

Chuyên đề: Protein và Enzym

Protein và enzym là những hợp chất hữu cơ có vai trò cực kỳ quan trọng đối với sự sống. Việc nắm vững kiến thức về chúng không chỉ giúp giải quyết các bài tập Hóa học mà còn có ý nghĩa trong việc hiểu biết các quá trình sinh học và ứng dụng thực tiễn.

Phần I: PROTEIN

1. Khái niệm và phân loại

1.1. Khái niệm

Protein là những polipeptit cao phân tử có phân tử khối từ vài chục nghìn đến vài triệu đvC.

- **Cấu tạo:** Protein được cấu tạo từ nhiều gốc α -amino axit liên kết với nhau bằng liên kết peptit ($-\text{CO}-\text{NH}-$). Một phân tử protein có thể chứa hàng trăm, hàng nghìn gốc α -amino axit.
- **Ví dụ:** Phân tử hemoglobin (huyết cầu tố) trong máu có $M \approx 64.000$ đvC, gồm 4 chuỗi polipeptit.

1.2. Phân loại

Dựa vào thành phần cấu tạo, protein được chia thành hai loại chính:

- **Protein đơn giản:** Là loại protein mà khi thủy phân hoàn toàn chỉ cho hỗn hợp các α -amino axit.

Ví dụ: Albumin trong lòng trắng trứng, Fibrin trong tơ tằm.

- **Protein phức tạp:** Là loại protein được tạo thành từ protein đơn giản và các thành phần phi protein khác (gọi là nhóm ngoại).

Ví dụ: Hemoglobin (chứa nhân hem có sắt), Casein trong sữa (chứa axit photphoric), Nucleoprotein (chứa axit nucleic).

2. Cấu trúc phân tử của protein

Cấu trúc không gian của protein quyết định chức năng sinh học của nó. Có bốn bậc cấu trúc cơ bản:

2.1. Cấu trúc bậc một

- **Định nghĩa:** Là trình tự sắp xếp các gốc α -amino axit trong chuỗi polipeptit. Cấu trúc bậc một quy định tính đặc thù của protein.
- **Liên kết chủ yếu:** Liên kết peptit.
- **Ví dụ:** Chuỗi A của insulin người bắt đầu bằng Gly-Ile-Val-Glu-...

2.2. Cấu trúc bậc hai

- **Định nghĩa:** Là sự sắp xếp trong không gian của chuỗi polipeptit, được giữ vững bởi các liên kết hydro giữa các nhóm $-CO-$ và $-NH-$ của các đơn vị amino axit ở gần nhau.
- **Các dạng phổ biến:** Xoắn α (alpha-helix) và gấp nếp β (beta-sheet).
- **Ví dụ:** Keratin trong tóc, móng, sừng có cấu trúc xoắn α . Fibrin trong tơ tằm có cấu trúc gấp nếp β .

2.3. Cấu trúc bậc ba

- **Định nghĩa:** Là hình dạng không gian ba chiều của toàn bộ chuỗi polipeptit, do cấu trúc bậc hai cuộn hoặc gấp lại tạo thành. Cấu trúc này đặc trưng cho các protein hình cầu.
- **Các loại liên kết ổn định cấu trúc:** Liên kết hydro, liên kết disulfua (-S-S-), tương tác Van der Waals, lực hút tĩnh điện giữa các nhóm ion.
- **Ví dụ:** Myoglobin, một protein có chức năng dự trữ oxi trong cơ.

2.4. Cấu trúc bậc bốn

- **Định nghĩa:** Là sự kết hợp của hai hay nhiều chuỗi polipeptit (có cấu trúc bậc ba) với nhau.
- **Liên kết:** Các tương tác yếu như liên kết hydro, lực hút tĩnh điện.
- **Ví dụ:** Phân tử Hemoglobin (Hb) trong máu gồm 4 chuỗi polipeptit (2 chuỗi α và 2 chuỗi β) kết hợp với nhau.

3. Tính chất của protein

3.1. Tính chất vật lí

- **Trạng thái:** Nhiều protein tan được trong nước tạo thành dung dịch keo (ví dụ: albumin, hemoglobin). Một số protein không tan trong nước (ví dụ: keratin, collagen).
- **Sự đông tụ:** Khi đun nóng hoặc cho axit, bazơ, một số muối vào dung dịch protein, protein sẽ bị kết tủa và mất hoạt tính sinh học. Hiện tượng này gọi là sự đông tụ.

- **Ví dụ minh họa:**

1. Đun nóng lòng trắng trứng, albumin sẽ đông tụ lại thành khối rắn màu trắng.
2. Vắt chanh (axit xitric) vào sữa tươi, protein casein sẽ kết tủa, tạo thành hiện tượng sữa bị vón cục.

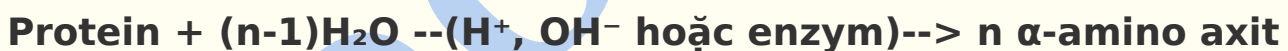
3.2. Tính chất hóa học

Protein có hai tính chất hóa học quan trọng là phản ứng thủy phân và phản ứng màu.

a. Phản ứng thủy phân

- **Bản chất:** Dưới tác dụng của xúc tác axit, bazơ hoặc enzym, các liên kết peptit trong phân tử protein bị cắt đứt.
- **Sản phẩm:** Quá trình thủy phân không hoàn toàn tạo ra các chuỗi polipeptit ngắn hơn. Thủy phân hoàn toàn sẽ thu được hỗn hợp các α -amino axit.

- **Phương trình tổng quát:**



- **Ví dụ:**

1. Quá trình tiêu hóa thức ăn trong dạ dày và ruột non là quá trình thủy phân protein thành amino axit dưới tác dụng của enzym pepsin, trypsin.
2. Ngâm da động vật trong dung dịch $\text{Ca}(\text{OH})_2$ để thủy phân một phần protein, giúp làm mềm da trước khi thuộc da.

b. Phản ứng màu biure

- **Hiện tượng:** Trong môi trường kiềm, dung dịch protein tác dụng với $\text{Cu}(\text{OH})_2$ tạo thành hợp chất có màu tím đặc trưng.
- **Điều kiện:** Phản ứng này đặc trưng cho các hợp chất có từ hai liên kết peptit trở lên (từ tripeptit trở lên).
- **Ứng dụng:** Dùng để nhận biết protein hoặc peptit (trừ dipeptit).
- **Ví dụ minh họa:**
 1. Nhỏ vài giọt dung dịch CuSO_4 và dung dịch NaOH vào dung dịch lòng trắng trứng, hỗn hợp sẽ chuyển sang màu tím.
 2. Tương tự, khi thử với dung dịch gelatin, cũng sẽ quan sát được hiện tượng màu tím xuất hiện.

Phần II: ENZYM (ENZYME)

1. Khái niệm và cấu trúc

1.1. Khái niệm

- **Định nghĩa:** Enzym là những chất xúc tác sinh học có bản chất hầu hết là protein, có khả năng làm tăng tốc độ phản ứng hóa học trong cơ thể sống mà không bị biến đổi sau phản ứng.
- **Đặc điểm:** Tốc độ phản ứng do enzym xúc tác thường lớn hơn hàng triệu lần so với khi không có xúc tác.
- **Ví dụ:** Enzym amylase trong nước bọt giúp thủy phân tinh bột thành đường mantozo một cách nhanh chóng. Enzym catalase trong tế bào phân hủy H_2O_2

(một chất độc) thành H_2O và O_2 .

1.2. Cấu trúc

- **Bản chất:** Hầu hết enzym là các protein hình cầu.
- **Trung tâm hoạt động (Active site):** Là một vùng không gian đặc biệt trên bề mặt enzym, có cấu hình phù hợp với cấu hình của cơ chất (chất chịu tác dụng của enzym). Đây là nơi diễn ra phản ứng xúc tác.
- **Cofactor:** Một số enzym cần có sự tham gia của một thành phần không phải protein gọi là cofactor (có thể là ion kim loại như Mg^{2+} , Zn^{2+} hoặc phân tử hữu cơ phức tạp gọi là coenzym) để có thể hoạt động.

2. Cơ chế tác dụng của enzym

Cơ chế tác dụng của enzym có tính đặc hiệu cao, thường được mô tả qua mô hình "ổ khóa và chìa khóa".

1. **Liên kết:** Phân tử cơ chất (chìa khóa) liên kết tạm thời với trung tâm hoạt động của enzym (ổ khóa) tạo thành phức hợp enzym-cơ chất [E-S].
2. **Xúc tác:** Enzym biến đổi cơ chất để tạo thành sản phẩm.
3. **Tách ra:** Sản phẩm tách khỏi enzym. Enzym trở lại trạng thái ban đầu và sẵn sàng xúc tác cho phân tử cơ chất tiếp theo.

Phương trình tổng quát:

E (Enzym) + S (Cơ chất) $\rightleftharpoons$ [E-S] (Phức hợp) $\rightarrow$ E (Enzym) + P (Sản phẩm)

3. Các yếu tố ảnh hưởng đến hoạt tính của enzym

Hoạt tính của enzym bị ảnh hưởng mạnh bởi các điều kiện môi trường.

- **Nhiệt độ:** Mỗi enzym hoạt động tối ưu ở một nhiệt độ nhất định. Nếu nhiệt độ quá cao, enzym sẽ bị biến tính, mất cấu trúc không gian và mất hoạt tính.
- **Độ pH:** Mỗi enzym có một khoảng pH hoạt động tối ưu. pH quá axit hoặc quá kiềm có thể làm enzym bị biến tính. Ví dụ, pepsin trong dạ dày hoạt động tốt nhất ở $\text{pH} \approx 2$, trong khi trypsin ở ruột non hoạt động tốt nhất ở $\text{pH} \approx 8$.
- **Nồng độ cơ chất:** Khi nồng độ cơ chất tăng, tốc độ phản ứng cũng tăng theo cho đến khi đạt mức bão hòa (tất cả các trung tâm hoạt động của enzym đều đã gắn với cơ chất).
- **Chất ức chế:** Một số chất hóa học có thể liên kết với enzym và làm giảm hoặc mất hoàn toàn hoạt tính của nó.

4. Ứng dụng của enzym

Enzym có nhiều ứng dụng quan trọng trong các lĩnh vực khác nhau:

Lĩnh vực	Ứng dụng cụ thể
Công nghiệp thực phẩm	- Dùng enzym protease (papain từ đu đủ) để làm mềm thịt. - Dùng enzym amylase để thủy phân tinh bột trong sản xuất bia, rượu, siro. - Dùng enzym renin để làm đông tụ sữa trong sản xuất phô mai.
Y học	- Dùng trong các xét nghiệm chẩn đoán bệnh (ví dụ: đo nồng độ glucose trong máu bằng glucose oxidase). - Dùng làm thuốc hỗ trợ tiêu hóa (chứa amylase, protease). - Dùng trong công nghệ gen và sinh học phân tử (enzym cắt, nối DNA).
Công nghiệp giặt tẩy	- Bổ sung các enzym protease, amylase, lipase vào bột giặt để tẩy các vết bẩn từ protein, tinh bột, dầu mỡ.
Nông nghiệp	- Bổ sung enzym vào thức ăn chăn nuôi giúp vật nuôi tiêu hóa tốt hơn, tăng hiệu suất sử dụng thức ăn.