

PGS.TS. TRỊNH LÊ HÙNG

# CƠ SỞ HOÁ SINH

Dùng cho sinh viên ngành Khoa học Tự nhiên

*(Tái bản lần thứ nhất)*



NHÀ XUẤT BẢN GIÁO DỤC



# MỤC LỤC

|  | Trang |
|--|-------|
| Lời nói đầu  | 3     |
| Kí hiệu một vài thuật ngữ viết tắt   | 6     |
| Một vài nét về sự hình thành môn Hoá sinh  | 7     |
| <b>Chương 1. LÓGIC PHÂN TỬ CỦA SỰ SỐNG</b>   |       |
| 1.1. Tất cả cơ thể sống đều có chung nguồn gốc hoá học   | 9     |
| 1.2. Sự hình thành và tiêu thụ năng lượng trong quá trình chuyển hoá                             | 9     |
| 1.3. Thông tin di truyền   | 11    |
| <b>Chương 2. TẾ BÀO VÀ CẤU TRÚC TẾ BÀO</b>   |       |
| 2.1. Tế bào - Đơn vị sống nhỏ nhất   | 13    |
| 2.2. Cấu trúc của tế bào   | 15    |
| 2.3. Các bào quan  | 17    |
| <b>Chương 3. THÀNH PHẦN HOÁ HỌC CỦA CƠ THỂ SỐNG<br/>VÀ VAI TRÒ CỦA NƯỚC TRONG QUÁ TRÌNH SỐNG</b> |       |
| 3.1. Các nguyên tố hoá học trong cơ thể sống   | 20    |
| 3.2. Vai trò của nước trong quá trình sống   | 23    |
| <b>Chương 4. CACBOHIDRÁT</b>   |       |
| 4.1. Đại cương   | 29    |
| 4.2. Cấu trúc và tính chất   | 30    |
| <b>Chương 5. LIPIT</b>   |       |
| 5.1. Đại cương   | 48    |
| 5.2. Cấu trúc và tính chất   | 49    |
| <b>Chương 6. PROTEIN</b>   |       |
| 6.1. Đại cương   | 59    |
| 6.2. Cấu tạo phân tử protein   | 60    |
| 6.3. Một số tính chất quan trọng của protein   | 79    |
| 6.4. Một số protein quan trọng   | 81    |
| <b>Chương 7. AXIT NUCLEIC</b>  |       |
| 7.1. Đại cương   | 84    |
| 7.2. Cấu trúc hoá học của axit nucleic   | 89    |
| 7.3. Axit Deoxiribonucleic (ADN)   | 89    |
| 7.4. Axit ribo nucleic (ARN)   | 99    |
| <b>Chương 8. CÁC CHẤT XÚC TÁC SINH HỌC</b>   |       |
| <i>Phần một - Enzim</i>  |       |
| 8.1. Đại cương về enzim  | 103   |
| 8.2. Cấu tạo phân tử của enzim   | 104   |
| 8.3. Tính đặc hiệu của enzim   | 107   |
| 8.4. Tác dụng xúc tác của enzim  | 107   |
| 8.5. Zimogen và sự hoạt hoá zimogen  | 110   |

|  |     |
|--|-----|
| 8.6. Sự phân bố enzym trong tế bào                             | 111 |
| 8.7. Tên gọi và phân loại                                      | 111 |
| 8.8. Các yếu tố ảnh hưởng đến vận tốc của phản ứng enzym       | 112 |
| <i>Phần hai: Coenzim, vitamin và một số kim loại cần thiết</i> |     |
| 8.9. Coenzim và cơ chế hoạt động                               | 120 |
| 8.10. Vitamin  | 123 |
| 8.11. Các chất kháng vitamin (antivitamin)                     | 125 |
| 8.12. Ion kim loại trong enzym                                 | 126 |
| <b>Chương 9. HOOCMON</b>                                       |     |
| 9.1. Đại cương về hoocmon                                      | 128 |
| 9.2. Hoocmon động vật  | 128 |
| 9.3. Hoocmon côn trùng   | 138 |
| 9.4. Hoocmon thực vật  | 139 |
| <b>Chương 10. CÁC CHẤT TRỢ SINH</b>                            |     |
| 10.1. Định nghĩa   | 143 |
| 10.2. Phân loại  | 143 |
| 10.3. Các chất trợ sinh ở động vật và côn trùng                | 143 |
| 10.4. Các chất trợ sinh ở thực vật                             | 147 |
| <b>Chương 11. SỰ TRAO ĐỔI CHẤT</b>                             |     |
| 11.1. Giới thiệu về sự trao đổi chất                           | 148 |
| 11.2. Các quá trình diễn ra trong trao đổi chất                | 150 |
| <b>Chương 12. TRAO ĐỔI GLUXIT</b>                              |     |
| 12.1. Phân giải gluxit   | 160 |
| 12.2. Tổng hợp gluxit  | 167 |
| <b>Chương 13. TRAO ĐỔI LIPIT</b>                               |     |
| 13.1 Phân giải lipit   | 169 |
| 13.2. Tổng hợp lipit   | 175 |
| <b>Chương 14. TRAO ĐỔI PROTEIN</b>                             |     |
| 14.1. Phân giải protein và aminoaxit                           | 181 |
| 14.2. Sinh tổng hợp aminoaxit                                  | 191 |
| 14.3. Sinh tổng hợp protein                                    | 194 |
| 14.4. Điều hoà sinh tổng hợp protein                           | 200 |
| <b>Chương 15. TRAO ĐỔI AXIT NUCLEIC</b>                        |     |
| 15.1. Phân giải axit nucleic                                   | 201 |
| 15.2. Sinh tổng hợp nucleotit purin                            | 202 |
| 15.3. Sinh tổng hợp nucleotit pyrimidin                        | 204 |
| 15.4. Sinh tổng hợp ADN  | 207 |
| 15.5. Sinh tổng hợp ARN  | 208 |
| <b>TÀI LIỆU THAM KHẢO</b>                                      | 211 |

## *Lời nói đầu*

*Quá trình chuyển hoá các chất xung quanh chúng ta là một loạt các phản ứng hoá học được diễn ra tuân theo những quy luật nhất định của hoá học. So với thế giới vô cơ thì quá trình này trong thế giới sống là vô cùng phức tạp và đầy bí ẩn.*

*Những thành quả nghiên cứu khoa học về sự sống đạt được trong 50 năm gần đây của thế giới là bước đi dài của con người, song những hiểu biết của chúng ta vẫn còn đang ở phía trước.*

*Hơn ai hết, sinh viên ngành hoá là những người nắm được những hiểu biết về các quy luật hoá học, cần phải tìm hiểu những quy luật này diễn ra trong thế giới vật chất sống nhằm khai thác phục vụ cho lợi ích của con người nhưng đồng thời cũng phải biết hướng sự sống của con người sao cho hài hoà với môi trường thiên nhiên.*

*Cuốn giáo trình "Cơ sở Hoá sinh" nhằm giúp sinh viên ngành Hoá học, ngành Sinh học và Môi trường có một bức tranh toàn cảnh về sự sống, các chất sống và các bước chuyển hoá các chất này trong cơ thể sống. Tuy nhiên, đây cũng chỉ là một lượng kiến thức cơ sở tối thiểu mang tính chăm phá và gợi mở. Tác giả hy vọng cuốn sách sẽ đáp ứng được một phần nào đó những thắc mắc về thế giới mà chúng ta đang sống và hơn thế, nếu được, là tạo ra sự tò mò đối với các bạn muốn đi sâu vào lĩnh vực hoá sinh học.*

*Tác giả xin chân thành cảm ơn GS.TSKH. Đặng Như Tài và GS.TSKH. Trần Đình Toại về những ý kiến đóng góp sửa chữa trước khi cuốn giáo trình được phát hành rộng rãi.*

*Tác giả xin có lời cảm ơn trước các bạn đọc xa gần về những ý kiến sẽ đóng góp khi cuốn sách này được các bạn quan tâm đến.*

*Hà Nội, tháng 4 năm 2005*

**TÁC GIẢ**

## KÍ HIỆU MỘT VÀI THUẬT NGỮ VIẾT TẮT

- ACP : Protein mang axyl (Acyl Carrier Protein)
- AMP<sub>v</sub> : AMP vòng
- ARN<sub>m</sub> : ARN thông tin (tiếng Anh m là chữ viết tắt của message : thông tin)
- ARN<sub>t</sub> : ARN vận chuyển (tiếng Anh t là chữ viết tắt của transfer : vận chuyển)
- ARN<sub>v</sub> : ARN virut
- Da : Dalton là đơn vị khối lượng tương đương khối lượng nguyên tử hydro ( $1,66 \cdot 10^{-24}$ g)
- EF : Yếu tố kéo dài (Elongation Factor)
- IF : Yếu tố khởi động (Initiation Factor)
- In vitro : Trong ống nghiệm
- In vivo : Trong cơ thể sống
- IU : Đơn vị hoạt độ của enzym theo quốc tế (Tiếng Anh : International unit)
- Å : Angstrom ( $10^{-10}$  m)
- μ : Micro ( $10^{-6}$ m)
- n : Nano ( $10^{-9}$ m)
- P<sub>v</sub> : Photpho vô cơ (tiếng Anh : P<sub>i</sub>)
- S : (Svedberg unit) đơn vị dùng để đo hệ số lắng.  $1S = 10^{-13}$  giây. Hàng số lắng tỉ lệ với tốc độ lắng của phân tử trong trường li tâm và tỉ lệ với kích thước và hình dạng phân tử.

## MỘT VÀI NÉT VỀ SỰ HÌNH THÀNH MÔN HOÁ SINH

Hoá sinh học là một môn học nghiên cứu về sự sống dưới góc độ phân tử. Mục tiêu đặt ra là nghiên cứu tìm hiểu thành phần, cấu tạo, chức năng và bản chất hoá học của các quá trình chuyển hoá các chất trong cơ thể sống. Hoá sinh học có thể chia thành ba lĩnh vực chính :

1. Cấu trúc hoá học của các chất có nguồn gốc từ sự sống và mối tương quan giữa chức năng sinh học với cấu trúc hoá học.
2. Sự trao đổi chất thể hiện qua các phản ứng hoá học xuất hiện trong cơ thể sống.
3. Bản chất hoá học của các quá trình và các chất thực hiện sự lưu giữ và truyền dẫn thông tin sinh học.

Môn Hoá sinh trở thành một ngành nghiên cứu độc lập từ đầu thế kỉ XIX với công trình khởi đầu của Friedrich Wöhler. Trước thời Wöhler người ta cho rằng các chất trong vật chất sống khác biệt hoàn toàn với các chất trong vật chất không sống, chúng không tuân theo các quy luật vật lí và hoá học đã biết, chúng chỉ sinh ra trong tế bào sống nhờ vào một "lực sống" huyền bí nào đó. Năm 1828, trong phòng thí nghiệm, Wöhler đã tổng hợp ra urê, một chất có nguồn gốc sinh học, từ hợp chất vô cơ là amoni xianat. Tuy nhiên, các quan điểm về "lực sống" vẫn tồn tại. Vào nửa sau thế kỉ XIX người ta đã biết khá nhiều về cấu trúc những thành phần chủ yếu của cơ thể sống như aminoaxit và protein, monosaccarit và polisaccarit, lipit và axit nucleic. Cuối thế kỉ XIX, vào năm 1897, công trình của Eduard và Hans Buchner đã phát hiện ra rằng dịch chiết xuất từ mảnh vụn của tế bào nấm men bia (có nghĩa là các tế bào này đã chết hoàn toàn do bị nghiền vụn) vẫn thực hiện được quá trình lên men (lên men vô bào) đường biến thành rượu. Khám phá này đã mở đường cho việc thực hiện các phản ứng hoá sinh ngay trong ống nghiệm - in vitro mà không cần đòi hỏi trong một cơ thể sống - in vivo. Đây được xem

như một trong những công trình có ảnh hưởng lớn nhất đã làm cho thuyết "lực sống" bị sụp đổ hoàn toàn và thúc đẩy sự phát triển mạnh mẽ môn Hoá sinh trong thế kỉ tiếp theo.

Nửa đầu thế kỉ XX đã xuất hiện nhiều thành tựu về lĩnh vực hoá sinh học. Qua đó người ta đã biết được sự hiện diện và vai trò của vitamin, hoocmon và bản chất của enzym là protein. Các phản ứng của quá trình lên men và chu trình oxi hoá, photphoryl hoá cũng đã được lí giải.

Thừa hưởng những thành quả rực rỡ của sự phát triển mạnh mẽ của các ngành khoa học kĩ thuật nói chung, từ những năm 50 của thế kỉ trước đến nay, trong lĩnh vực hoá sinh học đã tiếp tục xuất hiện thêm nhiều thành tựu đáng kể về nghiên cứu cấu trúc phân tử axit nucleic, protein, cơ chế xúc tác của enzym, quá trình tổng hợp protein, axit nucleic và cơ chế điều hoà của chúng.

Hoá sinh học ngày nay thực sự là trung tâm của cuộc cách mạng sinh học.



# **Chương 1**

## **LÓGIC PHẦN TỬ CỦA SỰ SỐNG**

### **1.1. TẤT CẢ CƠ THỂ SỐNG ĐỀU CÓ CHUNG NGUỒN GỐC HOÁ HỌC**

#### **1.1.1. Sự khác biệt giữa cơ thể sống và giới vô cơ**

a) Cơ thể sống có tổ chức cấu tạo rất tinh vi từ những phân tử chất hữu cơ có phân tử lượng lớn và có cấu trúc rất phức tạp. Ngược lại, đối với giới vô cơ như đất, đá, nước, không khí,... chúng chỉ là tập hợp của những chất hoá học đơn giản.

b) Cơ thể sống thường xuyên tiếp nhận năng lượng từ môi trường xung quanh (năng lượng hoá học và năng lượng quang học) để thực hiện các quá trình chuyển hoá nhằm mục đích duy trì sự tồn tại và phát triển. Các chất vô cơ không có khả năng này và nếu có thì năng lượng thu được lại phá vỡ các liên kết làm chúng tan rã thành các chất đơn giản hơn.

c) Cơ thể sống có khả năng tự tái tạo liên tục ở cấp cấu trúc có trật tự cao, nghĩa là chúng có thể tự sinh ra chính bản thân chúng và thậm chí còn phát triển vượt bậc nhờ vào sự tiến hoá. Các chất vô cơ hoàn toàn không có khả năng này.

#### **1.1.2. Nguồn gốc hoá học của vật chất sống**

Tất cả các đại phân tử sinh học đều được tạo thành từ một số đơn vị có cấu tạo đơn giản, điển hình là aminoaxit, nucleotit và monosaccarit. Chúng được ghép nối với nhau tuân theo những quy luật chặt chẽ để hình thành ra các đại phân tử sinh học như protein, axit nucleic và polisaccarit. Sự ghép nối này cũng giống như sự ghép nối các chữ cái để thành một từ có nghĩa và các từ lại được ghép với nhau để diễn đạt một câu hoàn chỉnh. Ví dụ, trong tự nhiên có rất nhiều hợp chất protein nhưng tất cả đều chỉ được tạo ra từ 20 aminoaxit, còn về sự đa dạng của giống loài trong tự nhiên quyết định bởi axit nucleic lại chỉ được tạo ra từ 4 nucleotit.

### **1.2. SỰ HÌNH THÀNH VÀ TIÊU THỤ NĂNG LƯỢNG TRONG QUÁ TRÌNH CHUYỂN HOÁ**

#### **1.2.1. Cơ thể sống luôn không cân bằng với môi trường xung quanh**

Từ khi xuất hiện sự sống và trong suốt quá trình tiến hoá, sự sống bao giờ cũng được ngăn cách với môi trường xung quanh bằng lớp màng. Các quá trình sống được diễn ra bên trong lớp màng này, lúc đầu với những tổ chức sống đơn giản, về sau xuất hiện các cơ quan nội bào và càng ngày càng phức tạp hơn dần đến sự khác biệt ngày càng lớn giữa cơ thể sống và môi trường xung quanh. Sự khác biệt bên trong và bên ngoài màng chính là thành phần và nồng độ các chất. Khi sự sống không còn nữa thì các màng này bị phá vỡ và lập tức có xu thế thiết lập lại trạng thái cân bằng với môi trường xung quanh.

### 1.2.2. Thành phần phân tử phản ánh trạng thái cân bằng động

Thành phần hoá học bên trong cơ thể sống luôn luôn ổn định nhưng không có nghĩa là sự ổn định cứng nhắc. Trong cơ thể sống luôn có sự luân chuyển thay đổi dòng vật chất và năng lượng. Các chất trong cơ thể sống không tồn tại vĩnh viễn, chúng luôn đổi mới bằng cách tự phân huỷ rồi thay vào môi trường và đồng thời lại xây dựng mới nhờ tiếp nhận các chất khác từ môi trường.

### 1.2.3. Cơ thể sống trao đổi năng lượng và vật chất với môi trường xung quanh

Cơ thể sống là một hệ mở luôn có sự trao đổi năng lượng và vật chất với môi trường xung quanh trong điều kiện đẳng áp và đẳng nhiệt.

Cơ thể sống được gọi là dị dưỡng nếu như nó tiếp nhận các chất từ môi trường xung quanh và lấy năng lượng từ đó nhờ phản ứng sinh nhiệt của quá trình biến đổi các chất này. Nguồn năng lượng này để duy trì cơ thể sống và để cung cấp cho các phản ứng thu nhiệt diễn ra trong cơ thể sống.

Cơ thể sống được gọi là tự dưỡng nếu như nó tiếp nhận năng lượng từ các nguồn sáng của môi trường (quang năng) đặc biệt là ánh sáng mặt trời. Các phản ứng quang hoá phát nhiệt làm tiến để thực hiện các phản ứng thu nhiệt nội bào.

### 1.2.4. Enzim quyết định thứ tự các phản ứng diễn ra

Để cho một phản ứng hoá học xảy ra, các chất tham gia phản ứng cần phải có một năng lượng hoạt hoá. Các chất dù đã có thế năng cao hơn sản phẩm phản ứng vẫn phải được hoạt hoá về trạng thái chuyển tiếp, sau đó phản ứng thực sự mới xảy ra. Bình thường năng lượng này được tạo ra bằng cách tăng nhiệt độ của hệ phản ứng, ví dụ đun nóng. Tuy nhiên, cơ thể sống không đi theo cách này. Cơ thể sống là một hệ đẳng nhiệt, chứa các chất không bền với nhiệt. Trong thực tế, cơ thể sống sử dụng chất xúc tác sinh học đặc hiệu gọi là enzim. Nhờ các enzim này, năng lượng hoạt hoá của các chất tham gia phản ứng được giảm đáng kể đến mức không cần gia tăng nhiệt độ. Cũng vì thế tốc độ phản ứng do enzim xúc tác tăng lên rất nhiều lần, thường gấp  $10^6 - 10^7$  lần so với không được xúc tác.

Trong tế bào sống luôn có mặt hàng nghìn enzim khác nhau và mỗi enzim chỉ xúc tác cho một phản ứng riêng biệt với độ đặc hiệu rất cao. Một số enzim lại tập hợp thành một cụm cùng xúc tác cho một loạt các phản ứng hoá học liên tiếp tuân theo một trình tự nhất định: mỗi sản phẩm vừa được tạo ra sẽ lại tiếp tục tham gia ngay vào các phản ứng kế tiếp tạo nên một chuỗi phản ứng. Đó chính là con đường chuyển hoá các chất trong cơ thể sống hay còn gọi là quá trình trao đổi chất.

Quá trình trao đổi chất (metabolism) gồm 2 quá trình có xu thế ngược nhau và bổ sung lẫn nhau: quá trình dị hoá (catabolism) và quá trình đồng hoá (anabolism). Quá trình dị hoá là quá trình phân giải các chất từ dạng phức tạp thành các sản phẩm có cấu tạo đơn giản hơn. Quá trình đồng hoá thì ngược lại, tổng hợp nên các sinh chất mới có cấu trúc phức tạp từ các tiền chất đơn giản.