Proprietà degli Enzimi

Unità di attività enzimatica e dosaggio degli enzimi

Catal (kat, nel sistema SI): è la quantità di enzima che converte 1 mole di reagente nel prodotto in 1 secondo nelle condizioni di reazione standard (ottimali).

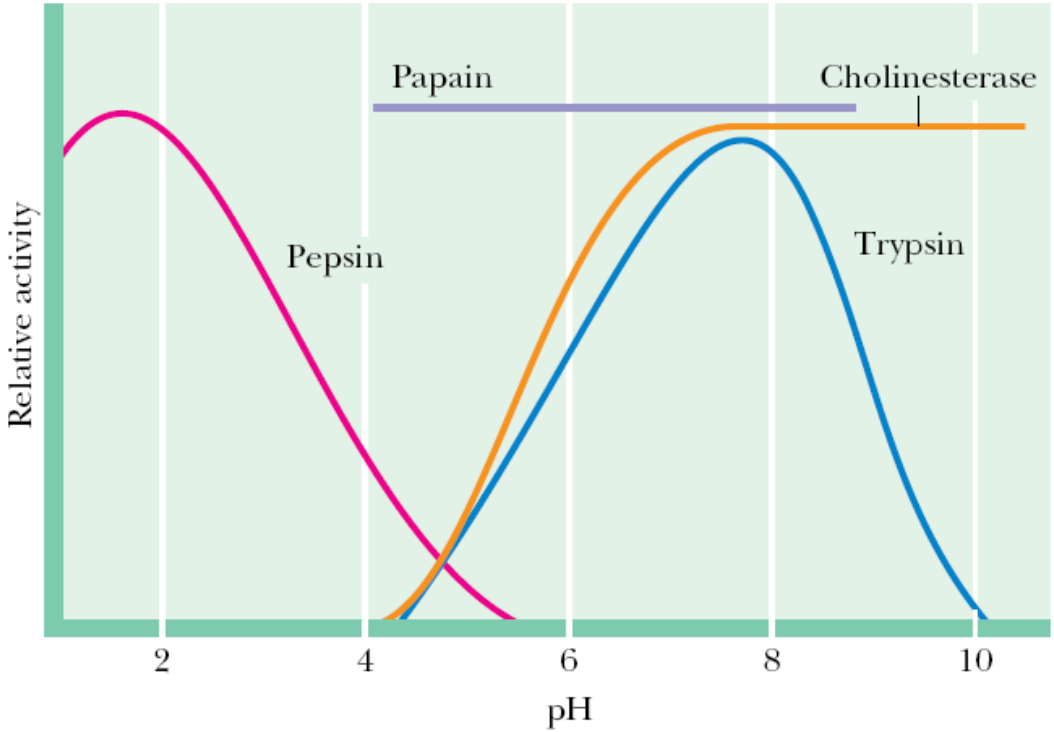
L'Unità internazionale (U o UI): corrisponde alla quantità di enzima che converte 1 μmole di reagente nel prodotto in 1 minuto, nelle condizioni di reazione standard (ottimali).

Poiché 1 μmole/min = 1,67 $\times 10^{-8}$ moli/s,
1U = 1,67 $\times 10^{-8}$ kat.

L'attività specifica: è il rapporto tra il numero di U o di kat e il volume che la contiene (U/mL) o la quantità totale di proteina espressa in milligrammi (U/mg).

Effetto del pH

L'attività enzimatica è influenzata dal pH. Ciò può derivare dai valori di pK_a del substrato e/o dell'enzima. Perciò il pH scelto e la selezione di un tampone appropriato sono fondamentali per i saggi di attività enzimatica.



Optimum pH of Some Enzymes	
Enzyme	Optimum pH
Pepsin	1.5
Catalase	7.6
Trypsin	7.7
Fumarase	7.8
Ribonuclease	7.8
Arginase	9.7

Amminoacidi nel sito catalitico o implicati nella stabilizzazione della conformazione nativa

Effetto della temperatura

Le reazioni enzimatiche, come le reazioni chimiche, dipendono dalla temperatura; tuttavia, ad una determinata soglia, il moto di agitazione termica denatura l'enzima

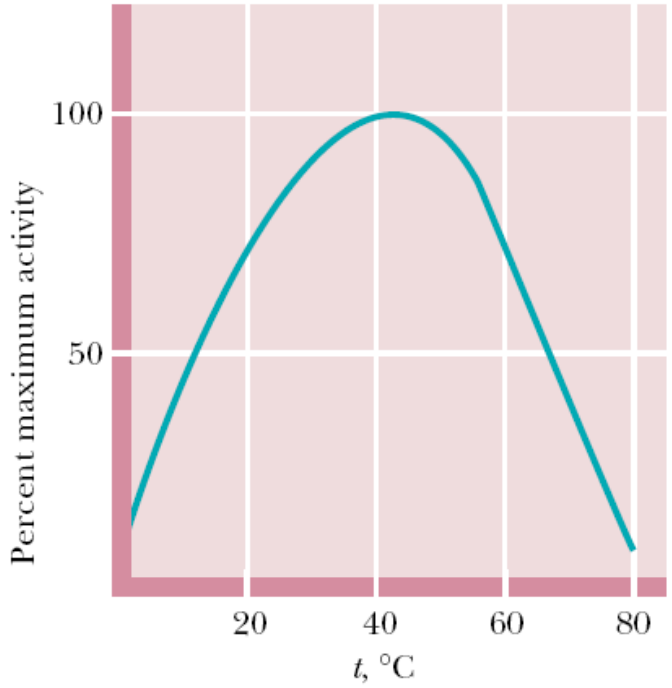


FIGURE 14.12 • The effect of temperature on enzyme activity. The relative activity of an enzymatic reaction as a function of temperature. The decrease in the activity above 50°C is due to thermal denaturation.

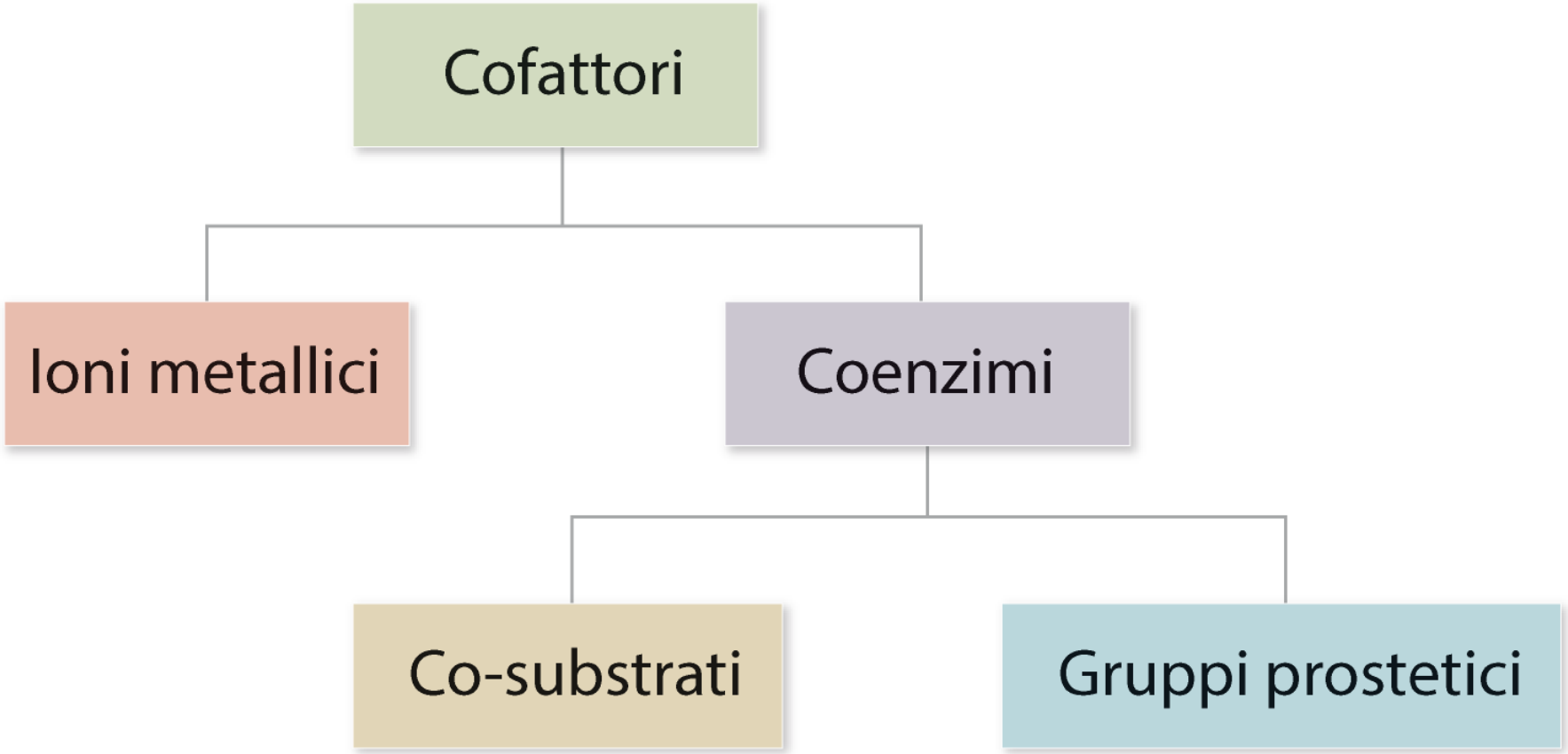
Gli enzimi, come le altre proteine, sono classificati come **semplici (se costituite esclusivamente da amminoacidi)** o **coniugati (se contengono metalli o composti organici)**. Nel loro complesso, gli elementi non amminoacidici che si aggiungono alla porzione proteica di un enzima coniugato vengono detti **cofattori.**

La maggior parte dei cofattori organici, i **coenzimi**, sono derivati di vitamine solubili in acqua.

Gli ioni metallici sono i più comuni **cofattori inorganici**. Gli enzimi la cui forma attiva comprende uno o più metalli saldamente legati alla matrice proteica (Fe^{2+}, Fe^{3+}, Cu^{2+}, Cu^{+}, Zn^{2+}, Mn^{2+}, Co^{3+} o Mo^{3+}) sono detti metalloenzimi (un terzo degli enzimi conosciuti).

Gli enzimi attivati da metalli (Na^{+}, K^{+}, Mg^{2+} o Ca^{2+}) richiedono solo un legame debole di questi.

I cofattori ampliano il range delle reazioni enzimatiche



APOENZIMA (Enzima – cofattore)

OLOENZIMA (Enzima + cofattore)

Coenzimi e Gruppi prostetici

Se i cofattori organici si legano reversibilmente all'enzima, sono detti coenzimi (p.e., NAD, FAD).

Se i cofattori organici sono legati permanentemente all'enzima, sono indicati come gruppi prostetici (p.e., eme)

Esempi di enzimi e loro cofattori

Beriberi

Pellagra

Anemia perniciosa

TABLE 8.2 Enzyme cofactors

Cofactor	Enzyme
Coenzyme	
Thiamine pyrophosphate	Pyruvate dehydrogenase
Flavin adenine nucleotide	Monoamine oxidase
Nicotinamide adenine dinucleotide	Lactate dehydrogenase
Pyridoxal phosphate	Glycogen phosphorylase
Coenzyme A (CoA)	Acetyl CoA carboxylase
Biotin	Pyruvate carboxylase
5′-Deoxyadenosyl cobalamin	Methylmalonyl mutase
Tetrahydrofolate	Thymidylate synthase
Metal	
Zn^{2+}	Carbonic anhydrase
Zn^{2+}	Carboxypeptidase
Mg^{2+}	*Eco*RV
Mg^{2+}	Hexokinase
Ni^{2+}	Urease
Mo	Nitrate reductase
Se	Glutathione peroxidase
Mn^{2+}	Superoxide dismutase
K^{+}	Propionyl CoA carboxylase

COFATTORI organici e vitamine

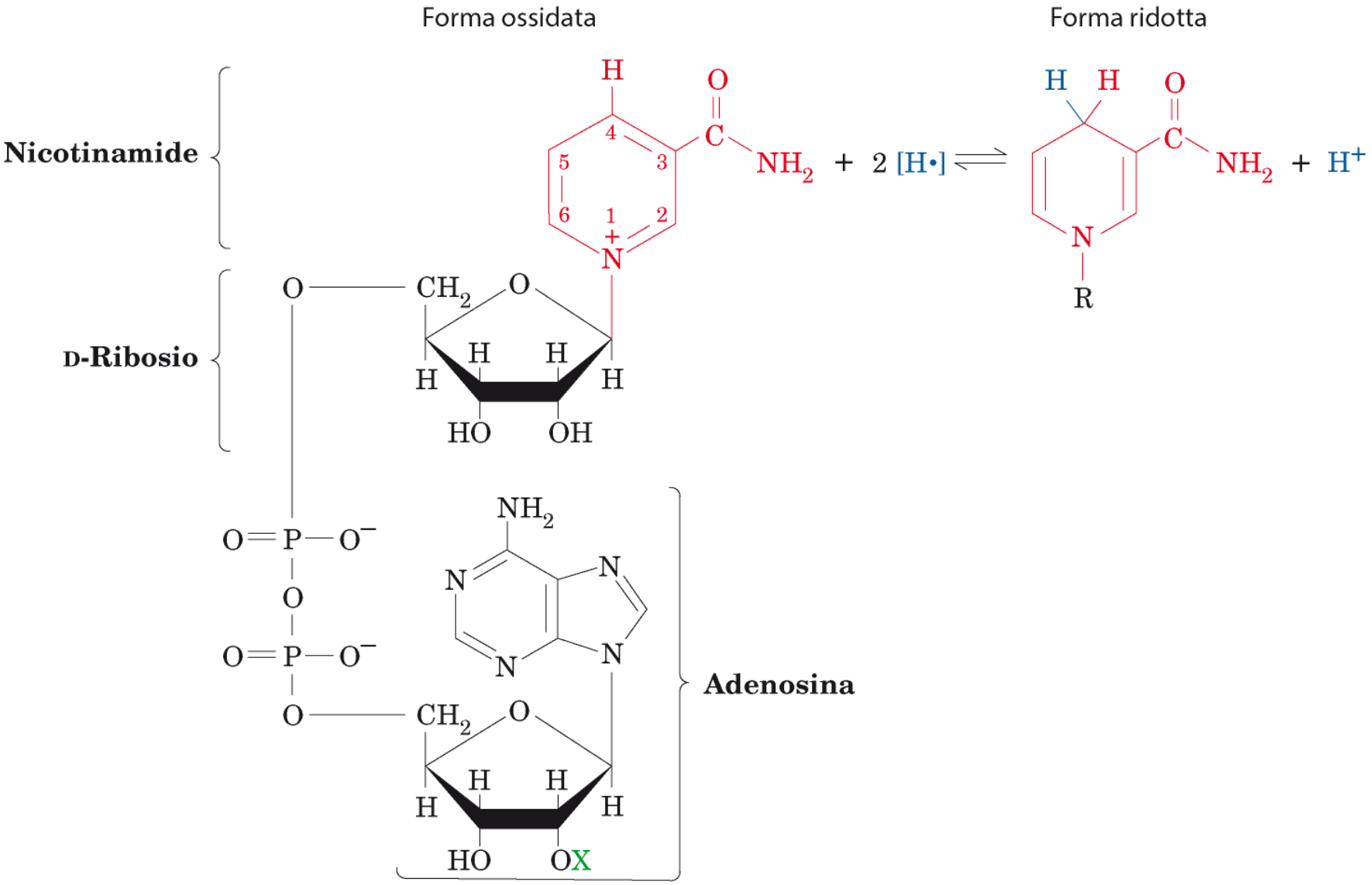
Nicotinammide adenin dinucleotide (NAD) niacina (vit B_3)
Flavin adenin dinucleotide (FAD) riboflavina (vit B_2)

Coenzima A (CoA) acido pantotenico (vit B_5)
Tiamina pirofosfato (TPP) tiamina (vit B_1)
Piridossal fosfato (PLP) piridossina (vit B_6)
Biotina (vit B_7)
Cobalamina (vit B_{12})
Tetraidrofolato (THF) acido folico (vit B_9)

Cofattori.pdf

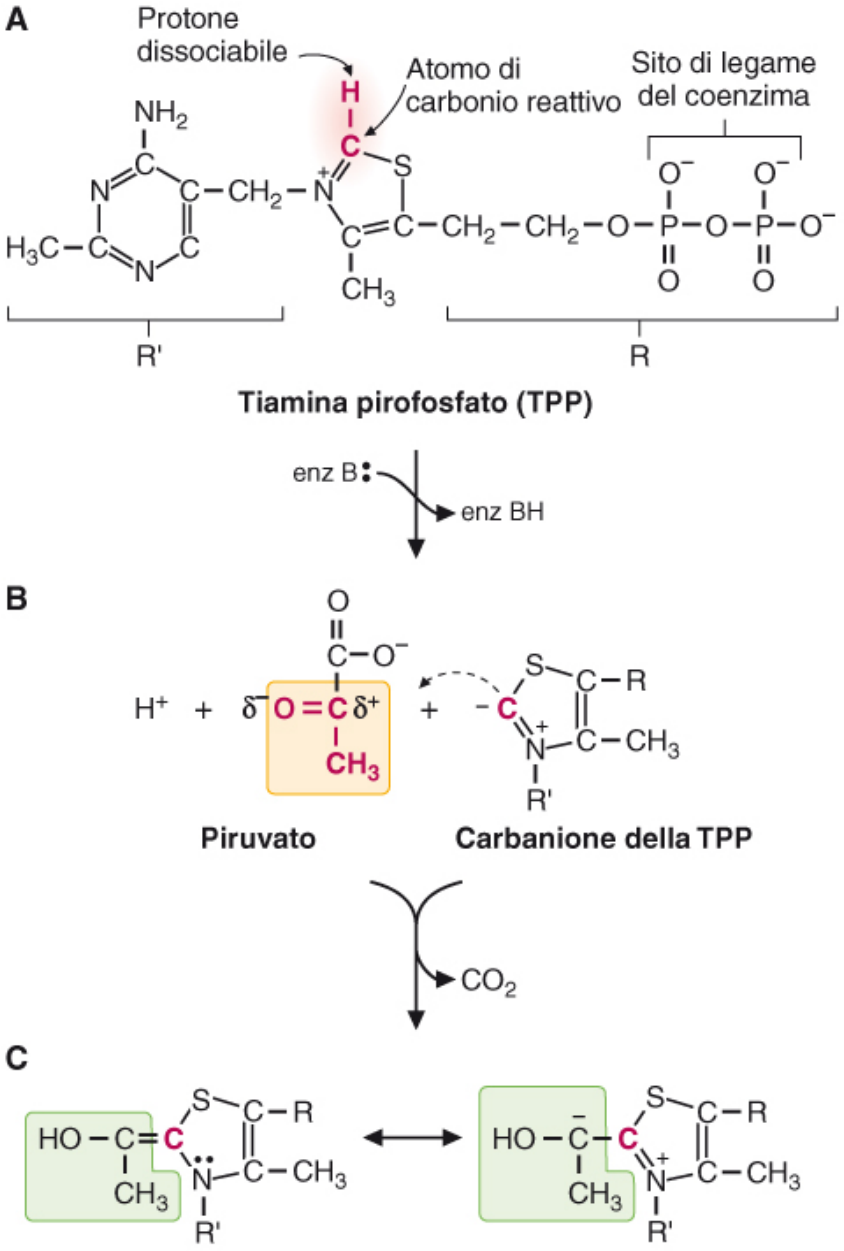
Coenzima	Precursore	Funzione	Enzimi
Tiamina pirofosfato (TPP)	Tiamina (vitamina B1)	Trasporto gruppo aldeidico attivato; decarbossilazione alfa-chetoacidi	Piruvico deidrogenasi; Piruvico decarbossilasi
FAD e FMN	Riboflavina (vitamina B2)	Traferimento di atomi di H (reazioni redox)	Piruvico deidrogenasi; Succinico deidrogenasi
NADP e NADP	Acido nicotinico (vitamina B3)	Traferimento di atomi di H (reazioni redox)	Piruvico deidrogenasi; Lattico deidrogenasi; Glucosio-6-fosfato deidrogenasi
Coenzima A	Acido pantotenico (vitamina B5)	Attivazione e trasporto di gruppi acile e acetile	Piruvico deidrogenasi

Struttura e reazione del NAD(P)$^+$

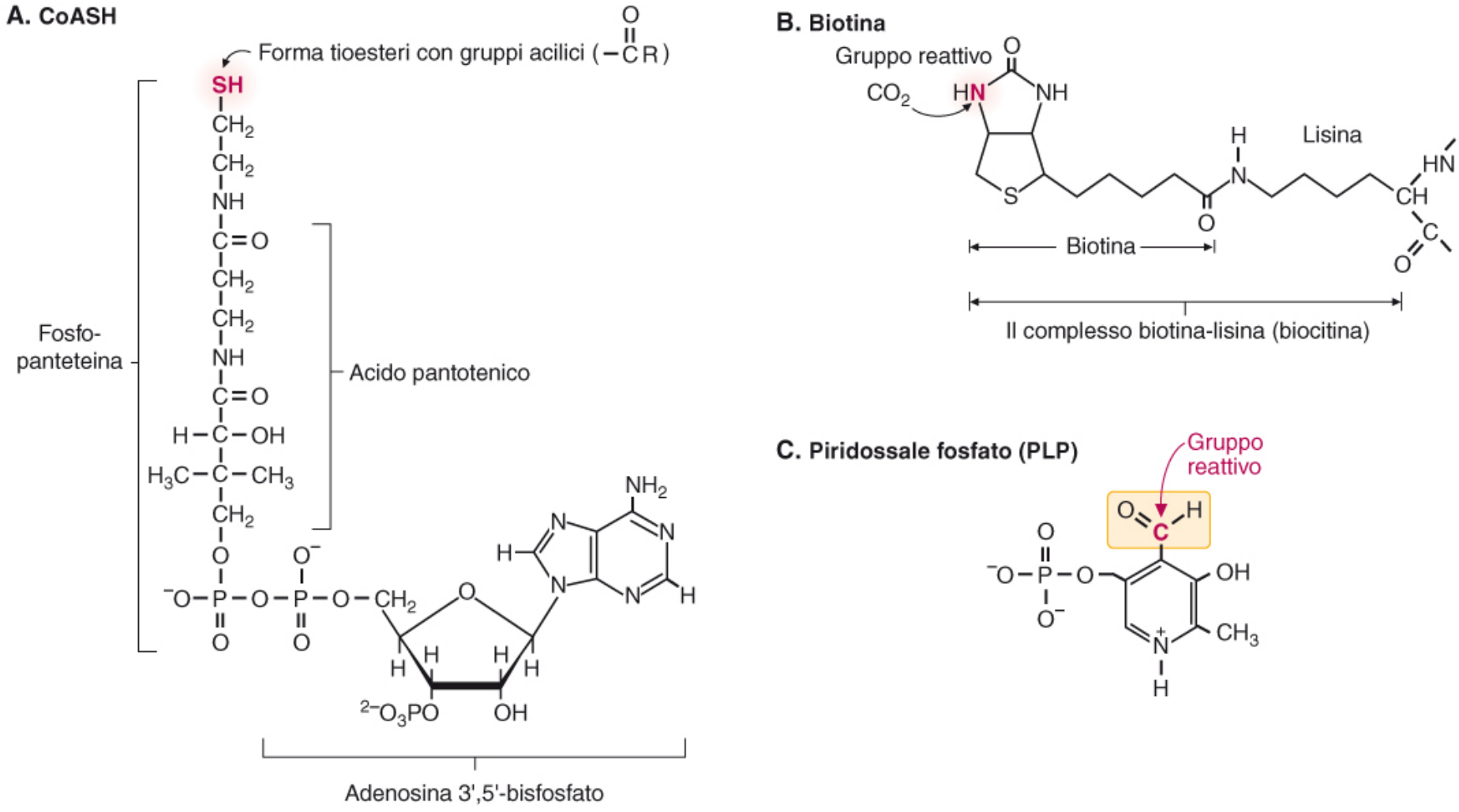


X = H **Nicotinamide adenina dinucleotide (NAD^+)**

X = PO_3^{2-} **Nicotinamide adenina dinucleotide fosfato ($NADP^+$)**



M. Lieberman **Marks Biochimica medica** Copyright 2010 C.E.A. Casa Editrice Ambrosiana



M. Lieberman **Marks Biochimica medica** Copyright 2010 C.E.A. Casa Editrice Ambrosiana

Le proprietà generali degli enzimi

Punto di verifica

- Quali proprietà consentono di distinguere gli enzimi dagli altri catalizzatori?
- Descrivete come sono classificati e nominati i diversi enzimi.
- Quali sono i fattori che influenzano la specificità per il substrato di un enzima?
- Per quale motivo i cofattori sono necessari per determinate reazioni enzimatiche?
- Qual è la correlazione tra cofattori, coenzimi e gruppi prostetici?