

BÀI 3: ĐIỀU HÒA HOẠT ĐỘNG CỦA GEN

Mục tiêu

❖ Kiến thức

- + Trình bày được khái niệm điều hòa hoạt động của gen.
- + Mô tả được cấu trúc của opêron Lac và cơ chế điều hòa hoạt động của gen ở sinh vật nhân sơ

❖ Kỹ năng

- + Rèn luyện được kỹ năng quan sát, phân tích, so sánh; năng lực tư duy logic, năng lực tự học.

I. LÝ THUYẾT TRỌNG TÂM

1. Khái quát về điều hòa hoạt động của gen

1.1. Định nghĩa

Là điều hòa lượng sản phẩm của gen (cho phép hay không cho phép gen hoạt động).

1.2. Vai trò

Tế bào có tính toàn năng, nhưng tại thời điểm nhất định mỗi tế bào chỉ tổng hợp sản phẩm cần thiết, để:

- + Đảm bảo cho tế bào và cơ thể hoạt động phù hợp với môi trường.
- + Tránh sự tổng hợp lãng phí.

2. Điều hòa hoạt động gen ở sinh vật nhân sơ

2.1. Cấu tạo của operon Lac theo Jacôp và Mônô

2.1.1. Khái niệm operon Lac

Operon Lac là nhóm gen cấu trúc có liên quan về chức năng phân bố liền nhau thành cụm và có chung một cơ chế điều hòa.

2.1.2. Cấu trúc của operon Lac

- Nhóm gen cấu trúc (Z, Y, A): Quy định tổng hợp prôtêin cấu thành enzym lactaza để phân giải lactôzơ tạo ATP.

- Vùng điều hòa:

- + Vùng khởi động P (promoter): Là trình tự nuclêôtit liên kết với enzym ARN pôlimeraza để phiên mã diễn ra.

- + Vùng vận hành O (operator): Là trình tự nuclêôtit liên kết với prôtêin ức chế để làm ngừng quá trình phiên mã.

2.1.3. Gen điều hòa

- Nằm ngoài nhóm operon Lac.
- Khi hoạt động: Tổng hợp prôtêin ức chế.
- Chức năng: Điều hòa hoạt động của nhóm operon Lac.

2.2. Điều hòa hoạt động gen của operon Lac

2.2.1. Chất cảm ứng lactôzơ

- Được hấp thụ từ môi trường ngoài.
- Liên kết và làm bất hoạt prôtêin ức chế → làm cho prôtêin ức chế không gắn được vào vùng vận hành (O) → dẫn đến gen không phiên mã.

2.2.2. Cơ chế điều hòa hoạt động

a. Khi môi trường không có lactôzơ

- Gen điều hòa R tổng hợp prôtêin ức chế.
- Prôtêin ức chế gắn vào vùng vận hành (O) → làm cho enzym ARN pôlimeraza không tháo xoắn nhóm gen cấu trúc → Các gen cấu trúc không phiên mã.

b. Khi môi trường có lactôzơ

- Lactôzơ liên kết với prôtêin ức chế → làm cho prôtêin ức chế không gắn được vào vùng vận hành (O).

- Enzim - ARN pôlimeraza tháo xoắn các gen cấu trúc → Các gen cấu trúc phiên mã tạo mARN; mARN dịch mã tổng hợp prôtêin cấu thành enzim - lactaza.

- Khi enzim - lactaza phân huỷ hết lactôzơ thì prôtêin ức chế chuyển từ trạng thái bất hoạt sang trạng thái hoạt động đến bám vào vùng (O) → Opêron Lac lại bị ức chế.

Câu hỏi hệ thống:

- ***Tại sao lactôzơ được gọi là chất cảm ứng?***

Lactôzơ là nhân tố làm thay đổi trạng thái của Opêron, cụ thể:

+ Khi môi trường có lactôzơ → Opêron Lac ở trạng thái mở.

+ Khi môi trường không có lactôzơ → Opêron Lac ở trạng thái ức chế.

- ***Ở sinh vật nhân sơ, điều hòa hoạt động gen diễn ra chủ yếu ở mức độ nào?***

Ở sinh vật nhân sơ, điều hòa hoạt động gen diễn ra chủ yếu ở mức độ phiên mã.

- ***Ở sinh vật nhân thực, điều hòa hoạt động gen diễn ra có đặc điểm như thế nào?***

Ở sinh vật nhân thực, điều hòa hoạt động gen diễn ra:

+ Phức tạp.

+ Ở nhiều mức độ.

+ Cần nhiều thành phần tham gia.

- ***Điều hòa hoạt động của gen ở sinh vật nhân thực do yếu tố nào quy định? Yếu tố đó có đặc điểm gì?***

+ Điều hòa hoạt động của gen ở sinh vật nhân thực do tín hiệu điều hòa quy định.

+ Tín hiệu điều hòa là hoocmôn hoặc nhân tố tăng trưởng, được sinh ra từ các tế bào biệt hóa cao và có khả năng lưu chuyển nhờ thể dịch, đến các tế bào đích để điều hòa hoạt động gen của các tế bào đích.

- ***Điều hòa hoạt động của gen ở sinh vật nhân thực diễn ra ở những mức độ nào?***

Điều hòa hoạt động của gen ở sinh vật nhân thực diễn ra ở mức: (1) trước phiên mã; (2) phiên mã; (3) sau phiên mã; (4) dịch mã; (5) sau dịch mã.

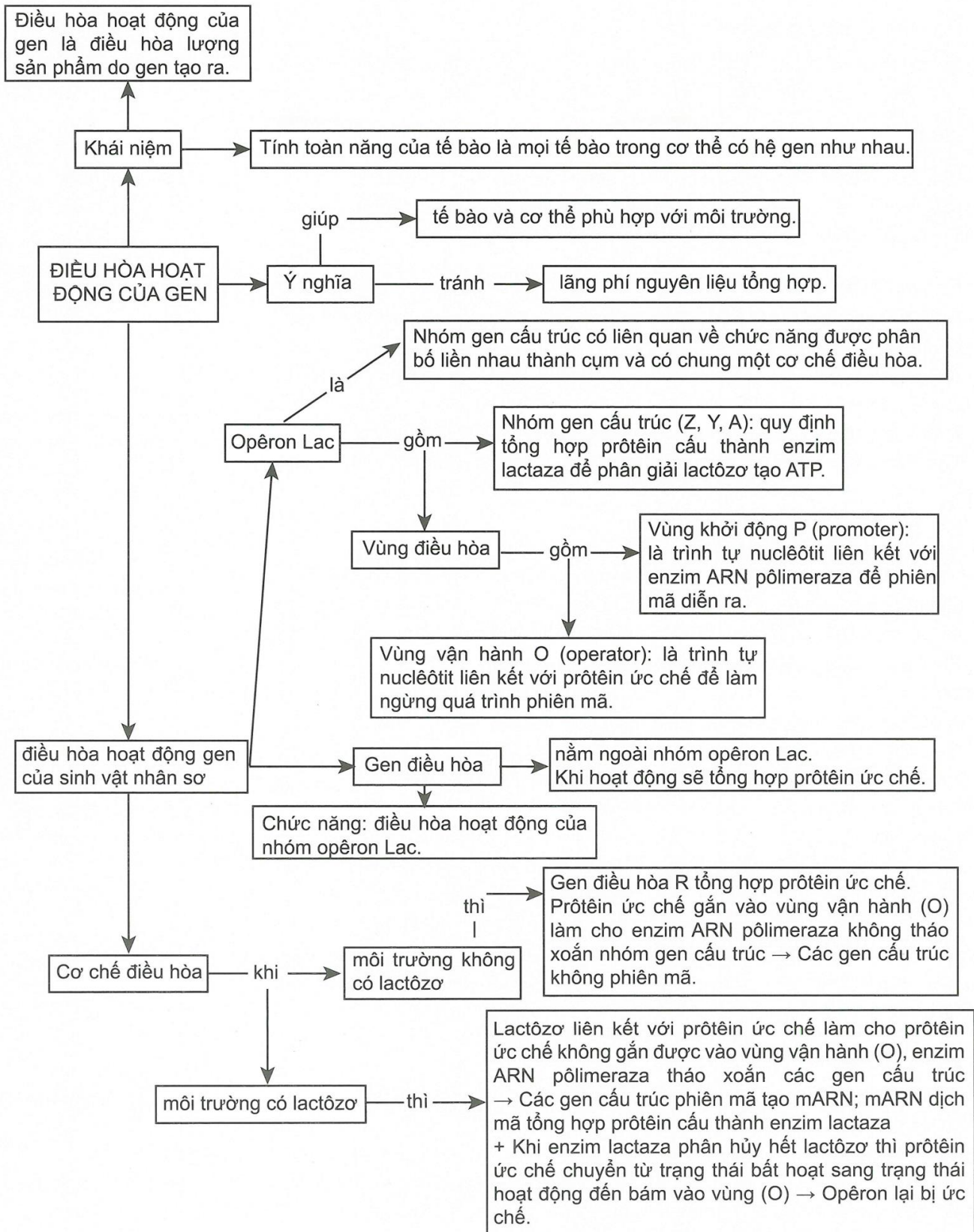
- ***Điều hòa hoạt động của gen ở sinh vật nhân thực có những thành phần nào tham gia?***

Ngoài các vùng khởi động và kết thúc, còn có các gen:

+ Gây tăng cường: Khi tác động lên gen điều hòa làm tăng phiên mã của gen cấu trúc.

+ Gen ức chế: Làm ngừng phiên mã của các gen cấu trúc khi tác động lên gen điều hòa.

SƠ ĐỒ HỆ THỐNG HÓA



II. CÁC DẠNG BÀI TẬP

🔗 Phương pháp giải

Để làm được dạng câu hỏi lí thuyết cơ bản này, cần trình bày/mô tả (1) khái niệm điều hòa hoạt động của gen; (2) cấu trúc opêron Lac; (3) cơ chế điều hòa hoạt động gen của sinh vật nhân sơ.

Chú ý:

- + Các gen ở trong nhân/vùng nhân của một tế bào có số lần nhân đôi bằng nhau.
- + Số lần phiên mã tùy thuộc vào chức năng của gen hay nhu cầu sản phẩm về gen của tế bào hoặc cơ thể. Các gen trong một opêron có số lần phiên mã bằng nhau (chúng phiên mã đồng thời). Các gen thuộc opêron khác nhau có số lần phiên mã khác nhau.

Ví dụ mẫu

Ví dụ 1: Có bao nhiêu kết luận đúng khi nói về hoạt động của các gen cấu trúc trong opêron Lac ở vi khuẩn *E. coli*?

- (1) Các gen này có số lần nhân đôi bằng nhau vì chúng có chung vùng điều hòa.
- (2) Mỗi gen có số lần phiên mã khác nhau, phụ thuộc vào nhu cầu của tế bào.
- (3) Các gen này có số lần nhân đôi khác nhau, phụ thuộc vào nhu cầu của tế bào.
- (4) Mỗi gen có số lần phiên mã bằng nhau vì chúng có chung vùng điều hòa.

A. 2 B. 3 C. 4 D. 1

Hướng dẫn giải

Các nhận định đúng là 1, 4. Vì:

- + Các gen ở trong nhân/vùng nhân của một tế bào có số lần nhân đôi bằng nhau.
- + Số lần phiên mã tùy thuộc vào chức năng của gen. Các gen trong một opêron có số lần phiên mã bằng nhau (chúng phiên mã đồng thời). Các gen thuộc opêron khác nhau có số lần phiên mã khác nhau.

Chọn A

Ví dụ 2: Ở opêron Lac, nếu đột biến xảy ra ở vùng nào sẽ làm cho tất cả các gen cấu trúc không hoạt động tổng hợp prôtêin?

- A. Vùng khởi động P. B. Vùng vận hành O.
C. Gen điều hòa R. D. Gen cấu trúc z.

Hướng dẫn giải

- Gen sẽ mất khả năng tổng hợp prôtêin khi gen không thể tiến hành phiên mã nếu không có hoặc đột biến xảy ra ở vùng khởi động P → A đúng.
- Gen sẽ phiên mã liên tục mà không chịu sự kiểm soát của tế bào nếu đột biến xảy ra ở vùng vận hành O hoặc gen điều hòa (không thuộc opêron) hoặc gen cấu trúc (chỉ làm thay đổi cấu trúc của phân tử prôtêin) B, C và D sai.

Chọn A

Bài tập tự luyện

Câu 1. Yếu tố nào giúp enzym ARN pôlimeraza có thể nhận biết mạch nào là mạch mang mã gốc để tổng hợp mARN và bắt đầu phiên mã?

- A. Promoter. B. Operator. C. Trình tự mã hóa. D. Bộ ba mở đầu.

Câu 2. Trong phòng thí nghiệm, nuôi cấy *E. coli* trong môi trường chứa glucôzơ và tiến hành thực nghiệm với các điều kiện khác nhau để nghiên cứu sự biểu hiện của opêron Lac.

- (1) Đột biến gen **điều hòa**, sản phẩm mà nó mã hóa mất chức năng sinh học.

- (2) Đột biến mất đoạn làm mất promoter của opêron.
(3) Đột biến mất cặp nuclêôtit trên vùng Lac Y của opêron.
(4) Operator của opêron bị đột biến, mất ái lực với prôtêin ức chế.
(5) Promoter của gen điều hòa bị đột biến làm mất khả năng tương tác với ARN pôlimeraza.

Số lượng các trường hợp mà opêron Lac được phiên mã là

- A. 4. B. 2. C. 1. D. 3.

Câu 3: Bản chất điều hòa hoạt động của gen là

- A. điều hòa sản lượng các sản phẩm mà gen mã hóa.
B. điều hòa tốc độ quá trình phiên mã của một gen.
C. điều hòa tốc độ quá trình dịch mã của phân tử mARN tương ứng của gen.
D. điều hòa quá trình tự sao của phân tử ADN.

Câu 4: Trong mô hình điều hòa biểu hiện gen của opêron Lac, vùng vận hành là nơi

- A. chứa thông tin mã hóa các axit amin trong phân tử prôtêin cấu trúc.
B. ARN pôlimeraza bám vào và khởi động quá trình phiên mã.
C. prôtêin ức chế có thể liên kết làm ngăn cản quá trình phiên mã.
D. mang thông tin quy định cấu trúc prôtêin ức chế.

Câu 5: Ở sinh vật nhân sơ, quá trình điều hòa biểu hiện gen chủ yếu ở mức độ

- A. phiên mã. B. đóng xoắn NST.
C. dịch mã. D. chế biến mARN sơ khai.

Câu 6: Thành phần của opêron Lac gồm

- A. gen điều hòa, nhóm gen cấu trúc và vùng khởi động.
B. vùng khởi động (P), vùng vận hành (O) và nhóm gen cấu trúc.
C. gen điều hòa, vùng khởi động (P) và vùng vận hành (O).
D. vùng khởi động (P), vùng vận hành (O) và vùng kết thúc (S).

Câu 7: Trong cơ chế điều hòa hoạt động của opêron Lac, hoạt động nào dưới đây xảy ra cả khi có hoặc không có lactôzơ trong môi trường?

- A. Lactozơ liên kết với prôtêin ức chế.
B. Các gen Lac Z, Lac Y, Lac A phiên mã tạo thành một phân tử mARN.
C. Gen điều hòa sản xuất prôtêin ức chế.
D. ARN pôlimeraza tương tác với trình tự khởi động và tiến hành phiên mã.

Câu 8: Trong cấu trúc của một opêron điển hình, trình tự khởi động đóng vai trò

- A. tương tác với chất cảm ứng để khởi động quá trình phiên mã.
B. vị trí kết nối với prôtêin ức chế để ngăn cản quá trình phiên mã xảy ra.
C. trình tự đặc hiệu tương tác với enzym ARN pôlimeraza để tiến hành phiên mã.
D. mã hóa cho prôtêin khởi động quá trình phiên mã của opêron.

Câu 9: Trong cơ chế điều hòa biểu hiện gen ở opêron Lac, vai trò của gen điều hòa R là

- A. gắn với các prôtêin ức chế làm cản trở hoạt động của enzym ARN pôlimeraza.

B. mã hóa cho prôtêin ức chế tương tác với trình tự vận hành của opêron.

C. tổng hợp prôtêin ức chế gắn lên vùng mã hóa của opêron.

D. tổng hợp prôtêin ức chế tác động trực tiếp lên từng gen cấu trúc trong opêron.

Câu 10: Trong cơ chế điều hòa biểu hiện gen ở opêron Lac, cho các trường hợp sau:

(1) Gen điều hòa bị đột biến vùng mã hóa. (2) Prôtêin ức chế gắn với lactôzơ.

(3) Opêron đột biến vùng gen cấu trúc. (4) Opêron đột biến promoter.

Số trường hợp mà prôtêin ức chế không tương tác được với operator là

A. 1.

B. 3.

C. 2.

D. 4

Câu 11: Sản phẩm sau phiên mã của opêron Lac ở vi khuẩn *E.coli* là

A. một loại prôtêin tương ứng với 3 gen Lac z, Lac Y, Lac Atham gia phân giải lactôzơ.

B. ba loại prôtêin tương ứng với 3 gen cấu trúc nằm trên opêron.

C. ba phân tử mARN tương ứng với 3 gen Lac Z, Lac Y và Lac A.

D. một phân tử pôliribônucleôtit chứa thông tin mã hóa 3 loại prôtêin khác nhau.

Câu 12: Nhận xét nào dưới đây là **không** chính xác về mô hình opêron của Jacôp và Mônô?

A. Trong cấu trúc của opêron Lac có gen điều hòa nằm trước vùng mã hóa của opêron, gen này tạo sản phẩm là prôtêin điều hòa gắn vào trước vùng mã hóa để đóng gen khi môi trường không có lactôzơ.

B. Vùng vận hành nằm ngay phía trước vùng mã hóa, phía sau trình tự khởi động và là vị trí tương tác của các prôtêin ức chế bám vào.

C. Opêron Lac có cấu tạo gồm 3 thành phần: vùng vận hành, vùng khởi động và vùng cấu trúc chứa các gen cấu trúc liên quan nhau về chức năng và nằm kề nhau.

D. Lactôzơ là chất cảm ứng làm thay đổi cấu trúc không gian của prôtêin ức chế, nó không còn bám được vào operator, ARN pôlimeraza thực hiện phiên mã.

Câu 13: Khi nói về gen ở tế bào nhân thực, khẳng định nào dưới đây **không** chính xác?

A. Mỗi gen cấu trúc thường chỉ tạo ra 1 chuỗi pôlipeptit

B. Hầu hết các gen có vùng mã hóa không liên tục và ngắt quãng.

C. Có các gen điều hòa tạo sản phẩm điều hòa hoạt động của các gen khác.

D. Hầu hết ARN sau phiên mã phải trải qua quá trình cắt, chế biến tạo mARN trưởng thành.

Câu 14: Sự khác biệt căn bản giữa gen điều hòa và gen cấu trúc ở nhân thực là

A. gen điều hòa không tạo sản phẩm là prôtêin, còn gen cấu trúc có tạo sản phẩm là prôtêin.

B. gen điều hòa là gen không phân mảnh, còn gen cấu trúc là gen phân mảnh.

C. gen điều hòa tạo sản phẩm điều khiển sự biểu hiện của gen cấu trúc trong khi gen cấu trúc không điều khiển được gen điều hòa của nó.

D. gen điều hòa tạo lượng sản phẩm nhiều hơn gen cấu trúc vì nó không có vùng vận hành O như gen cấu trúc.

Câu 15: Khi nói về quá trình điều hòa opêron Lac ở *E.coli*, phát biểu nào **sai**?

A. Gen điều hòa không phải là một thành phần của opêron.

- B. Gen điều hòa phải được phiên mã để tạo sản phẩm điều hòa gen cấu trúc.
- C. Gen cấu trúc được biểu hiện khi không có prôtêin ức chế gắn vào operator.
- D. Khi không có lactôzơ, gen điều hòa không tạo ra sản phẩm.

Câu 16: Khi nói về quá trình điều hòa opêron Lac ở *E.coli*, khi môi trường có lactôzơ

- A. prôtêin ức chế không gắn được vào operator.
- B. không tổng hợp prôtêin ức chế.
- C. không tạo ra được sản phẩm của gen cấu trúc.
- D. ARN pôlimeraza không gắn được vào vùng khởi động promoter.

Câu 17: Nghiên cứu một chủng *E.coli* đột biến, người ta nhận thấy chúng có thể sản xuất enzym phân giải lactôzơ ngay cả khi môi trường có hoặc không có lactôzơ. Các nhà nghiên cứu đưa ra các giả thiết giải thích như sau:

- (1) Đột biến vùng điều hòa của gen R khiến ARN pôlimeraza không phiên mã được.
- (2) Đột biến vùng promoter của opêron Lac, ARN pôlimeraza không phiên mã được.
- (3) Đột biến operator của opêron Lac làm mất khả năng liên kết với prôtêin điều hòa.
- (4) Đột biến vùng mã hóa của opêron Lac vào Lac Y và Lac A, Lac Z bình thường.

Số lượng các giả thiết có thể được sử dụng để giải thích hiện tượng trên là

- A. 1.
- B. 2.
- C. 3.
- D. 4.

Câu 18: Có bao nhiêu phát biểu đúng khi cho cấu trúc của opêron như sau $P \rightarrow O \rightarrow X \rightarrow Y \rightarrow Z$?

- (1) X, Y, Z là các gen cấu trúc khác nhau nhưng cùng thực hiện một chức năng.
- (2) P là trình tự nuclêôtit có khả năng liên kết với prôtêin ức chế làm ngừng phiên mã.
- (3) Ba gen X, Y, Z cùng chung một cơ chế điều hoà.
- (4) Tổ hợp $P \rightarrow O \rightarrow X \rightarrow Y \rightarrow Z$ tạo thành một opêron.

- A. 1.
- B. 2.
- C. 3.
- D. 4.

Câu 19: Trong cơ chế điều hoà ở sinh vật nhân sơ, chất cảm ứng có vai trò

- A. ức chế gen điều hoà.
- B. vô hiệu hoá prôtêin ức chế, giải phóng gen vận hành (O).
- C. hoạt hoá vùng khởi động (P) để tạo sự hoạt động cho gen cấu trúc.
- D. gắn vào gen vận hành (O) để khởi động gen cấu trúc.

Câu 20: Trong sự điều hoà hoạt động gen ở sinh vật nhân sơ, khi môi trường không có lactôzơ thì cơ chế có thể diễn ra là

- (1) gen điều hoà tổng hợp prôtêin ức chế, gắn vào gen vận hành.
- (2) chất cảm ứng kết hợp với prôtêin ức chế, làm vô hiệu hoá các chất ức chế.
- (3) gen khởi động liên kết với enzym ARN pôlimeraza, các gen cấu trúc hoạt động và tổng hợp mARN.
- (4) quá trình phiên mã các gen cấu trúc bị ức chế do đó không tổng hợp mARN.
- (5) gen vận hành được khởi động, các gen cấu trúc được hoạt động và tổng hợp được prôtêin.

- A. 1, 2
- B. 1,3.
- C. 1,4.
- D. 1,5.

ĐÁP ÁN

1-A	2-A	3-A	4-C	5-A	6-B	7-C	8-C	9-B	10-C
11-D	12-A	13-A	14-C	15-D	16-A	17-B	18-C	19-B	20-B