

Chương 8

Giải toán Sinh học

Không giống như Vật lý và Hóa học, việc tính toán trong khi giải các bài toán Sinh học với sự trợ giúp của máy tính CASIO 570VN Plus chưa khai thác hết các tính năng của máy tính này. Tuy nhiên, cũng như trong các môn học trên, các số liệu đưa vào toán Sinh học thường là các số thập phân, các lũy thừa bậc cao làm cho việc tính toán bằng tay tỏ ra bất tiện và có khả năng tính toán nhầm lẫn, nhất là việc sử dụng logarit với sai số trong phạm vi bắt buộc.

Gần đây Bộ Giáo dục và Đào tạo khuyến khích việc sử dụng máy tính cầm tay trong học tập các môn, trong đó có môn Sinh học, khiến cho nhu cầu tìm hiểu các tính năng của máy tính này để giải các bài toán Sinh học là việc làm thiết thực và rất có ý nghĩa.

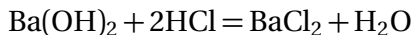
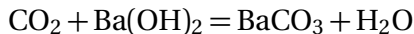
Trong xu thế đó, chúng tôi tham khảo đề thi học sinh giỏi máy tính cầm tay để giải toán Sinh học của Bộ Giáo dục và Đào tạo nhằm giới thiệu cho các đồng nghiệp chưa thường sử dụng công cụ hữu ích này.

Ví dụ 1: Để xác định khả năng quang hợp của một cành lá có diện tích là 80cm^2 , một học sinh đã đặt cành lá này vào trong bình kín và chiếu sáng 15 phút. Sau đó lấy cành lá ra khỏi bình và cho bình 20ml dung dịch $\text{Ba}(\text{OH})_2$ lắc đều để hòa tan hết lượng CO_2 trong bình. Sau đó đem bình này chuẩn độ với HCl thì hết 18ml HCl . Cũng làm như vậy với một bình không chứa cành lá hết 14ml HCl . Tính cường độ quang hợp ($\text{mg CO}_2/\text{dm}^2$ lá/giờ) của cành lá nói trên. Biết rằng 1ml HCl tương ứng với $0,6\text{mg CO}_2$.

Bài giải:

Đổi $80\text{cm}^2 = 80.10^2 \text{ dm}^2$; 15 phút = $\frac{1}{4}$ giờ

Theo đề bài ta có phương trình:



Lượng HCl cần để hòa tan $\text{Ba}(\text{OH})_2$ dư là $18 - 14 = 4 \text{ ml}$

Khối lượng CO_2 đã hấp thụ nhờ quang hợp là: $4 \times 0,6 = 2,4 \text{ mg}$

Cường độ quang hợp là:

$$\frac{2,4}{80 \times 10^{-2}} \times \frac{1}{4} = 12 \text{ mgCO}_2/\text{dm}^2 \text{ lá/giờ}$$

$$\frac{2,4}{80 \times 10^{-2}} \times \frac{1}{4} \equiv 12$$

Ví dụ 2: Ở vùng ven biển người ta đo được áp suất thẩm thấu trong đất là $9,5 \text{ atm}$. Cây sống ở vùng đất này phải duy trì nồng độ dịch bào của lông hút tối thiểu là bao nhiêu để sống được trong mùa hè với nhiệt độ trung bình là 33°C và mùa đông với nhiệt độ trung bình là 12° ? Biết $i \approx 1$; $T = 273$; $R = 0,082$

Bài giải:

Dựa vào công thức: $P = RTC_i$ với $P = 9,5 \text{ atm}$ của đất thì cây phải duy trì P tế bào lông hút $> 9,5 \text{ atm} \implies C > \frac{P}{RT}$

$$T = 273 + t^\circ\text{C} \quad ; \quad R = 0,082$$

$$C_{\text{hè}} > \frac{9,5}{(273 + 33) \cdot 0,082}$$

$$C_{\text{đông}} > \frac{9,5}{(273 + 12) \cdot 0,082}$$

$$\frac{9,5}{(273 + 33) \times 0,082} \equiv 0,3786$$

$$\frac{9,5}{(273 + 12) \times 0,082} \equiv 0,4065 \text{ M}$$

Ví dụ 3: Chuyển hóa cơ bản (MB) là lượng năng lượng cần thiết cho sự hô hấp, tiêu hóa và tuần hoàn. Điều này đúng cho người đang ở trạng thái thức, nghỉ ngơi và nằm dài trên giường trong phòng có nhiệt độ là 23°C . Công thức sau đây cho phép ước tính chuyển hóa cơ sở của phụ nữ:

$$MB = 9,6P + 1,8T - 4,7A + 655$$

MB là chuyển hóa cơ bản được tính bằng ca-lo (cal); P là trọng lượng cơ thể tính bằng ki-lô-gam (kg); T là chiều cao tính bằng cm; A là tuổi tính bằng năm.

1. Tính MB của một phụ nữ 30 tuổi, cân nặng 54,5 kg và cao 167,6 cm.
2. Hoa khẳng định là đối với phụ nữ cùng tuổi và cùng trọng lượng, khác nhau về chiều cao là 6,5cm sẽ tương ứng với sự khác nhau về MB là 11,7 cal. Bằng công thức đã cho, hãy đưa ra 3 cách giải thích tại sao Hoa có lý.

Bài giải:

- ① Áp dụng công thức tính MB của người phụ nữ là:

$$MB = (9.6 \times 54.5) + (1.8 \times 167.6) - (4.7 \times 30) + 655 \quad \boxed{\equiv} 1338.88$$

- ② Bạn Hoa nói đúng. Ta có các cách giải thích như sau:

Cách 1: Vì để đánh giá được MB của người cao hơn, chúng ta phải thêm: $6.5 \times 1.8 \quad \boxed{\equiv} 11,7$ cal vào MB của người thấp hơn.

Cách 2: Người thứ nhất có chiều cao hơn người thứ hai là 6,5cm

$$MB_1 = 9,6P + 1,8T - 4,7A + 655$$

$$MB_2 = 9,6P + 1,8(T - 6,5) - 4,7A + 655$$

$$\text{Suy ra } MB_1 - MB_2 = 1,8 \cdot 6,5 = 11,7$$

Cách 3: Lập luận trên có lý do dựa vào ví dụ bằng số:

Ví dụ, người phụ nữ thứ nhất: $P = 55$; $T = 150$; $A = 35$

$$\Rightarrow MB_1 = 9.6 \quad \boxed{\times} 55 \quad \boxed{+} 1.8 \quad \boxed{\times} 150 \quad \boxed{-} 4.7 \quad \boxed{\times} 35 \quad \boxed{\equiv}$$

SHIFT **STO** **A**

Người phụ nữ thứ hai: $P = 55$; $T = 156,5$; $A = 35$

$$\Rightarrow MB_2 = 9.6 \quad \boxed{\times} 55 \quad \boxed{+} 1.8 \quad \boxed{\times} 156.5 \quad \boxed{-} 4.7 \quad \boxed{\times} 35 \quad \boxed{\equiv}$$

SHIFT **STO** **B**

$$\boxed{B} \quad \boxed{-} \quad \boxed{A} \quad \boxed{\equiv} 11,7$$

Ví dụ 4: Ở một quần thể thực vật, thấy rằng gen A qui định hoa màu đỏ, alen a qui định hoa màu trắng. Quần thể khởi đầu có cấu trúc $P : 350AA : 140Aa : 910aa$. Hãy xác định tỉ lệ kiểu gen kiểu hình của quần thể ở thế hệ F_3 trong hai trường hợp sau:

1. Các cá thể trong quần thể tự thụ phân.
2. Các cá thể trong quần thể giao phân.

Biết không có đột biến, các cá thể đều sống và phát triển bình thường.

Bài giải:

Tổng số cá thể trong quần thể khởi đầu:

$$350 + 140 + 910 = 1400$$

Tỉ lệ kiểu gen tương ứng:

$$AA : Aa : aa = 0,25 : 0,1 : 0,65$$

Cấu trúc di truyền của quần thể khởi đầu:

$$P : 0,255 AA : 0,1 Aa : 0,65 aa$$

- ① Nếu các cá thể tự thụ phân liên tiếp qua 3 thế hệ

Tỉ lệ kiểu gen Aa ở F_3 là:

$$\left(\frac{1}{2}\right)^3 \times 0.1 = 0.125 \quad \text{hay } 1,25\%$$

Tỉ lệ kiểu gen AA ở F_3 là:

$$0.25 + \frac{0.1 - 0.0125}{2} = 0.29375 = 29.375\%$$

$$\text{Tỉ lệ kiểu gen aa ở } F_3 \text{ là: } 0.65 + \frac{0.1 - 0.0125}{2} = 0.69375 = 69.375\%$$

Tỉ lệ kiểu gen của quần thể là: 29,375% AA : 1,25% Aa : 69,375% aa

Tỉ lệ kiểu hình hoa màu đỏ là: 29.375% + 1,25% = 30.625%

Tỉ lệ kiểu hình hoa màu trắng là: 100% - 30.625% = 69.375%

② Nếu cho các cá thể giao phối tự do:

Gọi p, q lần lượt là các tần số các alen A và a trong quần thể.

$$\text{Ta có: } p_A = 0.25 + \frac{0.1}{2} = 0.3 ; p_a = 1 - 0.3 = 0.7$$

Sau một thế hệ giao phối tự do, quần thể đã đạt trạng thái cân bằng và có cấu trúc như sau:

$$p^2 AA : 2pq Aa : q^2 aa \implies F_1 : 0.09 AA : 0.42 Aa : 0.49 aa$$

Quần thể đã cân bằng do đó trong các thế hệ tiếp theo cấu trúc quần thể không thay đổi.

$$F_3 : 0.09 AA : 0.42 Aa : 0.49 aa$$

Kiểu hình: 51% hoa màu đỏ : 49% hoa màu trắng

Ví dụ 5: Quần thể ngẫu phối ban đầu có cấu trúc:

$$P : 100 AA + 100 Aa + 100 aa$$

Dưới áp lực chọn lọc giá trị thích nghi của các kiểu gen AA; Aa; aa tương ứng là: 1, 0,8 và 0,3.

Hãy tính tần số các kiểu gen và tần số alen cho thế hệ F_1 (biết rằng không xảy ra đột biến)

Bài giải:

Ở thế hệ ban đầu, tần số các kiểu gen sẽ bằng tích các tần số ban đầu với giá trị thích nghi. Vậy:

$$AA = \frac{1}{3} \cdot 1 = \frac{1}{3} ; Aa = \frac{1}{3} \cdot 0.8 = \frac{0.8}{3} ; aa = \frac{1}{3} \cdot 0.3 = 0.1$$

$$\left(\frac{1}{3} + \frac{0.8}{3} + 0.1 = 0.7 \right)$$

Tần số tương đối của các kiểu gen trong quần thể mới sẽ là:

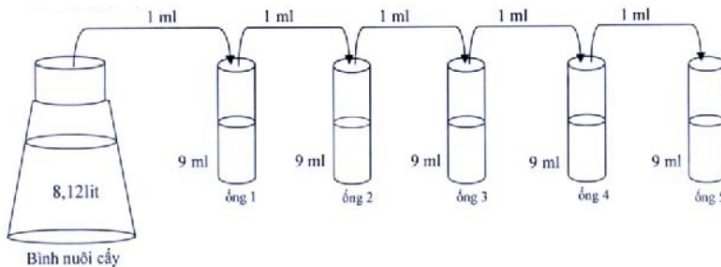
$$AA = \frac{1}{0.7} = 0.4762 \quad Aa = \frac{0.8}{0.7} = 0.381$$

$$aa = 1 - 0.4762 - 0.381 = 0.1428$$

Tần số tương đối của các alen A và a là:

$$p_A = 0.4762 + \frac{0.381}{2} = 0.6667; \quad q_a = 1 - p_A = 1 - 0.6667 = 0.3333$$

Ví dụ 6: Để xác định số lượng tế bào của một loài vi khuẩn trong bình nuôi cấy có dung tích 8,12 lít, người ta tiến hành pha loãng trong các ống nghiệm có chứa 9 ml nước cất vô trùng theo sơ đồ sau:



Trong ống nghiệm thứ 5 lấy ra 0.01 ml dung dịch rồi trải đều lên bề mặt môi trường dinh dưỡng đặc đựng trong đĩa pêtêri. Kết quả trong đĩa pêtêri có 37 khuẩn lạc phát triển.

1. Tính số lượng tế bào vi khuẩn có trong bình nuôi cấy trên.
2. Nếu cho biết mỗi tế bào vi khuẩn có khối lượng $2,11 \times 10^{-11}$ gam/tế bào thì khối lượng vi khuẩn trong bình nuôi cấy trên là bao nhiêu?

Bài giải:

① Số lượng tế bào vi khuẩn có trong bình nuôi cấy trên:

Gọi n là số lượng vi khuẩn trong bình nuôi cấy ban đầu (n nguyên dương).

Đổi 8,12 lít = 8120 ml

- Số vi khuẩn trong 1 ml ban đầu là: $\frac{n}{8120}$
- Số vi khuẩn trong 1 ml trong ống 1 là: $\frac{n}{81,20 \times 10^3}$
- Số vi khuẩn trong 1 ml trong ống 2 là: $\frac{n}{81,20 \times 10^4}$
- Số vi khuẩn trong 1 ml trong ống 3 là: $\frac{n}{81,20 \times 10^5}$
- Số vi khuẩn trong 1 ml trong ống 4 là: $\frac{n}{81,20 \times 10^6}$
- Số vi khuẩn trong 1 ml trong ống 5 là: $\frac{n}{81,20 \times 10^7}$

Ống thứ 5 có 37 vi khuẩn/0.01 ml. Vậy 1 ml của ống 5 có $\frac{37}{0.01} = 37 \times 10^2$ vi khuẩn.

Ta có phương trình: $\frac{n}{81,2 \times 10^7} = 37 \times 10^2 \implies n = 3004,4 \times 10^9$

② Khối lượng vi khuẩn trong bình nuôi cấy trên

$$3004,4 \times 10^9 \times 2,11 \times 10^{11} = 63,3928$$

Ví dụ 7: Người ta nuôi cấy 2 chủng vi khuẩn vào hai môi trường dinh dưỡng thích hợp, mỗi môi trường 5 ml. Chủng thứ nhất có 10^6 tế bào.

- Số lượng tế bào của mỗi chủng trong 1 ml dung dịch tại thời điểm 0 giờ là bao nhiêu?
- Sau 6 giờ nuôi cấy người ta đếm được ở chủng thứ nhất có $8 \cdot 10^6$ tế bào/ml, ở chủng thứ hai có 10^6 tế bào/ml. Thời gian của mỗi chủng trên là bao nhiêu?

Bài giải:

- ① Số lượng tế bào trong 1 ml dung dịch của mỗi chủng tại thời điểm 0 giờ:

$$\text{Chủng thứ nhất: } \frac{10^6}{5} = 2 \times 10^5; \text{ Chủng thứ hai: } \frac{2 \times 10^2}{5} = 40$$

- ② Tại thời điểm 6 giờ:

$$\text{Ta có: } N = N_0 \cdot 2^n \text{ hay } n = \frac{\log N - \log N_0}{\log 2}$$

Trong đó n là số phân chia của 1 tế bào trong khoảng thời gian t ; N là số tế bào thu được trong thời gian nuôi cấy t ; N_0 là số tế bào ban đầu.

$$\text{Chủng 1: } n = \frac{\log 8 \times 10^8 - \log 2 \times 10^5}{\log 2} = 12,99667 \approx 12$$

Suy ra số lần phân chia trong 1 giờ là $\frac{12}{6} = 2$. Thời gian 1 thế hệ của chủng 1 là $\frac{60}{2} = 30$ phút.

$$\text{Chủng 2: } n = \frac{\log 10^6 - \log 40}{\log 2} = 14,6109 \approx 12$$

Suy ra số lần phân chia trong 1 giờ là $\frac{14,6109}{6} = 2,43515$. Thời gian 1 thế hệ của chúng 1 là $\frac{60}{2,43515} = 24,6391 \approx 25$ phút.

Ví dụ 8: Nhịp tim của chuột là 720 lần/phút. Giả sử thời gian các pha của chu kỳ tim lần lượt chiếm tỉ lệ 1 : 3 : 4. Tính thời gian tâm nhĩ và tâm thất được nghỉ ngơi.

Bài giải:

- Nhịp tim của chuột là 720 lần/phút, suy ra chu kỳ tim dài:

$$\frac{60}{720} = \frac{1}{12} \text{ giây} \approx 0.0833$$

- Trong một chu kỳ tim, tỉ lệ: 1 : 3 : 4 nên thời gian tâm nhĩ có là $\frac{0.0833}{8} = 0.0104$ giây; thời gian tâm thất có là $\frac{0.0833}{8} \times 3 = 0.0312$ giây; thời gian giãn chung là $\frac{0.0833}{8} \times 4 = 0.0417$ giây;
- Trong một chu kỳ tim, thời gian tâm nhĩ được nghỉ ngơi là $0.0312 + 0.0417 = 0.0729$ giây.
- Thời gian tâm thất được nghỉ ngơi là $0.0104 + 0.0417 = 0.0521$ giây.

Ví dụ 9: Một vi khuẩn hình cầu có khối lượng khoảng 5.10^{-13} gam, cứ 20 phút lại nhân đôi một lần. Trong điều kiện nuôi cấy tối ưu thì cần bao nhiêu giờ để đạt tới khối lượng 6.10^{27} gam?

Bài giải:

Số tế bào được tạo ra là: $N = \frac{6 \times 10^{27}}{5 \times 10^{-13}} = 1.2 \times 10^{40}$

với $N = 2^n$ (n là số lần phân chia)

Số lần phân chia:

$$N = \frac{\log 1.2}{\log 2} + \frac{40 \log 10}{\log 2} \approx 133 \text{ lần phân chia}$$

Thời gian cần thiết: $t \approx \frac{133}{3} \approx 44,3333$ giờ

Ví dụ 10: Ở một loài thực vật, cho giao phấn giữa cây hoa đỏ thuần chủng với cây hoa trắng, được F_1 toàn hoa đỏ. Cho F_1 tiếp tục giao phấn với nhau được F_2 có 176 cây hoa đỏ và 128 cây hoa trắng.

1. Tính xác suất để ở F_2 xuất hiện 3 cây trên cùng một lô đất có thể gặp ít nhất một cây hoa đỏ.
2. Dùng tiêu chuẩn χ^2 (khi bình phương) để kiểm định sự phù hợp hay không giữa số liệu thực tế với số liệu lý thuyết.

Cho biết: Với $(n - 1) = 1$; $\alpha = 0,05$ thì χ^2 lý thuyết bằng 3,84.

Bài giải:

① Tính xác suất:

- F_2 có tỉ lệ 9 đỏ : 7 trắng nên màu hoa di truyền theo qui luật tương tác gen kiểu tương tác bổ sung; F_1 dị hợp 2 cặp gen nằm trên 2 cặp NST khác nhau (AaBb).
- Xác suất xuất hiện cây hoa trắng ở F_2 là $\frac{7}{16}$
- Xác suất xuất hiện cả 3 cây hoa trắng ở F_2 là $\left(\frac{7}{16}\right)^3 = 0.0837$

- Vậy xác suất để gặp ít nhất một cây hoa đỏ ở F_2 là $1 - 0.0837 = 0.9163$

② Kiểm định giả thiết thống kê.

Ta lập bảng như sau:

	Hoa đỏ	Hoa trắng	Tổng số
Thực nghiệm thu được	176	128	304
Lý thuyết khi biết tỉ lệ 9/7	171 (9/16)	133 (7/16)	304
Sai lệch d	+5	-5	
d^2	25	25	

$$\chi^2 = \frac{25}{171} + \frac{25}{133} = 0.33 < 3.84 \text{ suy ra số liệu phù hợp.}$$