

Enzym

ThS.DS.Mai Quốc Khánh

Mục tiêu

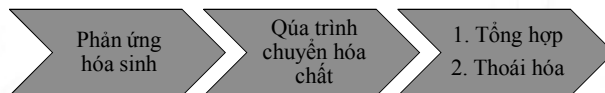
1. Trình bày: cách **gọi tên, phân loại quốc tế** của enzym (ví dụ mỗi loại)
2. Trình bày: thành phần **cấu tạo, trung tâm hoạt động** và các dạng **cấu trúc** của phân tử enzym
3. Trình bày: **cấu tạo** phân tử và **cơ chế hoạt động** của coenzym **NAD⁺ và FAD**
4. Trình bày: **cơ chế hoạt động** của enzym
5. Trình bày: **phương trình và đồ thị Mechealis-Menten, lineweaver – Burk**
6. Trình bày: các **yếu tố ảnh hưởng đến hoạt động** enzym

I. Đại cương

❖ *Phản ứng hóa sinh:*

✓ Puhh xảy ra trong cơ thể sống (bào quan, bào tương, dịch ngoài TB)

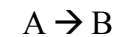
✓ Phần lớn: pư thuận nghịch do enzym xt



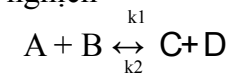
I. Đại cương

❖ *Khái niệm về động hóa học:*

✓ Pư không thuận nghịch



✓ Pư thuận nghịch



$$v_1 = k_1 [A][B] \quad \text{to: } v_1 \text{ max, } v_2 = 0$$

$$v_2 = k_2 [C][D] \quad t_1: v_1 \text{ giảm dần, } v_2 \text{ tăng dần}$$

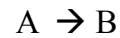
$$v_1 = v_2 \text{ (cân bằng động)}$$

$$K = \frac{k_1}{k_2} \quad \text{(hằng số cân bằng)}$$

I. Đại cương

❖ *Khái niệm về năng lượng tự do:*

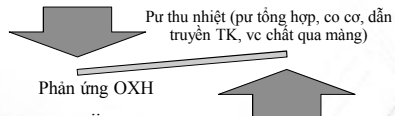
NL sử dụng dưới dạng công (G)



$$\Delta G = G_B - G_A$$

$G_B < G_A$: tỏa nhiệt (HS: pư thoái hóa), tự xảy ra

$G_B > G_A$: thu nhiệt (pư tổng hợp), ko tự xảy ra, cc NL



I. Đại cương

❖ *Khái niệm về xúc tác sinh học (XTSH):*

✓ XTSH: xt trong cơ thể sống, tham gia: chất XTSH

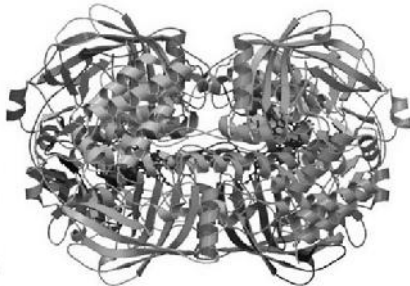
✓ Chất XTSH: TB SX, lượng nhỏ, tăng nhanh puhs

✓ Bao gồm: Enzym, vitamin và hormon

I. Đại cương

Enzym: chất xúc tác sinh học đặc biệt của cơ thể sống, bản chất Pro, xúc tác cho hầu hết puhs xảy ra trong cơ thể sống

Catalase



4 chuỗi polypeptid
>500aa/chuỗi

I. Đại cương

✓ **Enzym:** chất xúc tác sinh học đặc biệt của cơ thể sống, bản chất Pro, xúc tác cho hầu hết puhs xảy ra trong cơ thể sống

✓ Pư enzym xúc tác: pư enzym

✓ Chất tham gia pư: cơ chất của enzym

I. Đại cương

✓ Đặc điểm của enzym:

- Không bị tiêu hao trong quá trình phản ứng
- Chỉ làm tăng tốc độ phản ứng
- Có bản chất protein
- Có tính đặc hiệu cao: tuyệt đối, tương đối
- Chỉ hoạt động ở vùng nhiệt độ và pH nhất định

So sánh chất xúc tác vô cơ và hữu cơ

Đặc điểm	Chất xt vô cơ	Chất xt hữu cơ
Bản chất hóa học	Phân tử nhỏ: 1 vài nguyên tố	Protein
Tăng tốc độ pư	10^2 - 10^6 lần	10^6 - 10^{11} lần
Các điều kiện: •Nhiệt độ •pH •Áp suất	100 °C Acid/kiềm mạnh Cao (vài at)	Thấp (35-45 °C) pH sinh lý (7,4) Áp suất khí quyển (1 at)
Thay đổi cấu trúc	Không	Có thay đổi, trở lại cấu trúc ban đầu khi kết thúc
Tính đặc hiệu	Thấp	Cao

II. Cách gọi tên và phân loại

1. Cách gọi tên

Có 4 cách gọi tên:

-Tên cơ chất và thêm tiếp vĩ ngữ ase:

VD: cơ chất ure + ase = urease, cơ chất protein + ase = protease

-Tên tác dụng + tiếp vĩ ngữ ase: VD:

Tác dụng oxy hóa + ase = oxidase

-Tên cơ chất, tác dụng và thêm tiếp vĩ ngữ ase:

VD: cơ chất là lactat, tác dụng khử hydro thì tên enzym:
lactatdehydrogenase

-Tên thường gọi: không có tiếp vĩ ngữ ase

VD: trypsin, chymotrypsin

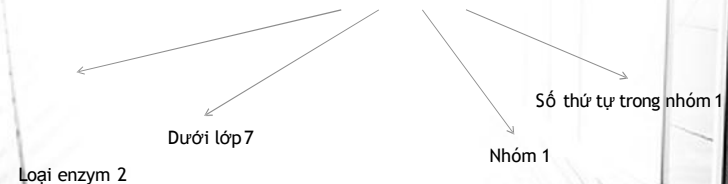
2. Phân loại enzym

- Theo EC phân loại theo **phản ứng mà nó xúc tác**

→ 6 loại (class) → dưới lớp (subclass) → nhóm (sub-subclass) → 1 số enzym

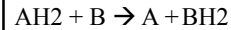
- Mỗi enzym được ký hiệu = mã số EC 4 chữ số, cách = dấu chấm

VD: hexokinase EC 2.7.1.1



2. Phân loại enzym

2.1. Enzym oxy hóa khử (oxidoreductase): xt cho phản ứng OXH - K

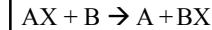


Các dưới lớp:

- Các dehydrogenase: pt không phải oxy (NAD^+) nhận e. VD: malatdehydrogenase
- Các oxidase: oxy nhận e. VD: cytochrom oxidase, xanthin oxidase...
- Các reductase: đưa hydro và điện tử vào cơ chất. VD: methemoglobin reductase
- Catalase: xúc tác phản ứng phân hủy H_2O_2 thành O_2 và H_2O
- Các peroxidase: xúc tác pư: $H_2O_2 + AH_2 \rightarrow A + 2H_2O$
- Các oxygenase (hydroxylase): gắn 1 nguyên tử oxy vào cơ chất. VD: cytochrom P-450

2. Phân loại enzym

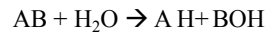
2.2. Enzym vận chuyển nhóm (transferase): xt pư vận chuyển 1 nhóm hóa học (không phải hydro) giữa 2 cơ chất:



- Các aminotransferase: chuyển nhóm $-NH_2$ từ aa vào acid α -ceton. VD: aspartat transaminase (AST), alanin transaminase (ALT)
- Transcetolase và transaldolase: chuyển đơn vị 2C và 3C vào cơ chất. VD: transaldolase, transcetolase
- Các acyl-, methyl-, glucosyl-transferase, phosphorylase: VD: acyl transferase...
- Các kinase: chuyển gốc P từ ATP vào cơ chất. VD: hexokinase
- Các thiolase: chuyển nhóm CoA-SH vào cơ chất. VD: acyl CoA acyltransferase (thiolase)
- Các polymerase: chuyển các Nu từ các NTP vào DNA hoặc RNA.

2. Phân loại enzym

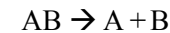
2.3. Enzym thủy phân (hydrolase): xt pư cắt đứt lkhh = thủy phân



- Các esterase: thủy phân liên kết ester. VD: triacylglycerol lipase
- Các glucosidase: thủy phân liên kết glucosid
- Các protease: thủy phân liên kết peptid
- Các phosphatase: thủy phân liên kết este phosphat, tách gốc P
- Các phospholipase: thủy phân liên kết este phosphat trong phospholipid
- Các amidase: thủy phân liên kết N-osid. VD: nucleosidase
- Các desaminase: thủy phân liên kết C-N, tách nhóm amin
- Các nuclease: thủy phân liên kết este phosphat trong RNA, DNA

2. Phân loại enzym

2.4. Enzym phân cắt (lyase): xt pư chuyển đi 1 nhóm hóa học khỏi cơ chất



- Các decarboxylase: tách nhóm CO_2 khỏi cơ chất
- Các aldolase: tách 1 phân tử aldehyd từ cơ chất
- Các lyase: tách đôi 1 phân tử mà không có sự tham gia của H_2O
- Các hydratase: gắn 1 phân tử H_2O vào 1 phân tử cơ chất
- Các dehydratase: tách 1 phân tử H_2O khỏi cơ chất
- Các synthase: gắn 2 phân tử mà không cần ATP

2. Phân loại enzym

2.5. Enzym đồng phân (isomerase): xúc tác cho phản ứng biến đổi giữa các dạng đồng phân của chất hóa học



Gồm các dưới lớp:

- Các racemase: chuyển dạng đồng phân dãy D, L
- Các epimerase: chuyển dạng đồng phân epi (2 chất chỉ khác nhau ở 1 C)
- Các isomerase: chuyển dạng giữa nhóm ceton và nhóm aldehyd
- Các mutase: chuyển nhóm hóa học giữa các nguyên tử trong 1 phân tử

2. Phân loại enzym

2.6. Enzym tổng hợp (ligase hoặc synthetase): xptur gắn 2 phân tử \rightarrow 1 phân tử lớn hơn, sử dụng ATP/các dạng khác.



Gồm các dưới lớp:

- Các synthetase: gắn hai phân tử với sự tham gia của ATP.
- Các carboxylase: gắn CO_2 vào cơ chất
- Ligase: sử dụng cho việc gắn 2 đoạn nucleotid với nhau.
VD: DNA ligase

III. Cấu trúc phân tử enzym

1. Thành phần cấu tạo của enzym

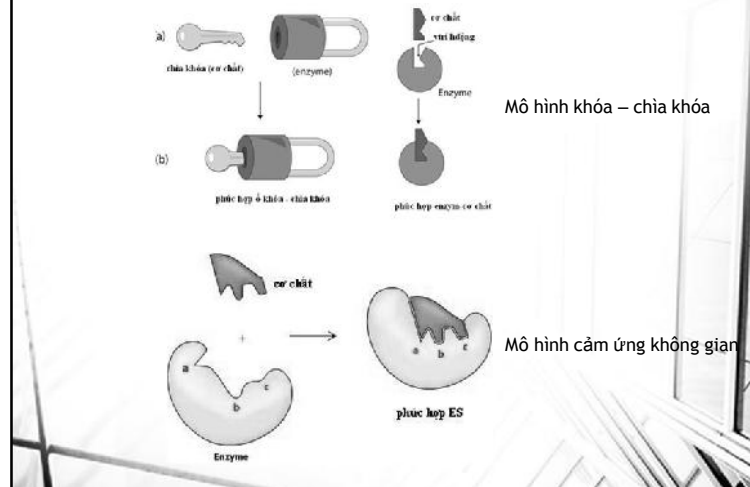
1. Thành phần cấu tạo

- Protein, TLPT >12.000 Da.
- Enzym thuần: cấu tạo bởi các aa
- Enzym tạp (holoenzym): Protein + chất cộng tác (cofactor)
 - Cofactor là chất hữu cơ (thường là vitamin và các dẫn xuất) \rightarrow **coenzym (Enzym OXHK)**
 - Cofactor KL \rightarrow metalloenzym, vai trò:
 - Tham gia vào pư xúc tác của enzym
 - Hoạt động như 1 chất oxy hóa khử
 - Tạo thành phức hợp với cơ chất

1.2. Trung tâm hoạt động của enzym

- Vùng gắn cơ chất để xt pư cơ chất \rightarrow sp
- Số lượng: 1/ vài TTHĐ
- Gồm: những nhóm hóa học và những liên kết tiếp xúc trực tiếp với cơ chất hoặc ko trực tiếp
- TPCT: gồm các aa có hoạt tính cao: serin (-OH), cystein (-SH), glutamic ($\gamma\text{-COO-}$)... là những nhóm phân cực hoặc ion hóa, có khả năng tạo liên kết hydro hoặc ion với cơ chất
- Quan hệ giữa trung tâm hoạt động và cơ chất: 2 thuyết:
 - Thuyết ổ khóa và chìa khóa: enzym nào xúc tác cho đúng cơ chất đó (gt tính đặc hiệu tuyệt đối của enzym)
 - Thuyết mô hình cảm ứng không gian: enzym có tính linh hoạt, thay đổi cấu hình không gian trong quá trình xúc tác

1.2. Trung tâm hoạt động của enzym



2. Các dạng cấu trúc của phân tử enzym

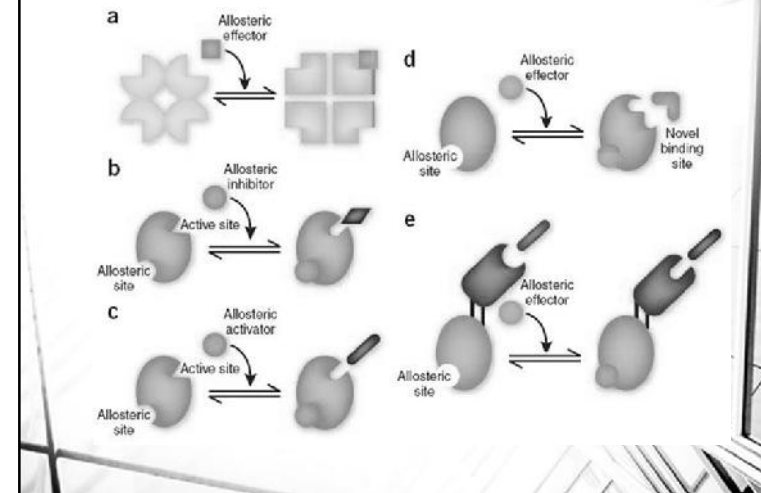
2.1. Enzym đơn chuỗi và đa chuỗi

- Enzym đơn chuỗi (monomer) là enzym chỉ do 1 chuỗi polypeptid cấu tạo nên. VD: lipase, pepsin...
- Enzym đa chuỗi (oligomer hoặc polymer): do hai hoặc nhiều chuỗi polypeptid cấu tạo nên. VD: AST: 2 chuỗi, CK: 2 chuỗi, LDH: 4 chuỗi, GLDH: 40 chuỗi...

2.2. Enzym dị lập thể (allosteric enzyme)

- Ngoài trung tâm hoạt động còn 1 hoặc vài vị trí dị lập thể
- Chức năng: điều chỉnh hoạt động xúc tác của enzym
- Phân tử enzym dị lập thể có vị trí dị lập thể dương và âm
- Vị trí dị lập thể dương A làm cấu hình enzym thay đổi theo vị trí có lợi hơn, enzym được hoạt hóa, ái lực với S tăng, dễ hình thành ES, tốc độ phản ứng tăng
- Vị trí dị lập thể âm có tác dụng ngược lại
- Những chất dị lập thể dương đứng trước cơ chất trong chuỗi pr
- Những chất dị lập thể âm: đứng sau chuỗi pr hoặc là sp cuối

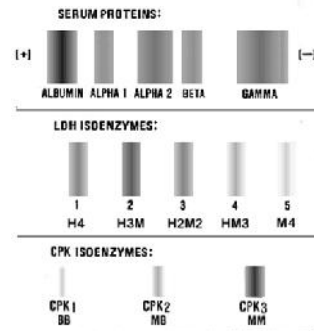
2.2. Enzym dị lập thể (allosteric enzyme)



2.3. Các dạng phân tử của enzym (isozym hay isoenzym)

- Các dạng tồn tại khác nhau của 1 enzym, xt 1 loại phân ứng, TCHH khác nhau
- VD: LDH là enzym tetramer, do 2 loại chuỗi polypeptid, tổ hợp thành 5 dạng phân tử (isozym) khác nhau

- LDH1: HHHH (tim)
- LDH2: HHHM
- LDH3: HHMM
- LDH4: HMMM
- LDH5: MMMM (gan)
- VD: CK là dimer, do 2 loại chuỗi
- CK-BB (não)
- CK-MB (tim)
- CK-MM (cơ)



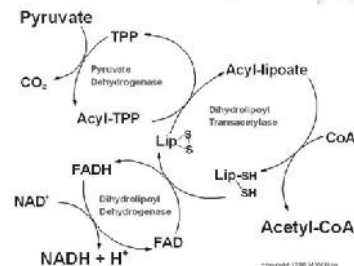
2.4. Các tiền chất của enzym

- Enzym sau khi tổng hợp ở dạng không hoạt động (tiền enzym)
- Sau đó được bài tiết vào môi trường khắc nghiệt, bị thủy phân 1 đoạn polypeptid che lấp trung tâm hoạt động, chuyển thành dạng hoạt động
- Tiền enzym có tiếp vĩ ngữ ogen
- VD: pepsinogen, trypsinogen... thủy phân thành pepsin, trypsin có hoạt tính tiêu hóa protein
- Vai trò quan trọng: bảo vệ cơ thể

2.5. Phức hợp đa enzym

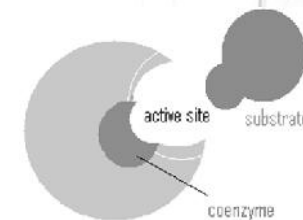
- Phức hợp gồm nhiều enzym khác nhau, liên quan đến nhau trong 1 quá trình chuyển hóa, kết tụ thành 1 khối
- Nếu bị tách riêng, các enzym riêng biệt bị biến tính
- Tác dụng: tăng cường hợp tác của các enzym khác nhau, tăng hiệu lực và hiệu quả xúc tác
- VD: phức hợp đa enzym

pyruvat dehydrogenase xúc tác chuỗi phản ứng biến đổi pyruvat thành acetyl CoA



IV. Coenzym

- Tham gia cùng enzym trong quá trình xúc tác
- Có ái lực với enzym như ái lực của enzym với cơ chất, gọi là cơ chất 2
- Coenzym có thể gắn với enzym, có chức năng như 1 vị trí hoạt động
- Có coenzym vận chuyển nhóm (ATP, CoA), có coenzym OXH khử (NAD+ và CoQ10)



IV. Coenzym

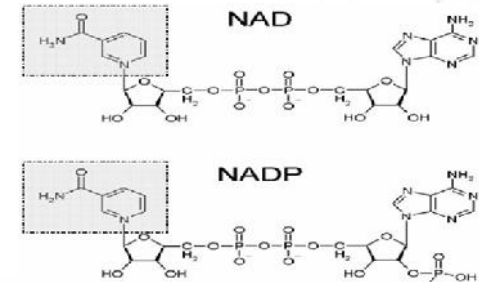
Cofactor	Vitamin	Thành phần phụ	Nhóm hóa học được vận chuyển
Thiamine pyrophosphate [24]	Thiamine (B ₁)	Không	Mẫu 2-carbon từ Ca
NAD ⁺ and NADP ⁺ [25]	Niacin (B ₃)	ADP	Electrons
Pyridoxal phosphate [26]	Pyridoxine (B ₆)	Không	-NH ₂ và -COOH
Coenzyme A [29]	Pantothenic acid (B ₅)	ADP	Acetyl group and other acyl groups
Flavin mononucleotide [33]	Riboflavin (B ₂)	Không	Electrons

- Phần lớn coenzym là vitamin hoặc dẫn xuất của vitamin

1. Các coenzym oxy hóa khử

1.1. Các coenzym Niacin NAD⁺(nicotinamid adenin dinucleotid) và NADP⁺(nicotinamid adenin dinucleotid)

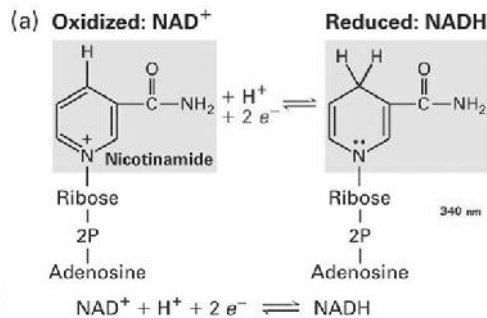
- Niacin = Nicotinic Acid + in, là vitamin B3 tan trong nước
- Niacin có thể biến đổi thành 2 coenzym tham gia vào pu OXHK
- NAD⁺ và NADP⁺



1. Các coenzym oxy hóa khử

1.1. Các coenzym Niacin NAD⁺ và NADP⁺

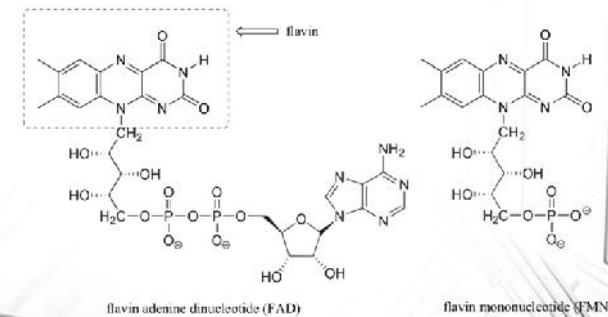
Chức năng: vận chuyển 2 e⁻ và 1 H⁺ giữa chất cho và chất nhận H⁺ trong pu OXHK xúc tác bởi enzym dehydrogenase



1. Các coenzym oxy hóa khử

1.2. Các coenzym Flavin (vitamin B2)

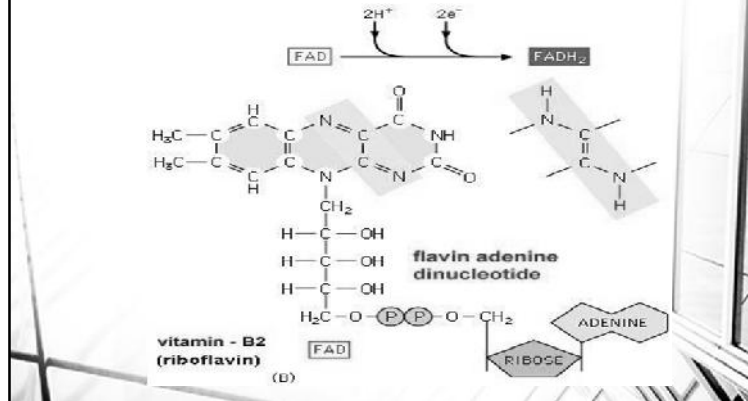
- Có 2 loại: flavin mononucleotid (FMN) và flavin adenin dinucleotid (FAD)



1. Các coenzym oxy hóa khử

1.2. Các coenzym Flavin (vitamin B2)

- Chức năng: trao đổi 2 e và 2 H⁺



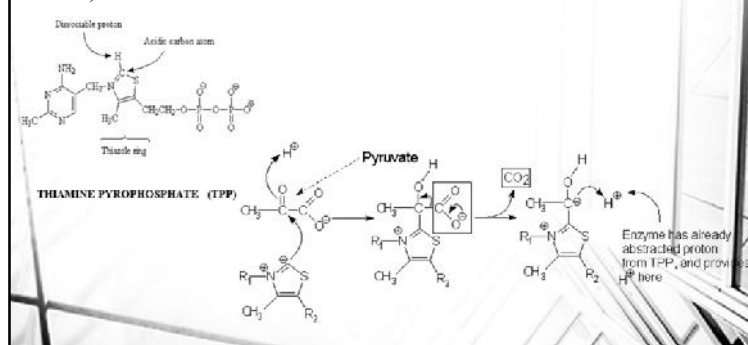
1. Các coenzym oxy hóa khử

1.2. Các coenzym oxy hóa khử khác

- Các porphyrin Fe²⁺ (coenzym hem): vận chuyển e nhờ khả năng biến đổi thuận nghịch giữa Fe²⁺ và Fe³⁺
- Là coenzym của cytochrom, enzym catalase, peroxidase, monooxygenase, dioxygenase
- Acid lipoic: acid béo, có 2 gốc -SH
- Tham gia vào phức hợp khử carboxyl oxy hóa của acid pyruvic và acid α-ceto glutaric

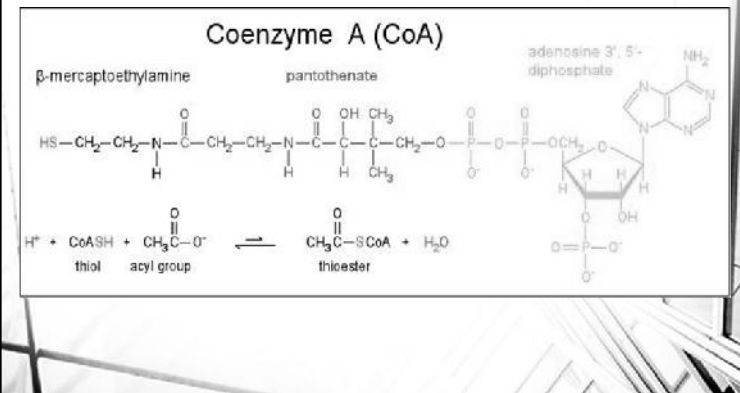
2. Các coenzym vận chuyển nhóm

- TPP (thiamin pyrophosphat): dẫn xuất của vitamin B1, vận chuyển nhóm CO₂
- Thiếu hụt vitamin B1 gây ảnh hưởng hệ TK ngoại biên (bệnh Beri-Beri)



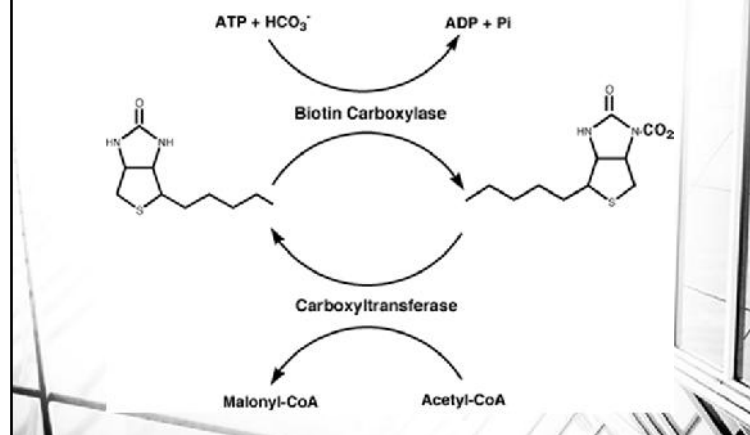
2. Các coenzym vận chuyển nhóm

- CoA: có vai trò trong chuyển hóa acid béo, thể ceton, acetat và các aa



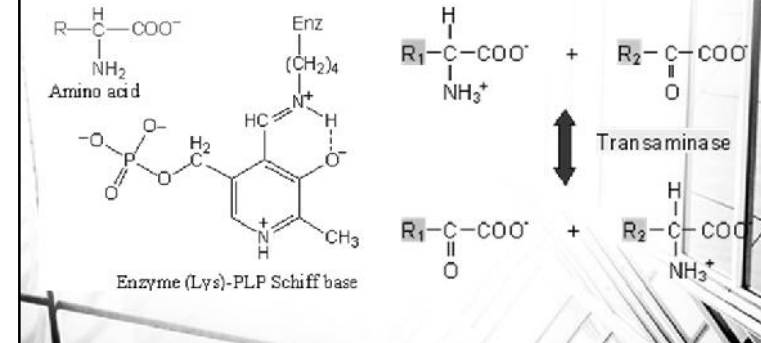
2. Các coenzym vận chuyển nhóm

- Biotin: coenzym carboxylase, xúc tác cho sự gắn nhóm CO₂



2. Các coenzym vận chuyển nhóm

- Pyridoxan phosphat: dẫn xuất vitamin B₆, coenzym của enzym trao đổi nhóm amin của acid α-amin cho acid α-ceton; ngoài ra là coenzym của enzym khử carboxyl

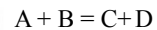


V. Cơ chế xúc tác của enzym

1. Sự biến thiên năng lượng tự do ($\Delta G < 0$)

Năng lượng tự do của 1 hệ thống tự là năng lượng có thể tạo ra công G

Một pưhh chỉ có thể xảy ra theo chiều năng lượng tự do giảm, biến chất có năng lượng tự do cao thành thấp



Tuy nhiên nhiều pư $\Delta G < 0$ nhưng pư vẫn chưa xảy ra vì vật chất có sức ỳ về mặt hóa học

V. Cơ chế xúc tác của enzym

2. Sức ỳ về mặt hóa học của vật chất

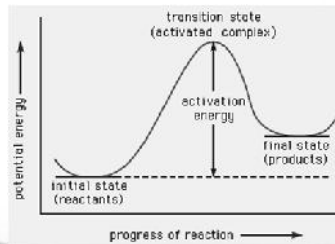
- Sức ỳ về mặt hóa học của vật chất là do các yếu tố sau:

- Yếu tố về entropy (sự chuyển động hỗn loạn của các phân tử vật chất)
- Lớp áo nước làm mất hoạt tính của cơ chất
- Hình thể không gian công kênh của cơ chất
- Sự sắp xếp chưa định hướng của các nhóm chức năng của enzym
- ❖ Để pưhh xảy ra:
 - Điều kiện cần: $\Delta G < 0$
 - Điều kiện đủ: cung cấp cho hệ thống phản ứng 1 NL để thắng sức ỳ về hóa học (năng lượng hoạt hóa)

V. Cơ chế xúc tác của enzym

3. Năng lượng hoạt hóa

- Năng lượng hoạt hóa là năng lượng cần thiết để nâng tất cả phân tử của 1 mol cơ chất ở 1 nhiệt độ nhất định lên trạng thái chuyển tiếp, ở đỉnh của hàng rào năng lượng, để pư enzym có thể xảy ra
- ở trạng thái chuyển tiếp, mỗi phân tử cơ chất có thể sẵn sàng tham gia vào sự tạo thành sản phẩm pư



V. Cơ chế xúc tác của enzym

4. Cơ chế tác dụng của enzym

- Cung cấp NL: tăng nhiệt độ làm tăng tương tác giữa các pư
- Hoạt động của enzym: giảm năng lượng hoạt hóa
- Cơ chế: E kết hợp với S tạo thành phức hợp E-S thông qua 2 bước:

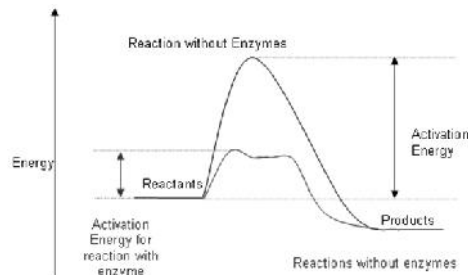


Phản ứng liên phân tử Phản ứng nội phân tử

Cả 2 pư này đều đòi hỏi năng lượng hoạt hóa thấp

V. Cơ chế xúc tác của enzym

4. Cơ chế tác dụng của enzym



VI. Động học enzym

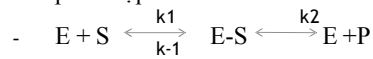
1. Tốc độ phản ứng enzym

- Định nghĩa: là lượng cơ chất bị biến đổi dưới tác dụng của enzym ấy ở nhiệt độ 25°C dưới các điều kiện chuẩn hóa
- Đơn vị tốc độ phản ứng (U hoặc IU): là lượng enzym làm biến đổi 1 μmol cơ chất thành sản phẩm trong 1' ở 25°C dưới các điều kiện đã chuẩn hóa
- Tốc độ ban đầu (v): tốc độ đầu tiên của pư, chưa bị ảnh hưởng bởi các yếu tố nhiệt độ, pH... đo hoạt độ enzym chính xác nhất ở tốc độ ban đầu (5' đầu của pư)
- Tốc độ cực đại (v_{max}): khi các pư enzym bão hòa về cơ chất thì pư đạt tốc độ tối đa

VI. Động học enzym

2. Thuyết Michealis – Menten

- Là giả thuyết về vai trò của nồng độ cơ chất trong việc hình thành phức hợp ES



PT Michealis – Menten: $v = V_{max} \frac{[S]}{K_M + [S]}$

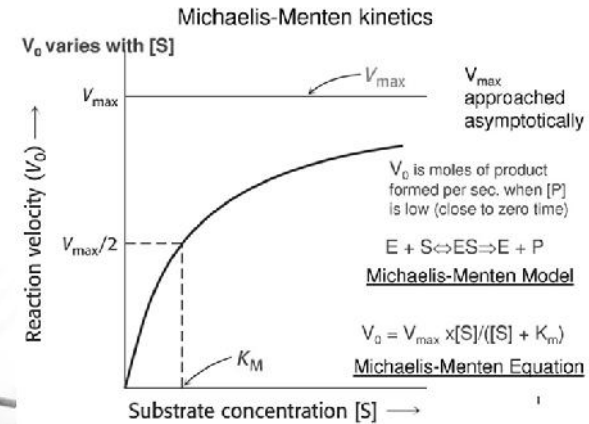
- $[S] \ll K_M$: $v = V_{max} \frac{[S]}{K_M}$

- $[S] = K_M$: $v = V_{max}/2$

- $[S] \gg K_M$: $v = V_{max}$

VI. Động học enzym

- PT đồ thị Michealis menten



VI. Động học enzym

- K_M : tổng hợp các hằng số tốc độ, giá trị bằng nồng độ S cần thiết để tốc độ pư bằng $1/2 V_{max}$

> Hằng số đặc trưng của mỗi E, thể hiện ái lực E-S

> K_M càng nhỏ: ái lực càng cao và ngược lại

> Muốn đạt V_{max} , ndộ S $\gg 100$ lần

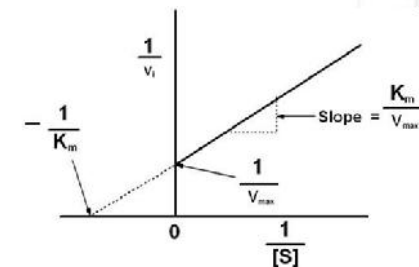
- V_{max} : số vòng quay của E, số phân tử S biến thành sp/ đv thời gian, E bão hòa cơ chất

VI. Động học enzym

- PT đồ thị Lineweaver – Burk:

V_{max} khó xđ, nghịch đảo PT Michealis menten:

$$\frac{1}{v} = \frac{K_M}{V_{max}} \frac{1}{[S]} + \frac{1}{V_{max}}$$



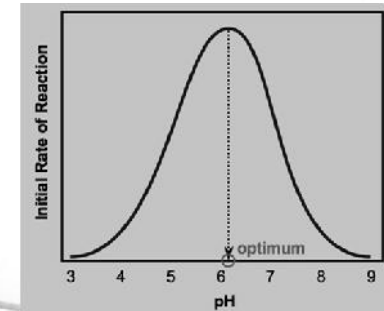
- Xđ K_M và V_{max}
- Xđ pH và t^o tối ưu
- Xđ chất ức chế

VII. Các yếu tố ảnh hưởng đến hoạt động của enzym

1. Nồng độ cơ chất
2. Nồng độ enzym
3. Nhiệt độ
 - To tăng \rightarrow v tăng
 - To tăng quá cao \rightarrow mất hoạt tính E (phụ thuộc: t_0 , thời gian tiếp xúc)
 - To tối ưu = thân nhiệt của cơ thể
 - E chịu nhiệt cao: taq

VII. Các yếu tố ảnh hưởng đến hoạt động của enzym

4. pH môi trường
 - E hoạt động ở giới hạn pH nhất định (7-8), pH tối ưu
 - PTN: kiểm soát pH bằng dd đệm



VII. Các yếu tố ảnh hưởng đến hoạt động của enzym

5. Chất hoạt hóa
 - Tăng tốc độ pr, E ko hđ \rightarrow hoạt động
 - Thường: phân tử nhỏ, ion
 - Cơ chế:
 - Tạo vị trí hoạt động (+), tác động vào S (-)
 - ổn định cấu hình và cấu trúc E, E dễ gắn S
 - Liên kết E-S hoặc coenzym – S
 - Tạo OXH hoặc khử

VII. Các yếu tố ảnh hưởng đến hoạt động của enzym

6. Chất ức chế

Chất kết hợp với E \rightarrow giảm hoặc mất hoạt tính E

 1. Ức chế cạnh tranh:
 - Chất ức chế có cấu trúc tương tự S \rightarrow cạnh tranh gắn TTHĐ
 - Sự ức chế thuận nghịch
 - Thoát ức chế: tăng nđ S
 - V_{max} không đổi nhưng K_m lớn hơn

VII. Các yếu tố ảnh hưởng đến hoạt động của enzym

6.2. Ức chế không cạnh tranh

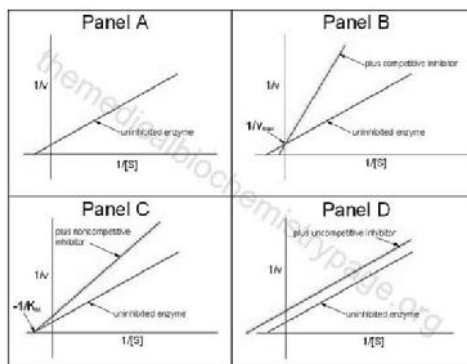
- Gắn vào E hoặc phức hợp ES
- Cơ chế:
- thay đổi cấu hình E \rightarrow thay đổi TTHĐ \rightarrow ko gắn S
- Gắn ES \rightarrow ko biến đổi S thành sp
- Tăng nồng độ S không ảnh hưởng đến sự gắn của chất ức chế
- Làm giảm V_{max} , K_m không đổi

VII. Các yếu tố ảnh hưởng đến hoạt động của enzym

6.3. Ức chế phi cạnh tranh

- Chất ức chế gắn vào ES thành phức hợp E-S-I, ko tạo sp
- Tăng nồng độ S \rightarrow tăng sự ức chế vì cung cấp nhiều ES
- Giảm V_{max} và giảm K_m

VII. Các yếu tố ảnh hưởng đến hoạt động của enzym



Tóm lại

- Định nghĩa E
- PL enzym thành 6 loại
- Cơ chế hđ: TTHĐ
- Cơ chế xúc tác của E: giảm NL hoạt hóa
- Động học E
- Các yếu tố ảnh hưởng đến hoạt động của E: 6 yếu tố