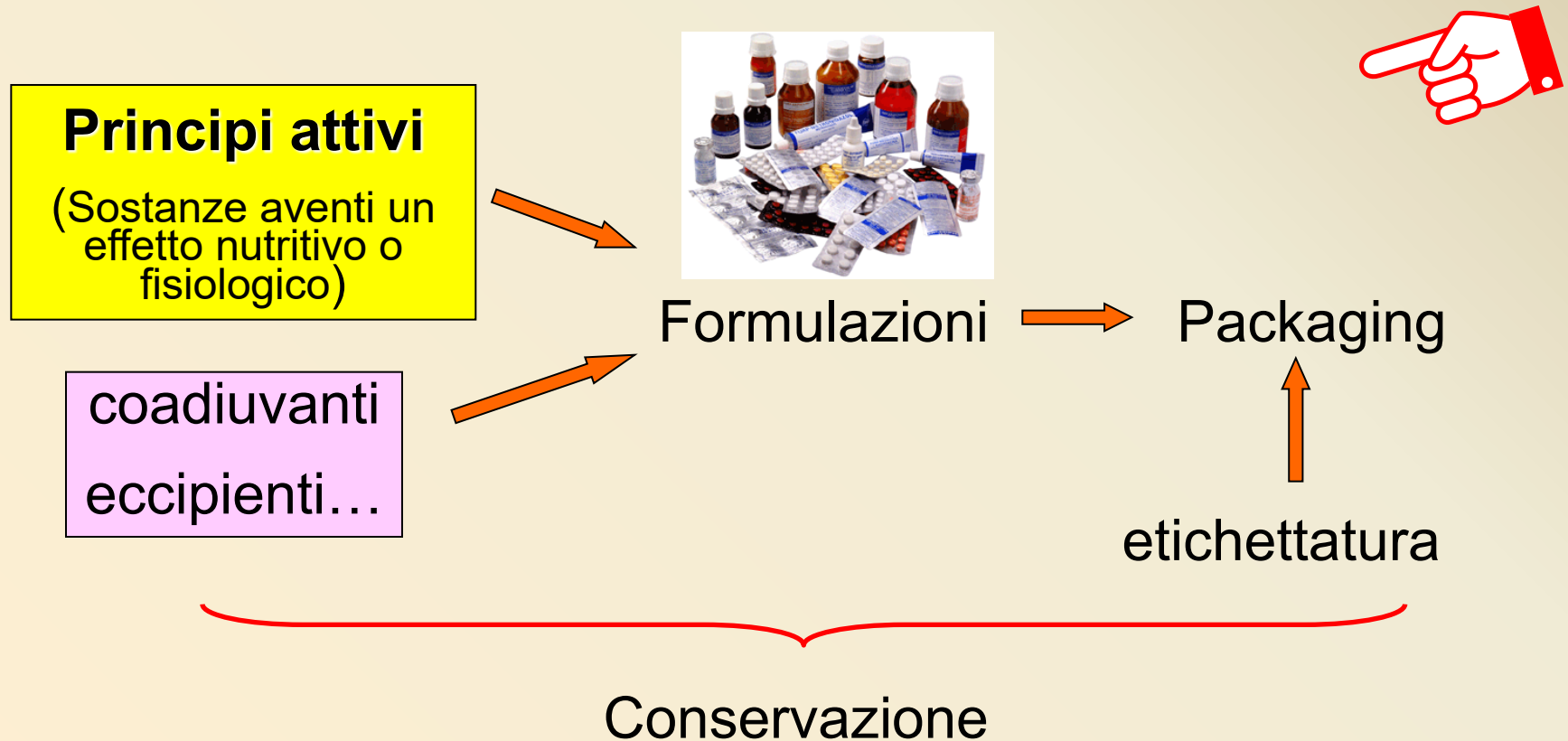


# Prodotti Dietetici

## *TECNOLOGIA DEI PRODOTTI DIETETICI*



La preparazione dei prodotti dietetici sfrutta le stesse tecnologie dei prodotti alimentari, di quelli erboristici ed infine dei medicinali. Riassumendo si può schematizzare:



# Conservazione dei prodotti dietetici

I **prodotti dietetici** o i **principi** in essi contenuti possono alterarsi naturalmente per l'azione di diversi fattori come luce, aria e microrganismi.

Come per la conservazione dei prodotti alimentari, si possono utilizzare differenti strategie, singolarmente o associate tra loro, che ostacolano l'azione degli agenti che provocano le alterazioni. Tra queste si possono ricordare:

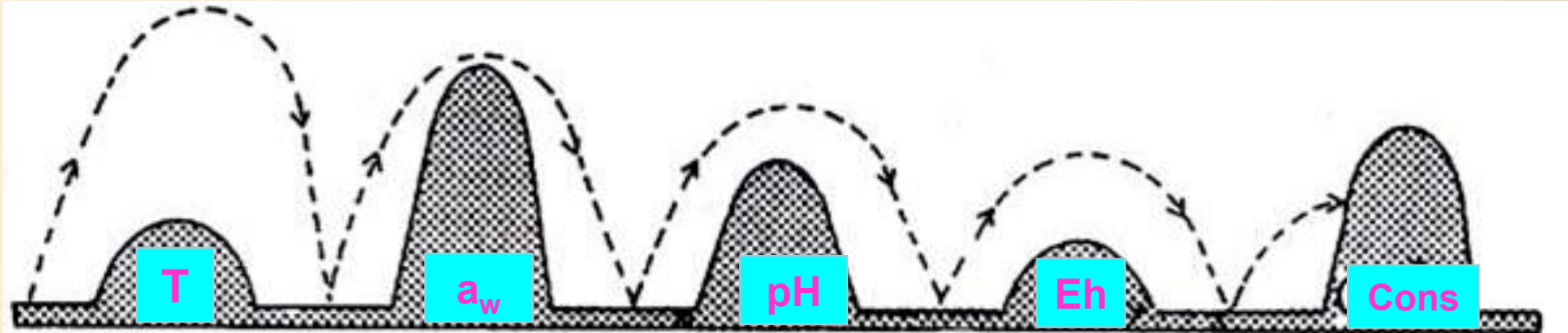
- **Metodi fisici:** metodi termici (alta e bassa temperatura), essiccamento, irradiazione, ultrafiltrazione
- **Metodi chimici:** additivi, sale, zucchero, aceto
- **Metodi biologici:** fermentazione

In base all'effetto sui microrganismi si può parlare di metodi batteriostatici o battericidi.



# Mild technologies

La teoria degli ostacoli (*Hurdle technology*) prevede che l'impiego di differenti tecnologie di conservazione permetta di ottenere una conservazione ottimale diminuendo l'intensità dei singoli trattamenti:



- T: temperatura
- $a_w$ : attività dell'acqua
- pH: potenziale idrogenionico
- Eh: potenziale redox
- Cons: additivi conservanti antimicrobici



PARAMETRI					
PROCESSI	Temp.	a <sub>w</sub>	pH	Pot. redox	Azione conservante
Riscaldamento	❑	●	●	●	●
Raffreddamento	❑	●	●	●	●
Congelamento	❑	❑		●	●
Essiccamento	●	❑	●	●	●
Liofilizzazione	●	❑	●	●	●
Salatura	●	❑	❑	●	❑
Addizione zuccheri	●	❑	❑	●	●
Fermentazione	●	●	❑	❑	❑
Microonde	❑	●	●	●	●
Atmosfera modificata	●	●	●	❑	●
UHP-3000-6000 atm					❑
UHP-9000-10000 atm con riscaldamento	●				❑
Aggiunta di additivi chimici		●	●	●	❑

❑ Azione inibente specifica    ● freno aggiuntivo



# Metodi Fisici

## Calore

Pastorizzazione

Sterilizzazione

## Freddo

Refrigerazione

Congelazione

Surgelazione

## Disidratazione

Concentrazione

Essiccamento

Liofilizzazione

## Irraggiamento

## Alta pressione (UHP/HPP)



# Metodi fisici: calore

Riscaldamento contro i psicrofili (sotto 20°), i mesofili (20-45°) e i termofili (oltre 45°).

- **Sterilizzazione** ( $t^{\circ} > 100^{\circ}$ ): vantaggi elimina i microbi; svantaggi: altera proteine, vitamine (C e B1) e proprietà sensoriali

Appertizzazione

UHT (140-150 °C pochi secondi)

- **Pastorizzazione** ( $t^{\circ} < 100^{\circ}$ ): vantaggi: minima perdita di nutrienti e proprietà sensoriali; svantaggi: non elimina spore; breve conservazione

HTST pastorizzazione rapida (75-85 °C per 15-20 secondi)



Una particolare tecnica di sterilizzazione è la **tindalizzazione**. Si tratta di una serie di sterilizzazioni ripetute nel tempo (2-3 volte). Dopo aver eseguito la prima sterilizzazione si mantiene il prodotto alimentare per 24 ore a temperatura controllata (ad es. ~ 60°C) e in questo modo possono svilupparsi eventuali spore presenti. I microrganismi che si moltiplica non hanno il tempo di produrre spore e la nuova sterilizza elimina i batteri presenti.



INTEGRATORE ALIMENTARE

## FERMENTI LATTICI E FOS TINDALIZZATI

Spesso una alimentazione sbagliata o l'utilizzo di antibiotici alterano la flora batterica (la difesa naturale dell'organismo), **causando disturbi all'intestino**. I fermenti lattici riequilibrano la flora batterica aiutando i batteri "buoni" a crescere e ad aumentare di numero.

Frau propone il primo integratore pronto da bere di **Fermenti Lattici Tindalizzati**. La tindalizzazione è un particolare processo termico che **lascia inalterate le proprietà dei fermenti lattici** (garantendone la loro presenza attraverso l'intestino) e permette al prodotto di essere conservato a **temperatura ambiente**.

La presenza delle  **fibre naturali (FOS – Fruttoligosaccaridi)**, favoriscono la crescita selettiva dei batteri "buoni" contrastando i batteri "nocivi".

**Ingredienti:** Acqua, oligofruztosio (FOS), edulcorante: fruttosio, acidificante: acido lattico, aromi, Lactobacillus Acidophilus\*, conservante: potassio sorbato, Streptococcus Thermophilus\*, Lactobacillus casei\*, carbossimetilcellulosa sodica, olio essenziale di limone.

\* contengono maltodestrine da mais, acido ascorbico, soia, latte e derivati.

**Istruzioni d'uso:** 1 flaconcino al giorno, preferibilmente al mattino a digiuno. Agitare prima dell'uso.

Apporto di Fermenti Lattici	Per dose
Lactobacillus acidophilus	4 miliardi
Streptococco termophilus	2 miliardi
Lactobacillus casei	2 miliardi
Oligofruztosio (FOS)	1,35 g

10 flaconcini da 10 ml = **100 ml**

**Validità:** da consumarsi preferibilmente entro la fine del mese stampato sul lato della confezione.

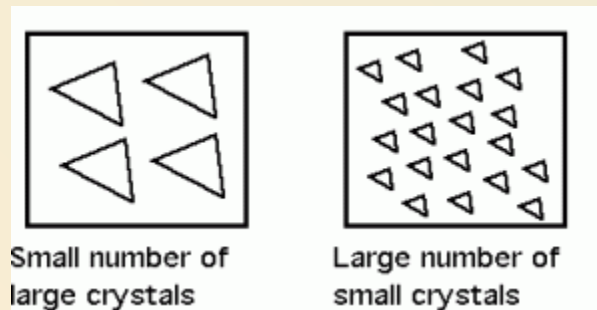
**Avvertenze:** si raccomanda di non superare la dose consigliata; gli integratori non vanno intesi come sostituti di una dieta variata. Tenere lontano dalla portata dei bambini al di sotto dei 3 anni.

**AF UNITED S.p.A. - div. Frau Alta Alimentazione**  
Via S. Cristoforo, 97 - Trezzano s/N (MI)  
Prodotto nello stab. di Via Torino 448 - Brandizzo (TO)



# Metodi fisici: freddo

- Refrigerazione (da  $+5^{\circ}$  a  $-5^{\circ}$ ) rallentamento degli enzimi e della crescita batterica.
- Congelamento: sospensione dei processi enzimatici e distruzioni di tutti i batteri, senza alterazione dei valori nutritivi. A livello industriale è utilizzato il congelamento rapido a  $-40/-50^{\circ}$  detto **surgelazione** che favorisce la nucleazione.

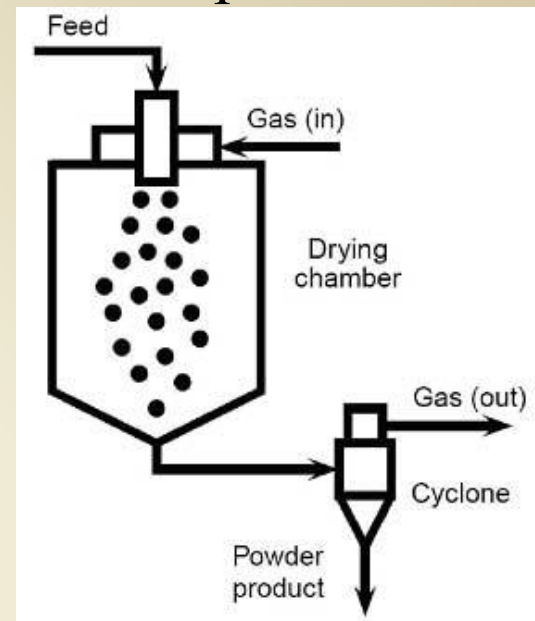
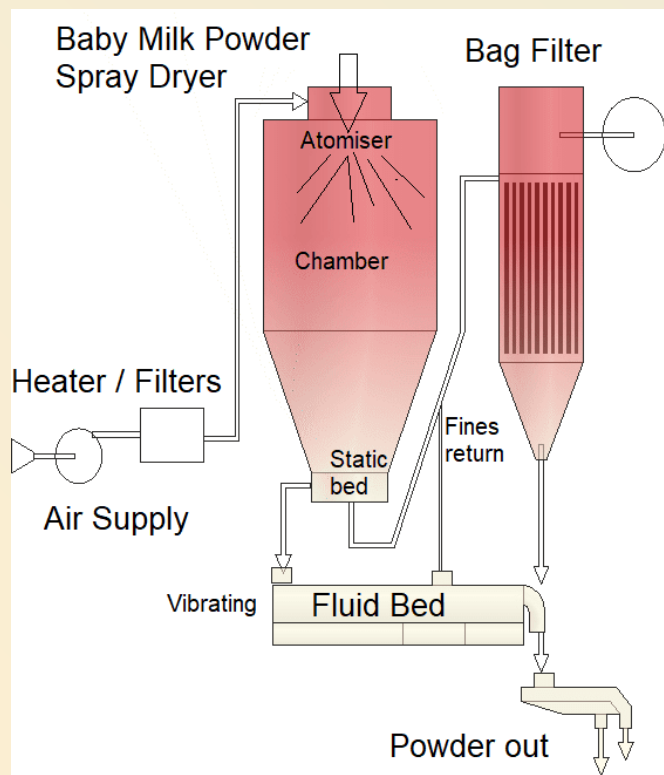


# Metodi termici (disidratazione)

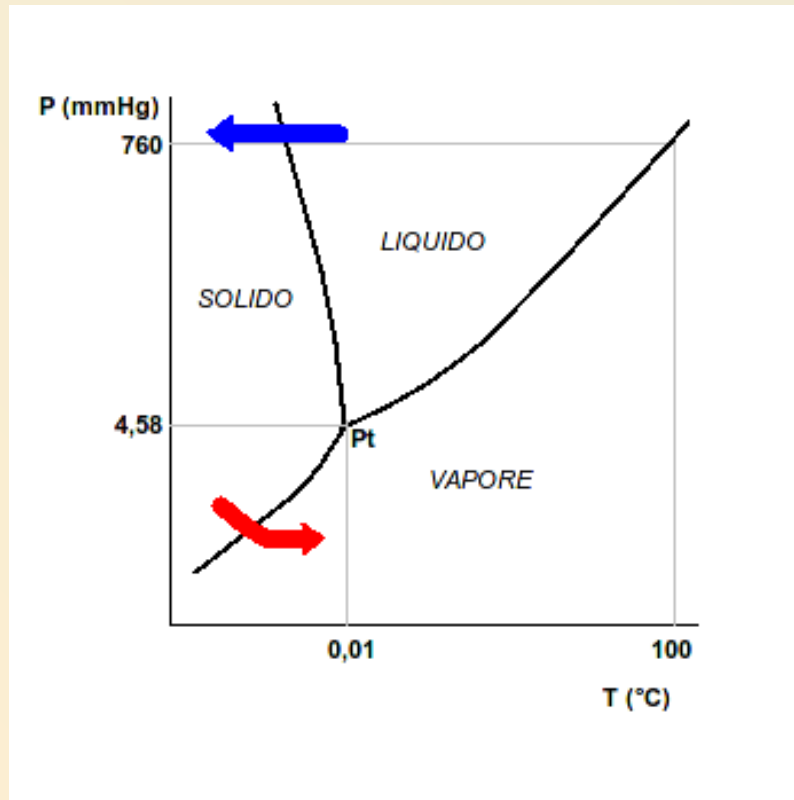
- Concentrazione: si riduce il contenuto d'acqua bloccando così i microbi e le reazioni di degradazione. Viene diminuito anche il volume e peso.
- Essiccamento: rimuove la quasi totalità dell'acqua contenuta negli alimenti fino a un massimo del 10-15% mediante il calore (stufe, microonde, dry-spray, jet mills, ecc.) o sottovuoto



In particolare il **dry-spray** è una tecnica molto utilizzata per essiccare liquidi ed estratti utilizzati nei prodotti dietetici.



- **Liofilizzazione** (crioessiccamento): congelamento seguito da disidratazione sotto vuoto (**sublimazione**) e i prodotti possono essere rigenerati aggiungendo acqua.



Dehydrated vs Freeze-Dried



# KRILEX



## Composition of minerals, vitamins, trace elements and EPA+DHA of lyophilized whole Canadian krill per capsule

mg/cap : Milligram per capsule – mcg/cap : Microgram per capsule – UI/cap : UI per capsule

### General

Dry matter	>93 %
Proteins	50.0 %
Minerals	14.0 %
Total fat	10.0 %
Saturated	(2.4 %)
Monounsaturated	(3.5 %)
Cholesterol	(0.5 %)
Polyunsaturated :	
Omega-6	(3.3 %)
Omega-3	(0.3 %)
Fibers	3.0 %
Carbohydrates	0.8 %
Energy (KJ /g)	4.9
Energy (Cal)	1.2

### Minerals mg/cap.

Calcium	4.3 – 5.1
Magnesium	1.1 – 1.2
Phosphorus	1.9
Potassium	3.0 – 4.1
Sodium	3.6 – 5.2

### Vitamins mcg/kg

Folic acid	0.4
Pantothenic acid	9.0
Biotin	0.03
Niacin	21.2
Riboflavin	1.7
Vitamin B6	2.3
Vitamin B12	0.05

### UI/cap

Vitamin A	3.9
Vitamin D	0.5
Vitamin E	0.05

### Trace elements mcg/cap

Chrome	<0.1 – 0.4
Copper	12.6 – 20.3
Iron	7.1 – 42
Iodine	5.6 – 15.3
Manganese	0.7 – 2.1
Selenium	0.7 – 1.2
Zinc	11.3 – 15.3

### Fatty acids mg/cap

EPA+DHA	7.78-13.5
---------	-----------

### Amino acids g/100g of proteins

Alanine	5.3
Arginine	7.1
Aspartic acid	9.4
Cysteic acid	2.8
Glutamic acid	14.0
Glycine	5.3
Histidine	2.2
Isoleucine	4.9
Leucine	8.0
Lysine	6.3
Methionine	3.3
Phenylalanine	4.6
Proline	3.7
Serine	3.9
Theronine	4.3
Tryptophane	5.7
Tyrosine	4.6
Valine	5.0

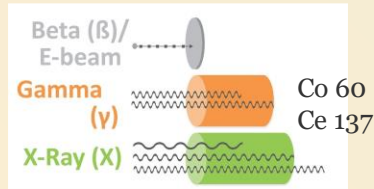
<http://www.krilex.com/en/about/what-is-lyophilized-whole-krill/>



# irradiazione

Metodo molto efficace per eliminare batteri e parassiti, anche se l'uso è controverso per:

- formazione di 2-alchilciclobutanone (2-ACB), molecola potenzialmente citotossica e genotossica
- metodo troppo “facile” e può determinare riduzione dei standard igienici
- non si conoscono possibili effetti a lungo termine
- non è più efficace dei metodi tradizionali



<https://www.fda.gov/food/buy-store-serve-safe-food/food-irradiation-what-you-need-know>



<https://foodmicrobiology.academy/2020/07/13/food-irradiation-is-safe/>



# Ultrafiltrazione

Si usa per conservare liquidi, quali succhi di frutta o latte, che vengono filtrati sotto vuoto o sotto pressione con filtri dai pori talmente piccoli che trattengono i microrganismi ( $0,2 \mu\text{m}$ ).



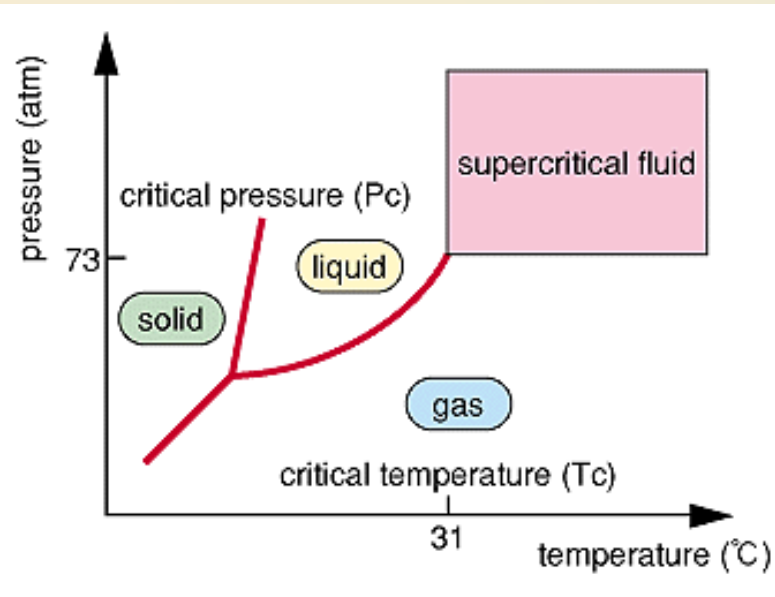
<https://www.juicemakingmachine.com/products/juice-ultrafiltration-system.html>



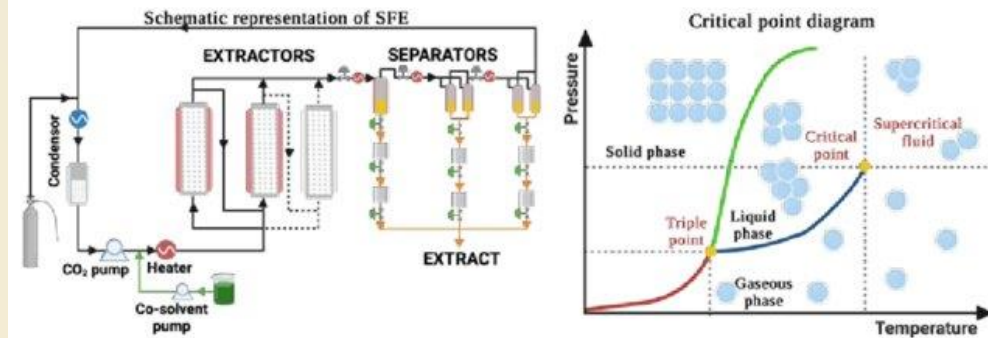
<https://www.jiuwumembrane.com/application/fruit-and-vegetable-juice.html>



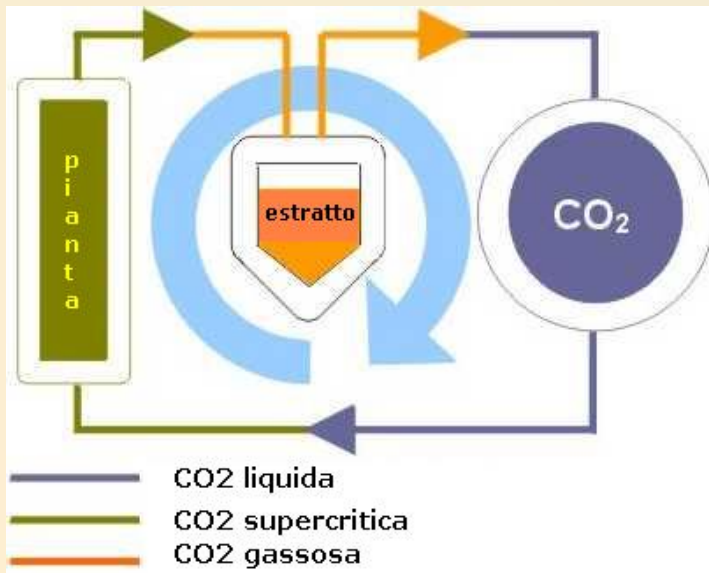
# Estrazione con fluidi supercritici (SFE)



## A. Supercritical fluid extraction: a green extraction technique



## B. Application of supercritical fluid extraction in the food industry



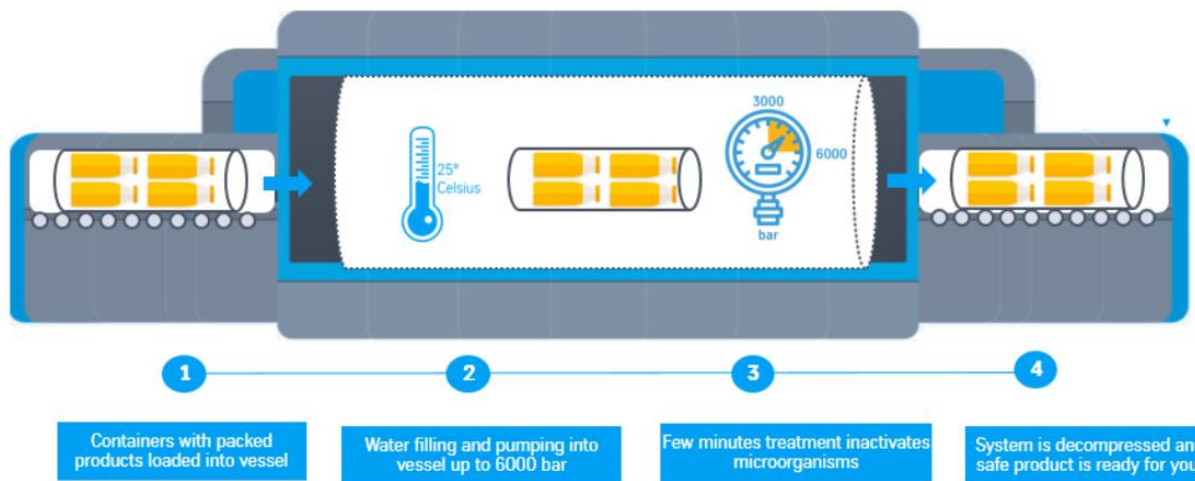
Perez-Vazquez et al. Supercritical Fluid Extraction as a Potential Extraction Technique for the Food Industry. Eng. Proc. 2023, 37, 115. <https://doi.org/10.3390/ECP2023-14674>



# Trattamento ad alta pressione

Il trattamento degli alimenti ad alta pressione (HPP) è efficace nel distruggere i microrganismi nocivi e non pone maggiori problemi di sicurezza alimentare rispetto ad altri trattamenti (EFSA).

How does High Pressure Processing work?

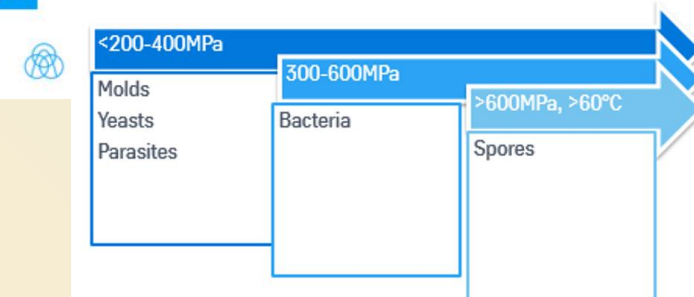


<https://www.thyssenkrupp-industrial-solutions.com/high-pressure-processing/en/what-is-hpp>



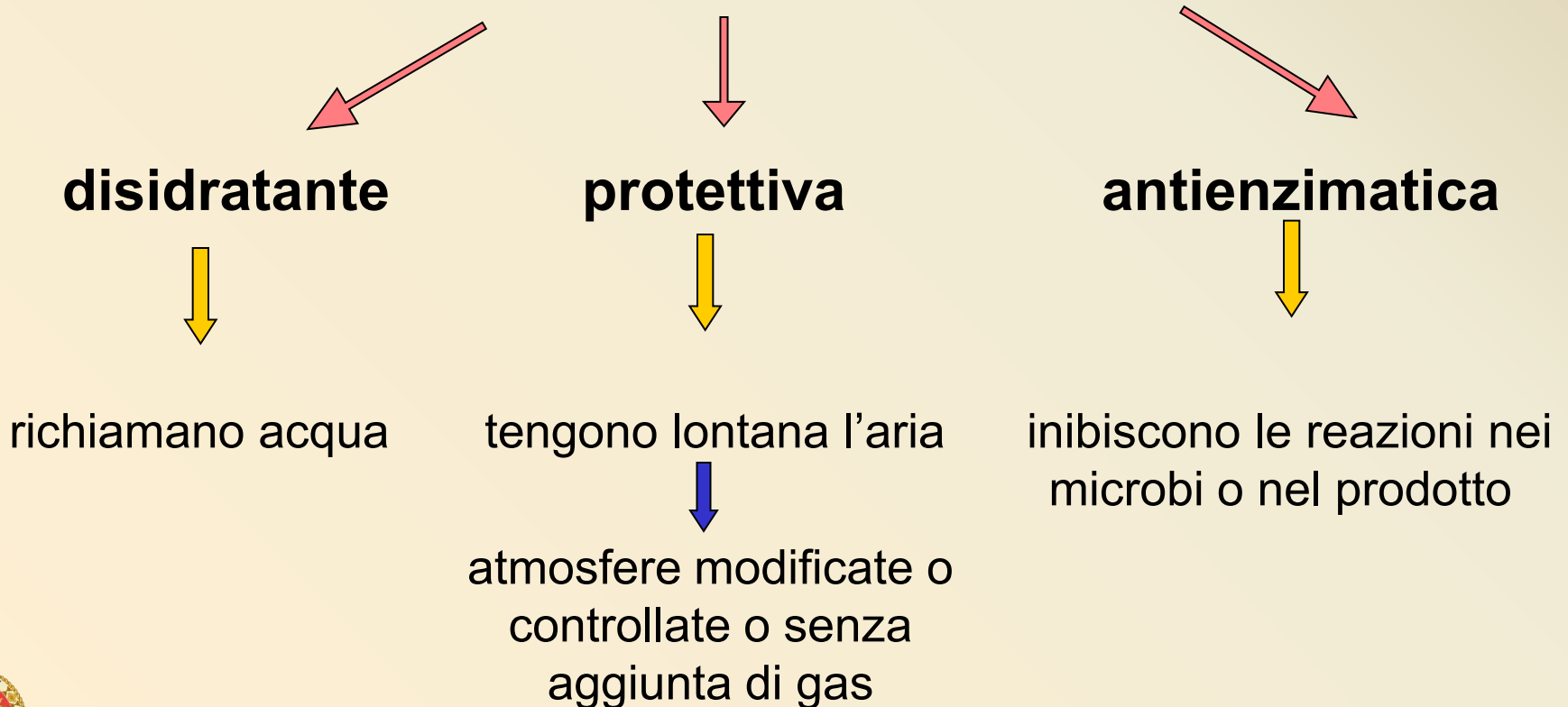
<https://www.efsa.europa.eu/it/news/high-pressure-processing-food-safety-without-compromising-quality#:~:text=L'HPP%20C3%A8%20una%20tecnica,consistenza%2C%20aspetto%20e%20valori%20nutrizionali>

## Inactivation of microorganisms



# Metodi chimici

Vengono utilizzate sostanze naturali o artificiali che prolungano la conservazione perché ostacolano l'attività o la vita stessa dei microbi con la loro azione:



# sostanze chimiche naturali

- Sale e **zucchero**: eliminazione dell'acqua
- olio
- Aceto: abbassamento del pH sotto 4,5
- **alcol**
- Affumicamento: trattamento con fumi ottenuti da legni aromatici che uccidono i microrganismi (si sommano effetti termici)

# sostanze chimiche artificiali

Vantaggi: piccole quantità, costo inferiore.

Svantaggi: possono essere tossici, se usati a dosi eccessive.



# Metodi biologici

Si basano prevalentemente sulle trasformazioni che alcuni batteri e/o lieviti operano sugli alimenti entrando in competizione con gli altri microbi che altererebbero i cibi, eliminandoli o creando un ambiente a loro sfavorevole. Un tipico esempio sono le fermentazioni che trasformano il vino in aceto, il latte in yogurt e formaggi o permettono la conservazione di vegetali (cavolo, cetrioli, ecc.).



Un caso particolare di processo di fermentazione per l'ottenimento di complementi alimentari funzionali: Immun'Âge<sup>®</sup>. Il metodo brevettato di fermentazione permette di modificare profondamente il contenuto di proteine e carboidrati originando composti ad elevata attività antiossidante e  $\beta$ -glucani con proprietà immunomodulanti).



# ADDITIVI ALIMENTARI



Gli additivi alimentari sono sostanze deliberatamente aggiunte ai prodotti per uso alimentare per svolgere determinate funzioni tecnologiche, ad esempio per colorare, dolcificare o conservare.

Tutti gli additivi alimentari sono identificati da un numero a tre cifre preceduto dalla lettera E oppure dalla denominazione ufficiale.



Secondo la **LEGGE** sono:

“Sostanze prive di valore nutritivo o impiegate a scopo non nutritivo, che si aggiungono in qualsiasi fase della lavorazione alla massa o alla superficie degli alimenti per conservare nel tempo le caratteristiche chimiche, fisiche o fisico-chimiche, per evitarne l’alterazione spontanea o per impartire ad essi oppure per esaltarne favorevolmente particolari caratteristiche di aspetto, di sapore, di odore o di consistenza”.



Quindi può essere definita “additivo” qualsiasi sostanza che normalmente non si consuma come alimento in quanto tale e non è utilizzata come ingrediente tipico degli alimenti, che indipendentemente dal fatto di avere un valore nutritivo. Vengono aggiunti intenzionalmente ai prodotti dietetici per un fine tecnologico (nelle fasi di produzione, trattamento, imballaggio, trasporto o immagazzinamento) diventando essi stessi (o i loro derivati) direttamente o indirettamente componenti di tali prodotti.



**Il Regolamento (EC) N° 1333/2008** sostituisce le direttive e le decisioni precedenti concernenti gli additivi di cui è autorizzato l'uso negli alimenti. In tale modo si cerca di assicurare un efficace funzionamento del mercato comunitario, garantendo al contempo un elevato livello di tutela della salute umana e di protezione dei consumatori.



# Priorità dell'UE per la nuova valutazione di taluni additivi alimentari (Reg. (UE) N.257/2010 della Commissione)

<b>Scadenze</b>	<b>Additivi alimentari</b>
15 apr 2010	Coloranti alimentari 1: E 123, E 151, E 154, E 155, E 180
31 dic 2010	Coloranti alimentari 2: E 100, E 127, E 131, E 132, E 133, E 142, E 150a, E 150b, E 150c, E 150d, E 161b, E 161g, E 170
31 dic 2015	Coloranti alimentari 3: E 101, E 120, E 140, E 141, E 153, E 160b, E 160a, E 160c, E 160e, E 160f, E 162, E 163, E 171, E 172, E 174, E 175
31 dic 2015	Conservanti e antiossidanti: E 200-203; E 210-215, E 218-252, E 280-285; E 300-E 321, E 586 (con priorità per: E 310-312, E 320, E 321, E 220-228, E 304, E 200-203, E 284, E 285, E 239, E 242, E 249, E 250, E 251, E 252, E 280-283, E 306, E 307, E 308, E 309)
31 dic 2016	Emulsionanti, stabilizzanti, agenti gelificanti: E 322, E 400-E 419, E 422-E 495, E 1401-E 1451 (con priorità per: E 483, E 491-495, E 431, E 432-436, E 444, E 481, E 482, E 414; E 410, E 417, E 422, E 475)
31 dic 2016	E 551, E 620-625, E 1105, E 1103
31 dic 2018	Tutti i rimanenti additivi alimentari diversi da coloranti e dolcificanti (con priorità per: E 552, E 553a, E 553b, E 558, E 999, E 338-343, E 450-452, E 900, E 912, E 914, E 902, E 904, E 626-629, E 630-633, E 634-635, E 507-511, E 513)
31 dic 2020	Tutti i dolcificanti e i rimanenti coloranti



Un discorso a parte deve essere fatto per gli **aromi**, utilizzati per migliorare o modificare l'odore e/o il sapore degli alimenti a beneficio del consumatore.

Una normativa specifica regola il settore:

**Reg. (CE) N. 1334/2008** del Parlamento Europeo e del Consiglio del 16/12/2008 relativo agli aromi e ad alcuni ingredienti alimentari con proprietà aromatizzanti destinati a essere utilizzati negli e sugli alimenti e che modifica il regolamento (CEE) n. 1601/91 del Consiglio, i regolamenti (CE) n. 2232/96 e (CE) n. 110/2008 e la direttiva 2000/13/CE.



# Valutazione tossicologica degli additivi: Limiti di esposizione

Tutti gli additivi alimentari, oltre ad avere **un'utilità dimostrata**, devono essere sottoposti ad una valutazione di sicurezza completa e rigorosa prima di essere approvati per l'uso.

Il principale organismo europeo di valutazione della sicurezza è il Comitato Scientifico dell'Alimentazione Umana della Commissione Europea (**SCF** - *Scientific Committee for Food*). Sempre a livello internazionale, esiste il Comitato congiunto di esperti sugli additivi alimentari (**JECFA** - Joint Expert Committee on Food Additives) dell'Organizzazione per l'Alimentazione e l'Agricoltura (**FAO**) e dell'Organizzazione Mondiale della Sanità (**WHO**).



Le valutazioni si basano sull'esame di tutti i dati tossicologici disponibili, comprese le indagini sugli esseri umani e su modelli animali. Sulla base di tali dati, si stabilisce il **livello massimo di additivi che non abbia effetti tossici dimostrabili**.

Viene definito il livello effetto zero (NOAEL, *no observable adverse effect level*) che si utilizza per stabilire il dato relativo alla “**dose giornaliera ammissibile**” **DGA** (ADI, *Acceptable Daily Intake*) di ogni additivo alimentare:

$$\text{DGA} = \text{NOAEL} / \text{Fattore di sicurezza}$$



La DGA viene espressa in **mg/kg di peso corporeo/die**



Il fattore di sicurezza è normalmente di **100**. Tale valore tiene conto delle differenze tra gli animali da esperimento e l'uomo e della variabilità tra i vari individui (stato di salute, alimentazione, età, ecc.)

La DGA prevede un ampio margine di sicurezza e si riferisce alla quantità di additivo alimentare che può essere assunta giornalmente nella dieta quotidiana, anche per tutto l'arco della vita, senza rischi. Non indica pertanto un livello di tossicità.

La legislazione sugli additivi rinforza il concetto di sicurezza introdotto dalla DGA con l'esplicita richiesta che l'additivo debba essere aggiunto al prodotto alimentare per una **necessità ben precisa** e non solo per migliorare le caratteristiche del prodotto stesso.



Negli anni si è aperta una discussione sui danni degli **alimenti ultra-processati** (o ultra-trasformati). Infatti, è emerso che il consumo di alimenti ultra-processati (UPF) è legato a un aumento delle malattie cardiometaboliche e ad esiti neurologici e del rischio di deterioramento cognitivo e di ictus, anche quando il loro consumo è inserito in un regime alimentare sano come la dieta Mediterranea.

Inoltre, anche se in termini di peso rappresentano solo il 6% del totale del cibo consumato, contribuiscono al 23% dell'apporto energetico giornaliero.



Le indicazioni fornite dall'Istituto superiore di sanità sono:

- Non evitare tutti gli UPF a prescindere: è bene sempre leggere le etichette e valutare cosa c'è dentro, prediligendo la scelta di alimenti freschi.
- Preferire UPF senza zuccheri aggiunti, con poco sale e con meno additivi.
- Usare gli UPF in modo oculato e non sempre come sostituti abituali degli alimenti freschi.
- Ridurre gradualmente il consumo di bevande zuccherate o dolcificate.
- Prestare attenzione anche a zucchero, sale e grassi saturi in prodotti apparentemente “non processati” o tradizionali.

[https://www.quotidianosanita.it/studi-e-analisi/articolo.php?articolo\\_id=131488&fr=n](https://www.quotidianosanita.it/studi-e-analisi/articolo.php?articolo_id=131488&fr=n)



# Intolleranze agli additivi?

Una certa fascia della popolazione mostra preoccupazione per una potenziale capacità degli additivi di provocare reazioni di intolleranza.

**È molto probabile che l'intolleranza agli additivi, quando esiste, possa essere collegata alla specifica sensibilità della persona interessata e rientra nel problema molto più ampio dell'intolleranza alimentare in generale.**

**L'abolizione o la sostituzione di alcuni additivi può creare più problemi di quanti ne risolve;** ad esempio il mancato impiego di conservanti e antiossidanti crea probabili rischi per la salute.

È necessaria al riguardo un'accurata informazione sulla composizione dei prodotti alimentari, **una corretta etichettatura** svolge un ruolo di fondamentale importanza a questo scopo.



# Tra le innovazioni...i nanomateriali

I nanomateriali sono usati sempre più frequentemente nella preparazione di additivi alimentari. Le regole in vigore dell'Unione Europea definiscono come nanomateriale "ingegnerizzato" il materiale prodotto artificialmente di dimensioni inferiori ai 100 nm. Tali particelle possono causare problemi all'organismo umano vista la possibilità di penetrare in tutti i distretti. Attualmente si dibatte a livello Europeo per definizioni più precise, specificando che un nanomateriale dovrebbe essere costituito almeno dal 50% di particelle di dimensioni comprese tra 1 e 100 nm, ma l'EFSA ha indicato come soglia limite di contenuto di nanoparticelle il 10%.



Gli additivi chimici artificiali si possono suddividere in quattro categorie, secondo la funzione che svolge all'interno del prodotto:

**A) additivi destinati ad assicurare la conservazione**

- conservanti
- antiossidanti

**B) additivi che modificano le caratteristiche organolettiche**

- acidificanti
- edulcoranti
- esaltatori di sapore
- aromi

**C) additivi che modificano la struttura**

- emulsionanti
- stabilizzanti
- addensanti
- gelificanti

**D) additivi che non modificano né migliorano il prodotto**

- coloranti



Parte C — INGREDIENTI DESIGNATI CON LA DENOMINAZIONE DELLA CATEGORIA SEGUITA DALLA DENOMINAZIONE SPECIFICA O DAL NUMERO E

Fatto salvo l'articolo 21, gli additivi e gli enzimi alimentari diversi da quelli precisati all'articolo 20, lettera b), che appartengono a una delle categorie elencate nella presente parte sono designati obbligatoriamente mediante la denominazione di tale categoria seguita dalla denominazione specifica o eventualmente dal numero E. Nel caso di un ingrediente che appartiene a più categorie, viene indicata quella corrispondente alla sua funzione principale nel caso dell'alimento in questione.

---

Acidificanti

---

---

Correttori di acidità

---

---

Agenti antiagglomeranti

---

---

Agenti antischiumogeni

---

---

Antiossidanti

---

---

Agenti di carica

---

---

Coloranti

---

---

Emulsionanti

---

---

Sali di fusione <sup>(1)</sup>

---

---

Agenti di resistenza

---

---

Esaltatori di sapidità

---

---

Agenti di trattamento della farina

---

---

Agenti schiumogeni

---

---

Gelificanti

---

---

Agenti di rivestimento

---

---

Umidificanti

---

---

Amidi modificati <sup>(2)</sup>

---

---

Conservanti

---

---

Gas propulsore

---

---

Agenti lievitanti

---

---

Sequestranti

---

---

Stabilizzanti

---

---

Edulcoranti

---

---

Addensanti

---

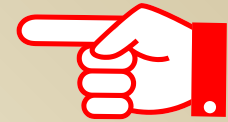
---

<sup>(1)</sup> Soltanto per i formaggi fusi e i prodotti a base di formaggio fuso.

<sup>(2)</sup> L'indicazione di una denominazione specifica o di un numero E non è richiesta.



# Additivi secondo la classificazione dell'UE



Coloranti	E100-E180	Sali di fusione	E332,E333,E450
Conservanti antimicrobici	E200-E283	Agenti di trattamento delle farine	E221-E223,E300 ...
Antiossidanti	E300-E321	Agenti di rivestimento	E901,E903,E905
Emulsionanti	E322,E470-E483	Esaltatori di sapidità	E620-E640
regolatori di acidità	E325-E327	Agenti antischiumogeni	E900
addensanti, gelificanti e stabilizzanti	E400-E418 E430-E418	Vari (derivati $Cl_2$ , gas inerti, ecc.)	E938-949
Edulcoranti	E420-E421/ E950-E967	Antiagglomeranti	E504,E551,E170
Polveri lievitanti	E330,E334,E500-E385	Aromatizzanti	No sigla



# Addensanti, gelificanti, stabilizzanti e emulsionanti

Sono molecole che conferiscono struttura, consistenza e stabilità ai prodotti alimentari

- Amidi modificati
- Pectine per garantire gelatinizzazione
- Carragenine per evitare sedimentazione
- Farina di semi di carrube
  
- Lecitine
- Mono-digliceridi



# Mantenere e/o migliorare le proprietà sensoriali (aroma, sapore, colore)

Sono molecole che conferiscono struttura, consistenza e stabilità ai prodotti alimentari

Aromatizzanti

Esaltatori di sapidità

Coloranti (caramello)



# Conservanti antimicrobici

Si tratta di molecole necessarie per proteggere i prodotti da microrganismi che ne provocano il deterioramento e possono causare tossinfezioni.

Si distinguono i conservanti propriamente detti (usati soprattutto contro le alterazioni di origine microbica, fra cui rivestono particolare importanza gli antimuffa) e altri conservanti che vengono usati per altri scopi e hanno un effetto conservante secondario (cloruro di sodio, saccarosio, alcol etilico, acido acetico, ecc.).



# Antiossidanti

La funzione di queste molecole è stata ampiamente descritta nelle slide dedicate ai composti fenolici, tocoferoli e vitamina C.

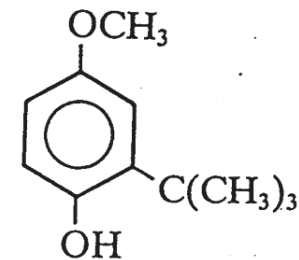
Una particolare attenzione deve essere posta alle molecole di origine sintetica come gli esteri di composti fenolici.



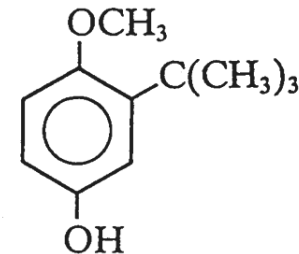
## — Butilidrossianisolo BHA (E 320)

Il prodotto commerciale è una miscela di due isomeri:

il 3-terbutil-4-idrossianisolo

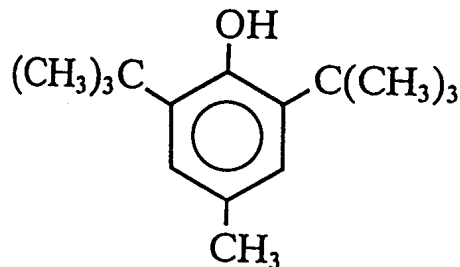


ed il 2-terbutil-4-idrossianisolo



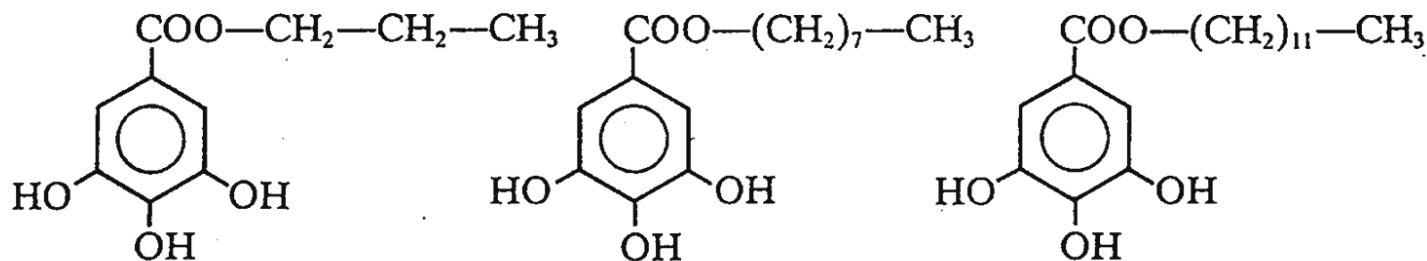
di cui il primo rappresenta il 90%. È insolubile in acqua ma solubile nei grassi. Viene aggiunto infatti alla margarina e ai grassi idrogenati, ai prodotti a base di patate, ai mangimi, al chewing-gum ed inoltre agli imballaggi per alimenti grassi.

## — Butilidrossitoluolo BHT (E 321) 2,6-di-terbutil-p-cresolo



Ha gli stessi impieghi del BHA a cui viene spesso associato. Dapprima è stato visto con sospetto in quanto si credeva avesse azione tossica, ritardando l'utilizzazione dei grassi di deposito; è stata ora fissata dal comitato FAO/OMS una DGA per l'uomo di 0,5 mg/kg, come per il BHA, sia per il singolo prodotto che per la miscela dei due ossidanti.

— Gallato di propile (E 310), di ottile (E 311) e di dodecile (E 312)



Prodotti di sintesi, hanno una formula simile ai tannini. Il loro uso è ammesso nei grassi e negli oli (escluso quello d'oliva), nei fiocchi di patate e nel chewing-gum, in genere associati all'acido citrico con funzioni sinergiche. Il comitato FAO/OMS, non ritenendo del tutto sicuri questi prodotti, ha stabilito per ora solo una DGA temporanea, consigliando le industrie a non utilizzare l'ottile gallato nelle bevande in attesa di chiarire definitivamente i suoi effetti secondari. Il propile gallato è risultato non cancerogeno.



# Coloranti

L'uso dei coloranti è disciplinato dalla Direttiva comunitaria 94/36/EC del 30 Giugno 1994, mentre la 95/45/EC e successive modifiche (99/75/EC e 2001/50/EC) definiscono i criteri di purezza riguardanti i coloranti per gli alimenti.

Non sono considerati coloranti:

- gli estratti e i succhi di vegetali e di frutta (carota, sambuco, sandalo, fragola, ciliegia, mirtillo, limone, prezzemolo ecc.) in grado di conferire ai sistemi alimentari contemporaneamente colore ed aroma.
- i pigmenti usati per colorare le parti esterne non commestibili di prodotti alimentari (come i rivestimenti degli insaccati e dei formaggi).



I motivi per cui i coloranti possono essere aggiunti agli alimenti:

- ridare il colore originale
- assicurare uniformità di colore
- intensificare il colore
- proteggere dai raggi solari
- conferire un aspetto invitante ai cibi che sarebbero poco appetibili
- aiutare a conservare l'identità e le caratteristiche che permettono il riconoscimento dei prodotti
- fornire un'indicazione visiva della qualità



# CLASSIFICAZIONE

33 coloranti, ma 18 sono senz'altro i più utilizzati.  
Sono coloranti inorganici, organici naturali o sintetici:

Dal 100 al 163 sono coloranti organici naturali e sintetici  
Dal 170 al 180 sono coloranti minerali

In base all'uso

- 1) coloranti per la colorazione della massa e della superficie;
- 2) coloranti per la colorazione limitata alla superficie.



I coloranti, oltre ad essere contraddistinti dalla **lettera E** seguita dal un numero corrispondente, sono catalogati nel *Color Index International* (CI) e sono contraddistinti dalla sigla CI seguita da un numero a cinque cifre in un *range* compreso tra 10.000 e 77.999 secondo la classe chimica di appartenenza. Di seguito sono riportati i coloranti in uso.

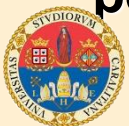
Significato delle lettere che nella seconda colonna a lato della sigla Europea, compaiono fra parentesi:

La **lettera A** significa prodotto non tossico e, quindi, non pericoloso per la salute.

La **B** indica una sostanza non tossica, i cui dati scientifici, però, sono insufficienti.

La lettera **C** sono sospettati di bassa tossicità.

La lettera **E** si riferisce a sostanze potenzialmente assai pericolose.



NUMERO CI	NUMERO CE	NOME	PROPRIETÀ
75300	E100 (A)	i) Curcumina ii) Turmerico	Colore giallo-arancio
	E101 (B)	i) Riboflavina ii) Riboflavina- 5'- Fosfato	Colore giallo, vitamina B2
19140	E102 (C/E)	Tartrazina	Colore giallo, colorante azoico
47005	E104 (C)	Giallo di Chinolina	Colore giallo-verde, sintetico
	E106	<b>Riboflavina-5-Fosfato di Sodio</b>	Colore giallo, vitamina B2
18965	E107	Giallo 2G	Colore giallo, colorante azoico
15985	E110 (C)	Giallo Tramonto FCF Giallo arancio S	Colore giallo, colorante azoico
75470	E120 (A/C)	i) Carminio, Acido carminico ii) estratto di Cocciniglia	Colore rosso, naturale
14720	E122 (A/C)	Azorubina, Carmoisina	Colore rosso, colorante azoico
16185	E123 (E)	Amaranto	Colore rosso, colorante azoico
16255	E124 (A/C)	Ponceau 4R, Rosso cocciniglia A (vietato in Italia)	Colore rosso, colorante azoico
45430	E127 (E)	Eritrosina	Colore rosso, sintetico
18050	E128 (E)	Rosso 2G (sospeso nell'UE)	Colore rosso, sintetico
16035	E129 (C)	Rosso allura AC	Colore rosso, colorante azoico
42051	E131 (B/C)	Blu patentato V	Colore blu, sintetico
73015	E132 (C)	Indigotina, Carminio d'Indaco	Colore blu, sintetico
42090	E133 (C/E)	Blu brillante FCF	Colore blu, sintetico



NUMERO CI	NUMERO CE	NOME	PROPRIETÀ
75810 75815	E140 (C)	<b>Clorofille clorofilline i) clorofille ii) clorofilline</b>	Colore verde, naturale
75815	E141 (C)	Complessi delle clorofille e delle clorofilline con rame i) complessi delle clorofille con rame ii) complessi delle clorofilline con rame	Colore verde, sintetico
44090	E142 (C)	Verde S	Colore verde, sintetico
	E150a-d (A/C)	<b>a) Caramello semplice b) Caramello solfito-caustico c) Caramello ammoniacale d) Caramello solfito-ammoniacale</b>	Colore bruno
28440	E151 (A/C)	Nero brillante BN, Nero PN	Colore nero, azoico
	E153 (A/C)	<b>Carbone vegetale</b>	Colore nero, naturale
	E154	Bruno FK	Colore bruno, colorante azoico
20285	E155	Bruno HT	Colore bruno, colorante azoico
75130 40800	E160a (A)	<b>Carotenoidi i) Caroteni misti, <math>\alpha</math>-, <math>\beta</math>- e <math>\gamma</math>- Caroteni ii) Beta-carotene</b>	Colore giallo-arancio-rosso, naturale
75120	E160b (A/C)	<b>Annatto, Bissina, Norbissina</b>	Colore giallo, naturale
	E160c (A)	<b>Estratto di Paprica, Capsantina, Capsorubina</b>	Colore arancio, naturale
	E160d (A)	<b>Licopene</b>	Colore rosso, naturale
	E160e	$\beta$ -apo-8'-carotenale	Colore giallo-arancio, naturale
40825	E160f (A)	<b>Estere etilico dell'acido beta-apo-8'-carotenico (C30)</b>	Colore giallo-arancio, naturale



NUMERO CI	NUMERO CE	NOME	PROPRIETÀ
	<b>E161a (A)</b>	<b>Flavoxantina</b>	Colore giallo, naturale
	<b>E161b (A)</b>	<b>Luteina</b>	Colore giallo, naturale
	<b>E161c (A)</b>	<b>Criptoxantina</b>	Colore giallo, naturale
	<b>E161d (A)</b>	<b>Rubixantina</b>	Colore amaranto, naturale
	<b>E161e (A)</b>	<b>Violaxantina</b>	Colore viola, naturale
	<b>E161f (A)</b>	<b>Rodoxantina</b>	Colore rosso scuro, naturale
	<b>E161g (A)</b>	<b>Cantaxantina</b>	Colore arancio, naturale
	<b>E161h (A)</b>	<b>Citranaxantina</b>	Colore giallo, naturale
	<b>E162 (A)</b>	<b>Rosso di barbabietola, betanina</b>	Colore rosso, naturale
	<b>E163 (A)</b>	<b>Antociani (estratti dai prodotti orto frutticoli con procedimenti fisici)</b>	Colori rosso-blu-porpora, naturali
77220	E170 (A)	Carbonato di calcio	Colore bianco
77891	E171 (A)	Biossido di titanio	Colore bianco
77491-77492-77499	E172	<b>Ossidi e idrossidi di ferro</b>	Colore rosso-bruno, naturale
	E173 (C)	Alluminio	Metallo (colore del)
	E174 (C)	Argento	Metallo (colore del)
	E175 (C)	Oro	Metallo (colore del)
	E180 (C)	Litolrubina BK	Colore rosso, colorante azoico
	E181	<b>Tannini</b>	Colore giallo-bruno



# COLORANTI ORGANICI NATURALI

In base alla struttura chimica è possibile distinguere le seguenti classi di coloranti organici naturali:

STRUTTURA CHIMICA	GRUPPO CROMOFORO
<b>POLIENI</b>	<b>Carotenoidi Xantofille</b>
<b>ETEROCICLI OSSIGENATI o PIRANICI</b>	<b>Antociani o antocianine Flavonoidi o antoxantine</b>
<b>CHINONI</b>	<b>Benzo-, nafta-, antra-chinoni</b>
<b>PIGMENTI PIRROLICI</b>	<b>Clorofille e clorofilline</b>
<b>FLAVINE</b>	<b>Isoallosazine</b>
<b>DERIVATI INDOLICI</b>	<b>Melanine</b>
<b>POLIFENOLI COMPLESSI</b>	<b>Tannini</b>



## Coloranti esclusi per tossicità (D.M. 22.12.1967, D.M. 3.9.1976, D.M. 1/1/78:

- E 103 Crisoina
- E 105 Giallo solido
- E 111 Arancio GGN
- E 121 Orceina solforata/oricello, orceina
- E 123
- E 125 Scarlatto GN
- E 126 Ponceau (Scarlatto 6R)
- E 130 Blu antrachinone
- E 152 Nero 7984
- E 181 Sfumature diverse

Restano quindi in vigore circa una **quindicina di coloranti di sintesi** per la gamma che va dal giallo, arancio, rosso, verde, blu e nero.



## Coloranti che hanno una DGA provvisoria



- E 123 (Rosso amaranto)
- E 129 (Rosso allura Ac)
- E 155 (Bruno HT)
- E 127 (Eritrosina)
- E 102 (Tartrazina)
- E 132 (Indigotina)

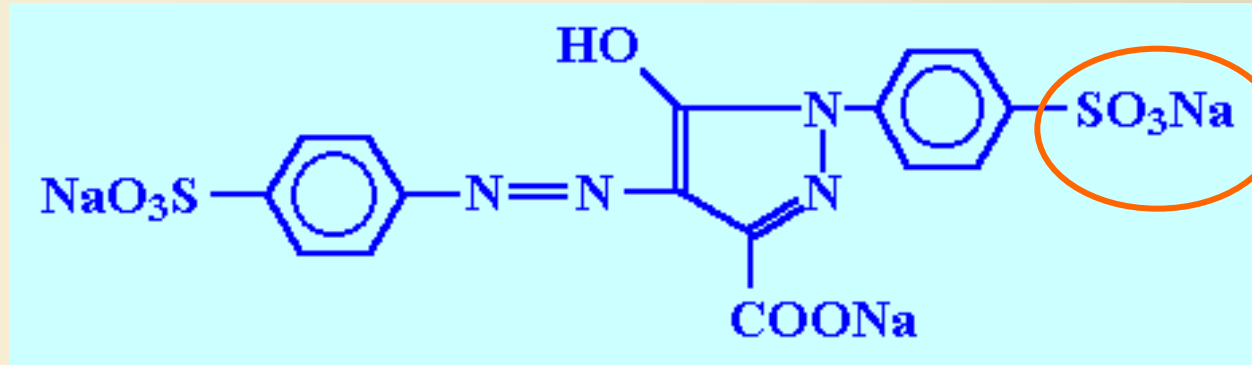
Per i seguenti coloranti è obbligatorio includere in etichetta la seguente dicitura:

**“può influire negativamente sull'attività e l'attenzione dei bambini”** (Reg CE 1333/2008)

- E 110 (Sunset yellow)
- E 104 (Giallo di chinolina)
- E 122 (Carmoisina)
- E 129 (Rosso Allura)
- E 102 (Tartrazina)
- E 124 (Ponceau 4R)



# Tartrazina (E102)



Usato in dolci, sciroppi, bibite, conserve, gelato allo zabaione

È controindicato alle persone allergiche all'acido acetilsalicilico, sconsigliato nei prodotti per bambini

Manifestazione di attacchi d'asma, lacrimazione, eruzioni cutanee, offuscamento della vista,

Usata per adulterare lo zafferano



**Giallo di chinolina (E104):** pastigliaggi, bibite. Sospettato di tossicità. Non permesso in Australia, sconsigliato negli alimenti per bambini

**Amaranto (E123):** gelatine. Bandito negli Stati Uniti nel 1976. È accusato di essere mutageno

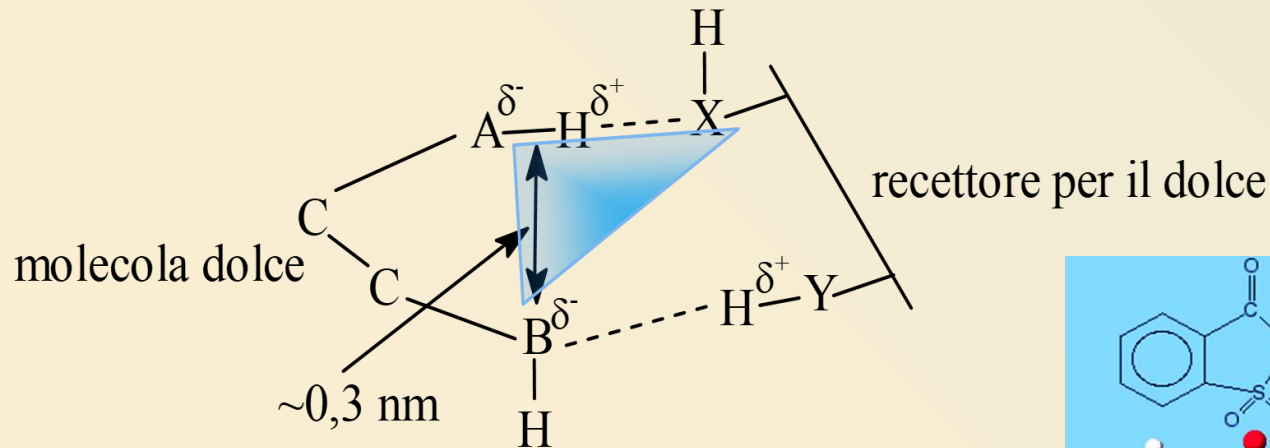
**Eritrosina (E127):** pastigliaggi e gelatine. La FDA americana l'ha esclusa dagli alimenti perché contiene una concentrazione di iodio del 22%; rischi per il tumore alla tiroide e ipertiroidismo.

**Litolrubina (E180)** pigmento rosso usato solo per la crosta dei formaggi, vietato in Australia, controindicato nelle persone allergiche.



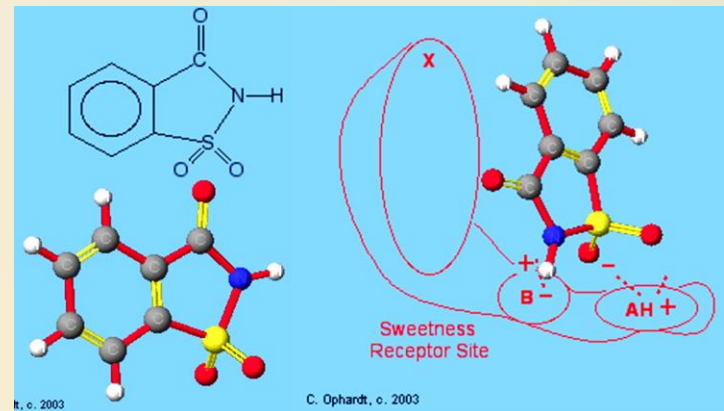
# Edulcoranti

L'uso di dolcificanti (edulcoranti) è stato descritto nelle slide *03.Zuccheri* a proposito delle proprietà dolcificanti di monosaccaridi, disaccaridi e polialcoli.



***Saporous Unit***  
**(AH-B-X)**

(Robert S. Shallenberger, 1967)



Saccharina libera e legata al suo recettore



# Classificazione degli Edulcoranti

## Edulcoranti di Sostituzione

Sucedanei degli zuccheri

Edulcoranti intensivi

Naturali

Artificiali

Proteine dolci

Glicosidi



Nella preparazione di prodotti dietetici da somministrare per via orale è prassi aggiungere edulcoranti per rendere più piacevole il consumo di tali prodotti. Per evitare che gli edulcoranti aggiungano calorie al prodotto dietetico si preferisce utilizzare molecole ad elevato potere edulcorante, i cosiddetti **edulcoranti intensivi**.

Gli edulcoranti intensivi presentano un potere edulcorante spesso superiore centinaia di volte a quello relativo al saccarosio pertanto possono essere utilizzati in quantitativo bassissimo.

Gli edulcoranti intensivi di maggior impiego in Italia sono la saccarina, l'aspartame, l'acesulfame ed i ciclammati. Altri edulcoranti intensivi sono la neoesperidina diidrocalcone e la taumatina.



# Caratteristiche dei principali edulcoranti

**Tabella I.** Principali caratteristiche dei dolcificanti naturali.

	Composto	Potere calorico (kcal/g)	Potere dolcificante	Indice glicemico	Codice EFSA
Derivati da zuccheri	Saccarosio	4	1	65	-
	Fruttosio	4	1,7	23	-
	Glucosio	4	0,75	100	-
Derivati da polialcoli	Xilitolo	2,4	1	13	E967
	Sorbitolo	2,4	0,5-0,7	9	E420
	Mannitolo	2,4	0,5-0,7	0	E421
	Maltitolo	2,4	0,9	35	E965
	Lactitolo	2,4	0,3-0,4	6	E966
	Isomalto	2,4	0,45-0,65	9	E953
Derivati da carboidrati complessi o glicosidi	Stevia	0	200-300	0	E960
Derivato da proteine	Taumatina	4	3000	0	E957

EFSA: *European Food Safety Authority.*

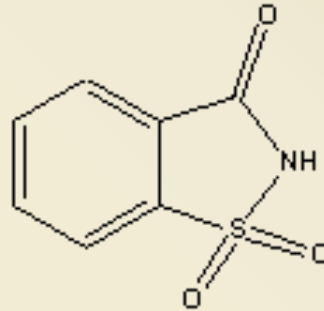
**Tabella II.** Potere dolcificante e DGA dei dolcificanti artificiali.

Composto	Codice EFSA	Potere dolcificante	DGA mg/kg /die
Acesulfame K	E950	200	0-15
Aspartame	E951	200	0-40
Saccarina	E954	300-500	0-5
Sucralosio	E955	600	15
Ciclammati	E952	30	0-7
Neotamo	E961	7000-13000	0-2
Alitame	E956	2000	0-1

EFSA: *European Food Safety Authority*; DGA: dose giornaliera accettabile.



# Saccarina



- È indubbiamente l'edulcorante di sintesi più noto ed impiegato da più lungo tempo.
- Per decenni è stato l'unico succedaneo del saccarosio assunto da soggetti affetti da diabete e solo recentemente il suo uso è in declino, anche in relazione ad un ipotetico rischio di genotossicità legato alla correlazione tra assunzione di saccarina ed insorgenza di tumori alla vescica. Numerosi studi scientifici hanno comunque dimostrato che questa sostanza, alle dosi di consumo usuali, non è affatto tossica e non può essere associata all'insorgenza di eventuali forme tumorali nell'uomo.



Una review italiana degli studi pubblicati sull'argomento tra il 1990 e il 2012 (Marinovich et al., Aspartame, low-calorie sweeteners and disease: Regulatory safety and epidemiological issues, *Food and Chemical Toxicology*, 2013) ha evidenziato che non è possibile osservare alcuna associazione tra aspartame e patologie come cancro al cervello, neoplasie ematopoietiche (come il linfoma di Hodgkin), cancro al seno, cancro al pancreas, malattie cardiache e non sono collegati a casi di parti prematuri.



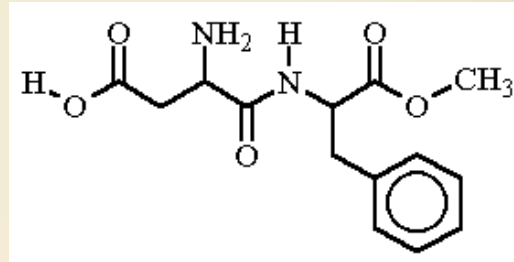
La saccarina si presenta come una polvere bianca cristallina, inodore con un potere edulcorante decisamente superiore al saccarosio ed un retrogusto **metallico**.

Relativamente al suo metabolismo, la saccarina è solo parzialmente assorbita, escreta immodificata nelle urine e non da alcun apporto calorico. Inoltre non favorisce l'insorgenza della carie dentaria ed è stabile alle alte temperatura.

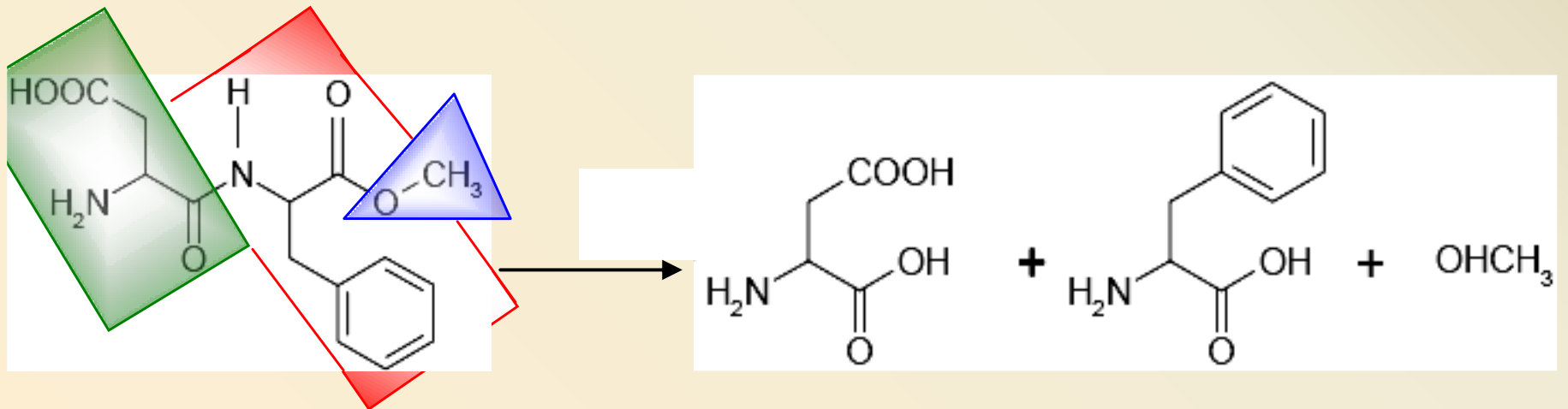
Viene essenzialmente impiegata nella formulazione di bustine impiegate come sucedanei del saccarosio in sinergia con altri edulcoranti sintetici e/o alditoli.



# Aspartame



Scoperto casualmente nel 1965, è un edulcorante artificiale dipeptidico costituito dagli amminoacidi fenilalanina ed acido aspartico uniti sotto forma di estere metilico.



Aspartame

Acido aspartico

Fenilalanina

Metanolo

**Il metabolismo umano lo idrolizza in acido aspartico, fenilalanina e metanolo**



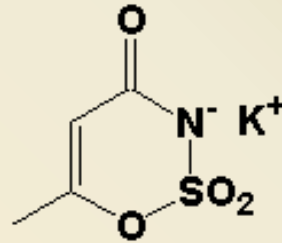
- Si presenta come una polvere bianca granulare, priva di odore, sapore dolce privo di retrogusto, con una solubilità in acqua del 1% per soluzioni con valore di pH massimo di 5,2 e temperatura di 25°C.
- Benché abbia un contenuto energetico significativo (4 kcal/g), le quantità utilizzate nella formulazione di alimenti dietetici ed ipocalorici sono talmente esigue per cui il suo apporto calorico è praticamente irrilevante.
- L'aspartame è in grado di conferire una sensazione dolce, che tende a persistere nel tempo, simile a quella del saccarosio e di intensità da 130 a 250 volte superiore al saccarosio in relazione alla concentrazione in soluzioni e all'origine della matrice alimentare (tende ad esaltare il sapore di frutta come l'arancia ed il limone).
- Trova largo impiego nella preparazione di bevande ipocaloriche.



- I prodotti alimentari contenenti aspartame debbono riportare in etichetta la dizione «**contiene una fonte di fenilalanina**», in difesa dei soggetti affetti da chetonuria, difetto genetico del metabolismo fenilalaninico dovuto a deficienza o assenza dell'enzima fenilalanina idrossilasi (fenilalaninasi) che, in condizioni normali, catalizza la conversione dell'aminoacido fenilalanina in tirosina (vedi Slide.12). Un derivato dell'aspartame, il neotame non libera fenilalanina come metabolita.
- Nei confronti di questo edulcorante esiste una campagna di opinione che associa l'uso dell'aspartame con l'insorgenza di allergie, intolleranze alimentari e determinate patologie tumorali. I numerosi studi condotti da quando questo edulcorante è stato approvato per il suo uso in campo alimentare hanno tuttavia escluso, alle dosi in cui è normalmente assunto, simili complicanze (<http://www.efsa.europa.eu/it/topics/topic/aspartame.htm>).



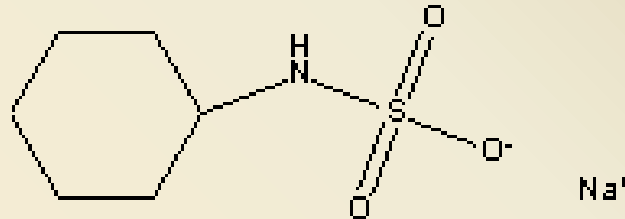
# Acesulfame



- Presenta una struttura chimica che in parte ricorda quella della saccarina.
- Ha un potere edulcorante 200 volte superiore a quello del saccarosio. Possiede un sapore dolce deciso e netto che conferisce agli alimenti un retrogusto amaro solo nel caso venga utilizzato ad alte concentrazioni. Per ovviare a questo inconveniente è solitamente impiegato in sinergia con altri edulcoranti intensivi. La concentrazione massima di impiego varia 2,5 g/kg nella microconfetteria a 350 mg/L nelle bevande analcoliche ipocaloriche. Non è metabolizzato dall'organismo e viene escreto immodificato nelle urine



# Ciclammati



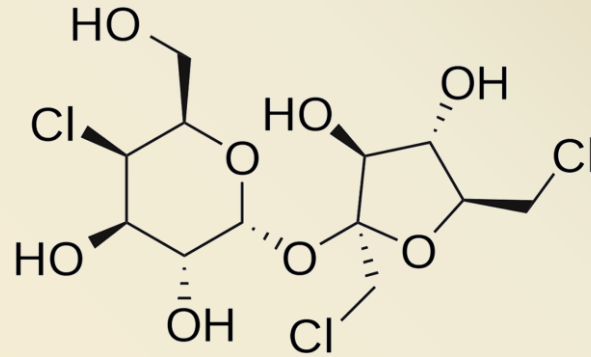
- Sono dolcificanti intensivi di sintesi che derivano dai sali di sodio e di calcio dell'acido ciclamico (acido cicloesilsulfamico).
- Ha un potere edulcorante 30 volte superiore a quello del saccarosio, che risulta essere relativamente modesto a confronto con quello di altri edulcoranti intensivi.
- Vengono usati in associazione con la saccarina per coprirne il retrogusto amaro.



L'uso dei ciclammati quali edulcoranti succedanei del saccarosio è stato limitato negli Stati Uniti e in Gran Bretagna, in seguito a ricerche condotte in campo tossicologico in cui sono stati riscontrati effetti cancerogeni e disturbi di assorbimento in animali da esperimento. Anche la Comunità Europea, tramite il comitato scientifico sugli alimenti li ha sottoposti a revisione ed ha deciso di abbassare l'ADI a 7 mg/kg di peso corporeo, proponendo inoltre una riduzione dell'uso di ciclammati sia bandendoli da alcuni prodotti alimentari, quali gomma da masticare e microconfetteria per rinfrescare l'alito, sia riducendone la quantità ammissibile nell'edulcorazione di bevande analcoliche (da 400 a 350 mg/L).



# Sucralosio



- Edulcorante (E955) di sintesi che deriva dal saccarosio e con potere edulcorante 600 volte superiore a questo.
- L'EFSA ha approvato il claim **'contribuisce al mantenimento della mineralizzazione dei denti'** e **'aiuta a ridurre la risposta glicemica post-prandiale'**.
- Preoccupazione per potenziale azione genotossica (clastogenica) soprattutto a causa del suo metabolita sucralosio-6-acetato [<https://doi.org/10.1080/10937404.2023.2213903>].



L'OMS (Organizzazione Mondiale della Sanità) nel 2023 ha pubblicato una nuova linea guida sui dolcificanti diversi dallo zucchero (*non-sugar sweeteners* o NSS), che ne **sconsiglia** l'uso per controllare il peso corporeo o ridurre il rischio di malattie non trasmissibili in quanto non emerge che conferisca alcun beneficio a lungo termine nella riduzione del grasso corporeo negli adulti o nei bambini. Anzi, potrebbero esserci potenziali effetti indesiderati dall'uso a lungo termine di NSS, come un aumento del rischio di diabete di tipo 2, malattie cardiovascolari e mortalità negli adulti.

I NSS comuni includono acesulfame K, aspartame, advantame, ciclamati, neotame, saccarina, sucralosio, stevia e derivati della stevia, mentre gli zuccheri a basso contenuto calorico e agli alcoli di zucchero (polioli) non rappresentano un problema.

Gli NSS non sono fattori dietetici essenziali e una corretta educazione alimentare dovrebbe insegnare a diminuirne l'uso.



<https://www.who.int/publications/i/item/9789240073616>



# Le formulazioni (preparazioni)

## Solide

tavolette, pastiglie, compresse, capsule, capsule molli, confetti, opercoli, pillole, gomme da masticare  
polveri, granulati, tisane



## Liquide

bevanda, fiale, flaconcini, gocce  
marmellate e gelatine



***Corso di Tecnologia (Tecnica)***



# ....un esempio



**Strato Fast:** Soia fermentata seme, Cimicifuga rizoma.

**Strato Retard:** Calcio, Magnesio, Vitamine B6, K1, D3, Soia seme.

Lo strato bianco a rilascio rapido contiene isoflavoni agliconici di pronta assimilazione mentre lo strato rosa a rilascio prolungato è a base di isoflavoni glicosidici: in tal modo i livelli di principi attivi restano costanti, assicurando i loro benefici per tutta la giornata.



# IL PACKAGING

Il termine **packaging** si riferisce non solo alla parte materiale dell'imballaggio, ma anche a tutto ciò che concerne agli aspetti produttivi, estetici e di marketing.

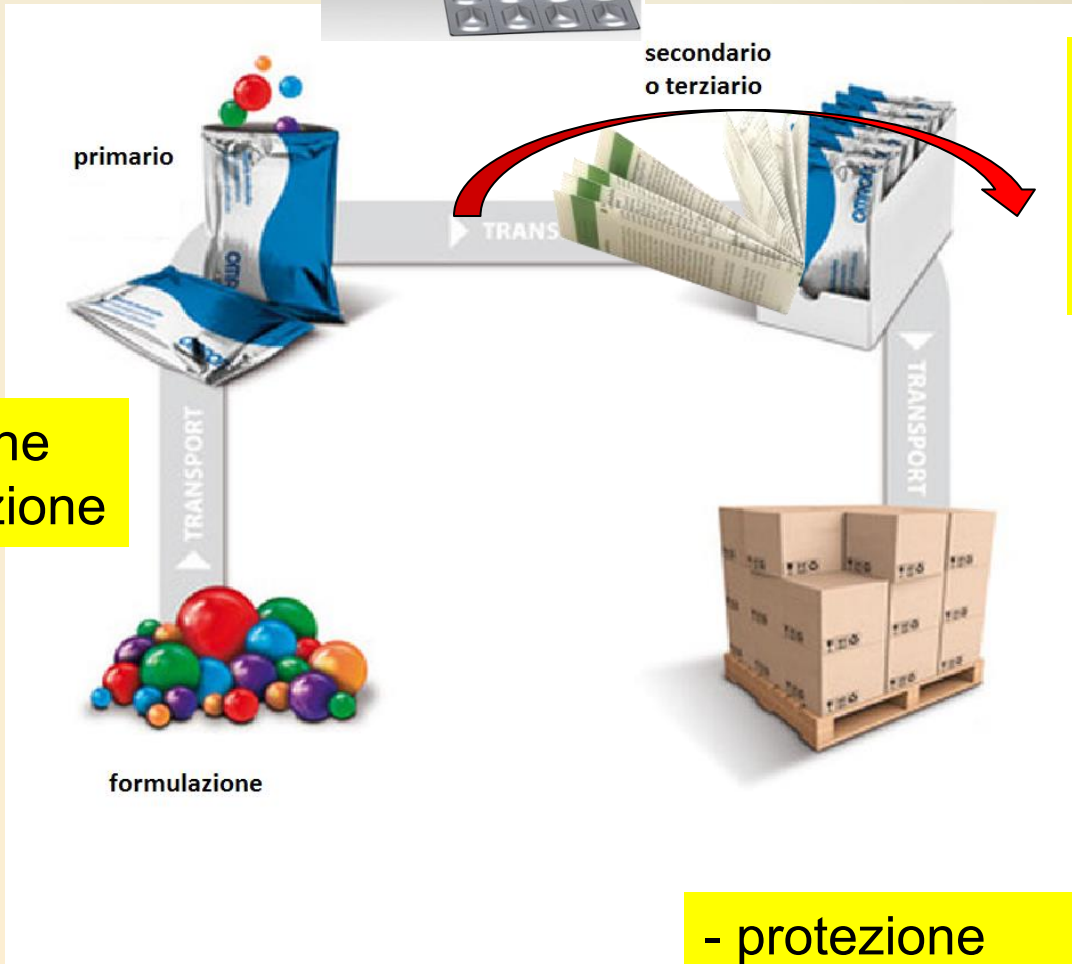
Gli imballaggi sono nati insieme alla pratica del trasporto, nella necessità di proteggere merce delicata o deperibile durante uno spostamento più o meno lungo. Infatti, sollecitazioni varie, eventuali urti o cambi di temperatura possono in qualche modo deteriorare o rompere le confezioni e compromettere quindi poi la qualità dei prodotti dietetici.



Determinare quali materiali sono più adatti e quali sono le condizioni migliori per conservare, trasportare e commercializzare gli alimenti così come pure stabilire l'esatta *shelf-life* (vita di scaffale) di una confezione o lo sviluppo di tecniche che consentano di prevenire o rallentare l'insorgere dei fenomeni di degrado sono attività scientifiche che ricadono nell'ambito del food packaging.

Viene definito **imballaggio primario** quell'imballaggio concepito in modo da costituire un'unità di vendita per l'utente finale (o il consumatore): è il primo involucro o contenitore a diretto contatto con il prodotto alimentare (flacone, lattina, blister, ecc.). Gli **imballaggi secondari** servono a presentare o proteggere adeguatamente il prodotto.





- protezione
- informazione
- pubblicità
- movimentazione

- protezione
- informazione

- protezione
- movimentazione



# Principali funzioni di un imballaggio alimentare

- contenere adeguatamente il prodotto alimentare
- proteggere l'alimento da danni meccanici
- rappresentare un'adeguata barriera a gas e vapori
- prevenire o ritardare la degradazione biologica del prodotto contenuto
- prevenire o ritardare la degradazione fisica
- facilitare la movimentazione ed il magazzinaggio
- presentare il prodotto in forma attraente
- soddisfare le esigenze di marketing e della distribuzione
- presentare requisiti di servizio (apertura e chiusura facilitata, trasportabilità, esponibilità ecc.)
- rappresentare un'opportunità di informazione
- consentire l'identificazione sicura del prodotto
- essere degradabile o facilmente riciclabile



# Tipologie di imballaggi

MATERIALE
Acciaio
Alluminio
Carta e cartoni
Carta poliaccoppiata
Legno
Plastica
Poliaccoppiati flessibili
Vetro
Altri

**LDPE** = polietilene a bassa densità

**HDPE** = polietilene ad alta densità

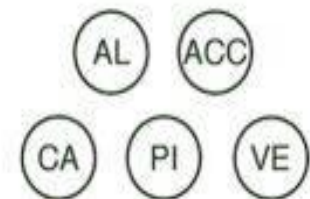
**PP** = polipropilene

**PS** = polistirene

**PVC** = polivinilcloruro

**PET** = polietilene tereftalato

**PA** = poliammide



# Materiale dell'imballaggio

CODICI MATERIALI IMBALLAGGI	
AL – alluminio	CA – cartone
PE – polietilene	PT – poliestrusi
PVC – polivinilcloruro	PS – polistirene
PET – polietilentereftalato	PI – poliaccoppiati
PP - polipropilene	ACC- banda stagnata o latta



L'imballaggio primario, oltre al corpo principale dell'imballaggio, può prevedere sistemi di chiusura con caratteristiche *tamper-evident* (a prova di manomissione) o particolari dispositivi di dosaggio del prodotto.



# Sistemi sempre più personalizzati



## Farmacia ospedaliera – Farmaco OLICLINOMEL: Emulsione per infusione endovenosa

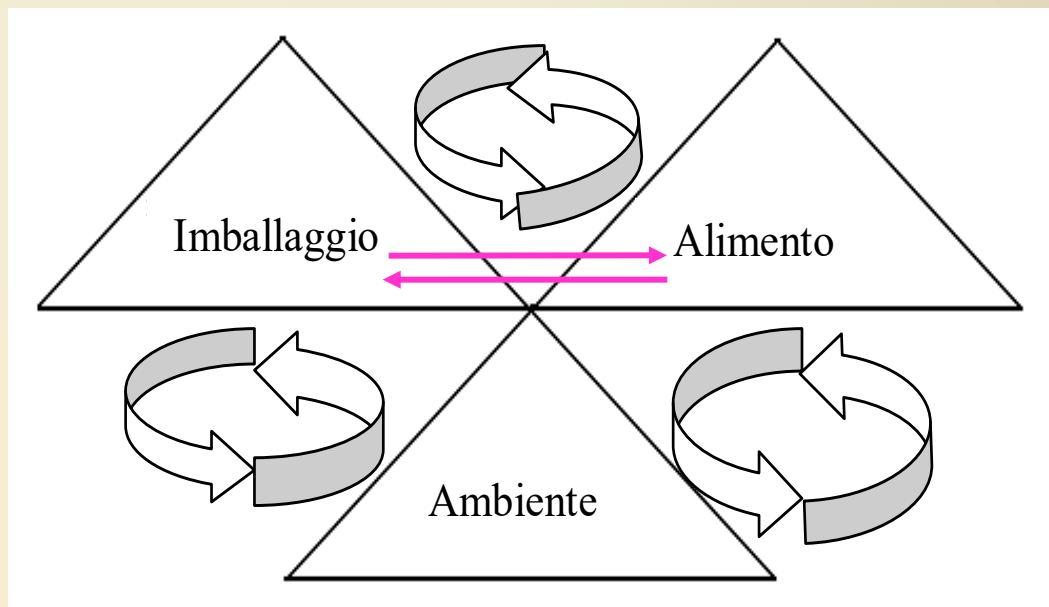
“Il prodotto è una miscela ternaria che consente il mantenimento del bilancio azoto/energia fornendo azoto (L-aminoacidi), energia in forma di glucosio e acidi grassi essenziali. In aggiunta questa formulazione contiene elettroliti.”



La sacca a tre compartimenti in plastica multistrato racchiusa in un involucro esterno impermeabile all'ossigeno. Un dispositivo di assorbimento dell'ossigeno può essere incluso tra la sacca e l'involucro esterno. Il materiale plastico multistrato consiste prevalentemente di EVA (polietilenevinilacetato) ed è compatibile con i lipidi.



# Alimenti-imballaggio-ambiente



## FENOMENI PIÙ STUDIATI:

migrazioni dall'imballaggio all'alimento e dall'alimento all'imballaggio

sostenibilità



# REQUISITI DI CARATTERE GENERALE



- lista positiva di monomeri
- requisiti di purezza
- metodi di analisi
- prove di migrazione totale e specifiche
- limiti per i diversi tipi di materiali e sostanze



I materiali e gli oggetti devono essere prodotti conformemente alle buone pratiche di fabbricazione affinché in condizioni d'impiego normali e prevedibili essi non cedano ai prodotti alimentari costituenti in quantità tale da:

- costituire un pericolo per la salute umana
- comportare una modifica della composizione dei prodotti alimentari o un'alterazione dei loro caratteri sensoriali



## Limite di migrazione globale

“Pre-requisito” di inerzia del materiale: **cessione complessiva** di sostanze dagli imballaggi agli alimenti non superiore a **60 mg di sostanza ceduta per kg di prodotto alimentare (ppm)** o a **10 mg per dm<sup>2</sup> di superficie**

## Limiti di migrazione specifica

Fissati tutte le volte che **una specifica sostanza**, cedibile da un imballaggio, sia ritenuta inaccettabile nell'alimento

Ricerca e dosaggio in liquidi simulanti:

**acqua distillata**

**acido acetico al 3% in soluzione acquosa**

**etanolo al 15% in soluzione acquosa**

**olio di oliva rettificato**



# **SOSTANZE CHE POSSONO MIGRARE DALL'IMBALLAGGIO ALL'ALIMENTO**

## **RESIDUI**

**Rappresentati da monomeri o catalizzatori o anche da solventi degli  
inchiostri per stampa**

## **ADDITIVI**

**Rappresentati da sostanze aggiunte al materiale di imballaggio per  
modificarne le caratteristiche o per favorire una particolare funzione**



## LIMITI DI MIGRAZIONE SPECIFICA

<b>MATERIALE</b>	<b>LMS</b> <b>Limite di Migrazione Specifica</b>
<b>Oggetti di ceramica riempibili</b>	<b>Pb = 4,0 mg/L</b> <b>Cd = 0,3 mg/L</b>
<b>Vetri al piombo</b>	<b>Pb = 0,3 ppm</b>
<b>Oggetti in acciaio inossidabile</b>	<b>Cr <sup>+3</sup> = 0,1 ppm</b> <b>Ni = 0,1 ppm</b>
<b>Acido Tereftalico</b> <b>(monomero materie plastiche)</b>	<b>7,5 ppm</b>
<b>Bisfenolo A</b> <b>(monomero materie plastiche)</b>	<b>1 ppm</b>
<b>Cloruro di vinile</b> <b>(monomero materie plastiche)</b>	<b>0,01 ppm</b>
<b>Etilenglicole</b> <b>(monomero materie plastiche)</b>	<b>30 ppm</b>
<b>Tetraidrofurano</b> <b>(monomero materie plastiche)</b>	<b>0,6 ppm</b>



## Additivi dei materiali plastici e loro tossicità

CLASSE	COMPOSTO-TIPO	PROPRIETÀ E RISCHI CONOSCIUTI
Plastificanti	Esteri, acidi organici (ftalati), adipati	Sospetto di attività mutagena e teratogenicità per alcuni ftalati
Stabilizzanti	Saponi alcalini e alcalinoterrosi, uretani	Tossicità nota dei derivati di Ba, Pb e Cd
Rigonfianti	Azodicarbonammide	Debole attività cancerogena sugli animali e debole genotossicità in vitro
Acceleratori di vulcanizzazione	Guanidine, ammine aromatiche, tiazoli, naftilammine, 2,4-dicloro benzoile	Possibile produzione di nitrosammine tossiche perché mutagene e cancerogene
Antiossidanti o agenti anti-invecchiamento	Fenoli, esteri, ammine aromatiche, uretani	Rischi diversificati in base al tipo di molecole impiegate, possibile produzione di nitrosammine
Scivolanti	Ammidi	
Antistatici	Ammine etossilate e sali d'ammonio quaternari	Nitrosazione per strutture contenenti ammine secondarie e terziarie
Ignifughi	Sostanze organiche alogenate ed organofosforate	Effetti tossici sul SNC e attività mutagena
Iniziatori di reazioni radicaliche	Perossidi	Possibilità di innesco di ossidazioni radicaliche nell'organismo e nell'alimento



# MATERIE PRIME RINNOVABILI

polimeri biodegradabili  
**GREEN PACK**

Amido

Arance

Pomodori

Acidi grassi estratti da noce di cocco o semi di castagna

Acido polilattico

Chitosano

Materie prime prodotte dal metabolismo batterico

[Poliidrossialcanoati (PHAs) e poliidrossibutirrato (PHB)]



# IMBALLAGGI FUNZIONALI

## Imballaggi attivi

Interagiscono attivamente con l'atmosfera interna di una confezione, variandone la composizione quali-quantitativa, oppure direttamente con l'alimento, rilasciando sostanze utili per migliorarne la qualità o attraverso il sequestro di sostanze indesiderate.

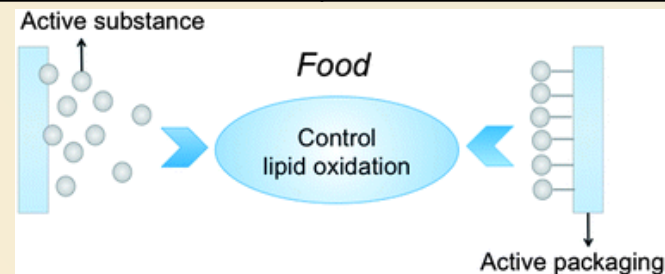
## Imballaggi intelligenti

Caratterizzati dalla capacità di informare sulle condizioni dei prodotti alimentari confezionati mediante l'impiego di un indicatore, interno o esterno alla confezione, che segue la storia del prodotto e indica il suo livello di qualità



## Esempi di applicazioni di **IMBALLAGGI ATTIVI**

FUNZIONE	PRINCIPIO ATTIVO	APPLICAZIONE
Assorbitori di O <sub>2</sub>	Composti ferrosi, sali metallici, organometallici, catecolo, catalisi Pd/Pt, glucosio ossidasi, etanolo ossidasi	Tutte
Assorbitori di umidità	Glicerolo, gel di silice, argille	Carni
Regolatori di umidità	Cloruro di potassio, cloruro di sodio	Vegetali
Assorbitori di CO <sub>2</sub>	CaCl <sub>2</sub> +NaOH, CaCl <sub>2</sub> +KOH	Caffé
Assorbitori di etilene	Ossido di alluminio + potassio permanganato, cristobalite, carboni attivi, zeoliti	Vegetali
Emettitori di etanolo	Etanolo	Prodotti da forno
Emettitori di CO <sub>2</sub>	Acido ascorbico, Fe <sub>2</sub> (CO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> +metallo	Vegetali



# Esempi di applicazioni di **IMBALLAGGI INTELLIGENTI**

FUNZIONE	DESCRIZIONE	APPLICAZIONE
Indicatori di temperatura	Segnalano la temperatura attuale o il superamento di una soglia	Alimenti freschi, refrigerati, congelati, sensibili al calore
Indicatori tempo temperatura (TTi)	Forniscono una risposta continua nel tempo, dipendente dalla temperatura	Alimenti freschi, refrigerati, congelati
Indicatori di ossigeno	Rivelano la presenza di ossigeno al di sopra di una determinata soglia	Prodotti confezionati sotto vuoto o in atmosfere protettive
Indicatori di CO <sub>2</sub>	Rivelano la presenza di anidride carbonica, segnalandone un accumulo o la riduzione sotto determinate soglie	Prodotti confezionati in atmosfere protettive o suscettibili di fermentazioni gasogene
Indicatori di integrità	Rivelano la presenza/assenza di ossigeno o CO <sub>2</sub>	Prodotti confezionati sotto vuoto o in atmosfere protettive
Indicatori di crescita microbica	Rivelano la presenza di metaboliti gassosi prodotti da microorganismi indesiderati	Alimenti freschi refrigerati



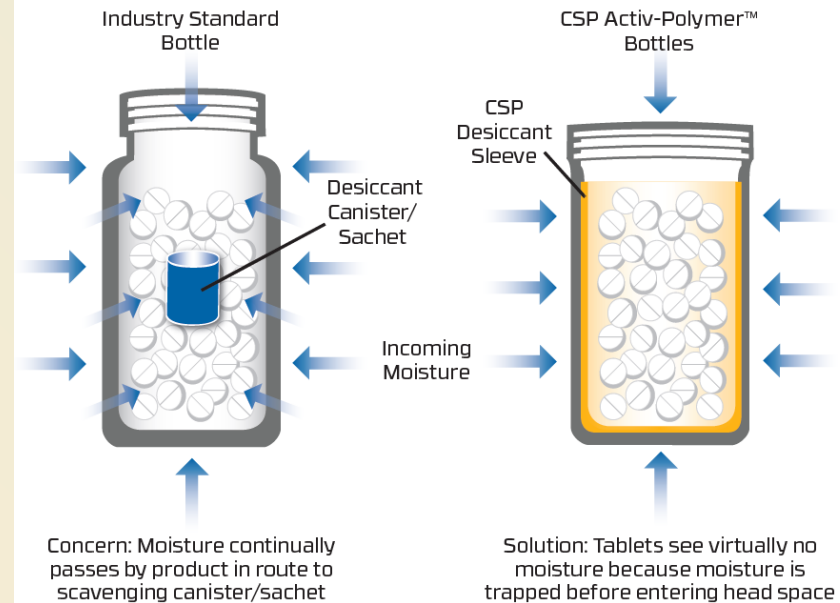
## assorbitori di umidità o gas



<https://www.csptechnologies.com/products/activ-blister-solutions/>

## CSP Desiccant Sleeve

An Impenetrable Barrier



<https://www.csptechnologies.com/products/activ-vial-portfolio/>



Memorizza l'orario di quando il farmaco è stato assunto



# Gli indicatori TTI

sono in grado di verificare le condizioni di conservazione di un prodotto alimentare e di diagnosticare se le interruzioni della catena del freddo ne hanno modificato la qualità tramite una variazione di colore

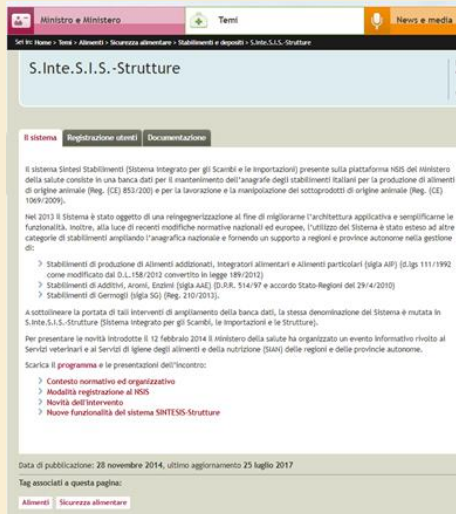


Informazioni / Social



# Aspetti produttivi

Gli stabilimenti nazionali adibiti alla produzione e/o al confezionamento di alimenti destinati ad una alimentazione particolare, di integratori alimentari e di alimenti addizionati di vitamine e/o minerali devono essere **preventivamente autorizzati dal Ministero della Salute.**



Le strutture sono inserite nel sistema S.Inte.S.I.S., il Sistema Integrato per gli Scambi e le Importazioni.

## Commercializzazione/produzione, requisiti

Gli integratori alimentari, i prodotti destinati a gruppi specifici e gli alimenti addizionati di vitamine e/o minerali, in quanto alimenti, possono essere commercializzati solo dagli operatori del settore alimentare (OSA).

Ogni OSA, oltre agli adempimenti richiesti per gli stabilimenti di produzione/confezionamento, ha l'obbligo di registrazione, ai sensi del Regolamento (CE) 852/2004, e deve inoltre notificare ogni struttura posta sotto il suo controllo che esegua una qualsiasi delle fasi di deposito/distribuzione/importazione di alimenti.

Gli OSA, inoltre, devono fare in modo che l'autorità competente disponga costantemente di informazioni aggiornate, notificando alla stessa ogni cambiamento significativo di attività nonché ogni chiusura delle strutture precedentemente comunicate.

### Autorizzazione alla produzione

Gli stabilimenti nazionali adibiti alla produzione e/o al confezionamento di integratori alimentari, di prodotti destinati a gruppi specifici e di alimenti addizionati di vitamine e/o minerali devono essere preventivamente autorizzati.

L'autorizzazione in forma di riconoscimento, secondo quanto previsto dall'art.6 comma 3 lettera a) del Regolamento (CE) 852/2004, è demandata alle Regioni ai sensi del decreto-legge 13 settembre 2012, n. 158, recante "disposizioni urgenti per promuovere lo sviluppo del Paese mediante un più alto livello di tutela della salute" convertito con **Legge 8 novembre 2012, n. 189**. Gli stabilimenti autorizzati vengono inseriti nel sistema SINTESIS

Il Ministero della salute può effettuare a campione verifiche ispettive.

Il riconoscimento richiede il preventivo accertamento della sussistenza delle condizioni igienico-sanitarie e dei requisiti tecnici previsti dai Regolamenti (CE) 852/2004 e (CE) 853/2004 sull'igiene dei prodotti alimentari, dal D.M. 23 febbraio 2006 "Requisiti tecnici e criteri generali per l'abilitazione alla produzione e al confezionamento di integratori alimentari", nonché della disponibilità di un idoneo laboratorio per il controllo dei prodotti" ai sensi dell'art. 10 del decreto legislativo 111/92.

Per la produzione di integratori alimentari consulta le Raccomandazioni sulle norme di buona fabbricazione di integratori alimentari (ITA - ENG), volte a fornire delle indicazioni tecniche rispondenti alle esigenze specifiche delle industrie che producono tali prodotti per assicurarne un adeguato livello di qualità e sicurezza.

Consulta gli elenchi degli stabilimenti autorizzati:

- > **allegato I** riporta l'elenco degli stabilimenti autorizzati alla produzione e al confezionamento di integratori alimentari, alimenti destinati a gruppi specifici e alimenti addizionati di vitamine e/o minerali situati nella Repubblica di San Marino.
- > **allegato II** contiene l'elenco degli stabilimenti autorizzati alla produzione di integratori alimentari a base di soli ingredienti erboristici, inclusi nel DM 16 ottobre 2008.



Il documento fornisce indicazioni tecniche che rispondano alle esigenze specifiche delle industrie che producono integratori alimentari in merito alla corretta applicazione delle buone pratiche di fabbricazione (GMP).



[https://www.salute.gov.it/imgs/C\\_17\\_pagineAree\\_3139\\_listaFile\\_itemName\\_0\\_file.pdf](https://www.salute.gov.it/imgs/C_17_pagineAree_3139_listaFile_itemName_0_file.pdf)

## INDICE

1. SCOPO E CAMPO DI APPLICAZIONE	3
2. DEFINIZIONI	4
3. NORMATIVA	8
4. SISTEMA DI GESTIONE PER LA SICUREZZA ALIMENTARE *	10
5. STRUTTURE, LOCALI ED APPROVVIGIONAMENTO IDRICO	10
5.1. Locali di produzione***	10
5.2. Locali di deposito**	11
5.3. Gestione dei rifiuti*	12
5.4. Approvvigionamento idrico***	12
6. APPARECCHIATURE E MACCHINARI *	13
7. PERSONALE	13
7.1. Organigramma	13
7.2. Responsabile del controllo di qualità (RCQ)**	13
7.3. Formazione **	14
8. PRODUZIONE	15
8.1. Fornitori	15
8.2. Descrizione del Processo produttivo	15
8.3. Politiche di gestione e comunicazione	Errore. Il segnalibro non è definito.
9. HACCP*	18
9.1. Descrizioni delle fasi del processo HACCP (All.2 cap.3 del C278/01)	19
9.1.1. Formazione del gruppo (All.2-3.1 del C278/01)	19
9.1.2. Descrizione del prodotto (All.2-3.2 del C278/01)	19
9.1.3. Identificazione della destinazione d'uso (All.2-3.3 del C278/01)	19
9.1.4. Realizzazione del diagramma di flusso (descrizione del processo produttivo) (All.2-3.4 del C278/01)	19
9.1.5. Elenco dei pericoli* (All.2-4.1 del C278/01)	19
9.1.6. Determinazione dei CCP (All.2 Cap.5 del C278/01)	20
9.1.7. Determinazione dei limiti critici per ogni CCP (All.2 Cap.6 del C278/01)	20
9.1.8. Determinazione di un sistema di monitoraggio per ogni CCP (sorveglianza) (All.2 Cap.7 del C278/01)	20
9.1.9. Azioni Correttive (All.2 Cap.8 del C278/01)	20
9.1.10. Procedure di verifica o di convalida (All.2 Cap.9 del C278/01)	21
9.1.11. Documentazione e registrazione (All. II cap.10 del C278/01)	21
10. LABORATORI DI ANALISI	22
10.1. Laboratorio di analisi interno	22
10.2. Laboratorio di analisi esterno	24



- indicazione delle attrezzature adibite alla produzione e al confezionamento;
- disponibilità di un laboratorio di analisi (proprio o esterno) cui si intende affidare l'effettuazione delle analisi microbiologiche, chimiche e fisiche e nominativo del responsabile del controllo qualità (ai sensi dell'art. 10 del decreto legislativo 111/92 è ammessa come titolo di studio la laurea in: biologia, chimica, chimica e tecnologia farmaceutica, farmacia, medicina, scienza e tecnologia alimentari);
- Idoneità struttura (Conformità ai requisiti previsti dalla normativa vigente sulle caratteristiche tecnico-costruttive, strutturali ed igienico-sanitarie dello stabilimento)
- Aspetti burocratici (planimetrie, acqua d.lgs. n. 31 2/07/2001, smaltimento reflui, versamenti, ecc.)



L'etichetta di un integratore deve indicare:

- il nome commerciale;
- l'elenco e le quantità degli ingredienti presenti;
- la data di scadenza;
- la dose giornaliera raccomandata con un'avvertenza a non eccedere;
- l'avvertenza: “gli integratori non vanno intesi come sostituti di una dieta variata”, obbligatoria per gli integratori contenenti sostanze nutritive o ad effetto nutritivo;
- l'avvertenza: “tenere fuori dalla portata dei bambini al di sotto dei tre anni”;
- l'effetto nutritivo e fisiologico attribuito al prodotto sulla base dei suoi costituenti.

Non è, inoltre, possibile attribuire agli integratori alcun tipo di attività terapeutica, di prevenzione o di cura delle patologie umane; né affermare o sottintendere che una dieta sana e bilanciata non fornisca tutte le sostanze nutritive necessarie all'organismo.



## **VERIFICA ETICHETTE INTEGRATORI ALIMENTARI**

(DL 111/92, DL 169/2004, Reg. (CE) n.1924/2006, Circolare n. 4075-P del 6 marzo 2008)

L'etichetta di un integratore viene verificata dall'Autorità competente Centrale: **MINISTERO SALUTE - DG SAN Ufficio IV**

Ricezione delle etichette e valutazione della conformità in termini di ingredienti, apporti e dichiarazioni in etichetta

Redazione e aggiornamento del registro degli Integratori alimentari che hanno concluso favorevolmente la procedura e successivo invio al portale Web per la pubblicazione





CODICI A BARRE	
30-31 Francia	57 - Danimarca
40 - Germania	80 - Italia
50 Gran Bretagna e Irlanda	84 - Spagna
54 - Belgio e Lussemburgo	87- Olanda
56 - Portogallo	

I codici a barre bidimensionali  
(QR code)



# ALTRI SIMBOLI



Questo simbolo significa: "**Non disperdere nell'ambiente** dopo l'uso"



Significa che bisogna **comprimere le bottiglie** prima di gettarle e mostra il modo corretto; così facendo arrivano ad occupare 1/3 del volume iniziale.



**Ecolabel** è l'unico marchio in Europa per la qualità ecologica: è stato creato nel 1992 ed indica che il prodotto è stato ottenuto con un basso impatto ambientale in tutte le sue fasi di lavorazione (produzione, imballaggio, distribuzione, utilizzo, smaltimento)



Significa che bisogna **comprimere il contenitore**. I prodotti in tetrapak sono difficilmente riciclabili quindi è l'unica cosa che si possa fare è ridurne il volume.



Riciclabile (ha due significati: può voler dire che il prodotto è riciclabile oppure che parti di esso sono fatte di materiale riciclato)



Indica "Il Punto Verde" che non è un marchio ecologico, ma attesta che il prodotto è soggetto a recupero.



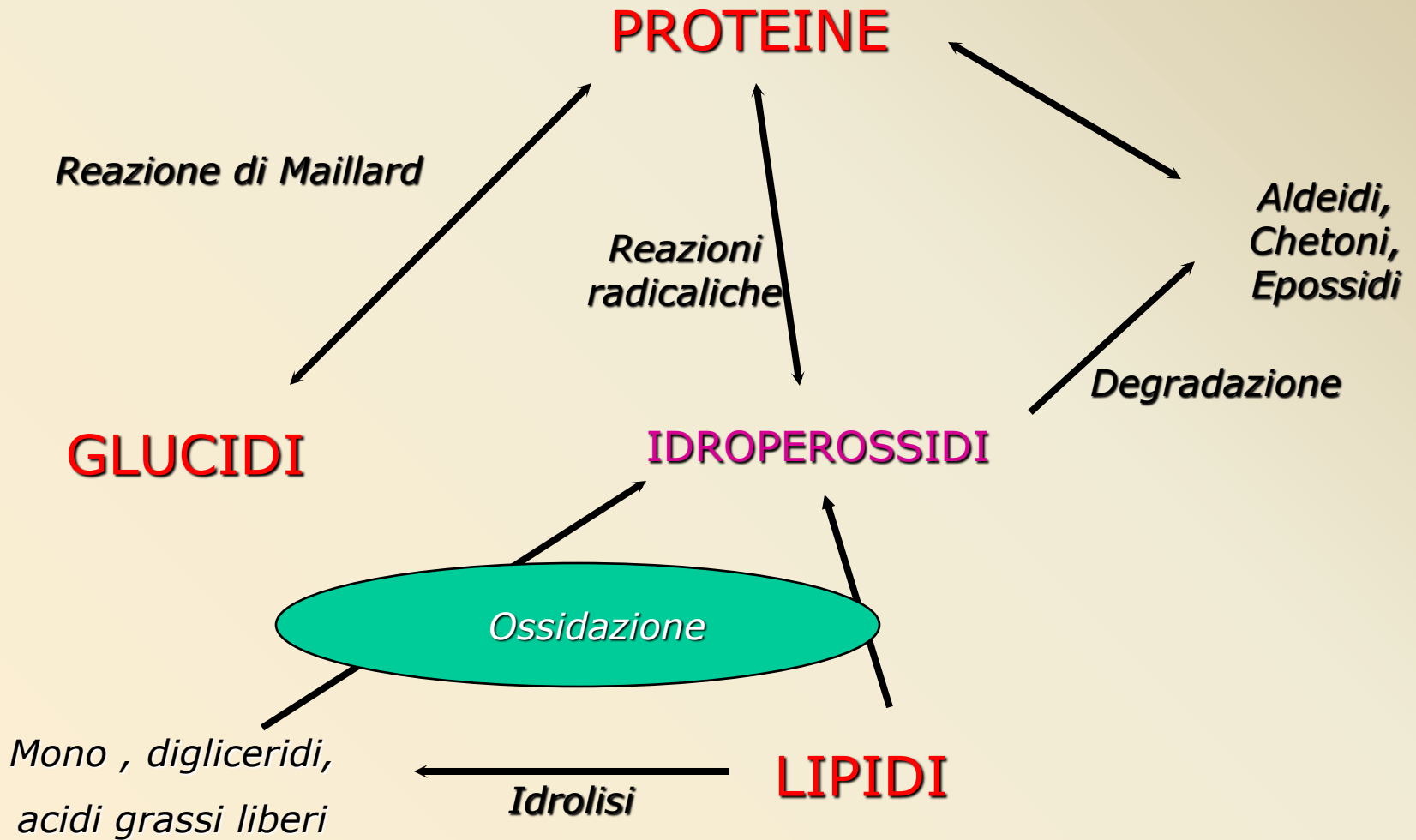
Eurofoglio: certificazione dei prodotti biologici.



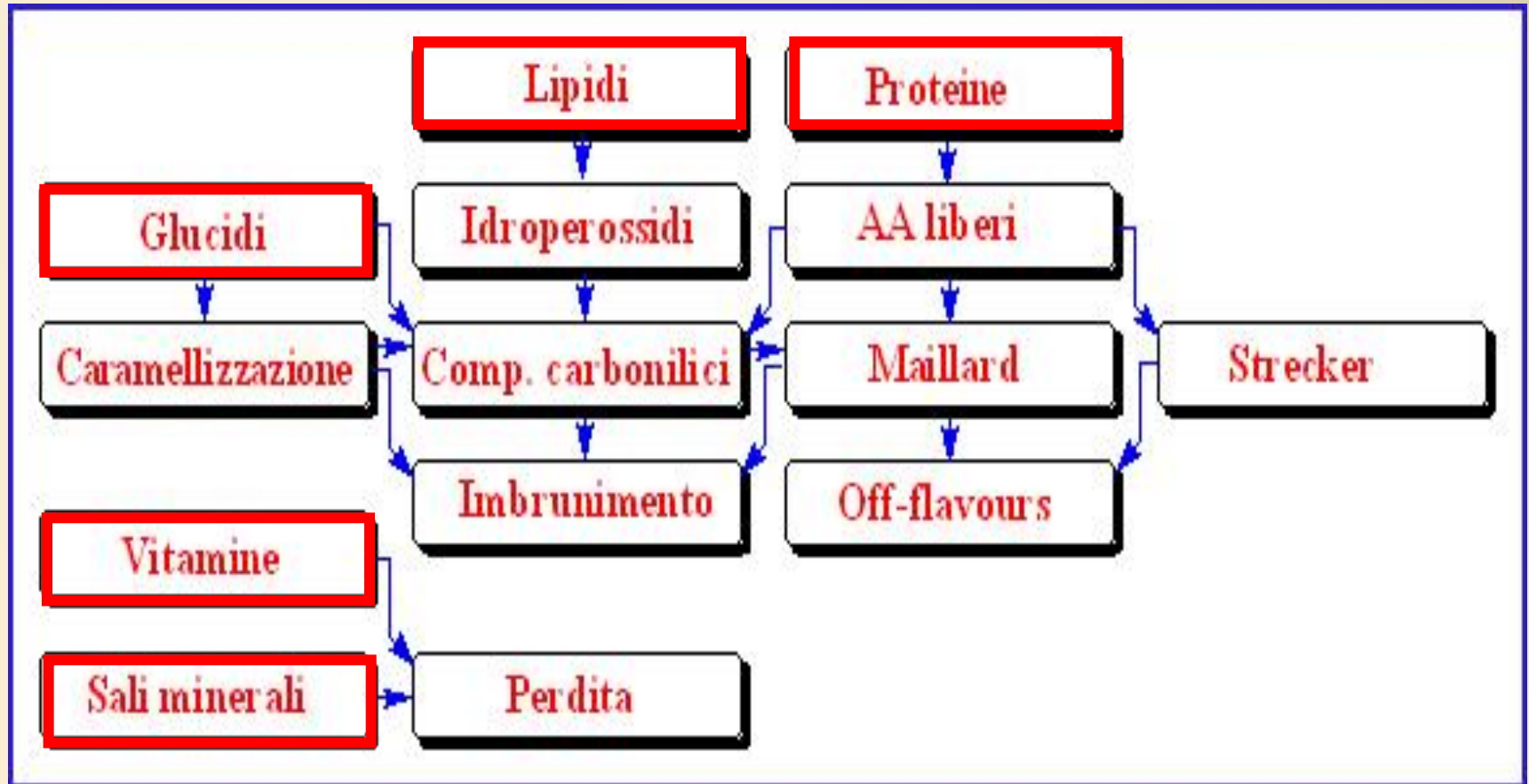
# MODIFICAZIONI INDOTTE DALL'INVECCHIAMENTO O DAI PROCESSI DI LAVORAZIONE

Tutti i prodotti dietetici riportano una data di scadenza in quanto, durante la *shelf-life*, possono verificarsi processi di degradazione con conseguente perdita di principi nutritivi e formazione di composti indesiderati e potenzialmente dannosi per la salute. Tali processi si possono verificare anche durante le fasi del ciclo produttivo delle preparazioni.





# SCHEMA ESEMPLIFICATIVO DELLE MODIFICAZIONI



# PARAMETRI CHE INFLUENZANO IL DETERIORAMENTO DEGLI ALIMENTI

Il tipo di alterazione che può avvenire in un prodotto dietetico dipende da:

**FATTORI INTRINSECI:** qualità dei costituenti, temperatura, pH, coefficiente di attività dell'acqua ( $a_w$ ), potenziale redox, struttura fisica

**FATTORI ESTERNI:** carica batterica iniziale, temperatura ambiente, umidità relativa dell'aria, atmosfera gassosa del luogo di conservazione



# DETERIORAMENTO DEI PROTIDI

proteasi extracellulari

proteine → polipeptidi → oligopeptidi → aminoacidi

Ulteriore degradazione degli AMMINOACIDI così formati che vengono direttamente metabolizzati o demoliti mediante:


Decarbossilazione ( $\text{CO}_2$ , ammine primarie)

Deaminazione ossidativa o riduttiva ( $\text{NH}_3$ , acidi)

Transaminazione

Desolfidrazione ( $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{CH}_3\text{SH}$ )

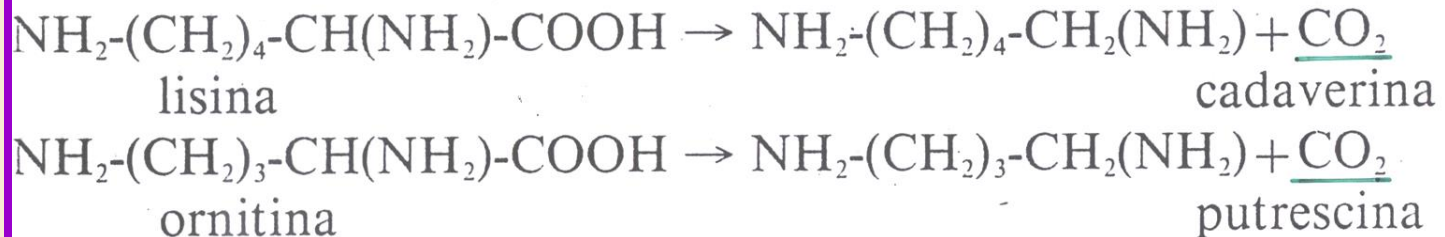
SI FORMANO cataboliti fetidi SOLFORATI e AZOTATI



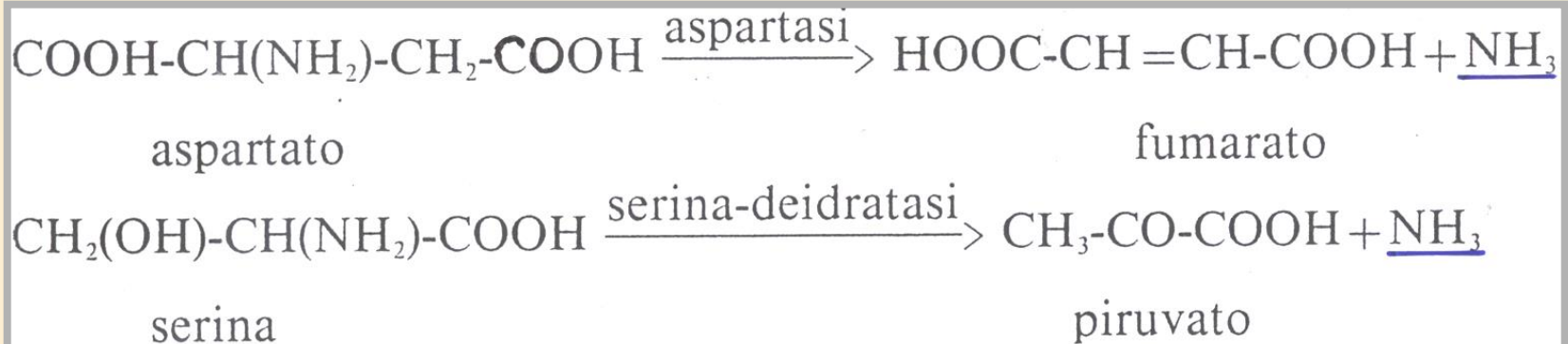
$\text{CO}_2$ ;  $-\text{NH}_2$ ;  
 $\text{NH}_3$ ;  $-\text{COOH}$ ;  
 $\text{H}_2\text{S}$ ;  $\text{CH}_3\text{SH}$



La DECARBOSSILAZIONE ad opera delle relative aminoacido-decarbossilasi porta liberazione di CO<sub>2</sub> e alla formazione di ammine primarie (biogene), alcune delle quali assai tossiche, dall'odore ripugnante e dal sapore disgustoso



La desaminazione forma NH<sub>3</sub> e acidi



# DENATURAZIONI

Si tratta di processi quasi sempre irreversibili senza tuttavia importanti perdite nutrizionali. La perdita della struttura secondaria, terziaria e quaternaria per azione sulle forze di attrazione elettrostatica (van der Waals, ponti S, ponti H, ecc.) provoca una modificazione delle caratteristiche chimiche, fisiche e biologiche (se si tratta di enzimi e vitamine).

PRODOTTE DA:

**Calore** (cottura, pastorizzazione, sterilizzazione)

**Freddo drastico** (congelamento, surgelamento)

**Essiccamento**

**Ultrasuoni**

**Radiazioni**

**Trattamenti meccanici** (sbattimento e stiramento)

**Conservazione troppo prolungata**

**Variazione del pH**

**Enzimi proteolitici** (presenti nei lisosomi delle cellule eucariotiche)



# MODIFICAZIONI A CARICO DELLE PROTEINE HANNO COME CONSEGUENZA:

- Variazione di alcuni caratteri sensoriali (colore, odore, sapore, aspetto, consistenza),
- Modificazione del comportamento degli alimenti durante le trasformazioni tecnologiche: solubilità, idratazione, imbibizione rigonfiamento, viscosità, formazione di gel, schiuma, emulsioni



# DETERIORAMENTO DEI GLUCIDI

Gli alimenti zuccherini vengono deteriorati prevalentemente per via anaerobica

**POLISACCARIDE → OLIGOSACCARIDE → DISACCARIDE  
→ MONOSACCARIDE → ALCOOL, ACIDI + CO<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>**



① Saccarosio	$\xrightarrow[\beta\text{-D-frutto furanidasi}]{\text{invertasi (saccarasi)}}$	glucosio + fruttosio (zucchero invertito)
② Lattosio	$\xrightarrow[\beta\text{-D-galattosidasi}]{\text{lattasi}}$	glucosio + galattosio
③ Maltosio	$\xrightarrow{\text{maltasi}}$	2 glucosio

La successiva demolizione anaerobica dei monomeri può portare all'acidificazione del substrato (ac. acetico o lattico) e/o alla formazione di gas, alcol o acidi grassi dall'odore sgradevole (come l'acido butirrico) o alla perdita di consistenza (degradazione pectine).

I lieviti fermentano gli zuccheri con formazione di CO<sub>2</sub> ed etanolo che può essere ulteriormente ossidato ad acido acetico dai batteri lattici. I batteri omofermentanti trasformano gli zuccheri in acido lattico. I batteri lattici eterofermentanti anche in etanolo (ossidabile ad acido acetico) e CO<sub>2</sub>.



# La reazione di Maillard

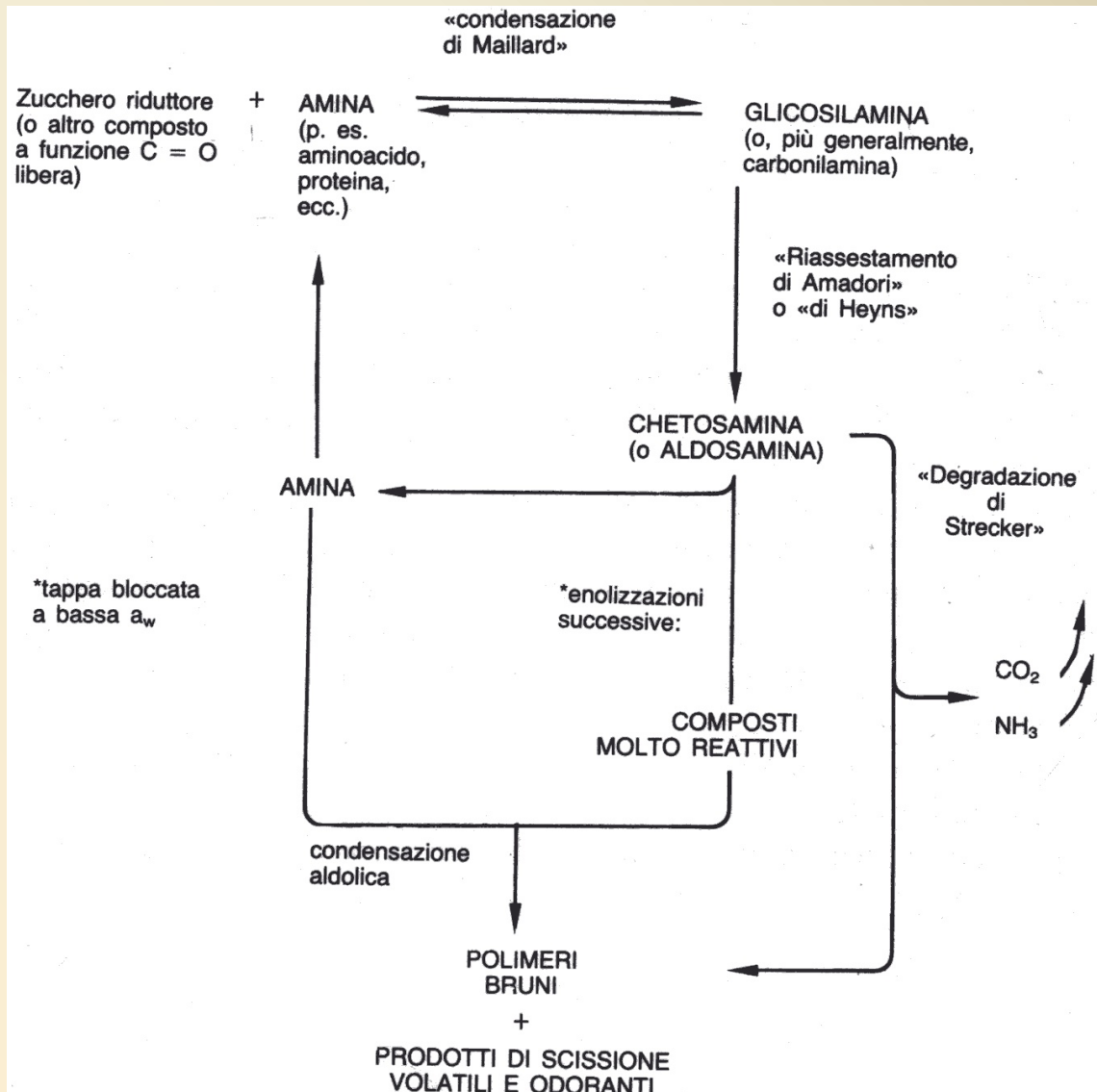


Si tratta di un insieme di reazioni catalizzate da luce, calore, metalli, presenza di acqua (ambienti debolmente alcalini) e che coinvolgono:

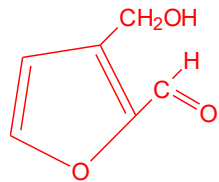
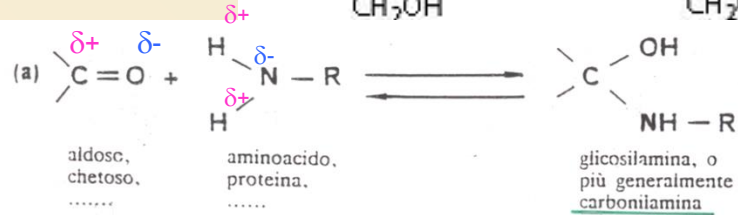
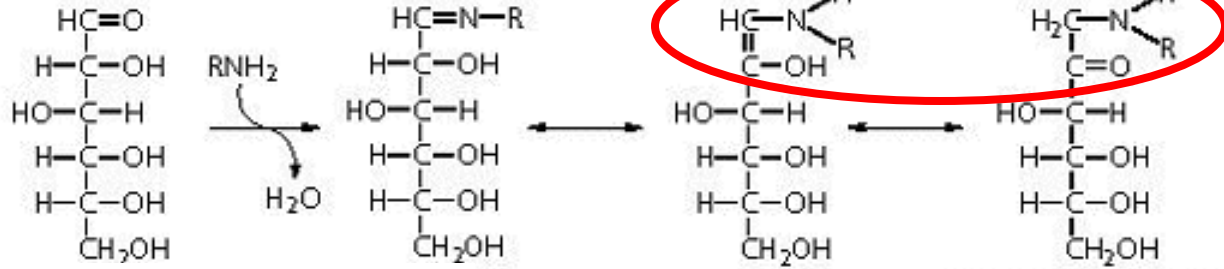
1. I **gruppi carbonilici liberi dei glucidi riducenti** con i **gruppi amminici degli aminoacidi** liberi e/o gli  $\epsilon$ -amino gruppi delle molecole di lisina inserite nelle catene proteiche;
2. Formazione iniziale di una **base di Schiff** che, essendo instabile, subisce un riarrangiamento molecolare che porta al **composto di Amadori** ( 1-amino-1-desossi-2-chetoso).
3. Quest'ultimo evolve ancora a **composto di Heyns** (2-amino-2-desossi-1-aldoso)

QUESTI TRE STADI RAPPRESENTANO LA FASE INIZIALE DELLA REAZIONE DI MAILLARD

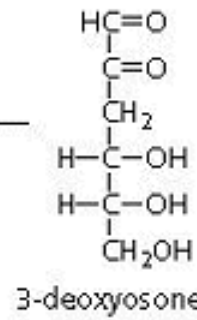
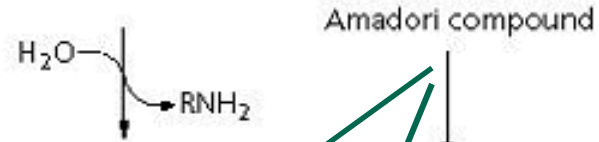




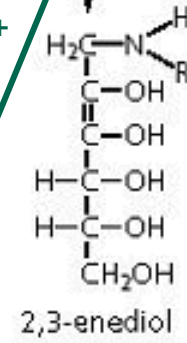
# Base di Schiff



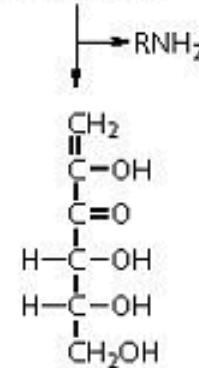
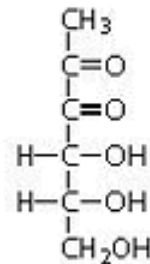
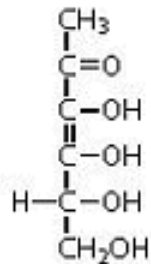
Hydroxy methyl furfural (HMF)



H<sup>+</sup>



pH ≥ 7,0

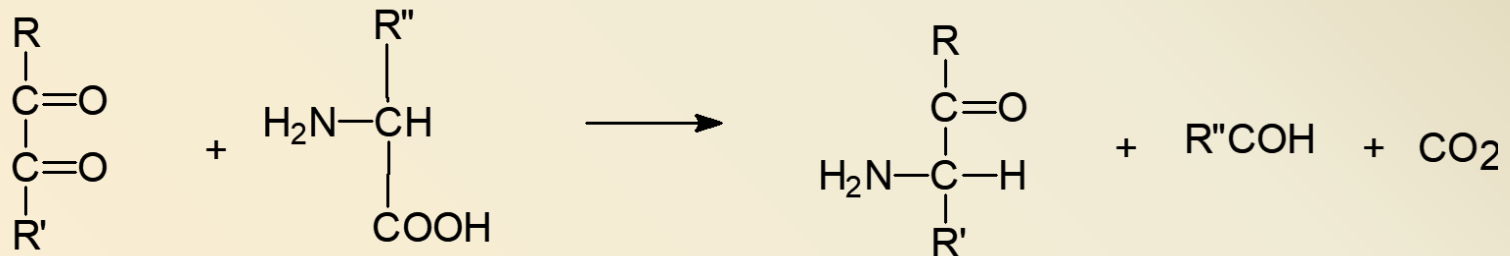


Methyl dicarbonyl



# La fase avanzata e la fase finale della Maillard

I composti dicarbonilici reagiscono con gli aminoacidi per dare composti aminocarbonilici, aldeidi e CO<sub>2</sub>



## ***Degradazione di Strecker***

Nella fase finale si formano le *melanoidine*, composti bruno giallastri a contenuto variabile di N<sub>2</sub>, responsabili della “doratura” dei cibi. Anche il processo di caramellizzazione può essere considerato come una reazione di Maillard.





# Fattori che influenzano la Maillard

1. Temperatura: pur non essendovi correlazione lineare fra aumento della temperatura e entità dell'imbrunimento, le alte temperature sembrano favorire lo svilupparsi della Maillard
2. pH: un aumento del pH favorisce la reazione; tuttavia anche a valori di pH basso si possono avere reazioni tipiche della Maillard
3.  $a_w$ : valori fra 0,4 e 0,7 favoriscono la reazione; valori  $< 0,3$  rallentano la reazione
4. Natura e concentrazione dei reagenti: variabili. Per quanto riguarda gli zuccheri, i pentosi e il ribosio in particolare sono gli zuccheri riduttori più reattivi. Gli esosi (glucosio e fruttosio) sono un po' meno reattivi e i disaccaridi (lattosio e maltosio) lo sono ancora meno. Il saccarosio che non possiede funzioni riducenti libere non partecipa a queste reazioni



# Aspetti nutrizionali della Maillard

1. La componente proteica è interessata fin dal primo stadio della reazione, la lisina è il primo aminoacido coinvolto
2. Solo nella fase avanzata sono coinvolti gli aminoacidi solforati e il triptofano
3. Queste reazioni incidono sulle caratteristiche sensoriali degli alimenti, spesso in maniera positiva
4. Solitamente si producono composti tossici (o potenziali tali) solo nell'ultima fase della reazione (reazione con derivati piridinici e pirazinici), formazione di acrilammide dall'asparagina



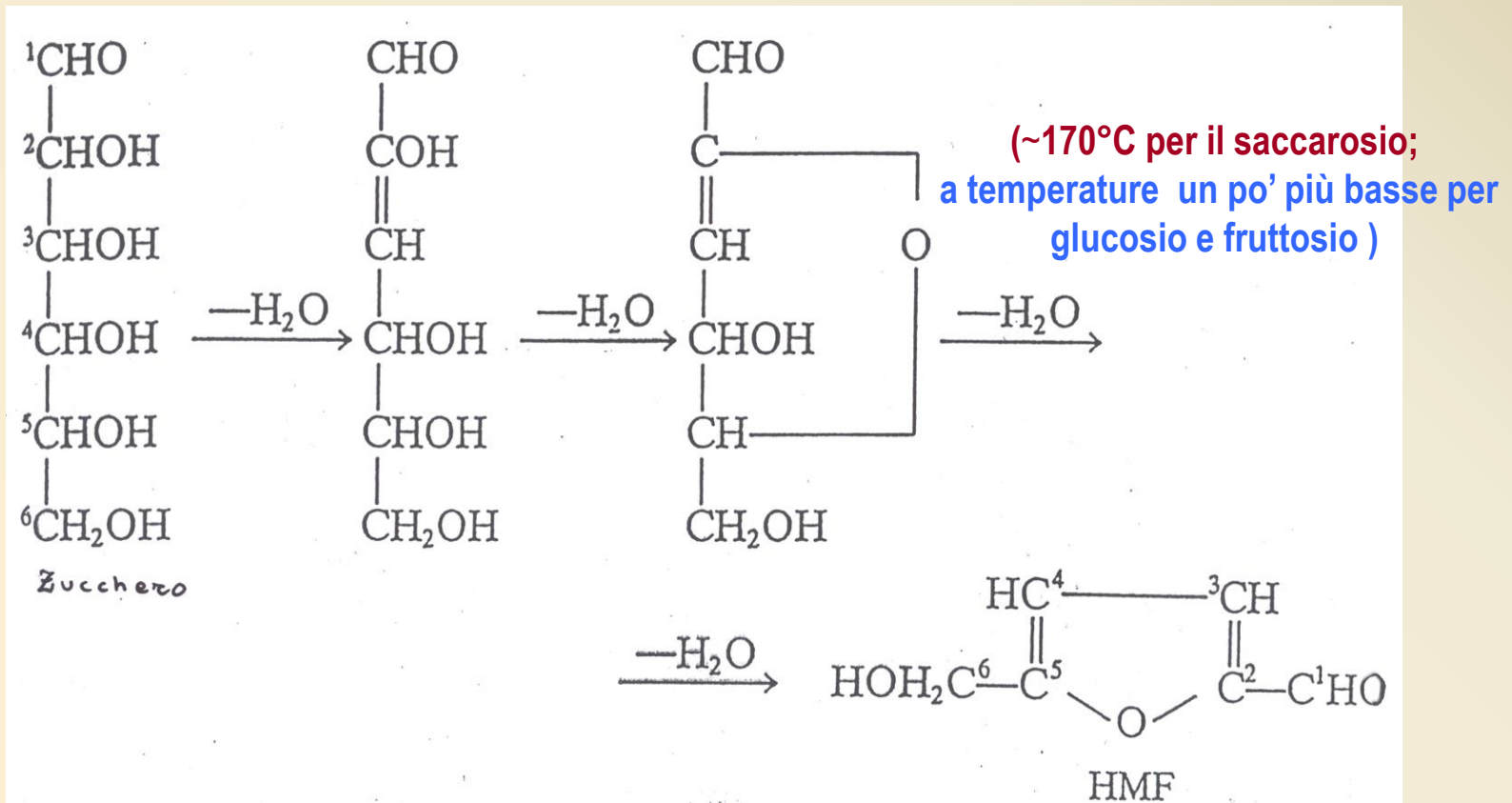
Tra gli aspetti negativi va incluso anche l'indurimento dell'alimento e la diminuzione della digeribilità perché i prodotti melanoidinici formano legami trasversali covalenti con le proteine rendendone ancora più difficile l'assorbimento



# IMBRUNIMENTO CHIMICO

## Caramellizzazione degli zuccheri

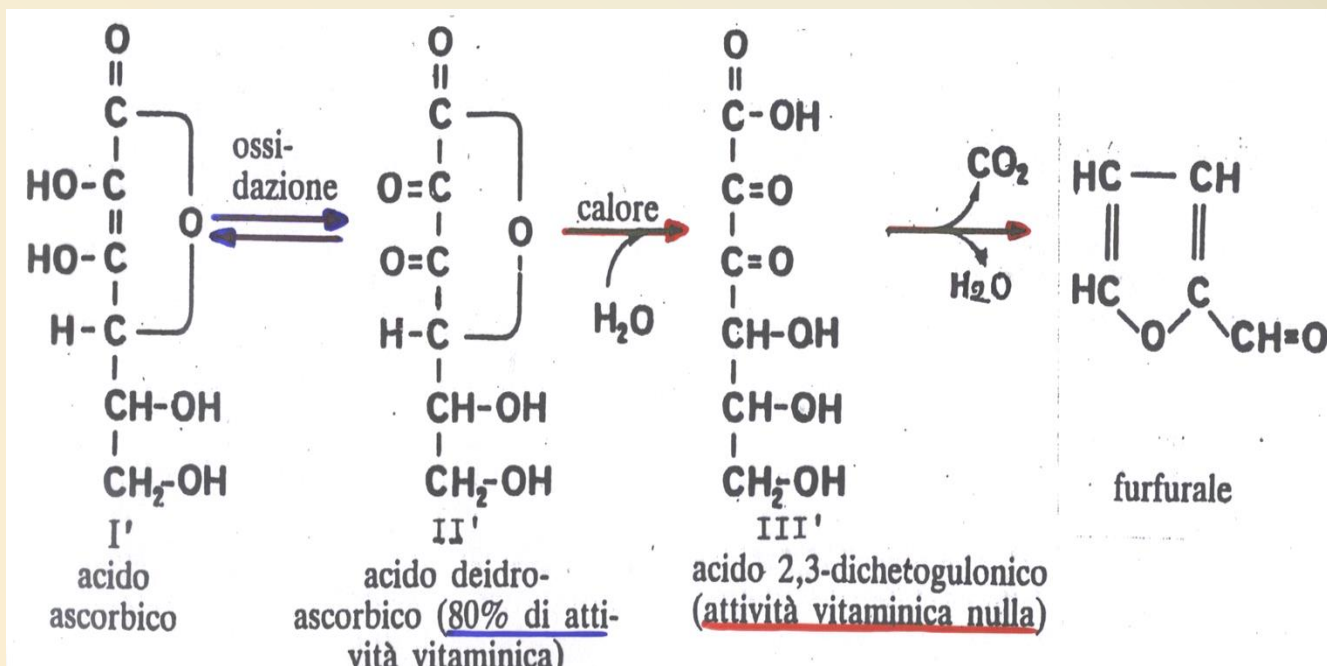
**DOVUTA** alla disidratazione graduale dello zucchero  
a temperature elevate con formazione di H.M.F.



# Imbrunimento da acido ascorbico

COLPITI soprattutto agrumi e concentrati di pomodoro

REAZIONE: acido ascorbico (ascorbinasi) ➔ acido deidroascorbico (calore, H<sub>2</sub>O) ➔ acido 2,3 dichetogulonico (decarbossilazione, disidratazione) ➔ furfurale ➔ polimeri bruni



SI PREVIENE: assenza di luce e acqua, controllo umidità e temperatura, con apparecchiature in acciaio inox





# IMBRUNIMENTO ENZIMATICO O OSSIDAZIONE BIOLOGICA (REVERSIBILE ENTRO CERTI LIMITI)

SI MANIFESTA nei vegetali traumatizzati o lesi

(mele, banane, pere, pesche, patate, funghi, ecc.)

COMPORTA cambiamenti del colore (pigmenti misti rosa, azzurri, rossi, neri, con risultante bruna)

e del sapore fino alla incommestibilità

RESPONSABILI (enzimi) mono- e polifenolossidasi

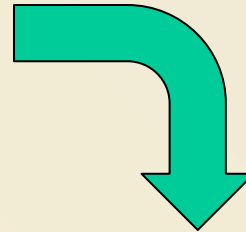
SUBSTRATI antociani, flavonoidi (che hanno colorazione diversa anche a seconda del pH), tannini, ecc.

CONSISTE in reazioni di ossidazione a carico dei composti fenolici incolori che si trasformano in chinoni scuri (benzo-, nafta-, antrachinoni orto e para)



# DETERIORAMENTO DEI LIPIDI









Idrolisi degli acidi grassi  
Irrancidimento chetonico  
Irrancidimento ossidativo



**Vedi slide 0.6 lipidi**



## PERICOLI CHIMICI DA TECNOLOGIE DI PRODUZIONE SECONDARIA

-  *Residui da solventi*
-  *Ammine biogene (cattivo stato di conservazione)*
-  *Nitriti, ammine eterocicliche e nitrosammine*
-  *Idrocarburi policiclici aromatici*
-  *Metalli pesanti*
-  *Acrilammide, furani, HMF*
-  *Cessioni da materiali ed oggetti destinati a venire a contatto con gli alimenti*
-  *Uso improprio di additivi, aromatizzanti, coloranti*

la preparazione, la trasformazione, la fabbricazione, il confezionamento, il deposito, il trasporto, la distribuzione, la manipolazione, la vendita o fornitura o somministrazione al consumatore.



# ACRILAMIDE

molecola classificata come probabile cancerogeno umano

## FORMAZIONE DELL'ACRILAMMIDE NEGLI ALIMENTI

- A. Degradazione di Strecker:  $\alpha$ -dicarbonili provenienti dalla reazione di Maillard reagiscono con gli amminoacidi;
- B. Glicosammine come diretti precursori:
- 1) eliminazione di  $\text{CO}_2$  e rottura del C-N eterociclico;
  - 2) rilascio dell'aldeide di Strecker;
  - 3) riduzione;
  - 4) disidratazione;
  - 5) formazione di acrilammide;
- C. Via radicali liberi


Meccanismi ipotizzati e supportati da eleganti studi con  $^{15}\text{N}$



# Degradazione di Strecker

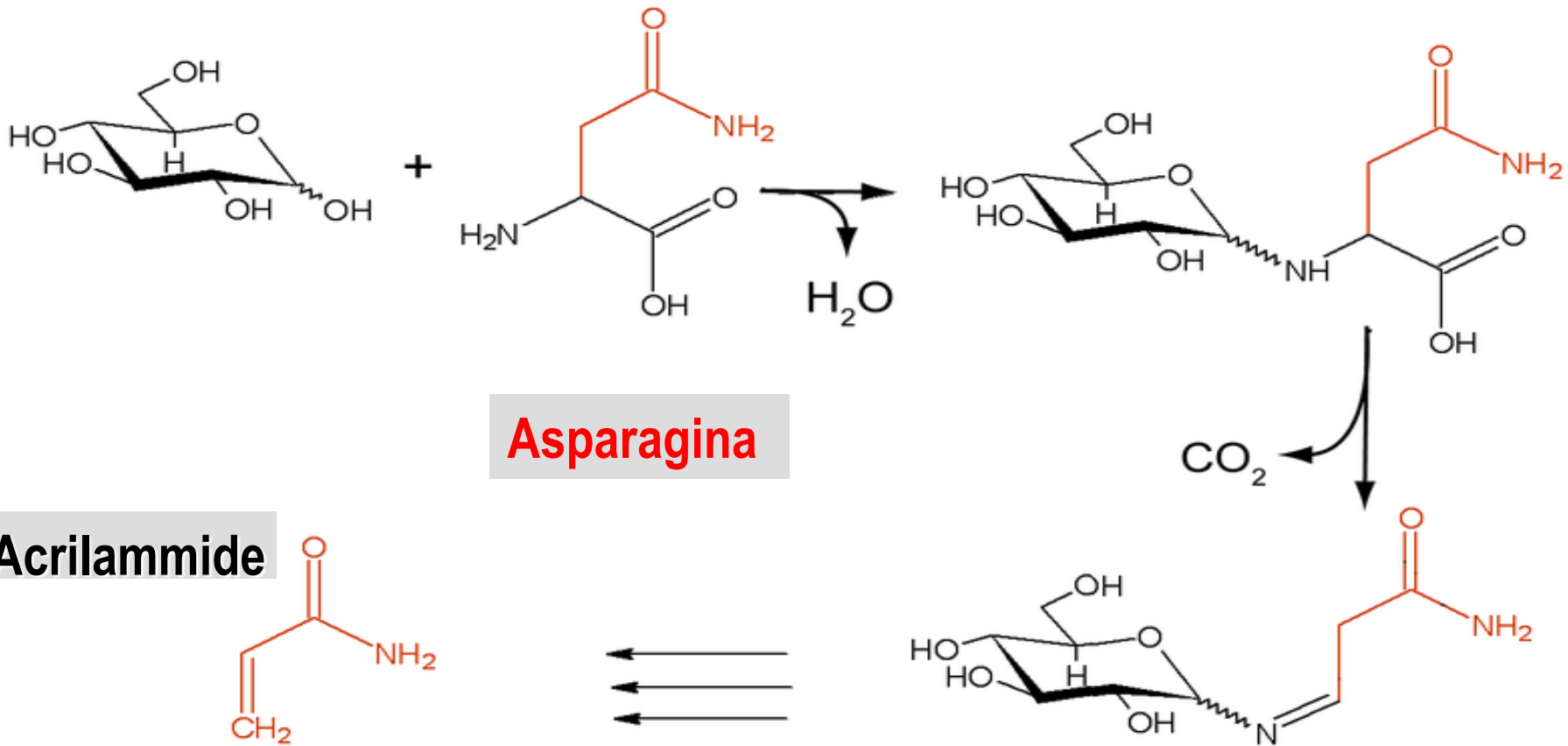
Amminoacidi  Aldeidi

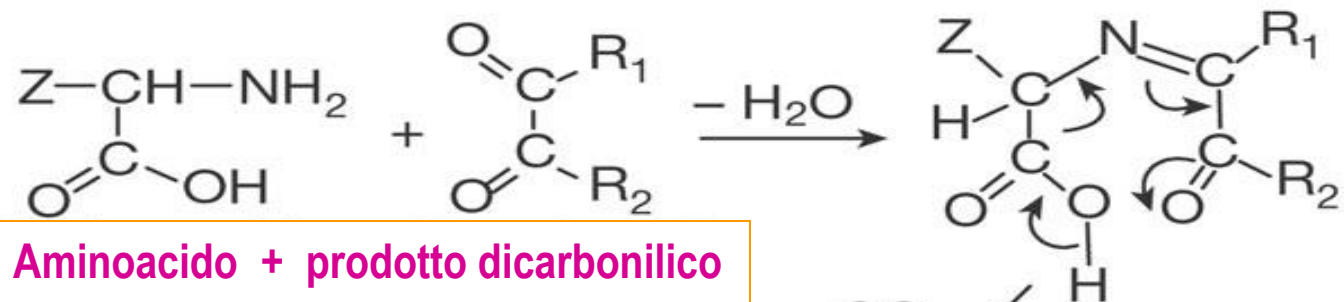
Composti dicarbonilici + Amminoacidi

  
Composti N-eterociclici

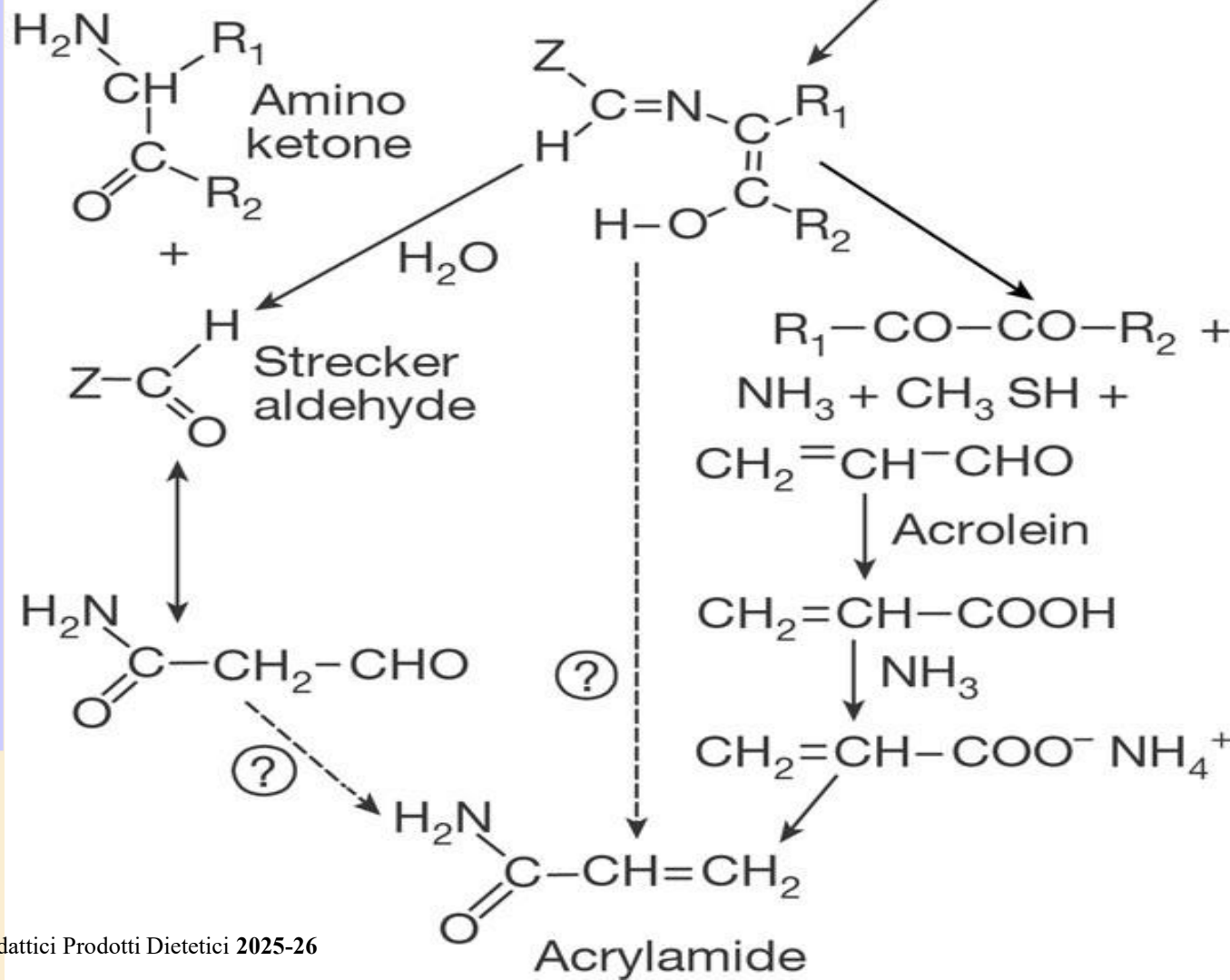


# La reazione di Maillard: conversione dell'asparagina in acrilammide:





Aminoacido + prodotto dicarbonilico



Percorsi proposti per la formazione di acrilamide dopo la degradazione di Strecker degli aminoacidi asparagina e metionina in presenza di prodotti dicarbonilici provenienti dalla reazione di Maillard



# PARAMETRI CRITICI CHE DETERMINANO E MODULANO LA FORMAZIONE DI ACRILAMMIDE

➤ Materie prime



- Varietà
- Cultivar
- Conservazione

➤ Precursori



- Zuccheri riducenti
- Aminoacidi liberi
- Composti dicarbonilici

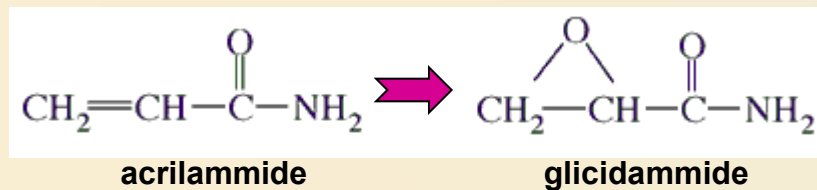
➤ Condizioni e tecnologia di produzione



- Tempo/ temperatura
- Umidità
- Pressione
- pH



In base a studi sugli animali, l'acrilammide negli alimenti aumenta potenzialmente il rischio di cancro per i consumatori di tutte le fasce d'età (EFSA, Autorità Europea per la Sicurezza Alimentare, <http://www.efsa.europa.eu/it/press/news/140701.htm>). La presenza di acrilammide negli alimenti è motivo di preoccupazione per la salute pubblica in quanto l'acrilammide consumata per via orale viene assorbita dal tratto gastrointestinale, si distribuisce a tutti gli organi e viene ampiamente metabolizzata. La glicidammide, uno dei principali metaboliti derivati da questo processo, è la causa più probabile delle mutazioni geniche e dei tumori osservati negli studi sugli animali.



## L'ACRILAMMIDE NEGLI ALIMENTI

### Cos'è? Come lo si può ridurre?

#### COME SI FORMA L'ACRILAMMIDE NEGLI ALIMENTI

L'acrilammide è un composto chimico che si forma solitamente nei **cibi amidacei** quando vengono cotti al forno, fritti o arrostiti ad alte temperature (120-150°C).

La principale reazione chimica che si verifica è nota come la **reazione di Maillard**

Quando zuccheri e aminoacidi naturalmente presenti nei cibi amidacei vengono scaldati, si combinano dando luogo a sostanze che conferiscono nuovi sapori e aromi. Ciò provoca anche l'imbrunimento del cibo e produce **acrilammide**.

#### Reazione di Maillard (o imbrunimento)



#### L'ACRILAMMIDE NEGLI ALIMENTI SI TROVA PRINCIPALMENTE IN:



#### POTENZIALI EFFETTI SULLA SALUTE

Test di laboratorio evidenziano che l'acrilammide presente nella dieta provoca il **cancro** negli animali. Gli scienziati sono giunti alla conclusione che l'acrilammide negli alimenti può accrescere il rischio di cancro nei consumatori di ogni età.

Tuttavia è praticamente impossibile da eliminare negli alimenti amidacei cotti. Unica opzione: tentare di **ridurre** i quantitativi grazie a una cottura più attenta e variata.

#### COME RIDURRE L'ACRILAMMIDE (SUGGERIMENTI)

Le autorità nazionali dell'UE offrono ai consumatori suggerimenti mirati alle loro specifiche abitudini alimentari e tradizioni gastronomiche. Anche un'attenta selezione delle materie prime e delle modalità di cottura può contribuire a limitare la formazione di acrilammide. Una regola pratica è "**Leggera doratura, non bruciatura**".

Ecco altri esempi di suggerimenti emanati dalle autorità dei vari Paesi:

- fritti:** attenersi a temperature e tempi consigliati per evitare eccessiva cottura, formazione di crosticine e bruciature.
- pane:** **tostare** fino a ottenere un giallo dorato invece che bruno.
- prodotti a base di patate:** cuocere patatine e crocchette fino a ottenere un giallo dorato invece che bruno.
- conservazione:** tenere le patate in frigo aumenta i livelli di zuccheri (e potenzialmente la formazione di acrilammide in fase di cottura); conservarle quindi al riparo da luce e calore.

Ruolo del consumatore: tutelarsi seguendo una **dieta bilanciata** e variando la modalità di cottura.

Per informazioni più dettagliate rivolgersi alla propria agenzia nazionale per la sicurezza alimentare.



L'EFSA fornisce ai gestori del rischio consulenza scientifica indipendente sull'acrilammide. Inoltre collaziona i dati - raccolti dagli Stati membri - sui livelli di acrilammide in vari prodotti alimentari consumati in tutta Europa, contribuendo a individuare le tendenze in atto.

[www.efsa.europa.eu/it](http://www.efsa.europa.eu/it)



La descrizione dei processi di degradazione dei principi attivi e le strategie di conservazione dei medesimi mediante trattamenti chimico-fisici e innovazione di packaging, ha mostrato come il mantenimento della qualità dei prodotti dietetici sia un processo molto complesso che richiede competenze in diversi campi e continua innovazione di cicli e prodotti.

Inoltre, va ribadita l'importanza del packaging nel veicolare le informazioni obbligatorie per legge, quelle informative sull'uso del prodotto e le eventuali accessorie per rispettare particolari criteri di sostenibilità ambientale, inclusa quella energetica.

