

Vediamo adesso il lato positivo...

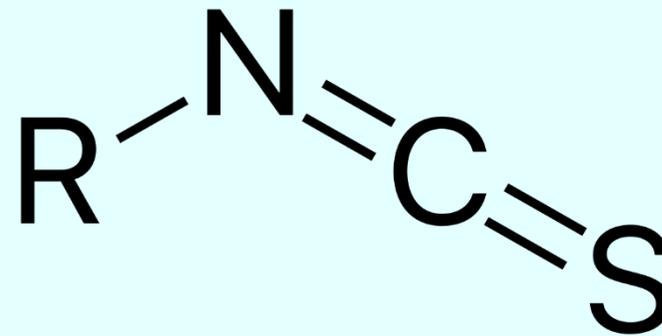


...abbiamo detto che alcuni derivati dei glucosinolati hanno anche azione protettiva

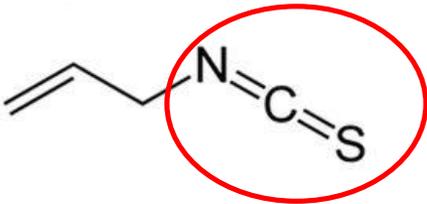
Specialmente gli

Isotiocianati (in particolar modo quelli derivati da glucosinolati sintetizzati dalla metionina!)

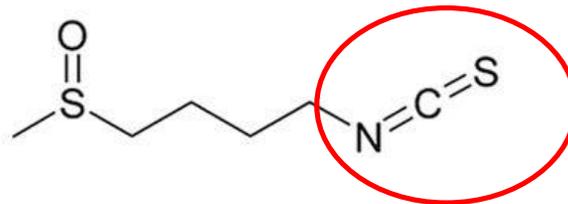
ISOTIOCIANATI:



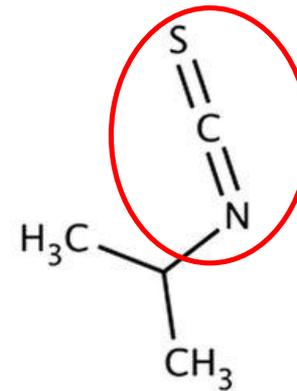
Allyl isothiocyanate



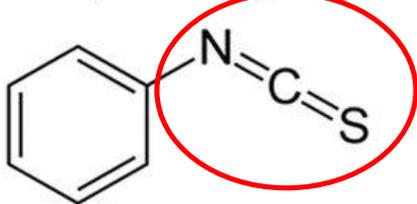
Sulforaphane



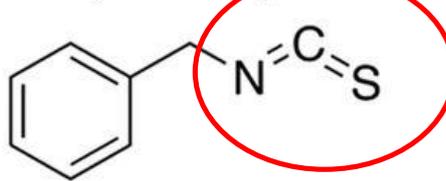
Isopropyl isothiocyanate



Phenyl isothiocyanate



Benzyl isothiocyanate

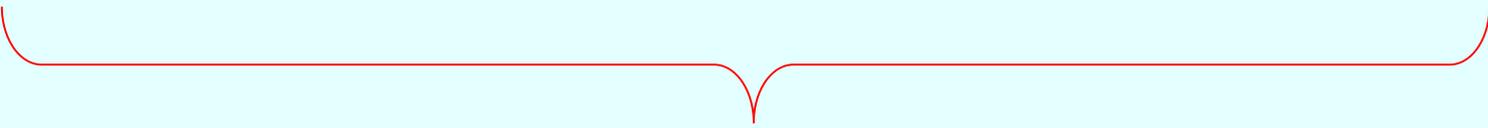


Azione protettiva

Antinfiammatori

Antimicrobici

Anticancro



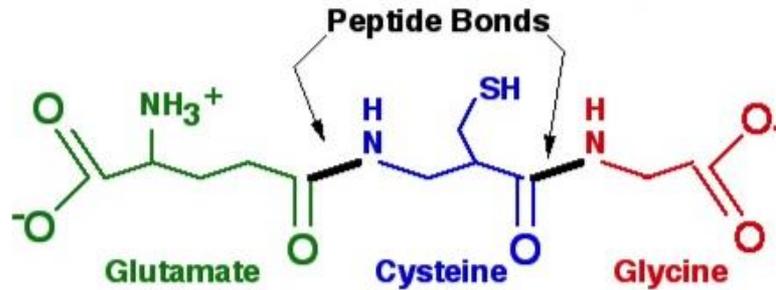
La dieta a base di vegetali appartenenti alle *Brassicacee* protegge dal cancro dell'apparato digerente.

Fosse solo per gli elevati quantitativi di zolfo ridotto che contengono: antiossidante!!

GSH!

C'è infatti chi ipotizza che nelle piante un ruolo dei glucosinolati sia anche quello di funzionare da riserva di S ridotto (ed anche di N ridotto)....

Ricordiamoci che **il glutathione è il guardiano dello stato ridotto del citosol** e che le cellule animali non sanno ridurre il solfato, quindi **lo zolfo ridotto (per sintetizzare cisteina e tutto il resto) è essenziale!!!!**



NO! INFIAMMAZIONI

NO! STRESS
OSSIDATIVO

CHELANTE

DISINTOSSICANTE

Azione antinfiammatoria:

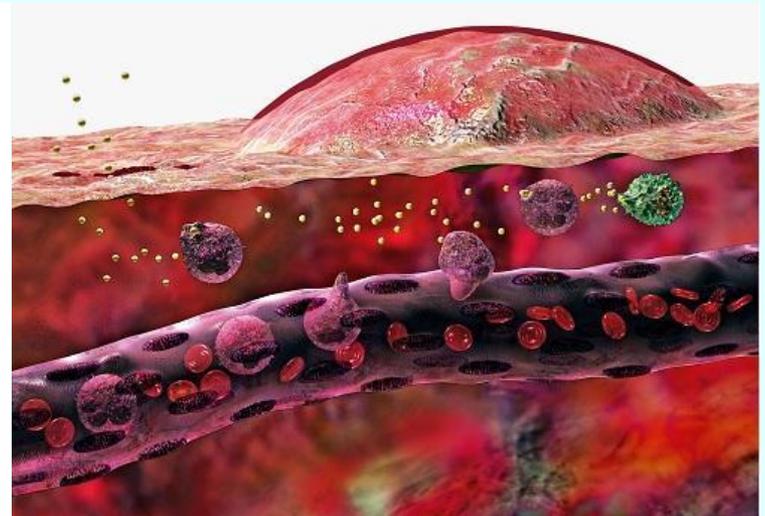
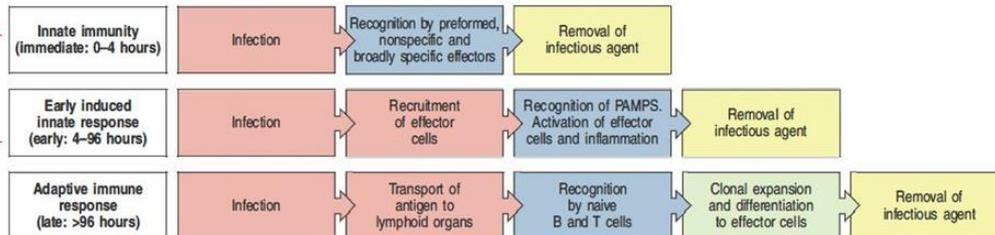
Duplica:

1) **inducono** gli enzimi della fase II (quelli per la detossicazione di xenobiotici) e gli enzimi per lo scavenging dei ROS

2) **inibiscono** la trascrizione di proteine che mediano l'infiammazione

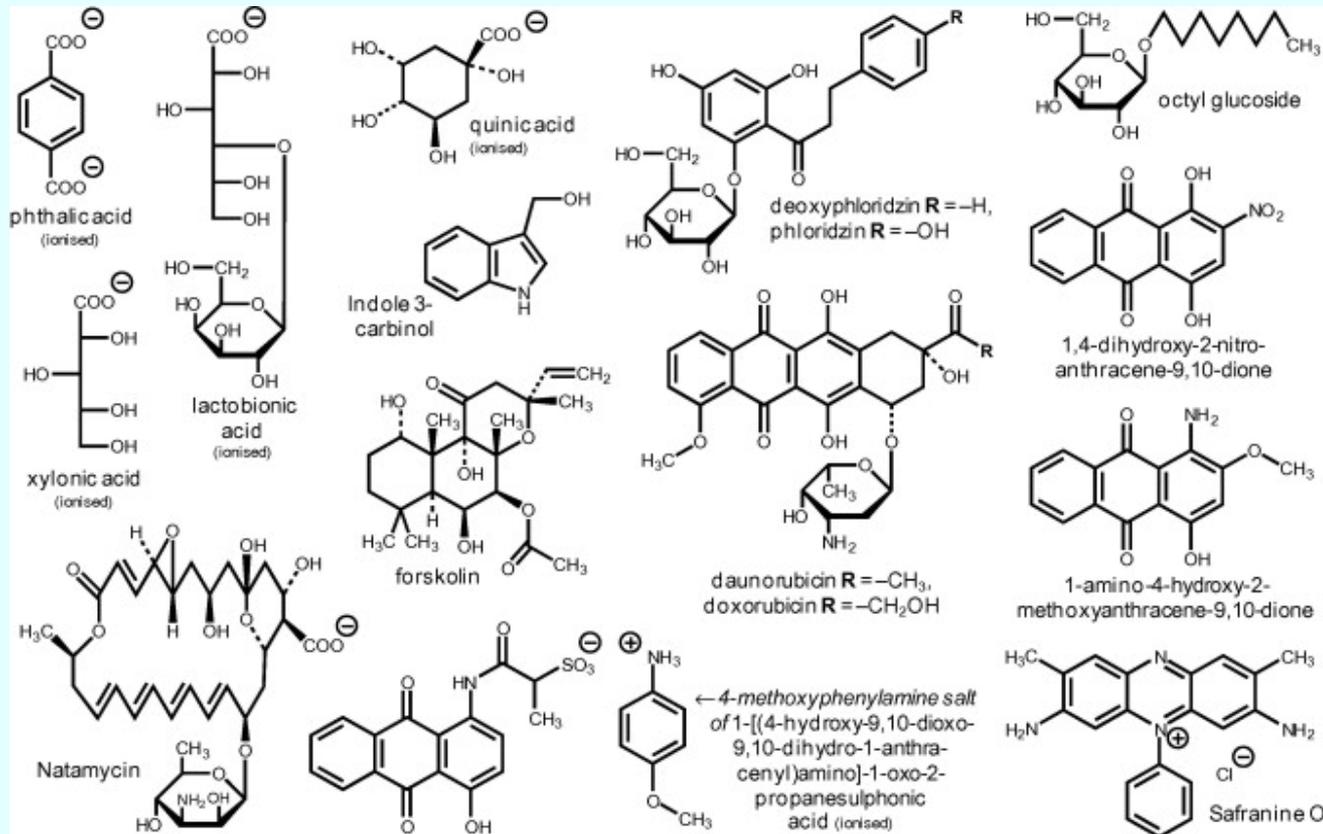
INFIAMMAZIONE

La **risposta** dei tessuti connettivi vascolarizzati a un **danno cellulare** derivato da agenti endogeni/esogeni



Molto spesso, nelle cellule animali l'infiammazione è da xenobiotici...

Esistono quindi dei sistemi per eliminarli!!!



Alcune strutture dei più diffusi inquinanti xenobiotici....

Schema generale del metabolismo degli xenobiotici

Lipofilo  Idrofilo

- Diminuzione dell'attività biologica
- Aumentata escrezione



- Variazione di polarità
- Variazione di funzionalità

- Variazione di dimensioni
- Variazione di carica
- Variazione di solubilità

Reazioni di fase I:

Trasformazione del composto iniziale in un metabolita **più polare** (se necessario ovviamente!) e quindi meglio eliminabile (l'escrezione!)

- ossidazione (la più importante; alcool deidrogenasi, aldeide deidrogenasi, aldeide ossidasi, carbonil reduttasi, monoossigenasi)
- idrolisi (carbossilisterasi, epossido idrolasi, peptidasi);
- riduzione
- dealogenazione
- aromatizzazione
- monoossigenazione.

I metaboliti derivanti da tali reazioni possono subire due differenti destini:

l'escrezione (se sono sufficientemente polari) oppure un'ulteriore trasformazione ad opera degli enzimi di fase II.

Reazioni di fase II:

si tratta generalmente di reazioni di **coniugazione**; la maggior parte degli enzimi che le catalizza si trova nel citosol.

*****Gli isotiocianati sono capaci di indurli***** (vedi dopo)

- glucuronazione (coniugazione con l'acido glucuronico, è una delle principali);
- solfatazione (coniugazione con solfato ad opera delle solfotransferasi);
- metilazione
- acetilazione
- coniugazione con glutathione

In tal modo il metabolita è reso polare ed è possibile la sua escrezione.... A meno che:

Reazioni di fase III:

sono processi che avvengono a livello della **microflora intestinale** e comprendono reazioni di:

- idrolisi di glucuronidi
- idrolisi di acidi mercapturici;
- aromatizzazioni;
- riduzione di composti precedentemente ossidati nel fegato.

Tali reazioni possono **capovolgere la situazione** creatasi in seguito ai processi avvenuti nel fegato. A volte, addirittura, fanno sì che i metaboliti delle reazioni di fase I o di fase II, pronti per essere escreti, vengano **reimmessi nel circolo enteropatico**. Queste reazioni, inoltre, **possono produrre metaboliti tossici o cancerogeni**.

Alla citoprotezione concorrono anche i **sistemi antiossidanti**, enzimatici (**indotti dagli isotiocianati**) e non enzimatici, in quanto l'infiammazione è sempre mediata anche da stress ossidativo.

ROS Scavenging antioxidants

Isotiocianati!!!!



Enzymatic Antioxidants

- SOD
- CAT
- APX
- MDHAR
- DHAR
- GR

Non-enzymatic Antioxidants

- GSH
- AA
- Carotenoids
- Tocopherols
- Resveratrol
- NAD & NADP
- Phenolics
- Flavonoids
- Proline

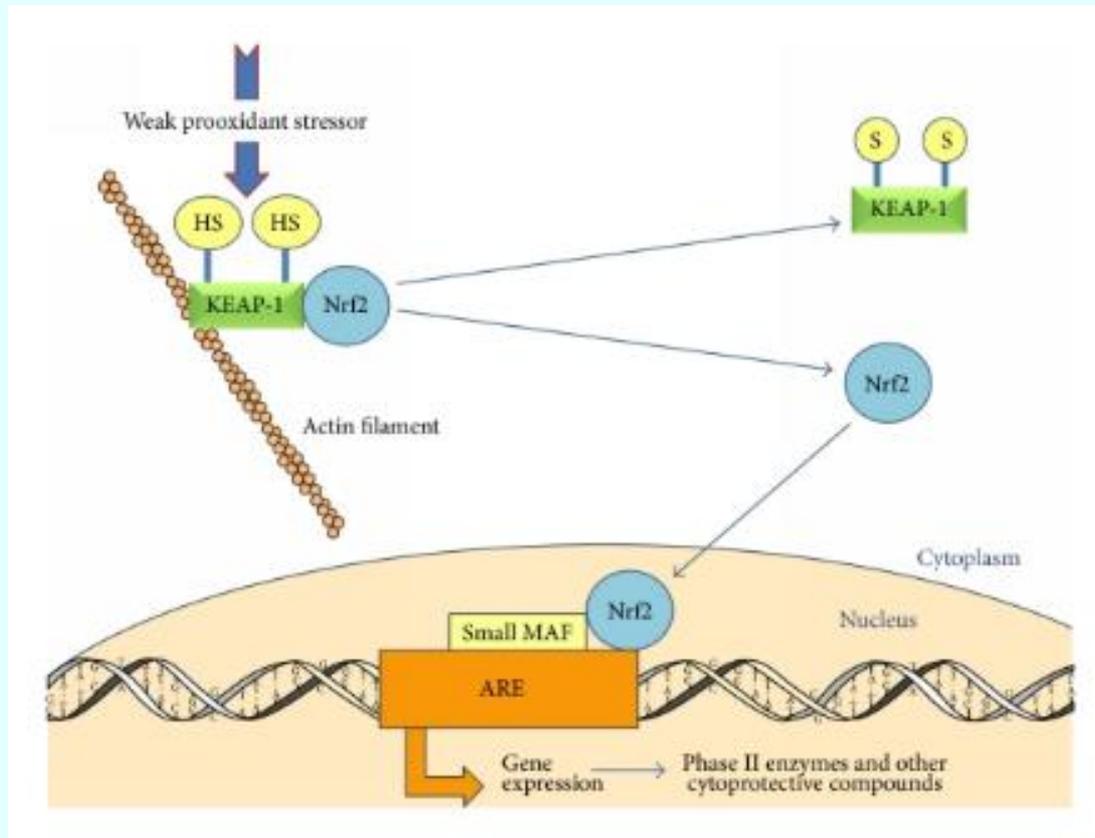
Come vengono normalmente indotti gli **enzimi della fase II o quelli contro lo stress ossidativo?**

(nota bene: qualunque tipo di stress, dalla presenza di tossine a quella di patogeni, si traduce in innalzamento dei ROS)

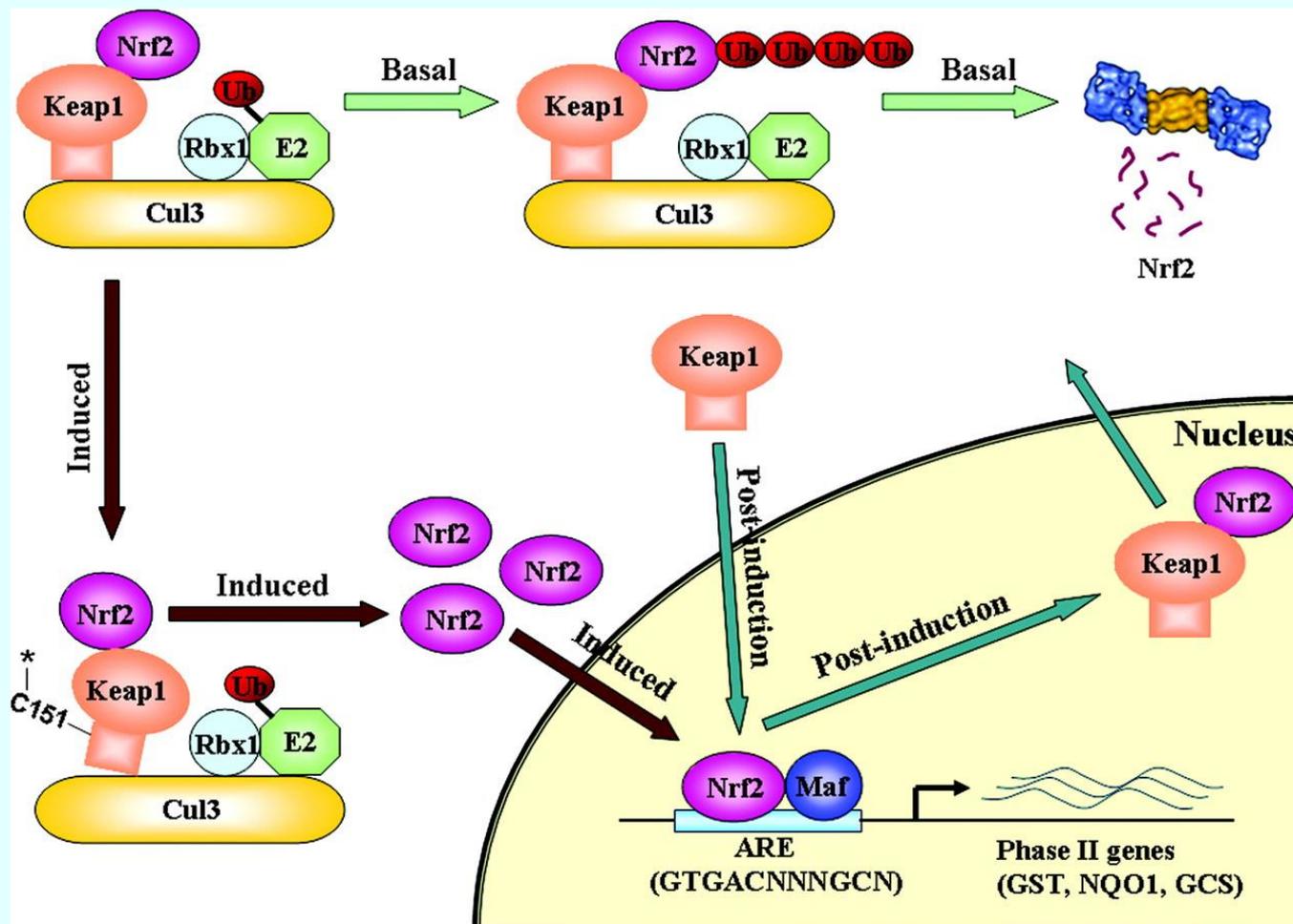
La proteina KEAP (Kelch-like ECH-associated protein sensore dello stress ossidativo)
ed il fattore di trascrizione Nrf2 (Nuclear factor erythroid 2-related factor 2)
per i geni citoprotettivi ARE (Antioxidant Responsive Elements).

Keap ridotta (quando lo stato del citosol è ridotto) sequestra Nrf2

Niente trascrizione di ARE...

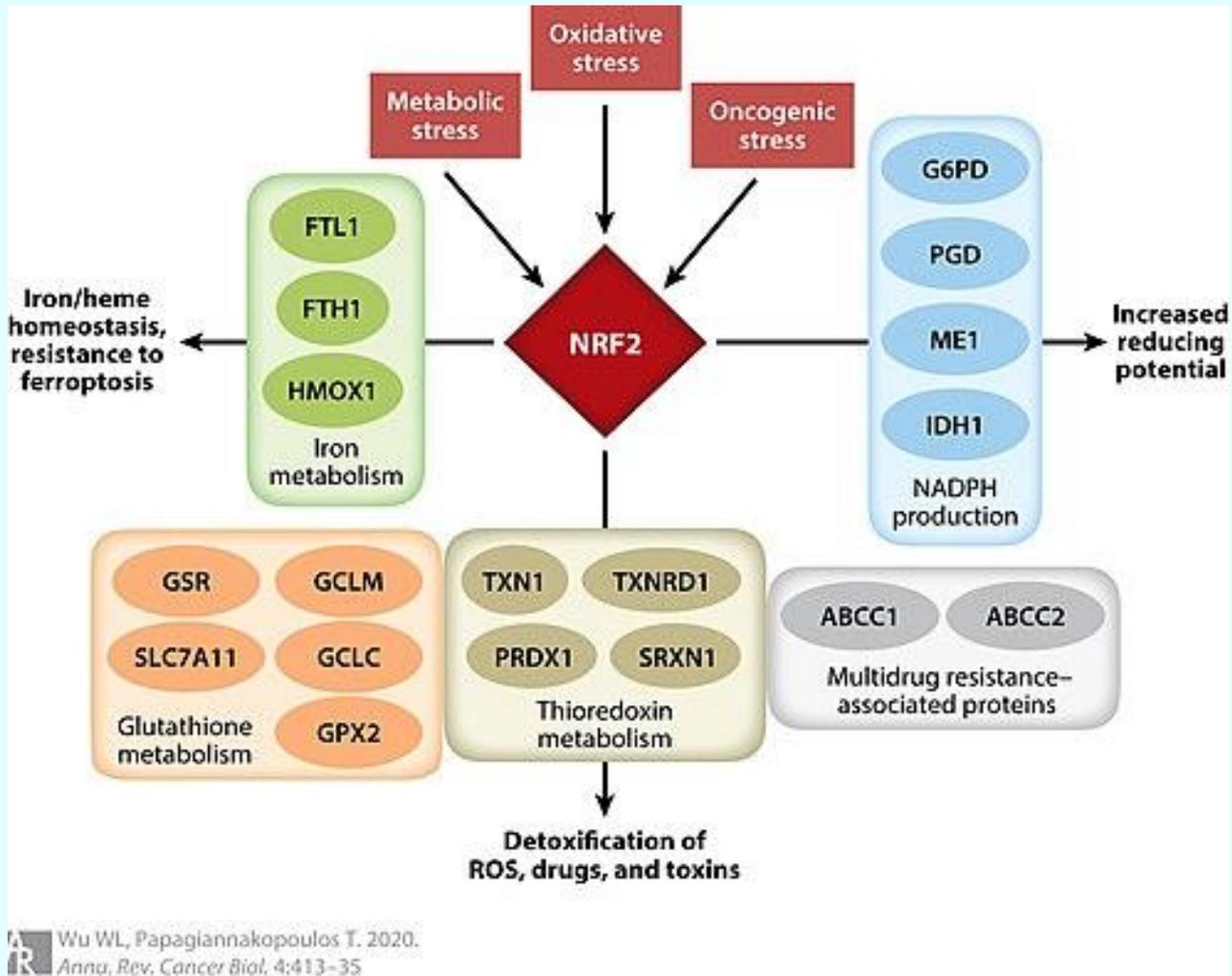


Più precisamente, **KEAP** ridotta arruola proteine per l'ubiquitinazione di **Nrf**. Quando ossidata (ovvero quando c'è stress ossidativo nel citosol, ossidazione delle Cys di KEAP), cambia di conformazione, libera il tutto e Nrf può andare nel nucleo

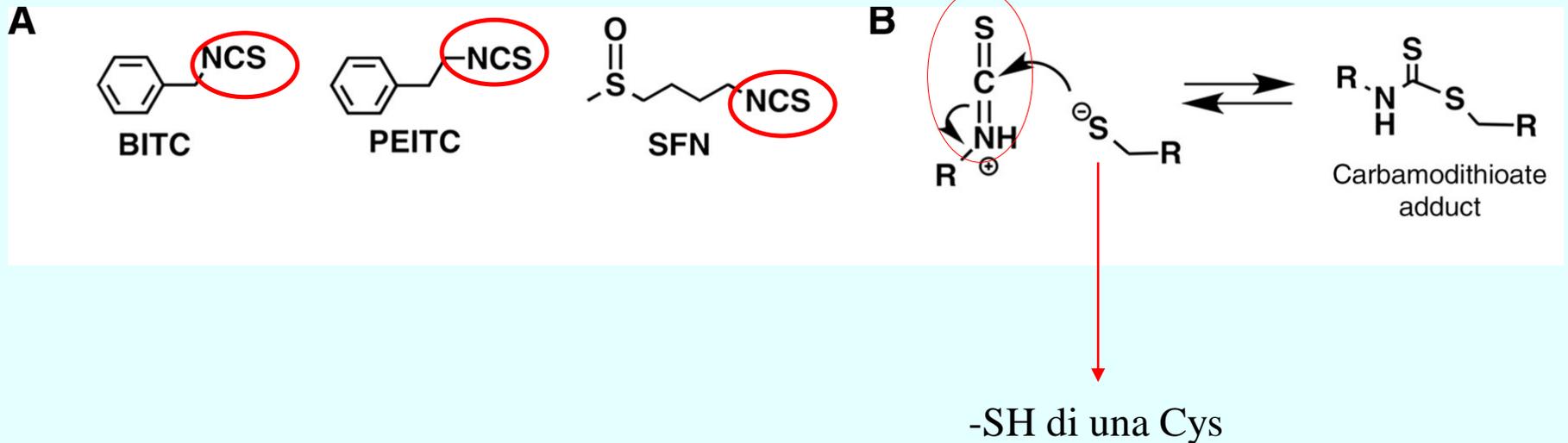


Quando lo stress ossidativo è finito, KEAP nuovamente ridotta lega nuovamente Nrf e spegne il segnale...

Importanza fondamentale di NRF2 nella protezione da vari tipi di stress!
Molti farmaci sono diretti ad attivare questa proteina agendo su KEAP.



Dato che **gli isotiocianati R-NCS legano volentieri le Cys** formando degli addotti, i ditiocarbammati...

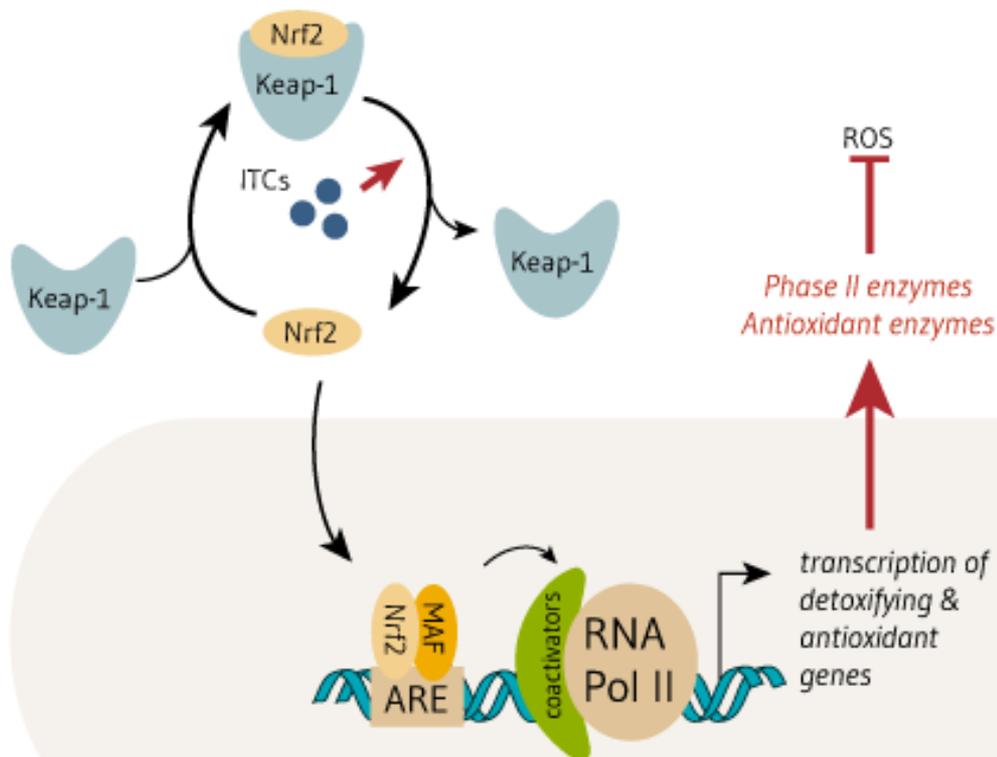


....gli isotiocianati (ITCs) sono capaci di legare KEAP!

Simulano la sua ossidazione, fanno rilasciare Nrf2 e parte la trascrizione degli enzimi scavengers e citoprotettivi:

Figure 3. Isothiocyanates Target Nrf2 and NF- κ B Pathways

[A]



1. Glutathione Synthesis (*Gclc, Gclm*)
2. ROS Elimination (*Txnrd1, Prdx1*)
3. Detoxification (*Gst, Nqo1*)
4. Drug Excretion (*Mrp*)
5. NADPH Synthesis (*G6PD, ME1*)

Inoltre, sinergia:

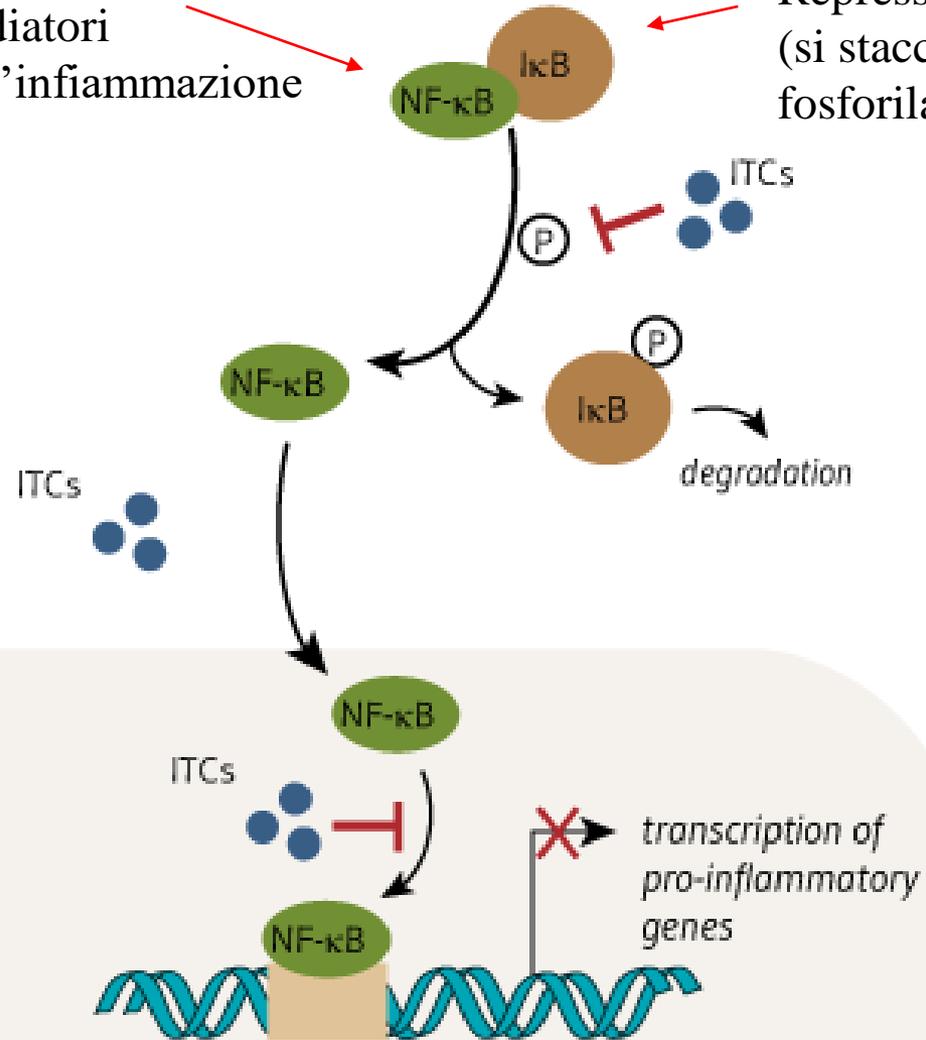
Gli isotiocianati

inibiscono la fosforilazione dei **repressori** dei fattori di trascrizione (le **proteine NF- κ B**) dei geni per le **proteine che mediano l'infiammazione** e li **disattivano**.

Inibiscono anche **direttamente** tali fattori di trascrizione

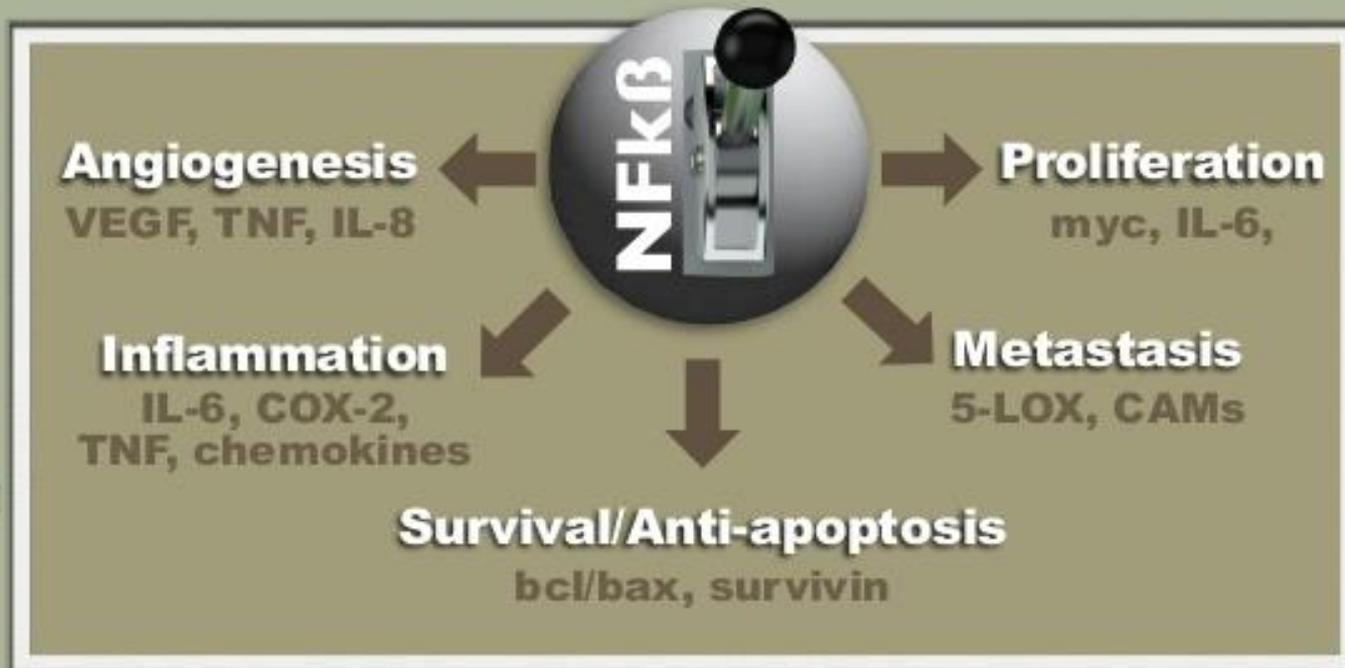
Fattore di trascrizione per i mediatori dell'infiammazione

Repressore (si stacca se fosforilato)



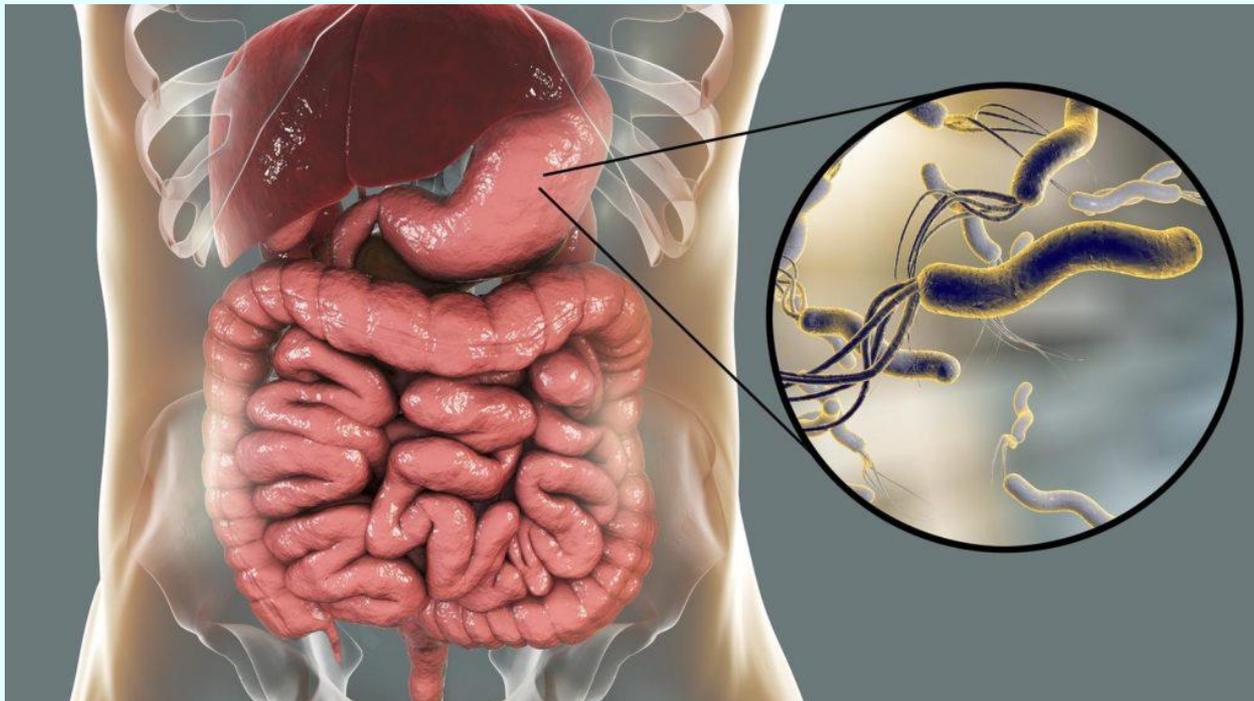
Geni attivati dal **fattore di trascrizione NFκβ** per le proteine mediatrici dell'inflammazione

NFκβ Activates 400+ Genes



Nel contesto dell'azione antinfiammatoria, si inserisce anche **l'attività antimicrobica** degli isotiocianati....

Specialmente nei confronti dell'***Helicobacter pylori***!!!



Gli isotiocianati, oltre ad essere antimicrobici generici, **inibiscono l'ureasi dell'*Helicobacter*** (si legano ad una delle sue Cys formando un ditiocarbammato).

Non si formano più CO_2 e NH_3 (che è una base!) e quindi non vi è più innalzamento del pH: la resistenza a pH compreso tra 1 e 2 è conferita al batterio proprio da questo enzima che crea intorno al microorganismo un microambiente compatibile con la sua esistenza... e quindi infiammazione (il batterio produce un sacco di tossine!)

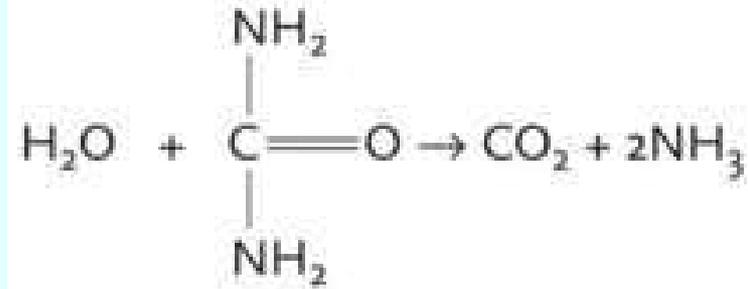
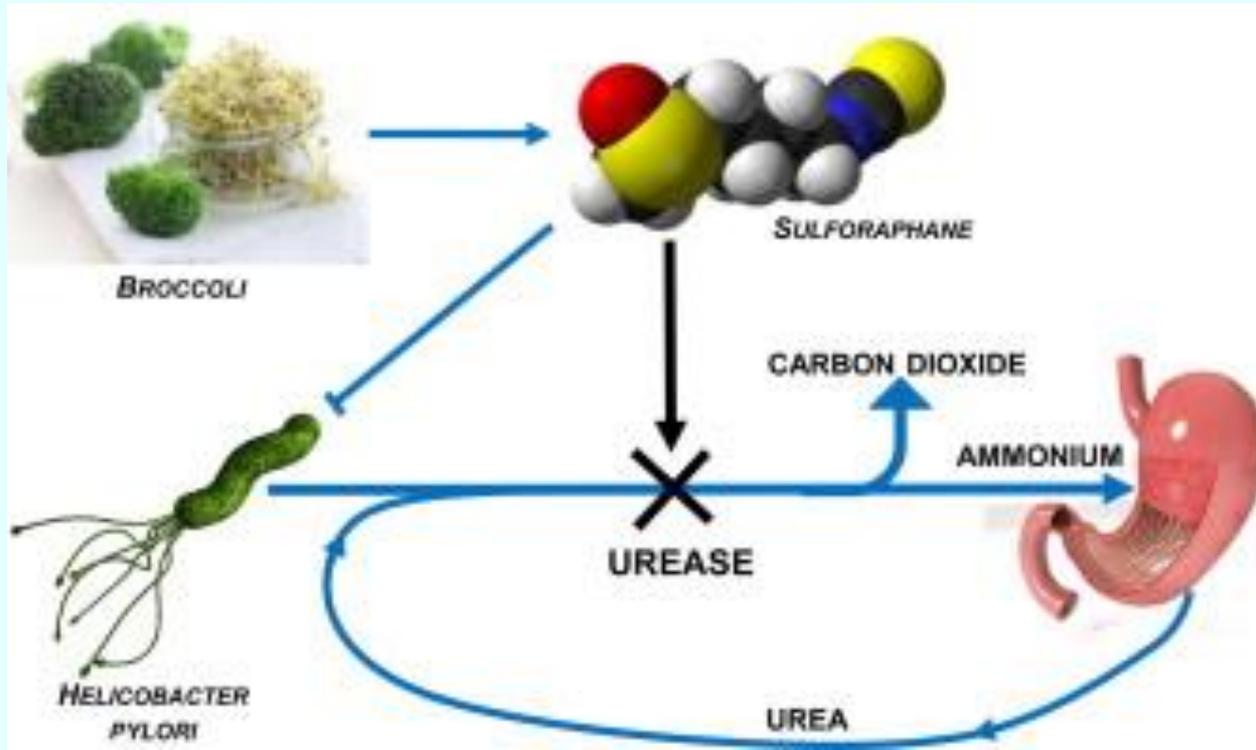


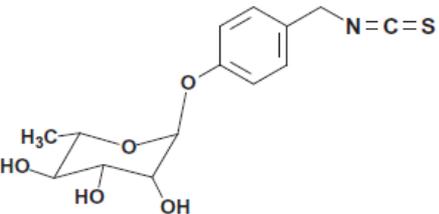
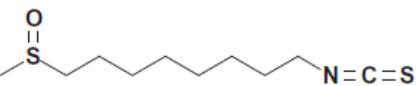
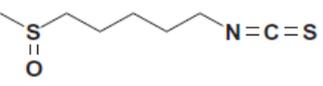
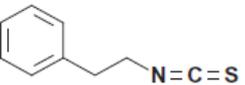
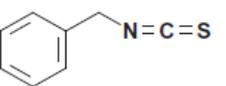
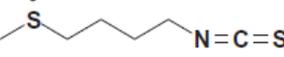
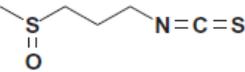
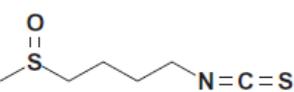
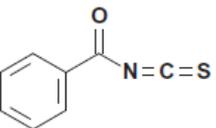
Fig. 312 Urease. The hydrolysis of urea.



Strutture degli isotiocianati e differente inibizione dell'ureasi.... Non sono tutti ugualmente efficaci

Table 1

Inactivation of partially purified *H. pylori* urease by various isothiocyanates (ITC). Substrate concentration was 20 mM urea, and 80 µg urease was used for each test.

Isothiocyanate	Common Name	Structure	Conc (mM)	Remaining activity (%) at:	
				30'	120'
hexyl-NCS	-		5	100	100
5-(methylthio)pentyl-NCS	berteroin		5	100	100
4-rhamnopyranosyl-oxy(benzyl)-NCS	-		5	100	100
8-(methylsulfinyl)octyl-NCS	hirsutin		5	-	100
5-(methylsulfinyl)pentyl-NCS	alyssin		5	-	100
2-phenylethyl-NCS	phenethyl		5	-	100
benzyl-NCS	tropaeolin		5	-	100
4-(methylthio)butyl-NCS	erucin		5	100	-
3-(methylsulfinyl)propyl-NCS	iberin		5	43	5
4-(methylsulfinyl)butyl-NCS	sulforaphane		5	36	0
benzoyl-NCS	-		5	0	0
			1	12	-
			0.1	77	-
			0.01	100	-

Azione anticancro

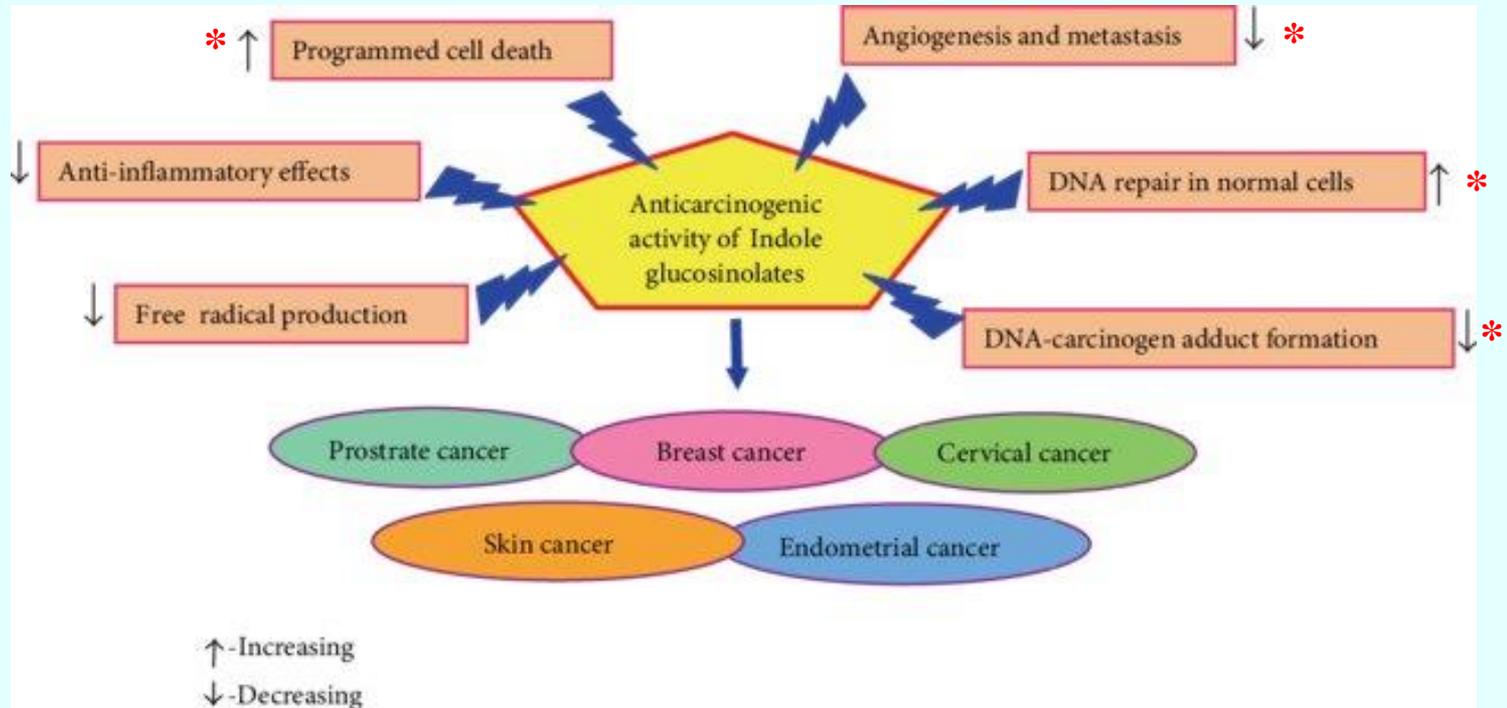
Dall'inflammation al cancro il passo è breve.

La protezione dal cancro avviene attraverso i meccanismi di prevenzione dell'inflammation (vedi prima) più qualcosa di dedicato...

I glucosinolati sono stati dimostrati essere:

Induttori di enzimi citoprotettivi (per la detossicazione da xenobiotici e contro i ROS)

+ Inibitori diretti della carcinogenesi *



Glucosinolati ↔ Carcinogenesi



Attività degli enzimi che riparano il DNA

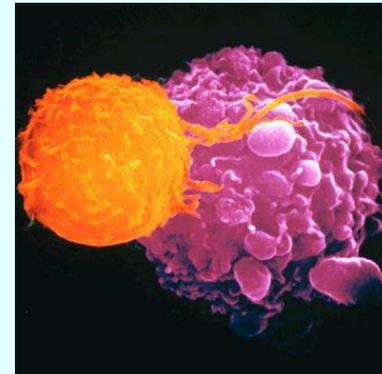
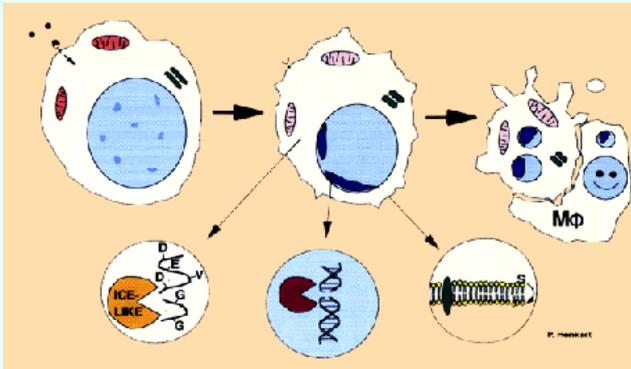
In seguito, ad esempio, a danno da carcinogeni (aflatossine, polibromobifenili, ecc..)



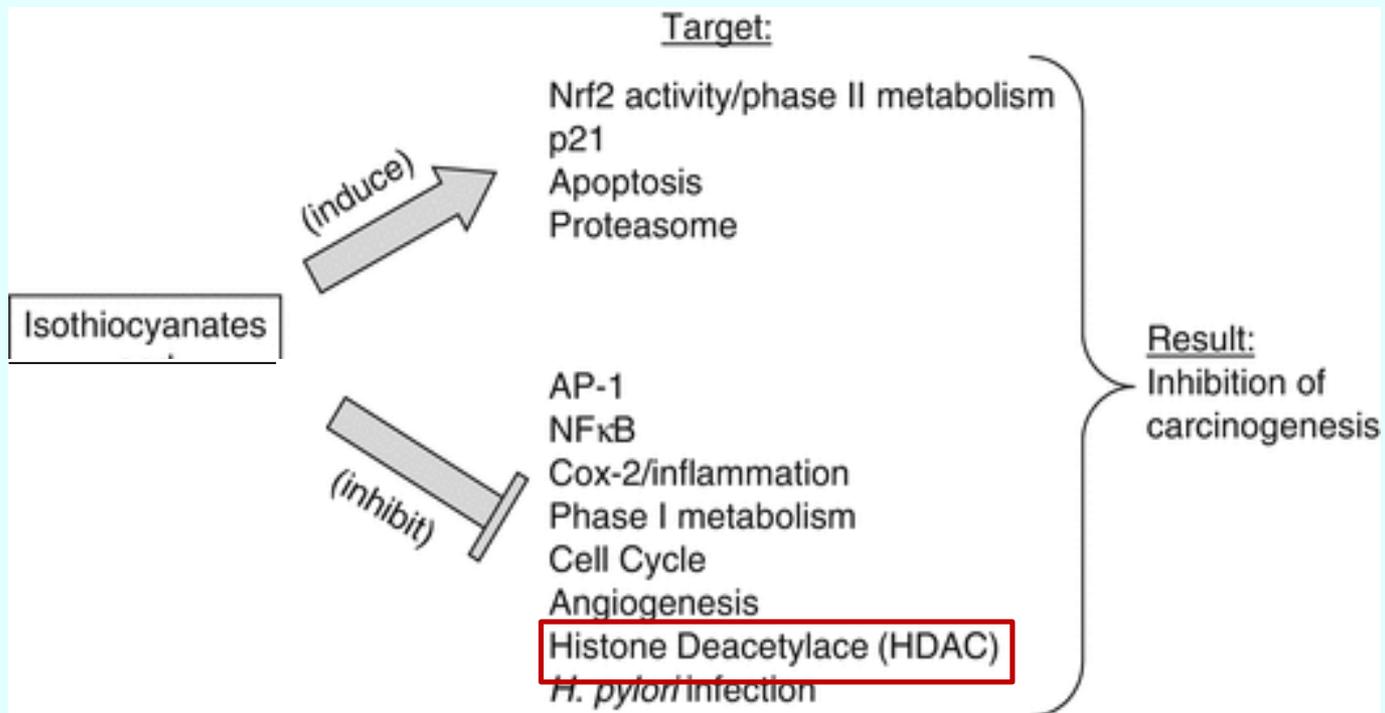
Divisione delle cellule cancerose



**Morte cellulare programmata (apoptosi)
di cellule con DNA danneggiato**



Più precisamente:

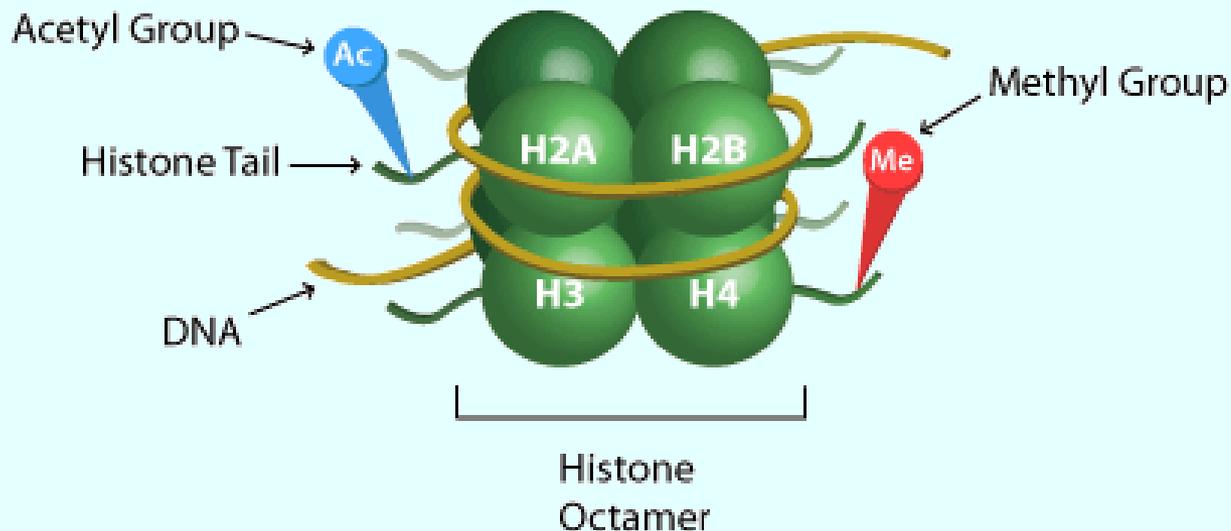


L'azione chemiopreventiva specifica dei glucosinolati delle crucifere è da riferirsi alla loro azione di:

Inibitori dell'ISTONE DEACETILASI

Ricordiamo che le modificazioni degli istoni sono di due tipi:

Acetilazioni e metilazioni

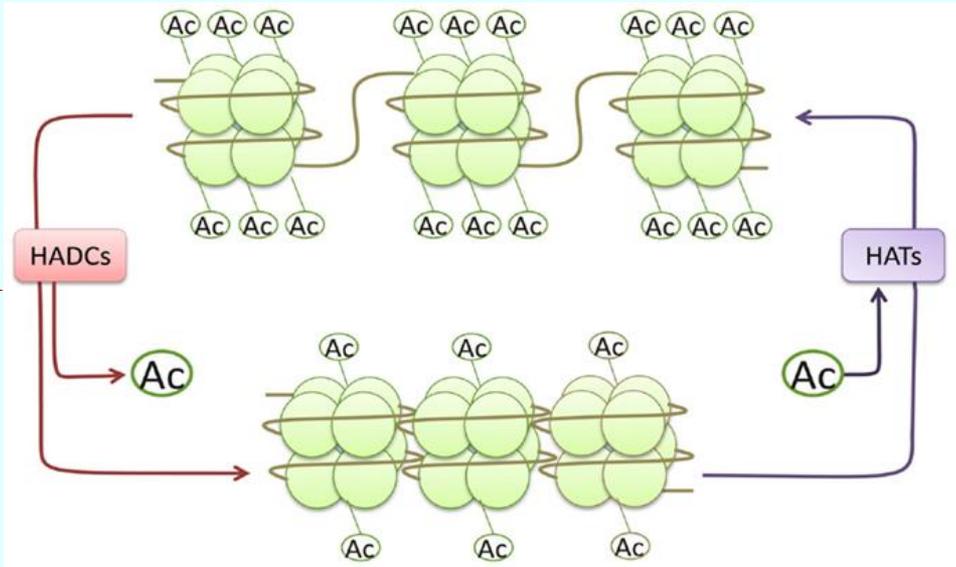


Le acetilazioni possono avvenire su più residui di **lisina...**

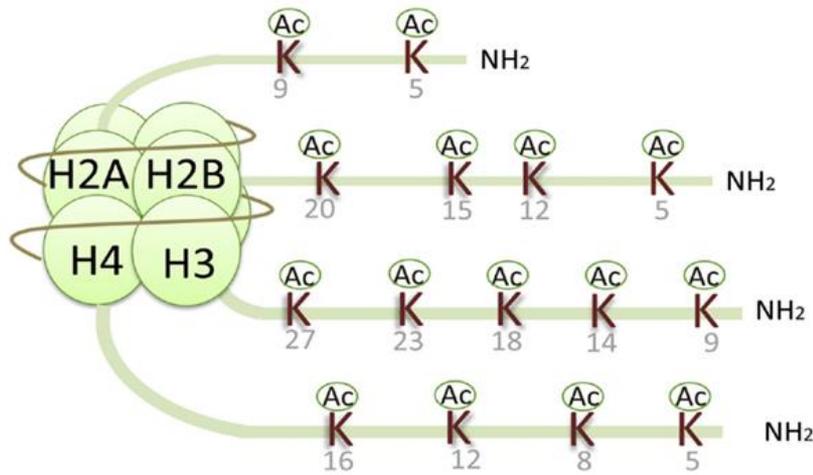
E cambiano la stabilità dei nucleosomi.

Più gli istoni sono acetilati, più i nucleosomi sono instabili, più il DNA si decondensa, più... parte la trascrizione!!!!

Istone deacetilasi

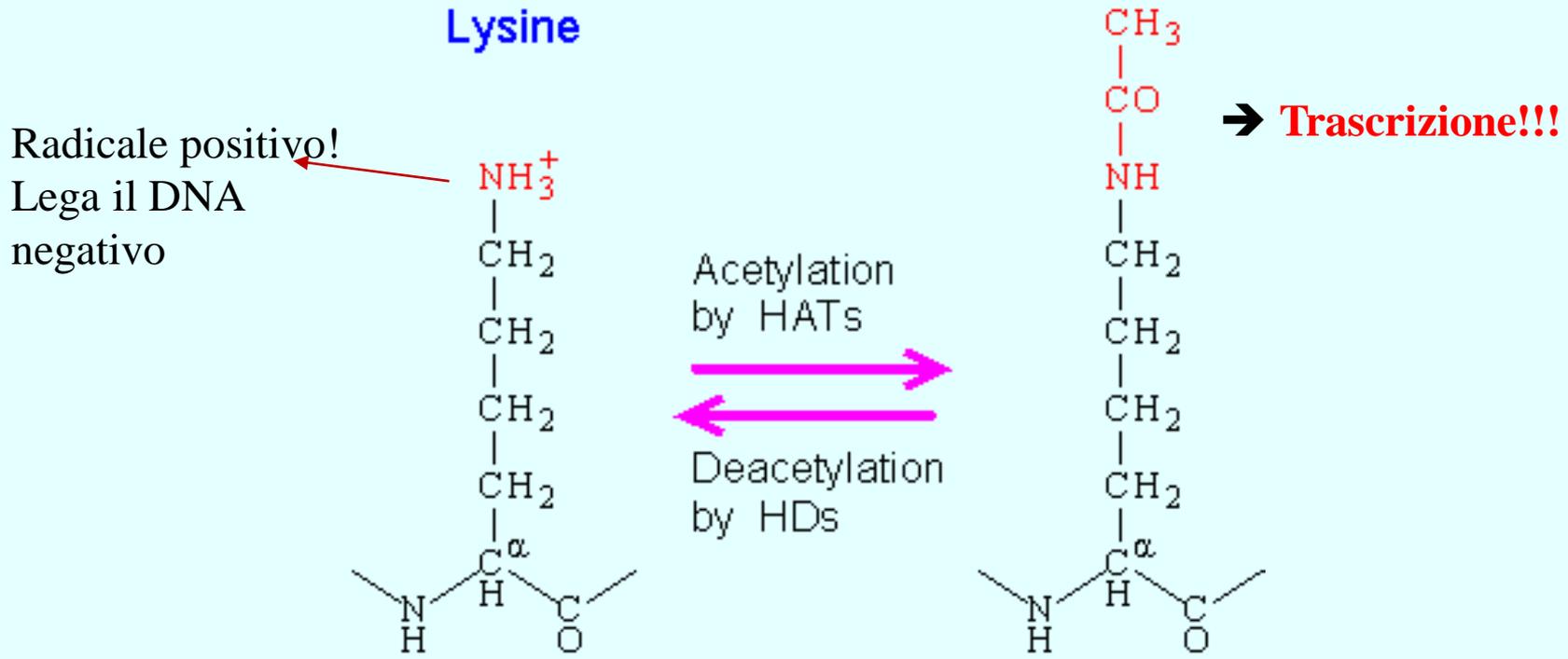


Istone acetilasi



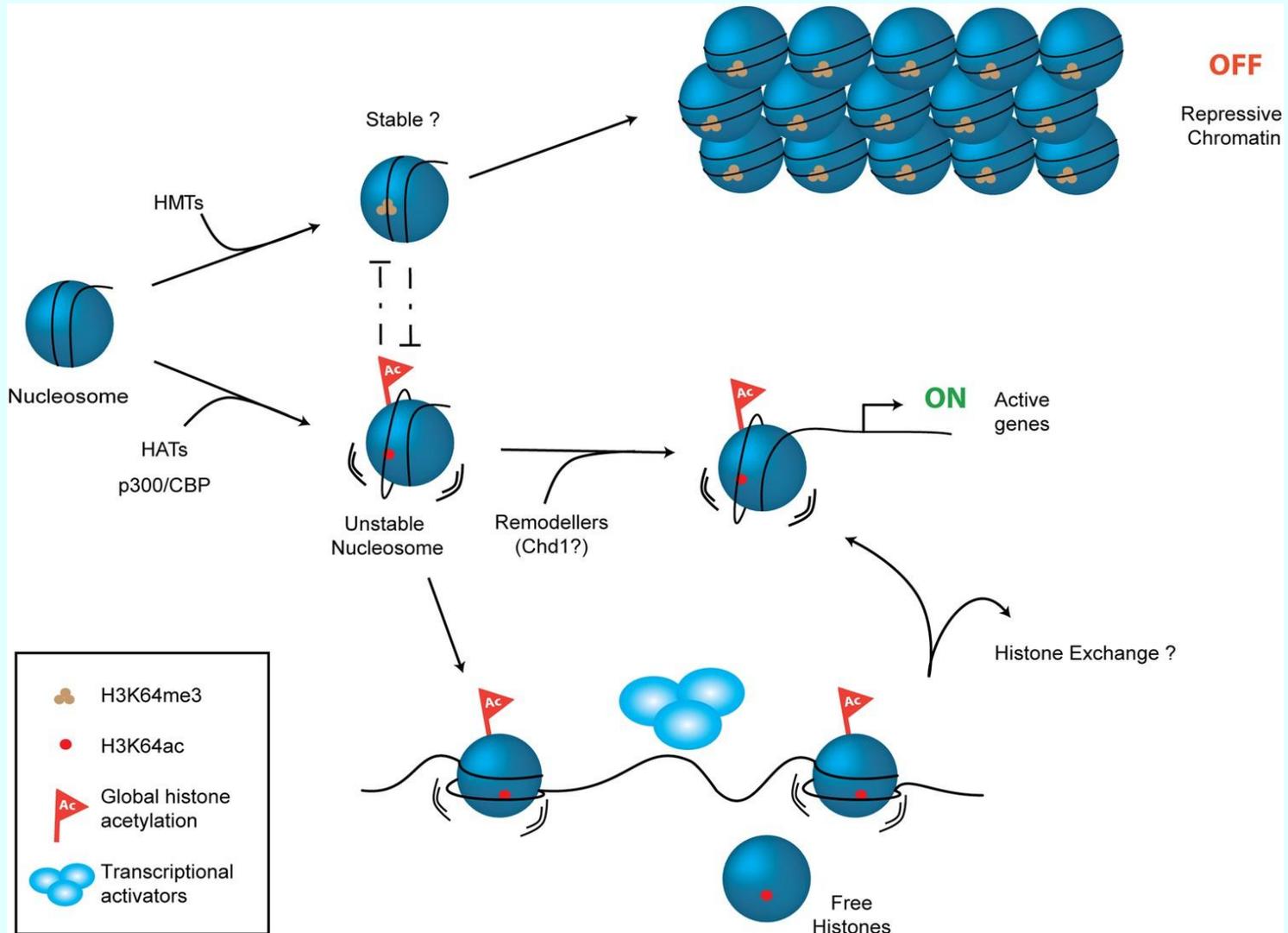
Istone acetilasi:

Acetila la lisina che non è più positiva e non lega più il DNA:
trascrizione...



Le **Istone deacetilasi** fanno il contrario e inibiscono la trascrizione, quindi ciò che le inibisce favorisce la trascrizione!!!

Istone acetilato: ON
Istone deacetilato: OFF



Istone deacetilasi:

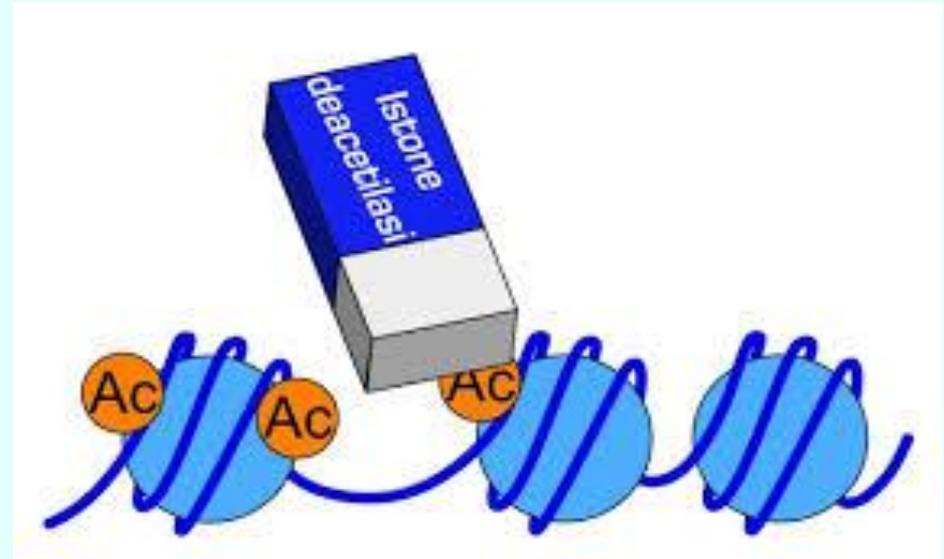
Classe di enzimi (EC 3.5.1) che rimuove un gruppo acetile ($\text{O}=\text{C}-\text{CH}_3$) da un terminale ϵ -N-acetyl di una lisina su un istone.

L'espressione stessa del DNA è regolata da reazioni di acetilazione e deacetilazione.

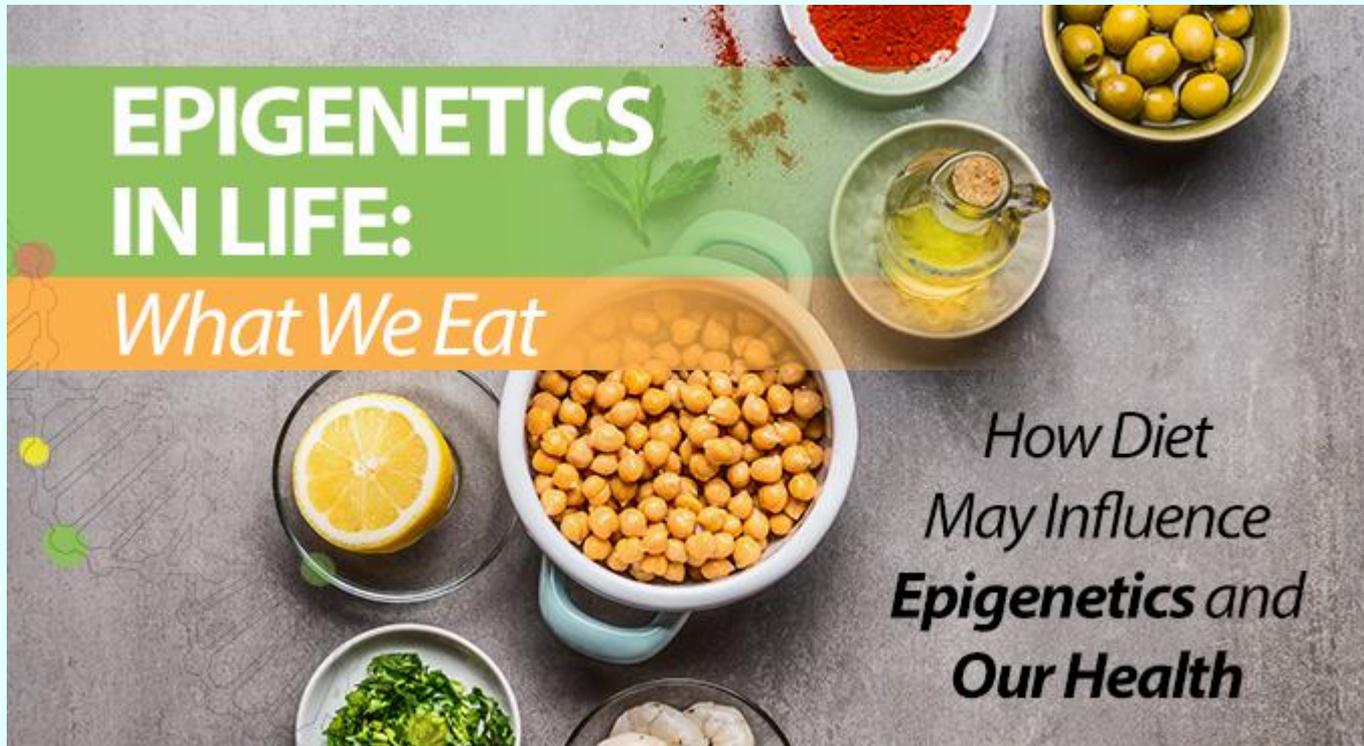
Quando l'istone è acetilato non è più positivo, il DNA si decondensa e comincia a trascrivere.

Le istone deacetilasi sono il target degli ITCs...

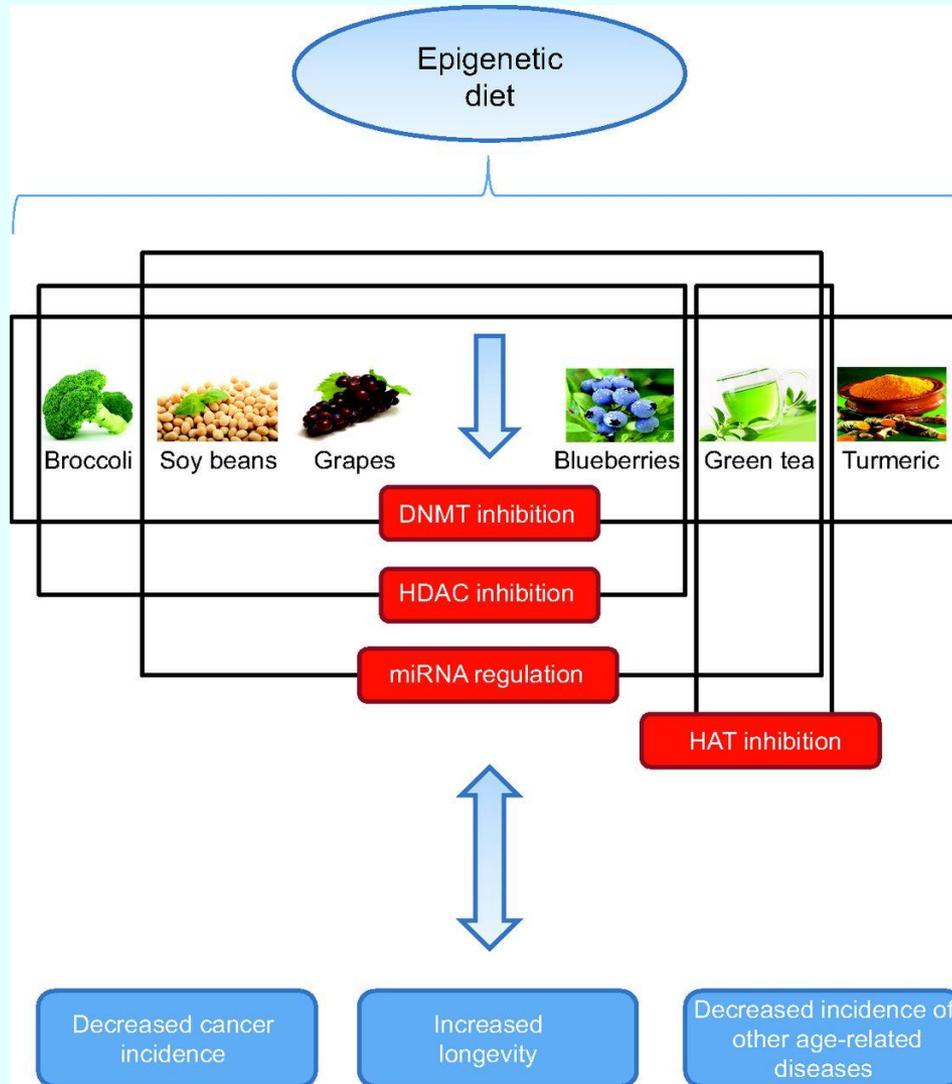
Quindi gli ITCs favoriscono la trascrizione



Quindi acetilazione e deacetilazione possono anche dipendere dall'intake di GLS: **epigenetica, dieta e cancerogenesi.....**

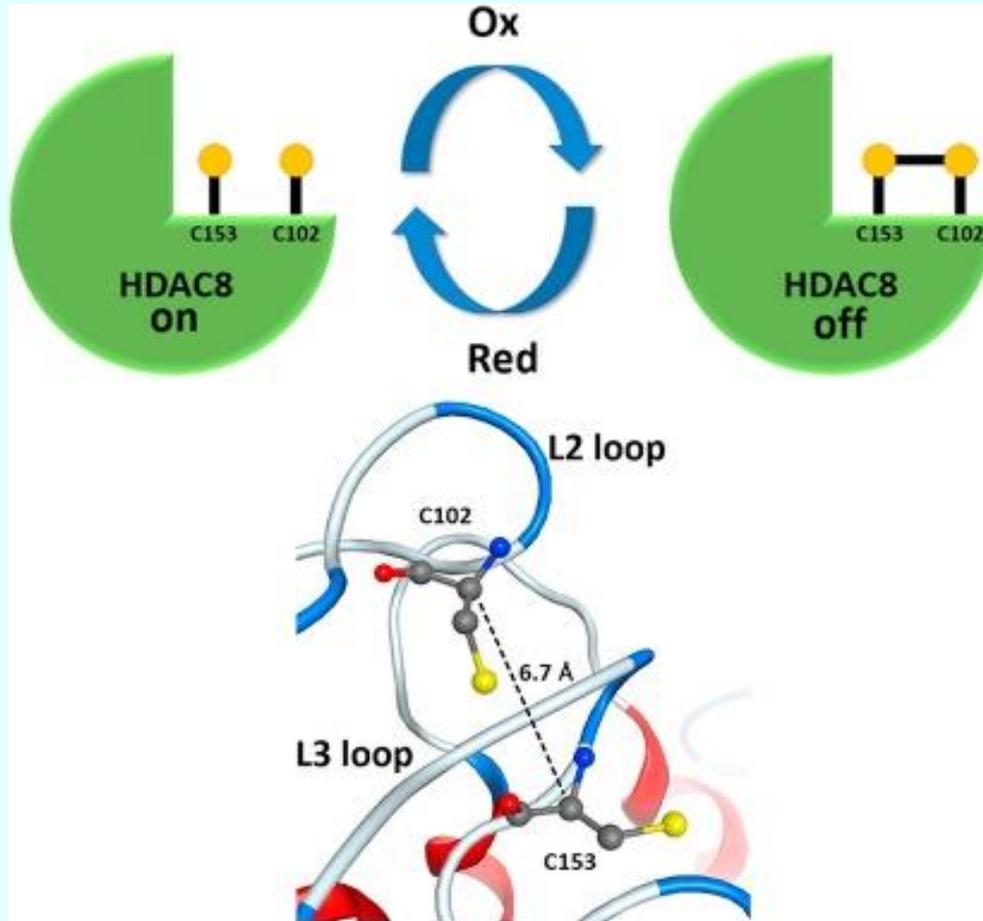


Piccolo inciso: sicuramente i cavoli sono i primi ad essere considerati parlando di dieta ed epigenetica, ma non sono i soli come vedremo....



Meccanismo di regolazione delle istone deacetilasi:

dipende dal loro stato di ossidazione, saranno quindi regolate da stress ossidativo...
quelle ovviamente per gli istoni che legano geni per la protezione da tale stress.



Se le Cys sono ossidate, l'enzima non funziona:

off



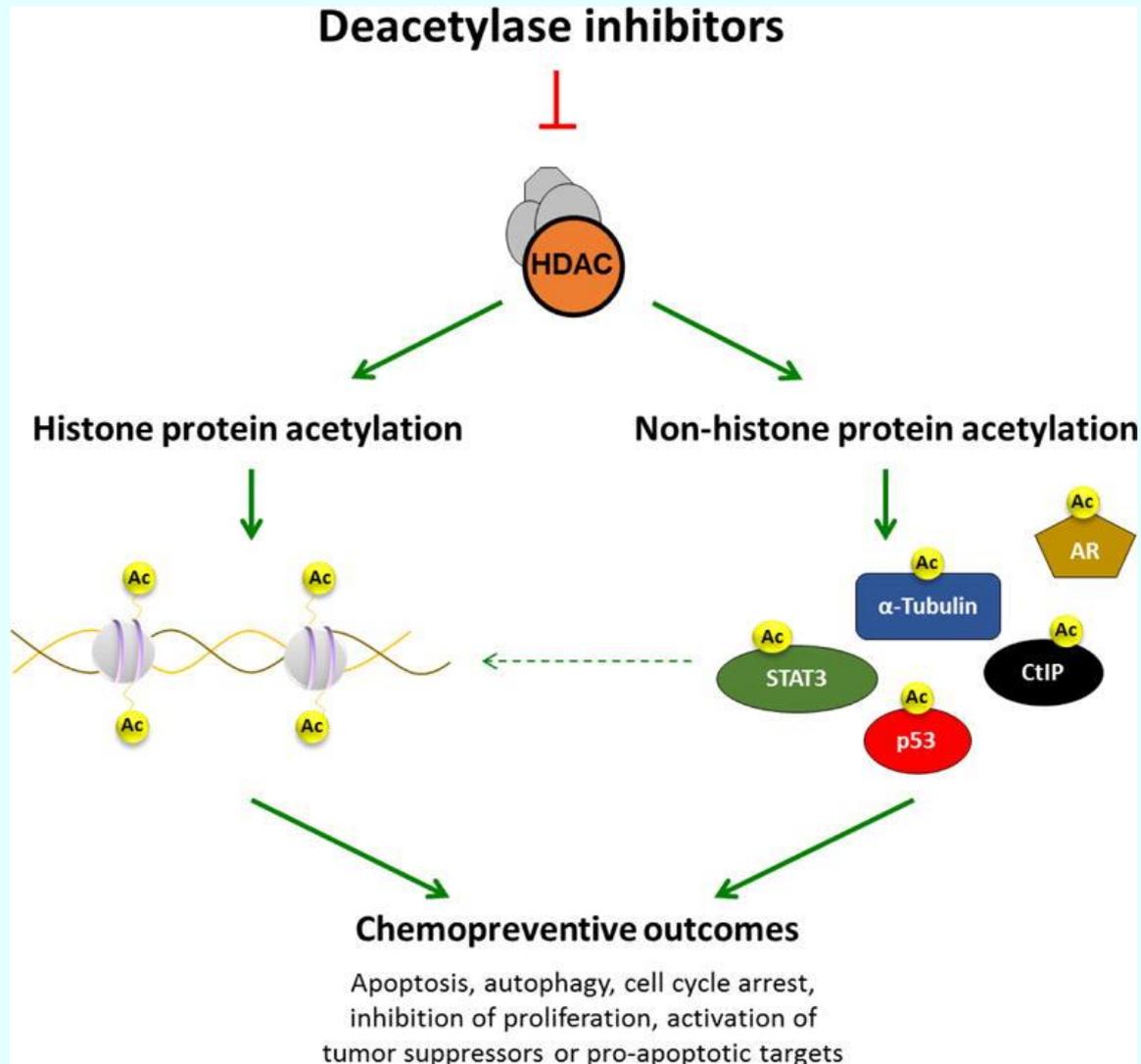
Gli isotiocianati si legano alle Cys regolative ed inibiscono gli enzimi!

Comunque, gli **Inibitori dell'ISTONE DEACETILASI** sono da tempo studiati come: **stabilizzatori dell'umore e anti-epilettici, recentemente anche come agenti anti-cancro.**

(pensate a quanto è importante quello che mangiamo, anche per l'umore!)

Il meccanismo di azione non è ancora chiaro, **sicuramente gli ITCs si legheranno a quelle deacetilasi per gli istoni che legano sequenze di DNA per geni protettivi....promuovono la trascrizione di enzimi citoprotettivi vari!!!**

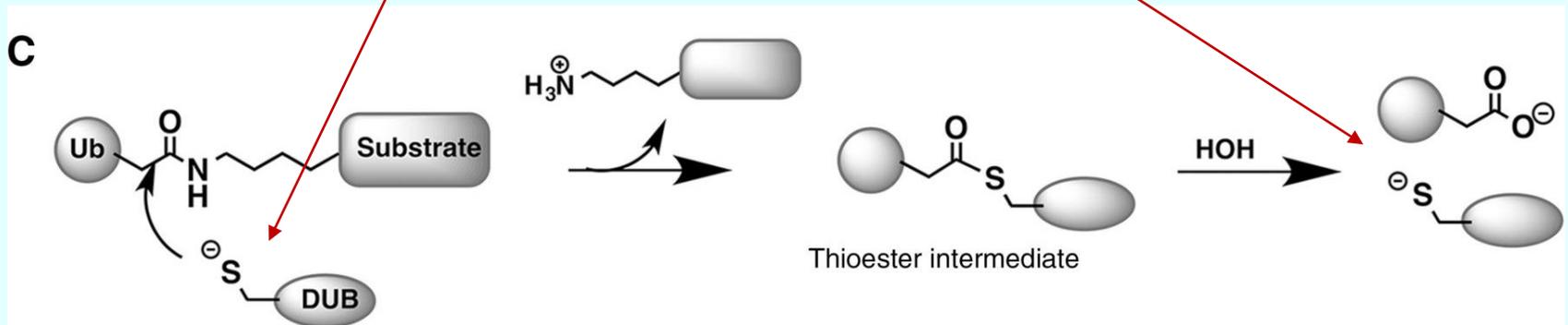
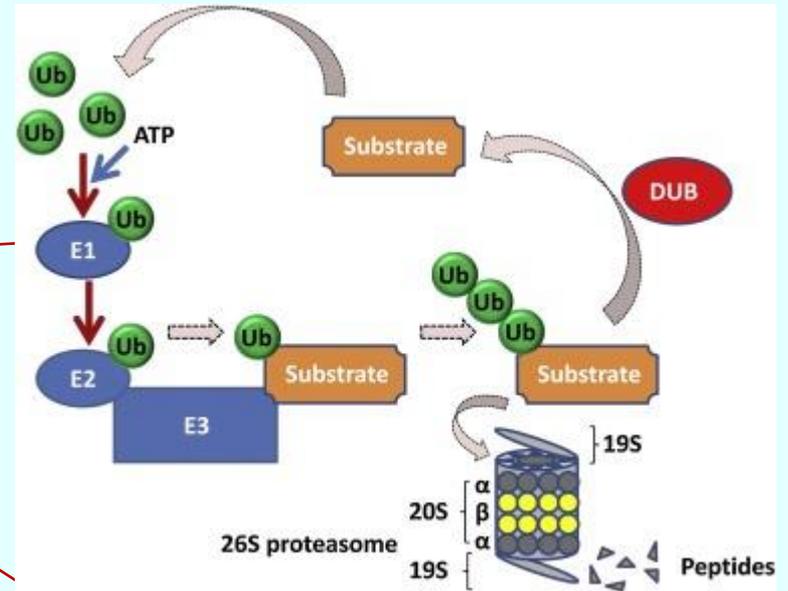
Gli inibitori delle deacetilasi (sia degli istoni che delle proteine, es. p53) sono veramente molto studiati in farmacologia....



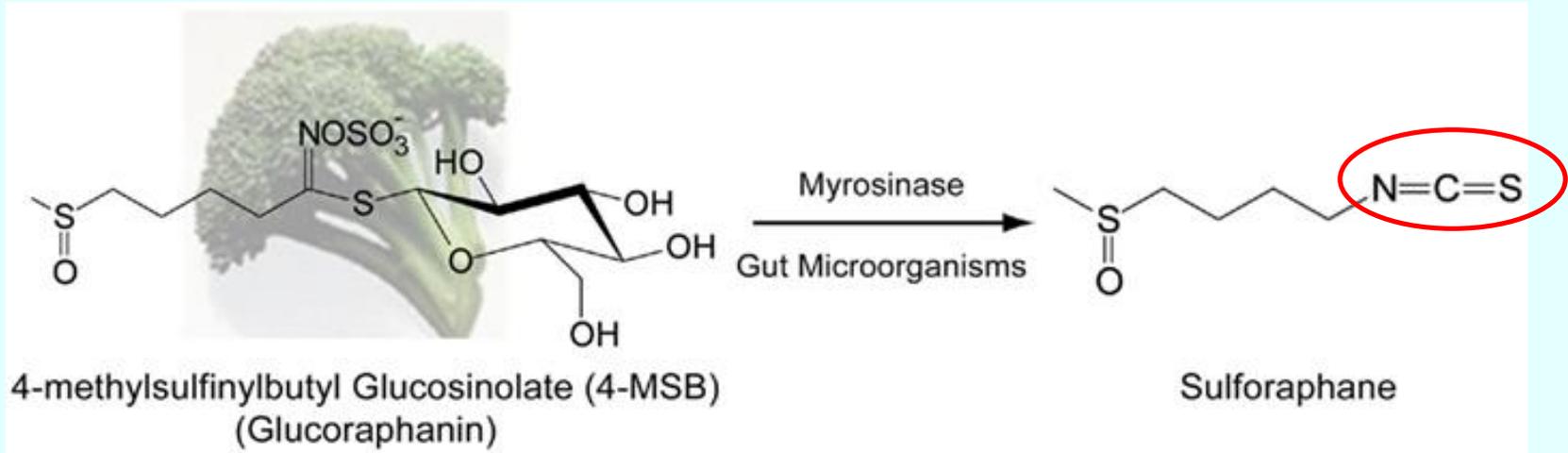
Inoltre, sempre nel contesto dell'epigenetica e della protezione contro il cancro,

gli isotiocianati inibiscono le DUBs (deubiquitinasi)

legandosi alle loro **cisteine** e mantenendo ubiquitinate molte proteine coinvolte nella cancerogenesi (ad esempio le proteine antiapoptotiche USP9x)



Il più noto glucosinolato anti-cancro è la **glucorafanina** che per idrolisi dà un isotiocianato detto **sulforafano** (tipico di broccoli e cavoli)



sulforaphane

brussel sprouts

kale

cauliflower

broccoli

cabbage

kohlrabi

cress salad

antioxidant

antimicrobial

anticancer

anti-inflammatory

anti-aging

neuroprotective

anti-diabetic

Possibile ruolo anticancro del sulforafano:

attraverso l'effetto inibitorio della istone deacetilasi.

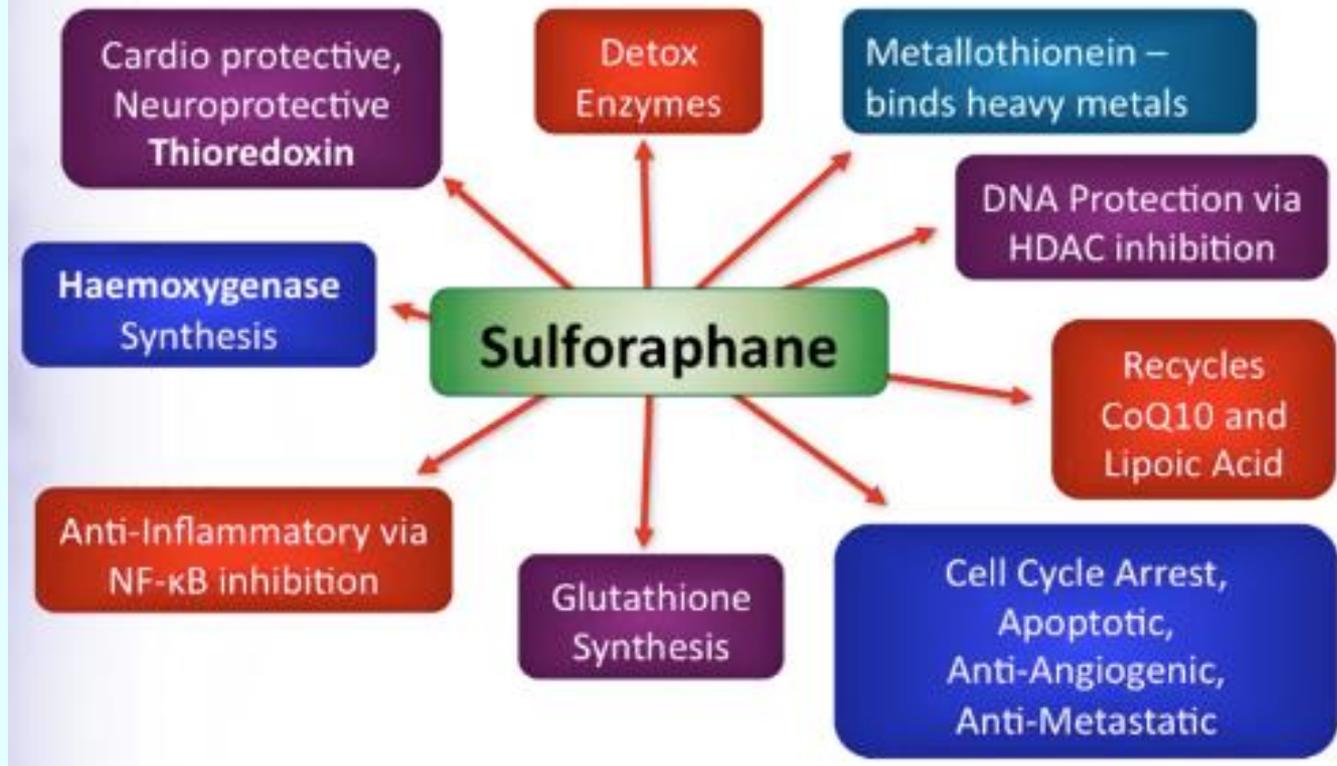
l'**aumento** della trascrizione per gli enzimi per la
trasformazione degli xenobiotici

(come ad esempio **Chinone reduttasi e Glutatione S
transferasi**)

+

l'aumento della trascrizione di **proteine soppressori tumorali**
Ed altro ancora (vedi dopo):

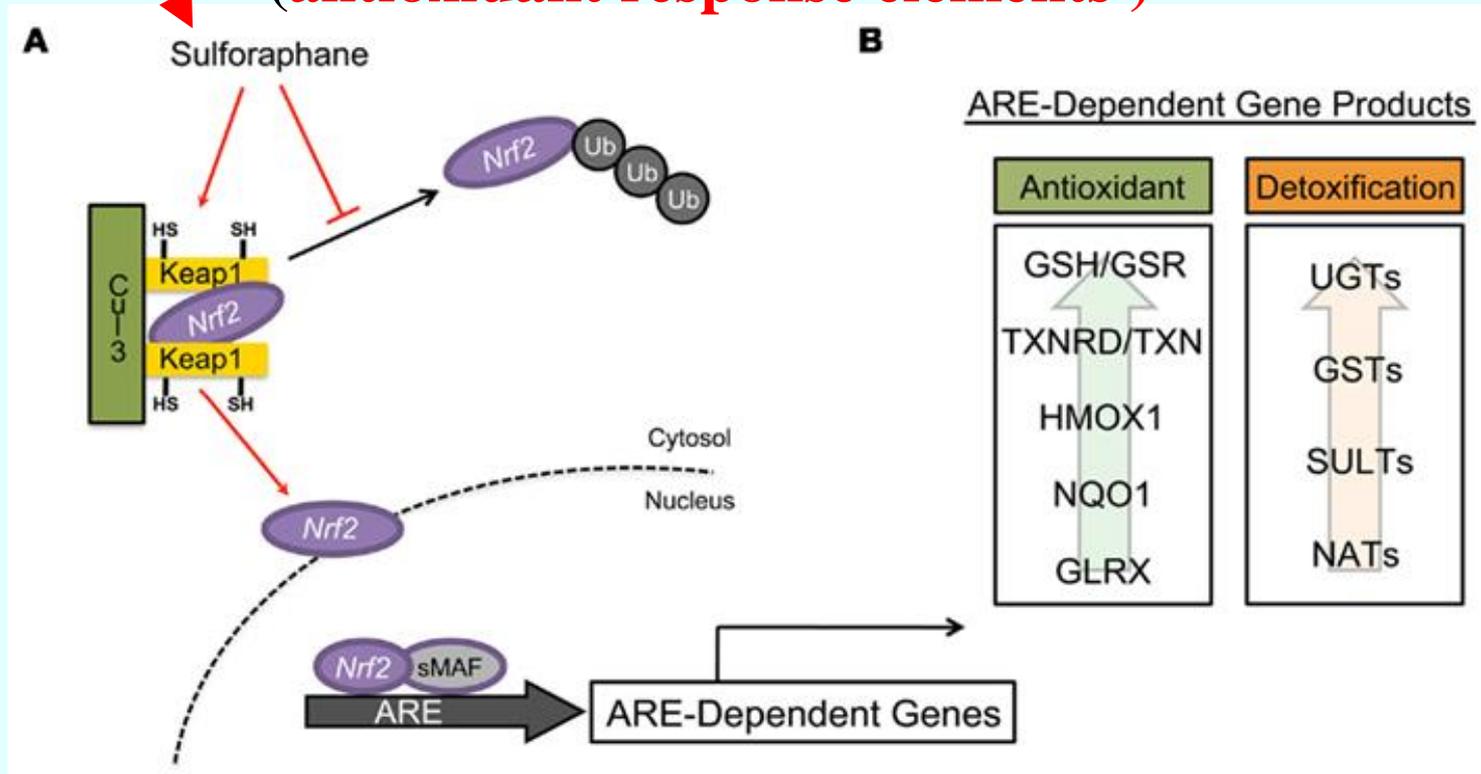
Multifunctional Sulforaphane Targeting Cellular Defense Processes



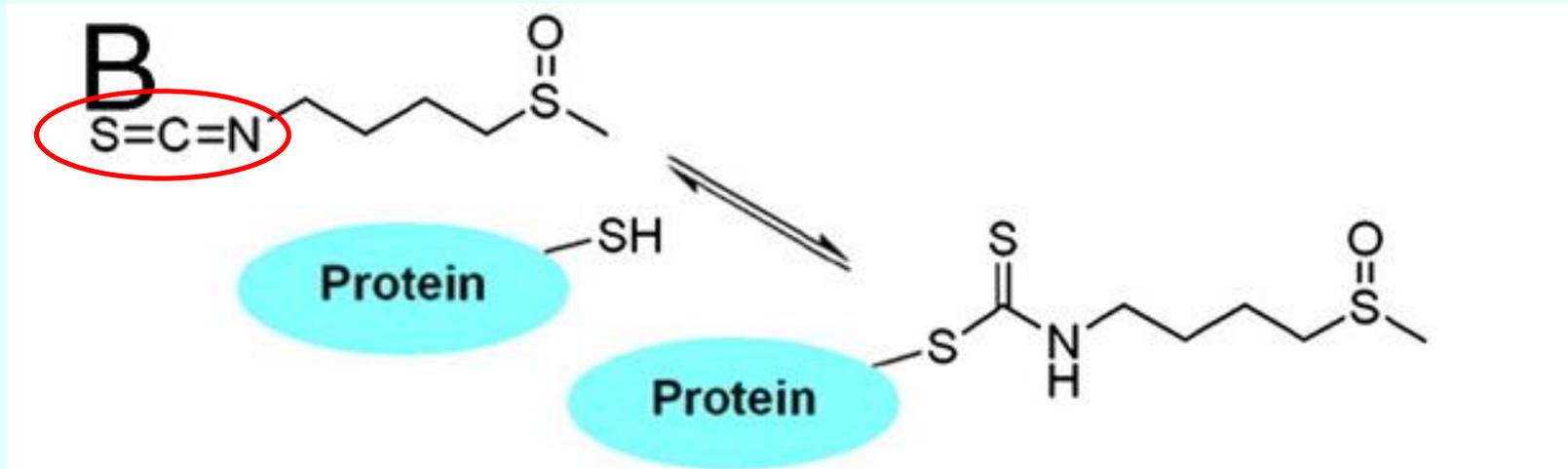
Molte azioni davvero, molte ancora da scoprire.... Non si limita solo a legare KEAP come adesso vediamo!

Il sulforafano, legando molto bene KEAP, è un forte induttore dei geni ARE

(antioxidant response elements)

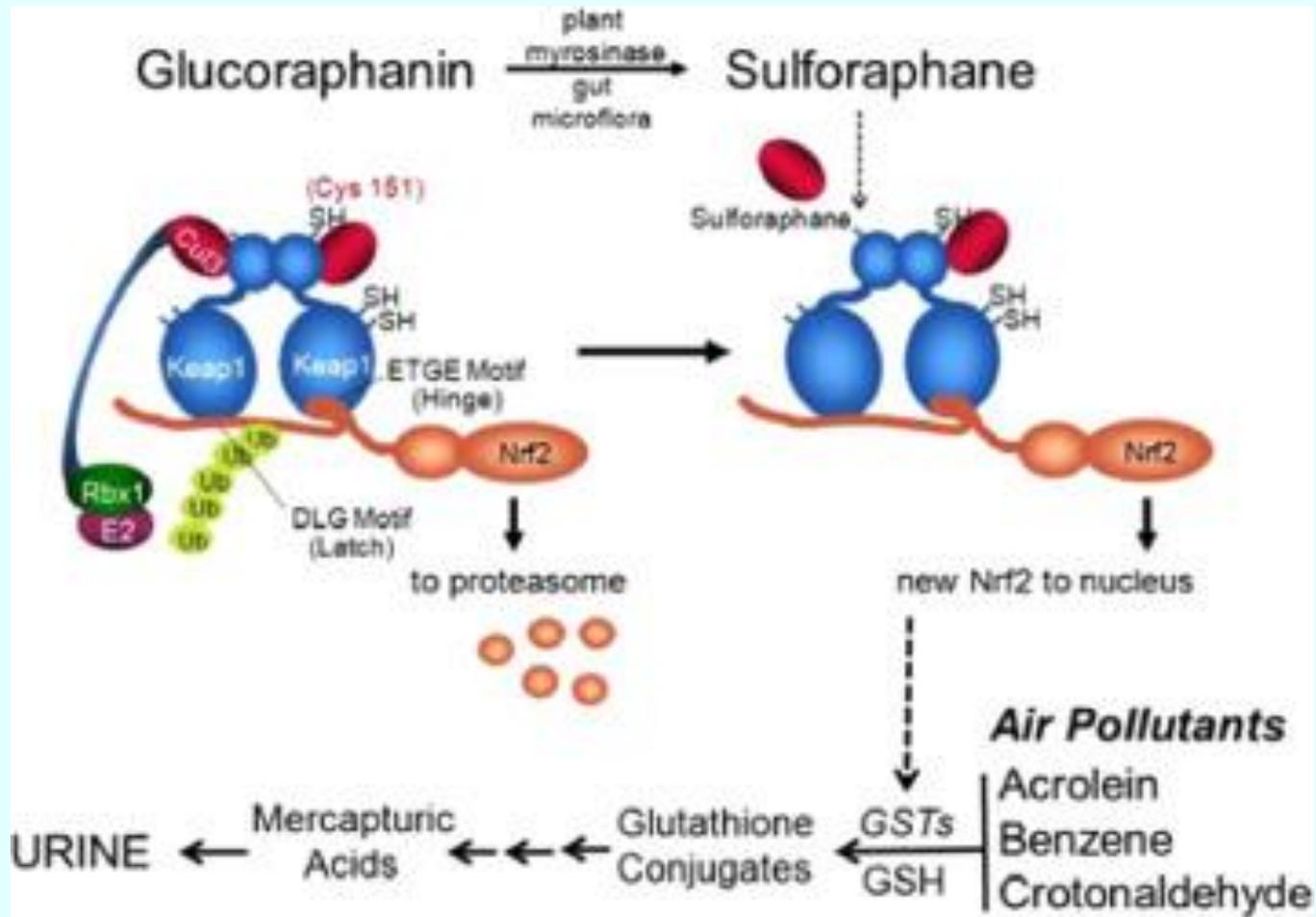


(A) Under basal conditions, the **transcription factor NRF2** is sequestered within the cytosol by the repressor proteins Keap1 and cullin 3 (CUL3), presenting it for proteosomal degradation via ubiquitination. Sulforaphane, through modification of the highly redox-sensitive cysteine residues of KEAP1, facilitates the dissociation of the KEAP1/CUL3/NRF2 complex, releasing NRF2, which translocates into the nucleus. Once within the nucleus, NRF2 heterodimerically pairs with small Maf transcription factors binding to **antioxidant response elements (ARE)** contained within the promoter regions of many enzymes, initiating their transcription. (B) ARE-mediated gene products are typically classified as either detoxification or antioxidant enzymes.



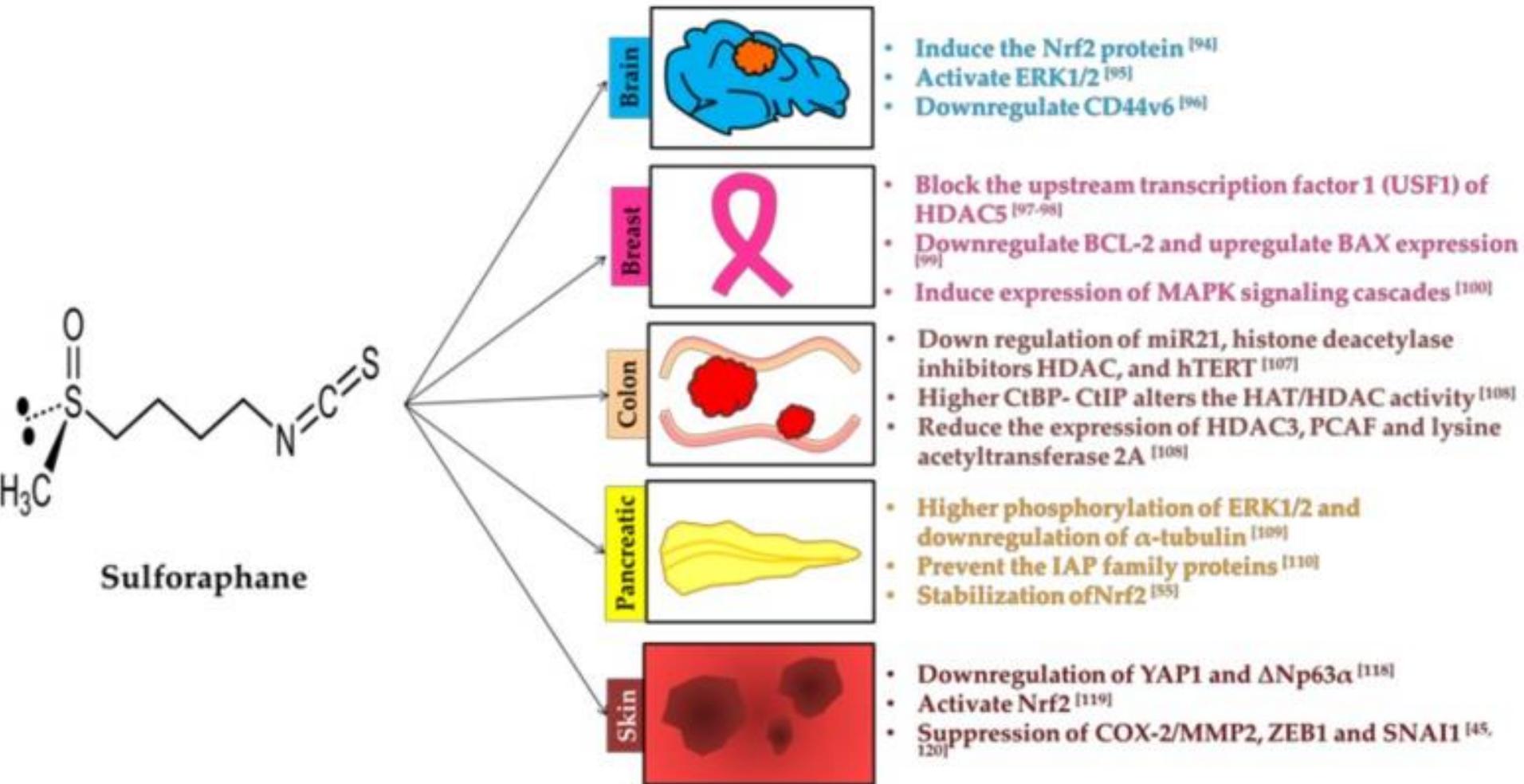
Il sulfonamide si lega all'SH della Cys della proteina target

Con il sulforafano legato a KEAP, Nrf2 va nel nucleo e non al proteasoma.



Una delle reazioni di fase II più efficace è il legame del glutatione allo xenobiotico: GST

Anche alcuni degli altri effetti sono già stati caratterizzati.....

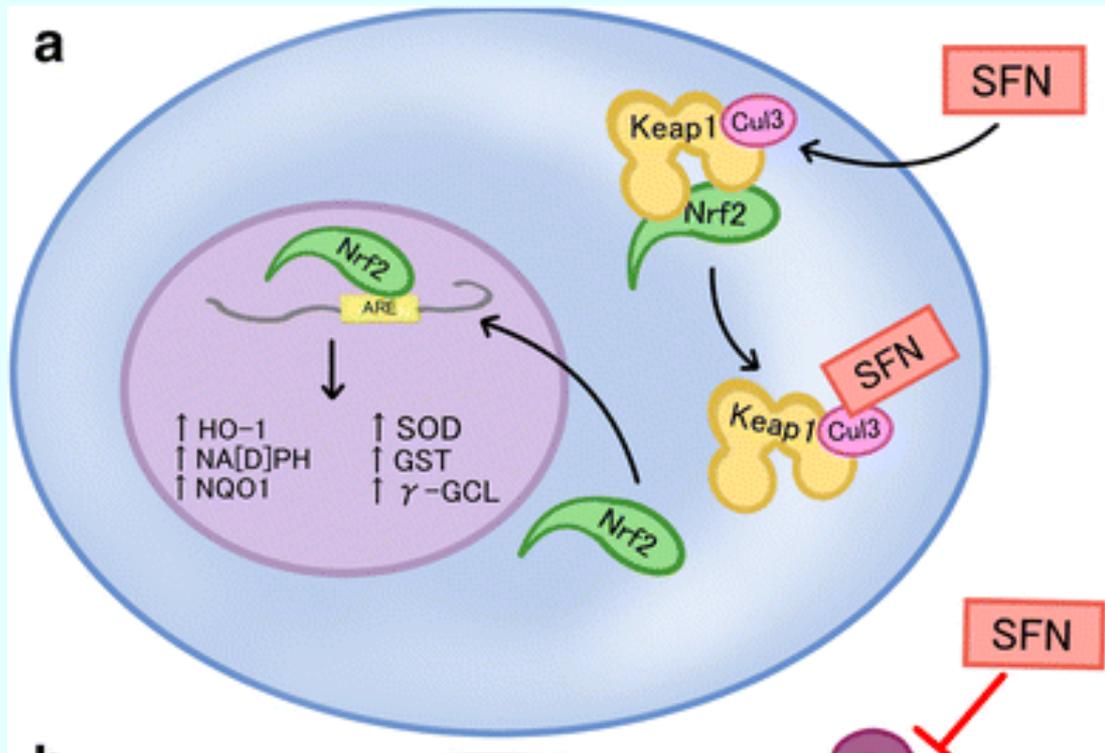


Vediamo qualche caso specifico oltre al solito KEAP.....

Azione antiossidante.

I già citati enzimi per lo scavenging dei ROS e degli xenobiotici

Per esempio: Nrf2 e **SOD e GST**



Sulforaphane (SFN) binds to the Cul3 cofactor of kealch-like ECH-associated protein 1 (Keap1), leading to the release of nuclear factor erythroid 2-related factor 2 (Nrf2) and its translocation to the nucleus to elicit transcription of various phase 2 detoxifying genes, which include but are not limited to NAD(P)H quinone reductase 1 (NQO1), glutathione S-transferases (GSTs), and heme oxygenase 1 (HO-1).

Azione antinfiammatoria:

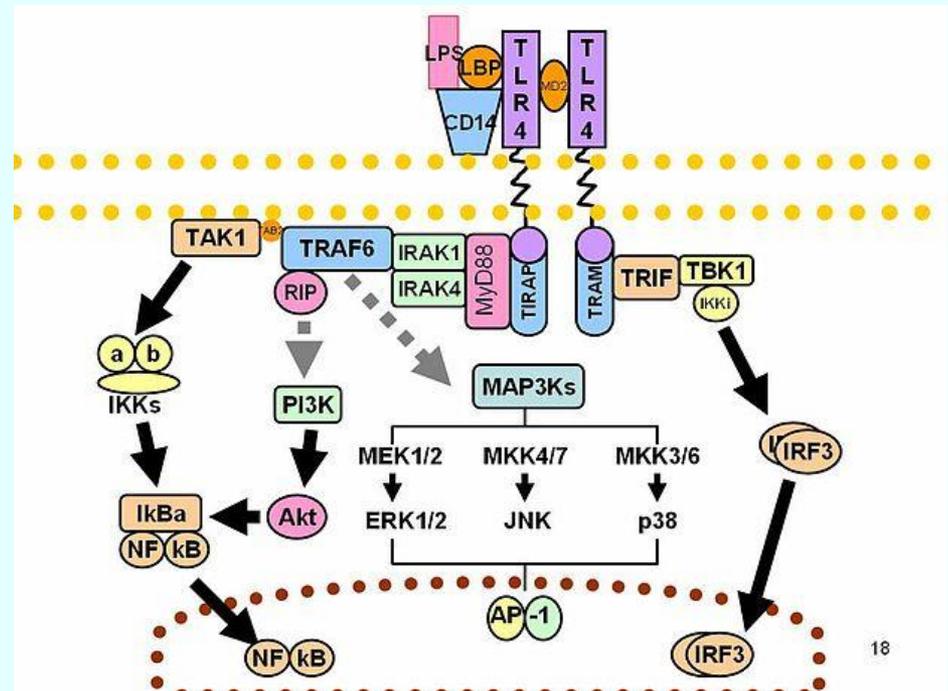
Il sulforafano si lega al recettore TLR4 e ne blocca la via di segnalazione

TLR4 : toll like receptor 4

Legge lipopolisaccaridi batterici e proteine virali

Appartiene alla famiglia PRR: pattern recognition receptor

Quando si attiva porta alla sintesi di numerosi fattori dell'infiammazione e media la risposta del sistema immunitario innato



Tra le varie: NF-κβ e Interferon Regulatory Factor 3

Azione antinfiammatoria:

TLR4 : toll like receptor 4

Il sulforafano (SFN) si lega a tale recettore (alle sue Cys!) e ne blocca la via di trasduzione.

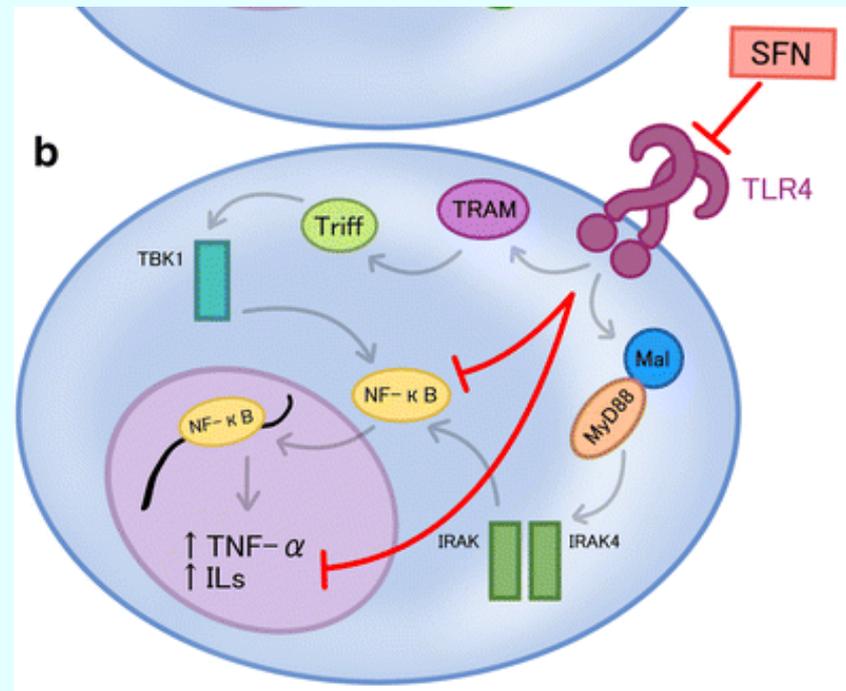
NE IMPEDISCE LA DIMERIZZAZIONE

Questa passa da **NF- κ B**
Che quindi viene inibita

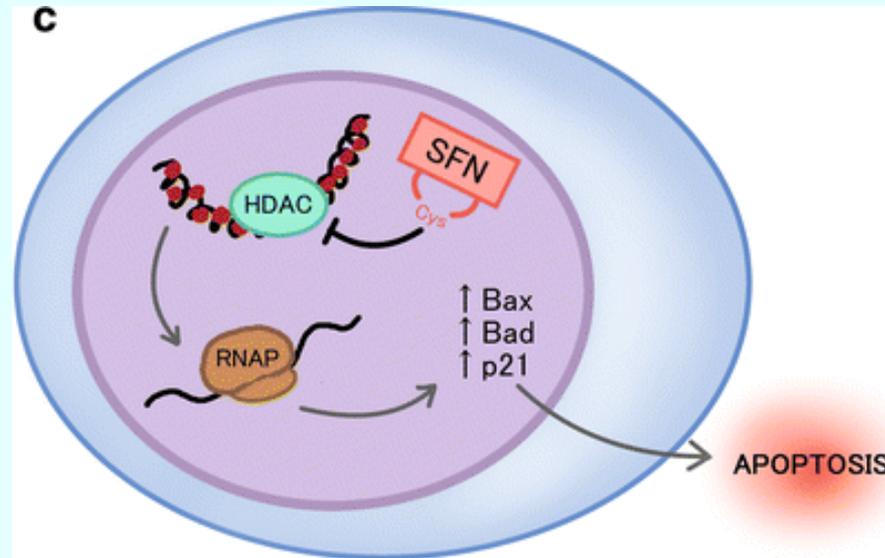
Non si formano più (tra gli altri):

TNF-alpha, che è un fattore di necrosi tumorale

ILs, interleuchine



Deacetilazione e trascrizione dei fattori pre-apoptotici Bax, Bad e p21



SFN inhibits histone deacetylase, which eventually leads to the increase of transcription of pro-apoptotic factors, such as Bax, Bad, and p21, and subsequently apoptosis

Il sulforafano ha attività anti-angiogenetica ed anti-metastatica

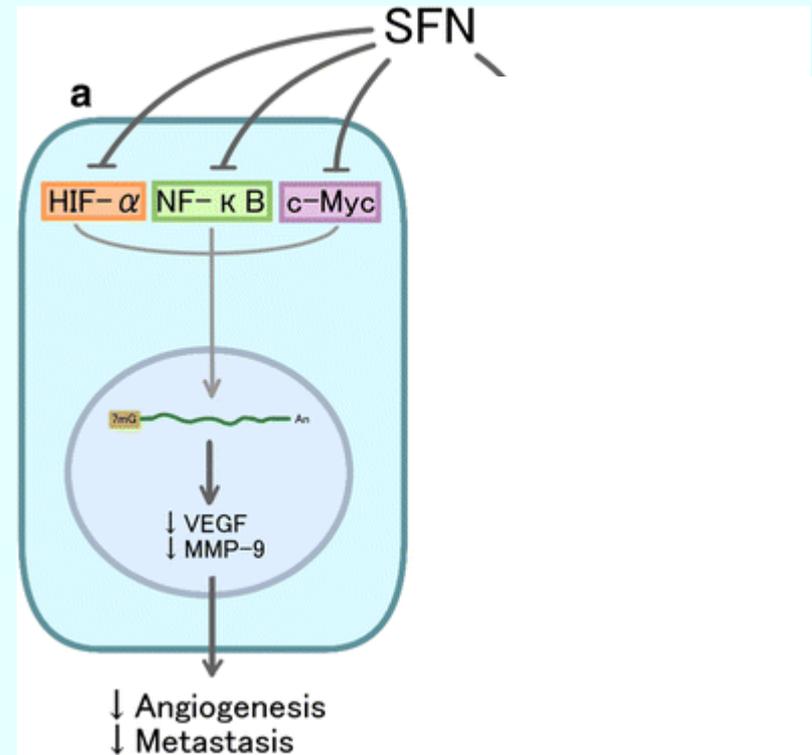
a Sulforaphane (SFN) **inhibits transcription factors**

hypoxia-inducible factor (HIF)-1alpha,
nuclear factor-kappaB (NFkB),
and proto-oncogene myc (c-Myc),
resulting in the

downregulation of key angiogenic and metastatic regulators, vascular

endothelial growth factor (VEGF) and matrix metalloproteinase 9 (MMP-9),

and thus, the reduction of angiogenic and metastatic potential.



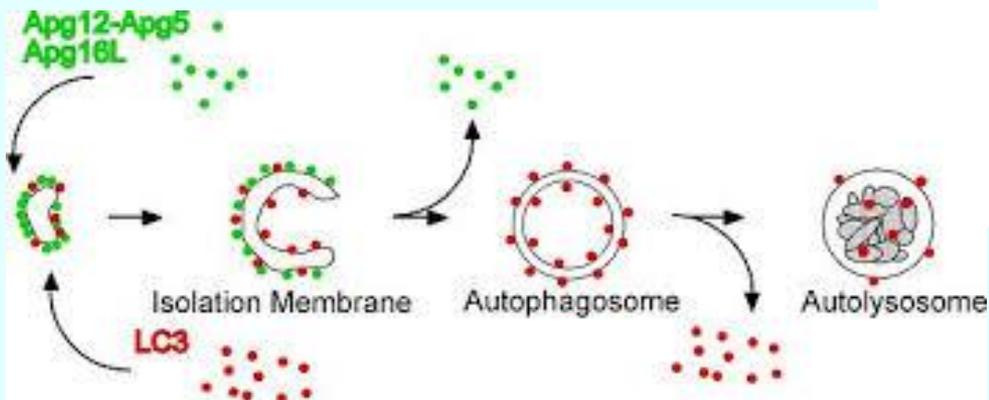
Il sulforafano ha attività pro-autofagica

b SFN induces the recruitment and **increases the expression** of **LC3** to autophagosomes, thus, increasing the activation of the autophagy pathway

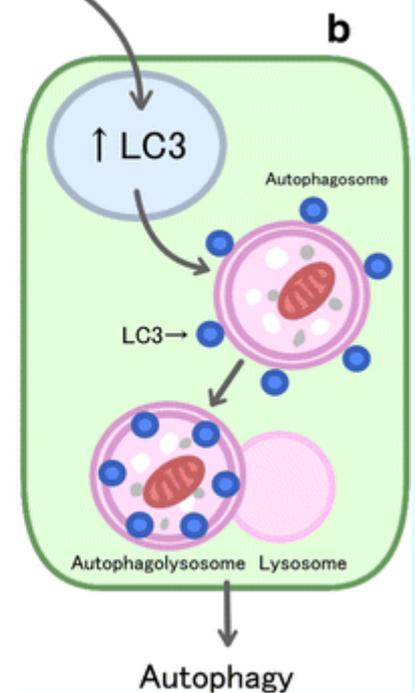
MAP1LC3B (acronimo di *Microtubule-associated proteins 1A/1B light chain 3B*), detta più semplicemente:

LC3, è una proteina associata ai microtubuli codificata nell'uomo dal gene MAP1LC3B

La LC3 ha un ruolo fondamentale nel processo di **autofagia** ed in particolare nella formazione della membrana dell'autofagosoma



SFN

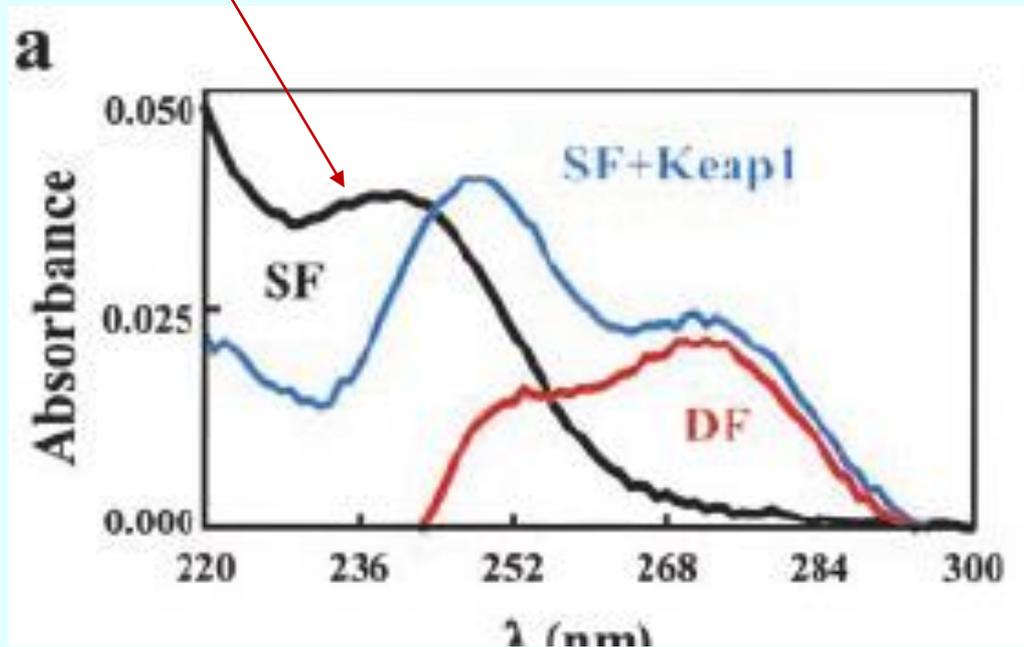


L'apoptosi passa anche dall'autofagia..

Inoltre, sempre correlabile all'azione anticancro:

È il più efficiente nella inibizione dell'*Helicobacter pylori*

Applicato localmente il sulforafano protegge la pelle dallo stress da UV. Assorbe l'UV!



Il sulforafano si trova in commercio come estratto di
broccolo!!!!!!!!!!!!

Categoria: **fitoterapici.**

Tipo: Estratto di erbe
Forma: Polvere
Tipo dell'estrazione: Estrazione liquido - solido
Punto d'origine: La Cina (continente)
Marca: Joymore/L-Sulforaphane
(estratto P.E.) 0.5% del
broccolo
Nome: L-Sulforaphane (estratto
P.E.) 0.5% del broccolo



Numero del Modello:

JM-502-0.5

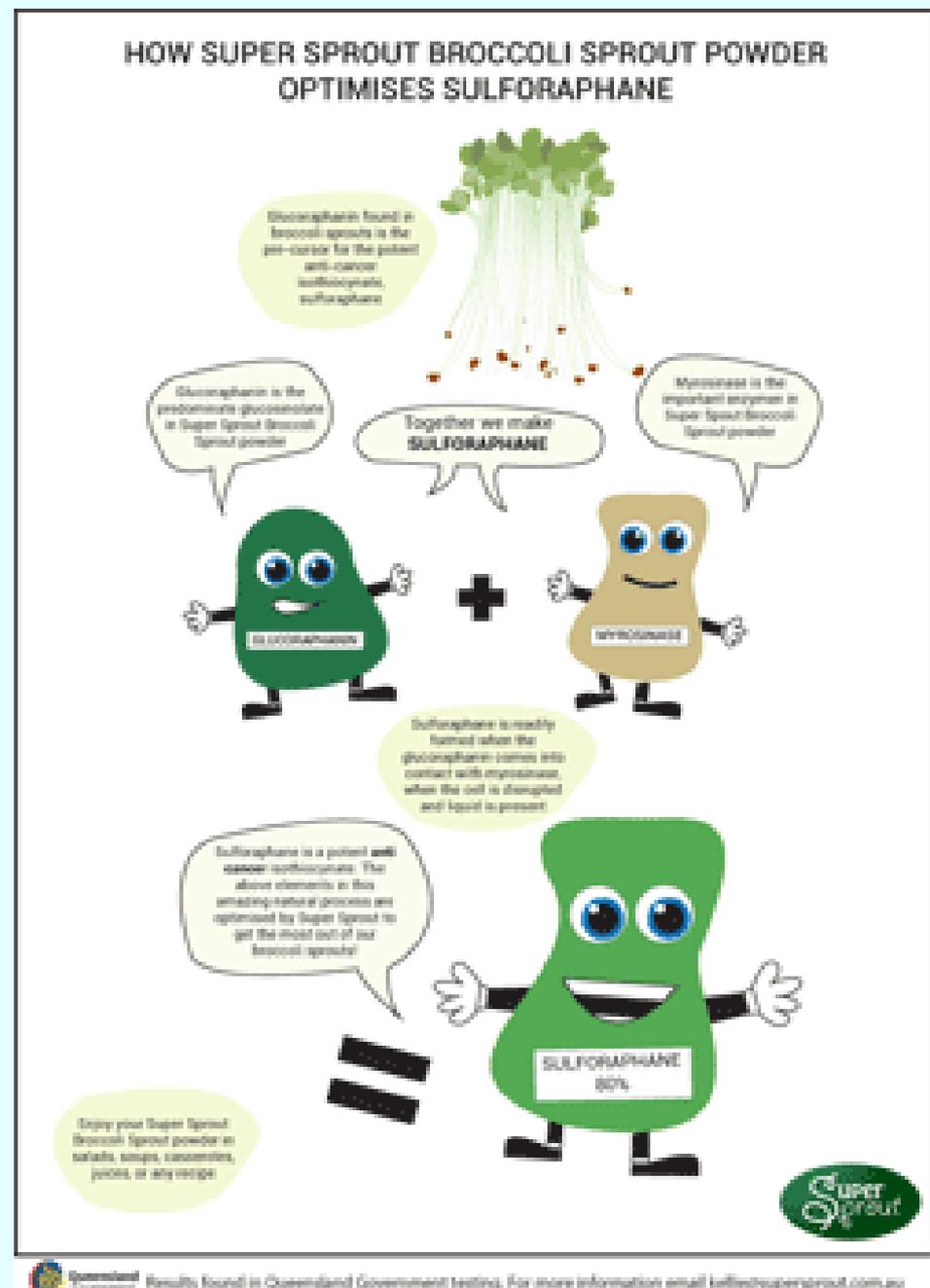
Nella polvere il glucosinolato viene idrolizzato durante il processo di estrazione così si ha il sulforafano già pronto!

Preparazione:

Triturazione

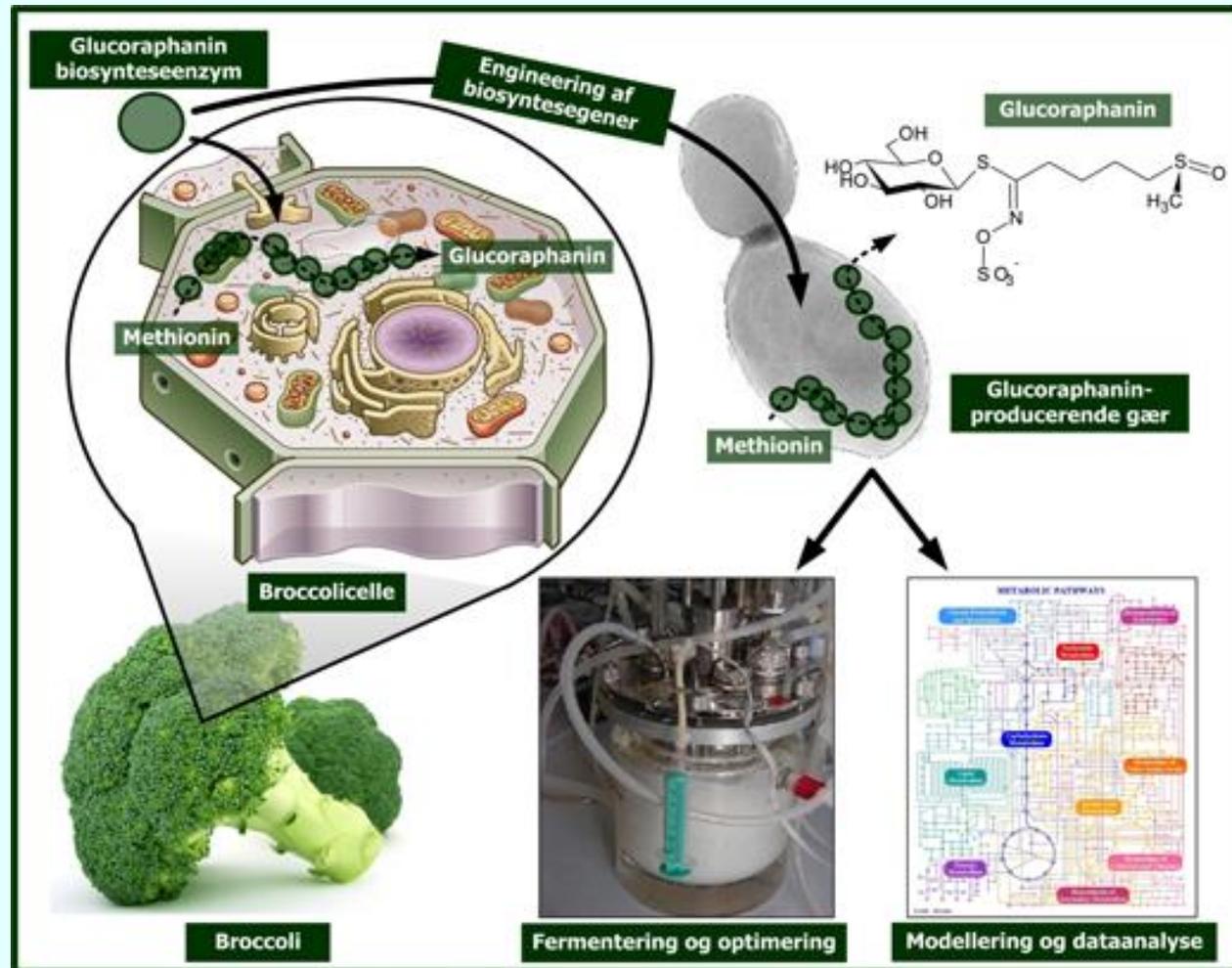
Essiccazione

Riduzione a polvere



E per la produzione su larga scala del principio purificato:

Reattori con **lievito** ingenerizzato con i 13 enzimi (mitocondriali e citosolici!!!) della via biosintetica della glucorafanina.



Are you getting enough **Sulforaphane?**



Natural News



Supports
heart health



Supports
skin health



Can relieve
minor muscle
pain following
exercise



Supports
gut health



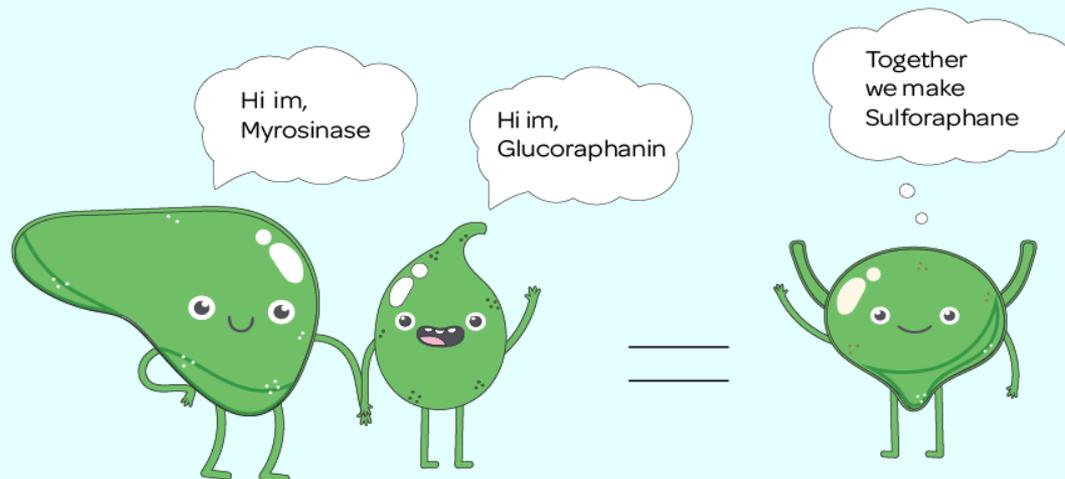
Supports the
body's
detoxification
function

Vediamo come ottimizzare...

Sulforafano e preparazione ottimale dei cibi

Il calore denatura la mirosinasi... quindi:

Tagliare i cavoli a piccoli pezzetti e lasciarli «riposare» 15 minuti (il cosiddetto «**myrosinase time**») prima di cuocerli (**a temperatura più bassa possibile e per il minor tempo possibile**) almeno vi è il tempo di produrre sulforafano.



E se non si hanno 15 minuti di tempo?

O se la ricetta non viene bene con i cavoli triturati???

Una volta pronto il piatto, **aggiungere alcuni vegetali crudi per il «myrosinase sharing»!**

Maximize sulforaphane
production

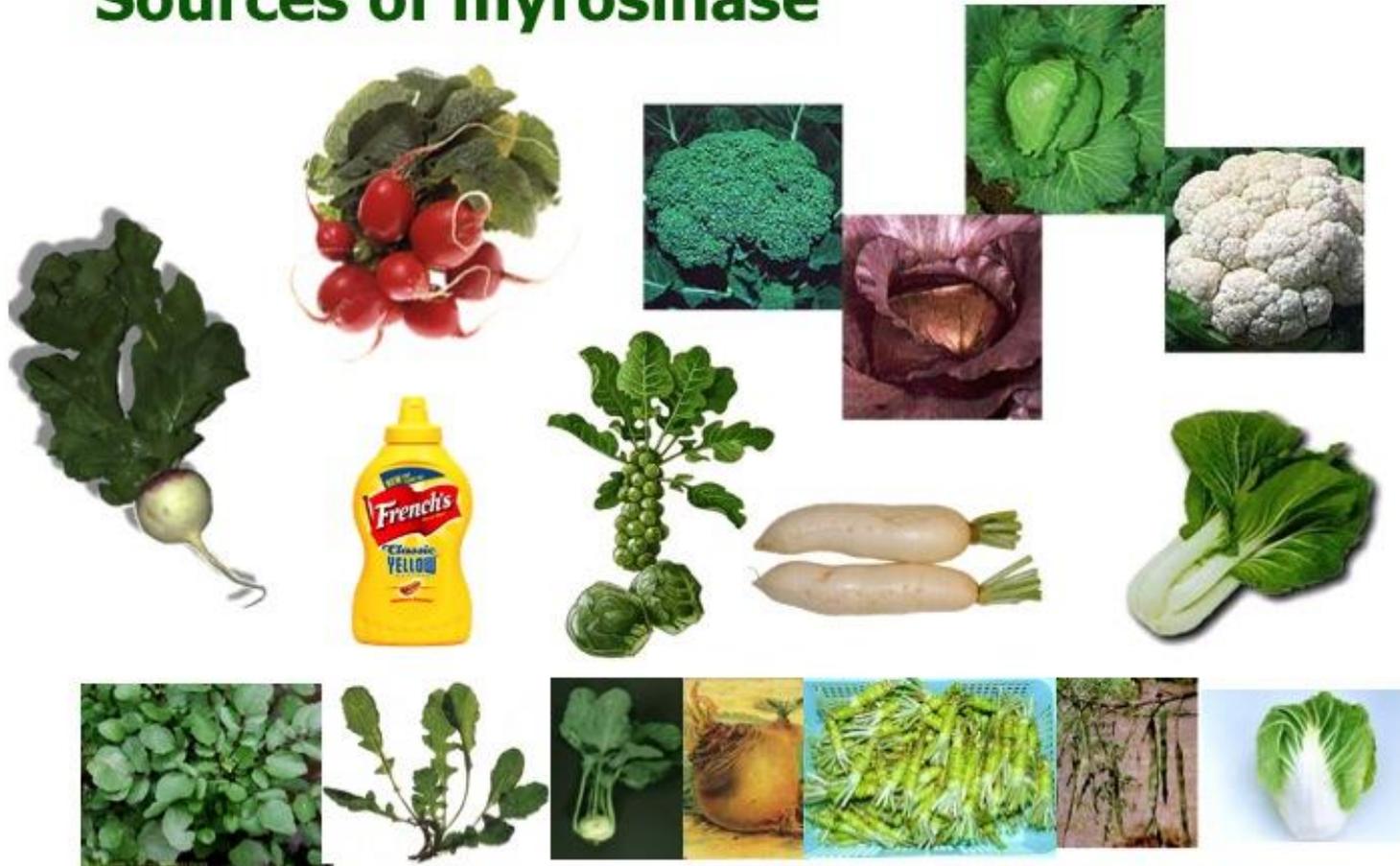


Make time for Myrosinase

Ad esempio:

Crescione, Ravanelli, Rucola etc....

Sources of myrosinase



Water cress

Arugula

Kohlrabi

Rutabaga

Wasabi

Drumsticks

Chinese cabbage

I più efficienti:
I germogli di broccoli...



I germogli di broccolo non sono solo quelli che contengono più mirosinasi....

Ma anche quelli che danno più sulforafano!

DID YOU KNOW

 = 

**56 GRAMS OF BROCCOLI SPROUTS PROVIDES
THE SAME AMOUNT OF SULFORAPHANE
AS 1 KILOGRAM OF RAW BROCCOLI?**

 @plast_proof

The infographic features a white background with bold black text. At the top, it asks 'DID YOU KNOW'. Below this, a small pot of green broccoli sprouts is shown on the left, followed by an equals sign, and a head of raw broccoli on the right. The central text states that 56 grams of sprouts provide the same amount of sulforaphane as 1 kilogram of raw broccoli. In the bottom left corner is a Facebook icon, and in the bottom right corner is the handle '@plast_proof'.

Le piantine giovani sono le più protette!!!!

IL MICROGREEN!



I più «facili»:

Semi di senape appena triturati

Brassica nigra!

**Sempre una
Crucifera.**



Detta anche Senape nera, o Mostarda nera.

I semi di senape sono una buona fonte di:

calcio, ferro, magnesio, fosforo, potassio, zinco, manganese, colina, omega-3, fitosteroli e fibre.

Selenio, un minerale con azione antiossidante ed essenziale per il metabolismo del cervello e della tiroide.

Notevole contenuto di fitonutrienti come glucosinolati (che per idrolisi danno isotiocianati) e antiossidanti come la curcumina, che proteggono contro il cancro



100 grammi di semi di senape macinati contengono:

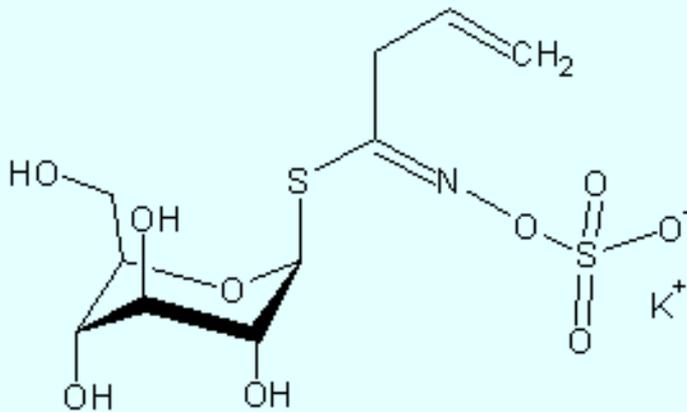
- carboidrati - 5 g;
- proteine - 4,4 g;
- grassi - 4 g;
- grassi insaturi - 0,2 g;
- fibre alimentari - 3,3 g;
- acidi grassi polinsaturi - 1 g;
- acidi grassi monoinsaturi - 2,6 g;
- sodio - 37 mg;
- potassio - 38 mg;
- calcio - 58 mg;
- magnesio - 49 mg;
- ferro - 1,5 mg;
- zucchero - 0,9 g;
- retinolo - 71 mg;
- calciferolo - 0,1 mg;
- cianocobalamina - 0,5 mg;
- acido ascorbico - 1,5 mg;
- piridossina - 0,1 mg.

La senape:

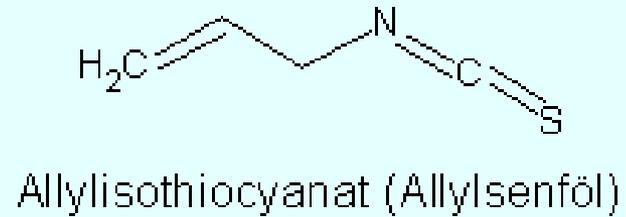
macinazione dei semi e liberazione di mirosina!

i **semi** contengono alcuni glucosidi, la **sinalbina** e la **sinigrina**, che producono particolari isotiocianati (principalmente **isotiocianato di allile**) dal sapore acuto e pungente, che dovrebbero servire da “repellenti”.....

Per questi principi attivi, la senape può essere utilizzata nell'industria alimentare come condimento e in medicina per le proprietà antinfiammatorie



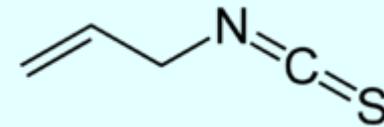
Sinigrin



L'**isotiocianato di allile** è un **isotiocianato** di formula $\text{CH}_2\text{CHCH}_2\text{NCS}$.

Questo liquido oleoso è responsabile del sapore **piccante** della **senape** (anche di rafano e del **wasabi** o **ravanello giapponese**).

È poco solubile in acqua, ma si scioglie bene nella maggior parte dei solventi organici. È il componente maggiore dell'olio di senape.



Lo **specifico effetto lacrimatorio** è dato dal suo legame ai canali ionici:

TRPA1 (Transient receptor potential cation channel, subfamily **A**, member **1**, **sensore del dolore, del freddo e del prurito**) e

TRPV1 (transient receptor potential cation channel subfamily **V** member **1**, **lo stesso che lega la capsaicina, nocicettore del caldo e del dolore**)

Preparazione casalinga della senape:

Lasciare i semi di senape in acqua, aceto o vino fino a quando diventano morbidi. Macinare in un frullatore fino ad ottenere un impasto omogeneo.

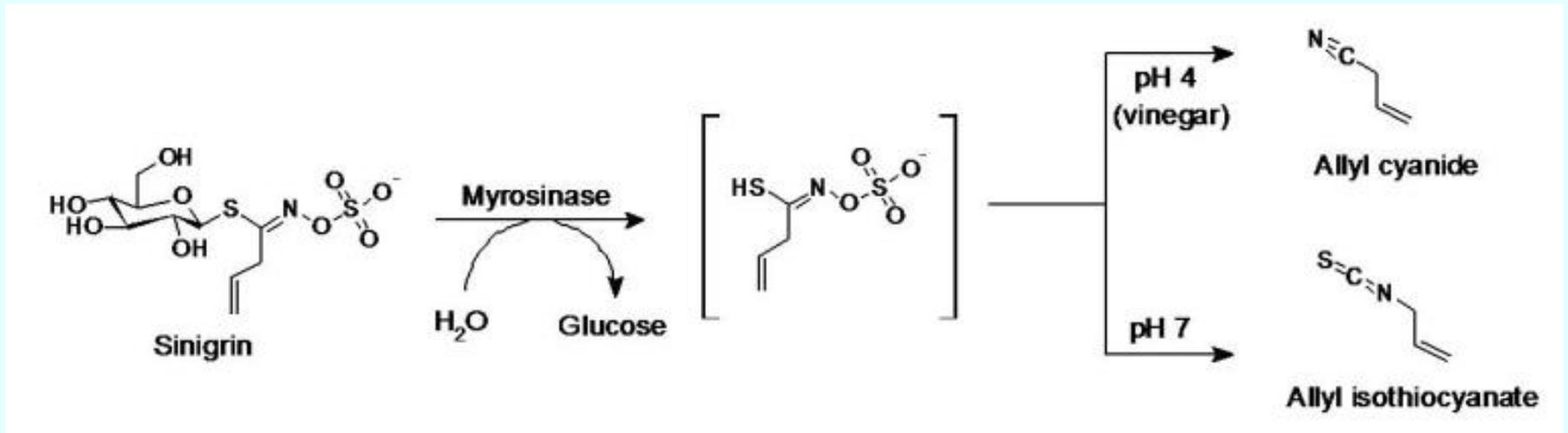
Controindicata solo in caso di ipotiroidismo ed ulcere.



Attenzione però alle preparazioni con l'aceto!

Sarebbe meglio farle in acqua ed aggiungerlo dopo (o usarlo diluito) perché il pH acido (a 4!) porta alla formazione del **cianuro di allile** che è tossico (viene idrolizzato dell'organismo e rilascia cianuro).

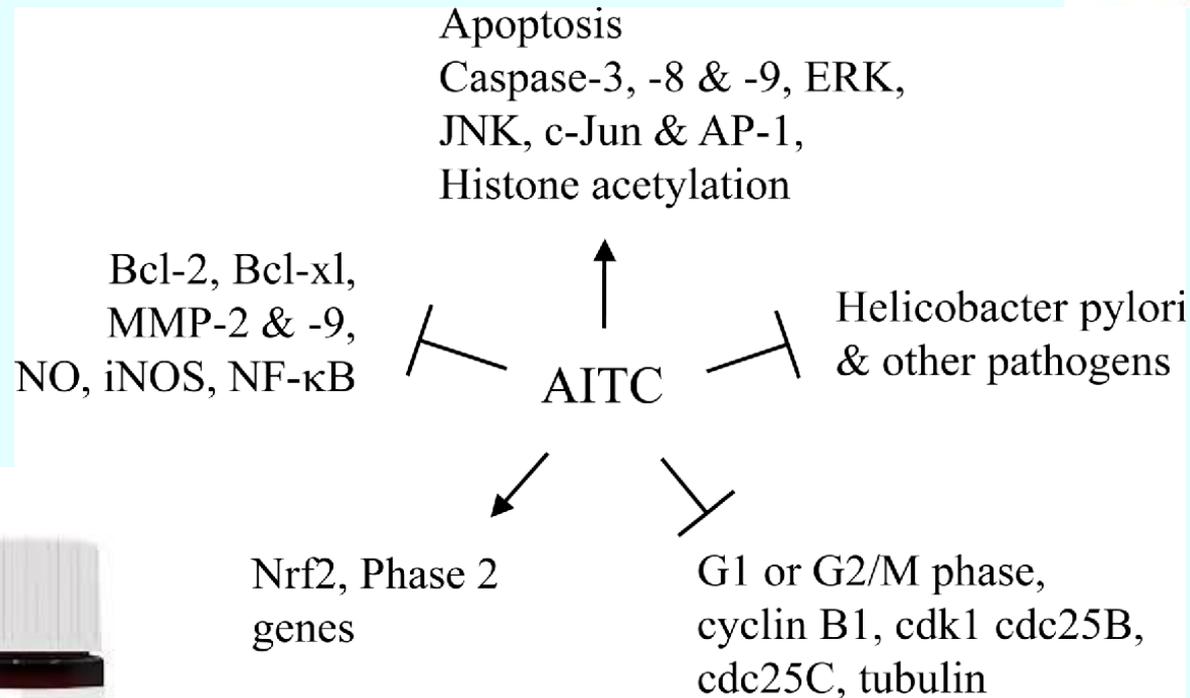
(Il pH 7 è comunque quello tipico della bocca, quindi la masticazione di queste piante crude è ok!)



Proprietà dei semi di senape e loro usi (generalmente come olio di mostarda):

- **ossigena il sangue:** stimola la circolazione sanguigna e favorisce l'eliminazione delle sostanze tossiche presenti
- **svolge un'azione digestiva e lassativa:** i semi di senape macinati e disciolti in acqua, svolgono un'azione purgante
- **antireumatico:** impacchi e cataplasmi con i semi di senape caldi, sono un ottimo rimedio per contrastare i dolori dei reumatismi. Stimolando la circolazione sanguigna, le tossine superficiali vengono espulse in breve tempo
- **per aritmie cardiache:** l'olio di semi di semi stabilizza le aritmie cardiache, protegge il cuore, grazie alla presenza di omega 3
- **contrastata il colesterolo:** le foglie della pianta di senape favoriscono la produzione di colesterolo HDL, il così detto colesterolo buono
- **modula la glicemia:** l'olio di semi di senape aiuta a tenere bassi i livelli di glicemia nel sangue
- **disintossicante:** un decotto di semi di senape svolge un'azione detossificante per tutto l'organismo e aiuta a depurare l'organismo da effetti collaterali di alcol e abuso di sostanze tossiche.

Tutte queste proprietà derivano dagli effetti dell'allil isotiocianato (AITC)



E se il vegetale è **surgelato**?

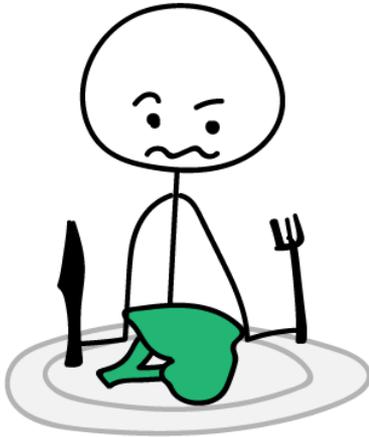
Durante la lavorazione, i cibi vengono sbollentati prima di essere surgelati...

Quindi la mirosinasi viene denaturata.

Seguire lo sharing anche in questo caso....



Se tutto questo non è possibile, rimane sempre l'integratore alimentare....



Chewing raw cruciferous vegetables releases myrosinase



Sprinkle mustard seeds or sprouts over a cooked broccoli dish.

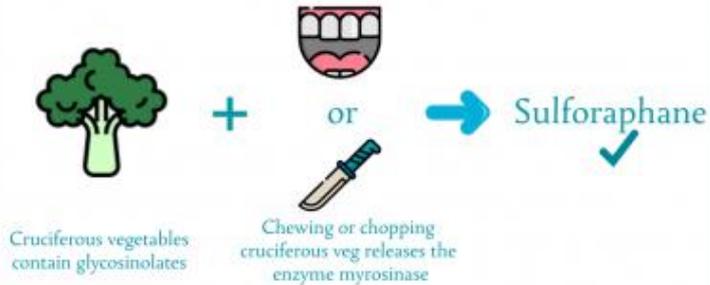


Certain supplements contain synthesized sulforaphane.

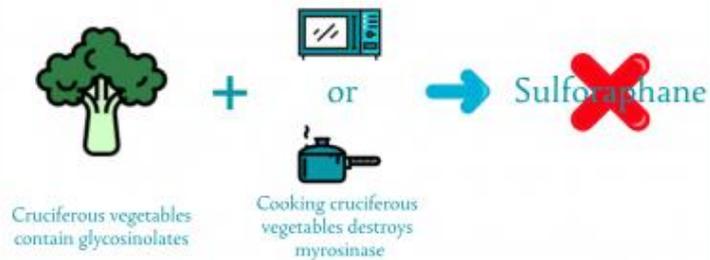
Quindi, ricordarsi sempre:

Maximize sulforaphane production

1. Eating raw cruciferous vegetables



2. Cooking cruciferous vegetables the wrong way



3. Cooking cruciferous vegetables the correct way



Created by Ruth at CALMERme.com



Bioavailability of Glucosinolates and Their Breakdown Products: Impact of Processing

Francisco J. Barba^{1,2*}, Nooshin Nikmaram³, Shahin Roohinejad⁴, Anissa Khelifa⁵, Zhenzhou Zhu⁶ and Mohamed Koubaa⁶

Comunque sono stati trovati i metodi di cottura giusti per ogni glucosinolato d ogni cibo...

TABLE 2 | Impact of cooking conditions on glucosinolates and their breakdown products.

Cooking conditions	Main findings
Bolting or steaming for 10 min Blanching, microwaving, or steaming cabbage for up to 10 min	Reducing sinigrin by 9.6 and 29.1% in steamed and boiled cauliflower Blanching decreased glucosinolate and S-methylmethionine levels, whereas microwaving or steaming preserved them
Steaming for 10 min, bolting for 15 min, and high-pressure cooking for 7 min	Losses between 20–33% and 45–60% in pressure treatment and boiled vegetables, respectively. Breakdown products of aliphatic glucosinolates decreased from 5 to 12% in steamed, 18 to 23% in pressure-cooked, and 37 to 45% in boiled samples
Bolting Brussels sprouts at 100°C for 5, 15, and 30 min	The presence of seven breakdown products (Indole-3-acetonitrile, Indole-3-carbinol, ascorbigen, 3,3'-diindolylmethane, 3-butenitrile, 4-methylsulfinylbutanenitrile, and 2-phenylacetoneitrile) after bolting
Bolting for 5 min. Stir-frying at 130°C for 5 min. Microwaving (450 W) for 5 min. Steaming for 5 min	Compared with fresh-cut red cabbage, all cooking methods were found to cause significant reduction in total glucosinolates contents
Bolting in water with a cold start (25°C); bolting with a hot start (100°C); and steaming	Steaming showed an increase in the amount of total glucosinolates (+17%). Bolting-hot start (-41%) and bolting-cold start (-50%) reduced total glucosinolates
Cutting (2-inch pieces) and then hot water blanching at 66, 76, 86, and 96°C for 145 s	Blanching at ≥86°C inactivated peroxidase, lipoxygenase, and myrosinase. Blanching at 76°C inactivated 92% of lipoxygenase activity, and leads to 18% loss in myrosinase-dependent sulforaphane formation
Radio frequency cooking in oven transferring 180 kJ. Steaming for 8 min at 100°C	Increasing glucosinolates from 10.4 μmol g ⁻¹ DW in fresh broccoli to 13.1 and 23.7 μmol g ⁻¹ DW after radio frequency cooking and steaming, respectively
Cooking at 100°C for 8 and 12 min	Limited thermal degradation of glucoraphanin (less than 12%) was observed when broccoli was placed in vacuum-sealed bag
Cutting broccoli (15 cm long). Bolting for 3.5 min at 100°C. Low pressure (0.02 MPa) steaming at 100°C, 5 min. High-pressure (0.1 MPa) steaming for 2 min. Under vacuum treatment at 90°C for 15 min. Microwaving at 900 W, 2.5 min. Vacuum-microwaving (-98.2 kPa) at 900 W, 2.5 min	Bolting and under vacuum processing induced the highest glucosinolate loss (80%), while low-pressure steaming, microwaving, and vacuum-microwaving showed the lowest (40%) loss
Blanching broccoli for 30, 90, and 120 s. Stir-frying at 100–130°C for 90 s. Microwaving at 800 W for 90 s	Blanching at 120 s decreased total glucosinolates by 36%, stir-frying and microwaving decreased them by 13–26%
Bolting and steaming Portuguese cabbage for 12 min, and for 15 min for the other Brassica. Microwaving at 850 W, 8 min	Steaming contributed to the higher glucosinolates preservation, whereas bolting water led to higher losses (57% in Brassica oleracea and 81% in Brassica rapa cultivars)
Microwaving at 1100 W, steaming and bolting. Cooking times were 2 or 5 min	Steaming resulted in higher retention of glucosinolates, while bolting and microwaving resulted in significant losses
Bolting, high-pressure cooking, and steaming for up to 15 min	Better preservation of glucosinolates with steaming. Similar losses (64%) after bolting and high-pressure cooking
Microwaving (590 W, 5 min), frying (180°C, 5 min), frying (3 min)/microwaving (2 min), steaming (5 min), and baking (200°C, 5 min)	Significant modifications of total aliphatic and indole glucosinolates by all cooking treatments, except for steaming

Comunque sia, ecco alcune piante comuni "benefiche" che contengono alte concentrazioni di glucosinolati:

Amoracia lapathifolia, Horseradish

Brassica campestris, Turnips, yellow-hulled rape

Brassica chinensis, Pak-choi

Brassica napus, Rutabaga, brown-hulled rape

Brassica nigra, Black mustard

Brassica oleracea, Cabbage, brusselsprouts, brocolli, cauliflower, kale, kohlrabi

Crambe abyssinica, Crambe

Limnanthes alba, Meadowfoam

Nasturtium officinalis, Watercress

Raphanus sativus, Radish

Thiaspia arvensis, Stinkweed

In modo specifico:

Table 2. Food Sources of Selected Isothiocyanates and Their Glucosinolate Precursors

Isothiocyanate	Glucosinolate (precursor)	Food Sources
Allyl isothiocyanate (AITC)	Sinigrin	Broccoli, Brussels sprouts, cabbage, horseradish, kohlrabi, mustard, radish
Benzyl isothiocyanate (BITC)	Glucotropaeolin	Cabbage, garden cress, Indian cress
Phenethyl isothiocyanate (PEITC)	Gluconasturtiin	Watercress
Sulforaphane	Glucoraphanin	Broccoli, Brussels sprouts, cabbage, cauliflower, kale

In grammi!!!

Table 1. Glucosinolate Content of Selected Cruciferous Vegetables

Food (raw)	Serving	Total Glucosinolates (mg)
Brussels sprouts	½ cup (44 g)	104
Garden cress	½ cup (25 g)	98
Mustard greens	½ cup, chopped (28 g)	79
Turnip	½ cup, cubes (65 g)	60
Cabbage, savoy	½ cup, chopped (45 g)	35
Kale	1 cup, chopped (67 g)	67
Watercress	1 cup, chopped (34 g)	32
Kohlrabi	½ cup, chopped (67 g)	31
Cabbage, red	½ cup, chopped (45 g)	29
Broccoli	½ cup, chopped (44 g)	27
Horseradish	1 tablespoon (15 g)	24
Cauliflower	½ cup, chopped (50 g)	22
Bok choy (pak choy)	½ cup, chopped (35 g)	19

INTAKE RECOMMENDATIONS: 2 CUP/WEEK

Comunque le brassiche sono nutraceutici quasi completi:

Table 2. Some Potentially Beneficial Compounds in Cruciferous (Brassica) Vegetables		
Vitamins	Minerals	Phytochemicals
<u>Folate</u>	<u>Potassium</u>	<u>Carotenoids</u>
<u>Vitamin C</u>	<u>Selenium</u>	<u>Chlorophyll</u>
<u>Vitamin K</u>	<u>Calcium</u>	<u>Fiber</u>
		<u>Flavonoids</u>
		<u>Indole-3-Carbinol</u>
		<u>Isothiocyanates</u>
		<u>Lignans</u>
		<u>Phytosterols</u>
		Sulfur bioactives (other than glucosinolates) <u>(59)</u>

Fine!