

# VITAMINE

Molti enzimi richiedono per la loro funzione catalitica un cofattore non proteico, costituito o da una molecola organica (coenzima) o da un componente inorganico (ione metallico).

## **COFATTORE**

- partecipa direttamente alla catalisi
- serve come trasportatore di un gruppo funzionale

I coenzimi derivano dalle vitamine. Le vitamine sono richieste nella dieta in mg o  $\mu\text{g}$ . Oggi si conoscono 14 vitamine.

Sono divise in 2 classi:

### ***idrosolubili:***

tiamina (B1), riboflavina (B2), acido nicotinico (B3), acido pantotenico, piridossina (B6), biotina, acido folico, vit. B12, acido ascorbico (C)

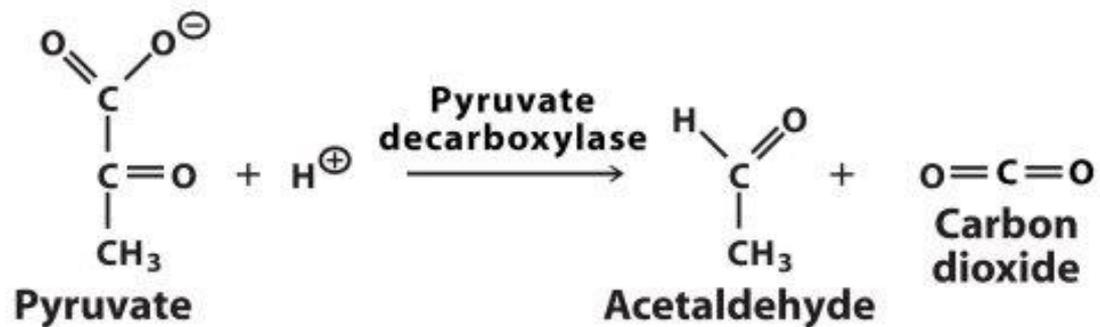
### ***liposolubili:***

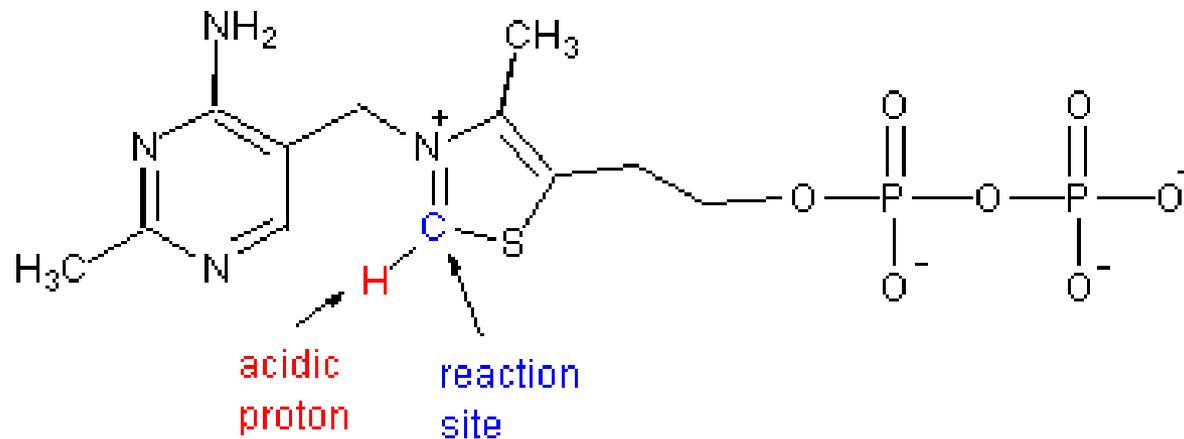
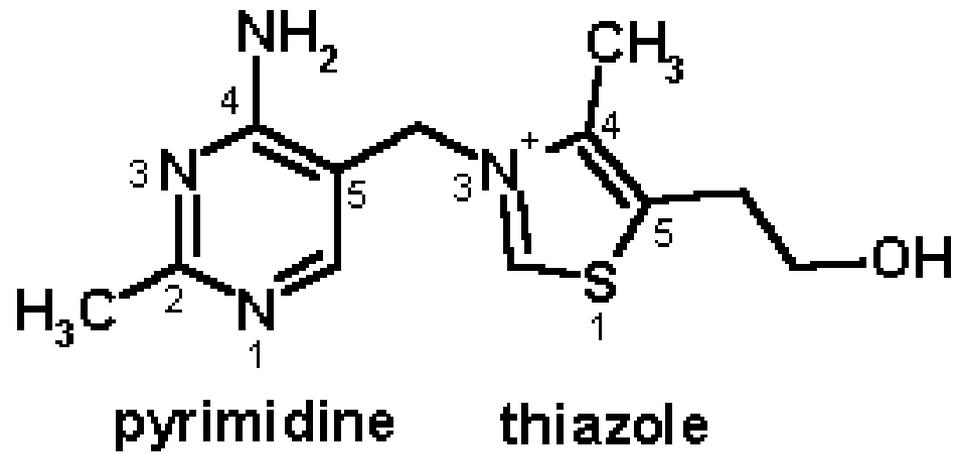
A, D, E, F, K

# TIAMINA (B1)

E' necessaria nella dieta della maggior parte dei vertebrati.

Nei tessuti animali è presente come tiamina pirofosfato (TPP), la sua forma coenzimatica. Funziona come coenzima nelle reazioni di decarbossilazione ossidativa del piruvato e dell'  $\alpha$ -chetoglutarato (ciclo di Krebs). Queste reazioni hanno un ruolo cruciale nel metabolismo energetico e sono molto importanti per i tessuti del sistema nervoso.





**Coenzima: Tiamina pirofosfato (TPP)**

Vit B1: nei legumi e nei cereali, nel fegato, nel rene, nel cervello e nell'intestino degli animali, lievito di birra.

Carenza di tiamina:

La tiamina è poco immagazzinata nell'organismo, per cui la sua mancanza nella dieta dà problemi metabolici, in particolare a livello del metabolismo dei carboidrati. Diminuzione della produzione di ATP e conseguente compromissione delle funzioni cellulari.

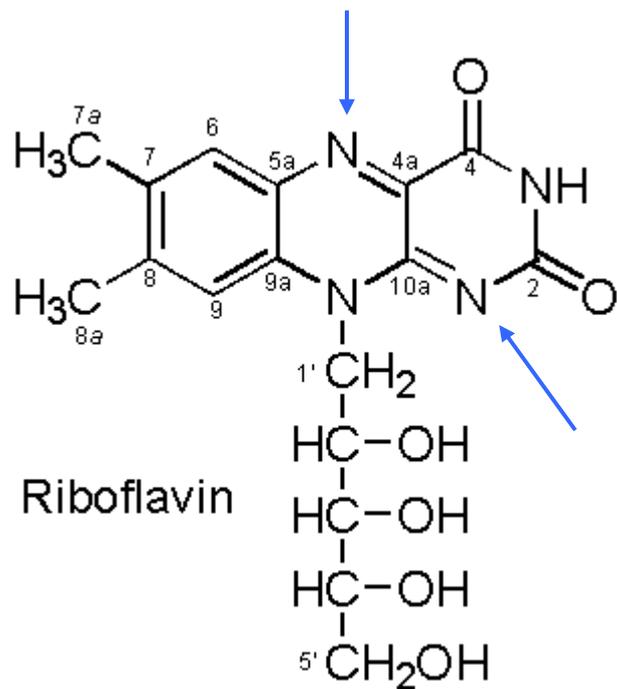
La carenza cronica di tiamina provoca alterazioni del sistema nervoso accompagnate anche da problemi cardiovascolari e gastrointestinali che vanno sotto il nome di **beri-beri** (problema ancora presente in alcune popolazioni dell'Asia Orientale facenti uso di riso brillato). Altre sindromi da carenza di tiamina sono particolarmente diffuse tra gli alcolisti, in quanto l'assunzione di alcool fa diminuire l'assorbimento di questa vitamina.

## RIBOFLAVINA ( B2)

E' un componente di 2 coenzimi: flavin mononucleotide (**FMN**) e flavin adenin dinucleotide (**FAD**). Funzionano come gruppi prostetici saldamente legati di una classe di proteine note come flavo-proteine o flavin deidrogenasi. Funziona come trasportatore di una coppia di atomi di idrogeno rimossi dalla molecola di substrato.

La riboflavina, in natura, è abbondantemente presente. Si trova nelle verdure, nel lievito e soprattutto nel latte, nel fegato, nel cuore, nel rene e nell'albume dell'uovo.

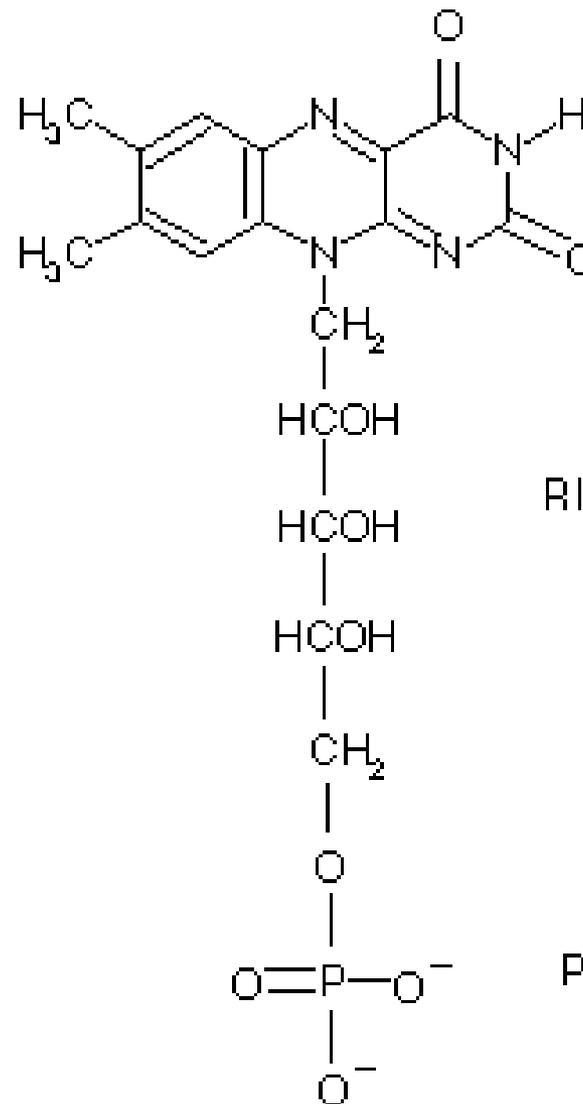
La riboflavina è coinvolta in reazioni metaboliche che possono riguardare anche altre vitamine. Di conseguenza una carenza di riboflavina può portare ad una carenza di altre vitamine.



Riboflavin

## RIBOFLAVINA

Gli atomi di azoto 1 e 5 legano gli idrogeni in FMNH<sub>2</sub>

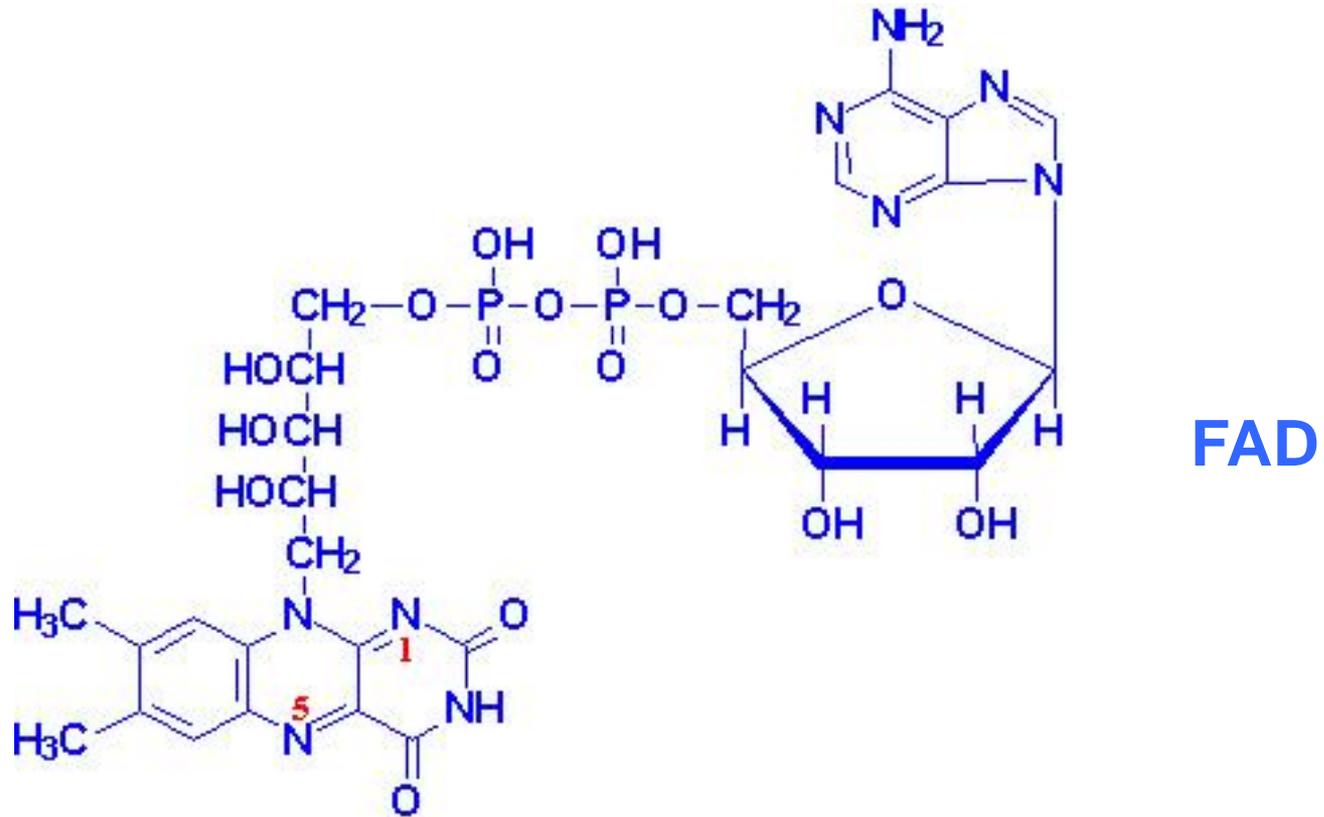


ISOALLOXAZINE

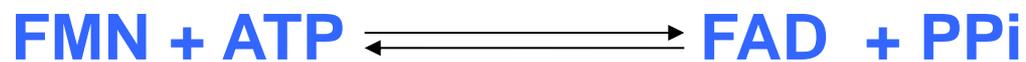
RIBITOL

PHOSPHATE

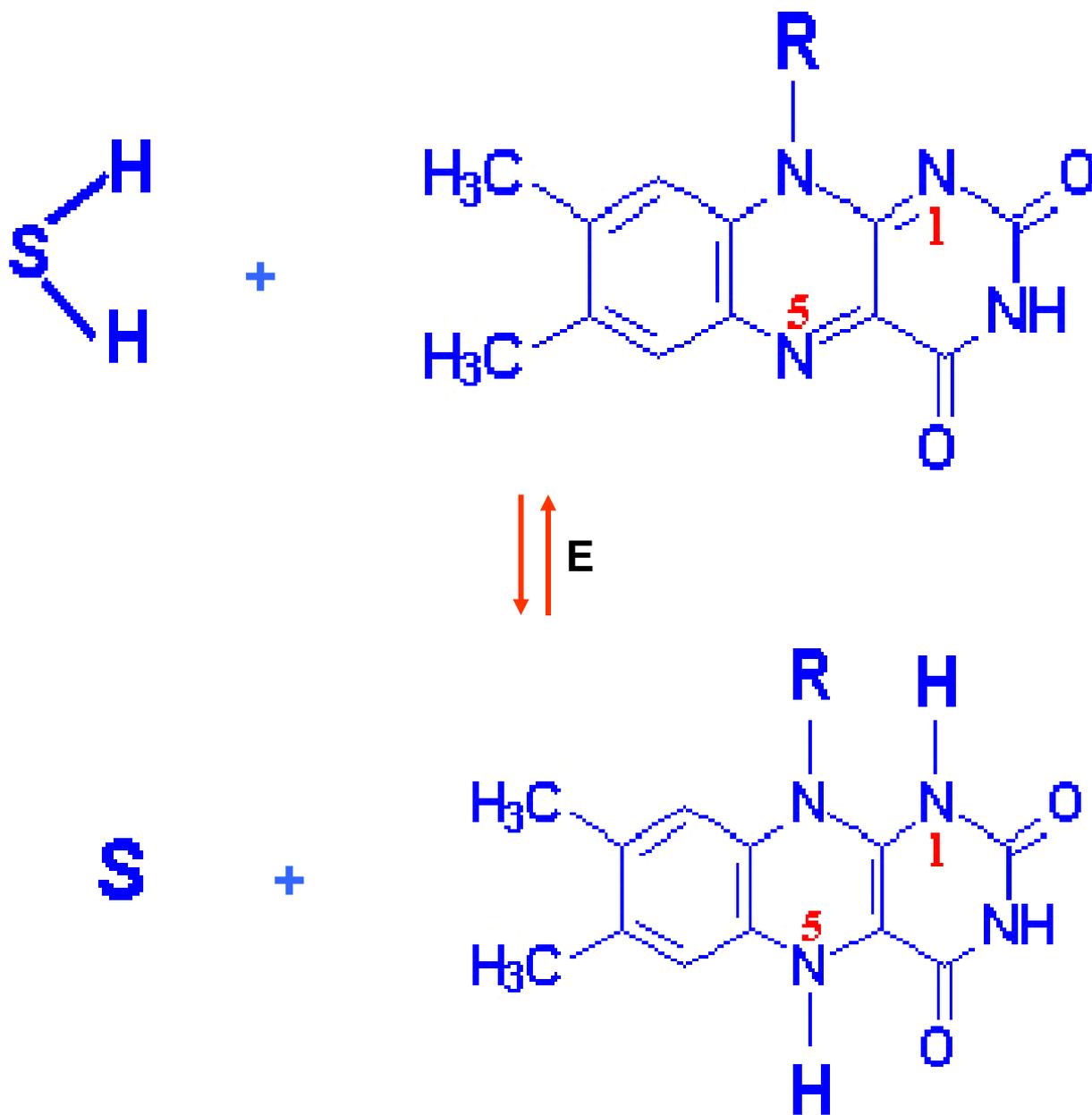
## FMN



Gli atomi di azoto 1 e 5 legano gli idrogeni in  $\text{FADH}_2$



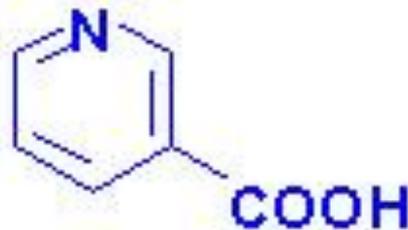
I coenzimi FAD e FMN sono noti come nucleotidi flavinici



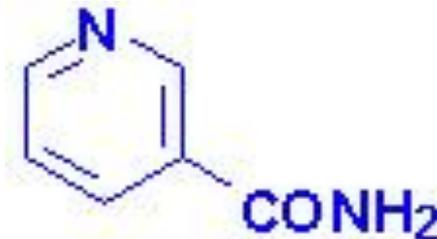
# NIACINA (B3 o PP)

Questa vitamina si trova nella carne, nel lievito di birra e nei cereali.

Niacina: acido nicotinico e nicotinammide. La nicotinammide è un componente dei due coenzimi nicotinammide adenin dinucleotide (**NAD**) e nicotinammide adenin dinucleotide fosfato (**NADP**). Questi coenzimi si trovano in forma ossidata (**NAD<sup>+</sup>** e **NADP<sup>+</sup>**) e ridotta (**NADH** e **NADPH**). La nicotinammide serve come trasportatore di uno ione idruro che è rimosso da una molecola di substrato mediante l'azione di deidrogenasi. Si conoscono molte deidrogenasi; alcune richiedono NAD e altre NADP. Questi coenzimi si legano debolmente all'enzima e diffondono facilmente da un enzima ad un altro, funzionando come trasportatori di elettroni da un metabolita ad un altro.



**Ac. nicotinico**

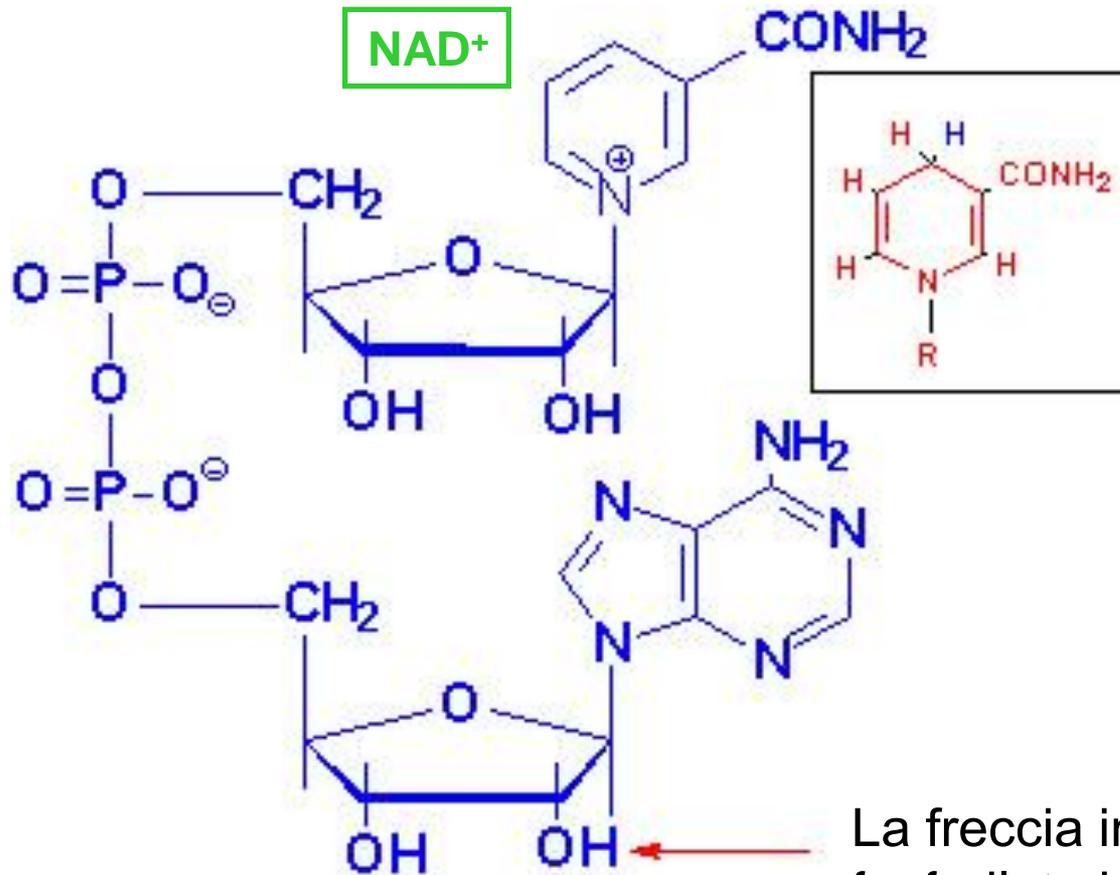


**nicotinammide**

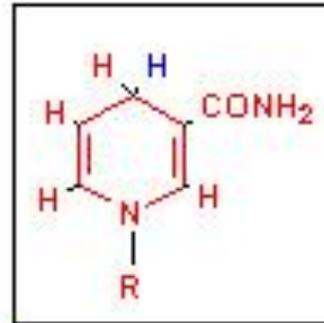
**NIACINA**

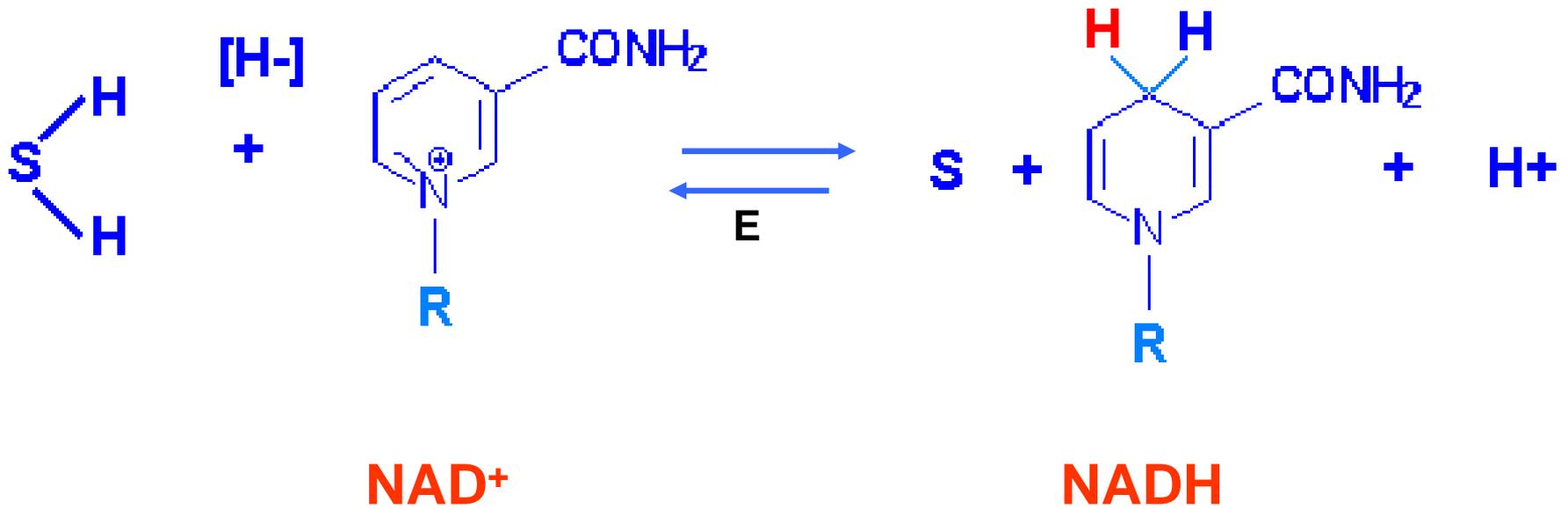
La sua deficienza nella dieta causa una malattia nota come **pellagra**, che riguarda la pelle, il tratto gastrointestinale e il SNC. I sintomi della pellagra si succedono in progressione: dermatite, diarrea, demenza. Se non viene curata porta a morte.

# nicotinammide adenin dinucleotide



Nel box **NADH**

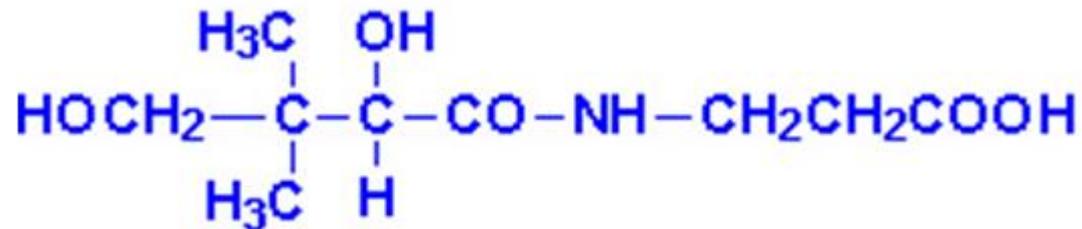




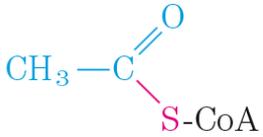
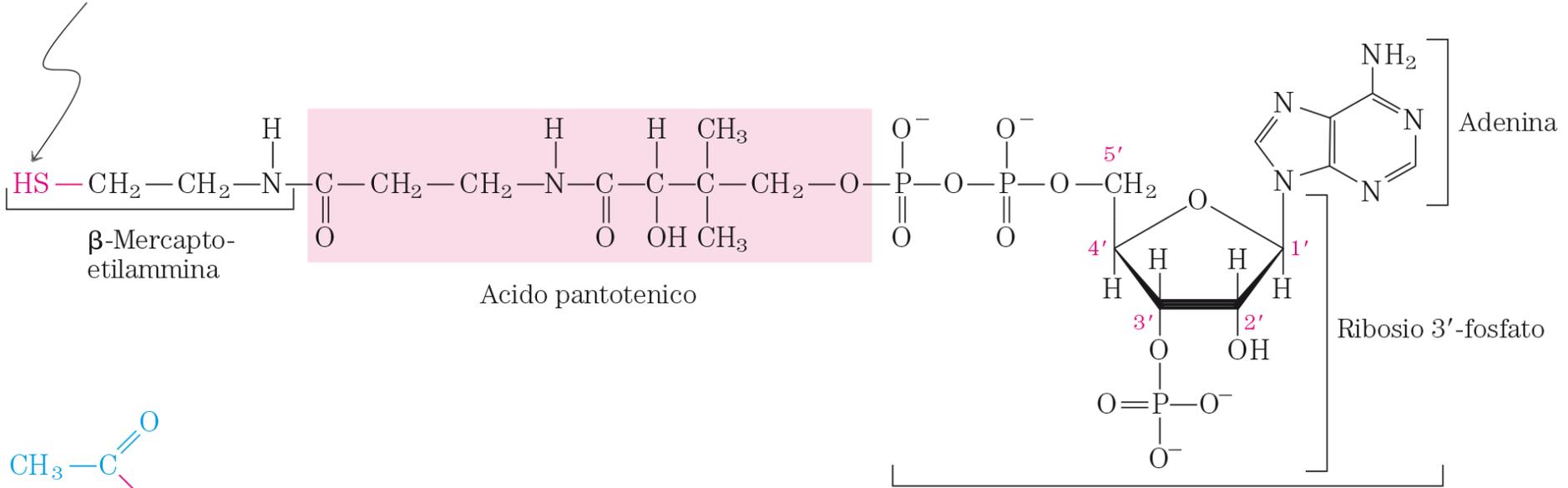
**I coenzimi NAD e NADP sono noti come nucleotidi piridinici**

## ACIDO PANTOTENICO (B5)

E' stato trovato in tutte le piante e tessuti animali e anche in alcuni microorganismi. Le fonti principali sono le uova, il fegato e il lievito. E' un componente del coenzima A (CoA o CoA-SH) che è un trasportatore transitorio di gruppi acili. La molecola di CoA ha un gruppo -SH a cui si legano covalentemente i gruppi acili per formare tioesteri durante le reazioni di trasferimento. L'acido pantotenico è molto diffuso in natura. Non è possibile avere un quadro preciso degli effetti della sua carenza perché si accompagnano a stati di denutrizione e di ipovitaminosi.



Gruppo tiolico reattivo



Acetil-CoA

**Coenzima A**

**CoA-SH**

## VITAMINE

VITAMINA	FONTI	FUNZIONI NELL'ORGANISMO	SINTOMI DA CARENZA
Vitamine idrosolubili			
<b>Colina</b>	tuorlo d'uovo, fegato, fagioli, piselli, cereali	componente dei fosfolipidi; necessaria per il funzionamento delle cellule nervose	non osservati negli esseri umani
<b>Vitamina C (acido ascorbico)</b>	verdure verdi, agrumi, fragole, cavolini di Bruxelles, altri frutti e verdure	serve alla formazione del collagene e delle ossa; cofattore enzimatico; blocca gli effetti tossici dell'ossigeno	scorbuto (emorragie alle gengive e sottocutanee; pelle ruvida; non cicatrizzazione delle ferite); degenerazioni ossee
<b>Niacina</b>	latte, carne, cereali e verdure amidacee	cofattore di enzimi che partecipano alle reazioni di scambio di elettroni	ulcerazioni alla pelle; diarrea; turbe psichiche; irritabilità
<b>Acido pantotenico</b>	molto diffuso negli alimenti	essenziale per il metabolismo energetico	osservati raramente
<b>Vitamina B<sub>6</sub> (piridossina)</b>	cereali integrali, verdure, carni	cofattore di enzimi che partecipano al metabolismo degli aminoacidi	irritazioni alla pelle; attività cerebrale anormale
<b>Vitamina B<sub>2</sub> (riboflavina)</b>	latte, carne, verdure, cereali integrali	cofattore di enzimi che partecipano al metabolismo energetico	screpolature ai lati della bocca; fotosensibilità
<b>Vitamina B<sub>1</sub> (tiamina)</b>	latte, latticini, frutta, pane, verdura	cofattore di enzimi che rimuovono anidride carbonica, da intermedi metabolici	beriberi (paralisi, gonfiore, insufficienza cardiaca); turbe psichiche
<b>Acido folico</b>	frutta, verdure, cereali	cofattore di enzimi che partecipano al metabolismo degli aminoacidi e degli acidi nucleici	anemia; diarrea
<b>Biotina</b>	molto diffusa negli alimenti	componente di molti enzimi che intervengono nel metabolismo	non osservati negli esseri umani
<b>Vitamina B<sub>12</sub></b>	carne e latticini	cofattore di enzimi che intervengono nel metabolismo degli acidi nucleici	anemia; degenerazione delle cellule nervose