



UNIVERSITÀ POLITECNICA DELLE MARCHE

DIPARTIMENTO SCIENZE DELLA VITA E DELL'AMBIENTE

Corso di laurea SCIENZE BIOLOGICHE

BIODISPONIBILITÀ DEGLI ISOTIOCIANATI: I FATTORI
INTRINSECI ED ESTRINSECI COINVOLTI

INTRINSIC AND EXTRINSIC FACTORS INVOLVED IN
ISOTHIOCYANATE BIOAVAILABILITY

Tesi di laurea di:
Giovanna Di Napoli

Docente referente
Chiar.mo Prof.
Tiziana Bacchetti

Sessione Luglio 2019
Anno accademico 2018-19

I GLUCOSINOLATI NELLE BRASSICACEAE

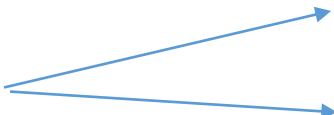
- **I Glucosinolati (GLs)** sono composti presenti principalmente nelle infiorescenze e nei semi delle Brassicaceae.

- I principali GLs sono: *Glucobrassicina* e *sinigrina* presenti in cavoli, broccoli e cavolfiore;

Glucorafanina e *progoitrina* presenti nei broccoli;

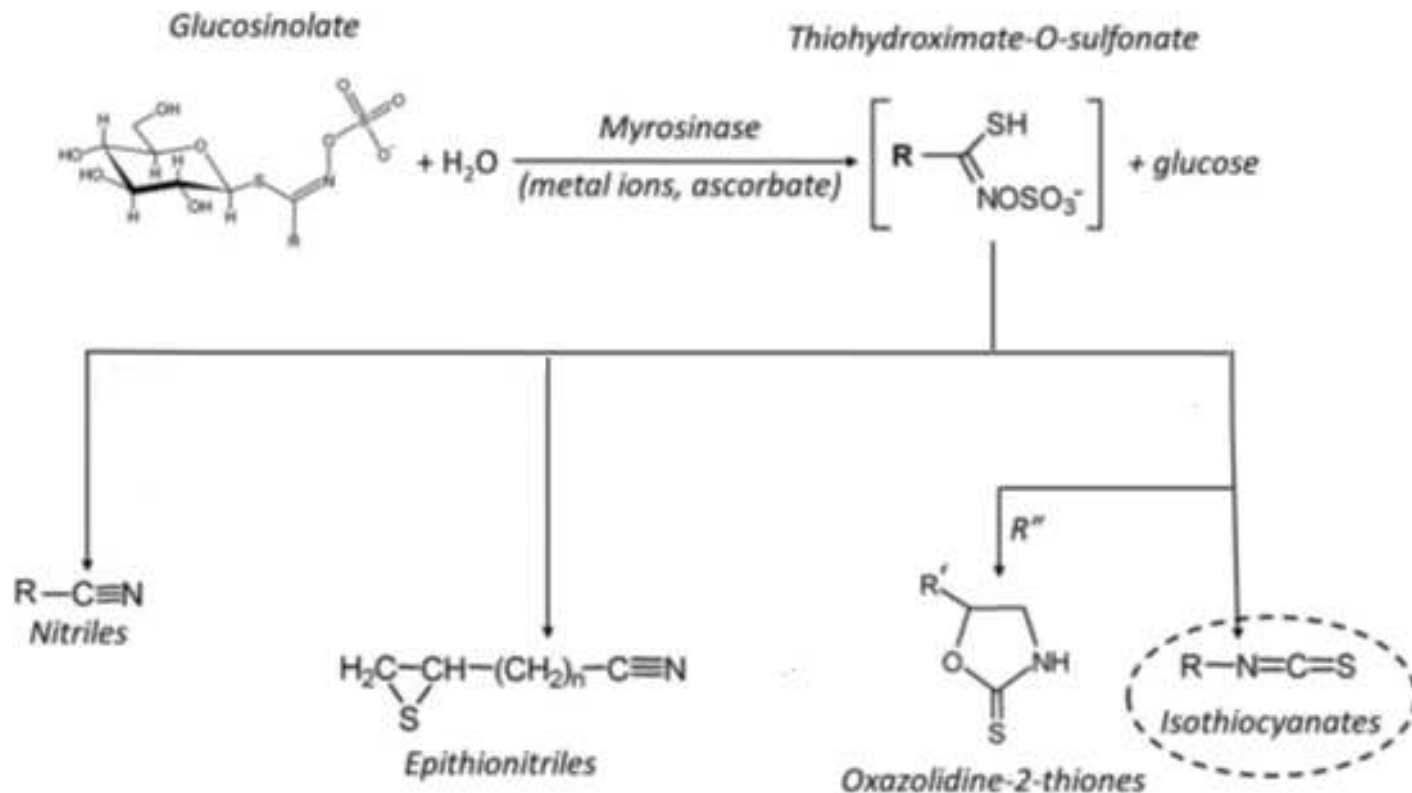
Glucoiberina riscontrata nelle foglie di cavolo.

- Possono essere idrolizzati dall'enzima mirosinasi (MYR), formando diversi prodotti di degradazione, tra cui gli **ISOTIOCIANATI (ITCs)**, ai quali sono state ascritte proprietà benefiche per la salute umana.

- Biodisponibilità di ITCs 
 - Fattori intrinseci
 - Fattori estrinseci

DAI GLUCOSINOLATI AGLI ISOTIOCIANATI

- La rottura dei tessuti vegetali permette ai glucosinolati, presenti nelle S-cells, di entrare in contatto con le mirosinasi, compartimentalizzate in cellule adiacenti.
- Si hanno dunque le seguenti reazioni:



Glucosinolato	Isotiocianato corrispondente
<i>Sinigrina</i>	<i>Isotiocianato di allile</i>
<i>Glucorofanina</i>	<i>Sulforafano</i>
<i>Glucobrassicina</i>	<i>Indol-3-carbinolo</i>

Schema tratto da
Mol. Nutr. Food Res. **2018**, 62, 1701069

FATTORI INTRINSECI

- Vi sono numerosi fattori che influenzano la reazione e il profilo chimico del prodotto di degradazione:

❖ Presenza di proteine specifiche:

ESP → ↑ epitionitrili o nitrili

ESM → ↑ ITCs

NSP → ↑ nitrili

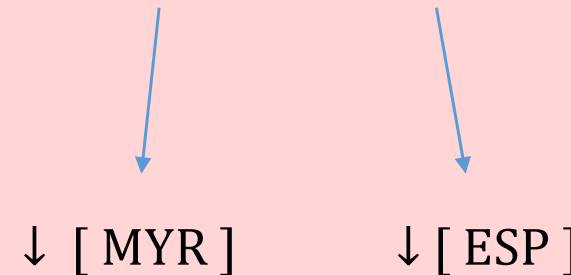
❖ pH in assenza di ESP:

valori bassi → ↑ nitrili

valori alti → ↑ ITCs

❖ Temperatura: effetto variabile

❖ Diluizione del materiale vegetale:



FATTORI ESTRINSECI

La biodisponibilità di ITCs dipende anche da fattori estrinseci post raccolta come:

- I trattamenti industriali e i metodi di cottura;
- La masticazione;
- Le fasi gastriche ed intestinali
- La composizione del pasto

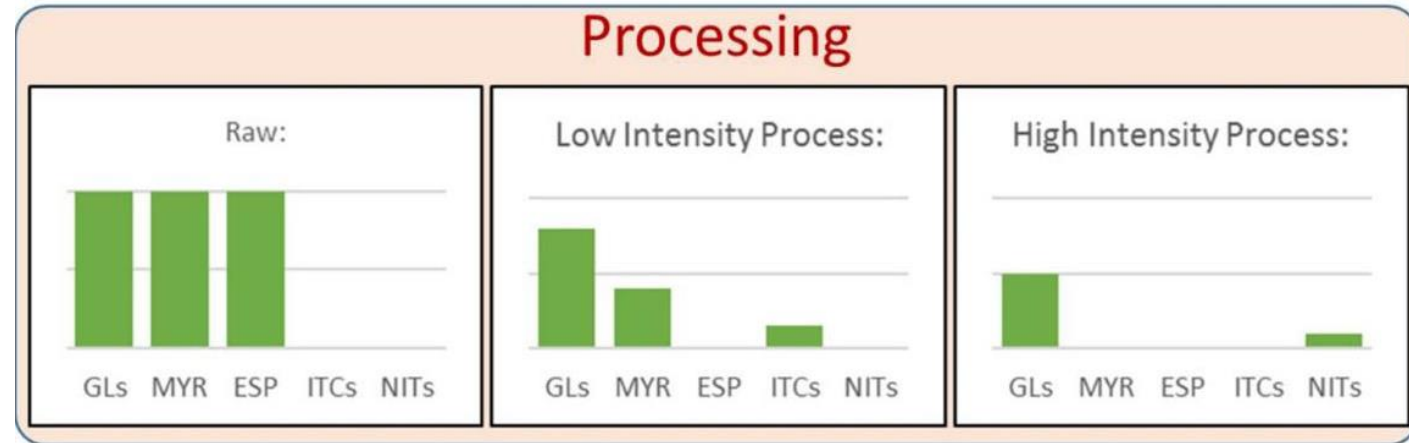


(Immagine tratta da www.pixabay.com)

METODI DI COTTURA E TRATTAMENTI INDUSTRIALI

Possono causare:

- Idrolisi del GL da parte di MYR;
- Perdita dei composti per percolazione;
- Degradazione termica dei composti.



(Immagine tratta da *Mol. Nutr. Food Res.* **2018**, 62, 1701069)

MIGLIORI METODI DI COTTURA

Cottura a vapore

Cottura con microonde

Trattamento con alta P

PEGGIORI METODI DI COTTURA

Bollitura

Cottura in padella

GLI EFFETTI DELLA MASTICAZIONE

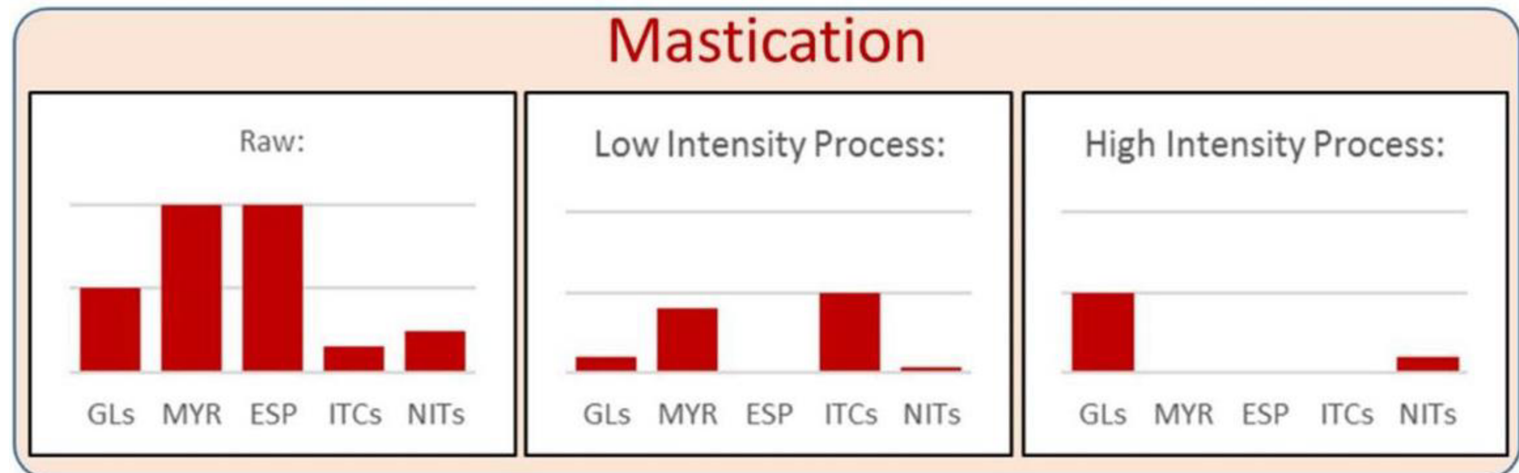


(Immagine tratta da www.broccolissimo.it)

La durata della masticazione, invece, è risultata essere non significativa.

La formazione di ITCs durante la masticazione dipende da:

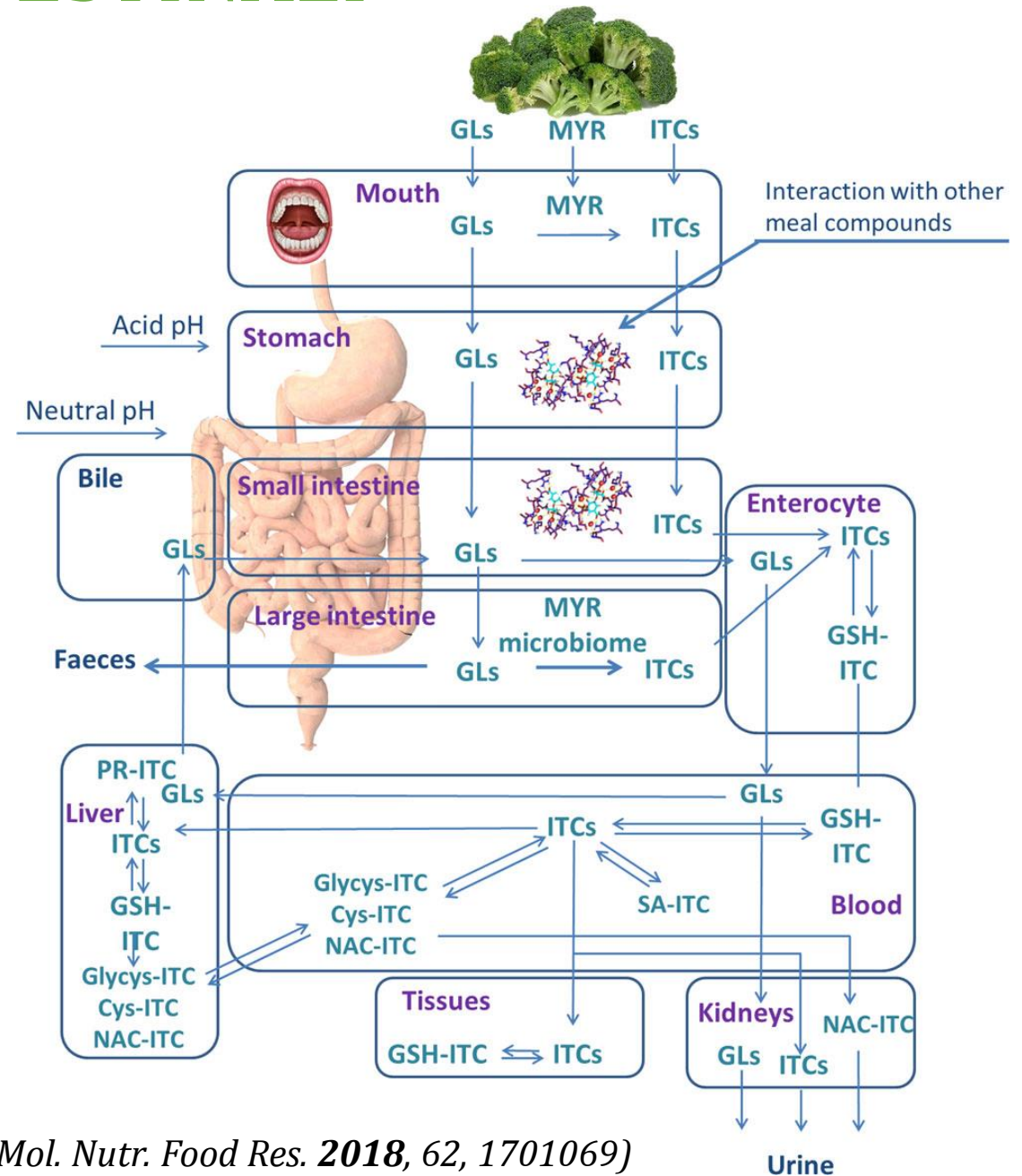
- La concentrazione dei GLs;
- L'attività delle MYR;
- La consistenza dell'alimento.



*(Immagine tratta da *Mol. Nutr. Food Res.* **2018**, 62, 1701069)*

LE FASI GASTRICHE ED INTESTINALI

- La stabilità dei GLs è influenzata dai cambiamenti di pH lungo il tratto digerente.
- [GLs] diminuisce a pH inferiori a 3,6.
- I GLs intatti possono, però, essere ancora idrolizzati dal microbiota intestinale umano.
- Gli ITCs, invece, sono rilasciati dalla matrice ed assorbiti per diffusione passiva nelle cellule intestinali.



(Immagine tratta da Mol. Nutr. Food Res. 2018, 62, 1701069)

LA COMPOSIZIONE DEI PASTI



(Immagine tratta da www.pixabay.com)

Generalmente le Brassicaceae non vengono consumate da sole durante i pasti ma in combinazione con altri composti alimentari, che possono interferire con la biodisponibilità degli ITCs:

Proteine

Lipidi

Gli isotiocianati sono composti derivanti dai glucosinolati e a cui sono state ascritte numerose proprietà benefiche per la salute umana come la riduzione dell'incidenza di numerose forme tumorali, di patologie cardio-vascolari e neuro-degenerative e nella modulazione del metabolismo xenobiotico e delle infiammazioni.

L'idrolisi dei GLs a ITCs può essere catalizzata dall'enzima mirosinasi, presente nelle cellule vegetali, oppure dall'isoforma presente nella flora batterica a livello intestinale. Ma fattori intrinseci quali il pH, la temperatura e la presenza di particolari proteine influenzano la reazione e il profilo del prodotto di degradazione: infatti dai glucosinolati possono formarsi non soltanto ITCs ma anche nitrili o epitionitrili. In generale, la formazione di ITCs è favorita, in assenza di proteine epitospecificanti, a pH alcalini.

La quantità di GLs e di ITCs che raggiunge il piatto del consumatore dipende ampiamente anche dai metodi di cottura che i vegetali subiscono: le modalità di preparazione che portano ad una maggiore disponibilità di ITCs sono quelle che adoperano temperature non troppo elevate. In questo modo si riesce ad inattivare le proteine che catalizzano la formazione di nitrili o epitionitrili e a conservare l'attività delle mirosinasi. Sarebbero inoltre da evitare i trattamenti che prevedono l'uso di un bagno di cottura, così da impedire che vi sia percolazione dei composti.

È stato inoltre asserito come anche i processi fisiologici, a cui vanno incontro le Brassicaceae al momento dell'assunzione, possono interferire sulla biodisponibilità degli ITCs. Infatti la masticazione è una fase molto importante della digestione poiché è qui, con la formazione del bolo alimentare, che i GLs vengono idrolizzati dalle MYR vegetali. Durante le fasi gastriche ed intestinali, infine, si assiste spesso ad un'ulteriore riduzione di GLs e della biodisponibilità degli ITCs dovuta a variazioni di pH e a legami non-specifici con macromolecole come proteine, peptidi e piccole glicoproteine.

Nonostante i numerosi studi effettuati, ulteriori ricerche devono essere svolte per definire meglio i parametri che consentono una adeguata assunzione di ITCs. In particolare è necessario analizzare dettagliatamente l'influenza della composizione dei pasti ed implementare il protocollo di digestione in vitro con una fase di masticazione più realistica.