh vật k không phải là số chẵn, ví dụ ở châu chấu con cái có 24 NST trong khi con đực chỉ có 23 NST. Sở dĩ có sự khác biệt này là do con cái mang NST giới tính XX, con đực chỉ mang NST X. Chúng ta kí hiệu lại bộ NST châu chấu, cái $22 + XX$, đực $22 + XO$.

Chúng ta có thể chia bộ NST thành 2 nhóm lớn đó là NST thường và NST giới tính. NST thường chúng tồn tại thành từng cặp, giống nhau về hình dạng, mang các gen quy định tính trạng thông thường. NST giới tính có thể tồn tại thành từng cặp hoặc đơn lẻ, có thể giống nhau về hình dạng hoặc không, chúng mang gen quy định giới tính, ngoài ra chúng còn mang các gen quy định tính trạng thường. Bình thường, 1 cặp NST giới tính.

Ví dụ, ở phụ nữ NST giới tính là XX tương đồng, trong khi ở nam giới bộ NST lại là XY không tương đồng. Ở loài châu chấu, con cái là XX trong khi con đực là XO, "cặp" nhiễm sắc thể XO thực ra chỉ có 1 chiếc NST X. Trái ngược với NST giới tính người, NST ở loài chim, XX là chim trống, XY lại là chim mái.

II. CHỨC NĂNG

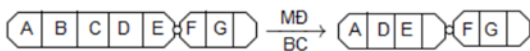
Nhiệm sắc thể là cấu trúc mang gen do đó nhiệm vụ của chúng chủ yếu là lưu giữ, bảo quản và truyền đạt thông tin di truyền.

III. ĐỘT BIẾN CẤU TRÚC VÀ SỐ LƯỢNG NHIỄM SẮC THỂ

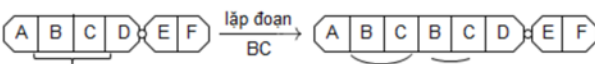
1. Đột biến cấu trúc

Đột biến cấu trúc nhiễm sắc thể là những thay đổi trong cấu trúc của từng nhiễm sắc thể, trong nhóm này ta có các dạng: mất đoạn, lặp đoạn, đảo đoạn, chuyển đoạn.

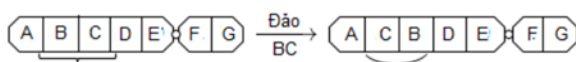
Mất đoạn là hiện tượng khoanh nào đó của NST bị đứt và vắng mặt trong NST đó. Hình bên dưới mô tả mất khoanh BC



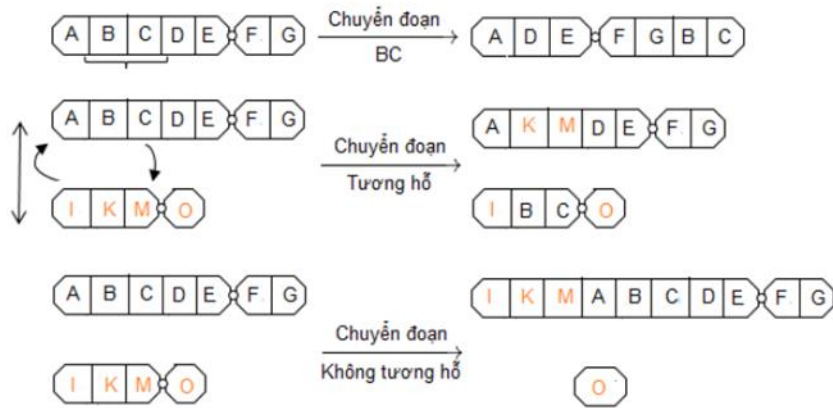
Lặp đoạn là hiện tượng khoanh nào đó của NST bị lặp lại một lần hoặc nhiều lần. Hình bên dưới mô tả lặp khoanh BC 1 lần.



Đảo đoạn là hiện tượng khoanh nào đó của NST bị đứt ra, xoay 180° và gắn lại vào NST ban đầu. Chúng ta có 2 dạng đảo đoạn là đảo đoạn chứa tâm động và đảo đoạn không chứa tâm động. Hình bên dưới mô tả đảo đoạn tại vị trí BC khiến cho BC đổi vị trí cho nhau, trường hợp này là đảo đoạn không chứa tâm động. Nếu đảo đoạn xảy ra tại khoanh EF hoặc khoanh CDEF được gọi là đảo đoạn chứa tâm động.



Chuyển đoạn là hiện tượng khoanh nào đó của NST bị đứt ra và gắn vào vị trí khác. Vị trí này có thể là trên chính NST đó hoặc trên NST không tương đồng. Trong chuyển đoạn giữa 2 NST không tương đồng, nếu có hiện tượng hoán đổi vị trí giữa 2 khoanh NST trên 2 NST không tương đồng thì đó là chuyển đoạn tương hỗ, ví dụ ở hình bên dưới là chuyển đoạn tương hỗ giữa khoanh BC và KM. Và ngược lại thì gọi là chuyển đoạn không tương hỗ, ví dụ chuyển đoạn IKM lên đoạn ABCDEFG.



2. Đột biến số lượng

Đột biến số lượng NST là sự thay đổi số lượng NST trong bộ NST vốn có của loài. Về dạng này ta có các dạng: dị bội, đa bội.

Đột biến dị bội hay còn gọi là đột biến lệch bội, là sự thay đổi số lượng NST xảy ra ở 1 hoặc một số cặp NST dẫn đến các cặp NST này bị thiếu hoặc bị thừa vài chiếc. Chúng ta có các dạng

$2n - 2$ là thể 0 nhiễm, tức mất cả 2 NST ở duy nhất 1 cặp NST

$2n - 1$ là thể 1 nhiễm tức mất 1 nhiễm sắc thể ở duy nhất 1 cặp NST.

$2n + 1$ là thể 3 nhiễm tức có 3 NST ở duy nhất 1 cặp NST

$2n + 1 + 1$ là thể 3 nhiễm kép, tức có 2 cặp NST mà mỗi cặp chứa 3 chiếc NST.

$2n + 2$ là thể 4 nhiễm, tức có 1 cặp NST chứa 4 NST

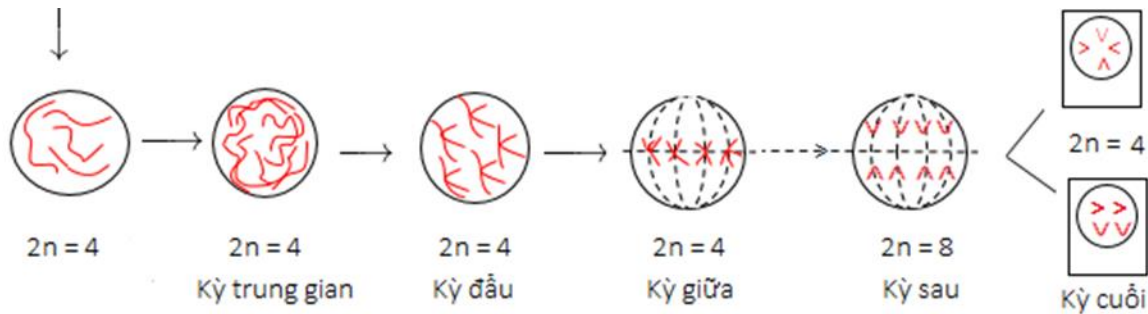
Đột biến đa bội gồm đó tự đa bội và dị đa bội. Tự đa bội là sự tăng số nguyên lần bộ NST đơn bội của loài. Ví dụ từ $2n$ lên $3n, 4n...$ Các đa bội chẵn có khả năng sinh sản, còn đa bội lẻ ít có khả năng sinh sản. Dị đa bội là sự hợp nhất bộ NST lưỡng bội của 2 loài khác nhau. Ví dụ dị đa bội giữa loài có $2n = 18$ và loài B có $2n = 18$ thành loài có $18A + 18B$. Điều kiện để có dị đa bội là số lượng NST giữa 2 loài phải bằng nhau.

Nhìn chung đột biến thường có hại cho vật vì dẫn đến mất cân bằng hệ gen, nhưng đó cũng là nguồn nguyên liệu đa dạng cho chọn giống và tiến hóa.

BÀI 2. NGUYÊN PHÂN

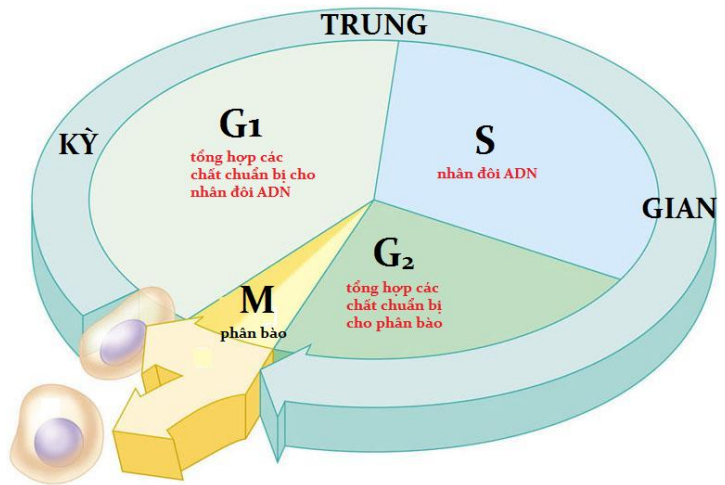
I. QUÁ TRÌNH NGUYÊN PHÂN

Nguyên phân là quá trình nhân đôi tế bào, từ 1 tế bào mẹ cho ra 2 tế bào con có bộ NST giống nhau giống mẹ hoàn toàn.



Quá trình nguyên phân có 5 kì: kì trung gian, kì đầu, kì giữa, kì sau và kì cuối.

Kì trung gian: gồm 3 pha: pha G_1 , pha S, pha G_2 . Ở pha G_1 tế bào chủ yếu phiên mã và dịch mã. Pha G_0 là một dạng đặc biệt của pha G_1 để phân biệt tế bào đi vào biệt hoá và không đi đến pha S (ví dụ: tế bào thần kinh). Pha S là pha nhân đôi NST. Pha G_2 chủ yếu tổng hợp nên các ARN, protein, vi ống cần thiết cho phân bào. Thời gian của kì trung gian khá dài, trong khi pha phân bào (M) khá ngắn.



Kì đầu: NST kép co ngắn, màng nhân phân rã đứt thành nhiều mảnh, nhân con tiêu giảm và biến mất, hình thành bộ máy phân bào.

Kì giữa: màng nhân phân tán thành các bóng nhỏ, NST kép co ngắn cực đại, xếp thành 1 hàng trên mặt phẳng xích đạo.

Kì sau: phân li NST về 2 cực

Kì cuối: màng nhân xuất hiện, hình thành 2 tế bào con

Về những biến đổi riêng của Nhiễm sắc thể: trong kì trung gian, nhiễm sắc thể đã được nhân đôi ở pha S, lúc này chúng đang ở trạng thái kép, đến kì sau, thoi vô sắc kéo các nhiễm sắc thể phân li về 2 cực thì NST mới ở trạng thái đơn, trạng thái này còn duy trì ở kì cuối. Để dễ hình dung, ta có có bảng tóm tắt động thái của NST và các thành phần liên quan như sau:

Kì	Trung gian	Kì đầu	Kỳ giữa	Kỳ sau	Kỳ cuối
Số NST đơn	0	0	0	4n	2n (mỗi tế bào con mang 2n)
Số NST kép	2n	2n	2n	0	0
Số cromatit	4n	4n	4n	0	0
Số tâm động	2n	2n	2n	4n	2n (mỗi tế bào con mang 2n)

Ví dụ xét tế bào $2n = 2$ mang kiểu gen Aa thực hiện nguyên phân 1 lần. Vào kì đầu nhiễm sắc thể đang ở trạng thái kép, ta có $AAaa$ tức $2n = 4$, kì giữa NST xếp thành 1 hàng ($\begin{smallmatrix} AA \\ aa \end{smallmatrix}$), kì sau và kì cuối các nhiễm sắc thể phân li và hình thành nên 2 tế bào con, mỗi tế bào sẽ mang bộ nhiễm sắc thể Aa giống nhau và giống với bộ nhiễm sắc thể của mẹ.

Từ một tế bào mẹ nguyên phân lần thứ nhất sinh ra được 2 tế bào con, mỗi tế bào con nguyên phân sinh ra 2 tế bào nữa nên ta có 4 tế bào, 4 tế bào này nguyên phân ta sẽ có 8 tế bào...Nếu gọi k là số lần nguyên phân của 1 tế bào mẹ, dễ dàng ta tính được số tế bào con tạo ra là 2^k . Khi đó, số Nhiễm sắc thể chứa trong các tế bào con là $2n \cdot 2^k$. Lúc này ta dễ dàng tính được số nhiễm sắc thể cung cấp cho quá trình phân bào là $2n \cdot 2^k - 2n = 2n(2^k - 1)$.

Các thoi vô sắc hình thành sau đó lại bị phá hủy toàn bộ khi hoàn tất quá trình nguyên phân. Do đó, số thoi vô sắc hình thành bằng số thoi vô sắc phá hủy và bằng với tổng số tế bào đã thực hiện nguyên phân. Nếu qua k lần phân bào ta có $1 + 2^1 + 2^2 + \dots + 2^{k-1} = 2^k - 1$ tế bào thực hiện nguyên phân. Do đó số thoi vô sắc hình thành và phá hủy là $2^k - 1$.

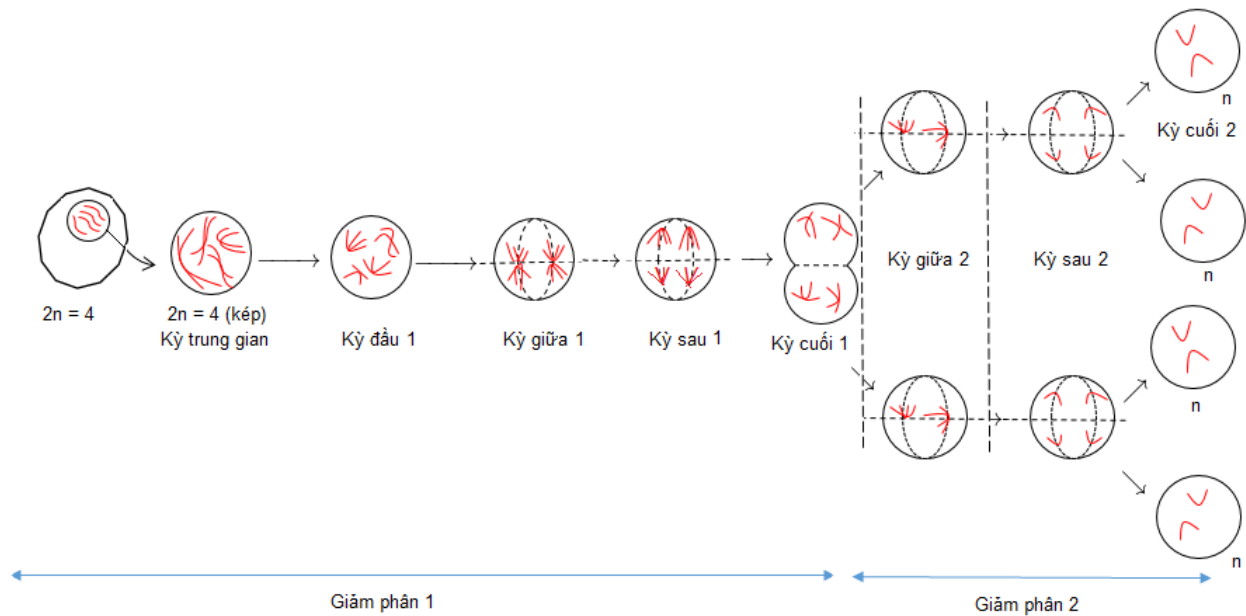
II. SAI SÓT NGUYÊN PHÂN

Trong quá trình nguyên phân, nhiễm sắc thể có thể nhân đôi mà không phân li, kết quả tạo ra thể tự đa bội. Ví dụ cơ thể Aa mang bộ NST $2n = 2$, nếu nguyên phân không phân li sẽ tạo ra tế bào mang $AAaa$ mang bộ NST $4n = 4$.

BÀI 3. GIẢM PHÂN

I. QUÁ TRÌNH GIẢM PHÂN

Giảm phân là quá trình hình thành giao tử của tế bào sinh dục, từ 1 tế bào mẹ sinh ra 4 tế bào con có bộ NST giống nhau và bằng 1 nửa tế bào mẹ.



Kì đầu 1: rất phức tạp, kéo dài có thể 1 ngày hoặc 1 năm, NST co ngắn bắt chéo.

Kì giữa 1: NST xếp thành 2 hàng trên mặt phẳng xích đạo.

Kì sau 1: phân li NST về 2 cực

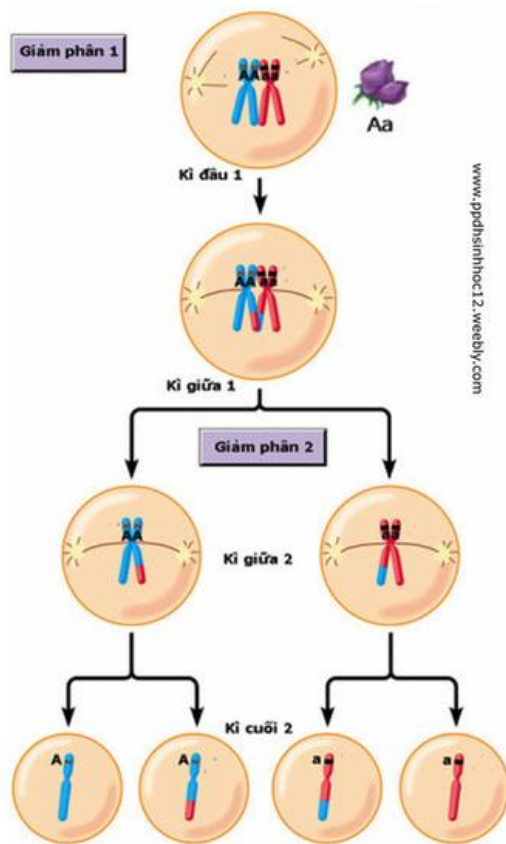
Kì cuối 1: hình thành 2 giao tử mang bộ NST kép

Giảm phân 2 tương tự như nguyên phân. Ta có bảng tóm tắt về động thái NST và các thành phần liên quan

Kì	Số NST	Số cromatic	Số tâm động
Trung gian	2n kép	4n	2n
Trước 1	2n kép	4n	2n
Giữa 1	2n kép	4n	2n
Sau 1	2n kép	4n	2n

Cuối 1	1n kép	2n	1n
Trước 2	1n kép	2n	1n
Giữa 2	1n kép	2n	1n
Sau 2	2n đơn	0	2n
Cuối 2	1n đơn	0	1n

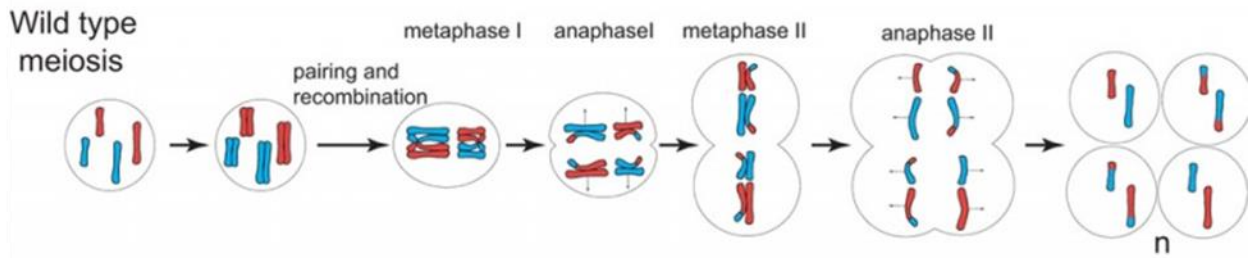
Từ một tế bào 2n lưỡng bội ban đầu, qua giảm phân sẽ tạo nên các tế bào n đơn bội. Các tế bào đơn bội này còn có tên khác là giao tử. Ở động vật giao tử đực được gọi là tinh trùng, giao tử cái được gọi là trứng. 1 tế bào sinh dục đực, khi hoàn tất quá trình giảm phân sẽ tạo ra 4 tinh trùng. 1 tế bào sinh dục cái, qua giảm phân sẽ tạo nên 1 trứng và 3 thể cực, 3 thể cực này sẽ bị tiêu biến, còn trứng sẽ phát triển chờ đợi tinh trùng đến thụ tinh.



Đối với giảm phân, các giao tử tạo ra đa dạng nhờ trao đổi chéo ở kì đầu 1, thực chất của trao đổi chéo là hoán đổi vị trí các gen giữa 2 NST tử ở cặp NST tương đồng.

Nếu chúng ta xét các gen đứng riêng lẻ, ví dụ tế bào mang gen Aa chẳng hạn, khi giảm phân, dù trao đổi chéo có diễn ra chẳng nữa thì khi kết thúc giảm phân, ta luôn có 4 tế bào con mang là $2A$ và $2a$.

Nếu chúng ta xét cùng lúc nhiều gen mà các gen liên kết với nhau, ví dụ tế bào mang $\frac{AB}{ab}$ chẳng hạn thì trao đổi chéo lúc này mới phát huy được vai trò của nó. Hình dưới đây chỉ rõ điều đó.



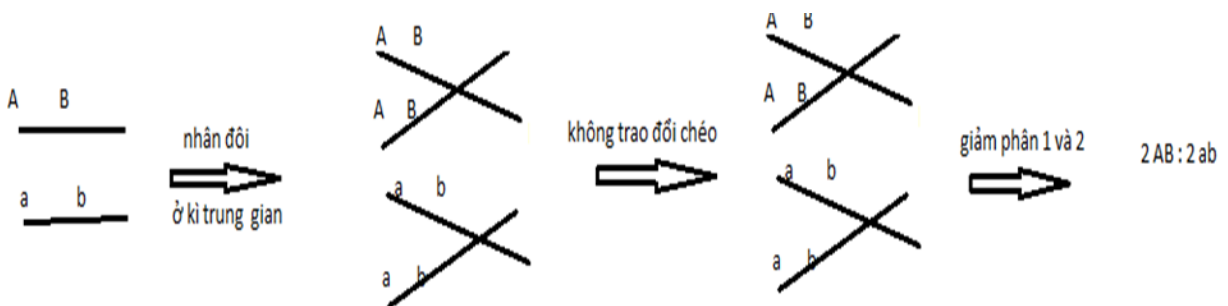
Qua hình minh họa trên, ta thấy 1 đoạn gen tương đồng ở NST đỏ và xanh đã hoán đổi vị trí cho nhau tạo nên những NST mang tổ hợp mới. Bên cạnh đó, ta vẫn thấy NST mang tổ hợp gen cũ giống với cả bố và mẹ. Hiện tượng này không đồng nghĩa với hiện tượng trao đổi chéo trong đột biến NST, vì theo định nghĩa, chuyển đoạn là hiện tượng khoanh nào đó của NST bị đứt ra và gắn vào vị trí khác. Vị trí này có thể là trên chính NST đó hoặc trên NST không tương đồng.

Nếu chúng ta xét cụ thể 1 nhóm gen liên kết $\frac{AB}{ab}$, chúng ta có thể biểu diễn giảm phân có trao đổi chéo của tế bào này như sau:



Từ đây chúng ta có kết quả, 1 tế bào mang nhóm gen liên kết $\frac{AB}{ab}$, qua giảm phân có xảy ra trao đổi chéo thì tạo được 4 loại giao tử. 1AB, 1Ab, 1aB, 1ab

Tuy nhiên, không phải tế bào nào cũng xảy ra trao đổi chéo. Khi trao đổi chéo không diễn ra, các giao tử mang tổ hợp mới không được hình thành. Trong trường hợp tế bào $\frac{AB}{ab}$ không diễn ra trao đổi chéo, kết thúc quá trình giảm phân, chúng ta thu được 2 loại giao tử là: 2AB, 2ab. Quá trình giảm phân của tế bào này được mô tả cụ thể ở hình bên dưới.



Ở kì giữa 1, các Nhiễm sắc thể xếp thành 2 hàng, điều này cũng giúp cho các giao tử tạo ra đa dạng hơn so với 2 giao tử hình thành nên cơ thể bố mẹ. Sở dĩ như vậy là vì việc xếp thành 2 hàng, các cặp NST tương đồng sẽ đổi vị trí đứng từ hàng này sang hàng kia, sau khi ổn định xếp hàng, các nhiễm sắc thể của mỗi hàng sẽ phân li cùng nhau, từ đó chúng ta thu được nhiều tổ hợp nhiễm sắc thể mới.

Chúng ta lấy ví dụ. Xét tế bào sinh dục mẹ có kiểu gen $AaBb$. Cơ thể này được tạo thành từ giao tử AB và ab . Nếu tế bào này giảm phân, chúng ta có sơ đồ:

$$AaBb \rightarrow AAaaBBbb \rightarrow 2 \text{ kiểu xếp hàng là } \begin{pmatrix} AA & aa \\ BB & bb \end{pmatrix} \text{ hoặc } \begin{pmatrix} AA & aa \\ bb & BB \end{pmatrix}$$

Một tế bào gồm có 4 NST ghép thành 2 cặp theo trình tự AA sẽ đối diện aa, BB sẽ đối diện bb do đó chúng ta sẽ có 2 vị trí. Mỗi vị trí chúng ta lại có 2 cách hoán đổi, tuy nhiên chúng ta thấy rằng, nếu AA đi với BB rồi thì bắt buộc aa phải đi với bb, do đó vị trí đầu tiên thực chất chỉ có 1 lựa chọn duy nhất. Nếu có nhiều cặp gen hơn ví dụ n cặp dị hợp, ta hoàn toàn suy luận được số cách sắp xếp là 2^{n-1} .

Đến kì sau, các nhiễm sắc thể trên 1 hàng sẽ phân li cùng nhau, do đó khi kết thúc quá trình giảm phân, chúng ta sẽ thu được các loại giao tử là AB , ab hoặc Ab , aB . So với giao tử hình thành nên cơ thể mẹ AB và ab , chúng ta đã có thêm 2 giao tử mới là Ab , aB . Chúng ta hoàn toàn có thể tìm tất cả các loại giao tử có thể có của con cháu nhờ vào việc sắp xếp này.

Ngoài ra chúng ta cũng có cách khác để suy luận số loại giao tử mà cơ thể tạo ra như sau: Bộ NST của loài bình thường là $2n$, khi giảm phân, bộ NST sẽ còn lại 1 nửa, tức là n . Với n NST chúng ta sẽ có n vị trí, mỗi vị trí tùy vào số cách chọn mà chúng ta có bấy nhiêu loại tổ hợp. Mỗi loại tổ hợp sẽ đại diện cho 1 loại giao tử.

Ví dụ ở loài rệp giấm có $2n = 8$, tương ứng chúng ta sẽ có 4 cặp NST tương đồng. Khi giảm phân bộ NST sẽ giảm còn 1 nửa, vậy chúng ta có 4 vị trí. Trong 4 cặp NST tương đồng này, nếu cả 4 đều là dị hợp thì kiểu gen của ruồi giấm được biểu diễn lại là: $AaBbDdEe$. Vị trí thứ nhất chúng ta có 2 cách chọn hoặc là A , hoặc là a . Vị trí thứ 2 chúng ta cũng có 2 cách chọn hoặc là B , hoặc là b . Tương tự vị trí thứ 3 hoặc là D , hoặc là d . Vị trí thứ 4 hoặc là E hoặc là e do đó chúng ta có số cách chọn là $2.2.2.2 = 16$ tương đương với 16 loại giao tử được tạo ra. Nếu kiểu gen của ruồi giấm là $AABbDdEe$. Theo suy luận trên, ta dễ dàng tìm được số giao tử là $1.2.2.2 = 8$. Trong trường hợp kiểu gen của ruồi giấm là $\frac{AB}{ab}DdEeGg$ ($2n = 8$). Khi giảm phân có hoán vị xảy ra, vị trí thứ nhất có 4 cách chọn hoặc là \underline{AB} , \underline{Ab} , \underline{aB} hoặc \underline{ab} , các vị trí còn lại tương tự nên ta có $4.2.2.2 = 32$ cách chọn tương ứng 32 giao tử. Nếu không có trao đổi chéo thì vị trí thứ nhất chỉ là \underline{AB} hoặc \underline{ab} nên chúng ta có số giao tử là $2.2.2.2 = 16$ loại.

Từ đây chúng ta nhận thấy rằng, với cùng 1 kiểu gen, nếu có hoán vị sẽ tạo ra số loại giao tử không nhỏ hơn nếu chúng liên kết hoàn toàn. Hoán đổi vị trí các gen trong trường hợp trên là đơn giản, khi có nhiều vị trí hoán vị hơn thì sẽ tạo ra được nhiều tổ hợp hơn.

Xét cơ thể có kiểu gen $\frac{ABD}{abd}$

Trao đổi chéo xảy ra tại một điểm, tức chỉ xảy ra trao đổi chéo tại 1 điểm duy nhất giữa A và B , A và a lúc này sẽ hoán đổi vị trí cho nhau, kết thúc giảm phân sẽ tạo ra 4 loại tổ hợp bao gồm 2 giao tử liên kết \underline{ABD} , \underline{abd} và 2 giao tử hoán vị \underline{Abd} , \underline{aBD} . Vậy vị trí này tương ứng ta có 4 cách chọn.

Nếu trao đổi chéo tại 2 điểm không cùng lúc, A và a hoán đổi vị trí cho nhau hoặc D và d hoán đổi vị trí cho nhau. Lúc này ta có 2 giao tử liên kết là \underline{ABD} và \underline{abd} . Giao tử tạo ra do hoán đổi vị trí tại A và a sẽ là \underline{Abd} và \underline{aBD} . Giao tử tạo ra do hoán đổi vị trí tại D và d là \underline{ABd} và \underline{aBd} . Chúng ta có tất cả 6 tổ hợp vậy vị trí này chúng ta sẽ có 6 cách chọn.

Nếu trao đổi chéo tại 2 điểm cùng lúc. A và a hoán đổi vị trí cho nhau đồng thời D và d cũng hoán vị trí cho nhau (có thể xem trường hợp này là B đổi vị trí cho b). Khi đó chúng ta có 2 giao tử liên kết là \underline{ABD} , \underline{abd} và 2 giao tử do trao đổi chéo tại 2 điểm cùng lúc \underline{AbD} , \underline{aBd} . Lúc này chúng ta có 4 cách chọn.

Trao đổi chéo kép là kết hợp trao đổi chéo tại 2 điểm cùng lúc và 2 điểm không cùng lúc. Do đó sẽ có 8 loại tổ hợp được tạo ra, chúng ta sẽ có 8 cách chọn tương ứng.

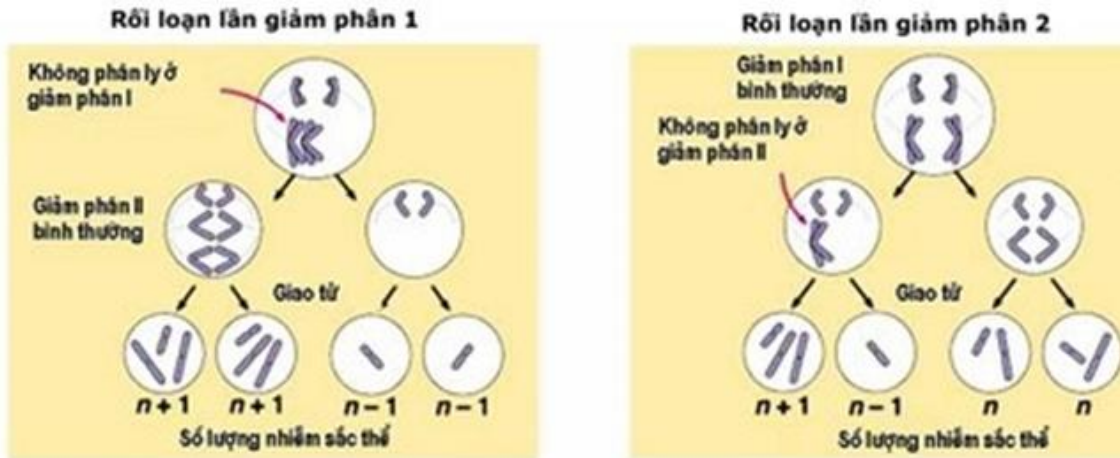
Xét cá thể có bộ NST $2n$. Khi cá thể này giảm phân, số giao tử tạo ra sẽ là 2^n . Trong đó sẽ có C_n^a giao tử mang a NST của mẹ và có C_n^b mang b NST từ bố.

Chứng minh.

Cá thể mang bộ NST $2n$, khi giảm phân, bộ NST còn lại n . Trong n NST này, sẽ có a NST có nguồn gốc từ mẹ, b NST có nguồn gốc bố với điều kiện $a + b = n$. Trong khi đó, giao tử bố mẹ đều có n NST, Do chúng ta không quan tâm đến thứ tự nên chúng ta có C_n^a cách chọn NST bên mẹ, có C_n^b cách chọn NST có nguồn gốc bên bố.

Ví dụ cơ thể $AaBb$ ($2n = 4$) được tạo từ giao tử bên mẹ là AB ($n = 2$), bên bố là ab ($n = 2$). Cơ thể này giảm phân cho ra 4 loại giao tử là AB, Ab, aB, ab . Số loại giao tử chứa 1 NST sắc thể có nguồn gốc từ mẹ là $C_2^1 = 2$ tức (Ab, aB). Số giao tử chứa 2 NST có nguồn gốc từ mẹ là $C_2^2 = 1$ tức (AB).

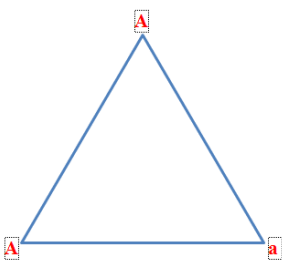
II. SAI SÓT TRONG GIẢM PHÂN



Quá trình giảm phân có thể xảy ra sai sót trong giảm phân 1 hoặc giảm phân 2. Nếu giảm phân 1 có 1 cặp nhiễm sắc thể nào đó không phân li sẽ tạo ra giao tử mang $n + 1$ và $n - 1$ NST. Ví dụ kiểu gen Aa giảm phân không phân li trong kì đầu sẽ tạo ra $2Aa : 2O$ tức $1(n + 1) : 1(n - 1) NST$. Nếu giảm phân 1 diễn ra bình thường, 1 tế bào giảm phân 2 bất thường sẽ tạo ra giao tử mang $n + 1$ và $n - 1 NST$, bên cạnh đó nếu tế bào còn lại phân li bình thường thì sẽ tạo giao tử bình thường mang $n NST$. Ví dụ Aa giảm phân 1 bình thường, giảm phân 2 không phân li sẽ cho ra $AA : O : a : a$ hoặc $A : A : aa : O$ hoặc $AA : O : aa : O$

III. GIẢM PHÂN Ở CƠ THỂ ĐỘT BIẾN

Giảm phân ở cơ thể tam nhiễm:



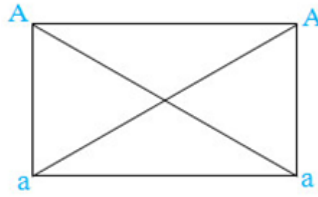
Xét cơ thể Aaa' , kì đầu NST nhân đôi nên ta có $AAaaa'a'$, kì giữa có 3 cách xếp hàng là $AA - aaa'a'$; $AAaa - a'a'$; $AAa'a' - aa$ nên chúng ta có 3 cách phân li. Khi đó chúng ta sẽ có các giao tử là $2A + 2aa'$; $2Aa + 2a'$; $2Aa' + 2a$:

Chúng ta có thể vẽ hình tam giác với 3 đỉnh tương ứng với 3 NST A, a, a' . Lấy 3 đỉnh riêng lẻ và kết hợp 2 đỉnh bất kì với nhau chúng ta sẽ thu được các loại giao tử.

Ngoài ra chúng ta có thể kết hợp trực tiếp như sau. Aaa' chúng ta sẽ lấy lần lượt là A, a, a' sau đó chúng ta kết hợp A với a, A với a', a với a' chúng ta cũng có được các loại giao tử một cách nhanh chóng.

Ví dụ: cơ thể Aaa giảm phân cho ra $\frac{1}{6}A + \frac{2}{6}a + \frac{2}{6}Aa + \frac{1}{6}aa$

Giảm phân ở cơ thể $4n$



Xét cơ thể có kiểu gen $AA'aa'$, kì đầu NST nhân đôi nên ta có $AAA'A'aaa'a'$. Kì giữa có 3 cách xếp hàng là $AAA'A' - aaa'a'$; $AAaa - A'A'a'a'$; $AAa'a' - A'A'aa$ nên chúng ta có 3 cách phân li. Khi đó chúng ta sẽ có các giao tử là $2AA' - 2aa'$; $2Aa - 2A'a'$; $2Aa' - 2A'a$.

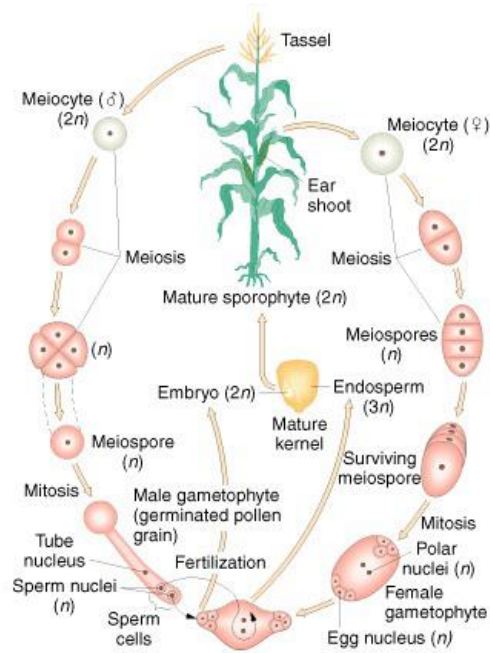
Chúng ta có thể vẽ hình vuông với 4 đỉnh tương ứng với 4 NST là A, A', a, a' . Kết hợp 2 đỉnh bất kì với nhau chúng ta sẽ thu được các loại giao tử.

Ngoài ra chúng ta có thể kết trực tiếp như sau. $AA'aa'$ chúng ta sẽ kết hợp lần lượt $AA', Aa, Aa', A'a, A'a', aa'$ chúng ta cũng có được các loại giao tử một cách nhanh chóng.

Ví dụ cơ thể $AAaa$ giảm phân cho ra $\frac{1}{6}AA + \frac{4}{6}Aa + \frac{1}{6}aa$

Trong thực tế, giao tử bất thường như $n + 1, n - 1, v, v$ ít có khả năng thụ tinh.

IV. GIẢM PHÂN Ở THỰC VẬT



Hình thành hạt phấn

Tế bào trong bao phấn $2n$ giảm phân tạo ra 4 bào tử đực đơn bội n , mỗi tế bào n lại nguyên phân tạo 1 hạt phấn n .

Hình thành túi phôi

Tế bào noãn $2n$ giảm phân tạo 4 tế bào n , 3 tế bào tiêu biến và 1 tế bào nguyên phân tạo túi phôi chứa 8 nhân (thể giao tử cái).

Thụ phấn

Thụ phấn là quá trình vận chuyển hạt phấn từ nhị đến núm nhụy. Có 2 hình thức thụ phấn: Tự thụ phấn (hạt phấn của hoa cây nào thụ phấn cho hoa cây đó) và thụ phấn chéo (hạt phấn của cây này thụ

phấn cho hoa của cây khác cùng loài). Thực vật hạt kín thụ phấn nhờ côn trùng, nước, gió, chim hoặc người.

Thụ tinh

Thụ tinh là sự hợp nhất của nhân giao tử đực với nhân của tế bào trứng trong túi phôi để hình thành nên hợp tử $(2n)$, khởi đầu của cá thể mới.

Quá trình thụ tinh kép: Tế bào ống phần trong hạt phần nảy mầm tạo ra ống phân. Ống phân sinh trưởng xuyên qua vòi nhụy, qua lỗ túi phôi vào túi phôi → giải phóng 2 giao tử, một giao tử (n) hợp nhất với tế bào trứng tạo thành hợp tử ($2n$), một nhân còn lại (n) hợp nhất với nhân cực ($2n$) ở trung tâm túi phôi tạo thành nhân tam bội ($3n$), phát triển thành nội nhũ cung cấp dinh dưỡng cho phôi.

+ Giao tử đực 1 (n) + trứng (noãn cầu) (n) → hợp tử ($2n$)

+ Giao tử đực 2 (n) + nhân cực ($2n$) → nhân nội nhũ ($3n$)

BÀI 4. TÓM TẮT NGUYÊN PHÂN GIẢM PHÂN

I. NGUYÊN PHÂN

Kì	Trung gian	Kì đầu	Kỳ giữa	Kỳ sau	Kỳ cuối
Số NST đơn	0	0	0	4n	2n (mỗi tế bào con mang 2n)
Số NST kép	2n	2n	2n	0	0
Số cromatit	4n	4n	4n	0	0
Số tâm động	2n	2n	2n	4n	2n (mỗi tế bào con mang 2n)

1 tế bào sau k lần nguyên phân tạo ra 2^k tế bào con, số NST cung cấp là $2n(2^k - 1)$, số thoi vô sắc hình thành bằng với số thoi vô sắc phá hủy và bằng $2^k - 1$.

II. GIẢM PHÂN

Kì	Số NST	Số cromatic	Số tâm động
Trung gian	2n kép	4n	2n
Trước 1	2n kép	4n	2n
Giữa 1	2n kép	4n	2n
Sau 1	2n kép	4n	2n
Cuối 1	1n kép	2n	1n
Trước 2	1n kép	2n	1n
Giữa 2	1n kép	2n	1n
Sau 2	2n đơn	0	2n
Cuối 2	1n đơn	0	1n

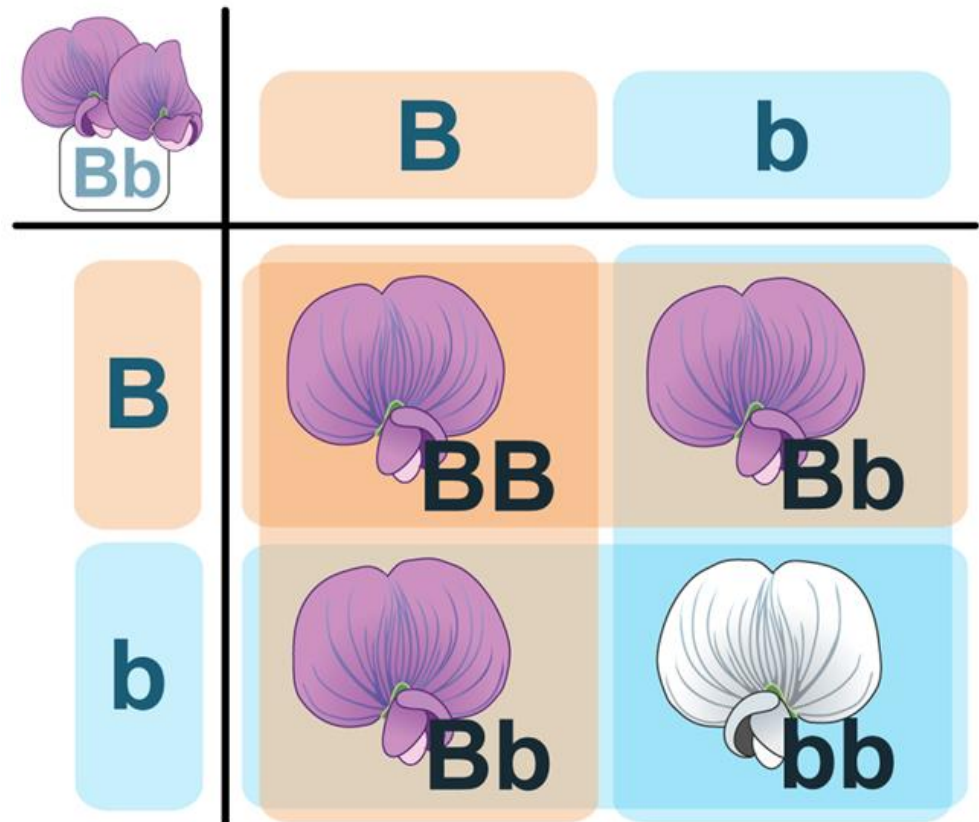
1 tế bào sinh tinh khi giảm phân xảy ra hoán vị gen tạo tối đa 4 loại tinh trùng. 1 tế bào sinh trứng chỉ tạo ra tối đa 1 loại trứng.

Bộ NST của loài bình thường là $2n$. Khi giảm phân, bộ NST sẽ còn lại 1 nửa, tức là n . Với n NST chúng ta sẽ có n vị trí, mỗi vị trí tùy vào số cách chọn mà chúng ta có số loại tổ hợp tương ứng. Mỗi loại tổ hợp sẽ đại diện cho 1 loại giao tử.

Nếu giảm phân có xảy ra trao đổi chéo, số loại giao tử sẽ không nhỏ hơn số loại giao tử tạo ra khi không có trao đổi chéo. Giảm phân có thể xảy ra sai sót, sai sót này có thể xảy ra trong lần giảm phân 1 hoặc lần giảm phân 2.

Giảm phân ở cơ thể tam nhiễm chúng ta vẽ hình tam giác để tìm giao tử. Giảm phân ở cơ thể tứ bội chúng ta vẽ hình vuông để tìm giao tử.

CHƯƠNG LẠI



- Tổng quan
- Di truyền học Mendel và Morgan
- Cơ sở tế bào học của các quy luật di truyền
 - Bài toán truyền thống
 - Bài toán thuận
 - Bài toán ngược
- Phương pháp khi bình phương

BÀI 1. TỔNG QUAN

I. MENDEL VÀ DI TRUYỀN HỌC CỔ ĐIỂN

Người đầu tiên nghiên cứu về quy luật di truyền bằng cách lai tạo là Gregor Johann Mendel, một linh mục người Áo.

Ông sinh năm 1822 trong một gia đình nói tiếng Đức tại Đế quốc Áo, nay thuộc Cộng hòa Séc. Ông vốn xuất thân từ nông dân, làm việc như thợ làm vườn và nghiên cứu cách nuôi ong. Nhờ học tốt, nên ông được tiến cử để tiếp tục học tập nghiên cứu về toán học và khoa học. Sau đó ông đã tiến hành nghiên cứu các quy luật tiến hóa ở thỏ nhưng do kinh phí tốn kém và một số nguyên do khác nên ông chuyển sang nuôi trồng, nghiên cứu quy luật di truyền trên cây đậu.

Ông đã tiến hành thí nghiệm về tính di truyền ở 7 tính trạng trên cây đậu Hà Lan. Cách nghiên cứu của ông là cho nhân giống theo từng tính trạng, dùng toán thống kê để đánh giá số lượng và từ đó rút ra quy luật di truyền. Từ những nghiên cứu của mình, ông tin rằng sự di truyền là riêng rẽ, không phải tạp nhiễm, tính di truyền của nhiều tính trạng có thể được giải thích thông qua các quy luật và tỉ lệ đơn giản.

Ông đã đưa ra 3 qui luật cơ bản:

Qui luật đầu tiên là định luật tính trội. Khi bố mẹ ở thế hệ xuất phát (P) thuần chủng khác nhau về một cặp tính trạng tương phản, thì ở thế hệ F_1 tất cả các con lai đều biểu hiện chỉ một số tính trạng của bố hoặc mẹ, tính trạng đó gọi là tính trạng trội lặn.

Qui luật thứ 2 là định luật phân ly tính trạng. Để khẳng định tính phân ly, Mendel đã tiến hành hai thí nghiệm. Một là, cho các cá thể dị hợp tử F_1 tự thụ phấn; hai là cho F_1 lai ngược lại với bố hoặc mẹ có kiểu hình lặn. Phép lai này cho kết quả: Khi cây F_1 tự thụ phấn hay thụ phấn chéo thì ở F_2 sẽ được những cây mang tính “trội” và những cây mang tính “lặn”, theo tỷ lệ 3 trội (3T) + 1 lặn (1L).

Qui luật thứ 3 là định luật phân ly độc lập của các cặp tính trạng. Mendel phát hiện ra khi lai 2 cây thuần chủng, khác nhau về hai hoặc nhiều cặp tính trạng tương phản, thì sự di truyền của cặp tính trạng này không phụ thuộc vào sự di truyền của cặp tính trạng kia.

Với việc khám phá ra 3 quy luật truyền trên, ngày nay Mendel được xem là cha đẻ của học *di truyền học cổ điển*. Tuy nhiên, điều đáng tiếc là công trình của ông vào thời điểm đó được nhà khoa học đánh giá là quá “giản dị” do đó không được biết đến rộng rãi. Chỉ sau khi ông mất các nhà khoa học mới phát hiện và xác nhận tính đúng đắn các quy luật mà

ông đề ra. Nhờ đó, các quy luật di truyền được biết đến và nghiên cứu rộng rãi. Một trong số các nghiên cứu nổi tiếng trong số đó là Thomas Hunt Morgan cùng các học trò.

II. MORGAN VÀ DI TRUYỀN HỌC HIỆN ĐẠI

Thomas Hunt Morgan sinh năm 1866 tại Mỹ, ông vốn là một nhà phôi học nhưng sau đó lại quyết định chuyển sang nghiên cứu di truyền học, lúc bấy giờ, ngành di truyền học còn khá mới mẻ.

Lúc đầu, ông không tán thành các quy luật di truyền mà G.Mendel đã xây dựng và thuyết di truyền Nhiễm sắc thể, ông xin kinh phí để làm thí nghiệm trên thỏ nhưng vì quá đắt nên ông chọn ruồi giấm làm thí nghiệm. Nghiên cứu miệt mài trên ruồi giấm, ông và các học trò đã xây dựng nên 2 quy luật di truyền nổi tiếng là *liên kết gen* và *hoán vị gen*. Nhóm nghiên cứu đã chứng minh nhân tố di truyền của G.Mendel nằm trên Nhiễm sắc thể và hoàn chỉnh thuyết di truyền Nhiễm sắc thể. Thuyết di truyền Nhiễm sắc thể đã xác nhận tính đúng đắn là các gene phân bố dọc theo chiều dài Nhiễm sắc thể và tạo thành nhóm gene liên kết. Ông cùng các học trò đã xây dựng nên bản đồ gen đầu tiên dựa trên các công trình nghiên cứu về ruồi giấm. Do những cống hiến cho khoa học, Morgan được nhận Giải Nobel vào năm 1933. Tên tuổi của ông đi liền với tên tuổi của Mendel - những người mở đầu cho di truyền học. Tên của Morgan được đặt cho đơn vị đo khoảng cách tương đối giữa các gene dựa trên tần số hoán vị gene. 1% hoán vị gene tương ứng với 1 cM (đọc là centimorgan). Ngày nay, ông được xem là cha đẻ của thuyết *di truyền học hiện đại*.

Kế thừa thành những thành quả đó, ngày càng nhiều quy luật di truyền được phát hiện như hiện tượng di truyền của gen trong tế bào chất, tương tác gen, tiền định tế bào chất v.v.

Hơn 1 thế kỷ đã trôi qua, các ngành mới thuộc về lĩnh vực di truyền học như Công nghệ di truyền, Công nghệ tế bào, Công nghệ vi sinh vật, Công nghệ enzym-protein đã có bước tiến vượt bậc, tiêu biểu là kỹ thuật nhân bản vô tính để tạo ra cừu Dolly của Wilmut năm 1997, thành công của *Đề án giải mã bộ gen người năm 2001*, gần đây là nghiên cứu về tế bào gốc của Yamanaka và Gurdon được nhận giải thưởng Nobel Y học năm 2012.

Tất cả những thành công trên đều khởi nguồn từ các thí nghiệm lai tạo ở đậu Hà Lan của Gregor Mendel – cha đẻ của ngành di truyền học.

BÀI 2: QUY LUẬT PHÂN LI VÀ QUY LUẬT PHÂN LI ĐỘC LẬP CỦA MENDEL

I. QUY LUẬT PHÂN LI

Phương pháp lai và phân tích con lai của Mendel theo các bước:

Bước 1: tạo dòng thuần chủng về từng tính trạng bằng cách cho cây tự thụ phấn qua nhiều thế hệ

Bước 2: lai các dòng thuần chủng khác biệt nhau bởi một hoặc nhiều tính trạng rồi phân tích kết quả lai ở đời F_1, F_2, F_3 .

Bước 3: sử dụng toán xác suất để phân tích kết quả lai, sau đó đưa ra giả thuyết giải thích kết quả.

Bước 4: tiến hành thí nghiệm để chứng minh cho giả thuyết của mình

Cụ thể ở phép lai của ông.

P: cây hoa đỏ (thuần chủng) x cây hoa trắng (thuần chủng)

F_1 : 100% cây hoa đỏ

Cho các cây F_1 tự thụ để tạo F_2

F_2 : 705 cây hoa đỏ: 224 cây hoa trắng.

Ông nhận thấy tỉ lệ phân li ở F_2 xấp xỉ 3:1 nhưng không biết tại sao. Để tìm câu trả lời, ông cho từng cây F_2 hoa trắng tự thụ phấn cho F_3 toàn cây hoa trắng. $\frac{2}{3}$ số cây F_2 hoa đỏ tự thụ phấn cho ra đời con có cả cây hoa đỏ và cây hoa trắng theo tỉ lệ xấp xỉ 3:1; $\frac{1}{3}$ số cây hoa đỏ F_2 tự thụ phân cho ra cây toàn hoa đỏ.

Ông nhận ra rằng, tỉ lệ 3:1 ở đời F_2 là tỉ lệ 1:2:1 (1 đỏ thuần chủng: 2 đỏ không thuần chủng: 1 trắng thuần chủng). Ông lặp lại thí nghiệm với 6 tính trạng khác và đều nhận được kết quả tương tự.

Ông đã vận dụng toán xác suất thống kê để giải thích tỉ lệ 1:2:1 như sau: Mỗi tính trạng đều do 1 cặp nhân tố di truyền quy định, trong tế bào, các nhân tố di truyền không hòa trộn vào nhau. Bố hoặc mẹ chỉ cho giao tử mang 1 trong 2 thành viên của cặp nhân tố di truyền. Khi thụ tinh, các giao tử kết hợp với nhau 1 cách ngẫu nhiên tạo nên các hợp tử.

Khi cho bố Aa x mẹ Aa ta có thể tóm tắt qua bảng như sau:

F_1	Bố 0.5A	Mẹ 0.5a
Mẹ 0.5A	0.25AA (đỏ)	0.25Aa (đỏ)
Mẹ 0.5a	0.25Aa (đỏ)	0.25aa (trắng)

Để kiểm tra giả thuyết của mình, ông đã thực hiện phép lai kiểm nghiệm, phép lai này còn được gọi là phép lai phân tích. Tức cho cá thể chưa biết kiểu gen lai với cá thể mang kiểu gen đồng hợp lặn, ông thu được tỉ lệ 1:1 ở cả 7 tính trạng.

Từ những kết quả thu được, ông đã khái quát nên quy luật phân li như sau “*mỗi tính trạng do một cặp alen quy định, một có nguồn gốc từ bố, một có nguồn gốc từ mẹ. Các Alen của bố và mẹ tồn tại trong tế bào của cơ thể một cách riêng lẻ, không hòa trộn vào nhau. Khi hình thành giao tử, các thành viên của một cặp Alen sẽ phân li đồng đều về các giao tử, nên 50% số giao tử chứa alen này còn 50% giao tử chứa alen kia*” – sách giáo khoa Sinh học cơ bản 12.

II. QUY LUẬT PHÂN LI ĐỘC LẬP

Sau khi nghiên cứu quy luật di truyền 1 tính trạng, Mendel tiếp tục làm các thí nghiệm về 2 tính trạng trên đậu Hà Lan. Ông đã tiến hành như sau:

P: hạt vàng, trơn (thuần chủng) x hạt xanh, nhăn (thuần chủng)

F_1 : 100% Hạt vàng, trơn

$F_1 \times F_1$:

F_2 : 315 hạt vàng, trơn; 108 hạt vàng, nhăn; 101 hạt xanh, trơn; 32 hạt xanh, nhăn

Tỉ lệ này xấp xỉ 9:3:3:1.

Phân tích tỉ lệ phân li tính trạng riêng lẻ, ông nhận thấy tỉ lệ xấp xỉ là 3 trội: 1 lặn. Từ khác nên cứu trên, ông đã khái quát nên quy luật phân li độc lập: “*các cặp nhân tố di truyền quy định các tính trạng khác nhau phân li độc lập nhau trong quá trình hình thành nên giao tử*”

Quá trình này diễn ra cụ thể như sau:

P: AABB (hạt vàng, trơn) x aabb (hạt xanh, nhăn)

F_1 : AaBb (100% hạt vàng, trơn)

G: AB, Ab, aB, ab

F_2 :

	$\frac{1}{4}AB$	$\frac{1}{4}Ab$	$\frac{1}{4}aB$	$\frac{1}{4}ab$
$\frac{1}{4}AB$	$\frac{1}{16}AABB$	$\frac{1}{16}AABb$	$\frac{1}{16}AaBb$	$\frac{1}{16}AaBb$
$\frac{1}{4}Ab$	$\frac{1}{16}AABb$	$\frac{1}{16}AAbb$	$\frac{1}{16}AaBb$	$\frac{1}{16}Aabb$
$\frac{1}{4}aB$	$\frac{1}{16}AaBB$	$\frac{1}{16}AaBb$	$\frac{1}{16}aaBB$	$\frac{1}{16}aaBb$
$\frac{1}{4}ab$	$\frac{1}{16}AaBb$	$\frac{1}{16}Aabb$	$\frac{1}{16}aaBb$	$\frac{1}{16}aabb$

F_2 : $\frac{9}{16}$ vàng trơn (A-B-): $\frac{3}{16}$ vàng nhăn (A-bb): $\frac{3}{16}$ xanh trơn (aaB-): $\frac{1}{16}$ xanh nhăn (aabb)

III. Ý NGHĨA CỦA CÁC QUY LUẬT MENDEL

Trên cơ sở các quy luật di truyền của Mendel người ta có thể dự đoán được kết quả phép lai, là cơ sở khoa học giải thích sự đa dạng và phong phú của sinh vật trong tự nhiên, góp phần tạo ra các biến dị tổ hợp mong muốn trong chăn nuôi và trồng trọt bằng phương pháp lai. Bên cạnh đó còn góp phần quan trọng vào xây dựng lĩnh vực toán sinh học ngày càng phát triển.

BÀI 3: QUY LUẬT LIÊN KẾT VÀ HOÁN VỊ GEN CỦA MORGAN

I. LIÊN KẾT GEN

Khi nghiên cứu sự di truyền giữa màu sắc thân và chiều dài cánh, Morgan đã tiến hành các phép lai với sơ đồ lai như sau:

P: cái thân xám, cánh dài (thuần chủng) x đực thân đen, cánh cụt (thuần chủng)

F_1 : 100% thân xám, cánh dài

F_1 : đực thân xám, cánh dài x cái thân đen cánh, cụt

F_a : 1 thân xám, cánh dài: 1 thân đen, cánh cụt

Khi thu được kiểu hình với tỉ lệ 1:1 như trên, ông nhận thấy rằng thân xám luôn đi kèm với cánh dài, thân đen luôn đi kèm với cánh cụt nên ông giải thích rằng các gene trên cùng NST đã di truyền cùng nhau. Hiện tượng này còn gọi là liên kết gen.

Cụ thể như sau:

P: $\frac{BV}{BV}$ (cái thân xám, cánh dài thuần chủng) x $\frac{bv}{bv}$ (đực thân đen, cánh cụt thuần chủng)

G: \underline{BV} ; \underline{bv}

F_1 : 100% $\frac{BV}{bv}$ (thân xám, cánh dài)

F_1 : $\frac{BV}{bv}$ (đực thân xám, cánh dài) x $\frac{bv}{bv}$ (cái thân đen, cánh cụt)

G: \underline{BV} , \underline{bv} ; \underline{bv}

F_a : 1 $\frac{BV}{bv}$ (thân xám, cánh dài) : 1 $\frac{bv}{bv}$ (thân đen, cánh cụt)

II. HOÁN VỊ GEN

Trong phép lai trên, ở đời F_1 Morgan đã đổi vai trò của bố mẹ cho nhau tức cho cái thân xám cánh dài lai với đực thân đen cánh cụt. Kết quả thu được ở đời F_a như sau:

965 thân xám cánh dài; 944 thân đen cánh cụt;

206 thân xám cánh cụt; 185 thân đen cánh dài.

Xấp xỉ

41,5% thân xám cánh dài; 41,5% thân đen cánh cụt;

8,5% thân xám cánh cụt; 8,5% thân đen cánh cụt.

Kết quả này đáng lí ra phải là 1:1:1:1 theo quy luật phân li độc lập của Mendel, nhưng thực tế ở chỗ nó không tuân theo. Để giải thích kết quả trên, Morgan cho rằng các gen quy định màu sắc thân và hình dạng cánh cùng thuộc 1 NST, do đó trong quá trình giảm phân, chúng di truyền cùng nhau. Vì vậy đời con có phần lớn kiểu hình giống bố hoặc mẹ. Tuy nhiên, trong quá trình tiếp hợp với nhau, giữa chúng xảy ra quá trình trao đổi chéo, kết quả các gen thay đổi vị trí cho nhau và làm xuất hiện nên các tổ hợp gen mới. Hiện tượng này gọi là hiện tượng hoán vị gen.

Lúc này tần số hoán vị gen được tính bằng thương giữa số kiểu hình hoán vị chia cho tổng số kiểu hình. Trong trường hợp này tần số hoán vị gen (f) sẽ là:

$$f = \frac{206 + 185}{965 + 944 + 206 + 185} = 17\%$$

Lúc này mỗi giao tử hoán vị bằng $\frac{0.17}{2} = 8.5\%$; mỗi giao tử liên kết bằng $\frac{1-0.17}{2} = 41,5\%$

Sơ đồ lai cụ thể như sau:

$P: \frac{BV}{BV}$ (cái thân xám, cánh dài thuần chủng) \times $\frac{bv}{bv}$ (đực thân đen, cánh cụt thuần chủng)

G: \underline{BV} ; \underline{bv}

$F_1: 100\% \frac{BV}{bv}$ (thân xám, cánh dài)

$F_1: \frac{BV}{bv}$ (cái thân xám, cánh dài) \times $\frac{bv}{bv}$ (đực thân đen, cánh cụt)

G: $0.415\underline{BV}$, $0.415\underline{bv}$, $0.085\underline{Bv}$, $0,085\underline{bV}$; \underline{bv}

$F_2: 0,415 \frac{BV}{bv}$ (thân xám, cánh dài); $0,415 \frac{bv}{bv}$ (thân đen, cánh cụt);

$0.085 \frac{Bv}{bv}$ (thân xám, cánh cụt); $0.085 \frac{bV}{bv}$ (thân đen, cánh dài).

III. Ý NGHĨA CỦA QUY LUẬT LIÊN KẾT GEN VÀ HOÁN VỊ GEN

Các gen “tốt” liên kết trên cùng 1NST có thể được di truyền cùng nhau do đó góp phần duy trì sự ổn định loài. Trong chọn giống, các nhà khoa học có thể dùng đột biến chuyển đoạn để chuyển những gen có lợi vào cùng 1NST để tạo ra giống có đặc điểm như mong muốn.

Việc trao đổi chéo giữa các NST tương đồng làm thay đổi vị trí các gen nên làm xuất hiện tổ hợp gen mới, góp phần cung cấp nguyên liệu đa dạng cho chọn giống và tiến hóa.

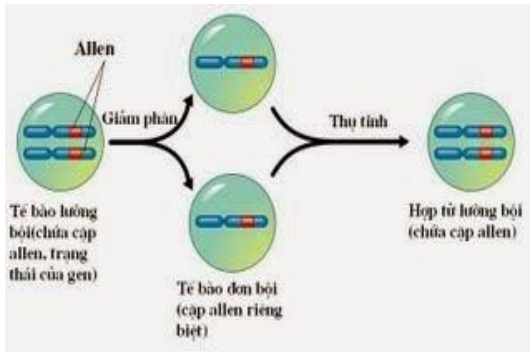
BÀI 4: CÁC QUY LUẬT DI TRUYỀN VÀ CƠ SỞ TẾ BÀO HỌC

I. QUI LUẬT PHÂN LI

Mendel đã nêu giả thuyết về sự phân li và tổ hợp của các “cặp nhân tố di truyền”, giả thuyết này còn được gọi là giả thuyết giao tử thuần khiết. Ông cho rằng mỗi tính trạng được qui định bởi “cặp nhân tố di truyền”. Trong tế bào, nhân tố di truyền tồn tại thành từng cặp, không hòa lẫn vào nhau. Khi tạo giao tử, các cặp nhân tố di truyền không giống nhau sẽ phân li với xác suất ngang nhau, điều này khiến cho mỗi giao tử chỉ mang 1 nhân tố di truyền trong cặp nhân tố di truyền của bố mẹ. Các giao tử kết hợp ngẫu nhiên với nhau làm cho cặp nhân tố di truyền được tổ hợp lại.

Trên cơ sở đó, giả thuyết Mendel đã được khái quát thành qui luật phân li: *“Mỗi tính trạng của cơ thể do một cặp nhân tố di truyền qui định, một có nguồn gốc từ bố và một có nguồn gốc từ mẹ. Do sự phân li đồng đều của cặp nhân tố di truyền này nên mỗi giao tử chỉ chứa một nhân tố của cặp với tỉ lệ ngang nhau”*.

Cơ sở tế bào học của qui luật này được mô tả ở hình bên dưới



Theo quan điểm của di truyền học hiện đại phát biểu: *“Mỗi tính trạng do một cặp gen quy định, một có nguồn gốc từ bố và một có nguồn gốc từ mẹ. Các Alen của bố và mẹ tồn tại trong tế bào một cách riêng rẽ, không hòa trộn vào nhau. Khi hình thành giao tử, các thành viên của một cặp Alen phân li đồng đều về các giao tử nên 50% số giao tử chứa alen này còn 50% giao tử chứa Alen kia”*.

Điều kiện nghiệm đúng của qui luật phân li: Gen phải trội hoàn toàn, P thuần chủng tương phản, các gen phải nằm trên các cặp NST khác nhau, số lượng cá thể nghiên cứu phải lớn và mỗi gen quy định một tính trạng.

Đây là một quy luật đúng đắn, đóng vai trò quan trọng trong ứng dụng giải các bài toán lai chúng ta sẽ đề cập sau.

II. QUI LUẬT PHÂN LI ĐỘC LẬP

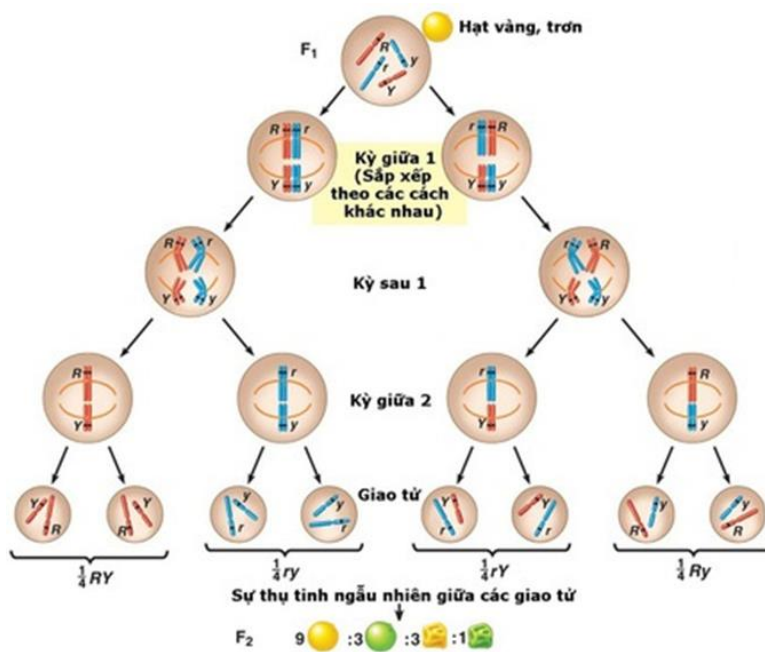
Theo dõi sự di truyền của 2 tính trạng ở đậu Hà Lan về màu sắc hạt và hình dạng của hạt Mendel đã nhận thấy rằng *“các cặp nhân tố di truyền quy định các tính trạng khác nhau đã phân li độc lập trong quá trình hình thành giao tử và kết hợp ngẫu nhiên trong thụ tinh”*.

Ông đã dùng toán xác suất để tính xác suất xuất hiện mỗi kiểu hình ở F_2 và nhận ra xác suất của một kiểu hình nào đó bằng tích xác suất của 2 tính trạng hợp thành kiểu hình đó.

Trên cơ sở đó, quy luật phân li độc lập phát biểu: “các cặp nhân tố di truyền qui định các tính trạng khác nhau phân li độc lập nhau trong quá trình hình thành giao tử”.

Điều kiện nghiệm đúng của quy luật phân li độc lập: bố mẹ thuần chủng tương phản về 2 tính trạng, mỗi tính trạng do 1 cặp alen quy định, gen phải trội hoàn toàn, số lượng cá thể đủ lớn, mỗi gen quy định một tính trạng, các cặp tính trạng phải nằm trên các cặp NST khác nhau.

Cơ sở tế bào học của quy luật phân li độc lập

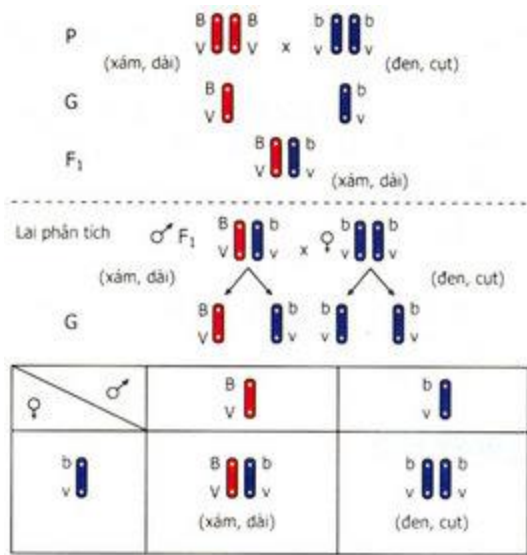


Đây tiếp tục là quy luật di truyền quan trọng, chúng ta sẽ khảo sát ở sau.

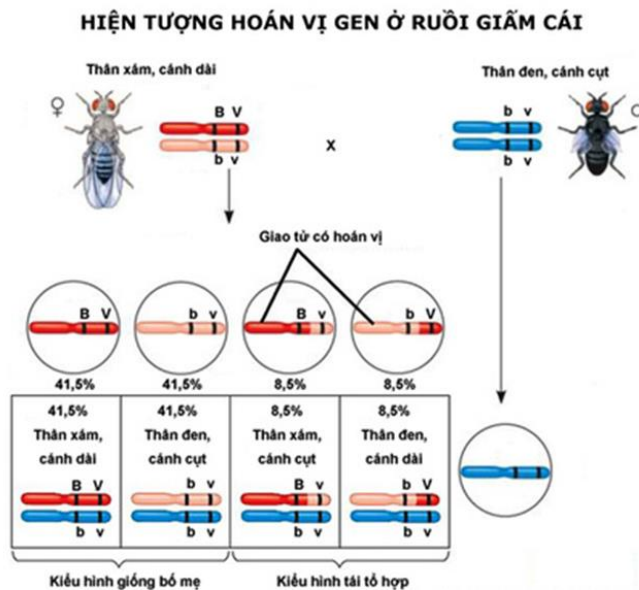
III. QUY LUẬT LIÊN KẾT GEN HOÀN TOÀN VÀ KHÔNG HOÀN TOÀN (HOÁN VỊ).

Khám phá ra các quy luật này là Thomas Hunt Morgan khi ông cùng học trò nghiên cứu sự di truyền các tính trạng trên ruồi giấm.

Khi phân tích kết quả thí nghiệm phép lai về 2 tính trạng màu sắc thân và chiều dài cánh trên ruồi giấm, ông nhận ra rằng thân xám luôn đi kèm với cánh dài và thân đen luôn đi kèm với tính trạng cánh cụt. Từ kết quả đó, Morgan cho rằng tính trạng màu sắc thân và chiều dài cánh di truyền liên kết với nhau.



Hình 13. Cơ sở tế bào học của di truyền liên kết



Cũng thí nghiệm trên ruồi giấm về màu sắc thân và chiều dài cánh, ở thế hệ con cháu, bên cạnh những kiểu hình giống với bố mẹ chiếm tỉ lệ lớn, thì xuất hiện những kiểu hình tổ hợp lại các tính trạng của bố mẹ với tỉ lệ nhỏ. Morgan cho rằng đã xảy ra hiện tượng hoán vị gen giữa B và b dẫn đến xuất hiện thêm 2 loại giao tử Bv và bV dẫn đến sự tổ hợp lại các tính trạng của bố mẹ.

Cơ sở tế bào học của hoán vị gen như hình ở trên. Yếu tố quyết định tính đặc trưng của quy luật hoán vị gen là sự bất chéo của các NST tương đồng ở kì đầu của giảm phân 1, dẫn đến vị trí các Alen bị đổi chỗ cho nhau, tạo điều kiện xuất hiện các giao tử hoán vị. Tuy nhiên, do trao đổi chéo chỉ xảy ra ở một số tế bào nhất định nên tỉ lệ giao tử giao tử có trao đổi chéo và không trao đổi chéo khác nhau, nên tỉ lệ các loại giao tử không bằng nhau.

Dựa trên cơ sở hoán vị gen, Morgan cùng học trò đã lập được bản đồ di truyền. Ứng với mỗi cM là 1%.

IV. QUI LUẬT LIÊN KẾT GEN TRÊN NST GIỚI TÍNH

Do tình cờ phát hiện đột biến mắt trắng ở ruồi đực, Morgan đã tiến hành thí nghiệm để tìm hiểu quy luật này. Kết quả kiểu hình thu được không đồng đều ở giới đực và giới cái nên Morgan cho rằng gen qui định tính trạng màu mắt trắng có liên quan đến giới tính. Cụ thể, khi làm thí nghiệm với ruồi giấm, Morgan phát hiện thấy một số ruồi đực mắt trắng, ông đã thực hiện sơ đồ lai như sau:

Phép lai thuận	Phép lai nghịch
P : cái mắt đỏ thuần chủng x đực mắt trắng thuần chủng	P : cái mắt trắng thuần chủng x đực mắt đỏ thuần chủng
F_1 : 100 mắt đỏ	F_1 : 100% cái mắt đỏ; 100% đực mắt trắng

$F_1 \times F_1$ F_2 : 100% cái mắt đỏ: 50% đực mắt đỏ: 50% đực mắt trắng.	$F_1 \times F_1$ F_2 : 50% cái mắt đỏ: 50% cái mắt trắng: 50% đực mắt đỏ: 50% đực mắt trắng
---	--

Morgan giải thích rằng gen quy định màu mắt thuộc NST giới tính X không có alen trên Y vì vậy cá thể đực XY chỉ cần 1 alen đã biểu hiện ra kiểu hình.

Sơ đồ lai như sau:

$P: X^a X^a$ (cái mắt trắng thuần chủng) $\times X^A Y$ (đực mắt đỏ thuần chủng)

G: X^a ; X^A, Y

F_1 : 100% $X^A X^a$ (cái mắt đỏ); 100% $X^a Y$ (đực mắt trắng)

$F_1 \times F_1: X^A X^a \times X^a Y$

G: X^A, X^a ; X^a, Y

F_2 : 50% $X^A X^a$ (cái mắt đỏ) : 50% $X^a X^a$ (cái mắt trắng):

50% $X^A Y$ (đực mắt đỏ) : 50% $X^a Y$ (đực mắt trắng)

V. QUI LUẬT TRỘI KHÔNG HOÀN TOÀN VÀ ĐỒNG TRỘI

Trội không hoàn toàn sẽ dẫn đến các tính trạng trung gian. Ví dụ nếu A qui định hoa đỏ, a qui định hoa trắng, A trội không hoàn toàn với a, kiểu gen Aa qui định hoa hồng.

Đồng trội như hiện các gen qui định nhóm máu người, $I^A = I^B > I^O$ tức I^A, I^B đồng trội và trội hơn so với I^O nên tạo ra 4 nhóm máu A, B, AB, O .

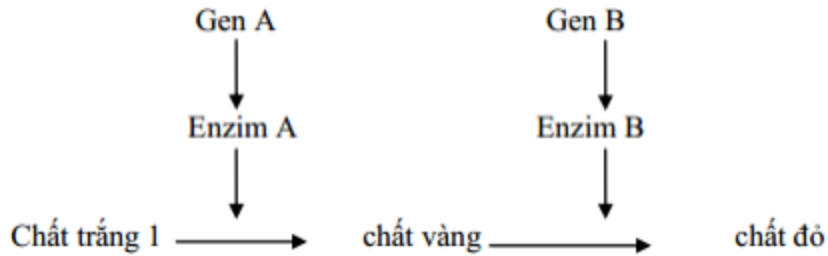
VI. QUI LUẬT TƯƠNG TÁC VÀ GEN ĐA HIỆU

Tương tác gen là sản phẩm của các gen không alen (tác động giữa các locus gen khác nhau) tác động qua lại lẫn nhau trong việc biểu hiện 1 kiểu hình.

Tùy theo tác động sản phẩm gen này đối với gen khác mà chúng ta có các loại tương tác khác nhau như bổ sung, át chế, cộng gộp.

Tương tác bổ sung nghĩa là sản phẩm của các gen bổ sung cho nhau hình thành kiểu hình mới so với khi chúng đứng riêng lẻ.

Ví dụ ta có sơ đồ sinh hóa tóm tắt tác động sản phẩm của gen A và gen B lên việc biểu hiện kiểu hình hoa đỏ.



Diễn giải: có A có B thì cho chất đỏ, có A không có B thì cho chất vàng, vắng mặt A thì cho chất trắng.

Tương tác át chế là sản phẩm của gen này không cho sản phẩm của gen kia biểu hiện. Ví dụ có Alen A thì kiểu gen qui định hoa đỏ, thiếu A thì kiểu gen qui định hoa trắng mặc dù trong kiểu gen có xuất hiện gen B.

Tương tác cộng gộp là sản phẩm của các alen trội càng nhiều thì càng làm tăng sự biểu hiện của kiểu hình, ví dụ có 2 Alen trội thì màu hồng, có 4 Alen trội thì màu đỏ, không có alen trội nào thì màu trắng.

Gen đa hiệu là hiện tượng 1 gen quy định biểu hiện nhiều tính trạng.

VII. CÁC QUI LUẬT DI TRUYỀN KHÁC

Di truyền theo dòng mẹ

Tế bào chất của tinh tử rất ít, hầu như không có. Đối với tinh tử ở động vật chỉ có vài ti thể ở cổ, khi thụ tinh các ti thể này bị tiêu hủy hoặc bị đẩy ra ngoài, chỉ có nhân chui vào trong trứng. Tinh tử thực vật tương tự. Mặc khác tế bào chất của trứng chứa rất nhiều và có cả ti thể (động vật), ti thể và lục lạp (thực vật), các ti thể và lục lạp này sẽ truyền cho thế hệ con cháu. Ta lại có trong ti thể và lục lạp có mang gen (gen đơn bội) chúng có thể biểu hiện tính trạng độc lập với gen trong nhân. Vì vậy, thế hệ con cái sẽ đồng loạt biểu hiện theo tính trạng của mẹ.

Ví dụ: Bồ (đại mạch) xanh lục x mẹ lục nhạt \Rightarrow 100% lục nhạt

Bồ (đại mạch) lục nhạt x mẹ xanh lục \Rightarrow 100% xanh lục

Ảnh hưởng giới tính

Do đặc điểm sinh hóa trong cơ thể chịu sự chi phối của cặp NST giới tính cụ thể như hoocmon, ... làm cho các gen biểu hiện khác nhau, mặc dù gen đó thuộc NST thường

Ví dụ ở người nam mang kiểu gen AA thì bị hói đầu, trong khi đó nữ lại không bị hói

Tiền định tế bào chất

Sản phẩm của gen trong nhân có thể tồn tại trong tế bào chất của trứng con cái trước khi được thụ tinh, sản phẩm này có tác động đến đời sau. Vì vậy ở thế hệ khởi đầu và thế hệ thứ 2, tính trạng của con giống mẹ hoàn toàn. Sang thế hệ F3 mới tuân theo định luật của Mendel là 3 trội, 1 lặn. Cụ thể ở ốc sên.

Ta có D – xoắn phải, d – xoắn trái

P: DD (mẹ) x dd (bố) \Rightarrow 100% xoắn phải (Dd)

dd (mẹ) x DD (bố) \Rightarrow 100% xoắn trái (Dd)

F2: 100% xoắn phải (1/4 DD: 1/2 Dd : 1/4 dd)

F3 (lai đơn) \Rightarrow (3/4 xoắn phải, 1/4 xoắn trái)

Nhận xét: sự phân li tính trạng phân chiều xoắn chậm mất 1 thế hệ

Ảnh hưởng môi trường

Sản phẩm của gen hoặc sự đóng mở của gen phụ thuộc chặt chẽ vào môi trường. Cụ thể: nhiệt độ làm cho enzym biến tính hoặc tăng cường hoạt động. Ánh sáng (tia UV) có tác động đến sự chuyển hóa các tiền chất ... vậy ta có thể biểu diễn mối liên hệ giữa tính trạng với môi trường bằng đẳng thức là.

tính trạng = kiểu gen + môi trường

Ví dụ: ở thỏ nếu cạo hết lông trắng, đắp nước đá vào chỗ đó. Sau một thời gian, vị trí đắp nước đá sẽ mọc toàn lông đen. Hiện tượng này được giải thích như sau: vì nhiệt độ cao, enzym chuyển hóa tiền chất thành sắc tố melanin bị biến tính nên không thể chuyển hóa tiền chất này dẫn đến lông thiếu sắc tố melanin nên có màu trắng.

Nếu một gen nào đó nhạy cảm thì trước những môi trường khác nhau chúng sẽ biểu hiện tính trạng khác nhau, sự nhạy cảm đó còn gọi là thường biến (hay độ mềm dẻo kiểu hình). Tập hợp các kiểu hình khác nhau của gen đó gọi là mức phản ứng. Vì mức phản ứng do gen quy định nên di truyền được.

BÀI 5: CHỌN GIỐNG

Lai khác dòng đơn

Dòng 1 x dòng 2 → dòng 3

Khai khác dòng kép

Dòng 1 x dòng 2 → dòng 3

Dòng 4 x dòng 5 → dòng 6

Dòng 6 x dòng 3 → con lai khác dòng kép

Lai thuận nghịch

Bố (AA) x mẹ (aa) (lai thuận)

Bố (aa) x mẹ (AA) (lai nghịch)

Lai trở lại

Dòng 1 x dòng 2 → dòng 3, Dòng 3 x dòng 2 → dòng 4, Dòng 4 x dòng 2 → dòng 5.....

Từ đây ta có thể hệ thứ nhất, mức độ giống 'huyết thống' dòng 2 là $1/2$

Thế hệ thứ 2 mức độ giống 'huyết thống' dòng 2 là $3/4 = 1 - 1/(2.2)$

Thế hệ thứ 3 mức độ giống 'huyết thống' dòng 2 là $7/8 = 1 - 1/(2.2.2)$

Ưu thế lai

Chuẩn so sánh ưu thế lai bằng tính trạng trung gian của bố và mẹ. Giá trị của con lai có thể nhỏ hơn, lớn hơn hoặc bằng với giá trị chuẩn. Tùy vào mục đích tạo ưu thế lai mà nó có được xem là ưu thế lai hay không.

BÀI 6: CÁC KHÁI NIỆM, KÍ HIỆU VÀ ĐỀ XUẤT

Gen. Gen là một đoạn ADN mang thông tin mã hoá cho sản phẩm nhất định, sản phẩm đó có thể là protein hoặc ARN

Alen. Alen là các bản sao của cùng 1 gen, các bản sao này giống nhau về kích thước, khác nhau ở một hoặc một số cặp Nucleotic. Các Alen được kí hiệu bằng chữ cái thường hoặc chữ cái in hoa. Alen được chia thành 2 loại gồm alen trội và alen lặn.

Alen trội là những Alen lấn át alen khác trên cùng 1 locus trong việc biểu hiện kiểu hình, chúng được kí hiệu bằng chữ in hoa ví dụ **A, B, C**.

Alen lặn là những Alen bị Alen trội lấn át, chúng được kí hiệu bằng những chữ cái thường ví dụ **a, b, c**.

Đề xuất

Thông thường các gen có 2 alen, tuy nhiên cũng có gen có nhiều hơn 2 alen, khi đó chúng ta kí hiệu các alen ở dạng thứ tự chữ kèm số. Ví dụ a_1, a_2, a_3 .

Khi kí hiệu như thế này, chúng ta sẽ chú thích thêm mối quan hệ trội lặn giữa chúng, ví dụ $a_1 > a_2 > a_3$ tức là a_2 trội so với a_3 và lặn so với a_1 . Ngoài ra còn có hiện tượng đồng trội, ví dụ ta kí hiệu $a_1 > a_2 = a_3$ nghĩa là a_2 lặn so với a_1 và đồng trội so với a_3 .

Các alen khác nhau của cùng 1 gen quy định tính trạng giống nhau, nhưng kiểu hình có thể khác nhau phụ thuộc vào tổ hợp giữa chúng hoặc tổ hợp với các alen thuộc gen khác, ví dụ gen X có 2 alen là A và a. Gen Y gồm 2 alen là B và b. Tổ hợp Aa cho kiểu hình hoa đỏ hoặc AaBb cũng cho kiểu hình hoa đỏ.

Kiểu gen. Kiểu gen theo nghĩa rộng là tổ hợp toàn bộ các gen trong tế bào của cơ thể thuộc 1 loài sinh vật. Theo nghĩa hẹp, kiểu gen tập hợp tất cả các alen trong tế bào của cơ thể thuộc 1 loài sinh vật.

Kiểu gen kí hiệu **AaBb** mang ý nghĩa chúng ta đang xét 2 gen, mỗi gen có 2 alen lần lượt là **A, a** và **B, b**. 4 alen **A, a, B, b** nằm trên 4 chiếc NST khác nhau.

Kiểu gen kí hiệu $\frac{AB}{ab}$ mang ý nghĩa chúng ta đang xét 2 gen, mỗi gen có 2 Alen lần lượt là **A, a** và **B, b**; 4 alen này nằm trên 2 chiếc NST khác nhau. Alen **A** và **B** nằm trên chiếc thứ nhất, Alen **a** và **b** nằm trên chiếc thứ 2.

Kí hiệu $Aa \frac{BD}{bd}$ tức có 3 gen, mỗi gen có 2 alen nằm trên 2 cặp NST, trong đó A, a thuộc cặp NST số 1. B, b, D, d thuộc cặp NST số 2.

Kiểu gen có thể chia thành 2 loại: *kiểu gen đồng hợp* và *kiểu gen dị hợp*.

Kiểu gen đồng hợp khi không xuất hiện cặp cặp alen dị hợp, ví dụ $AAbbDD$.

Kiểu gen dị hợp là kiểu gen có sự hiện diện cặp alen tương đồng, thành phần alen của cặp alen tương đồng này khác nhau. Ví dụ $AABb$ có cặp Bb với B khác b nên $AABb$ gọi là kiểu gen dị hợp.

Ngoài ra chúng ta còn có khái niệm kiểu gen thuần chủng, khái niệm này đồng nghĩa với kiểu gen đồng hợp.

Đề xuất

Khi kiểu gen giảm phân tạo giao tử được kí hiệu bằng dấu \rightarrow . Ví dụ Aa giảm phân tạo ra A và a chúng ta kí hiệu $Aa \rightarrow A + a$. Nếu chúng ta quan tâm đến tỉ lệ hoặc số lượng của các giao tử, chúng ta sẽ viết hệ số tỉ lệ hoặc số lượng phía trước chúng.

Ví dụ: $Aa \rightarrow 2a + 2a$ hoặc $Aa \rightarrow \frac{1}{2}A + \frac{1}{2}a$.

Tính trạng. Tính trạng là một đặc điểm về hình thái, cấu tạo, sinh lí... của cơ thể. Ví dụ: màu hoa ở hoa Hà Lan, hình dạng quả ở bí ngô.

Tính trạng được phân thành nhiều loại, nổi bật trong đó là *tính trạng trội* và *tính trạng lặn*.

Tính trạng trội được quy định bởi Alen trội, là tính trạng lấn át biểu hiện của tính trạng khác cùng loại.

Tính trạng lặn được quy định bởi alen lặn, là tính trạng bị tính trạng trội lấn át

Ví dụ ở người tính trạng tóc xoăn là trội so với tóc thẳng

Nếu Alen trội lấn át hoàn toàn Alen lặn ta sẽ ta nói đây là trội hoàn toàn. Tuy nhiên, trong nhiều trường hợp, Alen trội không lấn át hoàn toàn alen lặn tạo nên *tính trạng trung gian*.

Tính trạng thuần chủng là tính trạng được quy định bởi kiểu gen thuần chủng.

P thuần chủng tương phản nghĩa là tính trạng được quy định bởi những kiểu gen đồng hợp và kiểu hình của bố khác kiểu hình của mẹ.

Kiểu hình. Kiểu hình là tập hợp một hoặc nhiều tính trạng biểu hiện ra ngoài của cá thể. Chúng ta biết rằng kiểu hình là kết quả tương tác giữa gen và môi trường. Tuy nhiên, trong

điều kiện lí tưởng, kiểu hình hoàn toàn phụ thuộc vào kiểu gen, do đó chúng ta thường kí hiệu kiểu hình bằng các Alen đại diện.

Đề xuất

Hệ thống kí hiệu kiểu gen kiểu hình còn nhiều bất cập, Ví dụ $A - B -$ là kiểu hình phụ thuộc vào Alen trội A và Alen trội B hoặc kiểu hình có chứa Alen trội A và Alen trội B.

Tuy nhiên, kí hiệu bất gặp kí hiệu A-B- như vậy chúng ta dễ nhầm lẫn như sau:

Thứ nhất, chúng ta không phân biệt được đây là kiểu gen chứa tối thiểu Alen A và Alen B hay kiểu hình chứa Alen A và Alen B.

Thứ hai, vị trí “-” đầu tiên là vị trí của alen A hoặc alen a. Giả sử kiểu hình cụ thể AaB- thì có vẻ giống như kiểu gen “phân li độc lập” trong khi trong thực tế kiểu gen này có thể là $\frac{AB}{a-}$.

Thứ ba, khi chúng ta viết A-B-, dấu trừ gây ra nhiều nhầm lẫn giống dấu âm trong toán học. A-B- - A-bb chúng ta thấy rằng chúng khá rối. Bởi theo toán - - nghĩa là cộng.

Thứ tư, trường hợp kí hiệu là $Aa\frac{BD}{bd}$ chúng ta cũng không biết đây là kiểu gen hoặc đây là kiểu hình.

Cho nên, để dễ phân biệt chúng ta kí hiệu P là kiểu hình, P là viết tắt của từ (phenotype – kiểu hình) hoặc kí hiệu kiểu hình trong ngoặc ví dụ (A-B-); G là kí hiệu kiểu gen, G là viết tắt của từ (genotype – kiểu gen). Cụ thể:

Kiểu gen A-B-dd: G_{A-B-dd}

Kiểu hình A-B-dd: P_{A-B-dd} hoặc chúng ta cũng có thể viết (A – B – dd)

Trong trường hợp viết rõ tất cả các alen và vị trí liên kết của chúng, chúng ta xem nó là kiểu gen. Ví dụ kiểu gen Aa.

Khi chúng ta biết thành phần các alen rồi nhưng chưa biết vị trí của chúng trên NST (tức chưa biết có liên kết với nhau hay không) chúng ta kí hiệu kiểu gen bằng cách viết các alen riêng rẽ trong ngoặc kèm dấu phẩy ngăn cách giữa chúng, ví dụ (A, a, B, b).

Độ thâm nhập hay còn gọi là độ biểu hiện tức khả năng biểu hiện ra kiểu hình của một kiểu gen nào đó. Ví dụ kiểu gen AA gây chết với độ thâm nhập là 75% tức 100 cá thể mang kiểu gen AA thì có 75 cá thể biểu hiện ra bên ngoài và bị chết.

Giao tử. Giao tử là tế bào có thể trực tiếp tham gia thụ tinh để tạo thành hợp tử ở sinh vật đa bào. Giao tử chỉ mang 1 nửa bộ NST của bố hoặc mẹ. Kí hiệu giao tử chúng ta viết các Alen của giao tử ấy gần nhau.

Ví dụ cơ thể $AaBb$ giảm phân cho 4 loại giao tử là AB, Ab, aB, ab .

Khi viết giao tử AB ta ngầm hiểu Alen A độc lập với Alen B nghĩa là Alen A thuộc 1 nằm trên NST này còn Alen B nằm trên NST khác.

Khi chúng ta viết có gạch chân giữa các giao tử, chúng ta ngầm hiểu có sự liên kết giữa chúng tức chúng thuộc 1NST.

Ví dụ cơ thể $\frac{AB}{ab}$ giảm phân có xảy ra hoán vị sẽ cho ra 4 loại giao tử có là \underline{AB} , \underline{ab} , \underline{Ab} , \underline{aB} , Trong đó, \underline{AB} , \underline{ab} , được gọi là các giao tử liên kết; \underline{Ab} , \underline{aB} , gọi là các giao tử hoán vị.

Nếu chúng ta kí hiệu giao tử là \underline{ABD} có nghĩa là Alen A thuộc NST này, Alen B và D cùng thuộc 1 NST khác.

Ta còn bắt gặp khái niệm giao tử thuần khiết: là hiện tượng khi phát sinh giao tử, mỗi giao tử chỉ chứa một nhân tố di truyền trong cặp nhân tố di truyền tương ứng là chỉ một mà thôi. Thực chất của định nghĩa này giao tử chứa các Alen độc lập với nhau ví dụ AB .

Lai. Lai được hiểu nôm na là sự gặp gỡ và kết hợp giữa giao tử đực và giao tử cái. Cá thể A lai với cá thể B có nghĩa là giao tử của cá thể A kết với giao tử của cá thể B từ đó tạo ra thế hệ con cháu. Kí hiệu phép lai là dấu "x". Tuy nhiên, để việc đánh máy được thuận tiện, ta dùng dấu "x". Ví dụ cho $AaBb$ lai với $AaBB$ ta viết $AaBb \times AaBB$.

Thế hệ khởi đầu bố mẹ chúng ta kí hiệu là chữ P . Thế hệ con cháu chúng ta kí hiệu là F . Thế hệ con đời thứ nhất của P ta kí hiệu là F_1 , thứ 2 chúng ta kí hiệu là F_2 ... Giống đực chúng ta kí hiệu là ♂. Giống cái chúng ta kí hiệu là ♀.

Lai phân tích là lai cá thể chưa biết kiểu gen với cá thể mang kiểu gen đồng hợp lặn, con lai thế hệ này được kí hiệu là F_a .

Bảng chéo – khung Punnett. Bảng chéo hay còn gọi là khung Punnett là bảng trình bày kết quả lai trong nghiên cứu Di truyền học. Bảng được đặt theo tên của nhà khoa học người Anh đã tạo ra nó là Reginald Punnett, ít lâu sau khi ông phát hiện lại các định luật Mendel. Tuy nhiên, hiện tại chúng ta ít dùng nó vì lập khá tốn thời gian và khá tốn giấy!?, chúng ta chủ yếu dùng các phương pháp khác để tìm tỉ lệ kiểu gen và kiểu hình.

Mẹ \ bố	A	a
A	AA	Aa
a	Aa	aa

Tổ hợp giao tử. Tổ hợp giao tử là sự kết đôi giữa các giao tử đực và các giao tử cái. Nếu mỗi giao tử đực kết cặp lần lượt với tất cả giao tử cái thì ta có thuật ngữ "số kiểu tổ hợp". Tức

là bằng tích số loại giao tử đực tạo ra với số loại giao tử cái tạo ra. Tổ hợp theo nghĩa của toán học là sự kết hợp các phần tử mà không quan tâm đến thứ tự, trong khi định nghĩa tổ hợp của sinh học lại quan tâm đến thứ tự trước sau, nếu quan tâm đến thứ tự trước sau thì đó là chỉnh hợp.

BÀI 7: BÀI TOÁN LAI TRUYỀN THỐNG

I. BÀI TOÁN

Một bài toán lai kinh điển đều bắt nguồn từ cho kiểu gen của bố “nhân” kiểu gen của mẹ.

Theo cách làm cổ điển, chúng ta thường lập *Sơ đồ lai* theo các bước:

Bước 1: Gọi tên giao tử. Ví dụ: A : hoa đỏ; a : hoa trắng. Kèm theo đó là xác định tính trội lặn hoàn toàn hay không hoàn toàn.

Bước 2: Viết phép lai của thế hệ bố mẹ. Ví dụ $P: Aa \times Aa$.

Bước 3: Viết giao tử: ví dụ $G (A, a) \quad (A, a)$

Bước 4: Lập bảng chéo (khung *punnett*).

Bước 5: Từ bảng chéo tóm lược kiểu gen và kiểu hình

Ví dụ 1: Ở đậu Hà Lan, màu hoa do 1 gen có 2 Alen lặn quy định tính trạng đỏ và trắng, đỏ trội hoàn toàn so với trắng. Cho cây hoa đỏ dị hợp tự thụ, tìm tỉ lệ kiểu gen và kiểu hình ở thế hệ F_1

Hướng dẫn

Gọi A : hoa đỏ; a hoa trắng ($A > a$)

$P: Aa \times Aa$

$G: (A, a), (A, a)$

F_1

Mẹ \ Bố	A	a
A	AA	Aa
a	Aa	aa

Kết quả:

$KG: 1AA: 2Aa: 1aa$

$KH: 3đỏ: 1trắng$

Ví dụ 2. (THCS Quang Minh) Ở chuột 2 cặp tính trạng màu lông và chiều dài đuôi do 2 cặp gen nằm trên NST thường phân li độc lập và không có tính trạng trung gian. Biết lông đen là tính trạng trội hoàn toàn so với lông nâu và đuôi ngắn là tính trạng trội hoàn toàn so với đuôi dài. Cho chuột P thuần chủng khác nhau về 2 cặp tính trạng tương phản màu lông và chiều dài đuôi giao phối với nhau thu được F_1 , tiếp tục cho F_1 tạp giao với nhau thu được F_2 .

- a. Hãy lập sơ đồ lai từ P đến F_2 .
- b. Nếu cho F_1 nói trên lai phân tích thì kết quả thu được sẽ như thế nào?

Hướng dẫn

Theo đề bài, ta quy ước gen:

A: lông đen ; a: lông nâu

B: đuôi ngắn; b: đuôi dài.

a. *Hãy lập sơ đồ lai từ P đến F_2 .*

Trường hợp 1:

$P_{T/C}$: (lông đen, đuôi ngắn) AABB x aabb (lông nâu, đuôi dài)

G_P : AB ab

F_1 : AaBb: 100% lông đen, đuôi ngắn.

Trường hợp 2:

$P_{T/C}$: (lông đen, đuôi dài) AAbb x aaBB(lông nâu, đuôi ngắn)

G_P : Ab aB

F_1 : AaBb: 100% lông đen, đuôi ngắn.

$F_1 \times F_1$: (lông đen, đuôi ngắn) AaBb x AaBb (lông đen, đuôi ngắn)

G_{F_1} : AB: Ab:aB:ab AB: Ab:aB:ab

F_2 :

	<i>AB</i>	<i>Ab</i>	<i>aB</i>	<i>ab</i>
<i>AB</i>	<i>AABB</i>	<i>AABb</i>	<i>AaBB</i>	<i>AaBb</i>
<i>Ab</i>	<i>AABb</i>	<i>AAbb</i>	<i>AaBb</i>	<i>Aabb</i>

<i>aB</i>	<i>AaBB</i>	<i>AaBb</i>	<i>aaBB</i>	<i>aaBb</i>
<i>ab</i>	<i>AaBb</i>	<i>Aabb</i>	<i>aaBb</i>	<i>aabb</i>

Kết quả:

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

KH: 9 lông đen, đuôi ngắn : 3 lông đen, đuôi dài : 3 lông nâu, đuôi ngắn : 1 lông nâu, đuôi dài.

b. Kết quả lai phân tích F_1 :

P: (lông đen, đuôi ngắn) *AaBb* x *aabb* (lông nâu, đuôi dài)

G: AB: Ab:aB:ab ab

F_b :

	<i>AB</i>	<i>Ab</i>	<i>aB</i>	<i>ab</i>
<i>ab</i>	<i>AaBb</i>	<i>Aabb</i>	<i>aaBb</i>	<i>aabb</i>

Kết quả:

KG: 1AaBb : 1Aabb : 1aaBb : 1aabb

KH: 1 lông đen, đuôi ngắn : 1 lông đen, đuôi dài : 1 lông nâu, đuôi ngắn : 1 lông nâu, đuôi dài.

II. BÀN LUẬN

Nếu bài toán không cho đủ dữ kiện để đi các bước như trên, chúng ta phải biện luận để suy luận thông tin của từng bước, sau đó viết sơ đồ lai kinh điển theo từng bước như trên để kiểm chứng suy luận của mình.

Cách giải trên khá dài. Việc vẽ khung Punnett thực sự là một trở ngại khi xét cùng một lúc nhiều tổ hợp giao tử. Nhiều bài toán không yêu cầu chúng ta phải tìm tất cả các kiểu gen và kiểu hình, ví dụ bài toán chỉ hỏi tỉ lệ cây hoa trắng trong trường hợp trên chẳng hạn thì việc vẽ khung Punnett thực sự lãng phí. Trong khi đó, một lời giải ngắn gọn, đầy đủ và “đẹp” sẽ là điều chúng ta cần hướng đến.

Chúng ta biết rằng, mọi bài toán lai đều trải qua 4 bước cơ bản đó là:

Bước 1: Bố mẹ giảm phân cho ra các giao tử

Bước 2: Giao tử của bố tổ hợp với giao tử của mẹ

Bước 3: Sự hình thành nên kiểu gen từ sự tổ hợp giao tử

Bước 4: Sự biểu hiện kiểu hình của các kiểu gen

Bài toán đi theo chiều $1 \rightarrow 2 \rightarrow 3 \rightarrow 4$ chúng ta tạm gọi đó là bài toán thuận. Trong đó, thông tin ở bước trước dùng để làm cơ sở suy luận cho bước sau. Dạng toán này tương đối đơn giản vì hầu như có “một nghiệm”. Tuy nhiên, một vài dạng của bài toán này cũng rất phức tạp.

Bài toán đi theo chiều $4 \rightarrow 3 \rightarrow 2 \rightarrow 1$ chúng ta tạm gọi đó là bài toán ngược. Trong đó, thông tin ở bước sau dùng làm cơ sở để suy luận cho bước trước. Dạng này tương đối khó hơn, vì có “nhiều nghiệm”.

Chúng ta sẽ đi giải quyết 2 bài toán lớn này trong bài kế tiếp.

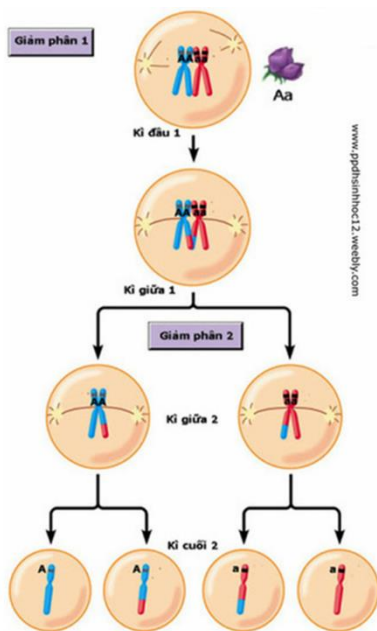
BÀI 8. BÀI TOÁN THUẬN

Một bài toán lai thông thường bao giờ cũng có 4 khâu cơ bản: giảm phân tạo giao tử, tổ hợp các giao tử, hình thành kiểu gen, biểu hiện kiểu hình. Chúng ta sẽ đi chi tiết từng khâu.

I. GIẢM PHÂN TẠO GIAO TỬ

1. Giảm phân ở cơ thể có kiểu gen phân li độc lập

Xét cơ thể có kiểu gen Aa giảm phân, ta có $Aa \rightarrow A + a$



Chứng minh

Kì đầu 1 tế bào Aa nhân đôi nên ta sẽ có tế bào mang $2n$ kép ($AAaa$).

Đến kì giữa tế bào xếp thành 2 hàng:

$$(AA \text{ --- } aa)$$

Lưu ý tế bào sẽ không xếp theo kiểu

$$(Aa \text{ --- } Aa)$$

Bởi do A và A dính nhau ở tâm động, a và a cũng dính nhau ở tâm động như hình bên. Do đó chúng sẽ đứng cùng nhau và di chuyển cùng nhau.

Đến kì sau chúng ta có 2 tế bào con mang n kép là AA và aa .

Đến kì giảm phân 2, kì này thực chất là nguyên phân

AA nguyên phân cho ra 2 tế bào con là A, A

aa nguyên phân cho ra 2 tế bào là a, a

Tỉ lệ giữa A và a là $2:2 = 1:1$. Để cho gọn chúng ta coi Aa giảm phân cho ra A và a với xác suất (tỉ lệ) bằng nhau nên ta có thể viết gọn thành biểu thức $(A + a)$. Nếu lấy xác suất chúng ta có $Aa \rightarrow \left(\frac{1}{2}A + \frac{1}{2}a\right)$

Xét cơ thể có kiểu gen $AaBb$ giảm phân ta có $AaBb \rightarrow (A + a)(B + b)$

Chứng minh

Nếu cơ thể có bộ NST $AaBb$ giảm phân thì sau kì đầu, các NST đã được nhân đôi và ở trong trạng thái kép, vào kì giữa các NST kép này xếp thành 2 hàng tương ứng với nhau theo sơ đồ:

$$AaBb \rightarrow AAaaBBbb \rightarrow \begin{pmatrix} AA & - & - & - & - & aa \\ BB & - & - & - & - & bb \end{pmatrix} \text{ hoặc } \begin{pmatrix} AA & - & - & - & - & aa \\ bb & - & - & - & - & BB \end{pmatrix}$$

Lúc này ta thấy vị trí đứng của Alen sự là sự tổ hợp của $(AA + aa)$ với $(BB + bb)$ nên ta có biểu thức $(AA + aa)(BB + bb)$

Khi bước vào giảm phân 2, bộ NST sẽ giảm đi một nửa từ n kép chuyển thành n đơn nên ta có thể khai triển biểu thức $(AA + aa)(BB + bb)$

$$(AA + aa)(BB + bb) \rightarrow (A + a)(B + b) = AB + Ab + aB + ab.$$

Vậy chúng ta có thể biểu diễn quá trình giảm phân của $AaBb$ về dạng biểu thức là $(A + a)(B + b)$, mà $(A + a)$ là kết quả của giảm phân của Aa , $(B + b)$ là kết quả giảm phân của Bb , do đó $(A + a)(B + b) = Aa.Bb$.

Ta có thể viết tóm tắt quá trình giảm phân của cơ thể $AaBb$ như sau:

$$AaBb = Aa.Bb \rightarrow (A + a)(B + b) = AB + Ab + aB + ab$$

Nếu như lấy xác suất chúng ta có:

$$AaBb = Aa.Bb \rightarrow \left(\frac{1}{2}A + \frac{1}{2}a\right)\left(\frac{1}{2}B + \frac{1}{2}b\right) = \frac{1}{4}AB + \frac{1}{4}Ab + \frac{1}{4}aB + \frac{1}{4}ab$$

Để đơn giản hơn chúng ta có cách hiểu như sau: Ta biết rằng các nhiễm sắc thể thông thường đứng với nhau từng cặp nên bộ NST sẽ là $2n$. Khi giảm phân, bộ nhiễm sắc thể giảm còn một nửa nên có n NST, ứng với n NST này chúng ta có n vị trí, mỗi vị trí chúng ta có nhiều các lựa chọn Alen khác nhau, nên giao tử tạo ra bằng tích số cách chọn của n vị trí.

$$2n \begin{pmatrix} - & - & \dots & -(n) \\ - & - & \dots & -(n) \end{pmatrix} \underline{\text{giảm phân}} \quad n(\downarrow \quad \dots \quad \downarrow)$$

Mỗi cặp gạch đối diện trên dưới tương đương cho 1 cặp NST, mỗi gạch tương đương cho 1 NST tương đương với 1 vị trí, dấu mũi tên thể hiện số cách chọn Alen khác nhau.

Ví dụ $AaBbDd$ khi giảm phân, bộ nhiễm sắc thể $2n = 6$ giảm đi một nửa, do đó chúng ta sẽ có 3 vị trí đứng của alen. Vị trí thứ nhất có 2 cách chọn hoặc là A hoặc là a; thứ 2 có 2 cách chọn hoặc là B hoặc là b; vị trí thứ 3 cũng có 2 cách chọn hoặc là D hoặc là d nên chúng ta có $2.2.2 = 8$ loại giao tử.

Cụ thể

$$AaBbDd \rightarrow \underbrace{(A + a)}_{\text{vị trí số 1}} \underbrace{(B + b)}_{\text{vị trí số 2}} \underbrace{(D + d)}_{\text{vị trí số 3}}$$

$$= ABD + AbD + aBD + abD + ABd + Abd + aBd + abd$$

Quá trình tạo giao tử có kiểu gen phân li độc lập, mỗi gen có 2 alen cần nhớ

Xét phép lai $AaBb \times AaBb$

$$\text{Để dàng ta có } AaBb \times AaBb \rightarrow (Aa \times Aa)(Bb \times Bb)$$

$$= 1AABB + 2AaBB + 2AABb + 4AaBb = 9(A - B -)$$

$$= 1Aabb + 2Aabb = 3(A - bb)$$

$$= 1aaBB + 2aaBb = 3(aaB -)$$

$$= 1aabb$$

Ta có $4AaBb$ giảm phân cho ra $1AB + 1Ab + 1aB + 1ab$. Tương tự $2AaBB$ cho ra $1AB + 1aB$ nên ta có các kết quả:

$$9P_{A-B-} \rightarrow 4AB + 2Ab + 2aB + 1ab$$

$$3P_{A-bb} \rightarrow 2Ab + 1ab$$

$$3P_{aaB-} \rightarrow 2aB + 1ab$$

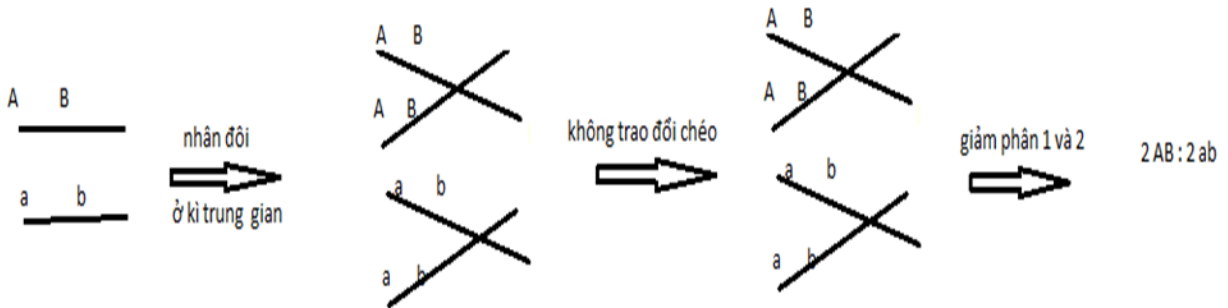
$$1P_{aabb} \rightarrow 1ab$$

2. Quá trình tạo giao tử có kiểu gen liên kết và hoán vị

Giảm phân ở cơ thể mang $\frac{AB}{ab}$ có xảy ra trao đổi chéo:



Giảm phân ở cơ thể mang $\frac{AB}{ab}$ không xảy ra trao đổi chéo



Chúng ta nhận thấy rằng cơ thể $\frac{AB}{ab}$, quá trình giảm phân xảy ra trao đổi chéo cho ra 4 tế bào với tỉ lệ $1AB:1Ab:1aB:1ab$. Giảm phân không xảy ra trao đổi chéo chúng ta thu được 4 loại tế bào với tỉ lệ $2AB:2AB$. Do trong cơ thể không phải tế bào nào cũng xảy ra trao đổi chéo, nên tỉ lệ các loại giao tử tạo ra khác nhau.

Gọi số tế bào xảy ra trao đổi chéo là x ; số tế bào không xảy ra trao đổi chéo là y ta có:

Giao tử xảy ra trao đổi chéo: $xAB:xAb:xaB:xab$

Giao tử không xảy ra trao đổi chéo: $2yAB:2yab$

Tỉ lệ giao tử trao đổi chéo là $(Ab + aB) = \frac{2x}{4x+4y}$

Tỉ lệ giao tử không xảy ra trao đổi chéo là $(AB + ab) = \frac{2x+4y}{4x+4y}$

Nếu đặt $f = \frac{2x}{4(x+y)}$

Ta được $Ab = aB = \frac{f}{2}$; $AB = ab = \frac{1-f}{2}$

Tóm lại chúng ta có:

$$f = \frac{\text{tỉ lệ giao tử hoán vị}}{\text{tổng số giao tử tạo ra}}$$

Chúng ta thể gọi f là tỉ lệ hoán vị hoặc tần số hoán vị đều được. Nhưng xét về thuật ngữ tần số thấy chưa đúng, vì tần số hay liên tưởng đến số lần của một hiện tượng nào đó lặp lại trên một đơn vị thời gian.

Ví dụ xét cơ thể $\frac{AB}{ab}$ giảm phân có $f = 0,3$ thì

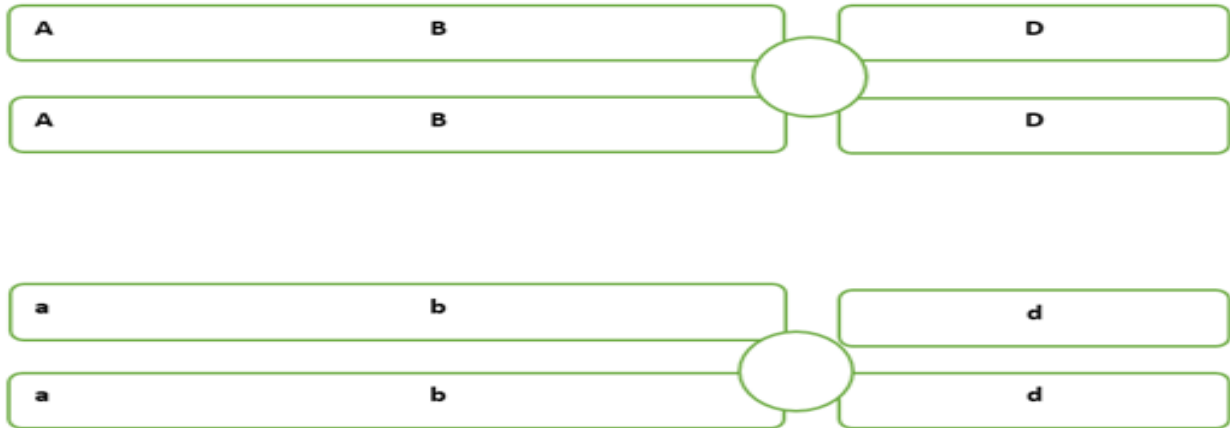
Giao tử liên kết: $AB = ab = \frac{1-f}{2} = 0,35$

Giao tử hoán vị: $Ab = aB = \frac{f}{2} = 0,15$

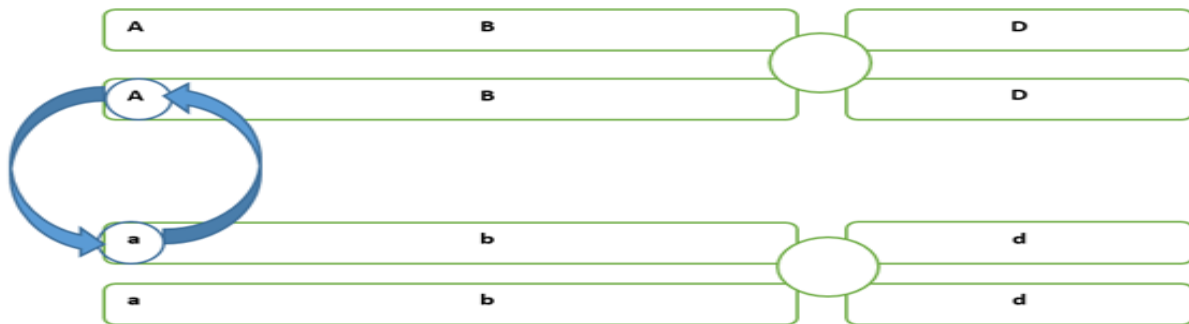
Hoán vị gen có 3 cặp gen liên kết trên cùng 1NST

Xét có thể có kiểu gen $\frac{ABD}{abd}$ giảm phân

Gọi x tế bào không xảy ra trao đổi chéo, cơ thể không trao đổi chéo sẽ tạo ra 2 loại giao tử liên kết với số lượng và tỉ lệ bằng nhau nên ta có $2x \underline{ABD} + 2x \underline{abd}$



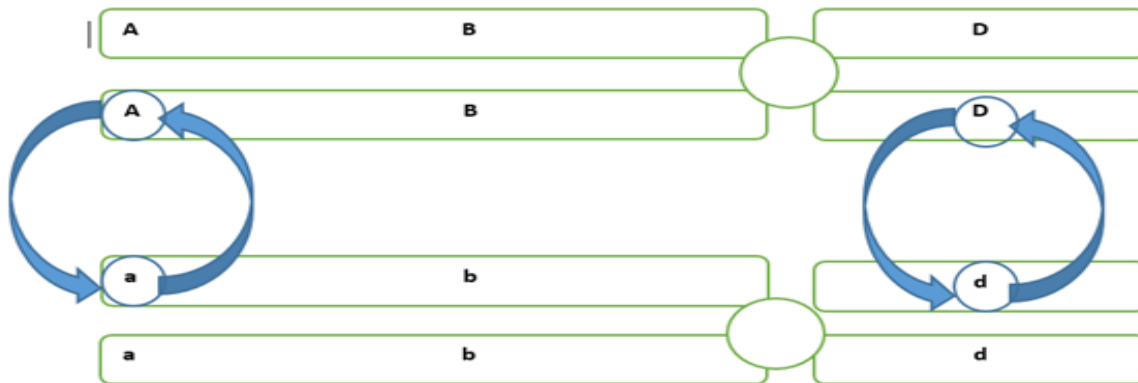
Có y tế bào xảy ra trao đổi chéo chỉ duy nhất tại điểm thứ nhất (tức hoán đổi vị trí giữa A và a) nên chúng ta có 4 loại giao tử với tỉ lệ giao tử liên kết là $y \underline{ABD} + y \underline{abd}$; giao tử hoán vị là $y \underline{Abd} + y \underline{aBD}$.



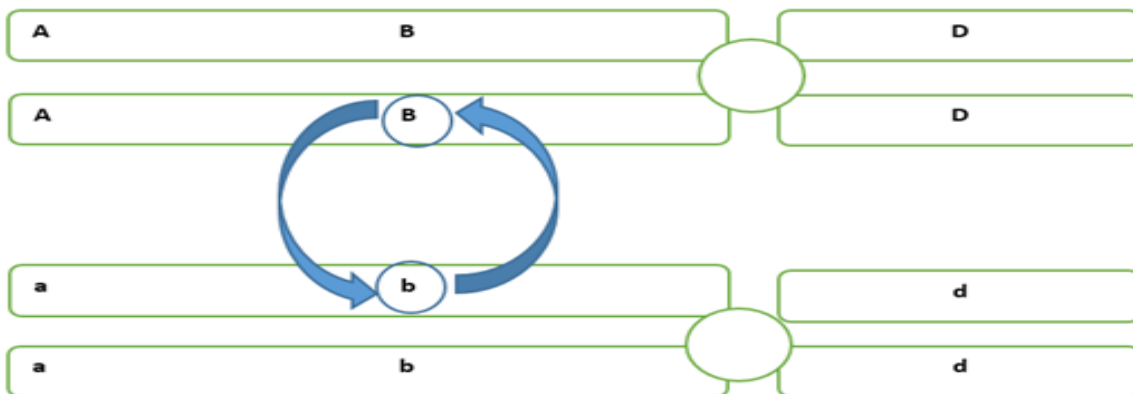
Có z tế bào xảy ra trao đổi chéo chỉ duy nhất tại điểm thứ hai (tức hoán đổi vị trí giữa D và d) nên chúng ta có 4 loại giao tử với tỉ lệ giao tử liên kết là $z \underline{ABD} + z \underline{abd}$; giao tử hoán vị là $z \underline{ABd} + z \underline{abD}$.



Có t tế bào xảy ra trao đổi chéo đồng thời tại 2 điểm tức hoán đổi vị trí B và b cho nhau nên chúng ta có 4 loại giao tử với tỉ lệ giao tử liên kết là $t \underline{ABD} + t \underline{abd}$; giao tử hoán vị là $t \underline{AbD} + t \underline{aBd}$.



Chúng ta có thể xem như B hoán đổi cho b mặc dù thực thể không xảy ra như vậy.



Cho $x + y + z + t = 1$ ta có

Tỉ lệ giao tử chứa hoán vị tại điểm thứ nhất tức tại (A,a) là

$$y \underline{Abd} + y \underline{aBD} + t \underline{AbD} + t \underline{aBd} = 2y + 2t$$

Tỉ lệ giao tử chứa hoán vị tại điểm thứ 2 tức tại (D,d) là

$$z_{ABd} + z_{abD} + t_{AbD} + t_{aBd} = 2z + 2t$$

Tỉ lệ giao tử chứa hoán vị đồng thời tại điểm thứ nhất và điểm thứ 2 tức tại (A,a) và (D,d) là

$$t_{AbD} + t_{aBd} = 2t$$

Từ kết quả trên, nếu chúng ta đặt:

Tần số trao đổi chéo tại điểm thứ nhất (giữa A và B) là f_1

Tần số trao đổi chéo tại điểm thứ 2 (giữa B và D) là f_2

Tần số trao đổi chéo đồng thời tại điểm thứ nhất và thứ 2 là f_{12}

khoảng cách là d

Chúng ta có thể biểu diễn các biểu thức trên lại thành:

$$\begin{cases} f_1 = 2y \\ f_2 = 2z, \\ f_{12} = 2t \end{cases} \quad \begin{cases} d_{AB} = f_1 + f_{12} \\ d_{BD} = f_2 + f_{12} \end{cases} \quad f_{12} = d_{AB} \cdot d_{BD}$$

Theo quy tắc xác suất, tần số trao đổi chéo tại 2 điểm diễn ra cùng lúc theo lí thuyết sẽ bằng tích của d_{AB} và d_{BD} . Tức $f_{12} = d_{AB} \cdot d_{BD}$. Tuy nhiên, trong thực tế, f_{12} đã “nhường” bớt tỉ lệ cho cho f_1 và f_2 do đó, giá trị của f_{12} thực tế nhỏ hơn so với lí thuyết. Trong $d_{AB} \cdot d_{BD}$ khả năng thì thực tế chỉ xảy một số khả năng trong đó. Để biểu thị khả năng xảy ra f_{12} trong thực tế, người ta dùng hệ số trùng lặp C. Theo đó

$$C = \frac{f_{12} \text{ thực tế}}{f_{12} \text{ lí thuyết}}$$

Cũng từ đây ta có nhận xét:

Tỉ lệ giao tử liên kết luôn luôn lớn nhất.

Chứng minh

$$4x + 2y + 2z + 2t > 2y + 2z + 2t$$

$$\Leftrightarrow f_{ik} > f_1 + f_2 + f_{12}$$

Tổng trao đổi chéo tại điểm thứ nhất, điểm thứ 2 và 2 điểm cùng lúc không vượt quá 50%.

Chứng minh

$$\text{Ta có } 2x + 2y + 2z + 2t > 2y + 2z + 2t$$

$$\Leftrightarrow 0.5 > f_1 + f_2 + f_{12}$$

Tổng trao đổi chéo đơn trừ đi trao đổi chéo tại 2 điểm cùng lúc luôn nhỏ hơn 50%.

Chứng minh

$$\begin{cases} d_{AB} = f_1 + f_{12} \\ d_{BD} = f_2 + f_{12} \end{cases}$$

$$\Leftrightarrow d_{AB} + d_{BD} = f_1 + f_2 + 2f_{12}$$

$$\Leftrightarrow d_{AB} + d_{BD} - f_{12} = f_1 + f_2 + f_{12} < 0.5$$

$$\Leftrightarrow d_{AB} + d_{BD} - d_{AB} \cdot d_{BD} < 0.5.$$

Trao đổi chéo tại điểm thứ nhất hoặc điểm thứ 2 luôn dễ xảy ra hơn so với trao đổi chéo tại 2 điểm cùng lúc nên $f_{12} < f_1; f_{12} < f_2$.

Ví dụ 1. cho khoảng cách giữa các gen như sau: $A - -10 - -B - - - 30 - - - D$. Tìm tỉ lệ giao tử liên kết của cơ thể $\frac{ABD}{abd}$.

Hướng dẫn

Theo giả thiết ta có $d_{AB} = 10.;$ $d_{BD} = 0.3$

$$f_{12} = d_{AB} \cdot d_{BD} = 0.03$$

$$f_1 = d_{AB} - f_{12} = 0.07$$

$$f_2 = d_{BD} - f_{12} = 0.27$$

$$\underline{ABD+abd} = 1 - f_1 - f_2 - f_{12} = 0.56$$

Ví dụ 2. Giả sử số lượng giao tử được tạo ra từ cơ thể mang 3 Alen liên kết với nhau trên cùng 1 NST nhưng chưa biết trật tự giữa chúng có số lượng như sau:

(A, B, D)	(a, b, d)	(A, b, d)	(a, B, D)	(A, B, d)	(a, b, D)	(A, b, D)	(a, B, d)
235	270	62	60	40	48	7	4

Xác định kiểu gen, khoảng cách giữa các gen và C?

Hướng dẫn

Theo kết quả chứng minh ở trên, ta có giao tử liên kết có tỉ lệ lớn nhất. Căn cứ theo giả thiết cho ta dễ dàng suy ra được giao tử (A, B, D) và (a, b, d) là 2 giao tử liên kết, vậy kiểu gen có dạng $\frac{(A,B,D)}{(a,b,d)}$.

Cũng theo chứng minh trên, giao tử hoán vị tại 2 điểm cùng lúc có tỉ lệ bé nhất nên (A, b, D) và (a, B, d) là các giao tử hoán vị tại 2 điểm cùng lúc. So với giao tử liên kết, chúng ta nhận xét thấy B và b đã đổi chỗ cho nhau nên B nằm giữa A và D .

Từ 2 suy luận trên, dễ dàng ta có kiểu gen là $\frac{ABD}{abd}$

$$d_{AB} = f_1 + f_{12} = \frac{62 + 60}{726} + \frac{7 + 4}{726} = 0.18$$

$$d_{BD} = f_2 + f_{12} = \frac{40 + 48}{726} + \frac{7 + 4}{726} = 0.14$$

$$C = \frac{\frac{7 + 4}{726}}{0.18 \times 0.14} = 0.6$$

(tức trao đổi chéo tại 2 điểm cùng lúc chỉ xảy ra 60%)

vậy $A - - - 18 - - - B - - 14 - - D$

Mở rộng trao đổi chéo kép

Cũng xét cơ thể có kiểu gen $\frac{ABD}{abd}$ giảm phân như trên.

Tỉ lệ giao tử chứa hoán vị (A,a) (tức khoảng cách A, B) là

$$y\text{Abd} + y\text{aBD} + t\text{AbD} + t\text{aBd} = 2y + 2t$$

Tỉ lệ giao tử chứa hoán vị tại (D,d) (tức khoảng cách B, D) là

$$z\text{ABd} + z\text{abD} + t\text{AbD} + t\text{aBd} = 2z + 2t$$

Tỉ lệ giao tử chứa hoán vị đồng thời tại (A,a) và (D,d) là

$$t\text{AbD} + t\text{aBd} = 2t$$

Tỉ lệ giao tử hoán vị tại (A,a) và (D,d) tức khoảng cách giữa A, D là

$$y\text{Abd} + y\text{aBD} + z\text{ABd} + z\text{abD} + t\text{AbD} + t\text{aBd} = 2y + 2z + 2t$$

Khi tính tần số chúng ta đã quy chúng về toán xác suất, theo đó chúng ta phải tuân thủ

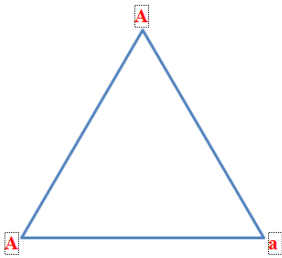
$$P(A \cup D) = P(A) + P(D) - P(A \cap D) = (2y + 2t) + (2z + 2t) - 2t = 2y + 2z + 2t$$

(đúng)

Theo trên, khoảng cách giữa A và D phải là $d(AD) = d(AB) + d(BD) - d(AB) \cdot d(BD)$.
 Có lẽ rằng $d(AB) \cdot d(BD)$ quá bé nên chúng ta coi như tích này bằng 0.

3. Quá trình tạo giao tử có kiểu gen đột biến

Giảm phân ở cơ thể tam nhiễm:



Xét cơ thể Aaa' , kì đầu NST nhân đôi nên ta có $AAaaa'a'$, kì giữa có 3 cách xếp hàng là

- $AA \text{ --- } aaa'a'$
- $AAaa \text{ --- } a'a$
- $AAa'a' \text{ --- } aa$

nên chúng ta có 3 cách phân li. Khi đó chúng ta sẽ có các giao tử là $2A + 2aa'$; $2Aa + 2a'$; $2Aa' + 2a$:

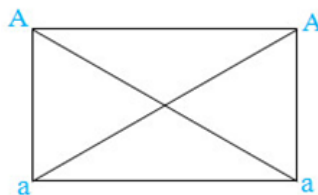
Chúng ta có thể vẽ hình tam giác với 3 đỉnh tương ứng với 3 NST A, a, a' . Lấy 3 đỉnh riêng lẻ và kết hợp 2 đỉnh bất kì với nhau chúng ta sẽ thu được các loại giao tử.

Ngoài ra chúng ta có thể kết hợp trực tiếp như sau. Aaa' chúng ta sẽ lấy lần lượt là A, a, a' sau đó chúng ta kết hợp A với a, A với a', a với a' chúng ta cũng có được các loại giao tử một cách nhanh chóng.

Ví dụ: cơ thể Aaa giảm phân sẽ cho các giao tử với tỉ lệ:

$$Aaa \rightarrow \frac{2}{6}Aa + \frac{1}{6}A + \frac{1}{6}aa + \frac{2}{6}a = 1$$

Giảm phân ở cơ thể $4n$



Xét cơ thể có kiểu gen $AA'aa'$, kì đầu NST nhân đôi nên ta có $AAA'A'aaa'a'$. Kì giữa có 3 cách xếp hàng là $AAA'A' - aaa'a'$; $AAaa - A'A'a'a'$; $AAa'a' - A'A'aa$ nên chúng ta có 3 cách phân li. Khi đó chúng ta sẽ có các giao tử là $2AA' - 2aa'$; $2Aa - 2A'a'$; $2Aa' - 2A'a$.

Chúng ta có thể vẽ hình vuông với 4 đỉnh tương ứng với 4 NST là A, A', a, a' . Kết hợp 2 đỉnh bất kì với nhau chúng ta sẽ thu được các loại giao tử.

Ngoài ra chúng ta có thể kết trực tiếp như sau. $AA'aa'$ chúng ta sẽ kết hợp lần lượt $AA', Aa, Aa', A'a, A'a', aa'$ chúng ta cũng có được các loại giao tử một cách nhanh chóng.

Ví dụ xác định tỉ lệ giao tử của kiểu gen $AAaa$ khi giảm phân.

$$AAaa \rightarrow \frac{1}{6}AA + \frac{4}{6}Aa + \frac{1}{6}aa$$

Trong thực tế, giao tử bất thường như $n + 1, n - 1, v, v$ ít có khả năng thụ tinh.

II. QUÁ TRÌNH TỔ HỢP GIAO TỬ

Tổ hợp giao tử là sự kết hợp ngẫu nhiên, do đó chúng ta có công thức tổng quát

Tổ hợp giao tử = giao tử bên bố x giao tử bên mẹ.

Nếu bố có n cặp NST, mẹ có n cặp NST, khi tổ hợp NST thì cặp số 1 sẽ tổ hợp tương ứng với cặp số 1, cặp số 2 tổ hợp với cặp 2, cặp 3 sẽ tổ hợp với cặp 3 v.v. Cứ thế cặp n sẽ tổ hợp với cặp n .

Để chứng minh cho nhận định trên, ta lấy ví dụ đơn giản: bố là $AaBbDd$, mẹ là $AaBbDD$ ta có thể viết quá trình tổ hợp lại như sau:

$$\text{bố x mẹ} = AaBbDd \times AaBbDD$$

$$\rightarrow (A + a)(B + b)(D + d) \times (A + a)(B + b)(D + D)$$

$$= (A + a)(A + a)(B + b)(B + b)(D + d)(D + D)$$

$$= (Aa \times Aa)(Bb \times Bb)(Dd \times DD) \text{ (đpcm)}$$

Ta có trường hợp nữa là $Aa \frac{BD}{bd} \times aa \frac{Bd}{bD}$ tương tự chúng ta có là $(Aa \times aa) \left(\frac{BD}{bd} \times \frac{Bd}{bD} \right)$

Ví dụ 1: cho phép lai $AaBbDD \times AaBbDd$. Tìm tỉ lệ kiểu gen mang 3 alen trội?

Hướng dẫn

$$\text{Ta có: } AaBbDD \times AaBbDd \rightarrow (Aa \times Aa)(Bb \times Bb)(DD \times Dd)$$

$$= \left(\frac{1}{2}A + \frac{1}{2}a \right) \left(\frac{1}{2}A + \frac{1}{2}a \right) \left(\frac{1}{2}B + \frac{1}{2}b \right) \left(\frac{1}{2}B + \frac{1}{2}b \right) (D) \left(\frac{1}{2}D + \frac{1}{2}d \right) \quad (1)$$

Do vai trò của các alen là như nhau nên ta có thể quy tất cả alen trội về x và alen lặn về y , khi đó:

$$(1) = \frac{1}{32} (x + y)^5 \cdot x = \frac{1}{32} \sum_{k=0}^5 C_5^k x^{k+1} \cdot y^{5-k}$$

Theo đề bài số số alen trội là 3 nghĩa là bậc của x bằng 3, suy ra $k = 2$

$$\text{Thay vào ta có: } \frac{C_5^2}{32} = \frac{10}{32} = \frac{5}{16}$$

Đối với phép lai có nhiều kiểu gen hơn thực hiện tương tự

Đặc biệt khi cho cá thể dị hợp hoàn toàn tự thụ, tỉ lệ đời con mang k alen trội là $\frac{C_n^k}{2^n}$

Ví dụ 2. Cho phép lai $AaBbDD \times aaBbDd$. Tìm tỉ lệ kiểu gen đời con mang 1 cặp gen dị hợp

$$\text{Ta có: } AaBbDD \times aaBbDd \rightarrow \left(\frac{1}{2}Aa + \frac{1}{2}aa\right) \left(\frac{1}{4}BB + \frac{1}{2}Bb + \frac{1}{4}bb\right) \left(\frac{1}{2}DD + \frac{1}{2}Dd\right) \quad (1)$$

Do vai trò của kiểu gen đồng hợp và dị hợp là như nhau nên ta có thể quy tất cả các kiểu gen trên về x, y . Trong đó x là kiểu gen dị hợp, y là kiểu gen đồng hợp, vậy:

$$(1) = \frac{1}{8} (x + y)^3 = \frac{1}{8} \sum_{k=0}^3 C_3^k x^k y^{3-k}$$

vì có 1 cặp gen dị hợp nên bậc của x bằng 1 hay $k = 1$, vậy giá trị cần tìm là $\frac{3}{8}$

Ví dụ 3: cho phép lai $\frac{BD}{bd} \times \frac{BD}{bd}$ với $f = 40\%$ xảy ra ở cả bố và mẹ. Tìm tỉ lệ kiểu hình chứa 2 alen trội.

Ta có $\frac{BD}{bd}$ giảm phân cho $\underline{BD} = \underline{ab} = 0.3$; $\underline{Bb} = \underline{bD} = 0.2$. Đặt giao tử có tỉ lệ 2 alen trội là x , 1 alen trội là y , 0 alen trội là z ta được.

$$x = 0.3; y = 0.4; z = 0.3$$

$$\frac{BD}{bd} \times \frac{BD}{bd} \rightarrow (x + y + z)^2$$

Phân tích $(x + y + z)^2$ ta được: $x^2 + y^2 + z^2 + 2xy + 2yz + 2xz$.

Tỉ lệ kiểu hình có 2 alen trội là: $y^2 + 2xz = 0.4^2 + 2 \times 0.3 \times 0.3 = 0.58$

Tổng quát

Trong trường hợp không phải tự thụ như trên hoặc kiểu gen có nhiều nhóm gen liên kết hơn ta có thể làm như sau.

Nếu bố giảm phân cho ra giao tử mang 0 alen trội, 1 alen trội, 2 alen trội,..., n alen trội tương đương với $x_0, x_1, x_2, \dots, x_n$. Tương tự mẹ cho ra $y_0, y_1, y_2, \dots, y_n$ thì ta có:

Tổ hợp bố mẹ là $(x_0 + x_1 + x_2 + \dots + x_n)(y_0 + y_1 + y_2 + \dots + y_n)$.

Ví dụ tìm tỉ lệ kiểu hình có 4 alen trội thì ta kẻ bảng như sau

Giao tử mang alen trội của bố	Giao tử mang alen trội của mẹ	con
0	4	x_0y_4
1	3	x_1y_3
2	2	x_2y_2
3	1	x_3y_1
4	0	x_4y_0

III. QUÁ TRÌNH HÌNH THÀNH NỀN KIỂU GEN.

Xét Phép lai $AaBbDd \times AaBbDD$, phép lai này được viết lại thành $(Aa \times Aa)(Bb \times Bb)(Dd \times DD)$.

Ta có $Aa \times Aa \rightarrow (A + a)(A + a) = AA + 2Aa + aa$ nên đời con cho ra 3 kiểu

Tương tự $Bb \times Bb$ cho ra 3 kiểu, $Dd \times DD$ cho ra 2 kiểu. Vậy số kiểu gen đời con sẽ là $3.3.2 = 18$ kiểu.

Tuy nhiên, không phải trường hợp nào người ta cũng cho các gen độc lập như trên. Trường hợp gen liên kết hoán vị, kiểu gen tạo ra sẽ lớn hơn nhiều.

Ví dụ phép lai $\frac{AB}{ab} \times \frac{AB}{ab}$ có hoán vị 2 bên cho ra 10 loại kiểu gen chứ không phải 9 kiểu như phép lai $AaBb \times AaBb$. Ta đi tìm công thức tổng quát.

1. Số kiểu gen tối đa chỉ xét phép lai trên 1 cặp NST thường.

Gọi N là số kiểu gen của đời con, x số giao tử khác nhau bên bố, y là số giao tử khác nhau bên mẹ, n là số giao tử giống nhau giữa bố và mẹ ta có:

$$N = xy - C_n^2$$

Chứng minh

Lai thực chất là xác suất gặp gỡ của các giao tử nên toán lai cơ bản cũng giống như toán tổ hợp và xác suất. Vì vậy khi cho 2 cá thể cùng loài lai với nhau ta có các kiểu gen có thể có của thế hệ con sẽ bằng tổng kiểu tổ hợp trừ đi tổ hợp giống nhau tức $N = xy - C_n^2$

Ta có cách chứng minh theo kiểu đại số như sau: Trong quá trình giảm phân của bố và mẹ, các giao tử đực có thể giống hoặc khác so với các giao tử cái, gọi số giao tử giống nhau giữa cá thể đực và cái là n , ta có mẹ sẽ cho ra $a + n$ giao tử khác nhau, bố sẽ cho ra $b + n$ giao tử khác nhau. Cho bố mẹ lai với nhau ta có biểu thức $(a + n)(b + n) = ab + an + bn + n^2$. Do $a \neq b \neq n$ nên các kiểu gen tạo ra từ tổ hợp a với b , b với n , a với n lần lượt bằng ab , bn , an . Tổ hợp n với n (tức n^2) vì các giao tử giống nhau hoàn toàn nên sẽ có n kiểu gen đồng hợp và C_n^2 kiểu gen dị hợp. Vậy số kiểu gen tạo ra từ n^2 là $n + C_n^2$.

$$\text{Lại có } n + C_n^2 = n^2 - C_n^2 \text{ nên}$$

$$(a + n)(b + n) = ab + an + bn + n^2$$

$$\rightarrow ab + an + bn + n + C_n^2$$

$$= ab + an + bn + n^2 - C_n^2$$

$$= (a + n)(b + n) - C_n^2$$

$$\text{Đặt } a + n = x, \quad b + n = y \text{ ta được: } xy - C_n^2$$

Ví dụ 1. xét phép lai $\frac{AB}{ab} \times \frac{AB}{ab}$ có hoán vị 2 bên. ta có $x = 4, y = 4, n = 4$ nên tổng số kiểu gen là $N = 4.4 - \frac{4^2 - 4}{2} = 5 + 2 + 2 + 1 = 10$

Kiểm chứng:

$$G_{A-B-}: \text{có 5 kiểu gen là } \frac{AB}{AB}; \frac{AB}{aB}; \frac{AB}{Ab}; \frac{AB}{ab}; \frac{Ab}{aB}$$

$$G_{A-bb}: \text{có 2 kiểu gen là } \frac{Ab}{Ab}; \frac{Ab}{ab}$$

$$G_{aaB-}: \text{có 2 kiểu gen là } \frac{aB}{aB}; \frac{aB}{ab}$$

$$G_{aabb}: \text{có 1 kiểu gen là } \frac{ab}{ab}$$

Ví dụ 2. cho $Aa \frac{BD}{bd} \times Aa \frac{BD}{bd}$, đời F1 có tối đa bao nhiêu kiểu gen?

hướng dẫn

$$\text{ta có } Aa \frac{BD}{bd} \times Aa \frac{BD}{bd} = (Aa \times Aa) \left(\frac{BD}{bd} \times \frac{BD}{bd} \right)$$

$$Aa \times Aa : x = 2, y = 2, n = 2 \rightarrow 2.2 - \frac{2^2 - 2}{2} = 3$$

$$\frac{BD}{bd} \times \frac{BD}{bd} : x = 4, y = 4, n = 4 \rightarrow 4.4 - \frac{4^2 - 4}{2} = 10$$

vậy số kiểu gen *F1 max* là: $3.30 = 30$ kiểu

2. Số kiểu gen trong quần thể

Để tìm số kiểu gen 1 cách nhanh chóng, chúng ta nên tìm số giao tử của mỗi cặp NST, sau đó chúng ta tìm số kiểu gen tạo nên từ mỗi cặp NST ấy, tích các kiểu gen có thể có của mỗi cặp NST chúng ta có số kiểu gen trong quần thể. Ví dụ.

Locus 1 trên NST số 1 có 2 alen là A, a

Locus 1 trên NST số 2 có 2 alen là B, b

Ta có Locus có 2 loại giao tử nên có 2 kiểu gen đồng hợp và $C_2^2 = 1$ kiểu gen dị hợp nên ta có 2 kiểu gen. Tương tự Locus 1 trên NST số 2 cũng có 3 kiểu gen. Vậy chúng ta có tất cả 9 kiểu.

Trong trường hợp 1 Locus có nhiều alen, trên NST có nhiều locus thì chúng ta tổng quát như sau:

Xét 1 locus có n alen trên 1 NST

Khi có n alen của một gen nằm trên cùng 1 NST thường thì sẽ có n kiểu gen đồng hợp và sẽ có C_n^2 kiểu gen dị hợp nên tổng số kiểu gen sẽ là $n + C_n^2 = \frac{n(n+1)}{2}$

Xét nhiều locus, mỗi locus có có nhiều alen trên 1 NST

Nếu có a_1 alen của locus thứ nhất, a_2 của locus thứ 2.....có a_n locus thứ n liên kết trên cùng 1 NST thường thì số giao tử tạo ra sẽ là $a_1 a_2 \dots a_n$. Nên kiểu gen tạo ra sẽ là $\frac{a_1 a_2 \dots a_n (a_1 a_2 \dots a_n + 1)}{2}$.

Chứng minh công thức này đơn giản vì nhiễm NST có 2 chiếc, chiếc thứ nhất có $a_1 a_2 \dots a_n$ loại, chiếc thứ 2 cũng có $a_1 a_2 \dots a_n$ loại. Kết hợp 2 chiếc thứ nhất và thứ 2 giống như công thức $N = \frac{n(n+1)}{2}$ nên ta có công thức tổng quát như trên.

Đối với gen liên kết với NST X, có hoặc không có alen trên Y thì số kiểu gen được suy luận như sau:

XX có 2 chiếc giống nhau hoàn toàn, ta có thể xem nó như NST thường vì vậy tính số kiểu gen như NST thường.

Số kiểu gen của XY sẽ bằng tích (giao tử khác nhau trên X) với (giao tử khác nhau trên Y)

3. Kiểu lai

Nếu có n kiểu gen thì sẽ có n phép lai tự thụ và C_n^2 phép lai không phải tự thụ nên số phép lai là $n + C_n^2$. Điều kiện nghiệm đúng là gen phải thuộc NST thường.

Trong trường hợp gen thuộc NST giới tính, kiểu gen bố sẽ khác mẹ hoàn toàn nên số phép lai bằng số kiểu gen giới cái nhân với số kiểu gen giới đực.

IV. QUÁ TRÌNH BIỂU HIỆN TỪ KIỂU GEN THÀNH TÍNH TRẠNG

Thông thường, do gen có tính trội lặn nên 1 hoặc nhiều kiểu gen sẽ biểu hiện 1 tính trạng. Ví dụ A: hoa đỏ, a: hoa trắng thì kiểu gen AA, Aa sẽ biểu hiện hoa đỏ, aa sẽ biểu hiện hoa trắng. Nhưng do 1 phân tử protein có thể là sự kết hợp của nhiều gen khác nhau nên chúng ta có nhiều gen sẽ biểu hiện 1 tính trạng, tiêu biểu chúng ta có hiện tượng tương tác trong trường hợp này.

Ví dụ: A-B-: hoa đỏ; A-bb: hoa trắng; aaB-: hoa trắng; aabb: hoa trắng.

1. Tỷ lệ kiểu hình

Công thức tổng quát của phép lai trên 1 cặp NST

$$C_n = P_0 + P_1 + \dots + P_n$$

Chứng minh

Giả sử trong kiểu hình P_{A-bb} . Ta có vị trí khuyết chỉ có thể là A hoặc a nên kiểu hình trong trường hợp này là $P_{AAbb} + P_{Aabb}$. Kiểu hình này là tổ hợp tối đa của các giao tử mang các alen (A, a, b). Từ đây, chúng ta suy luận rằng bố và mẹ sẽ cho tối đa 2 loại giao tử đó là Ab và ab . Vậy kiểu hình này bắt nguồn từ tổ hợp $(Ab + ab)(Ab + ab)$. Trường hợp cá thể bên nào đó không có giao tử ab thì ta mặc định rằng giá trị của $ab = 0$.

Ví dụ phép lai là $\frac{AB}{ab} \times \frac{AB}{ab}$, thì tỷ lệ $P_{A-bb} = \frac{(Ab + ab)(Ab + ab)}{ab}$.

Tương tự, nếu chúng ta xét kiểu hình P_{A-B-} thì vị trí khuyết thứ nhất có thể là A hoặc a. Vị trí khuyết thứ 2 có thể là B hoặc b nên kiểu hình này là tổ hợp tối đã của các giao tử mang alen (A, a, B, b) với nhau. Do đó chúng ta sẽ có biểu thức:

$$(AB + Ab + aB + ab)(AB + Ab + aB + ab)$$

Trong tổ hợp này khi khai triển chúng ta được kết quả là $P_{A-B-} + P_{A-bb} + P_{aaB-} + P_{aabb}$.

$$\text{Mặc khác, } P_{A-bb} = (Ab + ab)(Ab + ab) - \frac{ab}{ab}$$

$$\text{Tương tự, } P_{aaB-} = (aB + ab)(aB + ab) - \frac{ab}{ab}$$

$$P_{aabb} = \frac{ab}{ab}$$

$$\text{Nên } P_{A-B-} = (AB + Ab + aB + ab)(AB + Ab + aB + ab) - \left((Ab + ab)(Ab + ab) - \frac{ab}{ab} \right) - \left((aB + ab)(aB + ab) - \frac{ab}{ab} \right) - \frac{ab}{ab}$$

$$= (AB + Ab + aB + ab)(AB + Ab + aB + ab) - (Ab + ab)(Ab + ab) - (aB + ab)(aB + ab) + \frac{ab}{ab}$$

Nếu chúng ta đặt

$$C_{A,a,B,b} = (AB + Ab + aB + ab)(AB + Ab + aB + ab)$$

$$C_{A,a,b,b} = (Ab + ab)(Ab + ab)$$

$$C_{a,a,B,b} = (aB + ab)(aB + ab)$$

$$C_{a,a,b,b} = (ab). (ab)$$

Thì biểu thức trên được viết lại thành

$$C_{A,a,B,b} = P_{A-B-} + P_{A-bb} + P_{aaB-} + P_{aabb}$$

$$\Leftrightarrow C_{A,a,B,b} = P_{A-B-} + (C_{A,a,b,b} - C_{a,a,b,b}) + (C_{a,a,B,b} - C_{a,a,b,b}) + C_{a,a,b,b}$$

Để cho gọn hơn chúng ta chỉ đếm số Alen trội. Cụ thể:

$$C_{A,a,B,b} = C_{A,B} = C_2$$

$$C_{A,a,b,b} = C_A = C_1$$

$$C_{a,a,B,b} = C_B = C_1$$

$$C_{a,a,b,b} = C_0$$

$$P_{A-B-} = P_{AB} = P_2$$

$$P_{A-bb} = P_A = P_1$$

$$P_{aaB-} = P_B = P_1$$

$$P_{aabb} = P_0$$

$$\text{Ta thu được } C_2 = P_0 + P_1 + P_2$$

$$\text{Suy rộng ra } C_n = P_0 + P_1 + \dots + P_n$$

Trường hợp trên chỉ xét các Alen liên kết trên 1 cặp NST. Khi các gen thuộc nhiều cặp NST các nhau ví dụ như AaBb thì chúng ta có biến đổi như sau:

$$\begin{aligned} AaBb \times AaBb &\rightarrow (A + a)(B + b) \times (A + a)(B + b) \\ &= (Aa \times Aa)(Bb \times Bb) \\ &= (P_{A-} + P_{aa})(P_{B-} + P_{bb}) \end{aligned}$$

2. Tỷ lệ kiểu hình khi xét 2 gen liên kết trên 1 nst

$$P_{A-bb} = 0.25 - P_{aabb}$$

$$P_{aaB-} = 0.25 - P_{aabb}$$

$$P_{A-B-} = 0.5 + P_{aabb}$$

Chứng minh

Khi cho cá thể có cặp gen liên kết trên NST lai với nhau ta có công thức:

$$C_n = P_0 + P_1 + \dots + P_n$$

$$P_A = C_A - P_0 \Leftrightarrow P_{A-bb} = (Ab + ab)(Ab + ab) - aabb$$

$$P_B = C_B - P_0 \Leftrightarrow P_{aaB-} = (aB + ab)(aB + ab) - aabb$$

Trong giảm phân với tần số f bất kì ở kiểu gen $\frac{AB}{ab}$ hoặc $\frac{Ab}{aB}$ ta luôn có $Ab + ab = 0.5$. Hoặc trong trường hợp phân li độc lập ta cũng có $Ab + ab = 0,5$. Do đó công thức trên được thu gọn lại thành:

$$P_{A-bb} = 0.25 - P_{aabb}$$

$$P_{aaB-} = 0.25 - P_{aabb}$$

$$C_{AB} = P_0 + P_A + P_B + P_{AB}$$

$$\Leftrightarrow P_{A-B-} = 1 - (P_{A-bb} + P_{aaB-} + P_{aabb}) = 0.5 + P_{aabb}$$

Ví dụ tính tỉ lệ $P_{A-bb}, P_{aaB-}, P_{A-B-}$ của phép lai $\frac{AB}{ab} \times \frac{AB}{Ab}$ với $f = 0.3$

Hướng dẫn

$$\text{Ta có } C_A = P_A + P_0 \Leftrightarrow (Ab + ab)(Ab + ab) = P_{A-bb} + P_{aabb}$$

$$\frac{AB}{ab} \text{ với } f = 0.3 \Rightarrow (Ab + ab) = 0.5; ab = 0.45$$

$$\frac{AB}{Ab} \text{ với } f = 0.3 \Rightarrow (Ab + ab) = 0.5; ab = 0$$

$$\Rightarrow P_{A-bb} = 0.5 \times 0.5 - 0 = 0.25$$

tương tự

$$P_{aaB-} = (aB + ab)(aB + ab) - P_{aabb}$$

$$\Leftrightarrow P_{aaB-} = 0.5(0 + 0) - 0 = 0$$

$$P_{A-B-} = 1 - 0.25 - 0 - 0 = 0.75$$

3. Xét 3 gen liên kết trên 1 nst

Ví dụ $\frac{ABD}{abd}$

Ta có

$$C_{ABD} = P_{ABD} + P_{AB} + P_{AD} + P_{BD} + P_A + P_B + P_D + P_0$$

$$P_0 = P_{aabbdd}$$

$$P_A = (Abd + abd)(Abd + abd) - aabbdd = C_A - P_0$$

P_B, P_D tương tự

$$C_{AB} = P_{AB} + P_A + P_B + P_0 \Leftrightarrow P_{AB} = C_{AB} - P_A - P_B - P_0$$

$$\Leftrightarrow P_{AB} \text{ (tức } A - B - dd) = C_{AB} - (C_A - P_0) - (C_B - P_0) - P_0$$

$$= C_{AB} - C_A - C_B + P_0$$

BÀI 9. BÀI TOÁN NGƯỢC

Việc tính toán đi từ giao tử, đến kiểu gen, từ kiểu gen đến tính trạng là bài toán thuận, dạng này đơn giản. Nhưng hầu hết các bài toán lại đều là bài toán ngược. Chúng ta có các dạng sau.

Từ kiểu hình đời con tìm số kiểu gen đời con

Từ kiểu hình đời con tìm kiểu gen bố và mẹ

Từ kiểu hình đời con tìm số phép lai của bố và mẹ

Chúng ta sẽ đi giải quyết từng trường hợp.

I. TỪ KIỂU HÌNH ĐỜI CON SUY NGƯỢC SỐ KIỂU GEN TỐI ĐA CỦA ĐỜI CON

Với n là số tính trạng trội, gen liên kết trên NST ta có số kiểu gen tối đa về tính trạng ấy là

$$KG_{max} = \frac{3^n + 1}{2}$$

Chứng minh

Thông thường chúng ta xét mỗi gen có 2 alen. Những công thức phía dưới chỉ áp dụng cho trường hợp gen có 2 alen. Đây là điều kiện thường gặp nhất.

Xét kiểu hình P_{A-B-} . Gen thuộc NST thường, Mỗi gen có 2 Alen nằm độc lập với nhau thì có số kiểu gen sẽ là: $(AA + Aa).(BB + Bb) = 2.2 = 4$

Nếu A liên kết với B thì:

$\frac{AB}{AB}$:hoán đổi vị trí giữa A, B vẫn như nhau số kiểu gen sẽ là 1

$\frac{AB}{Ab}$ tương tự số kiểu gen trong trường hợp này sẽ là 1

$$\frac{AB}{aB} = 1$$

$\frac{AB}{ab}$ kiểu gen này khi hoán đổi vị trí giữa A, a; giữa B, b ta có thêm 1 kiểu nữa là $\frac{Ab}{aB}$ nên số kiểu gen là 2

Vậy A liên kết với B thì kiểu hình P_{A-B-} có số kiểu gen tối đa là 5 kiểu.

Ta thử xét thêm kiểu hình P_{A-B-D-} (A, B, D thuộc NST thường)

Nếu A độc lập với B, B độc lập với D thì ta có số kiểu gen sẽ là $(A-)(B-)(D-) = 2.2.2 = 8$

Nếu A liên kết với B, B độc lập với D thì ta có số kiểu gen sẽ là $(A-B-)(D-) = 5.3 = 15$. Ta có thể xét thêm trường hợp A liên kết với D và độc lập với B. Tương tự ta có 15 kiểu nữa.

Nếu A liên kết với B và liên kết với D thì ta có:

0 cặp gen dị hợp $\frac{ABD}{ABD}$ cho ra 1 kiểu gen khi hoán đổi vị trí alen

có 1 cặp gen dị hợp: $\frac{ABD}{aBD} = 1$, vai trò a,b,d như nhau nên ta có 3 kiểu: $C_3^1 \cdot 2^0$

có 2 cặp dị hợp $\frac{ABD}{abD}$ ta có thêm 6 kiểu: $C_3^2 \cdot 2^1$

3 cặp gen dị: $\frac{ABD}{abd}$ ta có thêm 4 kiểu: $C_3^3 \cdot 2^2$

cộng hết lại $1 + 3 + 6 + 4 = 14$ kiểu

từ dẫn chứng trên ta thấy kiểu gen tuân theo quy luật $C_n^k \cdot 2^{k-1}$ với:

n: số tính trạng trội

k: số cặp dị hợp trong kiểu gen cụ thể nào đó

Tổng số kiểu gen tạo ra tối đa sẽ là $S_n = 1 + C_n^1 \cdot 2^0 + C_n^2 \cdot 2^1 + \dots + C_n^k \cdot 2^{k-1}$

cho *n* chạy vài giá trị ta thu được:

$$n = 1: S = 2$$

$$n = 2: S = 5 = 2 + 3^1$$

$$n = 3: S = 14 = 2 + 3^1 + 3^2$$

$$n = 4: S = 41 = 2 + 3^2 + 3^3$$

$$n = 5: S = 122 = 2 + 3^1 + 3^2 + 3^3 + 3^4$$

từ công thức trên nhận thấy đây là cấp số nhân với công bội $q = 3$

$$S_{\max} = 2 + \frac{1(3^n - 1)}{3 - 1} = \frac{3^n + 1}{2}$$

Vậy ta tổng quát được công thức

$$KG_{\max} = \frac{3^n + 1}{2}$$

với n là số tính trạng trội, công thức này chỉ áp dụng cho nhiều gen 2 alen thuộc 1 cặp NST thường

VÍ DỤ 1

tìm kiểu gen tối đa của kiểu hình $P_{A-B-}, P_{aaB-}, P_{A-bb}, aabb$ biết A liên kết với B trên 1 cặp NST thường

HƯỚNG DẪN

$$P_{A-B-}: n = 2; S = \frac{3^2 + 1}{2} = 5$$

$$P_{aaB-} = P_{A-bb}: n = 1; S = \frac{3^1 + 1}{2} = 2$$

$$P_{aabb}: n = 0; S = \frac{3^0 + 1}{2} = 1$$

VÍ DỤ 2

tìm kiểu gen tối đa của kiểu hình P_{A-B-D-}, P_{aaB-D-} khi lai $Aa \frac{BD}{bd} \times Aa \frac{BD}{bd}$ có hoán vị 2 bên

P_A có 2 kiểu là AA, Aa ; P_{B-D-} có 5 kiểu gen nên P_{A-B-D-} có 10 kiểu gen

$P_{aaB-D-} = 1 \times 5$ nên có 5 kiểu

II. TỪ KIỂU HÌNH ĐỜI CON SUY NGƯỢC KIỂU GEN CỦA BỐ MẸ

PHƯƠNG PHÁP ĐA THỨC

xét phép lai $Aa \times Aa$ có:

$$\begin{aligned} Aa \times Aa &\rightarrow (A + a). (A + a) = (A + a)^2 \\ &= A^2 + 2Aa + a^2 = AA + 2Aa + aa \end{aligned}$$

Ta nhận thấy rằng tìm kiểu gen, kiểu hình đời con từ kiểu gen, kiểu hình của bố mẹ giống như khai triển đa thức $Q = Aa \times Aa$. Việc tìm kiểu gen kiểu hình của bố mẹ cũng giống phân tích đa thức thành nhân tử $AA + 2Aa + aa$ thành $Aa \times Aa$. Nên đây có lẽ là được xem phương pháp phân tích đa thức thành nhân tử để tìm kiểu gen bố mẹ. Phương pháp này chỉ thuận lợi khi tỉ lệ phân tính chung không biến đổi.

Ví dụ. Cho cây đỗ trơn tự thụ đời con thu được 6 đỗ trơn : 3 vàng trơn : 3 hồng trơn : 2 đỗ nhăn : 1 vàng nhăn : 1 hồng nhăn. Tìm kiểu gen đơn giản nhất của P.

Hướng dẫn

Ta có

6 đỏ trơn + 3 vàng trơn + 3 hồng trơn + 2 đỏ nhẵn + 1 vàng nhẵn + 1 hồng nhẵn

= 3 trơn (2 đỏ + 1 vàng + 1 hồng) + 1 nhẵn (2 đỏ + 1 vàng + 1 hồng)

= (3 trơn + 1 nhẵn)(2 đỏ + 1 vàng + 1 hồng)

$$= (Aa \times Aa) \left(\frac{Bd}{bD} \times \frac{Bd}{bD} \right)$$

$$= Aa \frac{Bd}{bD} \times Aa \frac{Bd}{bD}$$

Vậy kiểu gen P là $Aa \frac{Bd}{bD}$

Chúng ta nhận thấy rằng, việc phân tích kiểu hình thành nhân tử thuận lợi khi chúng ta biết được tỉ lệ phân tính riêng. Ta có các tỉ lệ phân tính riêng thường gặp.

Chúng ta thừa nhận rằng tỉ lệ 3:1 có được từ phép lai đơn giản nhất là $Aa \times Aa$ hoặc $\frac{AB}{ab} \times \frac{AB}{ab}$ mà không có hoán vị. Tỉ lệ 1:2:1 từ phép lai $Aa \times Aa$ với các kiểu gen trội không hoàn toàn hoặc gen liên kết lai với nhau. Phép lai cho tỉ lệ 1: 2: 1 nên nhớ

$$\frac{Ab}{aB} \times \frac{Ab}{aB}; \quad \frac{Ab}{aB} \times \frac{AB}{ab}; \quad \frac{Ab}{aB} \times \frac{Ab}{ab}; \quad \frac{Ab}{aB} \times \frac{aB}{ab}; \quad \frac{AB}{ab} \times \frac{Ab}{ab}; \quad \frac{AB}{ab} \times \frac{aB}{ab}$$

Phép lai cho tỉ lệ 1: 1: 1: 1

$$\frac{Ab}{ab} \times \frac{aB}{ab}$$

Tổ hợp nhiều tỉ lệ phân tính riêng sẽ cho ra tỉ lệ phân tính chung. Ví dụ. tổ hợp của tỉ lệ (3:1) và (3:1) = (3+1)² cho ra tỉ lệ 9 + 3 + 3 + 1. Đại diện của tỉ lệ này là phép lai độc lập 2 tính trạng

$$AaBb \times AaBb \rightarrow (Aa \times Aa).(Bb \times Bb) = (A+a)^2(B+b)^2$$

$$= (3A- + 1aa)(3B- + 1bb)$$

$$= 9 + 3 + 3 + 1.$$

Ta có các tỉ lệ từ tổ hợp tỉ lệ (1:1); (1:2:1); (3:1) là

$$(3:1) \text{ với } (3:1) = 9:3:3:1$$

$$(3:1) \text{ với } (1:2:1) = 6:3:3:2:1:1$$

(3:1) với (1:1) = 3:3:1:1

(1:2:1) với (1:2:1) = 4:4:2:2:1:1

(1:2:1) với (1:1) = 2:2:1:1:1:1

(1:1) với (1:1) = 1:1:1:1

Thông thường, trong giải toán ta chỉ chú tâm đến 2 tổ hợp đầu tiên.

PHƯƠNG PHÁP PHÂN TÍCH TỪNG TÍNH TRẠNG

Bước 1: Tìm từng phép lai nhỏ của nhóm tính trạng riêng lẻ (tìm tỉ lệ phân tính riêng)

Chúng ta lần lượt xét riêng 1 tính trạng, 2 tính trạng, 3 tính trạng v.v để tìm ra các phép lai nhỏ giữa chúng.

Cơ sở tế bào của việc xét tính trạng để tìm các phép lai:

Xét $\frac{AB}{ab} \times \frac{AB}{ab} = 3P_{A-B-} + 1P_{aabb}$. Kiểu hình có dạng $3P_{A-B-} + 1P_{aa}P_{bb}$.

Giả sử nếu chúng ta chỉ xét tính trạng do A, a quy định thì chúng ta bỏ tính trạng do B, b quy định (tức bỏ $P_{B-} + P_{bb}$ ta còn $3P_{A-} + 1P_{aa}$). Khi bỏ tính trạng quy định bởi B, b ta cũng đồng thời bỏ Alen B, b ra khỏi $\frac{AB}{ab} \times \frac{AB}{ab}$, lúc này ta chỉ còn lại $\frac{A}{a} \times \frac{A}{a}$. Dạng $\frac{A}{a} \times \frac{A}{a}$ mỗi NST mang 1 alen nên đơn giản ta có phép lai $Aa \times Aa$. Làm tương tự chúng ta có phép lai $Bb \times Bb$. Vậy chúng ta đã xác định được 2 phép lai nhỏ của bố và mẹ là $Aa \times Aa$ và $Bb \times Bb$. Từ đây ta cũng biết được bố và mẹ chứa 4 alen A, a, B, b.

Ví dụ cho lai hai cá thể chưa biết kiểu gen thu được kiểu hình 9 đỏ cao trơn + 3 đỏ thấp nhăn + 3 trắng cao trơn + 1 trắng thấp nhăn. Chúng ta xác định thành phần Alen đơn giản nhất của phép lai này theo các bước sau:

Xét riêng từng tính trạng:

$$\frac{\text{đỏ}}{\text{trắng}} = \frac{9 + 3}{3 + 1} = \frac{3}{1}$$

$$\frac{\text{Cao}}{\text{thấp}} = \frac{3}{1}$$

$$\frac{\text{trơn}}{\text{nhăn}} = \frac{3}{1}$$

Từ đây ta tìm được tỉ lệ của từng phép lai về 3 tính trạng đó

$\frac{\text{đỏ}}{\text{trắng}} = \frac{3}{1}$ là kết quả của $Aa \times Aa$ hoặc $\frac{AB}{ab} \times \frac{AB}{ab}$ ($f = 0$), nhưng để cho đơn giản ta coi như $Aa \times Aa$

$\frac{\text{Cao}}{\text{thấp}} = \frac{3}{1}$ tương tự ta có $Bb \times Bb$

$\frac{\text{trơn}}{\text{nhăn}} = \frac{3}{1}$ tương tự ta có $Dd \times Dd$

Xét riêng 2 tính trạng cùng lúc

9 đỏ cao + 3 đỏ thấp + 3 trắng cao + 1 trắng thấp

$$= (3 \text{ đỏ} + 1 \text{ trắng})(3 \text{ cao} + 1 \text{ thấp})$$

$$= (Aa \times Aa)(Bb \times Bb)$$

9 đỏ trơn + 3 đỏ nhăn + 3 trắng trơn + 1 trắng nhăn

$$= (3 \text{ đỏ} + 1 \text{ trắng})(3 \text{ trơn} + 1 \text{ nhăn})$$

$$= (Aa \times Aa)(Dd \times Dd)$$

9 cao trơn + 3 thấp nhăn + 3 cao nhăn + 1 thấp nhăn

$$= 3 \text{ cao trơn} : 1 \text{ thấp nhăn}$$

$$= (B,b,D,d) \times (B,b,D,d)$$

Xét 3 tính trạng:

9 đỏ cao trơn + 3 đỏ thấp nhăn + 3 trắng cao trơn + 1 trắng thấp nhăn

$$= (3 \text{ đỏ} + 1 \text{ trắng})(3 \text{ cao trơn} + 1 \text{ thấp nhăn})$$

$$= (Aa \times Aa) (B,b,D,d) \times (B,b,D,d)$$

Ví dụ 2. Xét từng tính trạng của phân phối: 6 đỏ trơn + 6 trắng trơn + 3 đỏ nhăn + 1 trắng nhăn

Tương tự như trên ta có

$$9 \text{ đỏ} : 7 \text{ trắng} = (A,a,B,b) \times (A,a,B,b)$$

$$3 \text{ trơn} : 1 \text{ nhăn} = Dd \times Dd$$

$$6 \text{ đỏ trơn} + 6 \text{ trắng trơn} + 3 \text{ đỏ nhăn} + 1 \text{ trắng nhăn} = (A,a,B,b,D,d) \times (A,a,B,b, D,d)$$

Bước 2: Tìm vị trí tương đối của các Alen

Nếu phân phối tính trạng chung (phân phối đề bài cho) bằng phân phối tính trạng riêng thì hiển nhiên Alen quy định nên các tính trạng ấy nằm độc lập với nhau.

Ví dụ

9 đỏ trơn + 3 đỏ nhăn + 3 trắng trơn + 1 trắng nhăn

$$= (3\text{đỏ} + 1\text{trắng})(3\text{trơn} + 1\text{nhăn})$$

$$= (Aa \times Aa)(Dd \times Dd)$$

Suy ra A độc lập với D.

Nếu tổng hệ số phân phối riêng bằng 2^k (với $k \geq 1$) lần tổng hệ số phân phối chung thì đó là liên kết gen.

Cơ sở tế bào học của nhận định này là:

Giả sử nhóm tính trạng được qui định bởi các Alen liên kết với nhau thì hiển nhiên phân phối riêng sẽ khác với phân phối chung. Vì gen liên kết với nhau nên chúng ta sẽ mất đi nhiều tổ hợp hơn. Ví dụ $(Aa \times Aa) \left(\frac{BD}{bd} \times \frac{BD}{bd} \right)$ chúng ta phân tích ra được 3 phép lai nhỏ là $Aa \times Aa$; $Bb \times Bb$; $Dd \times Dd$. Tích của chúng là $(3:1)(3:1)(3:1)$ nhưng do B liên kết với D nên thực tế chúng ta chỉ có phân phối $(3:1)(3:1)$. Do đó phân phối riêng lớn hơn phân phối chung và chúng ta mất đi một tổ hợp. Cụ thể hơn, BD liên kết với nhau, khi phân tích ra các phép lai nhỏ chúng ta có 2 phép lai $Bb \times Bb$ và $Dd \times Dd$. Việc này đã làm tăng cặp NST hơn so với giả thiết dẫn đến tổ hợp sẽ dôi dư. Vì số tổ hợp ở cặp NST luôn là số chẵn nên tổng hệ số phân phối riêng bằng 2^k lần tổng hệ số phân phối chung

Ví dụ:

$(9\text{đỏ} + 7\text{trắng})(3\text{trơn} + 1\text{nhăn})$

$$= (AaBb \times AaBb)(Dd \times Dd)$$

$$= 4.(6\text{đỏ trơn} + 6\text{trắng trơn} + 3\text{đỏ nhăn} + 1\text{trắng nhăn})$$

Suy ra A độc lập với B, A hoặc B liên kết với D.

Trong trường hợp có hoán vị gen cũng vậy, việc xét riêng từng tính trạng chúng ta đã tách riêng các Alen do đó tần số f không ảnh hưởng đến tổ hợp chung. Do có trao đổi chéo nên loại tổ hợp kiểu hình sẽ giống với phân phối ta giả sử nhưng hệ số của chúng khác nhau.

Song song với đó, khi phân tích phân phối, đa số trường hợp không tuân theo tổ hợp dạng 2^k trừ khi f có dạng $\frac{a}{2^y}$. Thông thường nếu f có dạng $\frac{a}{2^y}$ thì số tổ hợp lớn hơn tổ hợp chung.

Chứng minh.

Giả sử ta có $f = \frac{a}{b}$ với $a, b \in \mathbb{N}^*$.

Vì 1 tế bào khi trao đổi chéo tại 1 điểm thì chỉ tạo ra 2 giao tử hoán vị nên mỗi giao tử hoán vị sẽ có tỉ lệ là $f = \frac{a}{2b}$

Giao tử liên kết sẽ là $\frac{1-f}{2} = \frac{1-\frac{a}{b}}{2} = \frac{b-a}{2b}$

Khi bố x mẹ thì ta có $\{f + (1-f)\}^2$ nên mẫu số sẽ luôn tồn tại một lượng $(2b)^2$

Khi muốn biết số tổ hợp của bố mẹ, chúng ta thường chia tỉ lệ sao cho hệ số kiểu hình là các số nguyên. Vậy trong trường hợp này ta sẽ nhân tỉ lệ kiểu hình cho lượng $(2b)^2$. Lúc này tổng hệ số kiểu hình sẽ là $(2b)^2$. Nếu tổng tổ hợp bằng có dạng 2^k suy ra $(2b)^2$ cũng phải có dạng 2^k tức $(2b)^2 = 2^k$, suy ra $b^2 = 2^{k-2}$

Do f trong thực tế luôn đảm bảo nguyên tắc nhỏ hơn 50%. Do đó $\frac{a}{b} < \frac{1}{2}$ suy ra $a < \frac{b}{2}$

$b = 1$ không tồn tại a

$b = 2$; $a = 1$ không tồn tại a

$b = 4$; $a = 1$ suy ra $f = \frac{1}{4}$, số tổ hợp sẽ là 64 lớn hơn cả phân li độc lập.

Tóm lại, điều kiện để xảy ra liên kết gen là:

$$\begin{cases} \text{tỉ lệ phân tính chung khác tỉ lệ phân tính riêng} \\ \text{tỉ lệ phân tính riêng} = 2^k \text{ lần tỉ lệ phân tính chung} \end{cases}$$

Ngoài 2 trường hợp trên thì đó là hoán vị

Bước 3: Tìm vị trí tuyệt đối của các Alen

Trường hợp phân li độc lập chúng ta dễ dàng suy luận được kiểu gen. ví dụ AaBb

Trường hợp hoán vị gen chúng ta dễ dàng xác định được liên kết đồng hay liên kết đối và vị trí đương đối của các alen trên NST thông qua tìm tỉ lệ giao tử hoán vị gen.

Trường hợp gen liên kết chúng ta tính toán nhờ bào biện luận tổ hợp và phân phối kiểu hình.

Về liên kết hoàn toàn không xảy ra tương tác, chúng ta có thể xác định kiểu gen của bố mẹ nhờ vào sự xuất hiện 1 nhóm tính trạng nào đó cùng nhau. Ví dụ hoa trắng luôn đi kèm với hạt nhăn thì 2 alen này liên kết với nhau.

Nếu tương tác thì chúng ta biện luận dựa vào biến đổi phân phối kiểu hình

Ví dụ từ phân phối riêng (3:1)(1:2:1) chúng ta có phân phối chung là: 6:3:3:2:1:1. Từ phân phối (3:1)(3:1) chúng ta có phân phối là 9:3:3:1.

Tuy nhiên, trong trường hợp các gen tương tác với nhau, các phân phối chung bị gộp theo nhiều cách khác nhau, nhiều khi phân phối liên kết đồng giống với phân phối liên kết đối. Chúng ta sẽ xem xét kĩ sau đây.

Tìm vị trí tuyệt đối alen khi có tương tác gen

Tương tác gen xảy ra, hệ số kiểu hình của phân phối chung sẽ bị gộp theo nhiều kiểu khác nhau cho ra các hệ số mới. Ví dụ phân phối chung 6:3:3:2:1:1, sau tương tác, kiểu hình sẽ gộp theo kiểu 6: (3+3):2:1:1 dẫn đến hệ số mới là 6:6:3:1:1. Vì thế, để tìm vị trí tuyệt đối các Alen chúng ta nên phân tích sự biến đổi của các hệ số kiểu hình.

Có 2 phân phối chúng ta quan tâm là (3:1)(3:1) = 9:3:3:1 và (3:1)(1:2:1) = 6:3:3:2:1:1. Giả sử hệ số phân phối là 9:5:1:1 sẽ có được từ (6+3): (3+2): 1: 1 chứ không thể có từ 9:3:3:1. Nếu phân phối thỏa mãn cả 2 ví dụ 9:6:1 thì chúng ta phân tích kĩ hơn như sau:

Ta có

$$(3:1)(3:1) = 9:3:3:1$$

$$\Leftrightarrow (3P_{A-} + 1P_{aa})(3P_{B-D-} + 1P_{bbdd}) = 9P_{A-B-D-} + 3P_{A-bbdd} + 3P_{aaB-D-} + 1P_{aabbdd}$$

Nếu A tương tác với B; B liên kết với D; A độc lập với B và D thì:

$$P_{D-} \text{ sẽ có phân phối: } 9P_{A-B-} + 3P_{aaB-}$$

$$P_{dd} \text{ sẽ có phân phối: } 3P_{A-bb} + 1P_{aabb}$$

Nếu chúng ta hoán đổi vai trò A, B cho nhau và a, b cho nhau thì phân phối trên không thay đổi.

Trường hợp (3:1)(1:2:1) thì tương tự ta có

$$(3P_{A-} + 1P_{aa})(2P_{B-D-} + 1P_{B-dd} + 1P_{bbD-})$$

$$= 6P_{A-B-D-} + 3P_{A-B-dd} + 3P_{A-bbD-} + P_{aaB-D-} + 1P_{aaB-dd} + 1P_{aabbD-}$$

P_{D-} sẽ có phân phối: $6P_{A-B-} + 3P_{A-bb} + 2P_{aaB-} + 1P_{aabb}$

P_{ad} sẽ có phân phối: $3P_{A-B-} + 1P_{aaB-}$

Theo cách trên, việc tìm nghiệm khi hệ số thỏa mãn cả 2 phân phối riêng tương đối phức tạp. Nếu tỉ lệ phân phối sau tương tác thỏa mãn nhiều phân phối chung, chúng ta nên giả sử chúng là liên kết đồng hoặc là liên kết đối, sau đó chọn ra phân phối phù hợp.

Dưới đây là các tỉ lệ tương tác tham khảo

Nội dung	$\frac{AB}{ab} Dd \times \frac{AB}{ab} Dd$	$\frac{Ab}{aB} Dd \times \frac{Ab}{aB} Dd$	$\frac{AD}{ad} Bb \times \frac{AD}{ad} Bb$
9đỏ: 3vàng: 3hồng: 1trắng	9 đỏ trơn 3 đỏ nhăn 3 trắng trơn 1 trắng nhăn	6 đỏ trơn 3 vàng trơn 3 hồng trơn 2 đỏ nhăn 1 vàng nhăn 1 hồng nhăn	9 đỏ trơn 3 vàng trơn 3 hồng nhăn 1 trắng nhăn
9đỏ: 3 vàng: 4 trắng	9 đỏ trơn 3 đỏ nhăn 3 trắng trơn 1 trắng nhăn	6 đỏ trơn 3 vàng trơn 3 trắng trơn 2 đỏ nhăn 1 vàng nhăn 1 trắng nhăn	9đỏ trơn 3 vàng trơn 4 trắng nhăn
9đỏ: 6 vàng : 1 trắng	9 đỏ trơn 3đỏ nhăn 3 trắng trơn 1 trắng nhăn	3 đỏ trơn 3 vàng trơn 1 đỏ nhăn 1 vàng nhăn	9 đỏ trơn 3 vàng trơn 3 vàng nhăn 1 trắng nhăn
9 đỏ: 7 trắng	9 đỏ trơn 3 đỏ nhăn 3 trắng trơn	3 đỏ trơn 3 trắng trơn 1 đỏ nhăn	9 đỏ trơn 3 trắng trơn 4 trắng nhăn

	1 trắng nhãn	1 trắng nhãn	
12 đỏ: 3 vàng: 1 trắng	9 đỏ trơn 3 đỏ nhãn 3 trắng trơn 1 trắng nhãn	9 đỏ trơn 3 đỏ nhãn 3 vàng trơn 1 vàng nhãn	12 đỏ trơn 3 vàng nhãn 1 trắng nhãn
13 đỏ : 3 trắng	3 đỏ trơn 1 đỏ nhãn	9 đỏ trơn 3 đỏ nhãn 3 trắng trơn 1 trắng nhãn	12 đỏ trơn 3 trắng trơn 1 đỏ nhãn
15 đỏ: 1 trắng	9 đỏ trơn 3 đỏ nhãn 3 trắng trơn 1 trắng nhãn	3 đỏ trơn 1 đỏ nhãn	12 đỏ trơn 3 đỏ nhãn 1 trắng nhãn

Ví dụ 1. Cho cây P dị hợp 3 cặp gen tự thụ được đời con F có tỉ lệ kiểu hình như sau:

$$6 \text{ đỏ trơn} + 6 \text{ trắng trơn} + 3 \text{ đỏ nhãn} + 1 \text{ trắng nhãn} = 16$$

Biện luận kiểu gen của cây P.

Hướng dẫn

Tỉ lệ phân tính riêng

$$\text{đỏ/trắng} = \frac{9}{7} = \frac{9P_{A-B-}}{3P_{A-bb} + 3P_{aaB-} + 1P_{aabb}} = AaBb \times AaBb \text{ suy ra } A \text{ độc lập với } B$$

$$\text{trơn/nhãn} = \frac{3}{1} = \frac{3P_{D-}}{1P_{dd}} = Dd \times Dd$$

$$6 \text{ đỏ trơn} + 6 \text{ trắng trơn} + 3 \text{ đỏ nhãn} + 1 \text{ trắng nhãn} = (A,a,B,b,D,d) \times (A,a,B,b,D,d)$$

Tìm vị trí tương đối của các Alen

$$\frac{(9+7)(3+1)}{6+6+3+1} = 4 = 2^2 \text{ suy ra có hiện tượng liên kết gen}$$

Từ đó A độc lập với B; A hoặc B liên kết với D

Tìm vị trí tuyệt đối của các Alen

Nếu liên kết chéo thì ta có phân phối $(3:1)(1:2:1) = 6:3:3:2:1:1$ có thể biến đổi thành $6:(3+2+1):3:1 = 6:6:3:1$ nên thỏa mãn.

Nếu liên kết đồng thì ta có phân phối $(3:1)(3:1) = 9:3:3:1$ không thể gộp thành $6:6:3:1$ nên không thỏa mãn.

vậy kiểu gen P là $Aa \frac{Bd}{bD}$ hoặc $Bb \frac{Ad}{aD}$

Bài tập 2

Một loài thực vật, tính trạng màu hoa do 2 cặp gen (A, a và B, b) phân li độc lập cùng quy định; tính trạng cấu trúc cánh hoa do 1 cặp gen (D, d) quy định. Cho hai cây (P) thuần chủng giao phấn với nhau, thu được F1. Cho F1 tự thụ phấn, thu được F2 có kiểu hình phân li theo tỉ lệ 49,5% cây hoa đỏ, cánh kép; 6,75% cây hoa đỏ, cánh đơn; 25,5% cây hoa trắng, cánh kép; 18,25% cây hoa trắng, cánh đơn. Biết rằng không xảy ra đột biến nhưng xảy ra hoán vị gen trong cả quá trình phát sinh giao tử đực và giao tử cái với tần số bằng nhau. Hỏi:

a. Tìm kiểu gen của cây P

b. Tìm tỉ lệ % cây hoa đỏ, cánh kép dị hợp tử về 1 trong 3 cặp gen ở F2

c. Tính số loại kiểu gen tối đa quy định kiểu hình hoa trắng, cánh kép ở F2

d. tính tỉ lệ % cây hoa trắng, cánh đơn thuần chủng ở F2

Hướng dẫn

$$\text{Đỏ/trắng} = \frac{9}{7} = \frac{9P_{A-B-}}{(3P_{A-bb} + 3P_{B-aa} + 1P_{aabb})} = AaBb \times AaBb$$

$$\text{kép/đơn} = \frac{3}{1} = \frac{3P_{D-}}{1P_{dd}} = Dd \times Dd$$

Tỉ lệ phân tính riêng $(9:7)(3:1)$ khác tỉ lệ phân tính chung, tỉ của chúng khác 2^k nên có hoán vị gen. Do $AaBb \times AaBb$ nên A độc lập với B, suy ra A hoặc B liên kết với D. Giả sử A liên kết với D.

$$\text{Xét cây hoa đỏ cánh kép có } P_{A-B-D-} = 0.75(0.5 + P_{aabbdd}) = 0.495 \Rightarrow bbdd = 0.16 \Rightarrow bd = 0.4$$

Từ đây ta tìm được $f = 20\%$ vậy bd không phải là giao tử hoán vị.

Câu a.

vậy kiểu gen F1 là $Aa \frac{BD}{bd} \Rightarrow$ kiểu gen bố mẹ là $AA \frac{BD}{BD} \times aa \frac{bd}{bd}$ hoặc $aa \frac{BD}{BD} \times AA \frac{bd}{bd}$

Câu b.

ta có số cây đỏ, cánh kép, dị hợp tử 1 trong 3 cặp gen gồm $Aa \frac{BD}{BD}$; $AA \frac{BD}{bd}$; $AA \frac{BD}{Bd}$

từ đó tính được tỉ lệ là: $0.5 \times 0.16 + 0.25 \times 2 \times 0.4 \times 0.1 + 0.25 \times 2 \times 0.4 \times 0.1 = 12\%$

Câu c.

kiểu gen quy định hoa trắng cánh kép là $P_{A- bb D-}$; $P_{aa B- D-}$; $P_{aa bb D-} = 2.2 + 1.5 + 1.2 = 11$

Câu d.

cây hoa trắng cánh đơn thuần chủng là $P_{AA bb dd}$; $P_{aa BB dd}$; $P_{aa bb dd}$

$= 0.25 \times 0.4 \times 0.4 \times 2 + \frac{1}{4} \times 0.4 \times 0.4 = 8,25\%$

PHƯƠNG PHÁP QUY VỀ NST THƯỜNG

Trong phép lai khi gen liên kết nhiễm sắc thể giới tính X không có alen trên Y, thì có sự khác biệt kiểu hình ở giới đực và giới cái. Cơ sở của trường hợp này là do tính trạng ở giới cái bị chi phối bởi Alen nằm trên cả 2 chiếc nhiễm sắc thể X, còn giới đực chỉ có 1 nhiễm sắc thể X nên mọi Alen trên đó đều biểu hiện ra kiểu hình mà không phụ thuộc vào nhiễm sắc thể Y, do tính chất như vậy nên có thể coi Y là mang alen lặn trong mọi trường hợp mặc dù thực tế không như vậy.

Ví dụ

$AaX_D^B X_d^b \times AaX_D^B Y = (3P_{A-} + 1P_{aa})(X_D^B X_D^B + X_D^B X_d^b) + (3P_{A-} + 1P_{aa})(X_D^B Y + X_d^b Y)$

Y đóng vai trò như NST X mang gen lặn nên ta có $AaX_D^B X_d^b \times AaX_D^B X_d^b$ phép lai này tương đương với phép lai $Aa \frac{BD}{bd} \times Aa \frac{BD}{bd}$ do B liên kết với D trên NST X.

Nếu alen thuộc X có alen trên Y thì việc kiểu hình cũng giống như NST thường, bởi bản chất của sự liên kết này chỉ là alen liên kết với NST, nhưng khi phân tích tỉ lệ từng loại kiểu hình ở giới đực và giới cái sẽ có sự khác biệt.

Do đó để biết gen có thuộc NST giới tính X hoặc gen có bị chi phối bởi NST X thì kiểu hình ở giới đực và giới cái có sự khác biệt, nhưng phân phối kiểu hình khi không xét đến giới tính

được cái thì nghiệm đúng theo phương pháp đa thức và phương pháp phân tích từng tính trạng.

Do đó, giải những bài tập dạng này, đầu tiên chúng ta biện luận chúng có thuộc NST giới tính hoặc chịu ảnh hưởng của NST giới tính, sau đó chúng ta quy về NST xét như phương pháp đa thức với phương pháp phân tích từng tính trạng. Việc quy về NST để áp dụng các phương pháp trên chúng ta gọi nó là phương pháp tương đương hoặc phương pháp quy về NST thường.

Ví dụ: Câu 3 (1.0 điểm) (Nam Định, *Thi HSG 12 năm học 2013 – 2014*)

Ở một loài động vật, giới tính được xác định bởi cặp nhiễm sắc thể XX (con cái) và XY (con đực). Khi cho con đực lông xám thuần chủng giao phối với con cái lông trắng thuần chủng thu được F1 toàn lông xám. Cho F1 giao phối tự do với nhau, F2 thu được 998 con lông xám và 333 con lông trắng. Biết tất cả con lông trắng ở F2 đều là cái, tính trạng màu sắc lông do một cặp gen quy định. Hãy giải thích kết quả phép lai trên và viết sơ đồ lai.

Hướng dẫn

Do kiểu hình phân bố không đều trên ở giới đực và cái với đặc điểm lông trắng F2 đều là cái nên Alen quy định màu lông nằm trên NST giới tính. Trong trường hợp có gen thuộc X có alen trên Y thì chúng phân li bình thường và biểu hiện kiểu hình như NST thường. Trường hợp gen thuộc X không có alen trên Y thì việc biểu hiện kiểu hình hoàn toàn phụ thuộc vào Alen trên X nên có thể xem NST mang alen lặn ảo. Do đó chúng ta có thể quy NST giới tính về NST thường và xét tỉ lệ tính trạng. (*trong bài thi có thể viết tóm gọn ý này hoặc không*)

Ta có

$$(\text{lông xám})/(\text{lông trắng}) = \frac{998}{333} \approx \frac{3}{1} = \frac{P_{A-}}{P_{aa}} \rightarrow Aa \times Aa$$

F_2 có con cái lông trắng nên có kiểu gen là X^aX^a . Do con cái mang 1NST từ bố, 1NST từ mẹ nên kiểu gen của mẹ phải có X^a , kiểu gen bố phải có X^a . Lại có F1 toàn lông xám nên F1 phải mang Alen A. Do đó kiểu gen của F1 phải là $X^A X^a$; $X^a Y^A$.

Sơ đồ lai: (học sinh tự viết).

Ví dụ Câu 10 (1 điểm) (Vĩnh Phúc, *Thi HSG 12 2014-2015*)

Ở một loài côn trùng, khi khảo sát sự di truyền 2 cặp tính trạng màu mắt và độ dày mỏng của cánh, người ta đem lai giữa bố mẹ đều thuần chủng, thu được F1 100% mắt đỏ, cánh dày. Đem lai phân tích con đực F1 thu được đời con Fb phân li theo số liệu:

25% con cái mắt đỏ, cánh dày;

25% con cái mắt vàng mơ , cánh dày;

50% con đực mắt vàng mơ , cánh mỏng;

Biết độ dày, mỏng của cánh do một gen quy định. Biện luận tìm quy luật di truyền chi phối phép lai và lập sơ đồ lai.

Hướng dẫn

Do kiểu hình phân bố không đều trên ở giới đực và cái với đặc điểm cánh dày đều là cái nên Alen quy định độ dài cánh có khả năng nằm trên NST giới tính. Trong trường hợp có gen thuộc X có alen trên Y thì chúng phân li bình thường và biểu hiện kiểu hình như NST thường. Trường hợp gen thuộc X không có alen trên Y thì việc biểu hiện kiểu hình hoàn toàn phụ thuộc vào Alen trên X nên có thể xem NST mang alen lặn ảo. Do đó chúng ta có thể quy NST giới tính về NST thường và xét tỉ lệ tính trạng.

Ta có

Số tổ hợp chung: $0.25:0.25:0.5 \Rightarrow \text{min} = 1:1:2 \Rightarrow 4$ tổ hợp biểu diễn được về dạng 2^k , nên không có hiện tượng hóa vị gen xảy ra. Vậy các NST phân li theo kiểu định luật phân li độc lập của Mendel.

$$(\text{cánh dày})/(\text{cánh mỏng}) = \frac{25\%+25\%}{50\%} = \frac{1}{1} \rightarrow \text{số kiểu tổ hợp tối thiểu là } 1 + 1 = 2$$

Do P thuần chủng, F1 toàn cánh dày nên cánh dày có khả năng là tính trạng trội so với cánh mỏng. Trong khi đó, cá thể cái trong phân tích ở trường hợp trên chỉ cho 1 loại giao tử mang hoàn toàn alen lặn. Trong khi đó, cá thể đực mang kiểu gen X,Y sẽ cho tối thiểu 2 loại giao tử là X và Y. Vậy số tổ hợp tối thiểu sẽ là 2. Theo như tỉ lệ trên, ta nhận thấy 2 thỏa mãn cho trường hợp này. Vậy ta sẽ có phép lai đơn giản nhất sẽ là $Dd \times dd$, kết hợp với lí luận đầu bài ta có được phép lai nhỏ là: $X^D Y \times X^d X^d$

$$(\text{mắt đỏ})/(\text{mắt vàng mơ}) = \frac{25\%}{75\%} = \frac{1}{3} \rightarrow \text{số kiểu tổ hợp tối thiểu là } 1 + 3 = 4$$

Do cái chỉ mang 1 loại giao tử nên đực trong phép lai nhỏ này sẽ cho ra 4 loại giao tử. Do không có trao đổi chéo, kiểu gen XY chỉ cho tối đa 2 loại giao tử, mà số tổ hợp tạo ra là 4 nên các alen phải nằm trên 1 cặp NST nữa. Gen thuộc 2 cặp NST cùng quy định 1 loại kiểu hình suy ra chúng có hiện tượng tương tác gen. Một gen sẽ nằm trên NST X, 1 gen sẽ nằm trên NST thường. Vậy ta có kiểu gen đơn giản nhất trong trường hợp này là (A, a, B, b) x (aabb).

Do tương tác nên vai trò của A, B như nhau. Giả sử A thuộc NST thường, B thuộc NST giới tính thì ta có kiểu gen đơn giản nhất là: $AaX^B Y \times aaX^b X^b$.

Kết hợp 2 điều trên ta xác định được kiểu gen của bố mẹ của đời con F₂ sẽ là:
 $AaX_D^B Y \times aaX_d^b X_d^b$ hoặc $BbX_D^A Y \times bbX_d^a X_d^a$

Sơ đồ lai (học sinh tự viết).

III. TỪ KIỂU HÌNH ĐỜI CON SUY NGƯỢC SỐ PHÉP LAI CỦA BỐ MẸ

Xét kiểu hình đời con 100%(A-) (phân li độc lập)

Ta có các phép lai của bố mẹ như sau: $AA \times AA$; $AA \times Aa$; $AA \times aa$

Xét kiểu hình đời con 100%(A-B-) (phân li độc lập)

Ta có công thức tổng quát tích các phép lai nhỏ của bố mẹ là

$$(A - B -) = (A -) \cdot (B -)$$

$$= (AA \times AA + AA \times Aa + AA \times aa)(BB \times BB + BB \times Bb + BB \times bb)$$

Khai triển đẳng thức trên ta được tích các phép lai nhỏ cụ thể có của bố mẹ. Ví dụ $(AA \times AA)(BB \times BB)$; $(AA \times AA)(BB \times Bb)$... Xét một tích cụ thể $(AA \times aa)(BB \times bb)$ ta có nhận xét: Nếu bố là $AABB$ thì mẹ phải là $aabb$ và nếu bố là $AAbb$ thì mẹ phải là $aaBB$. Bố mẹ có vai trò như nhau nếu ta đảo lại thì các phép lai vẫn như cũ. Cách kết hợp ở trên tương tự như hiện tượng NST xếp 2 hàng trong giảm phân. Cụ thể

$$\begin{pmatrix} AA & - & - & aa \end{pmatrix} \text{ hoặc } \begin{pmatrix} AA & - & - & aa \\ BB & - & - & bb \end{pmatrix}$$

Trong đó, mỗi hàng dọc chính là kiểu gen của bố mẹ.

Nếu hàng ngang là phép lai tự thụ ví dụ $AA \times AA$ thì chỉ có 1 cách sắp xếp, nếu hàng ngang là phép lai không phải tự thụ ví dụ $AA \times Aa$ thì ta có 2 cách sắp xếp

$$(AA - - - Aa) \text{ hoặc } (Aa - - - AA)$$

Do đó, nếu chúng ta đặt phép lai nhỏ tự thụ là X, phép lai nhỏ không phải tự thụ là Y ta có

$$(AA \times AA + AA \times Aa + AA \times aa) = X + 2Y$$

Tổng quát

Giả sử ta có n tính trạng với các phép lai nhỏ tương tự nhau dễ dàng ta có $(X + 2Y)^n$. Khai triển $(X + 2Y)^n$:

$$(X + 2Y)^n = \sum C_n^k X^{n-k} \cdot (2Y)^k = \sum C_n^k \cdot 2^k \cdot X^{n-k} Y^k ; (k = 0, 1, 2, \dots, n)$$

Xét X^{n-k} : Do X đại diện cho phép lai tự thụ nên X chỉ có 1 cách sắp xếp tương đương với $X = 1$ suy ra X^{n-k} có $1^{n-k} = 1$ cách sắp xếp.

Xét Y^k : Do Y đại diện cho phép lai không phải tự thụ nên Y có 2 cách sắp xếp tương đương với $Y = 2$, vị trí hàng ngang đầu tiên nếu đảo lại vẫn như nhau nên Y^k có 2^{k-1} ($k \geq 1$) cách sắp xếp.

Với $k = 0$ ta có $\sum C_n^k \cdot 2^k \cdot X^{n-k} Y^k = X^n = 1$.

Vậy số phép lai cho 100% kiểu hình trội về n tính trạng là

$$\sum C_n^k \cdot 2^k \cdot X^{n-k} Y^k \rightarrow 1 + \sum C_n^k \cdot 2^k \cdot 1 \cdot 2^{k-1} = 1 + \sum C_n^k \cdot 2^{2k-1}; (k = 1, 2, \dots, n)$$

Từ đây ta có công thức tổng quát về số phép lai cho 100% kiểu hình trội về n tính trạng với điều kiện các Alen độc lập nhau là

$$Q = 1 + \sum_{k=1}^n C_n^k \cdot 2^{2k-1}$$

Vận dụng công thức trên ta tính thử vài ví dụ

Tìm số phép lai cho đời con 100%(A-)

$$n = 1$$

$$k = 1; C_1^1 \cdot 2^{2 \cdot 1 - 1} = 2$$

$$Q = 1 + 2 = 3$$

Tìm số phép lai cho đời con 100%(A-B-)

$$n = 2$$

$$k = 1; C_2^1 \cdot 2^{2 \cdot 1 - 1} = 4$$

$$k = 2; C_2^2 \cdot 2^{2 \cdot 2 - 1} = 8$$

$$Q = 1 + 4 + 8 = 13$$

Tìm số phép lai cho đời con 100%(A-B-D-)

$$n = 3$$

$$k = 1; C_3^1 \cdot 2^{2 \cdot 1 - 1} = 6$$

$$k = 2; C_3^2 \cdot 2^{2 \cdot 2 - 1} = 24$$

$$k = 3; C_3^3 \cdot 2^{2 \cdot 3 - 1} = 32$$

$$Q = 1 + 6 + 24 + 32 = 63$$

Tìm số phép lai cho đời con 100%(A-bb)

Ta có (A-)bb = (AAxAA + AAxAa + AAxaa)(bbxbbb) vậy giống như phép lai cho 100%(A-) nên ta có 3 phép lai.

Chúng ta sẽ đi tìm công thức tổng quát của

$$Q = 1 + \sum_{k=1}^n C_n^k \cdot 2^{2k-1} = 1 + \frac{1}{2} \sum_{k=1}^n C_n^k \cdot 4^k$$

$$\Leftrightarrow 2Q = 2 + C_n^1 \cdot 4^1 + C_n^2 \cdot 4^2 + \dots + C_n^k \cdot 4^k$$

Cho

$$n = 1 \text{ ta có } 2Q = 6 = 5^1 + 1$$

$$n = 2 \text{ ta có } 2Q = 26 = 5^2 + 1$$

$$n = 3 \text{ ta có } 2Q = 126 = 5^3 + 1$$

$$n = 4 \text{ ta có } 2Q = 625 = 5^4 + 1$$

$$n = k \text{ ta có } 2Q = 5^k + 1$$

Suy ra số phép lai sẽ là

$$Q = \frac{5^n + 1}{2}$$

BÀI 10. KIỂM ĐỊNH SỰ PHÙ HỢP GIỮA PHÂN PHỐI LÝ THUYẾT VÀ PHÂN PHỐI THỰC NGHIỆM (KIỂM ĐỊNH KHI BÌNH PHƯƠNG – KIỂM ĐỊNH CHI-SQUARE)

Ta có công thức tổng quát.

$$Q = \frac{(O_1 - E_1)^2}{E_1} + \frac{(O_2 - E_2)^2}{E_2} + \dots + \frac{(O_n - E_n)^2}{E_n} = \boxed{\sum_{i=1}^n \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}}$$

O : giá trị quan sát được

E : giá trị kì vọng theo lí thuyết

“Đặt giả thiết H_0 : có sự phù hợp giữa phân phối thực tế với phân phối lí thuyết.”

Ta luôn luôn đặt giả thiết H_0 là không có sự khác biệt giữa lí thuyết và thực tiễn. Tức là giá trị thực tế khác so với lí thuyết có thể do sự ngẫu nhiên, may rủi làm cho sai biệt, nếu thực hiện ở điều kiện lí tưởng thì chúng ta hoàn toàn có thể thu được số liệu phân phối giống như lí thuyết.

$$C = \chi^2_{\alpha}(n - 1)$$

C tra bảng phía dưới

n là bậc tự do tra trục tung

α là mức ý nghĩa tra trục hoành

Nếu $Q < C$ chấp nhận giả thuyết H_0 . $Q > C$ bác bỏ giả thuyết H_0

Theo quy tắc chung, mức ý nghĩa (hay alpha) thường được chọn ở mức 0,05 - nghĩa là khả năng kết quả quan sát khác biệt so với lí thuyết do yếu tố ngẫu nhiên với giá trị khoảng 5%

Ví dụ:

Thực hiện phép lai thu được kết quả 19 đỏ:11 trắng. Chúng ta nghi ngờ phép lai này tuân theo tỉ lệ 3:1 tức theo lí thuyết, trong (19+11=30) cá thể con thu được phải có 22 đỏ: 8 trắng.

Đặt giả thuyết H_0 : tỉ lệ thu được không có sự khác biệt với tỉ lệ thuyết

$$Q = \frac{(19 - 22)^2}{22} + \frac{(11 - 8)^2}{8} = 1.53$$

Với $n = 2, \alpha = 0.05 \Rightarrow \chi^2_{0.05}(2 - 1) = 3.84$

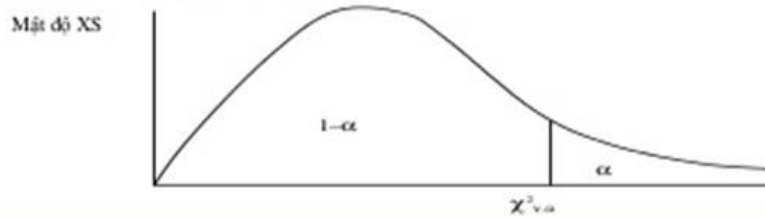
Do $1.53 < 3.84$ do đó chấp nhận giả thuyết H_0

Kết luận: tỉ lệ thu được trong thực tế thực chất theo phân phối 3:1

BẢNG TRA PHẦN PHỐI CHI-SQUARE

(Cho alpha=0.1, bậc tự do =6, giá trị Chi-square α phần sẽ là 10.64.

Ý nghĩa: $P(\text{Chi-square} > \text{Chi-square}_{\alpha, \text{bậc tự do}}) = \alpha$)



Bậc tự do v	Chi-Square Alpha									
	0.995	0.990	0.975	0.950	0.900	0.100	0.050	0.025	0.010	0.005
1	3.93E-05	1.57E-04	9.82E-04	3.93E-03	0.01579	2.71	3.84	5.02	6.63	7.88
2	0.0100	0.0201	0.0506	0.1026	0.2107	4.61	5.99	7.38	9.21	10.60
3	0.072	0.115	0.216	0.352	0.584	6.25	7.81	9.35	11.34	12.84
4	0.207	0.297	0.484	0.711	1.064	7.78	9.49	11.14	13.28	14.86
5	0.412	0.554	0.831	1.145	1.610	9.24	11.07	12.83	15.09	16.75
6	0.676	0.872	1.237	1.635	2.204	10.64	12.59	14.45	16.81	18.55
7	0.989	1.239	1.690	2.167	2.833	12.02	14.07	16.01	18.48	20.28
8	1.34	1.65	2.18	2.73	3.49	13.36	15.51	17.53	20.09	21.95
9	1.73	2.09	2.70	3.33	4.17	14.68	16.92	19.02	21.67	23.59
10	2.16	2.56	3.25	3.94	4.87	15.99	18.31	20.48	23.21	25.19
11	2.60	3.05	3.82	4.57	5.58	17.28	19.68	21.92	24.72	26.76
12	3.07	3.57	4.40	5.23	6.30	18.55	21.03	23.34	26.22	28.30
13	3.57	4.11	5.01	5.89	7.04	19.81	22.36	24.74	27.69	29.82
14	4.07	4.66	5.63	6.57	7.79	21.06	23.68	26.12	29.14	31.32
15	4.60	5.23	6.26	7.26	8.55	22.31	25.00	27.49	30.58	32.80

BÀI 11. TÓM TẮT CHƯƠNG LAI

TỔNG QUAN

Mendel là cha đẻ di truyền học, cũng là người khởi xướng di truyền học cổ điển với 3 quy luật nổi tiếng là *quy luật trội lặn*, *quy luật phân li* và *quy luật phân li độc lập*.

Morgan là cha đẻ của di truyền học hiện đại với 2 qui luật nổi tiếng là *liên kết gen* và *hoán vị gen*.

BÀI TOÁN TỔNG QUÁT CỦA PHÉP LAI

Bố x mẹ = (tổng số loại giao tử của bố) x (tổng số loại giao tử của mẹ)

GIẢM PHÂN Ở BỐ MẸ

Qui luật phân li và qui luật phân li độc lập

$$Aa \rightarrow A + a$$

$$AaBb \rightarrow (A + a)(B + b)$$

Tỉ lệ giảm phân cần nhớ

$$9P_{A-B-} \rightarrow 4AB + 2Ab + 2aB + 1ab$$

$$3P_{A-bb} \rightarrow 2Ab + 1ab$$

$$3P_{aaB-} \rightarrow 2aB + 1ab$$

$$1P_{aabb} \rightarrow 1ab$$

Giảm phân ở cơ thể trao đổi chéo

$$f = \frac{\text{tổng số giao tử hoán vị}}{\text{tổng số giao tử tạo ra}}$$

Phép lai lớn bằng tích các phép lai nhỏ, ví dụ

$$Aa \frac{BD}{bd} \times Aa \frac{BD}{bd} = (Aa \times Aa) \left(\frac{BD}{bd} \times \frac{BD}{bd} \right)$$

Xét 3 gen liên kết trên 1 cặp NST là A---B---D khi đó:

$$\begin{cases} d_{AB} = f_1 + f_{12} \\ d_{BD} = f_2 + f_{12} \\ f_{12} = d_{AB} \cdot d_{BD} \end{cases}$$

$$C = \frac{f_{12} \text{ thực tế}}{f_{12} \text{ lí thuyết}}$$

Tỉ lệ giao tử liên kết luôn luôn lớn nhất.

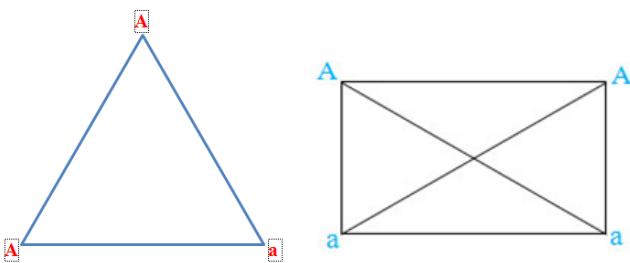
Tỉ lệ giao tử hoán vị tại 2 điểm cùng lúc bé nhất.

Tổng trao đổi chéo tại điểm thứ nhất, điểm thứ 2 và 2 điểm cùng lúc không vượt quá 50%.

Tổng trao đổi chéo đơn trừ đi trao đổi chéo tại 2 điểm cùng lúc luôn nhỏ hơn 50%.

Giảm phân ở cơ thể đột biến

Vẽ hình tam giác hoặc hình vuông để tìm giao tử ở cơ thể đột biến $2n + 1$ hoặc $4n$



QUÁ TRÌNH HÌNH THÀNH NÊN KIỂU GEN

Số kiểu gen tối đa $N = xy - C_n^2$

QUÁ TRÌNH BIỂU HIỆN TỪ KIỂU GEN THÀNH TÍNH TRẠNG

Tỉ lệ kiểu hình bất kì tuân thủ theo công thức

$$C_n = P_0 + P_1 + \dots + P_n$$

Mối liên hệ giữa các kiểu hình

$$P_{A-bb} = 0.25 - P_{aabb}$$

$$P_{aaB-} = 0.25 - P_{aabb}$$

$$P_{A-B-} = 0.5 + P_{aabb}$$

TỪ KIỂU HÌNH ĐỜI CON SUY NGƯỢC SỐ KIỂU GEN ĐỜI CON

$$KG_{max} = \frac{3^n + 1}{2}$$

TỪ KIỂU HÌNH ĐỜI CON SUY NGƯỢC SỐ PHÉP LAI CỦA BỐ MẸ

$$Q = 1 + \sum_{k=1}^n C_n^k \cdot 2^{2k-1} = \left(\frac{5^n + 1}{2} \right)$$

TỪ KIỂU HÌNH ĐỜI CON SUY NGƯỢC KIỂU GEN CỦA BỐ MẸ

PHƯƠNG PHÁP ĐA THỨC

$$AA + 2Aa + aa \rightarrow (A + a)(A + a) \rightarrow Aa \times Aa$$

PHƯƠNG PHÁP PHÂN TÍCH TỪNG TÍNH TRẠNG

Xét tỉ lệ phân tích riêng 1 tính trạng, 2 tính trạng...v.v

Xét tỉ lệ phân tích chung

Tìm vị trí tương đối của các alen (có liên kết hay không)

Tìm vị trí tuyệt đối (liên kết đồng hay đối) bằng nhiều cách như tính tần số hoán vị, phân tích biến đổi tỉ lệ kiểu hình, thử đúng sai,... v.v.

PHƯƠNG PHÁP TƯƠNG ĐƯƠNG

Xem kiểu gen liên kết trên NST X như liên kết trên NST thường, sau đó xét tỉ lệ phân tích.

KIỂM ĐỊNH KHI BÌNH PHƯƠNG

$$Q = \sum \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$$

$$C = \chi_\alpha^2(n - 1)$$

Nếu $Q < C$ chấp nhận giả thuyết H_0 . $Q > C$ bác bỏ giả thuyết H_0

CHƯƠNG QUẦN THỂ



- Cấu trúc chung quần thể
 - Cấu trúc quần thể ngẫu phối
- Cấu trúc quần thể giao phối không ngẫu nhiên
 - Biến động số lượng quần thể
 - Biến động chất lượng quần thể (đột biến)

BÀI 1: CẤU TRÚC CHUNG QUẦN THỂ

I. MỞ ĐẦU

Năm 1903, Wilhelm Johannsen's nghiên cứu cấu trúc của quần thể bằng phương pháp di truyền. Đối tượng nghiên cứu của ông là cây đậu tự thụ phấn *Phaseolus vulgaris*. Năm 1908 nhà toán học Geoffrey Hardy (Anh) và bác sĩ Wilhelm Weinberg (Đức) đã độc lập tìm ra quy luật phân bố các kiểu gen và kiểu hình trong quần thể giao phối. Năm 1930, R.A.Fisher, J.B.S.Haldane và S.Wright tìm ra các mô hình toán học của quần thể. Từ đó, lĩnh vực di truyền quần thể được nghiên cứu rộng rãi, làm cơ sở để hình thành nên thuyết tiến hóa hiện đại.

Các khái niệm

Quần thể: “Quần thể là một nhóm các cá thể cùng loài có khả năng giao phối tự do với nhau, chiếm cứ một khu phân bố xác định và trải qua một khoảng thời gian tiến hoá lâu dài để hình thành nên một hệ thống di truyền độc lập và một ổ sinh thái riêng”. (Theo A.V.Yablokov – 1986).

Ngẫu phối: Ngẫu phối còn gọi là giao phối ngẫu nhiên là kiểu giao phối trong đó xảy ra sự bắt cặp ngẫu nhiên giữa các cá thể đực và cái trong quần thể.

Giao phối không ngẫu nhiên: Giao phối không ngẫu nhiên còn gọi là giao phối có chọn lựa, là kiểu giao phối trong đó các cá thể đực và cái không bắt cặp ngẫu nhiên mà có sự lựa chọn theo kiểu hình.

Nội phối: Nội phối là sự giao phối không ngẫu nhiên xảy ra giữa các cá thể có quan hệ họ hàng gần, điển hình là sự tự thụ tinh.

Vốn gene: Vốn gene là tập hợp toàn bộ các loại allele ở tất cả các gene của mọi cá thể trong quần thể tại một thời điểm xác định.

Tần số kiểu hình: Tần số kiểu hình có tên gọi khác là tỉ lệ kiểu hình, tức bằng số lượng cá thể của kiểu hình cụ thể chia cho tổng số cá thể của quần thể.

Tần số kiểu gene: Tần số kiểu gen bằng số lượng cá thể của kiểu gene cụ thể chia cho tổng số cá thể của quần thể.

Tần số allele: Tần số Allele bằng hai lần số lượng cá thể đồng hợp cộng với số cá thể dị hợp về allele đó chia cho hai lần tổng số cá thể của quần thể; hay tần số của một allele bằng

tần số kiểu gene đồng hợp cộng với một nửa tần số kiểu gene dị hợp về allele đó. Phát biểu ngắn gọn hơn, tần số allele là phần trăm tương đối số giao tử mang alen đó trong quần thể

Toán quần thể được xem như sự phát triển có tính kế thừa của toán lai. Nếu khởi đầu của bài toán lai chỉ là một phép lai thì khởi đầu của bài toán quần thể gồm một hoặc nhiều phép lai hơn thế. Nhiệm vụ của chúng ta là xác định cấu trúc quần thể và các vấn đề phát sinh liên quan.

II. CẤU TRÚC CHUNG CƠ BẢN CỦA QUẦN THỂ

Ta bắt đầu bằng bài toán quen thuộc như sau:

Xét quần thể đậu Hà Lan có 200 cây hoa đỏ, 500 cây hoa hồng và 300 cây hoa trắng.

Giả sử ta biết rằng hoa đỏ do AA quy định, hồng Aa và trắng là aa. Ta biểu diễn tính trạng theo từng kiểu gen như sau: $200AA + 500Aa + 300aa = 1000$. Để gọn hơn, ta có thể biểu diễn các kiểu gen về dạng tần số: $0.2AA + 0.5Aa + 0.3aa = 1$. Nếu đặt tần số kiểu gen AA, Aa, aa lần lượt là x, y, z ta được.

$$xAA + yAa + zaa = 1 ; (\text{với } x + y + z = 1)$$

Đẳng thức trên có thể xem là cấu trúc di truyền của quần thể khi xét 1 locus gen gồm 2 alen A và a.

Ta tính tỉ lệ Alen A và a trong quần thể:

AA mang 2 alen A, Aa mang 1 alen A và 1 alen a, aa mang 2 alen a nên

$$P_A = 2x + y$$

$$Q_a = 2z + y$$

$$P_A + Q_a = 2(z + y + z) \Leftrightarrow \frac{P_A + Q_a}{2} = 1$$

Đặt $p = \frac{P_A}{2}$; $q = \frac{Q_a}{2}$ ta được

$$p = x + \frac{y}{2}; \quad q = z + \frac{y}{2}$$

Khi đó ta gọi p là tần số của Alen A, q là tần số của alen a.

Tổng quát

Cấu trúc quần thể khi xét gen có 2 alen A và a thì ta có cấu trúc

$$\begin{aligned} xAA + yAa + zaa &= 1 \\ p &= x + \frac{y}{2}; q = 1 - p \end{aligned}$$

Từ đây ta có thể hiểu nôm na cấu trúc của quần thể là tần số của tất cả các kiểu gen chúng ta đang xét đến trong quần thể sao cho tổng của chúng bằng 1 (tức 100%).

III. CÁC CẤU TRÚC CỦA QUẦN THỂ THƯỜNG GẶP

Cấu trúc tổng quát của mọi quần thể chính là tỉ lệ của tất cả các kiểu gen đang xét đến trong quần thể sao cho tổng của chúng bằng 1 (tức 100%), theo đó chúng ta có từng trường hợp cụ thể như sau:

Cấu trúc quần thể khi xét 1 locus có n alen trên NST thường.

Gọi a_1, a_2, \dots, a_n là các alen thuộc locus này, khi đó ta có cấu trúc quần thể bằng tổng hệ số các kiểu gen có thể có trong quần thể, sao cho tổng này bằng 1. Tức

$$\sum k_x a_i a_j = 1$$

Thực tế, chúng ta thường gặp nhiều 2 dạng đó là $n = 2$ và $n = 3$.

Với $n = 2$ ta có cấu trúc: $xAA + yAa + zaa = 1$

Với $n = 3$ ta có cấu trúc: $xAA + yAB + zAO + mBB + nBO + pOO = 1$ (nhóm máu)

Cấu trúc quần thể khi xét nhiều cặp NST, mỗi cặp NST xét 1 locus.

Cấu trúc quần thể lúc này sẽ bằng tích của các cấu trúc từng locus.

Ví dụ

cặp NST số 1 có 2 alen có cấu trúc: $xAA + yAa + zaa = 1$

cặp NST số 2 có 2 alen có cấu trúc: $mBB + nBb + pbb = 1$

suy ra cấu trúc chung của quần thể khi xét cùng lúc 2 cặp NST là:

$$(xAA + yAa + zaa)(mBB + nBb + pbb) = 1$$

Cấu trúc quần thể khi xét nhiều cặp NST, mỗi cặp NST xét 1 locus nhưng không thể phân tích cấu trúc quần thể ra thành tích cấu trúc của từng locus. Tiêu biểu trong dạng này, thường chúng ta chỉ quan sát thấy 1 số kiểu gen xuất hiện trong cấu trúc.

Ví dụ

$$xAABB + yAaBb + zaaBb = 1$$

Vì không phân tích ra thành nhân tử được, nên chúng ta phải để nguyên như thế.

Cấu trúc quần thể khi xét 1 locus gồm 2 alen liên kết trên NST giới tính X không alen trên Y.

Xét locus có 2 alen A và a liên kết trên X không Alen trên Y, khi đó trong quần thể có 5 kiểu gen. Trong đó giới cái (XX) có 3 kiểu và giới đực (XY) có 2 kiểu nên ta có cấu trúc của quần thể là:

$$XX: xX^A X^A + yX^A X^a + zX^a X^a = 1$$

$$XY: mX^A Y + nX^a Y = 1$$

Nếu số lượng cá thể cái bằng số lượng cá thể đực thì khi đó cấu trúc chung của quần thể sẽ là:

$$XX + XY: xX^A X^A + yX^A X^a + zX^a X^a + mX^A Y + nX^a Y = 2$$

Để quy về tỉ lệ % ta có:

$$\frac{1}{2}(xX^A X^A + yX^A X^a + zX^a X^a + mX^A Y + nX^a Y) = 1$$

IV. LAI TRONG QUẦN THỂ

Khi cho các cá thể trong quần thể lai với nhau tức chúng ta sẽ cho đực lai với cái. Khi đó chúng ta có

Đực x cái

⇔ cấu trúc quần thể giới đực x cấu trúc quần thể giới cái

Đây là công thức cơ bản trong xác định cấu trúc quần thể ở thế hệ con cháu. Chúng ta sẽ đi cụ thể từng dạng bên dưới.

BÀI 2: CẤU TRÚC QUẦN THỂ NGẪU PHỐI

I. NGẪU PHỐI Ở LOCUS GEN CÓ 2 ALÊN TRÊN NST THƯỜNG VÀ TRẠNG THÁI CÂN BẰNG HARDY-WEINBERG

Xét quần thể có cấu trúc $xAA + yAa + zaa = 1$ ngẫu phối, lúc này mỗi kiểu gen của giới đực sẽ lần lượt kết hợp lần lượt với mỗi kiểu gen của giới cái, do đó ta có đẳng thức ngẫu phối giữa đực và cái là

$$(xAA + yAa + zaa)(xAA + yAa + zaa) = 1$$

Cấu trúc phần đực $xAA + yAa + zaa = 1$ sẽ cho ra 2 loại giao tử A, a với tần số tương ứng là p, q . Cấu trúc phần cái $xAA + yAa + zaa = 1$ cũng cho ra 2 loại giao tử A, a với tần số tương ứng là p', q' . Do cấu trúc giới đực và giới cái giống nhau hoàn toàn nên $p = p'; q = q'$ do đó đẳng thức ngẫu phối tương đương với:

$$(p + q)(p + q) = 1 \Leftrightarrow (p + q)^2 = 1$$

Khai triển $(p + q)^2$ ta được $p^2 + 2pq + q^2 = 1$.

Nếu cho quần thể có cấu trúc $p^2AA + 2pqAa + q^2aa = 1$ ngẫu phối, ta tính:

$$\text{Tần số alen A là: } x + \frac{y}{2} = p^2 + \frac{2pq}{2} = p(p + q) = p$$

$$\text{Tần số alen a là: } 1 - p = q.$$

$$\text{Cấu trúc ở thế hệ tiếp theo sẽ là } (p + q)(p + q) = p^2 + 2pq + q^2 = 1.$$

Lúc này ta có nhận xét, cấu trúc quần thể ngẫu phối ở thế hệ thứ nhất bằng cấu trúc quần thể ở thế hệ ngẫu phối thứ 2. Nếu cho quần thể này ngẫu phối qua nhiều thế hệ thì cấu trúc của nó vẫn không thay đổi. Do đó, căn cứ vào tần số alen, chúng ta có thể tính được tần số kiểu gen và dự báo cấu trúc quần thể ngẫu phối ở thế hệ tiếp theo. Mối quan hệ giữa tần số Alen và tần số kiểu gen thông qua đẳng thức $p^2 + 2pq + q^2 = 1$ và sự ổn định cấu trúc quần thể qua nhiều thế hệ được nhà toán học Geoffrey Hardy (Anh) và bác sĩ Wilhelm Weinberg (Đức) độc lập tìm ra nên được gọi là định luật hoặc nguyên lí hay cân bằng Hardy-Weinberg (viết tắt là H-W). Nội dung của nguyên lí này được phát biểu như sau:

“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 $(p + q)^2 = p^2 + 2pq + q^2 = 1$

Từ đây ta có các hệ quả:

Hệ quả 1: Với tần số allele ở hai giới là như nhau, chỉ sau một thế hệ ngẫu phối thì các tần số kiểu gene đạt tới trạng thái cân bằng $p^2 + 2pq + q^2 = 1$

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 $p^2 \cdot q^2 = \left(\frac{2pq}{2}\right)^2$. Từ hệ quả này, nếu ta đặt $p^2 = x, 2pq = y, q^2 = z$ thì:

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

$$\Leftrightarrow xz = \left(\frac{y}{2}\right)^2$$

$$\Leftrightarrow \sqrt{xz} = \frac{1 - x - z}{2}$$

$$\Leftrightarrow (\sqrt{x} + \sqrt{z})^2 = 1$$

$$\Leftrightarrow \sqrt{x} + \sqrt{z} = 1$$

Theo kết quả này, chúng ta có thể kiểm tra nhanh quần thể nào đó có cân bằng di truyền hay không. Nếu $\sqrt{x} + \sqrt{z} = 1$ thì quần thể cân bằng di truyền, nếu $\sqrt{x} + \sqrt{z} \neq 1$ thì quần thể không cân bằng di truyền.

Hệ quả 3: Tần số của các thể dị hợp không vượt quá 50%, và giá trị cực đại này chỉ xảy ra khi $p = q = 0,5$ nên $2pq = 0,5$; lúc này các thể dị hợp chiếm một nửa số cá thể trong quần thể. 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.

Chứng minh hệ quả 3: $p^2 + q^2 \geq 2pq$ (cauchy) $\Leftrightarrow (p + q)^2 \geq 4pq \Leftrightarrow 2pq \leq \frac{1}{2}$, dấu = xảy ra khi và chỉ khi $p = q = \frac{1}{2}$.

Tổng quát

Cấu trúc quần thể ngẫu phối khi xét gen có 2 Alen A và a là:

$$p^2 AA + 2pqAa + q^2 aa = 1$$

PHỤ LỤC

Chúng ta có thể chứng minh cấu trúc quần thể ngẫu phối ở dạng đại số như sau:

$$(xAA + yAa + zaa)(xAA + yAa + zaa) \\ = (xAA + yAa + zaa)^2 = 1$$

Khai triển chúng ta có:

$$xAA \times xAA \rightarrow x^2AA$$

$$yAa \times yAa \rightarrow y^2 \left(\frac{1}{4}AA + \frac{2}{4}Aa + \frac{1}{4}aa \right)$$

$$zaa \times zaa \rightarrow z^2aa$$

$$2(xAA \times yAa) \rightarrow xy(AA + Aa)$$

$$2(xAA \times zaa) \rightarrow 2xzAa$$

$$2(yAa \times zaa) \rightarrow yz(Aa + aa)$$

Nhóm tỉ lệ theo từng kiểu gen chúng ta có:

$$AA: x^2 + \frac{y^2}{4} + xy = \left(x + \frac{y}{2} \right)^2$$

$$Aa: \frac{2y^2}{4} + xy + 2xz + yz = 2 \left(x + \frac{y}{2} \right) \left(z + \frac{y}{2} \right)$$

$$aa: \frac{y^2}{4} + z^2 + yz = \left(z + \frac{y}{2} \right)^2$$

Lại có $x + \frac{y}{2} = p$; $z + \frac{y}{2} = q$ vậy cấu trúc quần thể sẽ là

$$p^2AA + 2pqAa + q^2aa = 1$$

Khi cho quần thể $p^2AA + 2pqAa + q^2aa = 1$ ngẫu phối, khi đó ta có $x = p^2$; $y = 2pq$, $z = q^2$. Tương tự ta có

$$AA: \left(x + \frac{y}{2} \right)^2 = \left(p^2 + \frac{2pq}{2} \right)^2 = p^2$$

$$Aa: 2 \left(x + \frac{y}{2} \right) \left(z + \frac{y}{2} \right) = \left(p^2 + \frac{2pq}{2} \right) \left(q^2 + \frac{2pq}{2} \right) = 2pq$$

$$aa: \left(z + \frac{y}{2}\right)^2 = \left(q + \frac{2pq}{2}\right)^2 = q^2$$

Vậy cấu trúc sau ngẫu phối vẫn là $p^2 AA + 2pqAa + q^2 aa = 1$

II. NGẪU PHỐI Ở QUẦN THỂ CÓ NHIỀU ALÊN XÉT TRONG 1 LOCUS THUỘC NST THƯỜNG.

Trong trường hợp quần thể có nhiều Alen, ví dụ gen quy định nhóm máu người có 3 alen là A, B, O ứng với 3 tần số là p, q, r thì cấu trúc quần thể nhóm máu là $(p + q + r)^2 = 1$. Tương tự nếu gen có n alen thì cấu trúc của quần thể khi ngẫu phối sẽ có dạng $(a_1 + a_2 + \dots + a_n)^2 = 1$.

III. NGẪU PHỐI Ở QUẦN THỂ CÓ CẤU TRÚC GIỚI ĐỰC KHÔNG BẰNG CẤU TRÚC GIỚI CÁI TRÊN NST THƯỜNG

Do cấu trúc khác nhau nên tần số alen có thể khác nhau, nếu phần đực có tần số Alen trội, lặn lần lượt là p_d, q_d , phần cái có tần số Alen trội lặn lần lượt là p_c, q_c . Khi tổ ngẫu phối chúng ta có $(p_d + q_d)(p_c + q_c) = 1$. Tỷ lệ kiểu gen thế hệ con là khai triển của đẳng thức này.

Thế hệ khởi đầu chúng ta có p_d, q_c

Thế hệ thứ nhất chúng ta có

$$p = p_d p_c + \frac{p_d q_c + q_d p_c}{2}$$

$$\Leftrightarrow p = p_d \left(p_c + \frac{q_c}{2}\right) + \frac{q_d p_c}{2} \Leftrightarrow p = p_d \left(\frac{1}{2} + \frac{p_c}{2}\right) + \frac{q_d p_c}{2} = \frac{p_d}{2} + \frac{p_d p_c}{2} + \frac{q_d p_c}{2}$$

$$\Leftrightarrow p = \frac{p_d + p_c}{2}$$

Do ngẫu phối nên p, q ổn định. Nên tần số ở thế hệ ngẫu phối n là

$$\boxed{p = \frac{p_d + p_c}{2}; q = 1 - p}$$

IV. NGẪU PHỐI Ở QUẦN THỂ CÓ CẤU TRÚC GIỚI ĐỰC VÀ CÁI CÓ GEN LIÊN KẾT TRÊN NST GIỚI TÍNH

Xét 1 gen có 2 alen A, a nằm trên NST giới tính X không có alen tương ứng trên Y có:

$$XX: p_c^2 X^A X^A + 2p_c q_c X^A X^a + q_c^2 X^a X^a = 1$$

$$XY: p_d X^A Y + q_d X^a Y = 1$$

Cho quần thể ngẫu phối tức cho XX x XY ta có biểu thức ngẫu phối

$$(p_c X^A + q_c X^a) \left(\frac{p_d}{2} X^A + \frac{q_d}{2} X^a + \frac{p_d + q_d}{2} Y \right) = 1$$

Thế hệ khởi đầu chúng ta có $(p_c)_0, (p_d)_0$

Thế hệ thứ nhất chúng ta có

XX:

$$\frac{(p_c)_0 (p_d)_0}{2} X^A X^A + \frac{(p_c)_0 (q_d)_0 + (p_d)_0 (q_c)_0}{2} X^A X^a + \frac{(q_c)_0 (q_d)_0}{2} X^a X^a = \frac{1}{2}$$

$$\Rightarrow (p_c)_1 = (p_c)_0 (p_d)_0 + \frac{(p_c)_0 (q_d)_0 + (p_d)_0 (q_c)_0}{2} = \frac{(p_c)_0 + (p_d)_0}{2}$$

$$XY: (p_c)_0 Y + (p_c)_0 X^a Y = 1$$

$$\Rightarrow (p_d)_1 = (p_c)_0$$

Tương tự như vậy ta tổng quát được

$$\begin{cases} (p_c)_n = \frac{(p_c)_{n-1} + (p_d)_{n-1}}{2} \\ (p_d)_n = (p_c)_{n-1} \end{cases}$$

Cho n nhận 1 vài giá trị đầu ta có:

$$(p_c)_1 = \frac{1}{2}(p_c)_0 + \frac{1}{2}(p_d)_0$$

$$(p_c)_2 = \frac{p_{c1} + p_{d1}}{2} = \frac{\frac{(p_c)_0 + (p_d)_0}{2} + (p_c)_0}{2} = \frac{3}{4}(p_c)_0 + \frac{1}{4}(p_d)_0$$

$$(p_c)_3 = \frac{5}{8}(p_c)_0 + \frac{3}{8}(p_d)_0$$

$$(p_c)_4 = \frac{11}{16}(p_c)_0 + \frac{5}{16}(p_d)_0$$

$$(p_c)_5 = \frac{21}{32}(p_c)_0 + \frac{11}{32}(p_d)_0$$

$$(p_c)_6 = \frac{43}{64}(p_c)_0 + \frac{21}{64}(p_d)_0$$

Nhận thấy mẫu số ở phần cái tuân theo 2^n với n là số thứ tự của thế hệ

Nhận xét dãy số phân tử của hạng tử chứa $(p_c)_0$:

$$n = 1: 1 = 1$$

$$n = 2: 3 = 2^1 + 1$$

$$n = 3: 5 = 2^2 + 1$$

$$n = 4: 11 = 2^1 + 2^3 + 1$$

$$n = 5: 21 = 2^2 + 2^4 + 1$$

$$n = 6: 42 = 2^1 + 2^3 + 2^5 + 1$$

Với n chẵn ta có các dãy số

$$n = 2: 3 = 2^1 + 1$$

$$n = 4: 11 = 2^1 + 2^3 + 1$$

$$n = 6: 43 = 2^1 + 2^3 + 2^5 + 1$$

với $n = 2k + 1 + 1$ ta có

$$S_n = 1 + 2^1 + 2^3 + 2^5 + \dots + 2^{2k+1}$$

$$= 1 + 2^1 + 4 \cdot 2^1 + 4^2 \cdot 2^1 + \dots + 4^k \cdot 2^1$$

$$= 1 + \frac{2(4^{k+1} - 1)}{4 - 1}$$

$$= 1 + \frac{2\left(4^{\frac{n}{2}} - 1\right)}{3} = \frac{2^{n+1} + 1}{3}$$

Với n lẻ ta có các dãy số

$$n = 1: 1 = 1$$

$$n = 3: 5 = 2^2 + 1$$

$$n = 5: 21 = 2^2 + 2^4 + 1$$

với $n = 2k + 1$ ta có

$$S_n = 1 + 2^2 + 2^4 + 2^6 + 2^8 + \dots + 2^{2k}$$

$$\begin{aligned}
&= 1 + 4 \cdot 1 + 4^2 \cdot 1 + 4^3 \cdot 1 + \dots + 4^k \cdot 1 \\
&= 1 + \frac{4(4^k - 1)}{4 - 1} \\
&= 1 + \frac{4 \left(4^{\frac{n-1}{2}} - 1\right)}{3} \\
&= \frac{2^{n+1} - 1}{3}
\end{aligned}$$

Từ đó

$$\begin{aligned}
p_{n\text{chẵn}} &= \frac{2^{n+1} + 1}{3 \cdot 2^n} (p_c)_0 + \frac{2^n - 1}{3 \cdot 2^n} (p_d)_0 \\
&= \frac{2}{3} (p_c)_0 + \frac{1}{3} (p_d)_0 + \frac{1}{3} \left(-\frac{1}{2}\right)^n ((p_c)_0 - (p_d)_0); \left\{ n \text{ chẵn nên } \left(\frac{1}{2}\right)^n = \left(-\frac{1}{2}\right)^n \right\}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
p_{n\text{lẻ}} &= \frac{2^{n+1} - 1}{3 \cdot 2^n} (p_c)_0 + \frac{2^n + 1}{3 \cdot 2^n} (p_d)_0 \\
&= \frac{2}{3} (p_c)_0 + \frac{1}{3} (p_d)_0 + \frac{1}{3} \left(-\frac{1}{2}\right)^n ((p_c)_0 - (p_d)_0); \left\{ n \text{ lẻ nên } -\left(\frac{1}{2}\right)^n = \left(-\frac{1}{2}\right)^n \right\}
\end{aligned}$$

Vậy ta tìm được công thức tổng quát

$ \begin{aligned} (p_c)_n &= \frac{2}{3} p_c + \frac{1}{3} p_d + \frac{1}{3} \left(-\frac{1}{2}\right)^n (p_c - p_d) \\ (p_d)_n &= (p_c)_{n-1} \\ \lim_{n \rightarrow +\infty} (p_c)_n &= \frac{2}{3} p_c + \frac{1}{3} p_d \end{aligned} $

Cách giải trên tương đối dài, chúng ta có thể tìm công thức tổng quát của p_{c_n} ngắn gọn hơn bằng cách tính Δp_c giữa 2 thế hệ, ta thấy lượng giảm dần dần theo biểu thức $\frac{1}{3} \left(-\frac{1}{2}\right)^n (p_c - p_d)$, từ đó ta tìm được công thức tổng quát của p_{c_n} .

Trường hợp gen có 2 alen thuộc NST X có alen tương ứng trên Y

Cấu trúc quần thể ở giới cái tương tự như trên, ở giới đực ta có:

$$mX^AY^A + nX^AY^a + kX^aY^A + tX^aY^a = 1$$

tần số alen A thuộc X là: $\left(\frac{m}{2} + \frac{n}{2}\right)$, của a thuộc X là $\frac{k+t}{2}$

nếu ta lấy tổng của chúng ta có $\frac{m+n+k+t}{2} = 0,5$ nhận thấy tổng là 1 hằng số

chuẩn hoá tần số alen của A và a sao cho tổng của chúng bằng 0,5, khi đó

gọi a là tần số alen A thuộc X, b là tần số alen a thuộc Y ta có ngay $a + b = 0,5$

tương tự như vậy gọi c là tần số alen A thuộc Y, d là tần số alen a thuộc Y ta cũng có

$$c + d = 0,5$$

cho 2 quần thể trên ngẫu phối ta có đẳng thức sau

$$(p + q)(a + b + c + d) = 1$$

sau khi tính toán và rút gọn như trên ta có

$$p_{c1} = \frac{p_c}{2} + \frac{1}{2}(2p_dX)$$

$$p_{d1}X = \frac{p_c}{2}, p_1Y = c$$

từ đây dễ dàng ta có

$$(p_c)_n = \frac{2}{3}p_c + \frac{1}{3}p_d + \frac{1}{3}\left(-\frac{1}{2}\right)^n (p_c - 2p_dX)$$

$$(p_d)_nX = \frac{p_c(n-1)}{2}, (p_d)_nY = c$$

BÀI 3: CẤU TRÚC QUẦN THỂ GIAO PHỐI KHÔNG NGẪU NHIÊN

I. TỰ PHỐI

Tự phối là giao phối cận huyết 100% nghĩa là một cá thể bất kì chắc chắn sẽ lai cá thể mang kiểu gen giống nó. Ví dụ quần thể có cấu trúc $xAA + yAa + zaa = 1$ tự thụ tức $AA \times AA$; $Aa \times Aa$; $aa \times aa$.

Xét quần thể có cấu trúc $xAA + yAa + zaa = 1$, khi tự thụ chúng ta có

$$xAA \times AA = xAA; yAa \times Aa = \frac{y}{4}AA + \frac{y}{2}Aa + \frac{y}{4}aa; zaa \times aa = zaa:$$

Cộng tỉ lệ kiểu gen tương ứng ta cấu trúc của quần thể ở thế hệ thứ nhất là

$$\left(x + \frac{y}{4}\right)AA + \frac{y}{2}Aa + \left(z + \frac{y}{4}\right)aa = 1$$

Nếu quần thể này tiếp tục tự phối ở thế hệ thứ 2 tương tự ta có $\left(x + \frac{y}{4} + \frac{y}{8}\right)AA + \frac{y}{4}Aa + \left(z + \frac{y}{4} + \frac{y}{8}\right)aa = 1$. Cứ tiếp tục như vậy đến thế hệ thứ n ta thu được:

$$AA: x + \frac{y}{4} + \frac{y}{8} + \dots + \frac{y}{2^n} = x + \frac{y - \frac{y}{2^n}}{2}$$

$$Aa: \frac{y}{2^n}$$

$$aa: z + \frac{y}{4} + \frac{y}{8} + \dots + \frac{y}{2^n} = z + \frac{y - \frac{y}{2^n}}{2};$$

Vậy cấu trúc quần thể $xAA + yAa + zaa = 1$ khi trải qua n thế hệ tự phối là:

$$\left(x + \frac{y - \frac{y}{2^n}}{2}\right)AA + \left(\frac{y}{2^n}\right)Aa + \left(z + \frac{y - \frac{y}{2^n}}{2}\right)aa = 1$$

$$\lim_{n \rightarrow +\infty} \left\{ \left(x + \frac{y - \frac{y}{2^n}}{2}\right)AA + \left(\frac{y}{2^n}\right)Aa + \left(z + \frac{y - \frac{y}{2^n}}{2}\right)aa \right\} = pAA + qaa = 1$$

Suy ra, cấu trúc quần thể tự phối sẽ tiến đến $pAA + qaa = 1$

II. NỘI PHỐI

Nội phối được hiểu là trong quần thể vừa có giao phối ngẫu nhiên và vừa có tự phối. Nếu gọi F là % các cá thể diễn ra tự phối, suy ra chúng ta có $1 - F$ các cá thể giao phối ngẫu nhiên.

Xét quần thể có cấu trúc $xAA + yAa + zaa = 1$ xảy ra nội phối với tần số F . Khi đó quần thể $F(xAA + yAa + zaa = 1)$ sẽ diễn ra tự phối, quần thể $(1 - F)(xAA + yAa + zaa = 1)$ sẽ diễn ra ngẫu phối:

$F(xAA + yAa + zaa = 1)$ qua n thế hệ tự thụ ta thu được

$$F \left\{ \left(x + \frac{y - \frac{y}{2^n}}{2} \right) AA + \left(\frac{y}{2^n} \right) Aa + \left(z + \frac{y - \frac{y}{2^n}}{2} \right) aa = 1 \right\}$$

$(1 - F)(xAA + yAa + zaa = 1)$ qua n thế hệ ngẫu phối ta thu được

$$(1 - F)(p^2 AA + 2pqAa + q^2 aa = 1) \text{ với } p = x + \frac{y}{2}; q = z + \frac{y}{2}$$

Với n tiến đến cộng vô cực thì:

Quần thể tự phối tiến đến $F(pAA + qaa = 1)$.

Quần thể ngẫu phối tiến đến $(1 - F)(p^2 AA + 2pqAa + q^2 aa = 1)$.

Khi đó ta có tỉ lệ của các kiểu gen là

$$AA: Fp + (1 - F)p^2 = p^2 + Fp - Fp^2 = p^2 + Fp(1 - p) = p^2 + Fpq$$

$$Aa: (1 - F)2pq = 2pq - 2Fpq$$

$$aa: Fq + (1 - F)q^2 = q^2 + Fpq$$

Vậy cấu trúc quần thể nội phối sau rất nhiều thế hệ nội phối với tần số F là

$$(p^2 + Fpq)AA + (2pq - 2Fpq)Aa + (q^2 + Fpq)aa = 1$$

Suy ra:

Nếu quần thể cân bằng di truyền thì $F = 0$

Nếu quần thể tự phối hoàn toàn $F = 1$

Nếu quần thể không cân bằng di truyền ta có $y = 2pq - 2Fpq \Leftrightarrow F = 1 - \frac{y}{2pq}$, do điều kiện F trong trường hợp này là $1 > F > 0$

$$\text{suy ra } y < 2pq = 2 \left(x + \frac{y}{2}\right) \left(z + \frac{y}{2}\right)$$

$$\Leftrightarrow \frac{y}{2} < xz + \frac{y}{2}(x+z) + \left(\frac{y}{2}\right)^2 \Leftrightarrow \frac{y}{2} < xz + \frac{y}{2}(1-y) + \left(\frac{y}{2}\right)^2$$

$$\Leftrightarrow \left(\frac{y}{2}\right)^2 < xz \Leftrightarrow \sqrt{x} + \sqrt{z} > 1$$

Vậy điều kiện để xảy ra F là

$$\sqrt{x} + \sqrt{z} > 1 \text{ hoặc } xz > \left(\frac{y}{2}\right)^2$$

Ví dụ: Tính hệ số nội phối của quần thể có cấu trúc $0.3AA + 0.5Aa + 0.2aa = 1$

Hướng dẫn

điều kiện để xảy ra F là $xz > \left(\frac{y}{2}\right)^2 \Leftrightarrow (0.3 \times 0.2) > \left(\frac{0.5}{2}\right)^2 \Leftrightarrow 0.06 > 0.625$ (vô lí) nên không tồn tại F

BÀI 4: BIẾN ĐỘNG SỐ LƯỢNG QUẦN THỂ

Biến động số lượng quần thể là hiện tượng thêm hoặc bớt số cá thể mang kiểu gen nhất định trong quần thể.

Thêm cá thể mới vào trong quần thể ta có hiện tượng di nhập gen, là hiện tượng một số cá thể từ quần thể A, di cư nhập vào quần thể B. Lúc này quần thể A là quần thể cho, quần thể B là quần thể nhận.

Bớt cá thể trong quần thể ta có:

Hiện tượng xuất cư: Tức một vài cá thể của quần thể A di cư ra khỏi quần thể.

Hiện tượng chết: Một kiểu gen nào đó sức sống kém so với các kiểu gen còn lại nên bị đào thải

Hiện tượng không có khả năng sinh sản: cá thể mang kiểu gen nào đó bị bất thụ và không thể sinh sản.

Các kiểu biến động có thể xuất hiện riêng lẻ hoặc phối hợp nhau, chúng ta sẽ đi từng trường hợp cụ thể.

I. BIẾN ĐỘNG SỐ LƯỢNG TỔNG QUÁT

Xét quần thể có cấu trúc $xAA + yAa + zaa = 1$. Gọi x', y', z' là phần còn lại của quần thể sau khi biến động, khi đó cấu trúc quần thể được viết lại là:

$$x'AA + y'Aa + z'aa = k$$

($k = x' + y' + z'$)

Khi đó ta phải chuẩn hóa quần thể sao cho tổng hệ số của các kiểu gen bằng 1. Do đó trong quần thể thể trên, ta sẽ chia 2 vế cho k .

$$\frac{x'}{k}AA + \frac{y'}{k}Aa + \frac{z'}{k}aa = 1$$

Sau biến động, nếu quần thể vẫn đạt trạng thái cân bằng mặc dù chưa diễn ra ngẫu phối, khi đó ta có tần số kiểu gen không đổi

$$x = \frac{x'}{k}; y = \frac{y'}{k}; z = \frac{z'}{k}$$

Hoặc tần số alen không đổi

$$x + \frac{y}{2} = \frac{x'}{k} + \frac{1}{2} \cdot \frac{y'}{k}$$

Với điều kiện quần thể trước biến động phải đạt trạng thái cân bằng. Tức $\sqrt{x} + \sqrt{z} = 1$
 Trong tính toán, ta thường dựa vào tần số alen không đổi, bởi tính toán đơn giản hơn.

Ví dụ 1: Xét quần thể có cấu trúc $0.1AA + 0.2Aa + 0.7aa = 1$. Môi trường sống thay đổi, có $0.03AA : 0.1Aa : 0.2aa$ di cư ra khỏi quần thể. Tìm cấu trúc của quần thể ở thế hệ thứ nhất, biết rằng quần thể này ngẫu phối.

Hướng dẫn: phần còn lại của quần thể sau biến động là:

$$(0.1-0.03)AA + (0.2-0.1Aa) + (0.7-0.2)aa = 0.07AA + 0.1Aa + 0.5aa = 0.67$$

Chuẩn hóa quần thể về 1 ta có:

$$\frac{0.07}{0.67} AA + \frac{0.1}{0.67} Aa + \frac{0.5}{0.67} aa = 1 \Leftrightarrow 0.1AA + 0.15Aa + 0.75aa = 1$$

$$p = 0.1 + \frac{0.15}{2} = 0.18; q = 1 - p = 0.82$$

Vậy cấu trúc quần thể là $0.03AA + 0.3Aa + 0.67aa = 1$

Ví dụ 2. Xét quần thể có cấu trúc $0.1AA + 0.2Aa + 0.7aa = 1$. Môi trường sống thay đổi, chỉ có 75% cá thể aa sống sót. Các kiểu gen còn lại sinh sản và sống sót 100%. Tìm cấu trúc quần thể ở thế hệ thứ nhất, biết rằng quần thể này ngẫu phối.

Hướng dẫn. phần còn lại của quần thể sau khi biến động là

$$0.1AA + 0.2Aa + 75\%.0.7aa = 0.1AA + 0.2Aa + 0.525aa$$

Chuẩn hóa quần thể về 1: $0.12AA + 0.24Aa + 0.64aa = 1$

$$p = 0.24; q = 0.76$$

Quần thể ở thế hệ thứ nhất là: $0.06AA + 0.36Aa + 0.58aa = 1$

II. NHẬP CƯ

Nhập cư là hiện tượng một nhóm cá thể từ quần thể A di cư đến quần thể B và định cư ở quần thể B. Nhóm cá thể này sẽ "lập gia đình" với nhóm cá thể của quần thể B.

Gọi quần thể nhóm cá thể của quần thể A là quần thể cho, quần thể B là quần thể nhận. Ta có bài toán:

Xét quần thể nhận có cấu trúc $xAA + yAa + zaa = 1$

Xét quần thể cho có cấu trúc $x'AA + y'Aa + z'aa = 1$

Do kích thước của quần thể cho khác so với kích thước của quần thể nhận, nếu kích thước của quần thể cho bằng k lần kích thước quần thể nhận thì ta có quần thể B sau nhập cư có cấu trúc

$$(x + kx')AA + (y + ky')Aa + (z + kz')aa = 1 + k$$

Quy quần thể trên về tỉ lệ % ta có

$$\frac{1}{1+k} \{(x + kx')AA + (y + ky')Aa + (z + kz')aa = 1 + k\}$$

Nếu quần thể này diễn ra ngẫu phối thì ta có tần số alen A ở thế hệ thứ nhất là

$$p_1 = \frac{1}{1+k} \left(x + kx' + \frac{y + ky'}{2} \right) = \frac{1}{1+k} (p + kp')$$

Nếu quá trình nhập cư cứ liên tục qua n thế hệ thì ta có

$$p_n = \frac{1}{1+k} (p_{n-1} + kp')$$

Ta đi tìm công thức tổng quát của p_n

Đặt $\frac{1}{1+k} = m$ ta có

$$p_1 = m(p + kp')$$

$$p_2 = m(p_1 + kp') = m(m(p + kp') + kp') = m^2 p + m^2 kp' + mkp'$$

$$p_3 = m(p_2 + kp') = m^3 p + m^3 kp' + m^2 kp' + mkp'$$

...

$$p_n = m^n p + m^n kp' + \dots + m^2 kp' + m^1 kp'$$

Thu gọn p_n

$$p_n = m^n p + m^n kp' + \dots + m^2 kp' + m^1 kp'$$

$$\Leftrightarrow p_n = m^n p + kp' (m^1 + m^2 + \dots + m^n)$$

$$\Leftrightarrow p_n = m^n p + kp' \left(\frac{m(m^n - 1)}{m - 1} \right)$$

$$\Leftrightarrow p_n = \left(\frac{1}{1+k} \right)^n p + kp' \left(\frac{\frac{1}{1+k} \left(\left(\frac{1}{1+k} \right)^n - 1 \right)}{\frac{1}{1+k} - 1} \right)$$

$$\Leftrightarrow p_n = \left(\frac{1}{1+k}\right)^n p + p' \left(1 - \left(\frac{1}{1+k}\right)^n\right)$$

$$\Leftrightarrow p_n = p' + (p - p') \left(\frac{1}{1+k}\right)^n$$

$$\lim_{n \rightarrow +\infty} \left[p' + (p - p') \left(\frac{1}{1+k}\right)^n \right] = p'$$

Do đó ta phát biểu rằng nhập cư qua n thế hệ thì p_n tiệm cận tới p'

Vậy nhập cư qua n thế hệ thì p của quần thể nhận tiệm cận đến p' của quần thể cho.

III. BIẾN ĐỘNG THEO HỆ SỐ THÍCH NGHI VÀ CHỌN LỌC

Chọn lọc tự nhiên được định nghĩa là sự sống sót và sinh sản của các kiểu gene. Để đánh giá sự chọn lọc ở một kiểu gen nào đó chúng ta phải xem xét *độ phù hợp tương* của các kiểu gene khác nhau. Độ phù hợp tương đối có nhiều định nghĩa khác nhau như: *độ phù hợp Darwin, giá trị chọn lọc, giá trị thích nghi*. Nhưng bản chất chung nó biểu thị khả năng tương đối của các kiểu gene khác nhau trong việc truyền lại các allele cho những thế hệ tương lai (Weaver và Hedrick 1997).

Vì chọn lọc tự nhiên tác động bằng sự sinh sản biệt hóa, nên ta có thể xem nó là số đo hiệu năng sinh sản của một kiểu gene. Vì thế ta đặt W là % kiểu gen đó đóng góp alen vào thế hệ sau, S là % kiểu gen đó bị loại bỏ tức không đóng góp alen vào thế hệ sau. Theo đó $W + S = 1$. Giả sử như quần thể có 3 kiểu gen AA, Aa, aa với hệ số thích nghi lần lượt là W_1, W_2, W_3 . Khi đó ta có $W_1 AA : W_2 Aa : W_3 aa$. Giả sử W_2 lớn nhất khi đó ta viết thành $\frac{W_1}{W_2} AA : 1 Aa : \frac{W_3}{W_2} aa$. Lúc này ta đã quy các giá trị thích nghi theo giá trị thích nghi lớn nhất.

1. Chọn lọc loại bỏ hoàn toàn một kiểu gen

Xét quần thể có cấu trúc $p^2 AA + 2pq Aa + q^2 aa = 1$. Quần thể bị chọn lọc với áp lực tương ứng là hệ là S_1, S_2, S_3 . Khi đó cấu trúc quần thể trên được viết lại thành

$$p^2(1 - S_1)AA + 2pq(1 - S_2)Aa + q^2(1 - S_3)aa = 1 - (S_1 + S_2 + S_3)$$

Khi $S_1 = 1, S_2 = S_3 = 0$, tức AA không có khả năng sinh sản ta có:

$$p^2(1 - S_1)AA + 2pq(1 - S_2)Aa + q^2(1 - S_3)aa = 1 - (S_1 + S_2 + S_3)$$

$$\Leftrightarrow 2pqAa + q^2aa = 2pq + q^2 = q(1 + p)$$

$$\Leftrightarrow 2pAa + qaa = 1 + p$$

$$\Leftrightarrow \frac{2p}{1+p}Aa + \frac{q}{1+p}aa = 1$$

Quần thể $\frac{2p}{1+p}Aa + \frac{q}{1+p}aa = 1$ diễn ra ngẫu phối, ta có tần số Alen A ở thế hệ tiếp theo không đổi nên ta có.

$$p_1 = \frac{1}{2} \cdot \frac{2p}{1+p} = \frac{p}{1+p}$$

Nếu thế các thế hệ tiếp theo xảy ra tương tự như vậy thì ta có

$$p_n = \frac{p_{n-1}}{1+p_{n-1}}$$

Ta tìm công thức tổng quát của p_n

Ta có

$$p_1 = \frac{1}{2} \cdot \frac{2p}{1+p} = \frac{p}{1+p}$$

$$p_2 = \frac{p_1}{1+p_1} = \frac{\frac{p}{1+p}}{1+\frac{p}{1+p}} = \frac{p}{1+2p}$$

$$p_3 = \frac{p}{1+3p}$$

Suy ra

$$\boxed{p_n = \frac{p}{1+np}}$$

Tương tự khi aa không có khả năng sinh sản tức $S_3 = 1, S_2 = S_1 = 0$ ta có

$$\boxed{q_n = \frac{q}{1+nq}}$$

Khi Aa không có khả năng sinh sản ta có $S_2 = 1, S_3 = S_1 = 0$

$$p_1 = \frac{p^2}{p^2 + q^2}$$

$$p_2 = \frac{(p_1)^2}{(p_1)^2 + (q_1)^2} = \frac{p^4}{p^4 + q^4}$$

$$p_n = \frac{p^{2^n}}{p^{2^n} + q^{2^n}}$$

$$\lim_{n \rightarrow +\infty} p_n = 0 \text{ khi } p < q$$

$$\lim_{n \rightarrow +\infty} p_n = 1 \text{ khi } p > q$$

Trong thực tế, Nếu AA không có cả năng sinh sản thì kéo theo Aa cũng không có cả năng sinh sản. Kiểu hình lặn thường có hại nên dễ bị chết, trong chọn giống ta thường loại bỏ kiểu hình này nên trong tính toán, để đảm bảo đúng với thực tế ta thường gặp trường hợp aa không có khả năng sinh sản.

2. Chọn lọc loại bỏ không hoàn toàn 1 kiểu gen

Xét quần thể $p^2(AA) + 2pq(Aa) + q^2(aa) = 1$. Quần thể này bị chọn lọc thu được cấu trúc như sau:

$$p^2(1 - S_1)(AA) : 2pq(1 - S_2)(Aa) : q^2(1 - S_3)(aa)$$

$$\Leftrightarrow p^2 W_1(AA) + 2pq W_2 + q^2 W_3 aa = p^2 W_1 + 2pq W_2 + q^2 W_3$$

$$\Leftrightarrow \frac{p^2 W_1(AA)}{p^2 W_1 + 2pq W_2 + q^2 W_3} + \frac{2pq W_2(Aa)}{p^2 W_1 + 2pq W_2 + q^2 W_3} + \frac{q^2 W_3(aa)}{p^2 W_1 + 2pq W_2 + q^2 W_3} = 1$$

Quần thể trên ngẫu phối thu được tần số p_1, q_1 . Quá trình chọn lọc và ngẫu phối cứ tiếp diễn qua n thế hệ. Quần thể đạt cân bằng khi qua ngẫu phối cấu trúc của quần thể không đổi, khi đó p sẽ không đổi. Do đó

$$p = \frac{p^2 W_1 + pq W_2}{p^2 W_1 + 2pq W_2 + q^2 W_3}$$

$$\text{đặt } x = \frac{W_1}{W_2}, y = \frac{W_3}{W_2} \text{ thì}$$

$$p = \frac{p^2 W_1 + pq W_2}{p^2 W_1 + 2pq W_2 + q^2 W_3}$$

$$\Leftrightarrow p = \frac{p^2 x + pq}{p^2 x + 2pq + q^2 y}$$

$$\Leftrightarrow px + q = p^2 x + 2pq + q^2 y$$

$$\Leftrightarrow p^2(x + y - 2) + p(3 - x - 2y) + y - 1 = 0$$

$$\Delta = (3 - x - 2y)^2 - 4(x + y - 2)(y - 1) = (x - 1)^2 > 0$$

$$\Leftrightarrow \begin{cases} p = 1 \text{ (loại)} \\ p = \frac{y-1}{x+y-2} \end{cases}$$

$$p = \frac{y-1}{x+y-2} = \frac{1-y}{(1-x) + (1-y)} = \frac{S_{aa}}{S_{AA} + S_{aa}}$$

Vậy sau n thế hệ chọn lọc, quần thể đạt trạng thái cân bằng thì

$$\boxed{p = \frac{S_{aa}}{S_{AA} + S_{aa}}}$$

3. Trường hợp chỉ chọn lọc loại bỏ aa với áp lực S_{aa}

Xét quần thể có cấu trúc $p^2(AA) + 2pq(Aa) + q^2(aa) = 1$ xảy ra chọn lọc chỉ với aa với hệ số chọn lọc S_{aa} . Khi đó cấu trúc quần thể trên được viết lại thành

$$\frac{p^2}{p^2 + 2pq + Wq^2} AA + \frac{2pq}{p^2 + 2pq + Wq^2} Aa + \frac{Wq^2}{p^2 + 2pq + Wq^2} aa = 1$$

Tần số alen a khi đó là $f_a = \frac{Wq^2 + pq}{p^2 + 2pq + Wq^2} = \frac{Wq^2 + pq}{1 - Sq^2}$.

Khi đó

$$\Delta q = \frac{Wq^2 + pq}{1 - Sq^2} - q = \frac{Wq^2 + pq - q + qSq^2}{1 - Sq^2} = -\frac{Sq^2(1-q)}{1 - Sq^2} = -p \cdot \frac{Sq^2}{1 - Sq^2}$$

Δq trong trường hợp này khá xấu và khó nhớ. Để cho đơn giản, ta chỉ cần hiểu bản chất của nó.

4. Chọn lọc theo hiệu suất thụ tinh

Xét quần thể có cấu trúc: $xAA + yAa + zaa = 1$

Khi giảm phân tạo giao tử, Alen A có hiệu suất thụ tinh là k_1 . Alen a có hiệu suất thụ tinh là k_2 . Khi hiệu suất thụ tinh giữa giới đực và giới cái bằng nhau, ta giả sử $k_1 > k_2$ thì giá trị thích nghi của A, a lần lượt là $1, \frac{k_2}{k_1}$. Nếu xảy ra ngẫu phối ta có.

$$p_1 = \frac{p}{p + W_a q} = \frac{p}{p(1 - W_a) + W_a}$$

$$p_2 = \frac{p_1}{p_1(1 - W_a) + W_a} = \frac{\frac{p}{p(1 - W_a) + W_a}}{\frac{p}{p(1 - W_a) + W_a}(1 - W_a) + W_a}$$

$$\begin{aligned}
&= \frac{p}{p(1 - W_a) + W_a(p(1 - W_a) + W_a)} = \frac{p}{p(1 - W_a) + pW_a(1 - W_a) + W_a^2} \\
p_3 &= \frac{p_2}{W_a + p_2(1 - W_a)} = \frac{p}{W_a^3 + W_a^2(1 - W_a)p + W_a(1 - W_a)p + (1 - W_a)p} \\
&= \frac{p}{W_a^3 + p(1 - W_a)(W_a^2 + W_a + 1)} \\
p_n &= \frac{p}{W_a^n + p(1 - W_a)(W_a^{n-1} + W_a^{n-2} + \dots + 1)} \\
&= \frac{p}{W_a^n + p(1 - W_a) \frac{1 - W_a^n}{1 - W_a}} = \frac{p}{W_a^n q + p}
\end{aligned}$$

Vậy qua n thế hệ ngẫu phối với giá trị thích nghi 1: W_a thì quần thể có p là:

$$\boxed{p_n = \frac{p}{W_a^n q + p}}$$

BÀI 5: BIẾN ĐỘNG CHẤT LƯỢNG QUẦN THỂ (ĐỘT BIẾN)

I. ĐỘT BIẾN THUẬN NGHỊCH

Xét quần thể ngẫu phối có cấu trúc $xAA + yAa + zaa = 1$. Alen A đột biến thành a, Alen a đột biến thành A. gọi tốc độ đột biến trung bình của A là thành $a u$, của a thành A là v , giả sử rằng u, v không đổi qua n thế hệ thì ta có:

$$p_1 = p - up + vp = p(1 - u - v) + v$$

Nếu đột biến cứ tiếp diễn như vậy qua n thế hệ thì ta có p ở thế hệ thứ n có dạng

$$p_n = p_{n-1}(1 - u - v) + v$$

Ta đi tìm công thức tổng quát của p_n

$$\text{Đặt } k = 1 - u - v$$

$$p_1 = pk + v$$

$$\begin{aligned} p_2 &= p_1 k + v = (pk + v)k + v = pk^2 + vk + v \\ &= pk + v(k + 1) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} p_3 &= p_2 k + v = (pk^2 + vk + v)k + v = pk^3 + vk^2 + vk + v \\ &= pk^3 + v(k^2 + k + 1) \end{aligned}$$

$$p_n = pk^n + v(k^{n-1} + k^{n-2} + \dots + 1) = pk^n + v \cdot \frac{k^n - 1}{k - 1}$$

Nếu chỉ xảy ra đột biến thuận thì $v = 0$, khi đó $k = 1 - u$ nên ta có $p_n = p(1 - u)^n$

Nếu chỉ xảy ra đột biến ngược thì $u = 0$, khi đó $k = 1 - v$ nên ta có

$$p_n = p(1 - v)^n + v \cdot \frac{(1 - v)^n - 1}{(1 - v) - 1} = p(1 - v)^n + 1 - (1 - v)^n = 1 - q(1 - v)^n$$

Nếu xảy ra cả u và v thì theo công thức trên ta có:

$$p_n = pk^n + v \cdot \frac{k^n - 1}{k - 1} \text{ với } k = 1 - u - v$$

II. ĐỘT BIẾN KÈM CHỌN LỘC GIAO TỬ

Trong quần thể, nếu xuất hiện đồng thời đột biến và chọn lọc, quần thể ngẫu phối cân bằng chỉ khi tần số Alen sau đột biến và chọn lọc không thay đổi so với tần số Alen ban đầu.

Giả sử Alen a tăng lên nhờ đột biến nghịch một lượng up , giảm đi với một lượng đột biến thuận vq , bị đào thải với lượng $S_a q$. Quần thể ngẫu phối cân bằng khi và chỉ khi tần số Alen giữ nguyên, tức lượng Alen tạo ra bằng với lượng Alen đào thải. Khi đó ta có:

$$up = vq + S_a q$$

BÀI 6: MỘT SỐ DẠNG ĐẶC BIỆT

Cấu trúc quần thể ngẫu phối không ở dạng điển hình

ví dụ như cho quần thể có cấu trúc $0.2AABb + 0.3AaBB + 0.5aabb = 1$. Do $f(A, a) \cdot f(B, b) \neq f(A, a, B, b)$ nên bắt buộc chúng ta phải tính tần số cụ thể từng loại giao tử sao đó cho chúng tổ hợp tự do. Ta có $0.2AABb \rightarrow 0.1AB + 0.1Ab$; $0.3AaBB \rightarrow 0.15AB + 0.15aB$; $0.5aabb \rightarrow 0.5ab$. Cộng lại chúng ta có $0.25AB + 0.1Ab + 0.15aB + 0.5ab = 1$. Cho quần thể trên ngẫu phối chúng ta có

$$(0.25AB + 0.1Ab + 0.15aB + 0.5ab)^2 = 1$$

Khai triển đẳng thức trên chúng ta có cấu trúc quần thể sau ngẫu phối.

Kích thước tối thiểu để quần thể tồn tại

: $K = \frac{4ab}{a+b}$ với a là số cá thể cái, b là số cá thể đực (Campbell. Reece – Biology).

Ta có thể chứng minh như sau

Gọi a, b lần lượt là số lượng cá thể cái và cá thể đực, vì $a, b > 0$ nên ta có:

$$\begin{aligned} a^2 + b^2 &\geq 2ab \quad (AM - GM) \Leftrightarrow (a^2 + 2ab + b^2) \geq 4ab \Leftrightarrow (a + b)^2 \geq 4ab \Leftrightarrow a + b \\ &\geq \frac{4ab}{a + b} \end{aligned}$$

Lại có $K = a + b$

$$\Leftrightarrow K \geq \frac{4ab}{a + b}$$

dấu "=" xảy ra khi $a = b$, suy ra $\min K = \frac{4ab}{a + b}$

Đánh bắt thả lại

Xét 1 quần thể di chuyển K nào đó, gọi a là số cá thể bắt lần 1, đánh dấu hết và thả lại, b là số cá thể bắt lần 2, c là số cá thể có đánh dấu trong lần 1 xuất hiện trong b cá thể ($c \leq b$ và $c \leq a$), N là số cá thể. Ta có đẳng thức sau:

$$\frac{N}{a} = \frac{b}{c}$$

Điều kiện nghiệm đúng tương đối: số N tương đối lớn, môi trường không bị giới hạn, các cá thể di chuyển tự do, phân bố cá thể ngẫu nhiên hoặc đồng đều, trong thời gian khảo sát số cá thể được sinh ra phải hạn chế hay không xuất hiện thêm cá thể, các cá thể bị đánh dấu không ảnh hưởng đến khả năng sống. Nói tóm lại là N không bị biến động.

Chu kì biến động của quần thể

Kích thước quần thể (số lượng cá thể) = số cá thể sinh ra + số cá thể nhập cư – số cá thể chết đi – số cá thể xuất cư

Lưu ý: kích thước quần thể được thiết lập trong 1 thời điểm xác định

Tốc độ tăng trưởng (r) = tỉ lệ sinh b (born) – tỉ lệ tử d (die)

r có thể lớn hơn, nhỏ hơn hoặc bằng 0

nếu $r > 0 \Rightarrow$ quần thể đang tăng trưởng (gia tăng kích thước)

nếu $r < 0 \Rightarrow$ quần thể đang suy giảm (giảm kích thước)

nếu $r = 0 \Rightarrow$ quần thể ổn định

khi đó kích thước tức thời của quần thể được biểu diễn theo công thức

$$\frac{dN}{dt} = rN$$

(t là thời gian, n là kích thước của quần thể tại thời điểm t)

Công thức trên biểu diễn kích thước của quần thể tăng theo tiềm năng sinh học, nhưng trong thực tế rất hiếm gặp dạng này mà phổ biến là tăng trưởng cân bằng với sức chứa của môi trường, nếu gọi K là sức chứa tối đa của môi trường (tức $K = N_{max}$)

Khi đó kích thước của quần thể được biểu diễn theo công thức

$$\frac{dN}{dt} = rN \left(\frac{K - N}{K} \right)$$

(tăng trưởng theo kiểu này còn gọi là tăng trưởng lôgictic)

BÀI 7: TÓM TẮT CHƯƠNG QUẦN THỂ

Cấu trúc quần thể khi xét Locus có 2 alen A và a thì ta có cấu trúc

$$\begin{aligned} xAA + yAa + zaa &= 1 \\ p &= x + \frac{y}{2}; q = 1 - p \end{aligned}$$

Quần thể cân bằng

$$xz = \left(\frac{y}{2}\right)^2 \text{ hoặc } \sqrt{x} + \sqrt{z} = 1$$

Trong thực tế chúng ta thường dùng $xz = \left(\frac{y}{2}\right)^2$ vì dễ tính bằng “tay” cũng như khi tính máy tính sẽ không làm tròn, tuy nhiên nên dùng $\sqrt{x} + \sqrt{z} = 1$ vì khá nhanh và bài toán thường cho những số có thể lấy căn được số hữu tỉ.

Cấu trúc quần thể ngẫu phối khi xét gen có 2 Alen A và a là:

$$p^2 AA + 2pqAa + q^2 aa = 1$$

Khi tần số alen giới đực và giới cái khác nhau ở quần thể ngẫu phối ta có

$$p = \frac{p_d + p_c}{2}; q = 1 - p$$

Ngẫu phối ở quần thể có gen liên kết trên NST X không alen trên Y

$$\begin{aligned} (p_c)_n &= \frac{2}{3}p_c + \frac{1}{3}p_d + \frac{1}{3}\left(-\frac{1}{2}\right)^n (p_c - p_d) \\ (p_d)_n &= (p_c)_{n-1} \\ \lim_{n \rightarrow +\infty} (p_c)_n &= \frac{2}{3}p_c + \frac{1}{3}p_d \end{aligned}$$

Cấu trúc quần thể tự phối

$$\left(x + \frac{y - \frac{y}{2^n}}{2}\right)AA + \left(\frac{y}{2^n}\right)Aa + \left(z + \frac{y - \frac{y}{2^n}}{2}\right)aa = 1$$

Cấu trúc quần thể nội phối qua nhiều thế hệ

$$(p^2 + Fpq)AA + (2pq - 2Fpq)Aa + (q^2 + Fpq)aa = 1$$

Cấu trúc quần thể ngẫu phối di nhập cư

$$p_n = p_c + \Delta p \cdot m^n$$

Cấu trúc quần thể ngẫu phối aa chết

$$q_n = \frac{q}{1 + nq}$$

Cấu trúc quần thể có chọn lọc và cân bằng

$$p = \frac{S_{aa}}{S_{AA} + S_{aa}}$$

Hiệu suất thụ tinh

$$p_n = \frac{p}{W_a^n q + p}$$

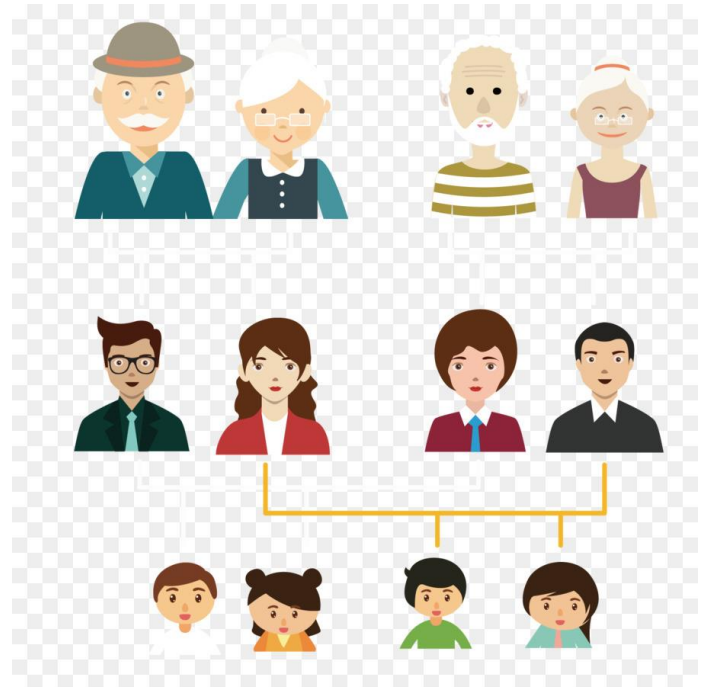
Đột biến thuận nghịch

$$p_n = pk^n + v \cdot \frac{k^n - 1}{k - 1} \text{ với } k = 1 - u - v$$

Đánh bắt thả lại

$$\frac{N}{a} = \frac{b}{c}$$

CHƯƠNG CÁC DẠNG TOÁN KHÁC



- Phả hệ
- Hệ sinh thái
- Vi sinh
- Sinh lí

BÀI 1. PHẢ HỆ

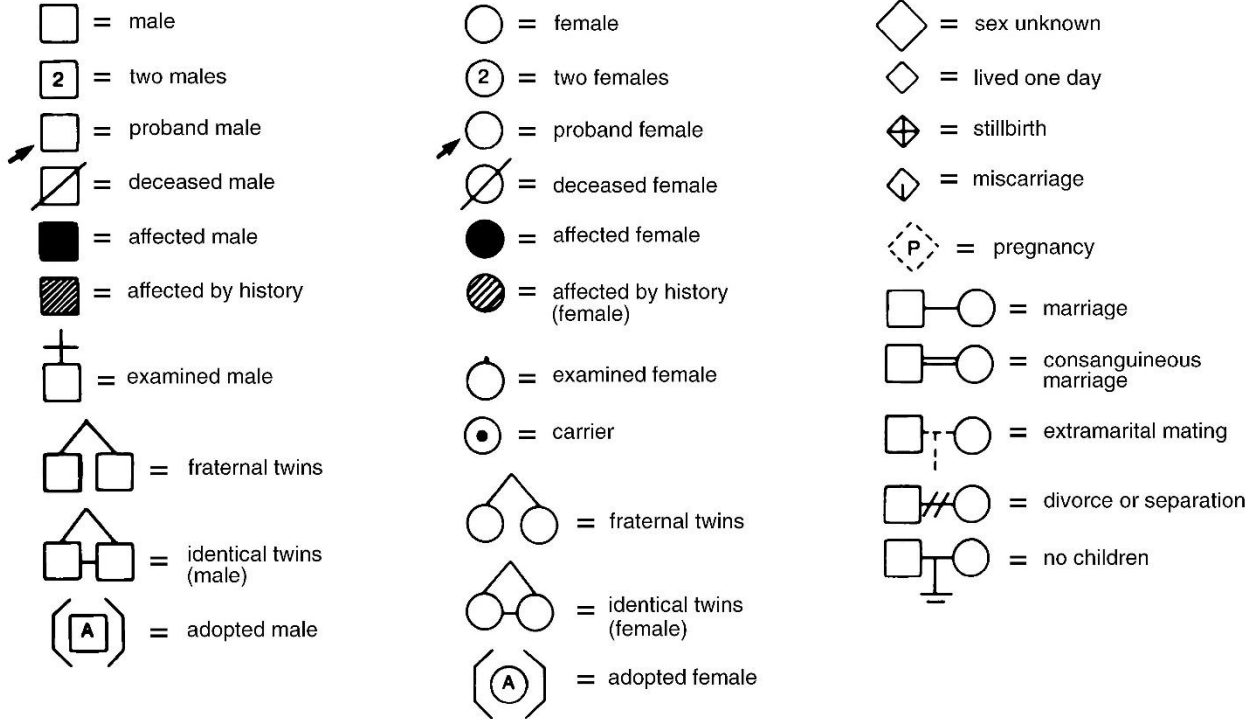
Khác với giống vật nuôi hoặc cây trồng. Ở người, muốn khảo sát về sự di truyền của tính trạng nào đó, người ta không thể cho phối giống hàng loạt. Các phương pháp như giải mã hệ gen hoặc cho kết hôn với người có kiểu hình mong muốn thì khá tốn kém và khó thực hiện. Do đó, người ta tìm những phương pháp tối ưu hơn, tiêu biểu trong những phương pháp ấy là phương pháp nghiên cứu phả hệ.

Phả hệ là một công cụ phổ biến trong di truyền y học. Sử dụng các ký hiệu đơn giản để minh họa mối liên quan giữa các thành viên trong gia đình qua các thế hệ. Căn cứ vào phả hệ, ta có thể nhìn bao quát thành viên nào trong gia đình bị mắc bệnh hoặc không mắc về bệnh di truyền nào đó. Trong một phả hệ điển hình, một mũi tên được sử dụng để chỉ đối tượng đầu tiên trong phả hệ được khảo sát.

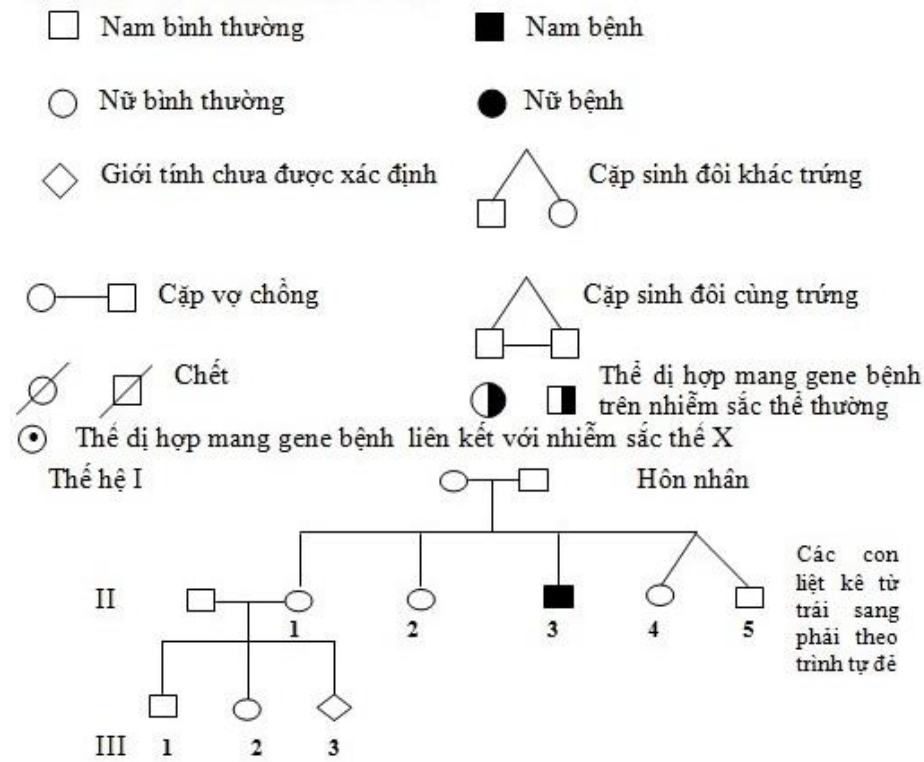
Căn cứ vào sơ đồ phả hệ, chúng ta có thể xác định được đặc điểm của gen gây bệnh và dự báo khả năng mắc bệnh ở thế hệ con cháu.

Kí hiệu phả hệ theo qui ước quốc tế

PEDIGREE SYMBOLS



Một số kí hiệu phả hệ thường dùng



Trong toán phả hệ chúng ta thường gặp 2 dạng là gen liên kết NST giới tính và gen liên kết NST thường. Trước khi khẳng định gen liên kết NST thường chúng ta phải loại trừ gen liên kết NST giới tính. Đối với gen liên kết trên NST Y không alen tương ứng trên X hiển nhiên có hiện tượng di truyền thẳng vì con trai nhận Y từ bố. Suy ra bố bị bệnh thì 100% con trai bệnh, 100% con gái không bệnh. Đối với gen liên kết trên NST X không alen tương ứng trên Y thì di truyền chéo. Do con gái nhận 1 NST từ bố, 1 NST từ mẹ nên khi con gái bị bệnh thì bố chắc chắn sẽ bị bệnh. Đối với gen liên kết trên NST thường thì xác định nhờ vào việc loại trừ 2 trường hợp trên.

Về việc xác định tính trội – lặn nhờ vào biện luận lai 1 cặp tính trạng theo Mendel, chúng ta có thể căn cứ vào số lượng người bệnh nhiều hơn hoặc có số lượng tương đương với người lành nhưng không phải trường hợp nào cũng đúng. Thông thường ta có thể căn cứ theo một số đặc điểm sau:

Nếu là gen trội gây bệnh thì cả hai giới đều có tỷ lệ mắc xấp xỉ. Không có sự gián đoạn giữa các thế hệ. Nếu bố mẹ không mắc bệnh thì con của họ sẽ không có ai mắc bệnh trừ khi xuất hiện đột biến mới. Để chắc chắn, chúng ta nên giả sử trường hợp để xác định.

Nếu là gen lặn gây bệnh thì bệnh thường được thấy ở một hoặc một số anh chị em ruột nhưng không xảy ra ở các thế hệ đầu. Nam và nữ đều có khả năng mắc bệnh như nhau. Trung bình một phần tư con của cặp vợ chồng mang gene bệnh ở trạng thái dị hợp sẽ biểu hiện bệnh. Tình trạng hôn nhân đồng huyết được gặp nhiều trong phả hệ của loại bệnh di truyền này hơn so với các loại bệnh di truyền khác.

Về gen đột biến. Thường thì tỉ lệ đột biến ít xuất hiện trong phả hệ nếu chỉ có 1, 2 thế hệ. Đặc điểm nhận dạng dạng này là khá nhiều thế hệ mới xuất hiện 1 trường hợp bị bệnh.

Việc tính toán trên phả hệ thông thường như lai 1 tính trạng của Mendel

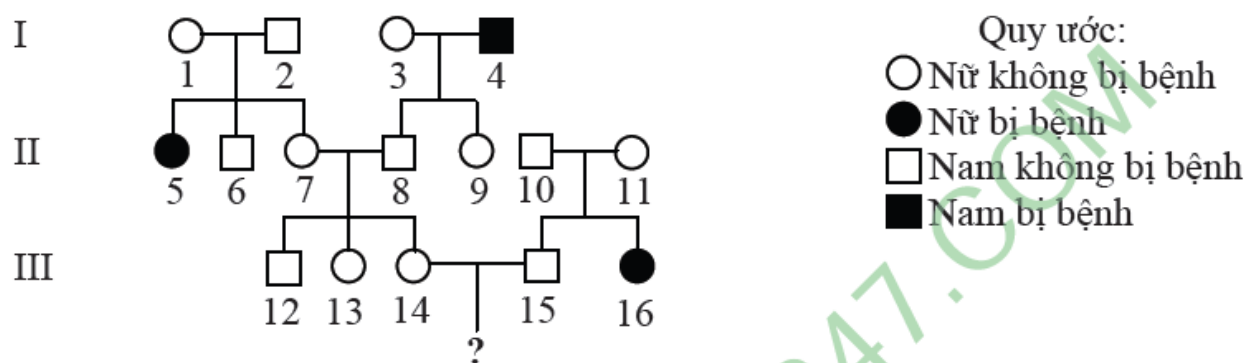
Việc tính toán chúng ta chỉ dựa trên cơ sở lí thuyết là chủ yếu. Thực tế cho thấy những kiểu gen bệnh đồng hợp trội thường bị sảy thai hoặc tử vong rất sớm, hiếm có khả năng sinh trưởng và lập gia đình. Những kiểu gen bệnh dị hợp trội thường sống đến tuổi trưởng thành. Do đó, khả năng người mang gen bệnh thể trội thường là dị hợp. Do đó, trong các phả hệ phức tạp, ta thường thấy giá trị của độ thâm nhập của các kiểu gen.

Phương pháp phả hệ bằng toán quần thể

Các bài toán phả hệ có nhiều phương pháp giải, sau đây là một phương pháp gọi là quần thể hoá phả hệ. Cơ sở bài toán này ở chỗ khả năng 1 người nào đó mang kiểu gen gì. Do đó ta sẽ có “cấu trúc kiểu gen” của người ấy, và ta hoàn toàn có thể vận dụng toán quần thể cho trường hợp này.

Ví dụ:

Một bệnh di truyền cho được quy định bởi 1 gen có 2 alen. Xét theo phả hệ dưới đây, tìm xác suất con của cặp vợ chồng 14 và 15 sinh ra không mang alen gây bệnh (đại học B – 2014)



Hướng dẫn

Nếu gen bệnh thuộc X không alen trên Y thì 2 phải bệnh nên gen phải thuộc NST thường. Người số 7 có thể mang AA hoặc Aa. Bởi vì “hoặc” nên chúng ta có “cấu trúc kiểu gen” người số 7 sẽ là $xAA + yAa = 1$. Do 5 mang kiểu gen đồng hợp lặn nên 1, 2 mang kiểu gen Aa. Suy ra cấu trúc kiểu gen của AA và Aa sẽ là:

$$\frac{1}{4}AA + \frac{1}{2}Aa. \text{ Quy về tỉ lệ chuẩn ta có } \frac{2}{3}AA + \frac{1}{3}Aa = 1.$$

Tương tự người số 8 mang Aa với tỉ lệ 100%

Người số 7 kết hôn với người số 8 ta có biểu thức:

$$\left(\frac{2}{3}AA + \frac{1}{3}Aa\right) \times Aa = 1$$

từ đây ta nhận thấy giống kiểu cấu trúc quần thể khi cho đực x cái nên ta có quyền quy về tần số tương đối Alen. Cụ thể:

$$7 \text{ mang } \frac{2}{3}Aa + \frac{1}{3}aa \Rightarrow \frac{2}{3}A + \frac{1}{3}a = 1$$

$$8 \text{ mang } Aa = 1 \Rightarrow \frac{1}{2}A + \frac{1}{2}a = 1$$

Tương tự như vậy ta tính:

$$7 \times 8 = \left(\frac{2}{3}A + \frac{1}{3}a\right) \left(\frac{1}{2}A + \frac{1}{2}a\right) = 1 \Rightarrow 14 \text{ mang } \frac{1}{3}AA + \frac{1}{2}Aa$$

$$\Rightarrow \frac{2}{5}AA + \frac{3}{5}Aa \Rightarrow \frac{7}{10}A + \frac{3}{10}a = 1$$

$$15 \text{ tương tự} = \left(\frac{2}{3}A + \frac{1}{3}a\right) = 1$$

$$14 \times 15 = \left(\frac{7}{10}A + \frac{3}{10}a\right) \left(\frac{2}{3}A + \frac{1}{3}a\right) = 1$$

$$AA = \frac{7}{10} \times \frac{2}{3} = \frac{14}{30} = \frac{7}{15}$$

BÀI 2. HỆ SINH THÁI

Tổng nhiệt hữu hiệu

$$T = n(x - k)$$

T : tổng nhiệt hữu hiệu (độ.ngày)

n : số ngày hoàn tất một giai đoạn phát triển

x : nhiệt độ môi trường

k : ngưỡng nhiệt phát triển

Lưu ý: công thức này chỉ áp dụng duy nhất cho sinh vật biến nhiệt và T là hằng số không đổi trong một giai đoạn phát triển của một sinh vật biến nhiệt cụ thể nào đó. Ví dụ: sâu bọ

Hiệu suất sinh thái

Hiệu suất sinh thái giữa hai bậc sinh dưỡng X và Y là (X đứng sau Y)

$$H = \frac{C_X}{C_Y}$$

Hiệu suất sinh thái của bậc dinh dưỡng thứ n với bậc dinh dưỡng thứ a ($n > a$) là

$$H_{n \rightarrow a} = H_{a+1 \rightarrow a} H_{a+2 \rightarrow a+1} \dots H_{n-1 \rightarrow n}$$

Chứng minh

Giả sử cho chuỗi chức ăn có dạng

$$A \longrightarrow A + 1 \longrightarrow \dots \longrightarrow A_n$$

Hiệu suất sinh thái giữa 2 bậc bất kì là

$$\frac{H_n}{H_a} = \frac{H_{a+1}}{H_a} \times \frac{H_{a+2}}{H_{a+1}} \times \dots \times \frac{H_n}{H_{n-1}}$$

Độ đa dạng Shannon (Campbell, Reece. *Biology*)

$$H = -(a \ln a + b \ln b + c \ln c + \dots + n \ln n)$$

Trong đó a, b, c, \dots, n là độ đa dạng của một nhóm loài nào đó.

$$\text{Độ đa dạng} = \frac{\text{tổng số cá thể của loài có trong hệ sinh thái}}{\text{tổng số cá thể có trong hệ sinh thái}}$$

Ở đây chỉ xét trong một giới hạn loài nhất định.

BÀI 3. SINH LÝ VÀ VI SINH

T tuần hoàn

Cung lượng tim (CO: cardiac output) là lượng máu do tim tổng vào động mạch ở mỗi thất.

Bình thường, thể tích thất trái = thể tích thất phải = 130ml.

Thể tích máu mỗi mỗi lần bóp của thất trái = thất phải = 70ml

$CO = \text{tần số tim (lần/phút)} \times \text{thể tích tổng máu tâm thu của 1 thất (ml/ 1 nhát bóp)}$

Đo CO theo phương pháp FICK

Công thức này dựa trên nguyên tắc lượng O_2 mà cơ thể tiêu thụ qua mỗi phút bằng với lượng O_2 máu lấy được khi qua phổi mỗi phút.

$V_{O_2} \text{ tiêu thụ} = \text{Cung lượng tim} (V_{O_2} \text{ động mạch phổi} - V_{O_2} \text{ trong tĩnh mạch phổi})$

$$\Leftrightarrow \text{Cung lượng tim} = \frac{V_{O_2} \text{ tiêu thụ}}{V_{O_2} \text{ động mạch phổi} - V_{O_2} \text{ trong tĩnh mạch phổi}}$$

$\text{Huyết áp trung bình} = \text{huyết áp tâm trương} \times 1/3 (\text{huyết áp tâm thu} - \text{huyết áp tâm trương})$

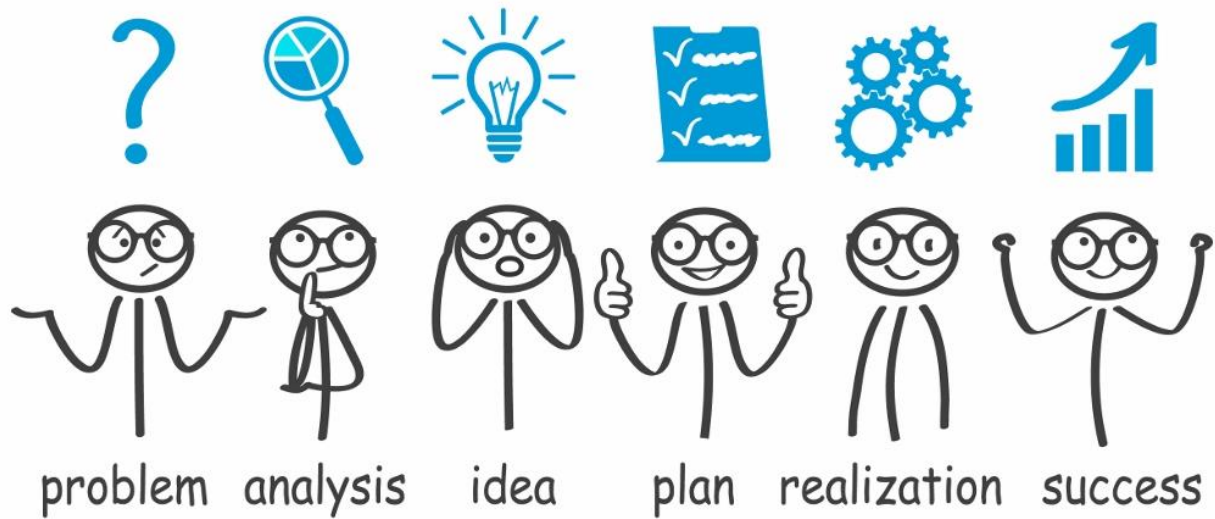
Vi sinh

Về cơ bản, sinh sản của vi sinh vật giống như nguyên phân. Vì vậy, các công thức tính số lượng sinh vật cũng giống như tế bào nguyên phân.

Tốc độ phân chia (S) là số thế hệ sinh ra trong một đơn vị thời gian.

Thời gian thế hệ (G) là thời gian để hoàn tất 1 lần nhân đôi.

CHƯƠNG BÀI TẬP THAM KHẢO



- Phân tử
- Phân bào
 - Lai
- Quần thể
- Hệ sinh thái
- Hướng giải Toán HSG Quốc gia

BÀI 1. BÀI TẬP CHƯƠNG PHÂN TỬ

Bài 1. (THPTQG Sinh 2018). Một phân tử DNA ở vi khuẩn có tỉ lệ $\frac{A+T}{G+C} = \frac{1}{4}$. Theo lí thuyết, tỉ lệ nucleotic loại A của phân tử này là

- A. 25% B. 10% C. 20% D. 40%

Hướng dẫn.

Do $A = T$, $G = C$ nên $\frac{A+T}{G+C} = \frac{A}{G} = \frac{1}{4}$ cho $A = 1$, $G = 4$ ta dễ dàng tính được $\frac{A}{2(A+G)} = \frac{1}{2(1+4)} = 10\%$.

Bài 2. Cho ARN cấu tạo bởi 4 loại là A, U, G, C

- a) Tìm số bộ ba mã hóa axit amin chứa ít nhất 1A
b) Tìm số bộ ba chứa 1A và 1G

Hướng dẫn.

a) Ta có 1 bộ 3 có 3 vị trí chọn, suy ra tổng số loại bộ ba lập từ 4 loại A, T, G, C là $4.4.4 = 64$ bộ. Vì không chứa A nên 3 ribonucleotic còn lại sẽ lập được $3.3.3 = 27$ bộ ba. Từ đây ta tính được số bộ ba chứa ít nhất 1A là $64 - 27 = 37$. Do có 3 bộ ba kết thúc chứa A là ATT, ATX, AXT nên số bộ ba mã hóa acid amin là 34

b) Vì A, G có cách sắp xếp là: A_G, AG_, GA_. Vị trí _ có 2 cách chọn là U, X nên số bộ ba chứa 1A, 1G là $3.2 = 6$

Bài 3. Cho ARN cấu tạo từ U, C trong đó $C = \frac{1}{3}U$. Tìm tỉ lệ bộ ba chứa nhiều nhất 2U

Hướng dẫn

$$C = \frac{1}{3}U \text{ suy ra } C:U = \frac{1}{4}:\frac{3}{4}$$

tỉ lệ bộ 3 chứa 3U là $\frac{3}{4} \times \frac{3}{4} \times \frac{3}{4} = \frac{27}{64}$, chứa ít nhất 1 U là $1 - \frac{1}{64} = \frac{63}{64}$, suy ra tỉ lệ bộ ba chứa nhiều nhất 2U là $\frac{63}{64} - \frac{27}{64} = \frac{9}{16}$

Bài 4. Cho $U:X:G = 0,25:0,5:0,25$ cấu tạo nên ARN. Tìm tỉ lệ bộ ba chứa 2U và 1X

Hướng dẫn

Với 2U và 1X ta có 3 cách sắp xếp là UUX, UXU, XUU

$$\text{Vậy tỉ lệ bộ ba chứa 2U,1X là } 3x \frac{1}{4} x \frac{1}{4} x \frac{1}{2} = \frac{3}{32}$$

Bài 5. (HSG 2016-2017 lớp 9 Hải Dương). Cho một gen có chiều dài 5100 Angstrom và có tích tỉ lệ loại A với một loại nucleic khác không bổ sung là 5,25%. Trên mạch 1 của gen có 450 Acid Nucleic loại T và hiệu số loại A với loại X là 450 nucleic. Xác định số lượng từng loại nucleic của gen và trên mỗi mạch của gen.

Hướng dẫn

$$\text{Số lượng Nucleic của gen là } 2x \frac{5100}{3.4} = 3000 \text{ (Nu)}$$

$$\text{Giả thiết cho } \begin{cases} T_1 = 450 \\ A_1 - X_1 = 450 \end{cases} \Rightarrow A - X_1 = 900 \Rightarrow \%A > \frac{900}{3000} = 30\%$$

Từ giả thiết và kết quả trên ta có hệ phương trình

$$\begin{cases} \%A \cdot \%G = 5.25\% \\ \%A + \%G = 50\% \\ \%A > 30\% \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} (\%A)^2 - 0.5(\%A) + 0.0525 = 0 \\ \%G = 0.5 - \%A \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} \%A = 0.35 \\ \%G = 0.15 \end{cases}$$

$$\text{Số lượng từng loại Nucleic của gen là } A = T = 0.35x3000 = 1050; G = X = 0.15x3000 = 450$$

Số lượng từng loại Nucleic của từng mạch đơn là

$$\begin{cases} A_1 = 1050 - T_1 = 600 \\ T_1 = 450 \\ X_1 = A - 900 = 150 \\ G_1 = \frac{N}{2} - A_1 - T_1 - X_1 = 300 \end{cases} \quad \text{và} \quad \begin{cases} A_2 = T_1 = 450 \\ T_2 = A_1 = 600 \\ G_2 = X_1 = 150 \\ X_2 = G_1 = 300 \end{cases}$$

Bài 6. (HSG 9 2017-2018 Vĩnh Phúc). Nhiệt độ làm tách hai mạch của phân tử DNA được gọi là nhiệt độ nóng chảy của DNA ở một số loại sinh vật khác nhau được kí hiệu từ A đến E như sau:

A	B	C	D	E
36 độ C	78 độ C	55 độ C	83 độ C	44 độ C

Hãy sắp xếp theo trình tự tăng dần tỉ lệ $\frac{A+T}{G+X}$ của DNA ở các loài sinh vật nói trên và giải thích. Biết rằng, các phân tử DNA này có số Nucleic bằng nhau.

Hướng dẫn

Gen bền hơn khi có số liên kết Hydrogen lớn hơn.

Xét 2 gen α và β , giả sử $\begin{cases} N_\alpha = N_\beta \\ H_\alpha > H_\beta \end{cases}$ điều này tương đương với $\begin{cases} N_\alpha = N_\beta \\ N_\alpha + G_\alpha > N_\beta + G_\beta \end{cases}$ suy ra $G_\alpha > G_\beta$. Từ đây chúng thấy rằng nếu các gen có cùng số lượng Nucleic thì gen nào có số lượng G lớn hơn thì có số lượng liên kết H lớn hơn, điều này đồng nghĩa với nhiệt độ nóng chảy cao hơn.

Quay trở lại bài toán, ta biến đổi tỉ số như sau: $\frac{A+T}{G+X} = \frac{A}{G} = \frac{\frac{N}{2}-G}{G} = \frac{1}{2}x\frac{N}{G} - 1$, từ đây ta có nhận xét: nếu G càng lớn thì lệ này càng nhỏ nên thứ tự sẽ là $D \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow E \rightarrow A$.

Bài 7 . (B893-2007). Gen A dài 4080 Angstrom bị đột biến thành gen a, khi gen a tự nhân đôi 1 lần, môi trường nội bào đã cung cấp 2398 nucleotic. Đột biến gen thuộc dạng

A, mất 1 cặp nucleotic B, thêm 1 cặp nucleotic C, thêm 2 cặp nucleotic D, mất 2 cặp nucleotic

Hướng dẫn

Ta có $N_a = \frac{2398}{2^1-1} = 2398$. $N_A = \frac{4080}{3.4} \times 2 = 2400$. Gen A hơn gen A 2 nucleotic nên đây là đột biến mất 1 cặp Nu. Vậy chọn A.

Bài 8 . (B893-2007). Một gen có 4800 liên kết hydrogen và có tỉ lệ $A/G = \frac{1}{2}$, bị đột biến thành alen mới có 4801 liên kết hydrogen và có khối lượng 108.10^4 đvC. Số nucleotic mỗi loại của gen sau đột biến là:

A, T = A = 601, G = X = 1199B, A=T=600, G=X=1200

C, T=A=599, G=X =1201

D, T=A=598, G=X=1202

Hướng dẫn: Theo giả thiết ta có:

$$\text{gen A: } \begin{cases} 2A + 3G = 4800 \\ \frac{A}{G} = \frac{1}{2} \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} A = 600 \\ G = 1200 \end{cases}$$

$$\text{gen đột biến a } \begin{cases} 2A + 3G = 4801 \\ (2A + 2G).300 = 108.10^4 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} A = 599 \\ G = 1201 \end{cases}$$

Ta thấy gen a bị mất 1 cặp A-T và thêm 1 cặp G-X nên đây là đột biến thay cặp A-T bằng G-X nên chọn C.

Bài 9 (B461-2008) Câu 5: Một gen có 3000 liên kết hiđrô và có số nuclêôtit loại guanin (G) bằng hai lần số nuclêôtit loại adênin (A). Một đột biến xảy ra làm cho chiều dài của gen giảm đi 85Å. Biết rằng trong số nuclêôtit bị mất có 5 nuclêôtit loại xitôzin (X). Số nuclêôtit loại A và G của gen sau đột biến lần lượt là

- A. 375 và 725. B. 355 và 745. C. 375 và 745. D. 370 và 730.

Hướng dẫn. Theo giả thiết ta có

Gen A $\begin{cases} 2A + 3G = 3000 \\ G = 2A \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} A = 375 \\ G = 750 \end{cases}$, gen A giảm 85 Angstrom tức giảm $85/3.4 = 25$ cặp Nucleotic. Trong số 25 cặp có 5X tức có 5 cặp G-X suy ra 20 cặp còn lại là A-T. Vậy gen đột biến a có A = 355, G=745. Chọn B.

Bài 10 (B473-2010) Câu 28: Gen A có chiều dài 153nm và có 1169 liên kết hiđrô bị đột biến thành alen a. Cặp gen Aa tự nhân đôi lần thứ nhất đã tạo ra các gen con, tất cả các gen con này lại tiếp tục nhân đôi lần thứ hai. Trong 2 lần nhân đôi, môi trường nội bào đã cung cấp 1083 nuclêôtit loại adênin và 1617 nuclêôtit loại guanin. Dạng đột biến đã xảy ra với gen A là

- A. mất một cặp G - X. B. thay thế một cặp A - T bằng một cặp G - X.
C. mất một cặp A - T. D. thay thế một cặp G - X bằng một cặp A - T.

Hướng dẫn.

Xét Gen A: Gen A di 153nm và có 1169 liên kết Hidro nên có lượng $G = 1169 - \frac{153.10}{3.4} \times 2 = 269$. Suy ra lượng $A = \frac{1169 - 3.269}{2} = 181$.

Xét cặp Aa: số Nucleotic cung cấp với lượng $A_{cc} = A_{Aa}(2^2 - 1) = 1083 \Leftrightarrow A_{Aa} = 361$, số Nucleotic loại G cũng cấp với lượng $G_{cc} = G_{Aa}(2^2 - 1) = 1617 \Leftrightarrow G_{Aa} = 539$.

Số lượng A + G của gen A là $(361 + 539) - (269 + 181) = 450$. Trong đó $G_a = 539 - 269 = 270$. $A_a = 361 - 181 = 180$.

So với A, a thêm 1G và mất đi 1A nên đột biến này thuộc dạng thay 1 cặp A-T bằng 1 cặp G-X. Chọn B.

Bài 11 (B473-2011) Câu 6: Ở một loài thực vật, xét cặp gen Bb nằm trên nhiễm sắc thể thường, mỗi alen đều có 1200 nuclêôtit. Alen B có 301 nuclêôtit loại adenin, alen b có số lượng 4 loại nuclêôtit bằng nhau. Cho hai cây đều có kiểu gen Bb giao phấn với nhau, trong số các hợp tử thu được, có một loại hợp tử chứa tổng số nuclêôtit loại guanin của các alen nói trên bằng 1199. Kiểu gen của loại hợp tử này là

- A. Bbbb. B. BBb. C. Bbb. D. BBbb

Hướng dẫn

thử trường hợp ta có đáp án A.

Bài 12 (B426-2014) Câu 29: Alen B dài 221 nm và có 1669 liên kết hiđrô, alen B bị đột biến thành alen b. Từ một tế bào chứa cặp gen Bb qua hai lần nguyên phân bình thường, môi trường nội bào đã cung cấp cho quá trình nhân đôi của cặp gen này 1689 nuclêôtit loại timin và 2211 nuclêôtit loại xitôzin. Dạng đột biến đã xảy ra với alen B là

- A. thay thế một cặp G - X bằng một cặp A - T.
B. thay thế một cặp A - T bằng một cặp G - X.
C. mất một cặp A - T.
D. mất một cặp G - X.

Hướng dẫn

Tính toán tương tự ta chọn D

BÀI 2. BÀI TẬP PHÂN BÀO

Bài 1. Giả sử cá thể mang bộ NST $2n = 8$ giảm phân bình thường. Trong đó 1 chiếc trong cặp NST số 1 bị mất đoạn, NST số 2 bị đảo đoạn, NST số 3 bị lặp đoạn. Tìm tỉ lệ giao tử mang ít nhất 1 NST bị đột biến.

Hướng dẫn

Ta biết rằng trong giảm phân bình thường, các NST phân li đồng đều về 2 cực. Nếu cặp NST có 1 chiếc bị đột biến thì sẽ có $\frac{1}{2}$ giao tử bình thường và $\frac{1}{2}$ giao tử đột biến. Do đó tỉ lệ giao tử bình thường là $\frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} = \frac{1}{8}$. Suy ra tỉ lệ giao tử mang ít nhất 1 đột biến là $1 - \frac{1}{8} = \frac{7}{8}$

Bài 2. Ở cà độc dược người ta tìm thấy thể lệch bội khá phổ biến. Cho biết bộ NST của cà độc dược $2n = 24$ tìm số loại thể 3 nhiễm kép tối đa có thể có của quần thể cà độc dược.

Hướng dẫn

Ta biết rằng thể 3 kép có dạng $2n + 1 + 1$ tức có 2 cặp NST có 3 chiếc trong mỗi cặp. Vậy số loại thể 3 kép có thể có là $C_{12}^2 = 66$

Bài 3. Xét 1000 tế bào của cá thể mang kiểu gen là $Aa \frac{BD}{bd} \frac{EF}{ef}$. Tế bào này giảm phân bình thường, trong đó 30% tế bào hoán vị tại B, D . 20% tế bào hoán vị tại E, F . biết hoán vị xảy ra không đồng thời. tìm tỉ lệ giao tử $a\overline{BD}.\overline{EF}$

Hướng dẫn

Vì hoán vị không đồng thời nên hoán vị tại B, D thì tạo ra 16 loại giao tử với tỉ lệ ngang nhau, vậy tỉ lệ $a\overline{BD}.\overline{EF}$ là $\frac{0,3}{16} = 0,01875$. Hoán vị tại E, F tương tự. Tỉ lệ $a\overline{BD}.\overline{EF}$ là $\frac{0,2}{16} = 0,0125$. Vì có $0,2 + 0,3 = 0,5$ tế bào hoán vị nên có $1 - 0,5 = 0,5$ số tế bào giảm phân bình thường tạo 8 loại giao tử với tỉ lệ ngang nhau, vậy tỉ lệ $a\overline{BD}.\overline{EF}$ là $\frac{0,5}{8} = 0,0625$

vậy tỉ lệ $a\overline{BD}.\overline{EF}$ là $0,01875 + 0,0125 + 0,0625 = 0,094$

Bài 4. Giả sử theo dõi 3 tế bào sinh dưỡng cùng loài nguyên phân một số đợt không bằng nhau. Biết rằng tổng số NST trong các tế bào con là 3888. Bộ NST có giá trị trong khoảng [8

; 16], số lần nguyên phân của tế bào thứ nhất là 2, số lần nguyên phân của tế bào thứ 2 nhỏ hơn tế bào thứ ba và lớn hơn tế bào thứ nhất. Tìm bộ NST của loài và số lần nguyên phân của các tế bào còn lại.

Hướng dẫn

Vì bộ NST của loài luôn là số chẵn nên các giá trị có thể có là 8, 10, 12, 14, 16. Mà tổng số tế bào tạo ra cũng là số chẵn nên bộ NST của loài có 2 giá trị là 12 hoặc 8. Giả sử bộ NST là 12 thì tổng số tế bào tạo ra là $\frac{3888}{12} = 324$. Lại có tế bào thứ nhất nguyên phân 2 lần nên tổng số tế bào con còn lại là 320.

Ta có $2^y + 2^z = 320$ (với $2 < y < z$; y, z lần lượt là số lần nguyên phân của tế bào thứ 2 và thứ 3)

Bài 5 (B893-2007) Ở một loài thực vật có bộ nhiễm sắc thể lưỡng bội $2n = 24$, nếu có đột biến dị bội xảy ra thì số loại thể tam nhiễm đơn có thể được tạo ra tối đa trong quần thể của loài là

A. 36. B. 12. C. 48. D. 24

Hướng dẫn. Thể tam nhiễm đơn có dạng $2n + 1$, do có 12 cặp NST nên sẽ có 12 trường hợp 1 cặp NST có 3 chiếc. Chọn B

Bài 6 (B378-2009) Câu 2: Có 3 tế bào sinh tinh của một cá thể có kiểu gen *AaBbddEe* tiến hành giảm phân bình thường hình thành tinh trùng. Số loại tinh trùng tối đa có thể tạo ra là

A. 8. B. 6. C. 4. D. 2

Hướng dẫn. cơ thể *AaBbddEe* tạo tối đa $2.2.1.2 = 8$ loại giao tử. 3 tế bào sinh dục tạo tối đa $3.2 = 6$ loại giao tử. Do số loại giao tử tạo ra từ 1 nhóm tế bào luôn nhỏ hơn số loại giao tử cơ thể tạo ra nên chọn B.

Bài 7 (B378-2009) Câu 12: Một nhóm tế bào sinh tinh chỉ mang đột biến cấu trúc ở hai nhiễm sắc thể thuộc hai cặp tương đồng số 3 và số 5. Biết quá trình giảm phân diễn ra bình thường và không xảy ra trao đổi chéo. Tính theo lí thuyết, tỉ lệ loại giao tử không mang nhiễm sắc thể đột biến trong tổng số giao tử là

A. $1/2$. B. $1/4$. C. $1/8$. D. $1/16$

Hướng dẫn: Theo giả thiết, suy ra kiểu gen đang xét của nhóm tế bào này là $AaBb$, trong đó: A và B đại diện cho NST không đột biến, a và b đại diện cho NST đột biến. Giao tử không chứa NST đột biến là $AB = \left(\frac{1}{2}\right)\left(\frac{1}{2}\right) = \frac{1}{4}$. Chọn B

Bài 8 (B958-2013) Câu 54: Cho hai cây cùng loài giao phấn với nhau thu được các hợp tử. Một trong các hợp tử đó nguyên phân bình thường liên tiếp 4 lần đã tạo ra các tế bào con có tổng số 384 nhiễm sắc thể ở trạng thái chưa nhân đôi. Cho biết quá trình giảm phân của cây dùng làm bố không xảy ra đột biến và không có trao đổi chéo đã tạo ra tối đa 256 loại giao tử. Số lượng nhiễm sắc thể có trong một tế bào con được tạo ra trong quá trình nguyên phân này là

- A. $2n = 26$. B. $3n = 36$. C. $2n = 16$. D. $3n = 24$

D

Hướng dẫn. $(bộ NST) \cdot 2^4 = 384 \Leftrightarrow (bộ NST) = 24$ (chọn D)

Bài 9 (B426-2014) Câu 50: Một loài thực vật có bộ nhiễm sắc thể $2n = 6$. Trên mỗi cặp nhiễm sắc thể, xét một gen có hai alen. Do đột biến, trong loài đã xuất hiện 3 dạng thể ba tương ứng với các cặp nhiễm sắc thể. Theo lí thuyết, các thể ba này có tối đa bao nhiêu loại kiểu gen về các gen đang xét?

- A. 108. B. 36. C. 64. D. 144

Hướng dẫn: Cặp NST số 1 ở dạng thể 3 sẽ có tối đa 4 kiểu gen là AAA, AAa, Aaa, aaa . Cặp NST số 2 có tối đa 3 kiểu gen là BB, Bb, bb . Tương tự Cặp NST số 3 có 3 kiểu. Suy ra ta có $4 \cdot 3 \cdot 3 = 36$ kiểu.

Thể 3 có thể xảy ra ở cặp NST số 1, NST số 2, NST số 3 nên có $3 \cdot 36 = 108$ kiểu gen. Chọn A

Bài 10 (B159-2015) Câu 48: Từ một tế bào xôma có bộ nhiễm sắc thể lưỡng bội $2n$, qua một số lần nguyên phân liên tiếp tạo ra các tế bào con. Tuy nhiên, trong một lần phân bào, ở một tế bào con có hiện tượng tất cả các nhiễm sắc thể không phân li nên chỉ tạo ra một tế bào có bộ nhiễm sắc thể $4n$; tế bào $4n$ này và các tế bào con khác tiếp tục nguyên phân bình thường với chu kì tế bào như nhau. Kết thúc quá trình nguyên phân trên tạo ra 240 tế bào con. Theo lí thuyết, trong số các tế bào con tạo thành, có bao nhiêu tế bào có bộ nhiễm sắc thể $2n$?

A. 208.

B. 212.

C. 224.

D. 128.

Hướng dẫn. Nhận thấy đây là sự nguyên phân của một nhóm tế bào, trong đó 1 tế bào ở lần nguyên phân thứ nhất bị đột biến chỉ tạo được 1 tế bào nên số lần nguyên phân của tế bào này sẽ ít hơn số lần nguyên phân của a tế bào còn lại 1 lần. Theo đề bài ta có

$$2^{x-1} + a \cdot 2^x = 240 \Leftrightarrow a = \frac{240 - 2^{x-1}}{2^x}$$

(x, a) mang giá trị nguyên nên ta có cặp nghiệm $(x, a) = (5; 7)$

Vậy số tế bào 2n tạo ra là $7 \cdot 2^5 = 224$. Chọn C.

BÀI 3: BÀI TẬP LAI

Bài 1. Lai các cá thể mang kiểu gen $AaBb \frac{DE}{de}$

Tìm tỉ lệ kiểu hình có ít nhất 1 tính trạng trội, biết $f = 0,2$. Giảm phân bình thường, hoán vị một bên.

Hướng dẫn

Tỉ lệ phân tính riêng

$$Aa \times Aa \Rightarrow aa = 1/4$$

$$Bb \times Bb \Rightarrow 1/4$$

$$\frac{DE}{de} \times \frac{DE}{de} = (0,4DE + 0,4de + 0,1De + 0,1dE)(0,5DE + 0,5de) \Rightarrow \frac{de}{de} = 0,2$$

$$\Rightarrow aabb \frac{de}{de} = \frac{1}{4} \times \frac{1}{4} \times 0,2 = 0,0125$$

vậy tỉ lệ có ít nhất 1 tính trạng trội là $1 - 0,0125 = 0,9875$

Bài 2. Giả sử chiều cao cây có 7 nấc do các gen có 2 alen cộng gộp. Cây đồng hợp trội cao nhất (300cm). Lai cây cao nhất với cây thấp nhất. Tỉ lệ cây cao 200cm ở F2 là 3/32. Tìm chiều cao cây F1.

Hướng dẫn

Giả thiết cho các gen có 2 alen cộng gộp, kèm theo đó chiều cao có 7 nấc. Ta có: số lượng các alen trội trong tổ hợp gen quyết định đến chiều cao cây, các alen trội có vai trò như nhau. Gọi x là số gen, vì mỗi gen tối đa 2 alen trội và có 1 tổ hợp đồng hợp lặn nên ta có phương trình biểu diễn theo kiểu hình.

$$2x + 1 = 7 \Leftrightarrow x = 3$$

Vậy tổ hợp có 3 gen. Gọi tổ hợp gen cao nhất là AABBDD (300 cm), Thấp nhất là aabbdd

$$\Rightarrow F1 AaBbDd$$

$$\Rightarrow F2 = F1 \times F1 = (AaBbDd)^2$$

Giả thiết cây F2 cao 200cm là $\frac{3}{32} = \frac{1}{2^6} \times C_6^1$ hoặc $\frac{1}{2^6} \times C_6^5$

Vậy cây cao 200 cm có 1 alen trội hoặc 5 alen trội. Gọi a là chiều cao thấp nhất, b là chiều cao một alen trội, (a, b > 0) ta có hệ phương trình

$$a + 6b = 300 \text{ và } a + b = 200 \Leftrightarrow b = 20 \text{ (cm), } a = 180 \text{ (cm)} \quad (\text{nhận})$$

$$a + 6b = 300 \text{ và } a + 5b = 200 \Leftrightarrow b = 100 \text{ (cm), } a = -300 \text{ (cm)} \quad (\text{loại})$$

vì F1 có 3 alen trội nên chiều cao của F1 là $a + 3b = 240$ (cm)

vậy cây F1 cao 240 (cm)

Bài 3. Giả sử, tính trạng màu hoa do 2 gen không alen quy định. Mỗi gen mang 2 alen. Hai gen này phân li độc lập và bổ trợ nhau theo tỉ lệ 9:6:1. Lai bố mẹ thuần chủng tương phản với nhau thu được F1, cho F1 tạp giao được F2, cho các cây con mang tỉ lệ tính trạng cao nhất ở F2 tạp giao, tìm tỉ lệ tính trạng thấp nhất ở F3.

Hướng dẫn

Gọi 2 gen đó mang các alen lần lượt là A,a và B,b. Hai gen này phân li độc lập và bổ trợ nhau theo tỉ lệ 9:6:1 nên có 1 trường hợp duy nhất là: $9P_{A-B-} : 3P_{A-bb} + 3P_{aaB-} : 1P_{aabb}$

Sơ đồ lai

$P_{t/ctp}$: AABB x aabb

F1: AaBb

F2: $9P_{A-B-} : 3P_{A-bb} + 3P_{aaB-} : 1P_{aabb}$

Cho cây F2 mang tỉ lệ tính trạng cao nhất đem tạp giao, tức cho $\frac{9}{16}P_{A-B-}$ tạp giao. Tỉ lệ các loại giao tử trong $9P_{A-B-}$ là: 4/9 AB: 2/9 Ab: 2/9 aB: 1/9ab

Tạp giao các cây này tức là cho tổ hợp tự do các giao tử hay

$(4/9 AB: 2/9 Ab: 2/9 aB: 1/9ab)^2$, suy ra cây có tính trạng chiếm tỉ lệ thấp nhất là aabb = 1/81

Bài 4. Xét 1 gen có 2 alen quy định bệnh hói đầu trong quần thể người. Kết quả khảo sát như sau.

Tần số alen hói và không hói lần lượt là $p_1 = p_2 = 0,5$. Quần thể này đang cân bằng di truyền. ở nam có 3 loại kiểu gen. Trong tất cả nam có 0,75 bị hói, 0,25 không bị hói (*). Trong tất cả nữ có 0,25 bị hói và 0,75 không bị hói. Xác suất của một cặp vợ chồng bị hói sinh con không bị hói trong quần thể này là bao nhiêu?

hướng dẫn

vì $p_1 = p_2 = 0,5$ nên có thể xem chúng nghiệm đúng quy luật phân li của Mendel. Gọi hai alen đó lần lượt là A và B. Nếu gen này thuộc NST X không alen trên Y thì có chắc chắn tỉ lệ bị hói và không hói là 1:1 (trái giả thiết). Nếu gen này thuộc NST Y không alen trên X thì tỉ lệ nữ sẽ không có tính trạng này (trái giả thiết). Nếu gen này thuộc NST X có alen trên Y thì có tối đa 4 loại kiểu gen ở nam (trái giả thiết). Vậy gen phải thuộc NST thường (1). Do đó ta cũng có cấu trúc chung của quần thể là $1/4AA + 1/2AB + 1/4BB = 1$ (2). Hiển nhiên cấu trúc này ở nam và nữ như nhau (1)

từ (*),(1),(2),(3) \Rightarrow tính trạng bị chi phối bởi giới tính

đặt

A là alen trội, B là alen lặn. A quy định hói ở nam không hói ở nữ. B quy định hói ở nữ không hói ở nam

vợ chồng bị hói suy ra chồng mang kiểu gen $1/3AA + 2/3AB = 1$ vợ mang kiểu gen BB

căn cứ là vào lập luận trên và giả thiết ta có sơ đồ lai

P1: $1/3 AA \times BB$

F1 : $1/3AB$ (0,5 hói: 0,5 không hói)

P2: $2/3 AB \times BB$

F1: $1/3 AB: 1/3BB$ (0,5 hói, 0,5 không hói)

Vậy xác suất con không bị hói là 50%

Bài 5. Giả sử khảo sát tính trạng màu hoa trong quần thể. Cho cây hoa trắng lai với cây hoa đỏ được F1: 100% đỏ. Cho cây hoa đỏ F1 lai với cây hoa vàng thu được F2: 2 đỏ: 1 trắng: 1 vàng. Biết rằng không có đột biến và ảnh hưởng giới tính. Tìm tỉ lệ kiểu hình khi cho các cây F1 giao phấn ngẫu nhiên.

Hướng dẫn

giả sử tính trạng này do 1 gen có 2 alen quy định. Quần thể có 3 loại tính trạng \Rightarrow có hiện tượng trội không hoàn toàn. Lại có F1 x hoa trắng thu được 4 kiểu tổ hợp, thu được 3 tính trạng mà tổ hợp của 2 kiểu gen trong trường hợp này tạo tối đa 2 loại tính trạng.

\Rightarrow giả thiết này không phù hợp

giả sử tính trạng do 2 gen, mỗi gen mang 2 alen quy định

giả thiết cho F2 ta có 2 đỏ: 1 trắng: 1 vàng \Rightarrow có 4 = 1.4 kiểu tổ hợp

lại có hoa trắng x hoa đỏ \Rightarrow đỏ vậy cây hoa đỏ cho 4 loại giao tử hay kiểu gen của nó là AaBb

vậy cây hoa trắng là aabb

$\Rightarrow F2 = AaBb \times aabb = 2(1AaBb + 1 Aabb) : 1 aaBb: 1aabb$

\Rightarrow Tương tác 12:3:1 (phù hợp với đề)

Vậy khi cho F1 (AaBb) giao phấn ngẫu nhiên thì tỉ lệ kiểu hình ở thế hệ cần tìm là

12đỏ: 3 trắng: 1 vàng

Bài 6. Giả sử. Khảo sát tính trạng màu hoa của một quần thể thực vật thu được kết quả sau:

P: Đỏ tự thụ: \Rightarrow 1đỏ: 1 vàng (F1) (1)

Cho vàng F1 tạp giao: \Rightarrow 1đỏ : 1 vàng (2)

Cho đỏ (F1) lai phân tích với cây trắng: \Rightarrow vàng (3)

Tìm kiểu gen của P, biết rằng các cá thể đem lai giảm phân bình thường, kiểu gen của tất cả các cá thể không thường biến, không đột biến và không bị giới tính chi phối.

Hướng dẫn

Từ (3), nếu tính trạng do 1 alen quy định \Rightarrow đời con phải có cây hoa đỏ (trái giả thiết)

\Rightarrow tính trạng phải do nhiều alen không cùng locus (vị trí) quy định.

Giả sử tính trạng do 2 gen tương tác

Từ (1) ta có số kiểu tổ hợp là x^2 (do P tự thụ) (điều kiện $x = 1$ hoặc x chia hết cho 2)

Giả sử $x = 4 \Rightarrow$ đời con phải có cây hoa trắng (trái giả thiết)

\Rightarrow đây không phải là phân li độc lập.

Vậy $x = 2$

\Rightarrow Cây hoa đỏ P cho 2 loại giao tử, vậy ta có thể viết

P: đỏ x đỏ = $(a + b)^2 = (1aa + 2ab + 1bb) = 2(aa + bb) : 2ab = 1(aa + bb) : 1 ab = 1 \text{ vàng} : 1 \text{ đỏ}$

Khi cho cây hoa vàng tạp giao

$(a + b)^2 = (aa + 2ab + bb) = 1 \text{ vàng} : 1 \text{ đỏ}$ (lặp lại P)

\Rightarrow Giả thiết phù hợp

Nhận xét: nếu có a, b thì cho đỏ, thiếu 1 trong 2 thì cho vàng, thiếu cả hai thì cho trắng. Vậy đây giống như kiểu tương tác 9:6:1. Ta lại có gen không phân li độc lập, kết hợp với giả thiết \Rightarrow tính trạng do 2 gen liên kết quy định

vì tỉ lệ thế hệ F1 là 1: 2: 1 và P tự thụ \Rightarrow kiểu gen P là $\frac{Ab}{aB}$

Bài 7. Chứng minh rằng khi cho con lai giao phối trở lại với bố hoặc mẹ liên tục qua nhiều thế hệ thì mức độ cận huyết (tiếng địa phương là 'lại giống') ngày càng cao.

Hướng dẫn

Ta có mức độ cận huyết của con lai được biểu diễn theo công thức

$$1 - 1/(2^n) = y$$

$$\lim_{n \rightarrow +\infty} y = 1 \text{ (tiến tới 100\%)}$$

Vậy khi lai trở lại thì con lai có mức độ cận huyết càng cao.

Bài 8. Giả sử khảo sát tính trạng màu mắt ở ruồi giấm thu được kết quả: mắt đỏ là tính trạng trội, gen quy định màu mắt được quy định bởi 1 gen có 2 alen trội lặn hoàn toàn. Gen này thuộc NST giới tính X không alen tương ứng trên Y.

Cho ruồi cái mắt đỏ lai với ruồi đực mắt trắng được F1, cho F1 tạp giao thu được F2, cho F2 tạp giao được F3. Trong số ruồi cái ở F3, tỉ lệ ruồi mắt trắng chiếm tỉ lệ bao nhiêu, biết rằng P thuần chủng.

Hướng dẫn

Gọi A: mắt đỏ a: mắt trắng

Theo giả thiết ta có sơ đồ lai

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

$$F1: X^A X^a : X^A Y$$

$$F2: X^A X^A : X^A X^a : X^A Y : X^a Y$$

$$\text{Tỉ lệ giao tử bên cái (XX): } 3/4 X^A + 1/4 X^a$$

$$\text{Tỉ lệ giao tử bên đực (XY): } 1/4 X^A + 1/4 X^a + 1/2 Y$$

$$\text{Cho tạp giao tức là cho (XX) x (XY) = (3/4 X^A + 1/4 X^a) \cdot (1/4 X^A + 1/4 X^a + 1/2 Y)}$$

$$\text{Tỉ lệ con cái mắt trắng} = 1/4 \cdot 1/4 = 1/16$$

$$\text{Con cái chiếm tỉ lệ là } 1/2$$

$$\text{Tỉ lệ con cái mắt trắng trong tổng số con cái là } (1/16)/(1/2) = 1/8 = 12,5\%$$

Bài 9. Cho AaBb x AABb. Tìm số kiểu gen tối đa ở đời con.

Hướng dẫn

Áp dụng công thức trên ta có

a. đối với gen 1: $Aa \times AA$ số kiểu gen tối đa ở đời con là $2 \times 1 + (1 - 1^2)/2 = 2$

b. đối với gen 2: $Bb \times Bb$ số kiểu gen tối đa ở đời con là $2 \times 2 + (2 - 2^2)/2 = 3$

\Rightarrow kiểu gen tối đa ở đời con là $2.3 = 6$

Cho $\frac{AB}{ab} \times \frac{AB}{ab}$. tìm số kiểu gen tối đa đời con khi xảy ra hoán vị hai bên

Áp dụng công thức ta có số kiểu gen tối đa ở đời con là $4.4 + (4 - 4.4)/2 = 10$

cho $\frac{ABD}{abd} \times \frac{ABD}{abD}$. tìm kiểu gen tối đa ở đời con khi xảy ra hoán vị hai bên

Áp dụng công thức ta có số kiểu gen tối đa ở đời con là $8.4 + (4 - 4.4)/2 = 26$

Bài 10. Cho phép lai: đỏ (tự thụ) \Rightarrow 4% trắng. Trắng (F1) tự thụ \Rightarrow 100% trắng. Xác định kiểu gen bố mẹ biết thế hệ con có tối đa 10 kiểu gen, quá trình giảm phân của bố mẹ bình thường và như nhau.

Hướng dẫn

Theo giả thiết:

$\left\{ \begin{array}{l} \text{đỏ tự thụ} \Rightarrow \text{trắng} \\ \text{trắng F1 tự thụ} \Rightarrow \text{trắng} \end{array} \right\} \Rightarrow$ KG trắng là đồng hợp lặn

$$\begin{aligned} \text{ta có } N(\text{kiểu gen})xy + \frac{n - n^2}{2} &= 10. \text{ vì tự thụ nên } x^2 + \frac{n - n^2}{2} \\ &= 10 \text{ (Đk: } n \leq x; n, x \in \mathbb{N}) \end{aligned}$$

$$\Rightarrow (x;n) = (4;4); [(x;n) = (3;2) \text{ không thoả vì } x \text{ là số chẵn}]$$

$x = 4 \Rightarrow$ bố mẹ cho mỗi bên 4 loại giao tử khác nhau \Rightarrow kiểu gen bố mẹ gồm có 2 gen, mỗi gen có 2 alen liên kết trên 1 NST.

$$\Rightarrow \text{KG (Aa, Bb)} \Rightarrow ab = 0,2 \Rightarrow \text{KG bố mẹ là } \frac{Ab}{aB}, f = 40\%$$

Bài 11. Lai cây cao 500 cm với cây cao 300 cm được cây cao 450 cm. Tìm giá trị ưu thế lai.

Hướng dẫn

Chênh lệch giá trị của cây con = $450 - 0,5(500 + 300) = 50$

Nếu mục đích tạo ưu thế lai của cây con là tìm cây thấp hơn thì đây không phải là ưu thế lai. Nếu mục đích tạo cây con cao hơn thì đây chính là ưu thế lai.

Bài (B893-2007). Cho một cây cà chua tứ bội có kiểu gen AAaa lai với một cây lưỡng bội có kiểu gen Aa. Quá trình giảm phân ở các cây bố mẹ xảy ra bình thường, các loại giao tử được tạo ra đều có khả năng thụ tinh. Tỷ lệ kiểu gen đồng hợp tử lặn ở đời con là

- A. 1/36 B. 1/2. C. 1/6. D. 1/12

Hướng dẫn. ta có $AAaa \rightarrow \frac{1}{6}AA + \frac{4}{6}Aa + \frac{1}{6}aa$; $Aa \rightarrow \frac{1}{2}A + \frac{1}{2}a$. Vậy đồng hợp lặn đời con là $\frac{1}{6}aa \times \frac{1}{2}a = \frac{1}{12}aaa$. Chọn D.

Bài 12 (B461-2007). Câu 48: Ở một loài thực vật, gen A quy định thân cao trội hoàn toàn so với gen a quy định thân thấp, gen B quy định hoa đỏ trội hoàn toàn so với gen b quy định hoa trắng. Lai cây thân cao, hoa đỏ với cây thân thấp, hoa trắng thu được F1 phân li theo tỉ lệ: 37,5% cây thân cao, hoa trắng : 37,5% cây thân thấp, hoa đỏ : 12,5% cây thân cao, hoa đỏ : 12,5% cây thân thấp, hoa trắng. Cho biết không có đột biến xảy ra. Kiểu gen của cây bố, mẹ trong phép lai trên là

- A. $AaBB \times aabb$. B. $\frac{AB}{ab} \times \frac{ab}{ab}$ C. $AaBb \times aabb$. D. $\frac{Ab}{aB} \times \frac{ab}{ab}$

Hướng dẫn:

Tỉ lệ phân tính

$$\frac{\text{cao}}{\text{thấp}} = \frac{37.5 + 12.5}{37.5 + 12.5} = \frac{1}{1} = Aa \times aa$$

$$\frac{\text{đỏ}}{\text{trắng}} = \frac{37.5 + 12.5}{37.5 + 12.5} = \frac{1}{1} = Bb \times bb$$

3 cao trắng + 3 thấp đỏ + 1 cao đỏ + 1 thấp trắng = (A,a,B,b) x (a,a,b,b)

Tìm vị trí Alen

Nếu phân li độc lập ta có tối đa $(1+1)(1+1) = 4$ tổ hợp nhưng thực tế có $(3+3+1+1) = 8 > 4$ nên có hiện tượng hoán vị gen. Ta có $(a, a, b, b) = (a, b). (a, b) = (a, b). 1 = 12.5\%$ suy ra $(a, b) = 12.5\%$, $2(a,b) < 50\%$ suy ra (a,b) là giao tử hoán vị. Vậy chọn D.

Bài 13 (B461-2008) Câu 49: Trong trường hợp các gen phân li độc lập, tác động riêng rẽ và các gen trội là trội hoàn toàn, phép lai: $AaBbCcDd \times AaBbCcDd$ cho tỉ lệ kiểu hình A-bbC-D- ở đời con là

- A. 1/16. B. 3/256. C. 27/256. D. 81/256

Hướng dẫn: $AaBbCcDd \times AaBbCcDd \rightarrow (AaxAa)(BbxBb)(DdxDd) \Rightarrow P_{A-bbC-D-} = \frac{3}{4} \cdot \frac{1}{4} \cdot \frac{3}{4} \cdot \frac{3}{4} = \frac{27}{256}$. Chọn C.

Bài 14 (B461-2008). Câu 55: Ở một loài thực vật, gen A quy định thân cao trội hoàn toàn so với gen a quy định thân thấp, gen B quy định quả tròn trội hoàn toàn so với gen b quy định quả dài. Các cặp gen này nằm trên cùng một cặp nhiễm sắc thể. Cây dị hợp tử về 2 cặp gen giao phấn với cây thân thấp, quả tròn thu được đời con phân li theo tỉ lệ: 310 cây thân cao, quả tròn : 190 cây thân cao, quả dài : 440 cây thân thấp, quả tròn : 60 cây thân thấp, quả dài. Cho biết không có đột biến xảy ra. Tần số hoán vị giữa hai gen nói trên là A. 24%.

- B. 36%. C. 6%. D. 12%.

Hướng dẫn. Theo giả thiết, ta có cây thân thấp quả dài có kiểu gen $\frac{ab}{ab}$ suy ra bố mẹ đều tạo được giao tử ab, vậy kiểu hình thân thấp quả tròn ở P có kiểu gen $\frac{aB}{ab}$

$$P_{\left(\frac{ab}{ab}\right)} = (ab) \cdot (ab) = (ab) \cdot \frac{1}{2} = 0.06 \Rightarrow ab = 0.12, \text{ vậy } f = 0.24. \text{ chọn A.}$$

Bài 15 (B378-2009) Câu 11: Ở một loài thực vật, gen A quy định thân cao, alen a quy định thân thấp; gen B quy định quả màu đỏ, alen b quy định quả màu vàng; gen D quy định quả tròn, alen d quy định quả dài. Biết rằng các gen trội là trội hoàn toàn. Cho giao phấn cây thân cao, quả màu đỏ, tròn với cây thân thấp, quả màu vàng, dài thu được F1 gồm 81 cây thân cao, quả màu đỏ, dài; 80 cây thân cao, quả màu vàng, dài; 79 cây thân thấp, quả màu đỏ, tròn; 80 cây thân thấp, quả màu vàng, tròn. Trong trường hợp không xảy ra hoán vị gen, sơ đồ lai nào dưới đây cho kết quả phù hợp với phép lai trên?

- A. $\frac{Ad}{ad} Bb \times \frac{ad}{ad} bb$ B. $\frac{AB}{ab} Dd \times \frac{ab}{ab} dd$ C. $\frac{AD}{ad} Bb \times \frac{ad}{ad} bb$ D. $Aa \frac{BD}{bd} \times aa \frac{bd}{bd}$

Hướng dẫn. Tỉ lệ phân tính

$$1 \text{ cao đỏ dài} + 1 \text{ cao vàng dài} + 1 \text{ thấp đỏ tròn} + 1 \text{ thấp vàng tròn} = 4$$

$$\Leftrightarrow 1 \text{ đỏ} (1 \text{ cao dài} + 1 \text{ thấp tròn}) + 1 \text{ vàng} (1 \text{ cao dài} + 1 \text{ thấp tròn}) = 4$$

$$\Leftrightarrow (1 \text{ đỏ} + 1 \text{ vàng})(1 \text{ cao dài} + 1 \text{ thấp tròn}) = 4$$

$$\Rightarrow (Bb \times Bb)((A, a, D, d) \times (a, a, d, d))$$

Suy ra B độc lập với A và D. Vì cao đi với dài thấp đi với tròn nên A liên kết đồng với D. Vậy chọn C.

Bài 16 (B378-2009) Câu 17: Ở ruồi giấm, gen A quy định thân xám là trội hoàn toàn so với alen a quy định thân đen, gen B quy định cánh dài là trội hoàn toàn so với alen b quy định cánh cụt. Hai cặp gen này cùng nằm trên một cặp nhiễm sắc thể thường. Gen D quy định mắt đỏ là trội hoàn toàn so với alen d quy định mắt trắng. Gen quy định màu mắt nằm trên nhiễm sắc thể giới tính X, không có alen tương ứng trên Y. Phép lai: $\frac{AB}{ab} X^D X^d \times \frac{AB}{ab} X^D Y$. Cho F1 có kiểu hình thân đen, cánh cụt, mắt đỏ chiếm tỉ lệ 15%. Tính theo lí thuyết, tỉ lệ ruồi đực F1 có kiểu hình thân đen, cánh cụt, mắt đỏ là

- A. 2,5%. B. 5%. C. 15%. D. 7,5%.

Hướng dẫn. ta có $\frac{AB}{ab} X^D X^d \times \frac{AB}{ab} X^D Y \rightarrow \left(\frac{AB}{ab} \times \frac{AB}{ab}\right) (X^D X^d \times X^D Y) \Rightarrow P_{aabbD-} = P_{aabb} \cdot \frac{3}{4} = 0.15 \Rightarrow P_{aabb} = 0.2$. Vậy đáp án là $0.2 \times \frac{1}{4} = 0.05$. Chọn B.

Bài 17 (B378-2009) Câu 34: Trong trường hợp giảm phân và thụ tinh bình thường, một gen quy định một tính trạng và gen trội là trội hoàn toàn. Tính theo lí thuyết, phép lai AaBbDdHh \times AaBbDdHh sẽ cho kiểu hình mang 3 tính trạng trội và 1 tính trạng lặn ở đời con chiếm tỉ lệ

- A. 27/256. B. 9/64. C. 27/64. D. 81/256.

Hướng dẫn. có 4 kiểu hình mang 3 tính trạng trội và 1 lặn nên ta có $4 \cdot \frac{3}{4} \cdot \frac{3}{4} \cdot \frac{3}{4} \cdot \frac{1}{4} = \frac{27}{64}$ chọn C.

Bài 18 (B378-2009) Câu 45: Một loài thực vật có bộ nhiễm sắc thể $2n = 14$. Số loại thể một kép ($2n-1-1$) có thể có ở loài này là

- A. 21. B. 42. C. 7. D. 14.

Hướng dẫn: Có đồng thời 2 trong 7 cặp NST mất 1 chiếc nên ta có $C_7^2 = 21$ thể. Chọn A

Bài 19 (B378 – 2009) Câu 46: Ở người, gen A quy định mắt nhìn màu bình thường, alen a quy định bệnh mù màu đỏ và lục; gen B quy định máu đông bình thường, alen b quy định bệnh máu khó đông. Các gen này nằm trên nhiễm sắc thể giới tính X, không có alen tương ứng trên Y. Gen D quy định thuận tay phải, alen d quy định thuận tay trái nằm trên nhiễm sắc thể thường. Số kiểu gen tối đa về 3 locut trên trong quần thể người là A. 27.

- B. 36. C. 39. D. 42.

Hướng dẫn.

XX: có 4 giao tử liên kết là AB, Ab, aB, ab nên có $4 + C_4^2 = 10$ kiểu gen.

XY: có 4 giao tử liên kết trên X là AB, Ab, aB, ab nên có 4 kiểu gen.

D, d liên kết trên NST thường nên có 3 kiểu gen.

Vậy số kiểu gen là $(10+4).3 = 42$. Chọn D

Bài 20 (B473-2010) Câu 4: Cho cây lưỡng bội dị hợp về hai cặp gen tự thụ phấn. Biết rằng các gen phân li độc lập và không có đột biến xảy ra. Tính theo lí thuyết, trong tổng số các cá thể thu được ở đời con, số cá thể có kiểu gen đồng hợp về một cặp gen và số cá thể có kiểu gen đồng hợp về hai cặp gen trên chiếm tỉ lệ lần lượt là

- A. 50% và 25%. B. 25% và 50%. C. 50% và 50%. D. 25% và 25%

Hướng dẫn. cây lưỡng bội dị hợp 2 cặp gen có dạng AaBb, tính toán tương tự ta tìm được đáp án là A.

Bài 21 (B473-2010) Câu 14: Ở một loài thực vật, alen A quy định thân cao trội hoàn toàn so với alen a quy định thân thấp; alen B quy định hoa đỏ trội hoàn toàn so với alen b quy định hoa vàng. Hai cặp gen này nằm trên cặp nhiễm sắc thể tương đồng số 1. Alen D quy định quả tròn trội hoàn toàn so với alen d quy định quả dài, cặp gen Dd nằm trên cặp nhiễm sắc thể tương đồng số 2. Cho giao phấn giữa hai cây (P) đều thuần chủng được F1 dị hợp về 3 cặp gen trên. Cho F1 giao phấn với nhau thu được F2, trong đó cây có kiểu hình thân thấp, hoa vàng, quả dài chiếm tỉ lệ 4%. Biết rằng hoán vị gen xảy ra cả trong quá trình phát sinh giao tử đực và giao tử cái với tần số bằng nhau. Tính theo lí thuyết, cây có kiểu hình thân cao, hoa đỏ, quả tròn ở F2 chiếm tỉ lệ

- A. 54,0%. B. 49,5%. C. 66,0%. D. 16,5%.

Hướng dẫn: Theo đề bài ta có $P_{\frac{aa}{bb}dd} = P_{\frac{ab}{ab}} \cdot \frac{1}{4} \Leftrightarrow P_{\frac{ab}{ab}} = 0.16$. Vậy $P_{A-B-D-} = \left(0.5 + P_{\frac{ab}{ab}}\right) \cdot \frac{3}{4} = 0.495$. Chọn B

Bài 22 (B473-2010) Câu 36: Cho một cây lưỡng bội (l) lần lượt giao phấn với 2 cây lưỡng bội khác cùng loài, thu được kết quả sau:

- Với cây thứ nhất, đời con gồm: 210 cây thân cao, quả tròn; 90 cây thân thấp, quả bầu dục; 150 cây thân cao, quả bầu dục; 30 cây thân thấp, quả tròn.

- Với cây thứ hai, đời con gồm: 210 cây thân cao, quả tròn; 90 cây thân thấp, quả bầu dục; 30 cây thân cao, quả bầu dục; 150 cây thân thấp, quả tròn.

Cho biết: Tính trạng chiều cao cây được quy định bởi một gen có hai alen (A và a), tính trạng hình dạng quả được quy định bởi một gen có hai alen (B và b), các cặp gen này đều nằm trên nhiễm sắc thể thường và không có đột biến xảy ra. Kiểu gen của cây lưỡng bội (l) là

- A. $\frac{Ab}{aB}$. B. $\frac{AB}{ab}$. C. $\frac{aB}{ab}$. D. $\frac{Ab}{ab}$.

Hướng dẫn

Với cây thứ nhất:

$$\frac{\text{cao}}{\text{thấp}} = \frac{3}{1} = Aa \times Aa$$

$$\frac{\text{tròn}}{\text{bầu}} = \frac{1}{1} = Bb \times bb$$

Với cây thứ 2 tương tự ta có $Aa \times aa, Bb \times Bb$

Từ đó cây bố mẹ có kiểu gen là (A, a, B, b).

Tổ hợp tối giản lí thuyết cho > tổ hợp (3:1)(3:1) suy ra có hoán vị gen. $\frac{ab}{ab} = (ab) \cdot \frac{1}{2} = 0.1875 \Rightarrow (ab) = 37.5 > 25\%$. Vậy (ab) là giao tử liên kết.

Chọn B

Bài 23 (B473-2010) Câu 46: Giao phấn giữa hai cây (P) đều có hoa màu trắng thuần chủng, thu được F1 gồm 100% cây có hoa màu đỏ. Cho F1 tự thụ phấn, thu được F2 có kiểu hình

phân li theo tỉ lệ 9 cây hoa màu đỏ : 7 cây hoa màu trắng. Chọn ngẫu nhiên hai cây có hoa màu đỏ ở F2 cho giao phấn với nhau. Cho biết không có đột biến xảy ra, tính theo lí thuyết, xác suất để xuất hiện cây hoa màu trắng có kiểu gen đồng hợp lặn ở F3 là

A. 1/81 . B. 1/16 . C. 81/256 . D. 16/81 .

Hướng dẫn: F2: 9 cây hoa màu đỏ : 7 cây hoa màu trắng suy ra F2 = AaBb x AaBb.

$O_{9A-B-} = 4AB + 2Ab + 2aB + 1ab$. $O_{9A-B-} \cdot O_{9A-B-} \Rightarrow aabb = \frac{1}{9} \times \frac{1}{9} = \frac{1}{81}$. Chọn A

Bài 24 (B473-2010) Câu 60: Ở một loài thực vật, nếu trong kiểu gen có mặt cả hai alen trội A và B thì cho kiểu hình thân cao, nếu thiếu một hoặc cả hai alen trội nói trên thì cho kiểu hình thân thấp. Alen D quy định hoa đỏ trội hoàn toàn so với alen d quy định hoa trắng. Cho giao phấn giữa các cây dị hợp về 3 cặp gen trên thu được đời con phân li theo tỉ lệ 9 cây thân cao, hoa đỏ : 3 cây thân thấp, hoa đỏ : 4 cây thân thấp, hoa trắng. Biết các gen quy định các tính trạng này nằm trên nhiễm sắc thể thường, quá trình giảm phân không xảy ra đột biến và hoán vị gen. Phép lai nào sau đây là phù hợp với kết quả trên?

A. $\frac{AD}{ad} Bb \times \frac{AD}{ad} Bb$. B. $\frac{Bd}{bD} Aa \times \frac{Bd}{bD} Aa$. C. $\frac{ABd}{abD} \times \frac{Abd}{aBD}$. D. $\frac{ABD}{abd} \times \frac{AbD}{aBd}$

Hướng dẫn.

Cao/thấp = 9/7 = AaBb x AaBb. Suy ra A độc lập với B.

Đỏ/trắng = 3/1 = Dd x Dd

(9:7)(3:1) > 4.(9+3+4) suy ra liên kết gen. A độc lập với B, A hoặc B liên kết với D.

Nếu liên kết đối tạo ra kiểu hình là 2(A-D-): 1(A-dd): 1(aaD-). Suy ra (A-B-D-) = 2.3 = 6 ≠ 9 nên liên kết đối không phù hợp. Vậy chọn A

Bài 25 (B473-2011) Câu 19 : Ở một loài thực vật, tính trạng hình dạng quả do hai gen không alen phân li độc lập cùng quy định. Khi trong kiểu gen có mặt đồng thời cả hai alen trội A và B cho quả dẹt, khi chỉ có một trong hai alen trội cho quả tròn và khi không có alen trội nào cho quả dài. Tính trạng màu sắc hoa do một gen có 2 alen quy định, alen D quy định hoa đỏ trội hoàn toàn so với alen d quy định hoa trắng. Cho cây quả dẹt, hoa đỏ (P) tự thụ phấn, thu được F1 có kiểu hình phân li theo tỉ lệ 6 cây quả dẹt, hoa đỏ: 5 cây quả tròn, hoa đỏ: 3 cây quả dẹt, hoa trắng : 1 cây quả tròn, hoa trắng : 1 cây quả dài, hoa đỏ. Biết rằng không xảy ra đột biến, kiểu gen nào của (P) sau đây phù hợp với kết quả trên?

A. $\frac{AD}{ad}Bb$ B. $\frac{Ad}{aD}Bb$ C. $\frac{Ad}{AD}BB$ D. $\frac{BD}{bd}Aa$

Hướng dẫn: kiểu hình có tỉ lệ 6:5:3:1:1 có từ phân phối 6:3:(3+2):1:1 chứ không thể có từ phân phối 9:3:3:1. Mà phân phối 6:3:3:2:1:1 = (1:2:1)(3:1) nên chọn B.

Bài 26 (B473-2011) Câu 24 : Ở một loài thân cao trội hoàn toàn so với alen a quy định thân thấp; alen B quy định hoa đỏ trội hoàn toàn so với alen b quy định hoa trắng; alen D quy định quả tròn trội hoàn toàn so với alen d quy định quả dài. Cho cây thân cao, hoa đỏ, quả tròn (P) tự thụ phấn, thu được F_1 gồm 301 cây thân cao, hoa đỏ, quả dài; 99 cây thân cao, hoa trắng, quả dài; 600 cây thân cao, hoa đỏ, quả tròn; 199 cây thân cao, hoa trắng, quả tròn; 301 cây thân thấp, hoa đỏ, quả tròn; 100 cây thân thấp, hoa trắng, quả tròn. Biết rằng không xảy ra đột biến, kiểu gen của (P) là

A. $\frac{Bd}{bD}Aa$ B. $\frac{AB}{ab}Dd$ C. $\frac{Ad}{aD}Bb$ D. $\frac{AD}{ad}Bb$

Hướng dẫn: tính toán tương tự chọn C

Bài 26.2 (B473-2011) Câu 28: Ở ruồi giấm, alen A quy định thân xám trội hoàn toàn so với alen a quy định thân đen; alen B quy định cánh dài trội hoàn toàn so với alen b quy định cánh cụt. Các gen quy định hình dạng cánh đều nằm trên một nhiễm sắc thể thường. Alen D quy định mắt đỏ trội hoàn toàn so với alen d quy định mắt trắng nằm trên đoạn không tương đồng của nhiễm sắc thể giới tính X. Cho giao phối ruồi cái thân xám, cánh dài, mắt đỏ với ruồi đực thân xám, cánh dài, mắt đỏ (P), trong tổng số các ruồi thu được ở F_1 , ruồi có kiểu hình thân đen, cánh cụt, mắt trắng chiếm tỉ lệ 2,5%. Biết rằng không xảy ra đột biến, tính theo lí thuyết, tỉ lệ kiểu hình thân xám, cánh dài, mắt đỏ ở F_1 là

A. 45,0%. B. 30,0%. C. 60,0%. D. 7,5%.

Hướng dẫn: tính toán tương tự chọn A. Chú ý ở ruồi giấm, ruồi đực không xảy ra hoán vị gen.

Bài 27 (B524-2012) Câu 2: Ở một loài thực vật, alen A quy định quả đỏ trội hoàn toàn so với alen a quy định quả vàng; alen B quy định quả ngọt trội hoàn toàn so với alen b quy định quả chua. Biết rằng không phát sinh đột biến mới và các cây tứ bội giảm phân bình thường cho các giao tử 2n có khả năng thụ tinh. Cho cây tứ bội có kiểu gen AAaaBbbb tự thụ phấn. Theo lí thuyết, tỉ lệ phân li kiểu hình ở đời con là

- A. 33:11:1:1. B. 35:35:1:1.
 C. 105:35:9:1. D. 105:35:3:1

Hướng dẫn. Đáp án D

Bài 28 (B524-2012) Câu 16: Ở một quần thể thực vật lưỡng bội, xét một gen có hai alen nằm trên nhiễm sắc thể thường: alen A quy định hoa đỏ trội hoàn toàn so với alen a quy định hoa trắng. Khi quần thể này đang ở trạng thái cân bằng di truyền có số cây hoa trắng chiếm tỉ lệ 4%. Cho toàn bộ các cây hoa đỏ trong quần thể đó giao phấn ngẫu nhiên với nhau, theo lí thuyết, tỉ lệ kiểu hình thu được ở đời con là:

- A. 15 cây hoa đỏ : 1 cây hoa trắng.
 B. 3 cây hoa đỏ : 1 cây hoa trắng.
 C. 35 cây hoa đỏ : 1 cây hoa trắng.
 D. 24 cây hoa đỏ : 1 cây hoa trắng.

Hướng dẫn. Đáp án C

Bài 29 (B524-2012) Câu 56: Ở đậu Hà Lan, alen A quy định thân cao trội hoàn toàn so với alen a quy định thân thấp. Cho cây thân cao thuần chủng giao phấn với cây thân thấp, thu được F1. Cho các cây F1 tự thụ phấn thu được F2. Tiếp tục cho các cây F2 tự thụ phấn thu được F3. Biết rằng không xảy ra đột biến, theo lí thuyết, tỉ lệ phân li kiểu hình ở F3 là:

- A. 3 cây thân cao : 1 cây thân thấp.
 B. 5 cây thân cao : 3 cây thân thấp.
 C. 1 cây thân cao : 1 cây thân thấp.
 D. 3 cây thân cao : 5 cây thân thấp.

Hướng dẫn: Đáp án B

Bài 30 (B958-2013) Câu 20: Một loài thực vật, khi cho giao phấn giữa cây quả dẹt với cây quả bầu dục (P), thu được F1 gồm toàn cây quả dẹt. Cho cây F1 lai với cây đồng hợp lặn về các cặp gen, thu được đời con có kiểu hình phân li theo tỉ lệ 1 cây quả dẹt : 2 cây quả tròn : 1 cây quả bầu dục. Cho cây F1 tự thụ phấn thu được F2. Cho tất cả các cây quả tròn F2

giao phấn với nhau thu được F3. Lấy ngẫu nhiên một cây F3 đem trồng, theo lí thuyết, xác suất để cây này có kiểu hình quả bầu dục là

- A. 1/12. B. 3/16. C. 1/36. D. 1/9

Hướng dẫn. Đáp án D

Bài 31 (B958-2013) Câu 24: Ở một loài động vật giao phối, xét phép lai ♂AaBb × ♀AaBb. Giả sử trong quá trình giảm phân của cơ thể đực, ở một số tế bào, cặp nhiễm sắc thể mang cặp gen Aa không phân li trong giảm phân I, các sự kiện khác diễn ra bình thường; cơ thể cái giảm phân bình thường. Theo lí thuyết, sự kết hợp ngẫu nhiên giữa các loại giao tử đực và cái trong thụ tinh có thể tạo ra tối đa bao nhiêu loại hợp tử lưỡng bội và bao nhiêu loại hợp tử lệch bội?

- A. 4 và 12. B. 12 và 4. C. 9 và 6. D. 9 và 12.

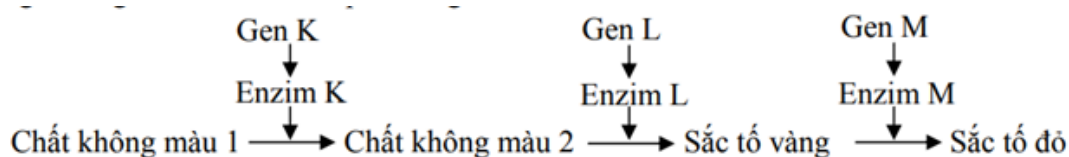
Hướng dẫn: Số loại hợp tử tức bằng số kiểu gen. Chọn D

Bài 32 (B958-2013) Câu 42: Ở một loài thực vật, màu sắc hoa do một gen có 2 alen quy định, alen A quy định hoa đỏ trội hoàn toàn so với alen a quy định hoa trắng; Chiều cao cây do hai cặp gen B,b và D,d cùng quy định. Cho cây thân cao, hoa đỏ dị hợp về cả ba cặp gen (kí hiệu là cây M) lai với cây đồng hợp lặn về cả ba cặp gen trên, thu được đời con gồm: 140 cây thân cao, hoa đỏ; 360 cây thân cao, hoa trắng; 640 cây thân thấp, hoa trắng; 860 cây thân thấp, hoa đỏ. Kiểu gen của cây M có thể là

- A. $Aa \frac{Bd}{bD}$. B. $\frac{AB}{ab} Dd$. C. $AaBbDd$. D. $\frac{Ab}{aB} Dd$.

Hướng dẫn: lai với cây mẹ đồng hợp lặn, tỉ lệ kiểu hình thu được bằng với tỉ lệ giao tử của cây bố. Chọn D

Bài 33 (B426-2014) Câu 25: Ở một loài hoa, xét ba cặp gen phân li độc lập, các gen này quy định các enzym khác nhau cùng tham gia vào một chuỗi phản ứng hoá sinh để tạo nên sắc tố ở cánh hoa theo sơ đồ sau



Các alen lặn đột biến k, l, m đều không tạo ra được các enzym K, L và M tương ứng. Khi các sắc tố không được hình thành thì hoa có màu trắng. Cho cây hoa đỏ đồng hợp tử về cả ba cặp gen giao phấn với cây hoa trắng đồng hợp tử về ba cặp gen lặn, thu được F1. Cho các cây F1 giao phấn với nhau, thu được F2. Biết rằng không xảy ra đột biến, theo lí thuyết, trong tổng số cây thu được ở F2, số cây hoa trắng chiếm tỉ lệ

- A. 37/64. B. 7/16. C. 9/16. D. 9/64.

Hướng dẫn. chọn B

Bài 34 (B426-2014) Câu 36: Cho cây (P) thân cao, hoa đỏ tự thụ phấn, thu được F1 gồm: 37,5% cây thân cao, hoa đỏ; 37,5% cây thân cao, hoa trắng; 18,75% cây thân thấp, hoa đỏ; 6,25% cây thân thấp, hoa trắng. Biết tính trạng chiều cao cây do một cặp gen quy định, tính trạng màu sắc hoa do hai cặp gen khác quy định, không có hoán vị gen và không xảy ra đột biến. Nếu cho cây (P) giao phấn với cây có kiểu gen đồng hợp tử lặn về ba cặp gen trên thì tỉ lệ phân li kiểu hình ở đời con là

- A. 1 cây thân thấp, hoa đỏ : 1 cây thân thấp, hoa trắng : 1 cây thân cao, hoa đỏ : 1 cây thân cao, hoa trắng.
 B. 3 cây thân cao, hoa đỏ : 1 cây thân thấp, hoa trắng
 C. 1 cây thân thấp, hoa đỏ : 2 cây thân cao, hoa trắng : 1 cây thân thấp, hoa trắng.
 D. 1 cây thân thấp, hoa đỏ : 1 cây thân cao, hoa trắng : 2 cây thân thấp, hoa trắng

Hướng dẫn: đáp án C

Bài 35 (B426-2014) Câu 44: Ở một loài thực vật, alen A quy định hoa đỏ trội hoàn toàn so với alen a quy định hoa trắng. Cho hai cây có kiểu hình khác nhau giao phấn với nhau, thu được F1. Cho các cây F1 giao phấn ngẫu nhiên, thu được F2 gồm 56,25% cây hoa trắng và 43,75% cây hoa đỏ. Biết rằng không xảy ra đột biến, trong tổng số cây thu được ở F2, số cây hoa đỏ dị hợp tử chiếm tỉ lệ

- A. 12,5%. B. 37,5%. C. 18,75%. D. 25%.

Hướng dẫn. đáp án B

Bài 36 (B159-2015) Câu 43: Ở một loài thực vật lưỡng bội, xét 2 cặp gen (A, a; B, b) phân li độc lập cùng quy định màu sắc hoa. Kiểu gen có cả hai loại alen trội A và B cho kiểu hình hoa đỏ, kiểu gen chỉ có một loại alen trội A cho kiểu hình hoa vàng, các kiểu gen còn lại cho kiểu hình hoa trắng. Cho cây hoa đỏ (P) tự thụ phấn, thu được F1 gồm 3 loại kiểu hình. Biết rằng không xảy ra đột biến, sự biểu hiện của gen không phụ thuộc vào môi trường. Theo lí thuyết, trong các kết luận sau, có bao nhiêu kết luận phù hợp với kết quả của phép lai trên?

- (1) Số cây hoa trắng có kiểu gen dị hợp tử ở F1 chiếm 12,5%.
- (2) Số cây hoa trắng có kiểu gen đồng hợp tử ở F1 chiếm 12,5%.
- (3) F1 có 3 loại kiểu gen quy định kiểu hình hoa trắng.
- (4) Trong các cây hoa trắng ở F1, cây hoa trắng đồng hợp tử chiếm 25%.

A. 4. B. 1. C. 2. D. 3

Hướng dẫn. P = AaBb x AaBb. Tính toán ta chọn đáp án D

Bài 37 (B159-2015) Câu 44: Ở một loài thực vật, xét 2 gen nằm trong nhân tế bào, mỗi gen đều có 2 alen. Cho hai cây (P) thuần chủng khác nhau về cả hai cặp gen giao phấn với nhau, thu được F1. Cho F1 lai với cơ thể đồng hợp tử lặn về cả hai cặp gen, thu được Fa. Biết rằng không xảy ra đột biến và nếu có hoán vị gen thì tần số hoán vị là 50%, sự biểu hiện của gen không phụ thuộc vào điều kiện môi trường. Theo lí thuyết, trong các trường hợp về tỉ lệ kiểu hình sau đây, có tối đa bao nhiêu trường hợp phù hợp với tỉ lệ kiểu hình của Fa?

- (1) Tỉ lệ 9 : 3 : 3 : 1. (2) Tỉ lệ 3 : 1 (3) Tỉ lệ 1 : 1.
- (4) Tỉ lệ 3 : 3 : 1 : 1. (5) Tỉ lệ 1 : 2 : 1. (6) Tỉ lệ 1 : 1 : 1 : 1.

A. 5. B. 4. C. 2. D. 3.

Hướng dẫn. gen có thể độc lập hoặc liên kết. chọn B

Bài 38 (B159-2015) Câu 45: Ở một loài thực vật lưỡng bội, alen A quy định thân cao trội hoàn toàn so với alen a quy định thân thấp; alen B quy định hoa đỏ trội hoàn toàn so với alen b quy định hoa vàng. Cho 3 cây thân thấp, hoa đỏ (P) tự thụ phấn, thu được F1. Biết rằng không có đột biến xảy ra. Theo lí thuyết, trong các trường hợp về tỉ lệ kiểu hình sau đây, có tối đa bao nhiêu trường hợp phù hợp với tỉ lệ kiểu hình của F1?

- (1) 3 cây thân thấp, hoa đỏ : 1 cây thân thấp, hoa vàng.

(2) 5 cây thân thấp, hoa đỏ : 1 cây thân thấp, hoa vàng.

(3) 100% cây thân thấp, hoa đỏ.

(4) 11 cây thân thấp, hoa đỏ : 1 cây thân thấp, hoa vàng.

(5) 7 cây thân thấp, hoa đỏ : 1 cây thân thấp, hoa vàng.

(6) 9 cây thân thấp, hoa đỏ : 1 cây thân thấp, hoa vàng.

A. 4.

B. 6.

C. 3.

D. 5.

Hướng dẫn. Cây thấp đỏ có kiểu gen là aaBB, aaBb nên tỉ lệ có thể là 2aaBB: 1aaBb hoặc 1aaBB:2aaBb. Chọn A.

Bài 39 (B159-2015) Câu 50: Ở một loài côn trùng, cặp nhiễm sắc thể giới tính ở giới cái là XX, giới đực là XY; tính trạng màu cánh do hai cặp gen phân li độc lập cùng quy định. Cho con cái cánh đen thuần chủng lai với con đực cánh trắng thuần chủng (P), thu được F1 toàn con cánh đen. Cho con đực F1 lai với con cái có kiểu gen đồng hợp tử lặn, thu được Fa có kiểu hình phân li theo tỉ lệ: 2 con đực cánh trắng : 1 con cái cánh đen : 1 con cái cánh trắng. Cho F1 giao phối ngẫu nhiên, thu được F2. Theo lí thuyết, trong số con cánh trắng ở F2, số con đực chiếm tỉ lệ

A. 1/3.

B. 5/7.

C. 2/3.

D. 3/5.

Hướng dẫn chọn B

Bài 40 (B147-2016) Câu 34: Ở thực vật, xét ba cặp gen nằm trên nhiễm sắc thể thường, mỗi gen quy định một tính trạng, các alen trội là trội hoàn toàn và nếu có trao đổi chéo thì chỉ xảy ra ở một điểm duy nhất trên 1 cặp nhiễm sắc thể. Cho các cây đều dị hợp tử về 3 cặp gen này thuộc các loài khác nhau tự thụ phấn. Ở mỗi cây tự thụ phấn đều thu được đời con gồm 8 loại kiểu hình, trong đó kiểu hình lặn về cả 3 tính trạng chiếm tỉ lệ 0,09%. Theo lí thuyết, có tối đa bao nhiêu loại kiểu gen phù hợp với các cây tự thụ phấn nói trên?

A. 4.

B. 3.

C. 6.

D. 5.

Hướng dẫn. Chọn B.

Bài 41 (B147-2016) Câu 35: Ở một loài thực vật, alen A quy định hoa đỏ trội hoàn toàn so với alen a quy định hoa trắng; tính trạng chiều cao cây được quy định bởi hai gen, mỗi gen

có hai alen (B, b và D, d) phân li độc lập. Cho cây hoa đỏ, thân cao (P) dị hợp tử về 3 cặp gen trên lai phân tích, thu được Fa có kiểu hình phân li theo tỉ lệ 7 cây thân cao, hoa đỏ : 18 cây thân cao, hoa trắng : 32 cây thân thấp, hoa trắng : 43 cây thân thấp, hoa đỏ. Trong các kết luận sau đây, có bao nhiêu kết luận đúng?

(1) Kiểu gen của (P) là $\frac{AB}{ab} Dd$.

(2) Ở Fa có 8 loại kiểu gen.

(3) Cho (P) tự thụ phấn, theo lí thuyết, ở đời con kiểu gen đồng hợp tử lặn về 3 cặp gen chiếm tỉ lệ 0,49%.

(4) Cho (P) tự thụ phấn, theo lí thuyết, ở đời con có tối đa 21 loại kiểu gen và 4 loại kiểu hình.

A. 4.

B. 1.

C. 3.

D. 2.

Hướng dẫn. Chọn D.

Bài 42 (B147-2016) Câu 43: Ở một loài thực vật, xét hai cặp gen cùng nằm trên một cặp nhiễm sắc thể thường, alen A quy định thân cao trội hoàn toàn so với alen a quy định thân thấp; alen B quy định hoa đỏ trội hoàn toàn so với alen b quy định hoa trắng. Cho các cây thân cao, hoa trắng giao phấn với các cây thân thấp, hoa trắng (P), thu được F1 gồm 87,5% cây thân cao, hoa trắng và 12,5% cây thân thấp, hoa trắng. Cho biết không xảy ra đột biến. Theo lí thuyết, nếu cho các cây thân cao, hoa trắng ở thế hệ P giao phấn ngẫu nhiên với nhau thì thu được đời con có số cây thân cao, hoa trắng chiếm tỉ lệ

A. 23,4375%.

B. 87,5625%.

C. 98,4375%.

D. 91,1625%

Hướng dẫn Chọn C

Bài 43 (B147-2016) Câu 50: Ở một loài thú, màu lông được quy định bởi một gen nằm trên nhiễm sắc thể thường có 4 alen: alen Cb quy định lông đen, alen Cy quy định lông vàng, alen Cg quy định lông xám và alen Cw quy định lông trắng. Trong đó alen Cb trội hoàn toàn so với các alen Cy, Cg và Cw; alen Cy trội hoàn toàn so với alen Cg và Cw; alen Cg trội hoàn toàn so với alen Cw. Tiến hành các phép lai để tạo ra đời con. Cho biết không xảy ra đột biến. Theo lí thuyết, có bao nhiêu kết luận sau đây đúng?

- (1) Phép lai giữa hai cá thể có cùng kiểu hình tạo ra đời con có tối đa 4 loại kiểu gen và 3 loại kiểu hình.
- (2) Phép lai giữa hai cá thể có kiểu hình khác nhau luôn tạo ra đời con có nhiều loại kiểu gen và nhiều loại kiểu hình hơn phép lai giữa hai cá thể có cùng kiểu hình.
- (3) Phép lai giữa cá thể lông đen với cá thể lông vàng hoặc phép lai giữa cá thể lông vàng với cá thể lông xám có thể tạo ra đời con có tối đa 4 loại kiểu gen và 3 loại kiểu hình.
- (4) Có 3 phép lai (không tính phép lai thuận nghịch) giữa hai cá thể lông đen cho đời con có kiểu gen phân li theo tỉ lệ 1 : 1 : 1 : 1.
- (5) Phép lai giữa hai cá thể có kiểu hình khác nhau cho đời con có ít nhất 2 loại kiểu gen.

A. 2. B. 1. C. 3. D. 4

Hướng dẫn chọn A

Bài 44 (B224-2018) Câu 120: Một loài thực vật, xét 3 cặp gen nằm trên 2 cặp nhiễm sắc thể; mỗi gen quy định một tính trạng, mỗi gen đều có 2 alen và các alen trội là trội hoàn toàn. Cho hai cây đều có kiểu hình trội về cả 3 tính trạng (P) giao phấn với nhau, thu được F có 1% số cây mang kiểu hình lặn về cả 3 tính trạng. Cho 1 biết không xảy ra đột biến nhưng xảy ra hoán vị gen ở cả quá trình phát sinh giao tử đực và giao tử cái với tần số bằng nhau. Theo lí thuyết, có bao nhiêu phát biểu sau đây đúng?

I, Ở F₁ , tỉ lệ cây đồng hợp tử về cả 3 cặp gen bằng tỉ lệ cây dị hợp tử về cả 3 cặp gen.

II, Ở F₁ , có 10 loại kiểu gen quy định kiểu hình trội về cả 3 tính trạng.

III, Nếu hai cây ở P có kiểu gen giống nhau thì đã xảy ra hoán vị gen với tần số 40%.

IV, Ở F₁ , có 13,5% số cây mang kiểu hình trội về 1 trong 3 tính trạng.

A. 1. B. 3. C. 4. D. 2

Hướng dẫn. Chọn C

BÀI 4 : BÀI TẬP QUẦN THỂ

Bài 1. Cho quần thể có cấu trúc: $0,3AA + 0,2Aa + 0,5aa = 1$

Tính p, q và tìm cấu trúc cân bằng của quần thể.

Hướng dẫn

$$p = 0,3 + \frac{0,2}{2} = 0,4, q = 1 - p = 0,6$$

Cấu trúc quần thể khi quần thể cân bằng

$$(p + q)^2 = 0,16AA + 0,48Aa + 0,36aa = 1$$

Bài 2. Cho quần thể có cấu trúc: $0,2AA + 0,2Aa + 0,6aa = 1$

Quần thể này có cân bằng không? Nếu chưa cân bằng, xác định cấu trúc quần thể lúc cân bằng.

Hướng dẫn

ta có $\sqrt{0,2} + \sqrt{0,6} \neq 1$ nên quần thể không cân bằng di truyền

$$p = 0,3, q = 0,7, \text{ cấu trúc cân bằng là: } 0,09AA + 0,42Aa + 0,49aa = 1$$

Bài 3. Quần thể có cấu trúc: $p^2AA + 2pqAa + q^2aa = 1$

Chứng minh rằng $S = (p - q)^3 + 2q(p - q)^2 + 4pq = \text{const}$

Hướng dẫn

$$S = (p - q)^3 + 2q(p - q)^2 + 4pq$$

$$\Leftrightarrow S = (p - q)^3 + (1 - p + q)(p - q)^2 + 4pq$$

$$\Leftrightarrow S = (p - q)^3 + (p - q)^2 - (p - q)^3 + 4pq$$

$$\Leftrightarrow S = (p + q)^2 = 1 \text{ (đpcm)}$$

Bài 4. Cho cấu trúc của quần thể như sau: $p^2AA + 2pqAa + q^2aa = 1$ [$p \in (0;1)$]

chứng minh rằng: $\frac{p}{q} + \frac{q}{p} \geq 4\sqrt{pq}$

Hướng dẫn

Do p, q là hai số dương, áp dụng bất đẳng thức Cauchy cho p, q ta có

$$p^2 + q^2 \geq 2pq \quad , \quad p + q \geq 2\sqrt{pq}$$

ta lại có $p + q = 1$

$$\Rightarrow (p^2 + q^2)(p + q) \geq 2pq(p + q)$$

$$\Rightarrow (p^2 + q^2)(p + q) \geq 4pq\sqrt{pq}$$

$$\Rightarrow \frac{p}{q} + \frac{q}{p} \geq 4\sqrt{pq}$$

Dấu '=' xảy ra khi $p = q = 0,5$

Bài 5 Cho quần thể có $q \in [0,2 ; 0,8]$

tìm giá trị của p, q để $\max S = \frac{2pq}{p^2 + 2pq}$

Hướng dẫn

theo giả thiết ta có $q \geq 0,2 \Rightarrow q \geq 0,2(p + q) \Rightarrow \frac{q}{p} \geq 0,25$. tương tự ta có $\frac{q}{p} \leq 4$

đặt $t = \frac{q}{p}$ ta được $S = f(t) = \frac{2t}{1 + 2t}$, $t \in [0,25; 4]$

$f'(t) = \frac{2}{(1 + 2t)^2} > 0$ với mọi t , suy ra hàm số $f(t)$ luôn đồng biến trên \mathbb{R}

vậy $\max f(4) = \frac{8}{9}$ đạt được tại $\frac{q}{p} = 4 \Leftrightarrow p = 0,2; q = 0,8$

vậy với $p = 0,2 ; q = 0,8$ thì $S = \max$

Bài 6 Cho quần thể có 6 gen

Gen 1 có 3 alen, gen 2 có 5 alen, gen 3 có 3 alen, gen 4 có 3 alen, gen 5 có 2 alen, gen 6 có 3 alen. Gen 1 thuộc cặp NST thường số 1, gen 2 và 3 thuộc cặp NST thường số 2, gen 4

thuộc NST X không alen trên Y, gen 5 thuộc NST Y không alen trên X, gen 6 thuộc NST X có alen tương ứng trên Y. Có bao nhiêu phép lai trong quần thể này?

Hướng dẫn

$$\text{NST 1: kiểu gen (KG)} = 3 \cdot (3+1)/2 = 6$$

$$\text{NST 2: KG} = 5 \cdot 3(5 \cdot 3 + 1)/2 = 120$$

$$\text{NST XX: KG} = 3 \cdot 3(3 \cdot 3 + 1)/2 = 45$$

$$\text{NST XY: KG} = (X) \cdot (Y) = (3 \cdot 3) \cdot (2 \cdot 3) = 54$$

$$\text{Kiểu gen giới đực(KGD)} = \text{NST1. NST2. NSTXY} = 38880$$

$$\text{Kiểu gen giới cái(KGC)} = \text{NST1. NST2. NST XX} = 32400$$

$$\text{Số phép lai} = (\text{KGD}) \cdot (\text{KGC}) = 38880 \times 32400$$

Bài 7. Trong một quần thể người, khảo sát tính trạng mù màu ở 1000 nam và 3000 nữ. Thu được kết quả: Ở nam có 2 kiểu gen về gen này. Có 100 nam bị mù màu. Quần thể này đang cân bằng di truyền. Tỷ lệ nam mắc bệnh nhiều hơn nữ. Không có đột biến và ảnh hưởng giới tính.

Tìm số người mang alen quy định bệnh mù màu trong 500 người bình thường.

Hướng dẫn

Giả sử bệnh mù màu do 1 gen có 2 alen quy định, theo giả thiết nam có 2 kiểu gen về gen này \Rightarrow gen liên kết với NST X không có alen trên Y.

Gọi 2 alen đó lần lượt là A, a ứng với tần số p, q

$$\text{Cấu trúc di truyền của nam giới là } pX^AY + qX^aY = 1$$

Theo giả thiết nam bệnh là 100 người trong 1000 người $\Rightarrow q = 0,1$

Vì quần thể cân bằng nên q ở nam bằng q ở nữ. Vậy tỷ lệ nữ không bệnh là $1 - (0,1)^2 = 0,99$

Số nữ không bệnh trong 3000 nữ là 2970

Số nữ mang kiểu gen dị hợp là $2pq \cdot 3000 = 540$

Số nam bình thường là $1000 - 100 = 900$

Vậy tỷ lệ người mang gen bệnh trong tổng số người không bệnh là $540 / (2970 + 900) = 0,14$

Vậy tỉ lệ người mang gen bệnh trong 500 người là $0,14 \cdot 500 = 70$

Bài 8. Xét 1 gen có 2 alen trong quần thể có tần số tương đối lần lượt là p, q . Do tác động của tia UV làm cho các alen này bị đột biến thuận và cả đột biến nghịch.

Tính p, q ở thế hệ thứ 20 (đột biến đơn lẻ).

Qua bao nhiêu thế hệ thì $p_n = 0,2985$

Tìm $p_{60} = ?$ (đột biến kép)

Tìm cấu trúc quần thể cân bằng (đột biến kép).

Cho $p_0 = 0,3, u = 10^{-4}, v = 3 \cdot 10^{-4}$

Hướng dẫn

Đột biến thuận

$$p_{20} = p_0(1 - u)^{20} = 0,3(1 - 10^{-4})^{20} = 0,2994; q_{20} = 1 - p_{20} = 0,7006$$

đột biến nghịch

$$q_{20} = 0,7(1 - 3 \cdot 10^{-4})^{20} = 0,696; p_{20} = 0,304$$

thế hệ thứ $p_n = 0,2985$

$$p_n = p_0(1 - u)^n \Rightarrow n = \frac{\ln \frac{p_n}{p_0}}{\ln(1 - u)} = 50$$

$$p(\text{cân bằng}) = \frac{v}{v + u} = \frac{3}{4}; q = \frac{1}{4}$$

$$(p + q)^2 = \frac{9}{16}(AA) + \frac{6}{16}(Aa) + \frac{1}{16}(aa) = 1$$

p_{60} (đột biến kép)

$$p_{60} = p_0[1 - (u + v)]^{60} + v \frac{1 - [1 - (u + v)]^{60}}{(u + v)} = 0,3107$$

Bài 9. Giả sử, quần thể động vật có 7 kiểu gen khác nhau về 1 gen có 2 alen. Lai bố đồng hợp lặn với mẹ đồng hợp trội được F1, cho F1 tạp giao được F2, cho F2 tạp giao được F3.

Tỉ lệ trội thuần chủng trong kiểu hình trội ở F3 là bao nhiêu? (biết rằng gen trội là trội hoàn toàn)

Hướng dẫn

Giả thiết cho gen có 2 alen, gọi hai alen đó là A, a.

Giả sử gen thuộc NST thường chúng ta có tối đa 3 kiểu gen (không thỏa yêu cầu đề bài)

Giả sử gen thuộc NST X không alen trên Y chúng ta có tối đa 5 kiểu gen (không thỏa)

Giả sử gen thuộc NST X có alen trên Y chúng ta có tối đa 7 kiểu gen (thỏa)

Sơ đồ lai

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

F1: $X^A X^a : X^A Y^a$

F2: $X^A X^A : X^A X^a : X^A Y^a : X^a Y^a$

G: XX: 0,75 X^A : 0,25 X^a

XY: 0,25 X^A : 0,25 X^a : 0,5 Y^a

F3 X F3 = XX x XY = (0,75 X^A + 0,25 X^a) (0,25 X^A + 0,25 X^a + 0,5 Y^a)

Tỉ lệ đồng hợp trội là: $0,75 \times 0,25 = 3/16$

Tỉ lệ kiểu hình trội là: $0,75 \cdot 0,25 + 0,75 \cdot 0,25 + 0,25 \cdot 0,25 + 0,75 \cdot 0,5 = 13/16$

Tỉ lệ đồng hợp trội/ tỉ lệ kiểu hình trội là $3/13$

Bài 10 Cho cấu trúc quần thể nhóm máu của người như sau:

$$\begin{aligned} aAA + bAB + cAO + xBB + yBO + zOO \\ = 1 \quad (a, b, c, x, y, z \text{ là các số thực dương}) \end{aligned}$$

khi quần thể cân bằng chứng minh rằng

$$\frac{pq}{p^2 + 2pq} + \frac{pr}{r^2 + 2pr} + \frac{qr}{q^2 + 2qr} \leq p + q + r$$

(p, q, r là tần số tương đối của các alen)

Hướng dẫn

Đặt

$$P = \frac{pq}{p^2 + 2pq} + \frac{pr}{r^2 + 2pr} + \frac{qr}{q^2 + 2qr} \leq p + q + r$$

$$\Leftrightarrow \frac{1}{\frac{p}{q} + 2} + \frac{1}{\frac{r}{p} + 2} + \frac{1}{\frac{q}{r} + 2} \leq 1$$

Đặt

$$\frac{p}{q} = a, \frac{r}{p} = b, \frac{q}{r} = c \text{ ta có}$$

$$P \Leftrightarrow \frac{1}{2+a} + \frac{1}{2+b} + \frac{1}{2+c} \leq 1, abc = 1$$

$$\Leftrightarrow \frac{1}{2} \left(\frac{2+a-a}{2+a} + \frac{2+b-b}{2+b} + \frac{2+c-c}{2+c} \right) \leq 1$$

$$\Leftrightarrow \frac{a}{a+2} + \frac{b}{b+2} + \frac{c}{c+2} \geq 1$$

$$\Leftrightarrow a(a+2)(b+2) + b(a+2)(c+2) + c(a+2)(b+2) \geq (a+2)(b+2)(c+2)$$

$$\Leftrightarrow abc + ab + bc + ca \geq 4$$

$$\Leftrightarrow ab + bc + ca \geq 3 \text{ (do } abc = 1)$$

$$\text{ta có } ab + bc + ca \geq 3\sqrt{a^2b^2c^2} = 3 \text{ (dpcm)}$$

$$\text{vậy } \frac{a}{a+2} + \frac{b}{b+2} + \frac{c}{c+2} \geq 1 \text{ (dpcm)}$$

$$\text{dấu "=" xảy ra khi } a = b = c = 1 \text{ hay } p = q = r = \frac{1}{3}$$

Bài 11 Cho cấu trúc quần thể nhóm máu của người như sau:

$$aAA + bAB + cAO + xBB + yBO + zOO$$

$$= 1 \text{ (} a, b, c, x, y, z \text{ là các số thực dương)}$$

khi quần thể cân bằng, tìm giá trị nhỏ nhất của

$$S = \frac{2pq}{9q^2 + 1} + \frac{2qr}{9r^2 + 1} + \frac{2rp}{9p^2 + 1}$$

(p, q, r là tần số alen tương đối của các alen)

Hướng dẫn

ta có $9q^2 + 1 \geq 6q$, $9r^2 + 1 \geq 6r$, $9p^2 + 1 \geq 6p$

$$\Rightarrow S \leq \frac{pq}{3q} + \frac{qr}{3r} + \frac{rp}{3p} = \frac{1}{3}$$

$$\text{vậy min } S = \frac{1}{3} \text{ đạt được khi } p = q = r = \frac{1}{3}$$

Bài 12 Cho cấu trúc quần thể nhóm máu của người như sau:

$$\begin{aligned} aAA + bAB + cAO + xBB + yBO + zOO \\ = 1 \quad (a, b, c, x, y, z \text{ là các số thực dương}) \end{aligned}$$

khi quần thể cân bằng chứng minh rằng tỉ lệ kiểu gen dị hợp luôn không vượt quá 66,667%

hướng dẫn

gọi p, q, r là tần số alen của các gen trong quần thể,

không mất tính tổng quát, đặt tỉ lệ kiểu gen dị hợp là S khi đó

$$S = 2pq + 2pr + 2qr = 2(pq + pr + qr)$$

$$\text{ta có } p^2 + q^2 + r^2 \geq pq + pr + qr$$

$$\Leftrightarrow (p + q + r)^2 \geq 3(pq + pr + qr)$$

$$\Rightarrow 2(pq + pr + qr) \leq \frac{2}{3} \quad (\text{do } p + q + r = 1)$$

$$\text{vậy max } S = \frac{2}{3} (\approx 66,667\%) \text{ đạt được khi } p = q = r = \frac{1}{3}$$

Bài 13 Cho cấu trúc quần thể nhóm máu của người như sau:

$$\begin{aligned} aAA + bAB + cAO + xBB + yBO + zOO = 1 \\ (a, b, c, x, y, z \text{ là các số thực dương}) \end{aligned}$$

khi quần thể cân bằng chứng minh rằng tỉ lệ kiểu gen đồng hợp luôn không nhỏ hơn 33,33%

hướng dẫn

gọi p, q, r là tần số tương đối của các alen trong quần thể ta có $p + q + r = 1$,

không mất tính tổng quát đặt tổng tỉ lệ kiểu gen đồng hợp là $S = p^2 + q^2 + r^2$

ta có $p^2 + q^2 + r^2 \geq \frac{(p + q + r)^2}{3} = \frac{1}{3}$ ($\approx 33,33\%$)

vậy $\min S = \frac{1}{3}$ đạt được khi $p = q = r = \frac{1}{3}$

Bài 14 Cho cấu trúc quần thể nhóm máu của người như sau:

$$aAA + bAB + cAO + xBB + yBO + zOO = 1$$

(a, b, c, x, y, z là các số thực dương)

khi quần thể cân bằng tìm giá trị nhỏ nhất của

$$P = \frac{p^2 + q^2}{3(q^2 + 2qr + r^2)} + \frac{q^2 + r^2}{3(r^2 + 2rp + p^2)} + \frac{r^2 + p^2}{3(p^2 + 2pq + q^2)}$$

(p, q, r là tần số tương đối của các len)

hướng dẫn

ta có $p^2 + q^2 \geq \frac{(p + q)^2}{2}$, $q^2 + r^2 \geq \frac{(q + r)^2}{2}$, $r^2 + p^2 \geq \frac{(r + p)^2}{2}$

$$P \geq \frac{(p + q)^2}{6(q + r)^2} + \frac{(q + r)^2}{6(r + p)^2} + \frac{(r + p)^2}{6(p + q)^2} \geq \frac{1}{2}$$

vậy $\min P = \frac{1}{2}$ đạt được khi $p = q = r = \frac{1}{3}$

Bài 15 Cho cấu trúc quần thể nhóm máu của người như sau:

$$aAA + bAB + cAO + xBB + yBO + zOO = 1$$

(a, b, c, x, y, z là các số thực dương)

khi quần thể cân bằng tìm giá trị nhỏ nhất của

$$P = p^2 + q^2 + r^2 + pq + pr + qr$$

p, q, r là tần số alen tương đối của các alen

hướng dẫn

ta có $P = p^2 + q^2 + r^2 + pq + pr + qr = (p + q + r)^2 - (pq + qr + pr)$

$$= 1 - (pq + pr + qr) \geq 1 - \frac{(p + q + r)^2}{3} = \frac{2}{3}$$

$$\text{vậy } \min P = \frac{2}{3} \text{ đạt được khi } p = q = r = \frac{1}{3}$$

Bài 16 Cho cấu trúc quần thể nhóm máu của người như sau:

$$aAA + bAB + cAO + xBB + yBO + zOO = 1$$

(a, b, c, x, y, z là các số thực dương)

khi quần thể cân bằng chứng minh rằng

$$\frac{1}{1+p^2} + \frac{1}{1+q^2} \leq \frac{2}{1+r^2}$$

biết rằng $r^2 = pq$; p, q, r là tần số alen tương đối của các alen

hướng dẫn

ta có

$$\frac{1}{1+a^2} + \frac{1}{1+b^2} \leq \frac{2}{1+ab} \text{ (với mọi } ab \leq 1)$$

thật vậy, biến đổi tương đương ta được $(a-b)^2(ab-1) \leq 0$ (luôn đúng)

do $0 < p, q, r < 1$ nên tích của 2 số hoặc 3 số bất kì luôn nhỏ hơn 1, áp dụng ta có

$$P \leq \frac{2}{1+pq} = \frac{2}{1+r^2} \text{ (dpcm)}$$

Bài 17 Cho cấu trúc quần thể nhóm máu của người như sau:

$$aAA + bAB + cAO + xBB + yBO + zOO = 1$$

(a, b, c, x, y, z là các số thực dương)

khi quần thể cân bằng, chứng minh rằng tỉ lệ giữa cá thể mang kiểu gen đồng hợp với các thể mang kiểu gen dị hợp luôn không nhỏ hơn 50%.

Hướng dẫn

gọi p, q, r là tần số tương đối của các alen, không mất tính tổng quát,

$$\text{ta có: } S = \frac{p^2 + q^2 + r^2}{2(pq + pr + qr)} \geq \frac{1}{2}$$

thật vậy, theo bất đẳng thức cauchy thì: $p^2 + q^2 + r^2 \geq pq + pr + qr$ (dpcm)

$$\text{dấu "=" xảy ra khi } p = q = r = \frac{1}{3}$$

Bài 18 Cho cấu trúc quần thể nhóm máu của người như sau:

$$aAA + bAB + cAO + xBB + yBO + zOO = 1$$

(a, b, c, x, y, z là các số thực dương)

khi quần thể cân bằng tìm giá trị nhỏ nhất của

$$P = \frac{p^2}{q^2 + 3r^2} + \frac{q^2}{r^2 + 3p^2} + \frac{r^2}{p^2 + 3q^2}$$

(p, q, r là tần số tương đối của các alen)

Hướng dẫn

$$\text{đặt } M = \frac{q^2}{q^2 + 3r^2} + \frac{r^2}{r^2 + 3p^2} + \frac{p^2}{p^2 + 3q^2}$$

$$N = \frac{3r^2}{q^2 + 3r^2} + \frac{3p^2}{r^2 + 3p^2} + \frac{3q^2}{p^2 + 3q^2}$$

ta có $M + N = 3$

$$P + 3M \geq 3 \quad (1)$$

$$3P + \frac{N}{3} \geq 3 \quad (2)$$

cộng (1), (2) ta được $10P + 3M + N \geq 12 \Leftrightarrow 10P + 3(M + N) - 2N \geq 12$

$$\Leftrightarrow 10P - 2N \geq 3 \quad (3)$$

lấy (2) nhân với 6 cộng với (3) ta được $28P \geq 21 \Leftrightarrow P \geq \frac{21}{28} = \frac{3}{4}$

$$\text{vậy } \min P = \frac{3}{4}, \text{ dấu "=" xảy ra khi } p = q = r = \frac{1}{3}$$

Bài 19 Cho cấu trúc quần thể nhóm máu của người như sau:

$$aAA + bAB + cAO + xBB + yBO + zOO = 1$$

(a, b, c, x, y, z là các số thực dương)

khi quần thể cân bằng tìm giá trị nhỏ nhất của:

hướng dẫn

$$P = \frac{p^2}{qr} + \frac{q^2}{pr} + \frac{r^2}{pq}$$

$$\text{ta có: } P = \frac{1}{pqr} (p^3 + q^3 + r^3) \geq \frac{3pqr}{pqr} = 3$$

$$\text{vậy } \min P = 3 \text{ đạt được khi } p = q = r = \frac{1}{3}$$

Bài 20 Cho cấu trúc quần thể nhóm máu của người như sau:

$$aAA + bAB + cAO + xBB + yBO + zOO = 1$$

(a, b, c, x, y, z là các số thực dương)

khi quần thể cân bằng tìm giá trị lớn nhất và nhỏ nhất của người mang nhóm máu A và AB biết rằng tần số alen A trong đoạn [0,2;0,6].

Hướng dẫn

Gọi p, q, r là tần số lần lượt của các len A, B, O. Tỷ lệ nhóm máu A và AB là:

$$S = p^2 + 2pq + 2pr = p^2 + 2pq + 2p(1 - p - q) = 2p - p^2$$

$$\text{đặt } f(p) = 2p - p^2, \quad f(p) \text{ đồng biến trên khoảng } (0; 2)$$

$$\text{suy ra } \min S = f(0,2) = 0,36, \max S = f(0,6) = 0,84$$

vậy tỷ lệ nhóm máu A và AB nhỏ nhất là 0,36 đạt tại p = 0,2,

tỷ lệ lớn nhất là 0,84 đạt tại p = 0,6

Bài 21 Cho cấu trúc quần thể nhóm máu của người như sau:

$$aAA + bAB + cAO + xBB + yBO + zOO = 1$$

(a, b, c, x, y, z là các số thực dương)

khi quần thể cân bằng chứng minh rằng

$$\frac{p^2}{q+1} + \frac{q^2}{r+1} + \frac{r^2}{p+1} \geq \frac{1}{4}$$

với p, q, r là tần số tương đối của các alen

hướng dẫn

ta có: $\frac{p^2}{q+1} + \frac{q+1}{16} \geq \frac{p}{2}, \frac{q^2}{r+1} + \frac{r+1}{16} \geq \frac{q}{2}, \frac{r^2}{p+1} + \frac{p+1}{16} \geq \frac{r}{2}$

cộng vế theo vế ta được: $\frac{p^2}{q+1} + \frac{q^2}{r+1} + \frac{r^2}{p+1} + \frac{1}{16}(p+q+r) + \frac{3}{16} \geq \frac{p+q+r}{2}$

$$\Leftrightarrow \frac{p^2}{q+1} + \frac{q^2}{r+1} + \frac{r^2}{p+1} \geq \frac{1}{4} \text{ (dpcm)}$$

$$\text{dấu} = \text{xảy ra khi } p = q = r = \frac{1}{3}$$

Bài 22 Cho cấu trúc quần thể nhóm máu của người như sau:

$$aAA + bAB + cAO + xBB + yBO + zOO = 1$$

(a, b, c, x, y, z là các số thực dương)

khi quần thể cân bằng chứng minh rằng

$$\frac{p^3}{(q+1)(r+2)} + \frac{q^3}{(r+1)(p+2)} + \frac{r^3}{(p+1)(q+2)} \geq \frac{1}{28}$$

với p, q, r là tần số tương đối của các alen

hướng dẫn

$$\text{ta có: } \frac{p^3}{(q+1)(r+2)} + \frac{q+1}{112} + \frac{r+2}{196} \geq \frac{3p}{28}$$

$$\frac{q^3}{(r+1)(p+2)} + \frac{r+1}{112} + \frac{p+2}{196} \geq \frac{3q}{28}$$

$$\frac{r^3}{(p+1)(q+2)} + \frac{p+1}{112} + \frac{q+2}{196} \geq \frac{3r}{28}$$

cộng vế theo vế ta có:

$$\frac{p^3}{(q+1)(r+2)} + \frac{q^3}{(r+1)(p+2)} + \frac{r^3}{(p+1)(q+2)}$$

$$+ \frac{1}{112}(p+q+r+3) + \frac{1}{196}(p+q+r+6)$$

$$\geq \frac{3}{28}(p+q+r)$$

$$\Leftrightarrow \frac{p^3}{(q+1)(r+2)} + \frac{q^3}{(r+1)(p+2)} + \frac{r^3}{(p+1)(q+2)} \geq \frac{1}{28} \text{ (dpcm)}$$

$$\text{dấu} = \text{xảy ra khi } p = q = r = \frac{1}{3}$$

Bài 23 Cho cấu trúc quần thể nhóm máu của người như sau:

$$aAA + bAB + cAO + xBB + yBO + zOO = 1$$

(a, b, c, x, y, z là các số thực dương)

khi quần thể cân bằng chứng minh rằng

$$\frac{p^2}{p^2 + 2pq} + \frac{q^2}{q^2 + 2qr} + \frac{r^2}{r^2 + 2rp} \geq 1$$

với p, q, r là tần số tương đối của các alen

hướng dẫn

ta có:

$$\frac{p^2}{p^2 + 2pq} + p^2 + 2pq \geq 2p,$$

$$\frac{q^2}{q^2 + 2qr} + q^2 + 2qr \geq 2q,$$

$$\frac{r^2}{r^2 + 2rp} + r^2 + 2rp \geq 2r$$

cộng vế theo vế ta có:

$$\frac{p^2}{p^2 + 2pq} + \frac{q^2}{q^2 + 2qr} + \frac{r^2}{r^2 + 2rp} + (p + q + r)^2 \geq 2(p + q + r)$$

$$\Leftrightarrow \frac{p^2}{p^2 + 2pq} + \frac{q^2}{q^2 + 2qr} + \frac{r^2}{r^2 + 2rp} \geq 1 \text{ (dpcm)}$$

$$\text{dấu} = \text{xảy ra khi } p = q = r = \frac{1}{3}$$

Bài 24 Cho cấu trúc quần thể nhóm máu của người như sau:

$$aAA + bAB + cAO + xBB + yBO + zOO = 1$$

(a, b, c, x, y, z là các số thực dương)

khi quần thể cân bằng chứng minh rằng

$$4(p^2 + q^2 + r^2) \geq (p + q)^2 + (q + r)^2 + (r + p)^2 \geq \frac{4}{3}$$

Hướng dẫn

với p, q, r là tần số tương đối của các alen

ta có: $4(p^2 + q^2 + r^2) \geq (p + q)^2 + (q + r)^2 + (r + p)^2$

$\Leftrightarrow p^2 + q^2 + r^2 \geq pq + pr + qr$ (luôn đúng)

ta lại có:

$$(p + q)^2 + (q + r)^2 + (r + p)^2 \geq \frac{(p + q + q + r + r + p)^2}{3} = \frac{4}{3} \text{ (dpcm)}$$

$$\text{dấu} = \text{xảy ra khi } p = q = r = \frac{1}{3}$$

Bài 25 Cho cấu trúc quần thể nhóm máu của người như sau:

$$aAA + bAB + cAO + xBB + yBO + zOO = 1$$

(a, b, c, x, y, z là các số thực dương)

khi quần thể cân bằng chứng minh rằng

$$P = \frac{p}{p+q} + \frac{q}{q+r} + \frac{r}{r+p} > 1$$

(p, q, r là tần số alen tương đối)

Hướng dẫn

ta có $\frac{p}{p+q} > \frac{p}{p+q+r} = p$

tương tự ta có:

$$\frac{q}{q+r} > q$$

$$\frac{r}{r+p} > r$$

cộng vế theo vế ta được $\frac{p}{p+q} + \frac{q}{q+r} + \frac{r}{r+p} > p + q + r = 1$ (dpcm)

Bài 26 . (B893-2007). Quần thể nào sau đây đạt trạng thái cân bằng di truyền?

- A, 0.64AA: 0.32Aa: 0.04aa B, 0.7 AA: 0.2 Aa: 0.1aa
C. 0.6AA: 0.2Aa: 0.2aa D. 0.4AA: 0.4Aa: 0.2aa

Hướng dẫn $\sqrt{0.64} + \sqrt{0.04} = 1$ suy ra A cân bằng di truyền, chọn A.

Bài 27 (B461-2008) Câu 13: Một quần thể thực vật tự thụ phấn có tỉ lệ kiểu gen ở thế hệ P là: 0,45AA : 0,30Aa : 0,25aa. Cho biết các cá thể có kiểu gen aa không có khả năng sinh sản. Tính theo lí thuyết, tỉ lệ các kiểu gen thu được ở F1 là:

- A. 0,525AA : 0,150Aa : 0,325aa. B. 0,7AA : 0,2Aa : 0,1aa.
C. 0,36AA : 0,48Aa : 0,16aa. D. 0,36AA : 0,24Aa : 0,40aa

Hướng dẫn. aa không có khả năng sinh sản nên cấu trúc quần thể ngay trước sinh sản là :
 $0,45AA : 0,30Aa \rightarrow \frac{3}{5}AA + \frac{2}{5}Aa = 1$. Khi cho quần thể tự thụ ta có $\frac{3}{5}AA \times AA + \frac{2}{5}Aa \times Aa = 1 \Leftrightarrow 0,7AA + 0,2Aa + 0,1aa = 1$. Vậy chọn B

Bài 28 (B461-2008). Câu 46: Ở người, gen quy định màu mắt có 2 alen (A và a), gen quy định dạng tóc có 2 alen (B và b), gen quy định nhóm máu có 3 alen (IA, IB và IO). Cho biết các gen nằm trên các cặp nhiễm sắc thể thường khác nhau. Số kiểu gen tối đa có thể được tạo ra từ 3 gen nói trên ở trong quần thể người là

- A. 64. B. 24. C. 54. D. 10.

Hướng dẫn: với gen có n alen, ta có n kiểu gen đồng hợp và C_n^2 kiểu gen dị hợp nên gen quy định màu mắt có 3 kiểu, gen quy định dạng tóc có 3 kiểu, gen quy định nhóm máu có 6 kiểu. Các gen đứng độc lập nên có $3.3.6 = 54$ kiểu. Chọn C.

Bài 29 (B893-2007). Một quần thể có 100% cá thể mang kiểu gen Aa tự thụ phần liên tiếp qua 3 thế hệ. Tính theo lí thuyết, tỉ lệ các kiểu gen ở thế hệ thứ ba sẽ là:

- A. 0,25AA : 0,5Aa : 0,25aa. B. 0,2AA : 0,4Aa : 0,4aa.
 C. 0,4375AA : 0,125Aa : 0,4375aa. D. 0,375AA : 0,25Aa : 0,375aa

Hướng dẫn. cấu trúc quần thể trên là $1Aa = 1$, suy ra

$$F_3: \left(0 + 1 \cdot \frac{1 - \frac{1}{2^3}}{2}\right) AA + \frac{1}{2^3} Aa + \left(0 + 1 \cdot \frac{1 - \frac{1}{2^3}}{2}\right) aa = 1$$

$\Leftrightarrow 0,4375AA + 0,125Aa + 0,4375aa = 1$. Chọn C

Bài 30 (B378-2009) Câu 8: Ở người, gen lặn gây bệnh bạch tạng nằm trên nhiễm sắc thể thường, alen trội tương ứng quy định da bình thường. Giả sử trong quần thể người, cứ trong 100 người da bình thường thì có một người mang gen bạch tạng. Một cặp vợ chồng có da bình thường, xác suất sinh con bị bạch tạng của họ là

- A. 0,0125%. B. 0,025%.
 C. 0,25%. D. 0,0025%.

Hướng dẫn. Quần thể người là quần thể ngẫu phối, theo giả thiết ta có $\frac{2pq}{p^2+2pq} = \frac{2q}{1+q} = \frac{1}{100} \Leftrightarrow \frac{q}{1+q} = \frac{1}{200}$. Chồng có da bình thường nên cấu trúc của chồng là: $p^2 AA:2pqAa \rightarrow \frac{p^2}{p^2+2pq}AA + \frac{2pq}{p^2+2pq}Aa = 1 \Leftrightarrow \frac{p}{1+q}AA + \frac{2q}{1+q}Aa = 1$. Suy ra tần số alen a của chồng là $\frac{q}{1+q}$. Tương tự ta có tần số alen a của vợ là $\frac{q}{1+q}$. Xác suất sinh con bị bạch tạng của cặp vợ chồng này là $aa = \left(\frac{q}{1+q}\right)^2 = \left(\frac{1}{200}\right)^2 = 0.0025\%$. Chọn D

Bài 31 (B958-2013) Câu 22: Ở một loài động vật, xét một gen trên nhiễm sắc thể thường có 2 alen, alen A trội hoàn toàn so với alen đột biến a. Giả sử ở một phép lai, trong tổng số giao tử đực, giao tử mang alen a chiếm 5%; Trong tổng số giao tử cái, giao tử mang alen a chiếm 10%. Theo lí thuyết, trong tổng số cá thể mang alen đột biến ở đời con, thể đột biến chiếm tỉ lệ

- A. 90,5%. B. 85,5%. C. 0,5%. D. 3,45%

Hướng dẫn: Chọn D

Bài 32 (B159-2015) Câu 30: Ở đậu Hà Lan, alen A quy định hoa tím trội hoàn toàn so với alen a quy định hoa trắng. Thế hệ xuất phát (P) của một quần thể gồm toàn cây hoa tím, trong đó tỉ lệ cây hoa tím có kiểu gen dị hợp tử là Y ($0 \leq Y \leq 1$). Quần thể tự thụ phần liên tiếp qua các thế hệ. Biết rằng quần thể không chịu tác động của các nhân tố tiến hóa khác. Theo lí thuyết, tỉ lệ kiểu hình ở thế hệ F3 của quần thể là:

- A. $\left(1 - \frac{15Y}{32}\right)$ cây hoa tím : $\frac{15Y}{32}$ cây hoa trắng.
- B. $\left(1 - \frac{3Y}{8}\right)$ cây hoa tím : $\frac{3Y}{8}$ cây hoa trắng.
- C. $\left(1 - \frac{Y}{4}\right)$ cây hoa tím : Y 4 cây hoa trắng.
- D. $\left(1 - \frac{7Y}{16}\right)$ cây hoa tím : $\frac{7Y}{16}$ cây hoa trắng.

Chọn D

Bài 33 (B147-2016) Câu 47: Một quần thể thực vật tự thụ phần, thế hệ xuất phát (P) có thành phần kiểu gen là 0,3AABb : 0,2AaBb : 0,5Aabb. Cho biết mỗi gen quy định một tính

trạng, alen trội là trội hoàn toàn. Theo lí thuyết, trong các dự đoán sau đây về cấu trúc di truyền của quần thể ở thế hệ F₁, có bao nhiêu dự đoán đúng? (1) Có tối đa 10 loại kiểu gen. (2) Số cá thể có kiểu gen đồng hợp tử lặn về cả hai cặp gen chiếm tỉ lệ 13,75%. (3) Số cá thể có kiểu hình trội về một trong hai tính trạng chiếm tỉ lệ 54,5%. (4) Số cá thể có kiểu gen mang hai alen trội chiếm tỉ lệ 32,3%.

A. 3. B. 1. C. 4. D. 2.

Chọn B

Bài 34 (B147-2016) Câu 48: Ở một loài thực vật tự thụ phấn, alen A quy định hoa đỏ trội hoàn toàn so với alen a quy định hoa trắng. Một quần thể thuộc loài này ở thế hệ xuất phát (P), số cây có kiểu gen dị hợp tử chiếm tỉ lệ 80%. Cho biết quần thể không chịu tác động của các nhân tố tiến hóa khác. Theo lí thuyết, trong các dự đoán sau về quần thể này, có bao nhiêu dự đoán đúng?

(1) Ở F₅ có tỉ lệ cây hoa trắng tăng 38,75% so với tỉ lệ cây hoa trắng ở (P).

(2) Tần số alen A và a không đổi qua các thế hệ.

(3) Tỉ lệ kiểu hình hoa đỏ ở F₅ luôn nhỏ hơn tỉ lệ kiểu hình hoa đỏ ở (P).

(4) Hiệu số giữa hai loại kiểu gen đồng hợp tử ở mỗi thế hệ luôn không đổi.

A. 3. B. 2. C. 1. D. 4.

Chọn D

Bài 35 (B224-2018) Câu 114: Một quần thể thực vật tự thụ phấn, alen A quy định thân cao trội hoàn toàn so với alen a quy định thân thấp; alen B quy định hoa đỏ trội hoàn toàn so với alen b quy định hoa trắng. Thế hệ xuất phát (P) của quần thể này có thành phần kiểu gen là 0,2 AABb : 0,2 AaBb : 0,2 Aabb : 0,4 aabb. Cho rằng quần thể không chịu tác động của các nhân tố tiến hóa khác. Theo lí thuyết, có bao nhiêu phát biểu sau đây đúng?

I, F₂ có tối đa 9 loại kiểu gen.

II, Tỉ lệ kiểu gen dị hợp tử giảm dần qua các thế hệ.

III, Trong tổng số cây thân cao, hoa đỏ ở F₂, có 4/65 số cây có kiểu gen dị hợp tử về cả 2 cặp gen.

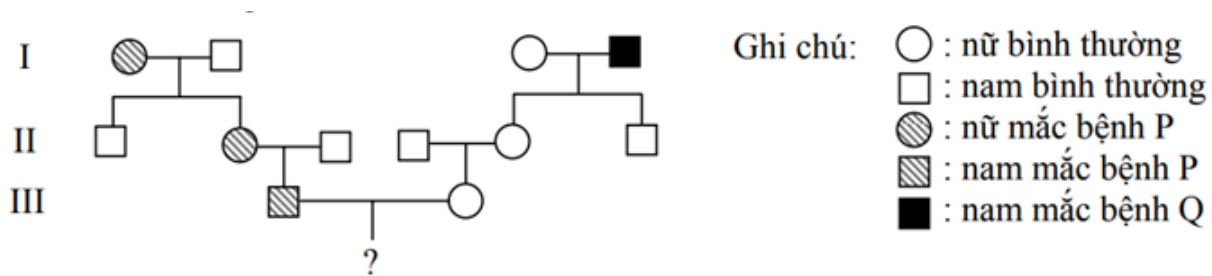
IV, Ở F₃, số cây có kiểu gen dị hợp tử về 1 trong 2 cặp gen chiếm tỉ lệ 3/32.

A. 4. B. 3. C. 1. D. 2

Chọn A

Bài 5. PHẢ HỆ VÀ CÁC DẠNG TOÁN KHÁC

Bài 1 (B378-2009) Cho sơ đồ phả hệ sau:



Bệnh P được quy định bởi gen trội nằm trên nhiễm sắc thể thường; bệnh Q được quy định bởi gen lặn nằm trên nhiễm sắc thể giới tính X, không có alen tương ứng trên Y. Biết rằng không có đột biến mới xảy ra. Xác suất để cặp vợ chồng ở thế hệ thứ III trong sơ đồ phả hệ trên sinh con đầu lòng là con trai và mắc cả hai bệnh P, Q là

- A. 50%. B. 6,25%. C. 12,5%. D. 25%

Hướng dẫn.

Xét gen bệnh P. Mọi kiểu gen liên kết với NST thường khi lai với kiểu gen đồng hợp lặn thì thế hệ còn đều mang gen lặn, do đó III_1 mang Pp , III_2 mang pp .

Xét gen bệnh Q. III_1 mang $X^Q Y$. II_5 mang alen q di truyền chéo từ bố do đó cấu trúc của III_2 là $\frac{1}{2}X^Q X^Q + \frac{1}{2}X^Q X^q = 1$. Kết hợp ta có:

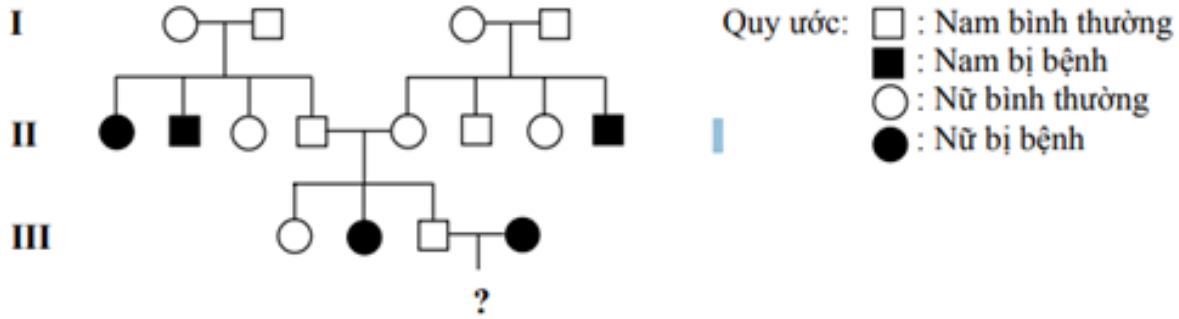
$$III_1 \times III_2 = (Pp \times pp) X^Q Y \left(\frac{1}{2}X^Q X^Q + \frac{1}{2}X^Q X^q \right) = 1$$

$$\Leftrightarrow \left(\frac{1}{2}Pp + \frac{1}{2}pp \right) \left(\frac{1}{2}X^Q + \frac{1}{2}Y \right) \left(\frac{3}{4}X^Q + \frac{1}{4}X^q \right) = 1$$

Con trai mắc cả 2 bệnh là $ppX^q Y = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{4} \cdot \frac{1}{2} = \frac{1}{16}$. Vậy chọn B.

(đối với những dạng phả hệ có cùng lúc 2 hoặc nhiều bệnh, nên vẽ lại phả hệ của từng bệnh sau đó tích các phả hệ lại với nhau)

Bài 2 (B473-2010) Cho sơ đồ phả hệ sau:



Sơ đồ phả hệ trên mô tả sự di truyền của một bệnh ở người do một trong hai alen của một gen quy định. Biết rằng không xảy ra đột biến ở tất cả các cá thể trong phả hệ. Xác suất để cặp vợ chồng ở thế hệ III trong phả hệ này sinh ra đứa con gái bị mắc bệnh trên là

- A. 1/4 .
- B. 1/8 .
- C. 1/3 .
- D. 1/6 .

Hướng dẫn. Phả hệ trên, bố mẹ bình thường nhưng con bị bệnh suy ra gen gây bệnh là gen lặn. Con gái nhận NST X từ bố, nếu bố mang Alen trội không bệnh hiển nhiên tất cả con gái sẽ không bệnh. Từ đó dễ dàng kết luận được gen bệnh trong phả hệ trên là gen lặn và thuộc NST thường.

III_2 mang kiểu gen aa suy ra bố mẹ dị hợp, suy ra III_3 mang $\frac{1}{4}AA : \frac{1}{2}Aa \rightarrow \frac{1}{3}AA + \frac{2}{3}Aa = 1$. Suy ra $III_3 : \frac{2}{3}A + \frac{1}{3}a = 1$.

$III_3 \times III_4 = \left(\frac{2}{3}A + \frac{1}{3}a\right) \times aa = 1 \Rightarrow aa = \frac{1}{3} \cdot 1 = \frac{1}{3}$. Xác suất sinh con gái là 0.5 nên đáp án là $(1/3) \times 0.5 = (1/6)$. Chọn D

Bài 3 (B473-2011) Câu 7: Giả sử năng lượng đồng hoá của các sinh vật dị dưỡng trong một chuỗi thức ăn như sau: Sinh vật tiêu thụ bậc 1: 1 500 000 Kcal. Sinh vật tiêu thụ bậc 2: 180 000 Kcal. Sinh vật tiêu thụ bậc 3: 18 000 Kcal. Sinh vật tiêu thụ bậc 4: 1 620 Kcal. Hiệu suất sinh thái giữa bậc dinh dưỡng cấp 3 với bậc dinh dưỡng cấp 2 và giữa bậc dinh dưỡng cấp 4 với bậc dinh dưỡng cấp 3 trong chuỗi thức ăn trên lần lượt là:

- A. 10% và 9%.
- B. 12% và 10%.
- C. 9% và 10%.
- D. 10% và 12%

Hướng dẫn: sinh vật tiêu thụ bậc 1 thuộc bậc di dưỡng cấp 2. Chọn B

Bài 4 (B159-2015) Câu 42: Ở một quần thể người, bệnh M do một trong hai alen của một gen quy định. Một cặp vợ chồng: Hùng bị bệnh M còn Hương không bị bệnh M, sinh được

con gái là Hoa không bị bệnh M. Hoa kết hôn với Hà, Hà không bị bệnh M và đến từ một quần thể khác đang ở trạng thái cân bằng di truyền có tần số alen gây bệnh M là $1/10$, sinh được con gái là Hiền không bị bệnh M. Một cặp vợ chồng khác là Thành và Thủy đều không bị bệnh M, sinh được con gái là Thương bị bệnh M và con trai là Thắng không bị bệnh M. Thắng và Hiền kết hôn với nhau, sinh con gái đầu lòng là Huyền không bị bệnh M. Biết rằng không xảy ra đột biến mới ở tất cả những người trong các gia đình. Dựa vào các thông tin trên, hãy cho biết, trong các dự đoán sau, có bao nhiêu dự đoán đúng?

- (1) Xác suất để Huyền mang alen gây bệnh M là $53/115$.
- (2) Xác suất sinh con thứ hai là trai không bị bệnh M của Thắng và Hiền là $115/252$.
- (3) Có thể biết chính xác kiểu gen của 5 người trong các gia đình trên.
- (4) Xác suất để Hà mang alen gây bệnh M là $5/11$.

A. 1. B. 3. C. 2. D. 4

Hướng dẫn: vẽ hình và phân tích tương tự. Chọn B.

BÀI 6. MỘT SỐ BÀI TẬP TRONG ĐỀ THI HỌC SINH GIỎI QUỐC GIA SINH HỌC VÀ HƯỚNG GIẢI

Bài 1 (2010) Giả sử ở 1 loài động vật, khi cho lai 2 dòng thuần chủng lông màu trắng và lông màu vàng giao phối với nhau thu được F1 toàn con lông màu trắng. Cho các con F1 giao phối với nhau thu được F2 có tỉ lệ kiểu hình: 48 con lông màu trắng: 9 con lông màu đen: 3 con lông màu xám: 3 con lông màu nâu: 1 con lông màu vàng. Hãy giải thích kết quả của phép lai này

Hướng giải

Phân tích hệ số kiểu hình của F2 ta thấy có 64 kiểu tổ hợp, tuân theo 2^k nên dự đoán đây là phân li độc lập hoặc liên kết gen.

Phân tích kiểu hình ở F2 ta thấy rằng có 5 loại kiểu hình gồm: lông trắng, lông đen, lông xám, lông nâu, lông vàng. Suy ra có ít nhất 5 loại alen hoặc 3 cặp gen quy định nên tính trạng này. Trường hợp gen 5 loại alen khá hiếm, kết hợp với các gen phân độc lập ta suy ra được mấu chốt của bài toán này tính trạng quy định bởi 3 cặp gen với phân bố kiểu hình ở F2 là:

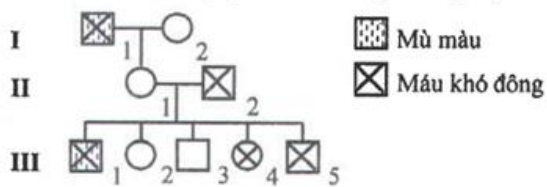
$\{9(A-B-) + 3(A-bb) + 3(aaB-) + 1(aabb)\} \{3(D-) + 1(dd)\}$ vậy ta có phân bố chung:

$27(A-B-D-) + 9(A-B-dd) + 9(A-bbD-) + 9(aaB-D-) + 3(A-bbdd) + 3(aaB-dd) + 3(aabbD-) + 1(aabbdd)$

Do tương tác sẽ gộp các hệ số kiểu hình của phân phối chung, căn cứ theo kiểu hình và phân phối chúng ta dễ dàng suy luận được.

Có A cho lông trắng, chỉ có B và D cho lông màu đen, chỉ có thì D cho màu xám, chỉ có B thì cho màu nâu, không có A, B, D thì cho lông màu vàng. Vậy cơ chế chung sẽ là A át B và D; B bổ sung với D.

Bài 2 (2010) Bệnh mù màu đỏ - lục và bệnh máu khó đông do 2 gen lặn nằm trên NST X quy định, cách nhau 12cM. Theo phả hệ dưới đây, hãy cho biết:



Trong các người con thế hệ thứ III(1 đến 5). Người con nào là kết quả của tái tổ hợp (trao đổi chéo) giữa 2 gen, người con nào thì không? Giải thích

Hiện nay, người phụ nữ II-1 lại đang mang thai, xác suất người phụ nữ này sinh một bé trai bình thường (không mắc cả 2 bệnh di truyền trên) là bao nhiêu? Giải thích.

Hướng giải:

Dạng toán này không có gì đặc biệt, việc của chúng ta là xác định kiểu gen của từng người trong gia đình sau đó tính toán. Việc xác định kiểu gen như suy luận theo các quy luật di truyền thông thường.

Bài 3 (2010) Giả sử một quần thể động vật ngẫu phối có tỉ lệ các kiểu gen:

- ở giới cái: 0,36AA : 0,48Aa : 0,16aa
- ở giới đực: 0,64AA : 0,32Aa : 0,04aa

Xác định cấu trúc di truyền của quần thể ở trạng thái cân bằng.

Sau khi quần thể đạt trạng thái cân bằng di truyền, do điều kiện thay đổi, những cá thể có kiểu gen aa trở nên không có khả năng sinh sản, hay xác định tần số alen của quần thể sau 5 thế hệ ngẫu phối.

Hướng giải

Bài toán này khai thác việc hiểu thấu đáo công thức $(p + q)^2 = 1$. Trong mọi trường hợp, cấu trúc của quần thể chung bằng tích cấu trúc giao tử của giới đực và giới cái. Nếu trường hợp cấu trúc kiểu gen giới đực và cái bằng nhau, ta dễ dàng suy luận ra được cấu trúc giao tử của 2 giới bằng nhau nên ta có công thức $(p + q)^2 = 1$. Do đó, trong trường hợp này, ta có cấu trúc của quần thể sẽ bằng cấu trúc giao tử giới đực nhân cho cấu trúc giao tử giới cái. Cụ thể bằng tích $(0,36AA + 0,48Aa + 0,16aa)(0,64AA + 0,32Aa + 0,04aa) = 1$ tương đương với $(0.6A+0.4a)(0,8A+0.2a) = 1$.

Khi quần thể cân bằng, aa không có khả năng sinh sản thì dễ dàng ta chứng minh được

$$q_n = \frac{q}{1+nq}$$

Bài 4 (2011) Trong một quần thể người, có tới 84% dân số có khả năng nhận biết mùi vị của chất hóa học phenyltiocarbamide, số còn lại thì không. Khả năng nhận biết mùi vị của chất này là do alen trội A nằm trên nhiễm sắc thể thường quy định; không có khả năng này là do alen a quy định.

a) Quần thể này phải có những điều kiện nào mới có thể tính được tần số alen A và a? Giải thích.

b) Trong quần thể nêu trên, một người đàn ông có khả năng nhận biết được mùi vị chất phenyltiocarbamide lấy người vợ không có quan hệ họ hàng với anh ta và cũng có khả năng nhận biết chất hóa học trên. Hãy tính xác suất cặp vợ chồng này sinh con trai đầu lòng không có khả năng nhận biết chất phenyltiocarbamide, nếu quần thể này cân bằng di truyền.

c) Giả sử trong số nhiều cặp vợ chồng mà cả vợ và chồng đều là dị hợp tử về cặp alen nói trên (Aa) và đều có 4 con, thì tỉ lệ phần trăm số cặp vợ chồng như vậy có đúng ba người con có khả năng nhận biết mùi vị của chất hóa học phenyltiocarbamide và một người không có khả năng này là bao nhiêu?

Hướng giải

Bài toán này khai thác mối quan hệ giữa kiểu gen với tần số alen, nếu quần thể ngẫu phối đang cân bằng di truyền thì căn cứ vào tần số kiểu gen ta có thể suy ra được tần số alen và suy ra tiếp tần số alen của những kiểu gen còn lại theo kiểu cân bằng di truyền H-W.

Ý c tập trung khai thác về việc hiểu bản chất của phân phối. Sinh bấy nhiêu người con sẽ có bấy nhiêu giai đoạn, trong mỗi giai đoạn sẽ có các cách chọn kèm theo xác suất xảy ra các cách chọn ấy. Do đó, xác suất để xảy ra 1 tổ hợp các cách chọn trong những giai đoạn ấy được suy ra từ tích các giai đoạn.

Ví dụ: xác suất của (A-) là 0.8 xác suất của (aa) là 0.2. chọn 3 hạt thì cấu trúc chọn sẽ là ((A-) + (aa))((A-) + (aa))((A-) + (aa)) = (0,8 (A-) + 0.2 (aa))³

Bài 5 (2012) Cho rằng ở một loài động vật, lông chỉ có 2 dạng là lông dài và lông ngắn, trong đó kiểu gen AA quy định lông dài, kiểu gen aa quy định lông ngắn. Con đực thuần chủng lông dài giao phối với con cái thuần chủng lông ngắn được F1. Cho F1 giao phối ngẫu nhiên thu được F2 có số con lông dài chiếm $\frac{3}{4}$ ở giới đực và $\frac{1}{4}$ ở giới cái.

Giải thích kết quả phép lai

Viết sơ đồ lai từ P đến F2.

Hướng giải

Ta thấy rằng kiểu hình giới đực và giới cái phân bố không giống nhau nên suy ra kiểu hình có phụ thuộc vào giới tính. Trong trường hợp gen liên kết trên X ta thấy rằng khi cái x đực thì có dạng $XX \times XY = X(X+X) + Y(X+X)$ do đó tỉ lệ kiểu hình phân bố ở giới đực và giới cái bằng nhau. Tuy nhiên kiểu hình phân bố ở giới đực và giới cái trong trường hợp trên lại khác nhau nên gen sẽ không thuộc NST giới tính. Kiểu hình phụ thuộc vào NST giới tính nhưng gen không liên kết với NST giới tính vậy gen thuộc NST thường và phụ thuộc vào NST giới tính.

Nếu gen liên kết trên NST thường thì dễ dàng ta có phân bố $(\frac{3}{4}, (A-) + \frac{1}{4}, aa)$. Giới đực lông dài chiếm $\frac{3}{4}$, suy ra A ở giới đực quy định lông dài, a lông ngắn. Ngược lại A ở giới cái quy định lông ngắn và a quy định lông dài.

Bài 6 (2012). Thế hệ thứ nhất của một quần thể động vật ở trạng thái cân bằng di truyền có $q(a) = 0,2$; $p(A) = 0,8$. Thế hệ thứ 2 của quần thể có cấu trúc $0.672 AA : 0.256Aa : 0.072 aa$.

Xác định cấu trúc di truyền của quần thể ở thế hệ thứ 3, biết rằng cách thức giao phối tạo ra thế hệ thứ 3 cũng giống như cách thức giao phối tạo ra thế hệ thứ 2.

Thế hệ thứ nhất có tỉ lệ các kiểu gen đang ở trạng thái cân bằng nhưng quần thể đã bị biến đổi đổi như thế nào mà từ thế hệ thứ 2 và thứ 3 lại có thành phần kiểu gen biến đổi như vậy? Nếu quá trình này tiếp tục diễn ra qua rất nhiều thế hệ thì kết cục của quần thể trên sẽ như thế nào? Giải thích.

Hướng giải

Thế hệ thứ nhất cân bằng di truyền nên sẽ có cấu trúc $0,64AA + 0,32Aa + 0,04aa = 1$. So sánh với cấu trúc ở thế hệ thứ 2 ta thấy khác so với cấu trúc ban đầu. Từ đây ta có suy luận có yếu tố tác động nào đó khiến cho việc thay đổi tần số kiểu gen của quần thể. Từ đây chúng ta suy ra quần thể bị chọn lọc tự nhiên hoặc giao phối không ngẫu nhiên.

Trường hợp chọn lọc tự nhiên: Quần thể ban đầu bị chọn lọc, do quần thể ngẫu phối nên thế hệ thứ 2 bắt buộc phải cân bằng di truyền, nhưng trong trường hợp này quần thể không cân bằng di truyền nên loại.

Vậy chúng ta chỉ còn lại trường hợp giao phối không ngẫu nhiên. Trong giao phối không ngẫu nhiên có tự phối và nội phối. Trường hợp tự phối ta tính thử không thỏa mãn do đó đây là bài toán khai thác hệ số nội phối. Chúng ta biết rằng nội phối = ngẫu phối + tự phối. Từ đó ra đi đến kết quả một cách dễ dàng:

Gọi F là hệ số nội phối thì ta có quần thể thế hệ thứ nhất sẽ tự phối với tần số F và giao phối ngẫu nhiên với tần số (1-F).

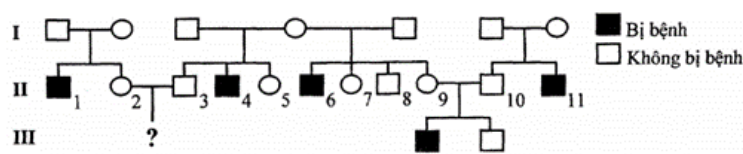
$$F(0,64AA + 0,32Aa + 0,04aa = 1) \text{ tự thụ suy ra thế hệ 2 có } Aa = F \cdot (0,32/2),$$

$$(1-F)(0,64AA + 0,32Aa + 0,04aa = 1) \text{ ngẫu phối suy ra thế hệ 2 có } Aa = (1-F) \cdot 0,32$$

$$\text{Cộng lại ta được } F \cdot \frac{0,32}{2} + (1 - F)0,32 = 0,256 \Leftrightarrow F = 0,4$$

Tương tự như vậy ta sẽ chứng minh tiếp theo các ý khác.

Bài 7 (2013) Một bệnh di truyền đơn gen xuất hiện trong phả hệ dưới đây:



Từ phả hệ này hãy cho biết:

Gen gây bệnh nhiều khả năng bị chi phối bởi quy luật di truyền nào? Tại sao?

Xác định kiểu gen của các cá thể ở thế hệ thứ 2

Xác suất các cá thể con sinh ra từ cặp vợ, chồng II2 và II3 mắc bệnh (tính theo %) là bao nhiêu? Nêu cách tính

Hướng giải: tính toán như bài toán phả hệ thông thường

Bài 8 (2013) Một quần thể có tỉ lệ các kiểu gen trước và sau một thời gian bị tác động bởi chọn lọc tự nhiên như sau.

Tần số kiểu gen	AA	Aa	aa
Trước chọn lọc	0.36	0.48	0.16
Sau một thời gian bị tác động của chọn lọc	0.36	0.6	0.04

Xác định hệ số chọn lọc (S) của các kiểu gen khi quần thể chịu tác động của chọn lọc

Quần thể đã bị chi phối bởi hình thức chọn lọc nào? Giải thích

Xác định tần số các alen sau chọn lọc khi quần thể ở trạng thái cân bằng di truyền.

Hướng giải

ta nhận thấy rằng aa giảm xuống, AA ổn định, nghi ngờ xảy ra chọn lọc tại aa. Chúng tính hệ số chọn lọc theo denta q.

Bài 9 (2014) ở một loài thực vật, khi cho dòng hoa kép làm mẹ giao phấn với dòng hoa đơn, thu được F1 100% hoa kép. F1 x F1 tự thụ phấn, thu được F2 100% hoa kép. Bằng cách nào xác định được quy luật di truyền của dạng hoa?

Hướng giải

Chúng ta nhận thấy rằng kiểu hình của con luôn giống với mẹ, ta dự đoán có di truyền thẳng. Để kiểm tra, chúng ta nên hoán đổi vai trò làm bố mẹ của các tính trạng. Để chắc chắn hơn nữa, chúng ta nên cho lai phân tích.

Bài 10 (2014) ở một loài thực vật, người ta thực hiện phép lai sau:

Phép lai I: dòng 1 (hoa trắng) x Dòng 2 (hoa đỏ) được F1 100% hoa trắng. Cho F1 tự thụ phấn, thu được F1 có 124 cây hoa trắng và 36 cây hoa đỏ

Phép lai II. Dòng 1 (hoa trắng) x Dòng 3 (hoa đỏ) thu được F1 100% hoa trắng. Cho F1 tự thụ phấn, thu được F2 có 122 cây hoa trắng và 38 cây hoa đỏ.

Biết rằng, kiểu gen và cách tác động của gen ở Dòng 1 trong hai phép lai giống nhau.

Hãy dùng tiêu chuẩn “khi bình phương” để kiểm định sự phù hợp hay không phù hợp giữa số liệu thực tế và số liệu lí thuyết của 2 phép lai trên. Cho biết, “khi bình phương” lí thuyết = 3,84.

Giải thích kiểu tác động của gen đối với sự hình thành màu hoa ở kết quả của 2 phép lai trên.

Cho rằng khi lai dòng 2 với dòng 3 được F1 100% hoa tím. Cho F1 tự thụ phấn thì kết quả ở F2 sẽ như thế nào về kiểu gen và kiểu hình? Giải thích kiểu tác động của gen đối với kết quả của phép lai.

Hướng giải

Dạng này khá đơn giản vì có công thức sẵn, việc chúng ta là dự đoán cho chuẩn xác phân phối kiểu hình lí thuyết từ kiểu hình thực tế. ví dụ nếu phân phối kiểu hình thực tế khoảng 2.5: 1 thì tốt nhất ta dự đoán lí thuyết là 3:1 hoặc 9:7.

Bài 11 (2014) Một quần thể có kiểu gen AA, Aa và aa với các giá trị thích nghi lần lượt là 0.8: 1: và 0.4. Quần thể đang bị chi phối bởi hình thức chọn lọc nào? Giải thích. Xác định cấu trúc di truyền của quần thể khi ở trạng thái cân bằng di truyền.

Hướng giải

Dạng này có công thức sẵn và đã chứng minh. Thao khảo phần lí thuyết ở trước

Bài 12 (2015) Khi cho hai dòng thuần chủng cùng loài là cây hoa đỏ và cây hoa trắng giao phấn với nhau, thu được F1 100% cây hoa đỏ. Cho F1 giao phấn với nhau thu được F2 gồm 368 cây hoa trắng và 272 cây hoa đỏ.

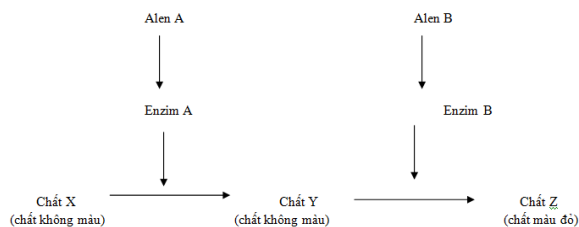
Hãy giải thích và viết sơ đồ cơ sở di truyền sinh hóa về sự hình thành màu hoa ở cây F2.

Bằng cách nào xác định được cây hoa trắng ở F2 có kiểu gen đồng hợp về tất cả các Alen lặn.

Cho biết: không có hiện tượng gen gây chết và đột biến, với bậc tự do $(n-1) = 1$; $\alpha = 0.05$ thì “khi bình thường” lí thuyết = 3,84.

Hướng giải

Đây là ví dụ về sơ đồ cơ sở di truyền sinh hóa.



Bài 13 (2015) ở một quần thể động vật sinh sản hữu tính, giới đực là dị hợp tử (XY), giới cái là đồng giao tử (XX), có tần số Alen A (nằm ở vùng không tương đồng trên NST X) tại thế hệ thứ 2 ở giới đực là 0.4 và ở giới cái là 0.5. Các cá thể của quần thể giao phối ngẫu nhiên với nhau và không có đột biến xảy ra qua các thế hệ.

Hãy xác định tần số Alen A ở giới đực và cái tại thế hệ thứ nhất (thế hệ đầu tiên) và thế hệ thứ 4. Độ chênh lệch tần số alen A giữa giới đực và giới cái qua các thế hệ ngẫu phối có sự biến đổi như thế nào?

Hướng giải

Bài này có công thức sẵn và đã chứng minh, xem ở trước

Bài 14 (2016) Một cặp vợ chồng cả hai đều mắc chứng điếc do mang một số Alen lặn ở 3 gen liên quan đến thính giác: d_1 là lặn so với D_1 , d_2 là lặn so với D_2 , d_3 là lặn so với D_3 . Đồng hợp tử đột biến ở bất cứ 1 trong 3 gen này đều gây điếc. Ngoài ra, đồng hợp tử lặn đồng thời ở 2 trong 3 gen này gây chết ở giai đoạn phôi (sảy thai sớm) với độ thâm nhập (độ biểu hiện là) là 25%. Đồng hợp tử lặn ở cả 3 gen gây xảy thai sớm với độ thâm nhập là 75%. Với kiểu gen của mẹ là $D_1d_1D_2d_2D_3d_3$ và của bố là $d_1d_1D_2d_2D_3d_3$ thì xác suất con của họ được sinh ra (không tính xảy thai) có thính giác bình thường là bao nhiêu? Giải thích.

Hướng dẫn

Bài này khai chủ yếu khai thác mức độ hiểu biết và vận dụng về độ thâm nhập. Độ thâm nhập của gen được biết đến như là khả năng biểu hiện ra kiểu hình của một kiểu gen nào đó. Ví dụ có 200 cây mang kiểu gen Aa nhưng chỉ có 10 cây biểu hiện ra kiểu hình thì ta có độ thâm nhập là $10/200$,

Bài 15 (2016) có hai dòng ruồi giấm thuần chủng đều có mắt màu đỏ tươi được kí hiệu là dòng I và dòng II. Để nghiên cứu quy luật di truyền chi phối tính trạng. Người ta đã thực hiện hai phép lai dưới đây.

Phép lai 1: lai các con cái thuộc dòng I với các con đực thuộc dòng II; F1 thu được 100% ruồi con đều có màu mắt kiểu dại.

Phép lai 2: Lai các con cái thuộc dòng II với các con đực thuộc dòng I; F1 thu được 100% con cái có màu mắt kiểu dại, 100% con đực có mắt màu đỏ tươi.

Từ kết quả của các phép lai trên, có thể rút ra được những kết luận gì? Giải thích và viết sơ đồ lai minh họa.

Hướng giải

Đỏ tươi thuần chủng lai với nhau được màu đại suy ra màu đại mang là kiểu gen dị hợp.

Tỉ lệ phân bố kiểu hình khác nhau giữa 2 giới đực và cái nên gen thuộc NST giới tính.

Tỉ lệ phân bố kiểu hình là 1:1 suy ra gen liên kết trên NST X hoàn toàn và không có phối hợp với gen liên kết trên NST thường.

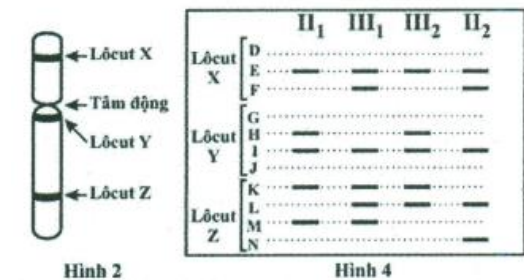
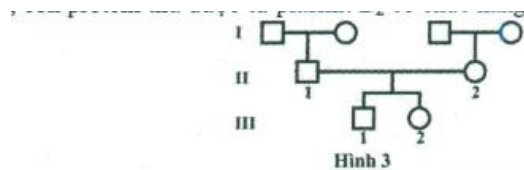
Cái dị hợp lai với đực dị hợp theo lí thuyết nên gen 1 gen 1 tính trạng thì kiểu hình phải rải đều ở đực và cái, tuy nhiên phân bố kiểu hình giới đực cái khác nhau nên tính trạng này phải do nhiều hơn 1 cặp gen quy định. Chọn 2 cặp thì ta đã giải quyết được bài toán.

Bài 16 (2017) cho 2 dòng ruồi giấm thuần chủng (A và B) đều có kiểu hình đột biến mắt xù xì. Lai ruồi cái của dòng A với ruồi đực của dòng B thu được F1 gồm 100% ruồi cái kiểu đại và 100% ruồi đực mắt xù xì. Cho F1 giao phối ngẫu nhiên thu được F2 gồm 256 ruồi cái mắt kiểu đại, 250 ruồi cái mắt xù xì, 64 ruồi đực mắt kiểu đại và 436 ruồi đực mắt xù xì. Hãy giải thích kết quả và viết sơ đồ lai.

Hướng giải.

Tương tự như bài trên

Bài 17 (2019) Hội chứng Patau ở người là một bệnh di truyền gây ra do có ba NST số 13. Trên NST số 13 có 3 locus gen là X, Y, Z. Trong đó, locus Y ở gần tâm động (hình 2) và mỗi locus có các alen khác nhau (kí hiệu từ D đến N). Một người bị mắc hội chứng này thuộc thể hệ III trong một gia đình có phả hệ như hình 3. Kết quả phân tích AND các Alen của những người trong gia đình này thể hiện ở hình 4.



Người nào thuộc thế hệ thứ III của phả hệ mắc hội chứng Patau? Giải thích

Hai người III1 và III2 trong phả hệ được di truyền các alen nào từ bố và mẹ tại các locus X, Y, Z?

Sự rối loạn phân ly cặp NST số 13 trong giảm phân tạo giao tử đã diễn ra ở bố (II1) hay mẹ (II2)? Ở giai đoạn phân bào nào?

Vẽ sơ đồ cặp NST 13 của người thuộc thế hệ thứ II bị rối loạn giảm phân ở các giai đoạn giảm phân I, kì giữa giảm phân I, kì giữa giảm phân II và hình thành 4 giao tử (khi vẽ chỉ cần ghi rõ vị trí các alen, điểm trao đổi chéo (nếu có) và giao tử bất thường đã được thụ tinh.

Hướng giải

So sánh số lượng Alen ở các locus ta thấy rằng III1 có nhiều alen hơn, trong khi các thành viên khác lại có số lượng Alen giống nhau, suy ra III1 bị đột biến thêm 1 Alen, vậy III1 bị hội chứng Patau.

Tương tự ta giải những câu tiếp theo. Vậy là bài toán được giải quyết.

Bài 18 (2019) Để tìm hiểu quy luật di truyền chi phối hai tính trạng hình dạng và màu sắc quả bí, một nhà khoa học đã tiến hành lai giữa hai dòng bí thuần chủng quả dẹt, màu xanh với quả dài, màu vàng thu được F1 toàn quả dẹt màu xanh. Cho F1 tự thụ phân thu được F2 gồm các kiểu hình có tỉ lệ:

9/16, cây cho quả dẹt, màu xanh 1/16, cây cho quả tròn, màu trắng

3/16, cây cho quả tròn, màu xanh 1/16, cây cho quả dài, màu vàng

2/16, cây cho quả tròn, màu vàng

Biết rằng vị trí các gen trên NST không thay đổi trong quá trình giảm phân.

Hãy xác định quy luật di truyền chi phối mỗi tính trạng nêu trên. Viết sơ đồ lai từ P đến F2 về sự di truyền của 2 tính trạng trên.

Xác định tỉ lệ kiểu gen, kiểu hình ở đời con khi cho lai cây F1 với cây có kiểu hình quả dài, màu trắng.

Hướng giải

Vị trí gen trên NST không thay đổi tức không có hoán vị, vậy đây là liên kết hoàn toàn hoặc phân li độc lập.

Đẹt/tròn/dài = 9:6:1 = AaBb x AaBb suy ra A độc lập với B

Xanh/vàng/trắng = 12:3:1 = DdEe x DdEe suy ra D độc lập với E

$(9:6:1)(12:3:1) = 2^k \cdot (9:3:2:1:1)$ nên có liên kết gen, suy ra A liên kết với D hoặc E, B liên kết với D hoặc E.

Ta xét kiểu hình đồng hợp lặn là dài trắng có xuất hiện nên đây là liên kết đồng.

Bài 19 (2019) Hai quần thể rắn nước thuộc cùng một loài có số lượng cá thể rất lớn. Quần thể I sống trong môi trường đất ngập nước có số cá thể cao gấp 3 lần số cá thể của quần thể II sống trong hồ nước. Biết rằng, gen quy định tính trạng màu sắc vảy có 2 alen: Alen A quy định có sọc trên thân là trội hoàn toàn so với alen a quy định không sọc; Quần thể I có tần số alen A là 0,8; quần thể II có tần số alen a là 0,3.

Do hai khu vực sống gần nhau nên 25% cá thể của quần thể đất ngập nước di cư sang khi vực hồ và có 20% cá thể từ hồ di cư sang khu đất ngập nước. Việc di cư này diễn ra đồng thời trong thời gian ngắn và cũng không làm thay đổi sức sống, sức sinh sản của các cá thể. Hãy tính tần số alen của hai quần thể sau khi di – nhập cư.

Người ta đào một con mương lớn nối liền khu đất ngập nước với hồ nước trên các cá thể của hai quần thể dễ dàng di chuyển qua lại và giao phối ngẫu nhiên tạo thành một quần thể mới. Biết rằng quần thể mới không chịu tác động của bất kì nhân tố tiến hóa nào. Hãy tính tần số các alen và thành phần kiểu gen của nó sau một mùa sinh sản.

Khi môi trường thay đổi, kiểu hình không sọc trở nên bất lợi và bị chọn lọc tự nhiên loại bỏ hoàn toàn. Nhưng sau nhiều thế hệ, người ta vẫn quan sát thấy cá thể rắn không sọc xuất hiện dù rất hiếm. Biết rằng quần thể không chịu tác động của nhân tố tiến hóa nào khác. Hãy giải thích hiện tượng trên.

Hướng giải

Tham khảo phần di nhập gen.