

# Bài

## 3

### ĐIỀU HÒA HOẠT ĐỘNG GEN

#### I - KHÁI QUÁT VỀ ĐIỀU HÒA HOẠT ĐỘNG GEN

Điều hòa hoạt động gen chính là điều hòa lượng sản phẩm của gen được tạo ra. Trong mỗi tế bào của cơ thể, ví dụ tế bào người có khoảng 25000 gen, song ở mỗi thời điểm, để phù hợp với giai đoạn phát triển của cơ thể hay thích ứng với các điều kiện môi trường, chỉ có một số gen hoạt động còn phần lớn các gen ở trạng thái không hoạt động hoặc hoạt động rất yếu. Tế bào chỉ tổng hợp prôtêin cần thiết vào lúc thích hợp với một lượng cần thiết. Vậy làm thế nào tế bào có thể nhận biết được thời điểm nào thì cho gen nào hoạt động hay không hoạt động?

Quá trình điều hòa hoạt động gen ở sinh vật rất phức tạp, có thể xảy ra ở nhiều mức độ khác nhau như điều hòa phiên mã (điều hòa số lượng mARN được tổng hợp trong tế bào), điều hòa dịch mã (điều hòa lượng prôtêin được tạo ra) và thậm chí điều hòa sau dịch mã (làm biến đổi prôtêin sau khi được tổng hợp để có thể thực hiện được chức năng nhất định). Tuy nhiên, điều hòa hoạt động gen ở tế bào nhân sơ xảy ra chủ yếu ở mức độ phiên mã nên SGK chỉ tập trung tìm hiểu cơ chế điều hòa phiên mã ở sinh vật nhân sơ.

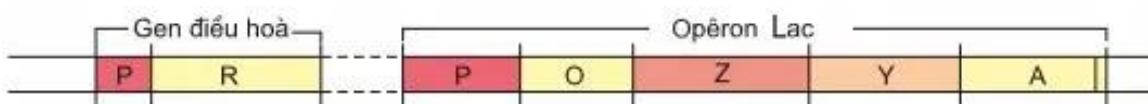
#### II - ĐIỀU HÒA HOẠT ĐỘNG CỦA GEN Ở SINH VẬT NHÂN SƠ

Hai nhà khoa học Pháp là F. Jacôp và J. Mônô đã phát hiện ra cơ chế điều hòa qua opêron ở vi khuẩn đường ruột (*E. coli*) và đã nhận được giải thưởng Nôben về công trình này.

Để điều hòa được quá trình phiên mã thì mỗi gen ngoài vùng mã hóa luôn cần có các vùng điều hòa. Trong vùng điều hòa thường chứa một trật tự nuclêôtit đặc thù được gọi là vùng khởi động (promoter). Nhờ trật tự này mà enzym ARN pôlimeraza có thể nhận biết ra mạch nào là mạch mang mã gốc để tổng hợp mARN và quá trình phiên mã được bắt đầu từ đâu. Ngoài ra, trong vùng điều hòa còn có trật tự nuclêôtit đặc biệt được gọi là vùng vận hành (operator). Nhờ có trật tự nuclêôtit này mà prôtêin điều hòa có thể bám vào để ngăn cản quá trình phiên mã (hình 3.1).

## 1. Mô hình cấu trúc của opêron Lac

Trên phân tử ADN của vi khuẩn, các gen cấu trúc có liên quan về chức năng thường được phân bố liền nhau thành từng cụm có chung một cơ chế điều hòa được gọi là một opêron (hình 3.1).



Hình 3.1. Sơ đồ mô hình cấu trúc của opêron Lac ở vi khuẩn đường ruột (*E. coli*)

Opêron Lac bao gồm :

Z, Y, A : Các gen cấu trúc quy định tổng hợp các enzym tham gia vào các phản ứng phân giải đường lactôzơ có trong môi trường để cung cấp năng lượng cho tế bào.

O (operator) : Vùng vận hành là trình tự nuclêôtit đặc biệt, tại đó prôtêin ức chế có thể liên kết làm ngăn cản sự phiên mã.

P (promoter) : Vùng khởi động, nơi mà ARN pôlimeraza bám vào và khởi đầu phiên mã.

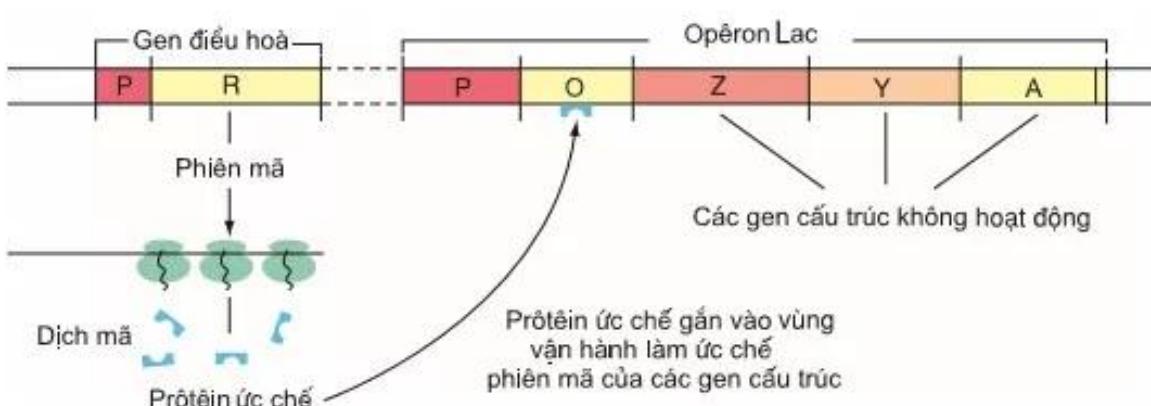
Một gen khác tuy không nằm trong thành phần của opêron, song đóng vai trò quan trọng trong điều hoà hoạt động các gen của opêron là gen điều hoà R.

Gen điều hoà R khi hoạt động sẽ tổng hợp prôtêin ức chế. Prôtêin này có khả năng liên kết với vùng vận hành dẫn đến ngăn cản quá trình phiên mã.

## 2. Sự điều hoà hoạt động của opêron Lac

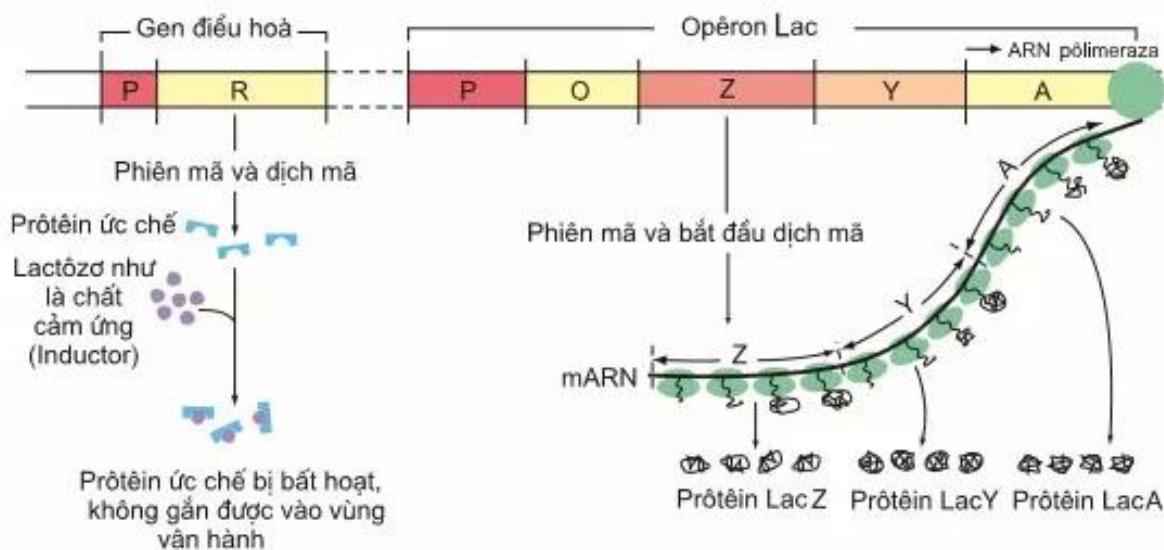
- Khi môi trường không có lactôzơ :

Gen điều hoà quy định tổng hợp prôtêin ức chế. Prôtêin này liên kết với vùng vận hành ngăn cản quá trình phiên mã làm cho các gen cấu trúc không hoạt động.



Hình 3.2a. Sơ đồ hoạt động của các gen trong opêron Lac khi môi trường không có lactôzơ

- Khi môi trường có lactôzơ :



Hình 3.2b. Sơ đồ hoạt động của các gen trong opéron Lac khi môi trường có lactôzơ

Khi môi trường có lactôzơ, một số phân tử lactôzơ liên kết với prôtêin úc chế làm biến đổi cấu hình không gian ba chiều của nó làm cho prôtêin úc chế không thể liên kết được với vùng vận hành và do vậy ARN pôlimeraza có thể liên kết được với vùng khởi động để tiến hành phiên mã. Sau đó, các phân tử mARN của các gen cấu trúc Z, Y, A được dịch mã tạo ra các enzym phân giải đường lactôzơ. Khi đường lactôzơ bị phân giải hết thì prôtêin úc chế lại liên kết với vùng vận hành và quá trình phiên mã bị dừng lại.

- Điều hòa hoạt động gen là quá trình điều hòa lượng sản phẩm của gen được tạo ra trong tế bào đảm bảo cho hoạt động sống của tế bào phù hợp với điều kiện môi trường cũng như với sự phát triển bình thường của cơ thể.
- Gen có thể hoạt động được khi mỗi gen hoặc ít nhất một nhóm gen (opéron) phải có vùng điều hòa, tại đó các enzym ARN pôlimeraza và prôtêin điều hòa bám vào để tổng hợp hoặc úc chế tổng hợp mARN.
- Điều hòa hoạt động gen ở sinh vật nhân sơ chủ yếu diễn ra ở giai đoạn phiên mã, dựa vào sự tương tác của prôtêin điều hòa với trình tự đặc biệt trong vùng điều hòa của gen.

## Câu hỏi và bài tập

1. Thế nào là điều hoà hoạt động gen ?
2. Opêron là gì ? Trình bày cấu trúc opêron Lac ở *E. coli*.
3. Giải thích cơ chế điều hoà hoạt động của opêron Lac.
4. Hãy chọn phương án trả lời đúng.

Trong cơ chế điều hoà hoạt động gen ở sinh vật nhân sơ, vai trò của gen điều hoà là gì ?

- A. Nơi tiếp xúc với enzym ARN pôlimeraza.
- B. Mang thông tin quy định prôtêin điều hoà.
- C. Mang thông tin quy định enzym ARN pôlimeraza.
- D. Nơi liên kết với prôtêin điều hoà.