

Tích hợp Toán học trong việc hướng dẫn học sinh giải bài tập Di truyền (Sinh học 12)

Nguyễn Thị Hà*

Trường THPT Cao Bá Quát, số 57 đường Cổ Bi, Gia Lâm, Hà Nội, Việt Nam

Tóm tắt

Trong giảng dạy Sinh học, việc tìm tòi, phân tích về mối quan hệ giữa Sinh học và Toán học nhằm xác định được các phép toán phù hợp nhất, có thể vận dụng để giải bài tập Sinh học. Trong chương “Tính quy luật của hiện tượng di truyền” Sinh học 12, thì tỉ lệ kiểu gen, kiểu hình ở đời sau là do quy luật xác suất, tổ hợp chi phối nên việc sử dụng lý thuyết tổ hợp và xác suất là cần thiết và có thể giải nhanh và chính xác nhiều dạng bài tập.

Nhận ngày 26 tháng 9 năm 2015, Chính sửa ngày 07 tháng 11 năm 2015, Chấp nhận đăng ngày 25 tháng 3 năm 2016

Từ khóa: Tổ hợp, xác suất, Dạy học Sinh học, Bài tập di truyền, Dạy học tích hợp, Sinh học 12.

Trong Sinh học nói chung, phần Di truyền học nói riêng thì bản chất Sinh học chỉ được bộc lộ khi sử dụng Toán học như một công cụ quan trọng. Người đặt nền móng cho cơ sở di truyền học là G. MenĐen (1809-1882) cũng đã dùng Toán học như một biện pháp thành công giúp ông tìm ra các quy luật di truyền.

Có nhiều tài liệu dùng cho việc dạy và học môn Sinh học đã đề cập đến cách thức sử dụng Toán học để giải bài tập Sinh học. Tuy nhiên, việc hướng dẫn học sinh (HS) sử dụng Toán học vào giải bài tập, nhằm nêu rõ bản chất Sinh học hiện nay vẫn còn nhiều hạn chế. Vì vậy việc tìm tòi, phân tích về mối quan hệ giữa Sinh học và Toán học nhằm sử dụng Toán học như công cụ, thông qua giải bài tập toán mà vừa có kĩ năng giải bài tập Sinh học, vừa nắm vững kiến thức Sinh học là rất cần thiết, góp phần nâng cao chất lượng dạy học Sinh học nói chung, dạy phần Di truyền học nói riêng.

Trong khuôn khổ bài báo này, tôi xin được phép đi sâu vào vấn đề sử dụng lý thuyết tổ hợp và xác suất đã học ở chương trình Đại số Lớp

11 để xác định bản chất quy luật di truyền thông qua việc giải các bài tập trong chương “Tính quy luật của hiện tượng di truyền” Sinh học 12.

1. Phạm vi vận dụng

Trong phép lai mà các cặp gen phân li độc lập (PLĐL) ta có thể sử dụng tổ hợp để xác định số kiểu gen, dùng xác suất để xác định tỉ lệ kiểu gen, kiểu gen có chứa số lượng nhất định các alen trội hoặc lặn. Tuy nhiên để đơn giản và dễ đưa ra công thức tổng quát, ở đây ta xét trường hợp nhiều cặp gen dị hợp PLĐL.

Dạng bài tập này ra cho học sinh sau khi được học về quy luật di truyền PLĐL của MenĐen và quy luật tương tác giữa các gen không alen.

2. Phương pháp tiếp cận kiến thức

2.1. Giáo viên giúp học sinh tiếp cận kiến thức Toán học cơ bản về xác suất và tổ hợp

*ĐT.: 84 - 168.598.2076

Email: hanguyen27579@yahoo.com.vn

Xác suất và tổ hợp là 2 dạng toán mà HS đã được học ngay học kỳ I Lớp 11, tuy nhiên để vận dụng vào giải bài tập Di truyền học chương trình Lớp 12 thì HS chưa được làm quen, do đó giáo viên (GV) phải nhắc lại kiến thức Toán học, sau đó hướng dẫn HS cách vận dụng theo từng bước, để nhận ra bản chất Sinh học trong bài tập đó.

2.1.1. Kiến thức xác suất cần dùng.

- Khi hai sự kiện không thể xảy ra đồng thời (**hai sự kiện xung khắc**), nghĩa là sự xuất hiện của sự kiện này loại trừ sự xuất hiện của sự kiện kia thì quy tắc cộng sẽ được dùng để tính xác suất của cả hai sự kiện: $P(A \text{ hoặc } B) = P(A) + P(B)$

- Thí dụ: Đậu Hà Lan hạt vàng do gen A quy định. Nếu P có kiểu gen dị hợp Aa lai với nhau thì thế hệ F1, tỉ lệ hạt vàng là bao nhiêu?

Phân tích: thế hệ F1, hạt vàng chỉ có thể

có một trong hai kiểu gen AA (tỉ lệ $\frac{1}{4}$) hoặc

Aa (tỉ lệ $\frac{2}{4}$). Do đó xác suất (tỉ lệ) của kiểu

hình hạt vàng (kiểu gen AA hoặc Aa) sẽ là $\frac{1}{4} +$

$$\frac{2}{4} = \frac{3}{4}$$

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

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

- Thí dụ: Ở người, bệnh mù màu đỏ - xanh lục do gen lặn nằm trên nhiễm sắc thể giới tính X quy định. Không có gen trên nhiễm sắc thể Y. Phép lai giữa cặp bố mẹ có kiểu gen như sau: $P \text{ ♂ } X^A X^a \times \text{ ♀ } X^A Y$, xác suất để cặp vợ chồng này sinh con trai đầu lòng bị bệnh là bao nhiêu?

Phân tích:

$$\text{Xác suất sinh con trai là } \frac{1}{2}$$

$$\text{Xác suất con trai bị bệnh là } \frac{1}{2}$$

Việc sinh con trai (XY) và việc xuất hiện con trai bị mắc bệnh ($X^a Y$) là hai sự kiện không phụ thuộc vào nhau (Sự kiện độc lập). Do đó: P

$$(\text{trai bị bệnh}) = \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{4}$$

2.1.2. Kiến thức tổ hợp cần dùng.

- Tổ hợp là gì?:

+ 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). Như vậy lập một tổ hợp chập k của A chính là lấy ra k phần tử của A (không quan tâm đến thứ tự).

+ Ký hiệu và công thức tính $C_n^k =$

$$\frac{n!}{k!(n-k)!}$$

- **Thí dụ:** Bộ NST lưỡng bội của người $2n = 46$. Có bao nhiêu trường hợp giao tử có mang 5 NST có nguồn gốc từ bố?

Phân tích:

- Yêu cầu này thuộc dạng tính số tổ hợp vì không phân biệt thứ tự các phần tử.

- Bộ NST lưỡng bội của người $2n = 46$ trong đó có 23 NST có nguồn gốc từ bố và 23 NST có nguồn gốc từ mẹ \rightarrow Số trường hợp giao tử có mang 5 NST từ bố: $C_n^a = C_{23}^5$

2.2. Giáo viên giúp học sinh sử dụng kiến thức Toán học cơ bản về xác suất và tổ hợp làm công cụ để giải bài tập về quy luật di truyền

Để người học vận dụng linh hoạt và sáng tạo kiến thức xác suất và tổ hợp vào giải bài tập, GV sẽ xây dựng các bài tập với độ khó tăng dần, không đơn thuần chỉ là áp dụng công thức mà còn phải suy luận logic.

Ví Dụ 1: Chiều cao cây do 3 cặp gen quy định theo kiểu tương tác cộng gộp, 3 cặp gen này nằm trên 3 nhiễm sắc thể (NST) tương đồng khác nhau. Sự có mặt mỗi alen trội trong tổ hợp gen làm tăng chiều cao cây lên 5cm. Cây thấp nhất có chiều cao = 150cm. Cho cây có 3 cặp gen dị hợp tự thụ phấn. Xác định

a) Xác suất thế hệ lai F1 có được tổ hợp gen có 4 alen trội?

b) Xác suất thế hệ lai F1 có được tổ hợp gen quy định cây có chiều cao 165cm?

- **Mục tiêu:** Ở dạng toán này, HS chỉ cần phân tích được tính Sinh học có mối quan hệ với Toán học, từ đó vận dụng kiến thức về công thức xác suất và tổ hợp vào giải bài.

- **Điều kiện:** HS hiểu và vận dụng thành thạo công thức xác suất và tổ hợp.

- Tiến trình dạy học:

Bước 1: GV phân tích và gợi vấn đề bằng cách đưa ra các câu hỏi:

+ Số alen có trong một kiểu gen quy định chiều cao của cây? Tại sao? (6, vì có 3 cặp alen trên 3 cặp NST khác nhau)

+ Muốn xác định số kiểu gen có 4 alen trội và 2 alen lặn phải sử dụng công thức Toán học nào?

+ Bằng cách nào để xác định được tỉ lệ (xác suất xuất hiện) số kiểu gen có 4 alen trội ở F1?

Bước 2: Vận dụng công thức:

a. Từ công thức tổng quát ở trên, ta có:

- Số tổ hợp có 4 alen trội: C_{2n}^a

- Tổng các tổ hợp 4^n

- **Xác suất có được tổ hợp gen có 4 alen trội** = (Số tổ hợp có 4 alen trội / Tổng các tổ hợp)

$$= \frac{C_{2n}^a}{4^n} = \frac{C_6^4}{4^3} = \frac{15}{64}$$

b) Cây có chiều cao 165cm hơn cây thấp nhất = 165cm - 150cm = 15cm

→ có 3 alen trội (15:5=3)

- Xác suất thế hệ lai F1 có được tổ hợp gen quy định cây có chiều cao 165cm = Xác suất

$$\text{có được tổ hợp 3 alen trội} = \frac{C_6^3}{4^3} = \frac{20}{64}$$

Ví dụ 2: Chiều cao cây do cặp gen quy định theo kiểu tương tác cộng gộp, 5 cặp gen này nằm trên 5 nhiễm sắc thể (NST) tương đồng khác nhau, sự có mặt mỗi alen trội làm cao thêm 5cm. Cây cao nhất có chiều cao 220cm. Về mặt lí thuyết, phép lai P_{σ} AaBBDdeeFf x φ AaBbddEeFf. Xác định

a) Xác suất thế hệ lai F1 có được tổ hợp gen quy định cây có chiều cao 190cm?

b) Xác suất thế hệ lai F1 có được tổ hợp gen quy định cây có chiều cao 200cm?

- **Mục tiêu:** Với dạng đầu bài cho các cơ thể có kiểu gen khác nhau lai với nhau, ngoài việc yêu cầu học sinh xác định đúng mục tiêu đề bài, phân tích được tính Sinh học có mối quan hệ với Toán học, còn đòi hỏi người học phải có tư duy sáng tạo và vận dụng linh hoạt công thức tổ hợp, xác suất.

- **Tiến trình dạy học:**

Bước 1: GV phân tích và gợi vấn đề.

- Cả 2 yêu cầu a và b đều thuộc dạng tính tổ hợp vì không phân biệt thứ tự các loại phân tử của biến cố (trội và lặn).

- Để tìm số tổ hợp kiểu gen như yêu cầu của đầu bài, không thể sử dụng ngay công thức như những bài trước vì P_{φ} và P_{σ} có kiểu gen khác nhau. Nhìn vào kiểu gen của P_{σ} chắc chắn cho F1 một alen B và e, kiểu gen của P_{φ} chắc chắn cho F1 một d → F1 có 3 alen đã biết trước gồm 1 alen trội và 2 alen lặn (là 1B, 1e và 1d)

- Để tìm số tổ hợp bằng tích giao tử của bố mẹ. $G_{p_{\sigma}} = 2^3$. $G_{p_{\varphi}} = 2^4$ → Số tổ hợp F1 = $2^3 \times 2^4 = 128$

Bước 2: Vận dụng công thức:

a. Cây có chiều cao 190cm thấp hơn cây cao nhất có chiều cao 220 cm là 220cm - 190cm = 30cm → có 6 alen lặn (30:5=6) và 4 alen trội, tuy nhiên đã biết trước kiểu gen của P_{φ} và P_{σ} chắc chắn cho F1: 1 alen trội và 2 alen

lặn → Chỉ tìm F1: 4 lặn + 3 trội → $\frac{C_7^3}{128} =$

$$\frac{35}{128}$$

b. Cây có chiều cao 200cm thấp hơn cây cao nhất có chiều cao 220 cm là 220cm - 200cm = 20cm → có 4 alen lặn (20:5=4) và 6 alen trội, tuy nhiên đã biết trước kiểu gen của P_{φ} và P_{σ} chắc chắn cho F1 1 alen trội và 2 alen lặn → Chỉ tìm F1 2 lặn + 5 trội

$$\rightarrow \frac{C_7^2}{128} = \frac{21}{128}$$

Ví dụ 3: Cho biết các cặp gen nằm trên các cặp nhiễm sắc thể khác nhau. Theo lí thuyết,

phép lai: AaBbDD × aaBbDd thu được ở đời con có số cá thể mang kiểu gen dị hợp về một cặp gen chiếm tỉ lệ là bao nhiêu?

- **Mục tiêu:** HS giải được bài toán nhờ vận dụng kiến thức về công thức xác suất.

Với dạng đầu bài cho các cơ thể có kiểu gen khác nhau lai với nhau, ngoài việc yêu cầu học sinh xác định đúng mục tiêu đề bài, phân tích được tính Sinh học có mối quan hệ với Toán học, còn đòi hỏi người học phải có tư duy sáng tạo và vận dụng linh hoạt công thức tổ hợp, xác suất với quy tắc nhân và quy tắc cộng.

- **Tiến trình dạy học:**

Bước 1: GV phân tích và gợi vấn đề.

+ Trong mỗi tổ hợp, các cặp gen là các sự kiện đồng lập nên sử dụng quy tắc nhân.

+ Có 5 loại tổ hợp mang kiểu gen dị hợp về một cặp gen, mỗi loại tổ hợp được coi là một sự kiện thì sự xuất hiện của sự kiện này loại trừ sự xuất hiện của sự kiện kia thì quy tắc cộng sẽ được dùng (các biến cố diễn ra xung khắc).

Bước 2: Vận dụng công thức:

- Có 5 trường hợp.

$$\text{TH1: } AaBBDD = \frac{1}{2} \times \frac{1}{4} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{16}$$

$$\text{TH2: } AabbDD = \frac{1}{2} \times \frac{1}{4} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{16}$$

$$\text{TH3: } aaBbDD = \frac{1}{2} \times \frac{2}{4} \times \frac{1}{2} = \frac{2}{16}$$

$$\text{TH4: } aaBBDd = \frac{1}{2} \times \frac{1}{4} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{16}$$

$$\text{TH5: } aabbDd = \frac{1}{2} \times \frac{1}{4} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{16}$$

→ Có 5 trường hợp được coi là các biến cố diễn ra xung khắc nên ta dùng phép cộng →

$$\text{Tổng 5 Th} = \frac{3}{8}$$

3. Kết luận

Khi dạy bài tập trong chương “Tính quy luật của hiện tượng di truyền”, quá trình hình thành giao tử, hợp tử, cần phải cách tính xác suất, tổ hợp. Sau đó phải xác định được mối quan hệ giữa tỉ lệ kiểu gen với tỉ lệ từng loại giao tử trong tổ hợp gen, từ đó suy ra tính quy luật của hiện tượng di truyền tuân theo quy luật xác suất tổ hợp. Khi giải bài tập cần sử dụng kiến thức toán xác suất tổ hợp qua phân tích hiện tượng Sinh học của mỗi bài toán.

Tài liệu tham khảo

- [1] Phạm Văn Kiêu, Xác suất thống kê, NXB Đại học Sư phạm, 2006.
- [2] Mai Kim Chi, Trần Doãn Phú, Lý thuyết xác suất và thống kê toán, NXB Đại học Quốc gia Hà Nội, 2000.
- [3] Trần Văn Hào, Vũ Tuấn, Đào Ngọc Nam, Lê Văn Tiến, Vũ Việt Yên, Đại số và giải tích 11. NXB Giáo dục, 2014.
- [4] Nguyễn Huy Đoan (Chủ biên), Nguyễn Xuân Liêm, Nguyễn Khắc Minh, Đặng Hùng Thắng, Đại số và Giải tích 11, NXB Giáo dục, 2014.

Integrating Mathematics to Help Biology 12 Students Solve Biological Exercises

Nguyễn Thị Hà

*Cao Bá Quát High School, No 57 Cổ Bi road,
Gia Lâm district, Hanoi, Vietnam*

Abstract: In teaching biology, finding and analysing the interconnections between Biology and Mathematics can help determine the most appropriate ways for solving a number of biological exercises. In the chapter "Laws of the Gene Phenomenon" of the Biology 12, the proportion of genotype, phenotype in the next life is determined by the law of probability, combinations. Therefore, the probability and combinatorial theories should be used to help students quickly and accurately solve many types of exercises..

Keywords: Combinatorial theory, probability theory, Biology 12, intergated teaching.