

# 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

**Tabella 15.2** Fabbisogni vitaminici e sintomi da carenza

Vitamine idrosolubili	Richiesta giornaliera	Sintomo di deficit
B <sub>1</sub> Tiamina	1,4 mg	Polineurite (beri-beri)
B <sub>2</sub> Riboflavina	1,7 mg	Dermatite
Niacina	18 mg (sintesi nell'organismo dal triptofano)	Pellagra
Acido pantotenico	7 mg	Parestesie e crampi delle estremità
Folacina	0,4 mg	Anemia megaloblastica
Pteridina (biopterina)	Sintesi nell'organismo	–
B <sub>6</sub> Piridossina	2,2 mg	Dermatite, disturbi psichici
B <sub>12</sub> Cobalamina	Sintesi attraverso i batteri intestinali	Anemia perniciosa, neuropatie
C Acido ascorbico	60 mg	Scorbuto
H Biotina	0,15 mg (sintesi attraverso i batteri intestinali)	Dermatite

# TIAMINA (B1)

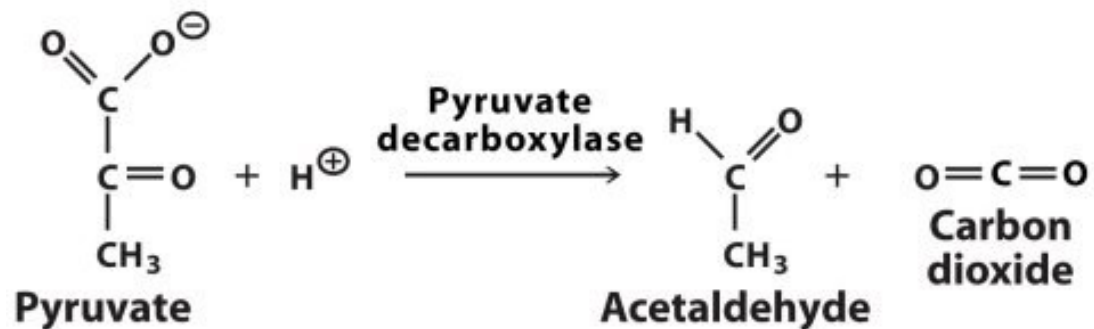
È necessaria nella dieta della maggior parte dei vertebrati.

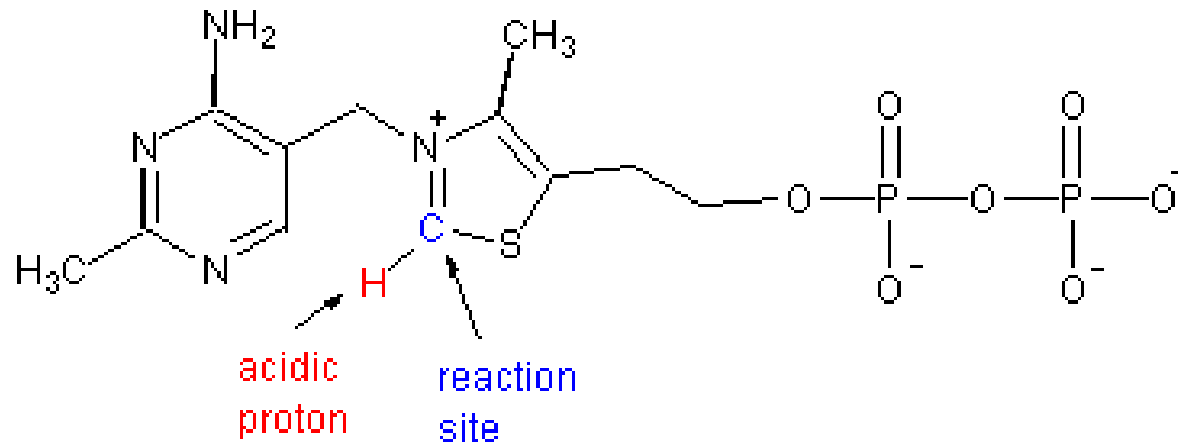
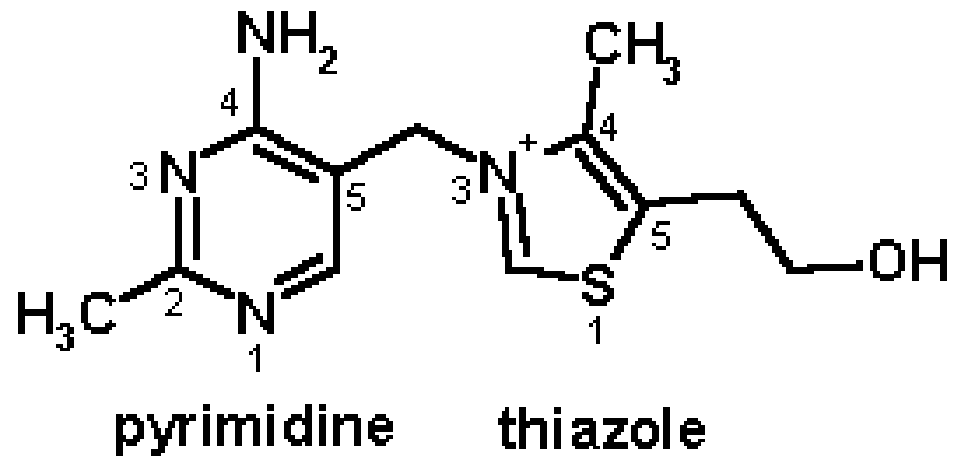
Fonti: Le più importanti fonti di vitamina B1 sono rappresentate dai cereali integrali e dai prodotti derivati dalle loro farine (pasta, riso, pane e prodotti da forno di vario tipo, ma sempre integrali), dal germe di grano, dal lievito di birra e dalla carne di maiale, seguiti dal pesce di mare e d'acqua dolce (tonno, trota ecc.) e da altri prodotti ittici (cozze ecc.).

# TIAMINA (B1)

Nei tessuti animali è presente come tiamina pirofosfato (TPP), la sua forma coenzimatica.

È il coenzima di uno degli enzimi che prendono parte alla via del pentosofosfato e di complessi multienzimatici che catalizzano la decarbossilazione ossidativa di dell'acido piruvico e dell'acido  $\alpha$ -chetoglutarico, reazioni di grande importanza per il metabolismo energetico, in particolare per i tessuti del sistema nervoso.





**Coenzima: Tiamina pirofosfato (TPP)**

## 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.

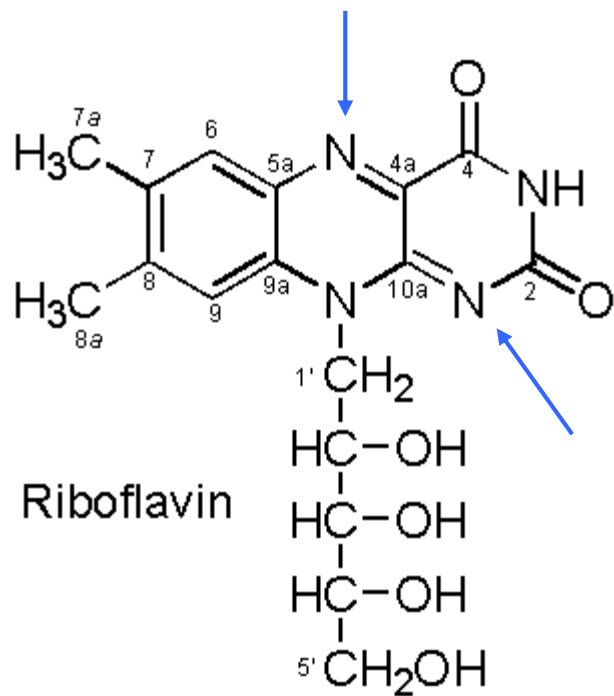
La carenza cronica di tiamina provoca alterazioni del sistema nervoso accompagnate anche da problemi cardiovascolari e gastrointestinali che vanno sotto il nome di **beri-beri** (problema ancora presente in alcune popolazioni dell'Asia Orientale facenti uso di riso brillato). Altre sindromi da carenza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

## RIBOFLAVINA ( B2)

Fonti: latte e i suoi derivati, uova, lievito di birra, vegetali a foglia verde e fegato.

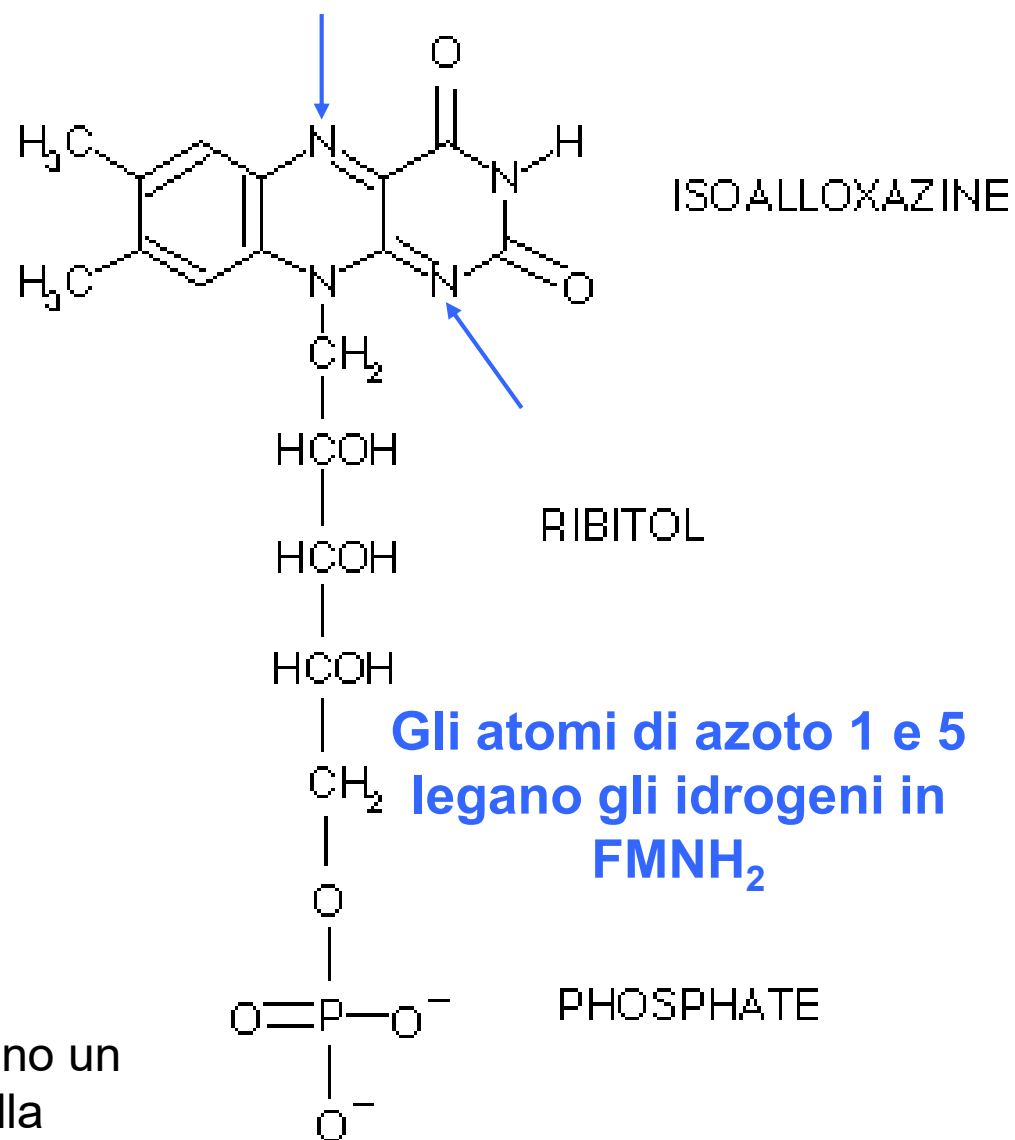
È un componente di 2 coenzimi: flavin mononucleotide (**FMN**) e flavin adenin dinucleotide (**FAD**). Funzionano come gruppi prostetici saldamente legati di una classe di proteine note come flavo-proteine o flavin deidrogenasi. Funziona come trasportatore di una coppia di atomi di idrogeno rimossi dalla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

La riboflavina 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.



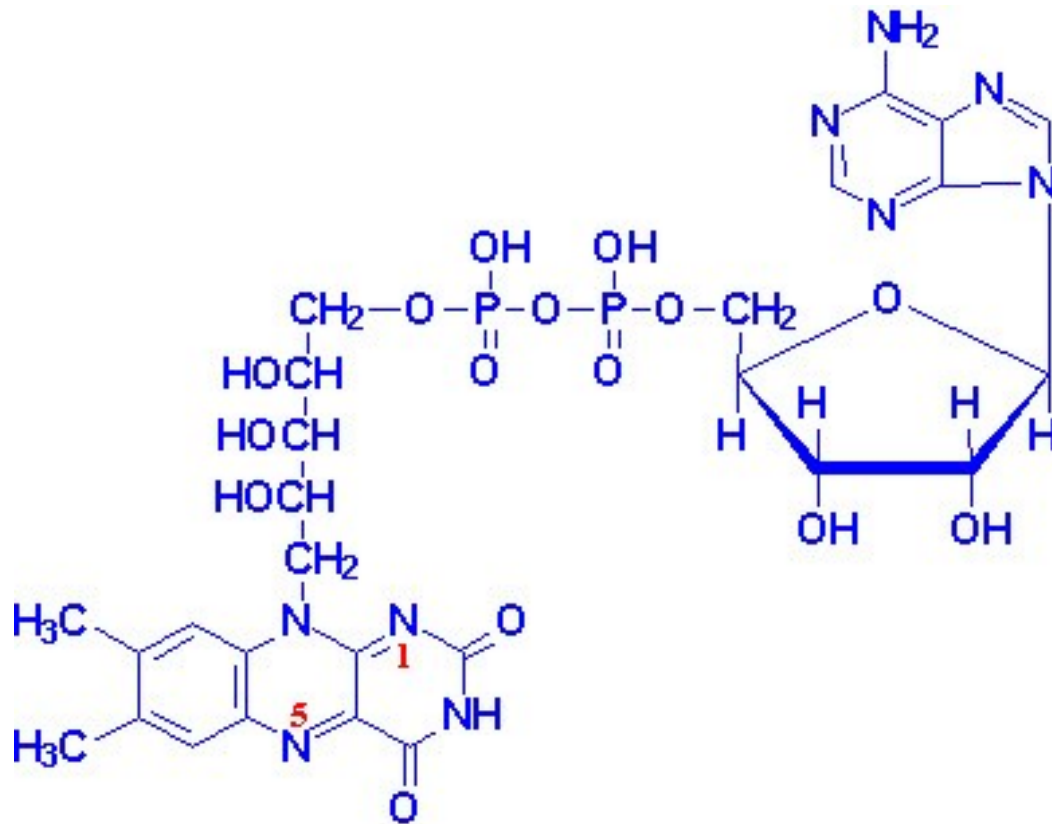
## RIBOFLAVINA

Le flavine (dal latino flavus, giallo), sono un gruppo di composti organici basati sulla isoallossazina.



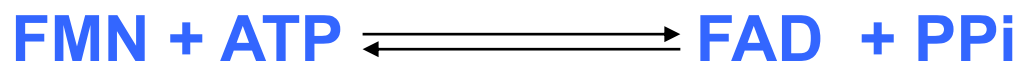
## FMN



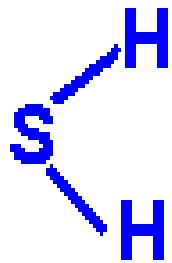


**FAD**

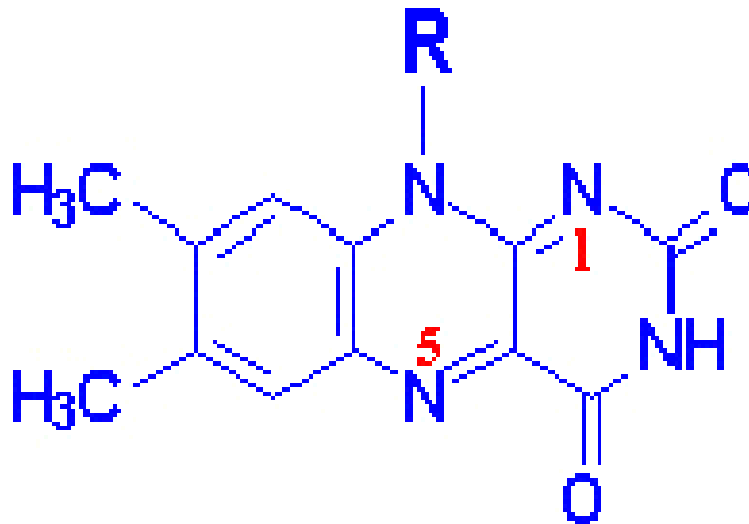
**Gli atomi di azoto 1 e 5 legano gli idrogeni in FADH<sub>2</sub>**



**I coenzimi FAD e FMN sono noti come nucleotidi flavinici**



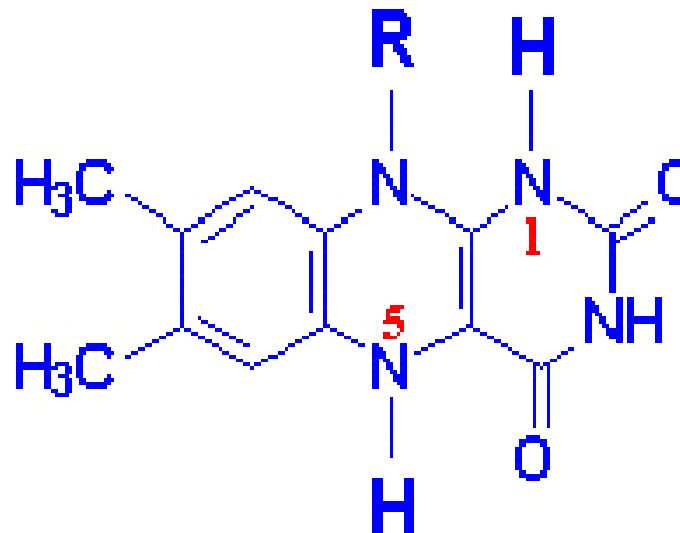
+



FAD



+

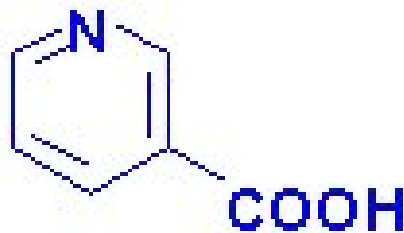


FADH<sub>2</sub>

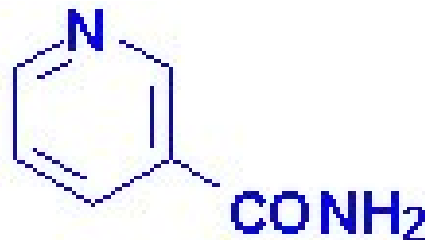
# NIACINA (B3 o PP)

Fonti: carne, pesce, uova, molti vegetali, funghi, noci.

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**

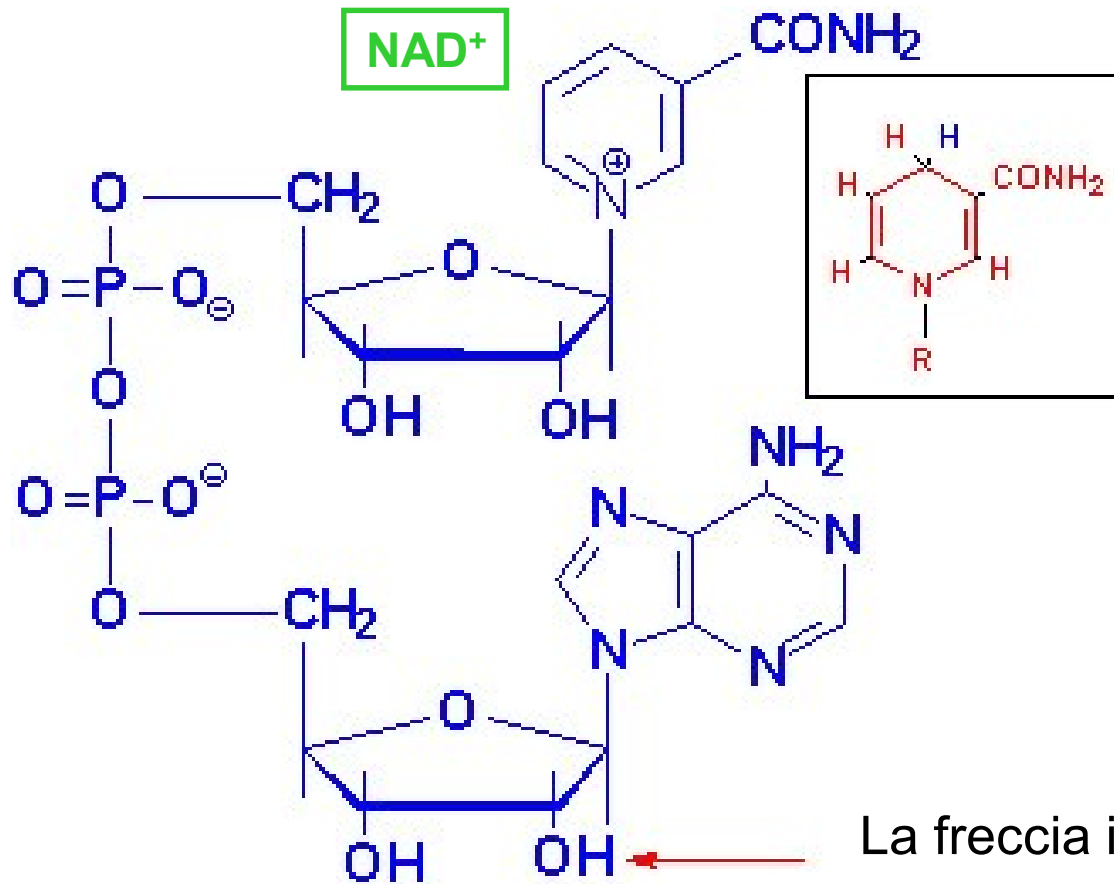


**nicotinammide**

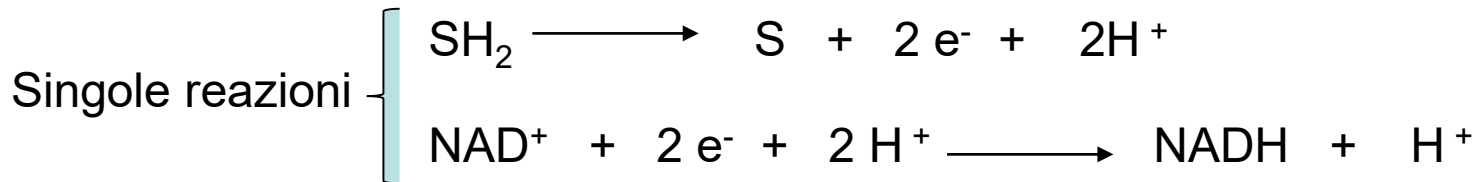
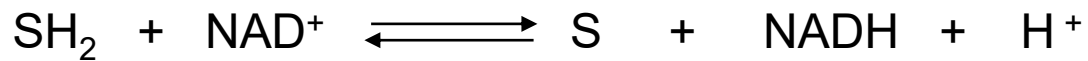
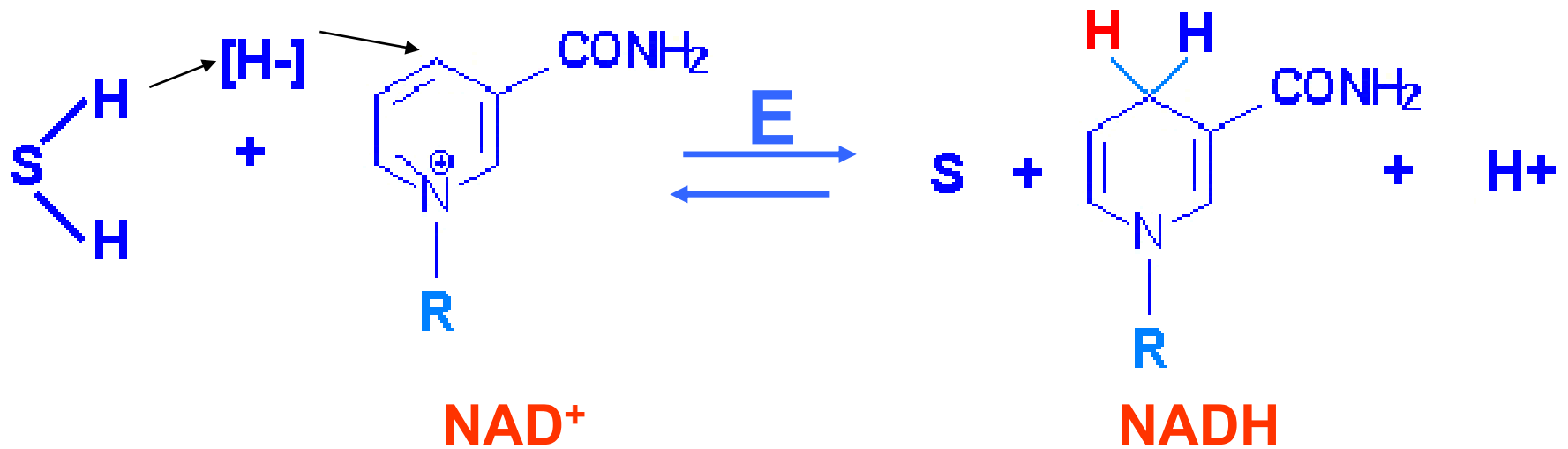
**NIACINA**

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. La malattia è stata praticamente sconfitta nelle popolazioni del mondo sviluppato. Può presentarsi negli alcolisti.

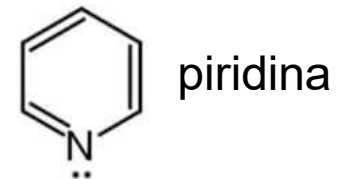
# nicotinammide adenin dinucleotide



Nel box **NADH**



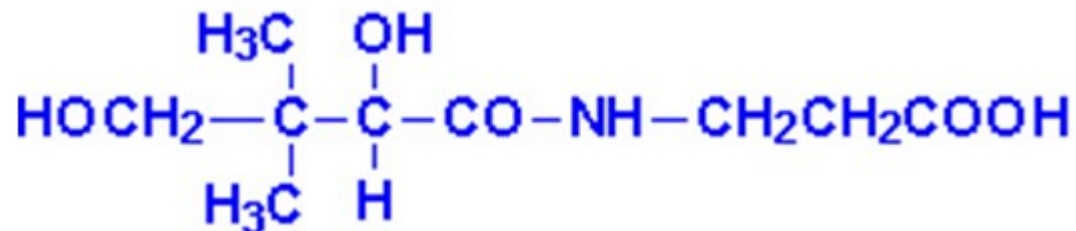
**I coenzimi NAD e NADP sono noti  
come nucleotidi piridinici**



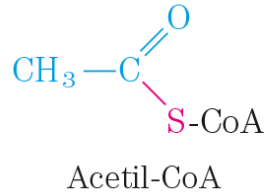
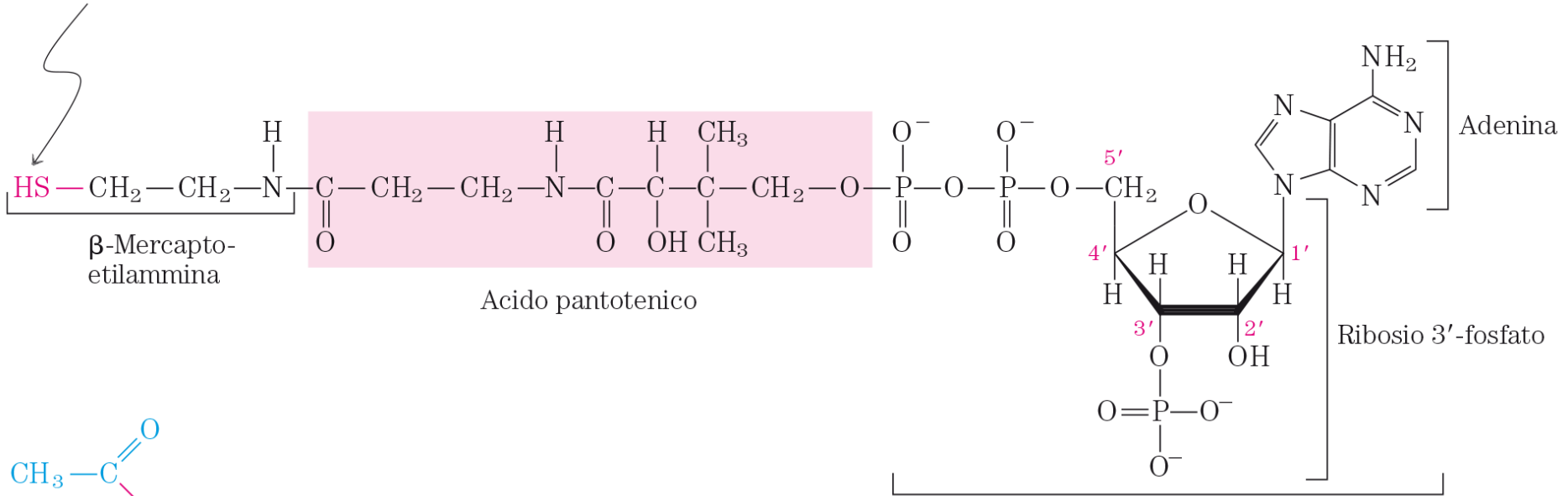
# ACIDO PANTOTENICO (B5)

Fonti: legumi, frattaglie, tuorlo d'uovo, funghi, lievito di birra e fegato.

È stato trovato in tutte le piante e tessuti animali e anche in alcuni microorganismi. È 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



**Coenzima A**

3'-Fosfoadenosina difosfato



## 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, gonfiori, 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