

Chimica degli Alimenti

ADDITIVI E TOSSICI



CONFRONTO RISCHI

(ordine decrescente)

Percepiti

Reali

Agrofarmaci

Errori di alimentazione

OGM

Tossine di origine batterica

Additivi

Micotossine

Errori di alimentazione

Agrofarmaci

Tossine di origine batterica

Additivi

Micotossine

OGM



Principali contaminanti biologici e chimici riscontrati e loro frequenza

CONTAMINANTE	PRESENZE RISCOSTRATE	FREQUENZA %
Metalli pesanti	52	8,4
Micotossine	294	47,3
Diossine e IPA	10	1,6
Presenza di inibitori batterici e antibiotici	30	4,8
3-MPCD (3-monocloropropano-1,2-diolo)	2	0,3
Residui di fitofarmaci	20	3,2
Coloranti e Sudan	55	8,9
Additivi ed altri contaminanti chimici	158	25,5

(Dipartimento per la Sanità pubblica veterinaria, la Nutrizione e la Sicurezza degli alimenti del Ministero della Salute)



RATING DEI RISCHI SANITARI DERIVANTI DAGLI ALIMENTI

ACUTI

Microbiologici

Ficotossine

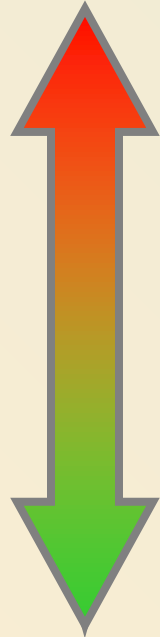
Fitotossine

Micotossine

Additivi

Agrofarmaci

ALTO



BASSO

CRONICI

Micotossine

Errori di alimentazione

Ficotossine

Microbiologici

Additivi

Agrofarmaci

AVVENIMENTI DISASTROSI

Diossina dall'ICMESA di Seveso (1976)

Incidente nucleare di Cernobyl (1986)

FRODI: Vino al metanolo in Italia (1986)

- Presidi agrari e veterinari
- Concimazione eccessiva
- Coadiuvanti tecnologici
 - Detergenti
- Pratiche errate di cottura
 - **Pb, Hg, Cd**, As, Sn
- Diossine, IPA, PCB e PBB
- Tossici naturali intrinseci
- Tossici naturali involontari
- Cessioni tra contenitore e contenuto



Sul web sono presenti numerose fonti di informazione, sia divulgative che tecniche.



RISCHI ALIMENTARI
E BUONE PRATICHE PER EVITARLI

HOME **RISCHI** BUONE PRATICHE CONTROLLI VIDEO CHI SIAMO



biologici

chimici

fisici

intolleranze e allergie

Rischi chimici



I rischi chimici dell'alimentazione derivano dalla possibile presenza accidentale nel cibo di sostanze potenzialmente dannose per la salute come **tossine di origine naturale**, **contaminanti ambientali** e **residui di farmaci veterinari** usati negli allevamenti.

Alcuni composti chimici potenzialmente nocivi possono inoltre essere generati da processi scorretti di **cottura degli alimenti** sia a livello industriale che domestico, oppure da effetti indesiderati di **sostanze utilizzate nell'industria alimentare**.

Tutte queste sostanze possono accumularsi negli alimenti e in seguito nel corpo umano, con **effetti tossici** che possono colpire vari organi. In base alla quantità, alla frequenza e al periodo di assunzione di queste sostanze gli effetti nocivi si possono manifestare in un arco di tempo ridotto (*tossicità acuta*) oppure nel medio-lungo periodo (*tossicità cronica*).

Per questo la legge stabilisce dei **limiti** entro cui le diverse sostanze potenzialmente dannose possono essere presenti negli alimenti senza comportare rischi per i consumatori. Questi limiti sono utilizzati nei **controlli ufficiali** svolti regolarmente dalle autorità sanitarie (ASL, NAS) per garantire la salubrità dei prodotti.

La maggior parte delle sostanze chimiche nocive che possono essere presenti negli alimenti **non vengono rimosse dal lavaggio o dalla cottura** degli stessi. Per ridurre i rischi chimici quindi è importante soprattutto acquistare gli alimenti da **canali di vendita convenzionali**, che per legge devono effettuare attività di **autocontrollo** e che sono inoltre sottoposti ai controlli ufficiali. È importante inoltre **variare la propria dieta**, evitando di consumare sempre gli stessi alimenti.

Alcune delle principali sostanze chimiche che possono trovarsi negli alimenti e avere effetti nocivi per la salute sono:

- Acrilammide
- Additivi
- Ammine eterocicliche
- Biotossine algali
- Diossine e PCB
- IPA
- Istamina
- Materiali da contatto
- Metalli pesanti
- Micotossine
- Nitrosammine
- Pesticidi
- PFAS

<https://www.rischialimentari.it/>

COME DIFENDERSI DAI RISCHI ALIMENTARI?

Scopri le buone pratiche da adottare per ridurre i rischi, dal momento dell'acquisto fino al consumo degli alimenti.

- + acquisto
- + trasporto
- + conservazione
- + manipolazione e preparazione
- + cottura
- + consumo
- + gestione degli avanzi

autocontrollo

controlli ufficiali

ritiri, richiami e allerte

Ritiri, richiami e allerte



Le **allerte alimentari** possono partire da controlli ufficiali, da attività di autocontrollo, da segnalazioni dei consumatori o da casi clinici, ovvero in seguito a episodi di infezioni o intossicazione ricondotti a origine alimentare. In tutti questi casi vengono effettuate delle analisi di laboratorio sugli alimenti per verificare la presenza e la quantità di sostanze e microrganismi che sono nocivi per la salute.

In Italia, quando una **positività** viene accertata dalle analisi di laboratorio, le aziende produttrici possono intervenire in due modi:

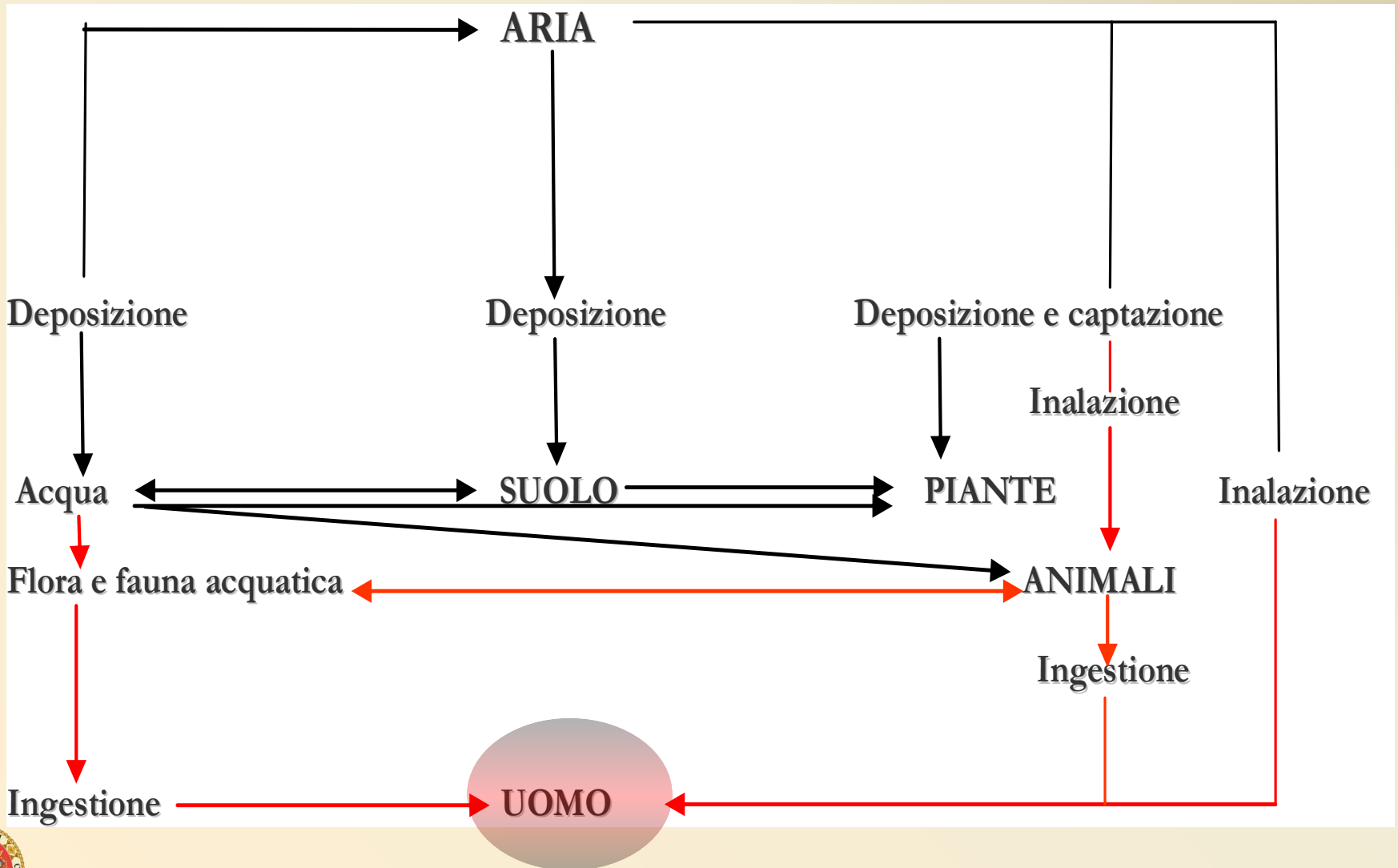
- con un **ritiro**, ovvero interrompendo la commercializzazione dei lotti che contengono i prodotti pericolosi lungo la filiera distributiva, se questi ultimi non sono ancora stati posti sugli scaffali e venduti al consumatore;
- con un **richiamo**, se i prodotti pericolosi hanno già raggiunto gli scaffali dei punti vendita e sono stati venduti; in questo caso si comunicano le informazioni per identificare eventuali prodotti già acquistati da non consumare con cartelli esposti nei punti vendita e avvisi pubblicati sui siti web delle aziende produttrici e della grande distribuzione.

L'intervento viene disposto dalle **Aziende sanitarie locali (ASL)**, alle quali – in caso di richiamo – i produttori forniscono anche l'elenco dei punti vendita in cui il lotto contenente prodotti pericolosi è stato distribuito. Le ASL trasmettono tutte le informazioni sull'allerta e gli interventi disposti al **Ministero della Salute**, che **pubblica i richiami sul suo sito web**, e a sua volta informa tutte le ASL regionali in cui il lotto è stato distribuito: in questo modo le autorità locali possono effettuare dei controlli per accertare che i richiami siano stati effettuati.



Destino di uno xenobiotico

Ciclo dinamico (geologico e biologico)



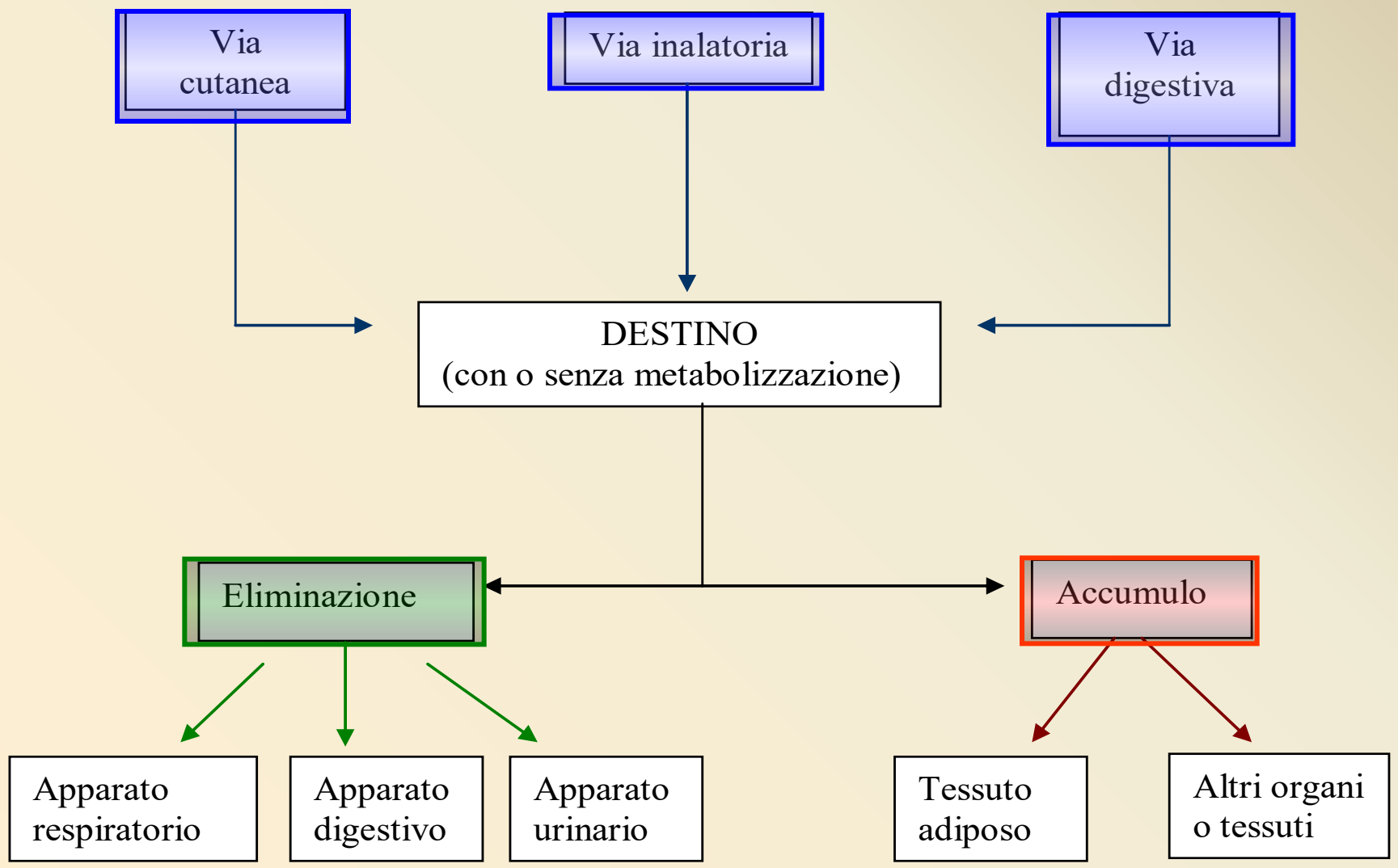
La valutazione dell'esposizione risponde alla semplice equazione:

Assunzione = **Concentrazione ($\mu\text{g}/\text{kg}$)** • **Consumo (kg)/peso corporeo (kg)**

- ★ **Entità della contaminazione NEGLI ALIMENTI**
- ★ **Durata dell'esposizione**
- ★ **Frequenza dell'esposizione**



LA TOSSICITA' DEI XENOBIOTICI DIPENDE DA ALCUNI FATTORI, TRA I QUALI SI POSSONO CITARE LA FORMA FISICA (gas, liquido, solido) e LA FORMA CHIMICA (inorganica, organica), MA SOPRATTUTTO DALLA VIA DI PENETRAZIONE NELL'ORGANISMO E DALLA BIOTRASFORMAZIONE, PIU' O MENO RAPIDA



Fattori che possono influenzare la tossicità di uno xenobiotico

FATTORI ESTRINSECI

Sesso

Età

Fattori genetici

Gestazione

Ritmi mestruali

Stati patologici

FATTORI INTRINSECI

Legati allo xenobiotico

Via di somministrazione

Tempo di somministrazione

Caratteristiche chimico-fisiche

Interazioni con altri esogeni

Indipendenti dallo xenobiotico

Alimenti

Fumo

Bevande

Inquinanti ambientali

Inibizione o induzione enzimatica



REAZIONI DI FASE I (Funzionalizzazione)	REAZIONI DI FASE II (Coniugazione)
<p style="text-align: center;">OSSIDAZIONI</p> <ul style="list-style-type: none"> • C-ossidazioni • N-ossidazioni • S-ossidazioni • Dealchilazione • Deaminazione • Ossidazione di aldeidi • Ossidazione di alcoli 	<ul style="list-style-type: none"> • Coniugazione con acido glucuronico • Coniugazione con glutatione • Solfonazione • Acilazione • Metilazione con a.a. come glicina taurina, ac. glutammico • Metilazioni • Formazione di acido mercapturico
<p style="text-align: center;">RIDUZIONI</p> <ul style="list-style-type: none"> • Nitroriduzioni • Azo riduzioni • Aldeidi 	<p>Fase I e Fase II delle reazioni di detossificazione</p>
<p style="text-align: center;">IDROLISI</p> <ul style="list-style-type: none"> • Esterea • Ammidica 	



L'attivazione metabolica è un processo mediante il quale una sostanza chimica, **poco tossica o inerte biologicamente**, viene trasformata in derivati più tossici dal metabolismo cellulare

Schema di biotrasformazione degli xenobiotici



ESCREZIONE



BIOACCUMULO (*body burden*):

BIOCONCENTRAZIONE

dal mezzo
circostante



BIOMAGNIFICAZIONE

e/o attraverso
la catena trofica



L'assorbimento di X sarà proporzionale alla sua concentrazione nell'ambiente

Gli organismi sono anche in grado di **eliminare** una parte del tossico presente nei loro tessuti attraverso le diverse vie di escrezione ed è presumibile che il suo **rilascio**, nell'unità di tempo, sia **proporzionale alla concentrazione nei tessuti**



BIOCONCENTRAZIONE

Se assumiamo che la concentrazione di tossico nell'**ambiente** sia **costante**, la concentrazione di tossico nell'**organismo** tende, nel tempo, verso la concentrazione di equilibrio

Se definiamo il fattore di bioconcentrazione (*BioConcentration Factor* - **BCF**) come **rapporto tra la concentrazione del tossico nell'organismo** (mg/kg) e quella **nel mezzo circostante** (mg/L) possiamo dire che **a regime** si avrà:

$$BCF = \frac{k_1}{k_2}$$

dove k_1 e k_2 sono rispettivamente la costante di assorbimento e di rilascio



Quindi, il **BCF** è tanto più alto quanto maggiore è la costante di ASSORBIMENTO K_1 e quanto minore è la costante di RILASCIO K_2 e, in tal caso, nei tessuti degli organismi la concentrazione del tossico può ritrovarsi aumentata durante l'esposizione, anche di **diversi ordini di grandezza** rispetto a quella ambientale.

Naturalmente per ogni xenobiotico il **BCF** di un organismo adulto varia da specie a specie, mentre all'interno di ogni specie varia al variare delle caratteristiche chimico-fisiche della sostanza assorbita. I tossici, essendo spesso lipofili, si accumulano preferenzialmente nei tessuti grassi di un organismo

il **BCF** del DDT è di ~24.000, perciò, se è presente nell'acqua al livello di **1 ng/L**, per effetto della bioconcentrazione, viene ritrovato nei pesci con un tenore di **24 µg/kg** di peso fresco



<https://espasar.wixsite.com/sardegna/degna/links/ddt-in-sardegna>

<https://www.youtube.com/watch?v=MDrYDnYxA4I>



BIOMAGNIFICAZIONE

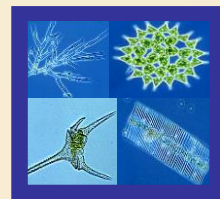
È la capacità di alcune **sostanze chimiche** a diventare sempre più concentrate, man mano che si sale di livello nella catena alimentare.

Ad ogni livello trofico i consumatori ingeriscono **un certo tenore di BIOMASSA dall'anello inferiore** e, se questo contiene un tossico, necessariamente essi ingeriranno una certa quantità del contaminante.

Salendo nella catena alimentare, ad ogni passaggio trofico l'entità della concentrazione si **amplificherà** via via, fino a raggiungere un massimo nell'organismo che sta in cima, come i predatori di grossa taglia.



UOMO



fitoplancton



zooplancton



invertebrati carnivori



grossi predatori



grandi vertebrati carnivori



piccoli vertebrati carnivori



LA VALUTAZIONE DELLA TOSSICITA'

DL₅₀ (Dose Letale almeno nel 50% dei casi, o LD = *Letal Dose*)
o la **CL₅₀** (Concentrazione Letale nel 50% dei casi)

ED₅₀ ed **EC₅₀** che indicano rispettivamente
Dose e Concentrazione Efficace,
cioè la dose che produce un determinato effetto tossico
(**non necessariamente la morte**)
almeno sul 50% della popolazione in esame

TD = *Tumoral Dose* (Dose Tumorale almeno nel 50% dei casi)

Studi tossicologici sono condotti negli animali da esperimento

seguendo metodologie rigorose e
constano di diverse fasi che comprendono:

- a) Tossicità acuta,**
- b) Tossicità cronica a breve termine (almeno 90 giorni),**
- c) Tossicità cronica a lungo termine (almeno 2 anni)**



EFSA, *European Food Safety Authority* con sede a Parma

IARC, *International Agency for Research on Cancer*

WHO, World Health Organization

LOAEL

“Lowest Observed Adverse Effect Level”

NOAEL

“No Observed Adverse Effect Level”

NOEL

«No Observed Effect Level»



$$\text{ADI (Accetable Daily Intake)} \quad \text{ADI} = \frac{\text{NOEL}}{\text{SF}}$$

10: specie;
100: categoria;
500-1000
(tossicità intrinseca)



$$\text{Tolerance Level (TL)} \quad \text{TL} = \frac{\text{ADI}}{\text{FDI}} \quad \text{FDI (Food daily intake)}$$

MRL

0,01 mg/kg, rappresenta lo zero legale (> baby food)

PTWI (Provisional Tolerance Week Intake)

PMTDI (Provisional Maximum Tolerable Daily Intake); PTMI (Provisional Tolerable Monthly Intake)

ALARA (As Low As Reasonably Achievable),
con l'obiettivo di fissare tenori massimi al livello più basso
RAGIONEVOLMENTE OTTENIBILE



Categorie di CANCEROGENICITÀ secondo diversi ORGANISMI

CEE	DESCRIZIONE
1	Sostanze note per effetti cancerogeni sull'uomo (prove sufficienti per nesso causale tra esposizione e lo sviluppo di tumori)
2	Sostanze che dovrebbero considerarsi cancerogene per l'uomo (elementi sufficienti per ritenere verosimile che l'esposizione dell'uomo possa provocare lo sviluppo di tumori)
3	Sostanze con sospetto per i possibili effetti cancerogeni per l'uomo (informazioni disponibili non sufficienti per procedere ad una valutazione soddisfacente)





(Environmental Protection Agency)

- Gruppo A** cancerogeno per l'uomo, vi è **sufficiente evidenza** di cancerogenicità negli studi epidemiologici
- Gruppo B** il gruppo B si divide in due parti:
- B1** probabile cancerogeno per l'uomo con evidenza limitata di cancerogenicità in **studi epidemiologici** ed **evidenza sufficiente** in studi su animali
 - B2** probabile cancerogeno per l'uomo con evidenza sufficiente di cancerogenicità in studi su animali ed **evidenza inadeguata o assenza di dati in studi sull'uomo**
- Gruppo C** sospetto cancerogeno per l'uomo con evidenza limitata di cancerogenicità in studi su animali in **assenza di dati sull'uomo**
- Gruppo D** non classificabile come cancerogeno, **per evidenza inadeguata sia nell'uomo che negli animali** da esperimento o sostanza per cui non sono disponibili dati
- Gruppo E** **nessuna evidenza di cancerogenicità** nell'uomo, in assenza di evidenza di cancerogenicità sia negli animali da esperimento che in studi sull'uomo



Probabilità di cancerogenicità delle classi dello IARC

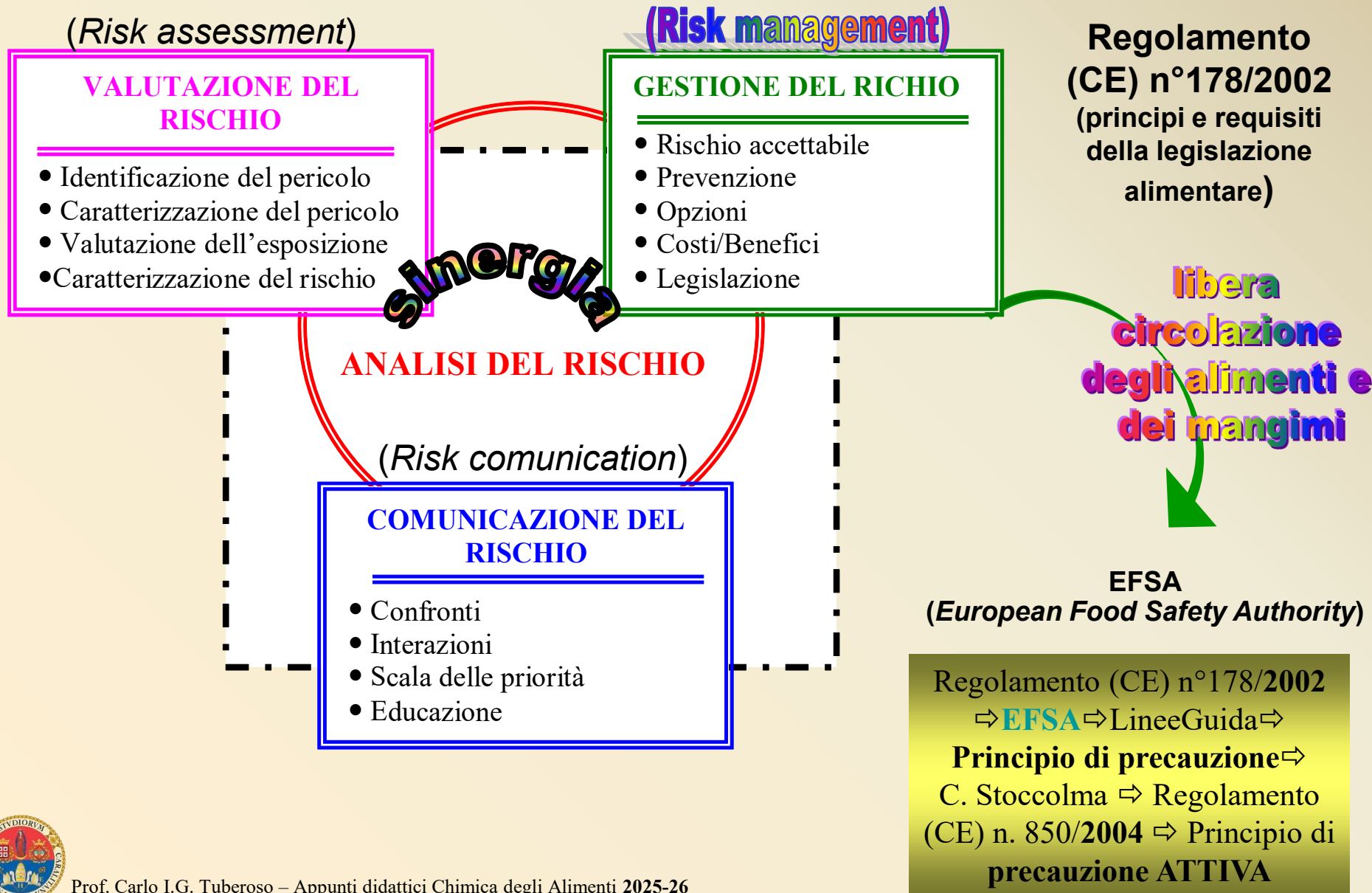
Gruppo	Probabilità di cancerogenicità	IARC	DESCRIZIONE
1	P = 100%	G1	Cancerogeno per l'uomo
2A	P = 75%	G2A	Cancerogeno probabile
2B	P = 50%	G2B	Cancerogeno possibile evidenza inadeguata
3	P = 25%	G3	Non classificabile per la cancerogenicità per l'uomo
4	P = 0%	G4	Probabile non cancerogeno per l'uomo

Occorre sottolineare che la valutazione del rischio,
nei suoi diversi momenti
si basa sul peso dell'evidenza epidemiologica
comprese le frequenti incertezze scientifiche
con inevitabili elementi di soggettività

Non si può, quindi, ritenere che nell'ambito dello stesso Gruppo
diversi agenti presentino identici pesi di evidenza cancerogenetica

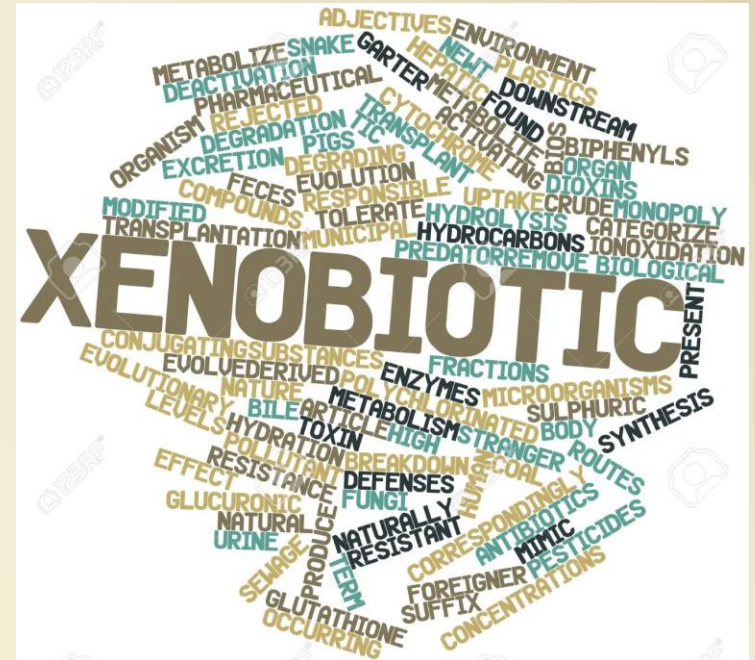


L' ANALISI DEL RISCHIO



PRINCIPALI CONTAMINANTI

- **Additivi alimentari**
- **Agrofarmaci**
- **Micotossine**
- **Metalli pesanti**



GLI ADDITIVI ALIMENTARI



Gli **additivi alimentari** non sono un'innovazione recente infatti, fin dai tempi più remoti, è sempre stata avvertita la necessità di conservare i prodotti alimentari fra un raccolto e l'altro e di migliorare l'aspetto e il valore nutritivo degli alimenti. L'impiego di sale, zucchero o del fumo per la conservazione dei cibi risale all'antichità. Gli antichi Egizi usavano sostanze coloranti e aromatizzanti, mentre i Romani facevano uso di salnitro, spezie e coloranti

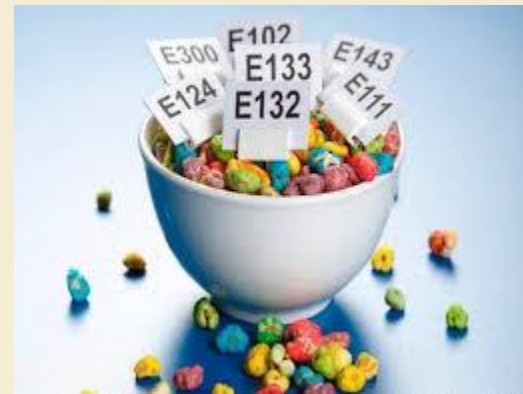
A partire dalla prima metà del secolo scorso, è incominciato l'USO CONSAPEVOLE di emulsionanti nella margarina, lievito in polvere nei dolci e gli agenti gelificanti nelle marmellate.

Negli anni, lo sviluppo della scienza e della tecnica alimentare, così come i cambiamenti nella domanda da parte del consumatore, hanno determinato un aumento sostanziale nell'uso degli additivi alimentari contestualmente alla buona qualità.



Globalmente, lo stile di vita è profondamente cambiato e l'uso degli additivi alimentari, unito alle nuove tecnologie alimentari, ha reso possibile la preparazione su grande scala di cibi di buona qualità, sani e a prezzi convenienti.

Grazie agli additivi oggi disponiamo di numerosi alimenti pratici come miscele in polvere per salse, dessert istantanei, piatti pronti e snack. Di fatto, molti prodotti alimentari disponibili oggi non potrebbero esistere se non ci fossero gli additivi alimentari.



FUNZIONI BASILARI

- Preservare la qualità nutrizionale degli alimenti (ad esempio, evitando la degradazione delle vitamine, degli aminoacidi essenziali e dei grassi insaturi)
- Migliorare le condizioni di conservazione degli alimenti (ad esempio, evitando il deterioramento microbico e ritardando l'ossidazione)
- Offrire al consumatore ingredienti con determinate caratteristiche nutritive (ad esempio, dolcificanti in sostituzione dello zucchero per i diabetici)
- Conservare o migliorare la consistenza, la struttura e altre proprietà sensoriali quali gusto, aroma e colore
- Facilitare la lavorazione, il condizionamento, il trasporto o l'immagazzinamento dei prodotti alimentari



REGOLAMENTO (CE) N. 1333/2008 DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO
del 16 dicembre 2008
relativo agli additivi alimentari

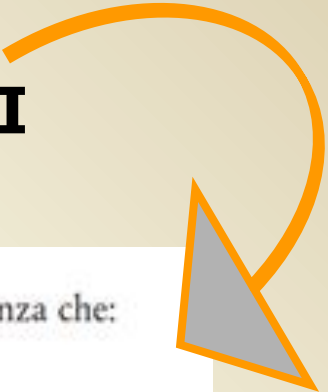


Art. 3, 1a

per «additivo alimentare» s'intende qualsiasi sostanza abitualmente **non consumata come alimento** in sé e non utilizzata come ingrediente caratteristico di alimenti, con o senza valore nutritivo, la cui **aggiunta intenzionale** ad alimenti per uno scopo tecnologico nella fabbricazione, nella trasformazione, nella preparazione, nel trattamento, nell'imballaggio, nel trasporto o nel magazzinaggio degli stessi, abbia o possa presumibilmente avere per effetto che la sostanza o i suoi sottoprodotti diventino, direttamente o indirettamente, componenti di tali alimenti;



AL FINE DI EVITARE CONFUSIONI

- 
- b) per «coadiuvante tecnologico» s'intende ogni sostanza che:
- i) non è consumata come un alimento in sé;
 - ii) è intenzionalmente utilizzata nella trasformazione di materie prime, alimenti o loro ingredienti, per esercitare una determinata funzione tecnologica nella lavorazione o nella trasformazione; e
 - iii) può dar luogo alla presenza, non intenzionale ma tecnicamente inevitabile, di residui di tale sostanza o di suoi derivati nel prodotto finito, a condizione che questi residui non costituiscano un rischio per la salute e non abbiano effetti tecnologici sul prodotto finito;

Solventi

Chiarificanti

Decoloranti



✘ Ad ogni additivo corrisponde una sigla identificativa, formata da una E, che sta per Europa, ed un numero

✘ *International Numbering System* (INS), ma può essere indicato anche con il proprio nome chimico o di fantasia

✘ Sempre obbligatoria l'indicazione in etichetta del nome o della sigla e della quantità ed elencati in ordine decrescente tra gli altri ingredienti

**Esiste una LISTA positiva adottata l'11 novembre 2011 e applicata il 1 giugno 2013. Il data base degli additivi alimentari è disponibile on line:
https://webgate.ec.europa.eu/foods_system/main/?event=substances.search&substances.pagination=1**



Tabella 19.9 Categorie funzionali degli additivi alimentari.

Categoria	Funzione	
Edulcoranti	Conferiscono sapore dolce	(E 420, 421, 950-970)
Coloranti	Conferiscono o restituiscono colore	(E 100-181)
Conservanti	Evitano proliferazione di microrganismi	(E 200-285 e E 1105)
Antiossidanti	Evitano ossidazione e irrancidimento	(E 300-340)
Supporti	Per sciogliere, diluire, disperdere un additivo	
Acidificanti	Aumentano l'acidità	
Regolatori dell'acidità	Controllano acidità e alcalinità	
Antiagglomeranti	Riducono l'adesione tra particelle	
Agenti antischiumogeni	Impediscono o riducono formazione di schiume	
Agenti di carica	Contribuiscono all'aumento di volume	
Emulsionanti	Permettono la formazione di emulsioni	
Sali di fusione	Disperdono le proteine nel formaggio	
Agenti di resistenza	Mantengono la consistenza dei tessuti vegetali	
Esaltatori di sapidità	Esaltano il sapore e/o la fragranza	
Agenti schiumogeni	Permettono la formazione di schiume	
Agenti gelificanti	Permettono la formazione di gel	
Agenti di rivestimento	Per la copertura superficiale dei prodotti	
Agenti umidificanti	Contrastano l'essiccazione	
Amidi modificati	Amidi modificati chimicamente	
Gas d'imballaggio	Gas differenti dall'aria nel packaging	
Propellenti	Permettono l'espulsione da un contenitore	
Agenti lievitanti	Liberano gas e aumentano il volume di un impasto	
Agenti sequestranti	Formano complessi con gli ioni metallici	
Stabilizzanti	Permettono il mantenimento dello stato chimico-fisico	
Addensanti	Aumentano la viscosità	
Agenti di trattamento delle farine	Migliorano la qualità in cottura	



Alcuni impieghi degli additivi alimentari

Gli additivi alimentari sono impiegati per migliorare e **preservare la qualità** degli alimenti e, spesso, servono per migliorare **l'efficacia della lavorazione**

**"Additivi alimentari:
ingredienti con una o più funzioni"**

Migliorare la qualità di conservazione e mantenere il valore nutrizionale dei cibi

Conferire struttura, consistenza e stabilità agli alimenti

Mantenere o migliorare le proprietà sensoriali, come l'aroma, il sapore e il colore

Preparare alimenti per consumatori con particolari necessità nutrizionali



Migliorare la qualità e mantenere il valore nutrizionale degli alimenti

Conservanti, per proteggere gli alimenti dai microrganismi che ne provocano il deterioramento e determinano l'intossicazione alimentare:

- Nitrito di sodio negli insaccati e nel prosciutto
- Propionato di sodio in alcuni prodotti da forno
- Anidride solforosa nella birra e nel vino

Antiossidanti, per ritardare l'ossidazione di oli e grassi che provoca rancidità, la formazione di prodotti tossici e la perdita di elementi nutritivi importanti come gli acidi grassi insaturi e le vitamine A ed E

- Butilidrossianisolo (BHA) nel purè istantaneo di patate
- Tocoferoli nei grassi per i prodotti da pasticceria
- Palmitato di ascorbile nella margarina



Conferire struttura, consistenza e stabilità agli alimenti

Agenti **gelificanti**, **addensanti** e **stabilizzanti** per conferire agli alimenti la struttura e la consistenza desiderata:

- Amidi modificati per ottenere uno scongelamento omogeneo dei surgelati
- Pectina nelle marmellate per garantire la gelatinizzazione
- Carragenina nelle bevande a base di latte e cacao per evitare la sedimentazione delle particelle di cacao
- Farina di semi di carrube nei gelati per impedire la formazione di cristalli di ghiaccio

Emulsionanti e **stabilizzanti** per la lavorazione di prodotti alimentari contenenti grassi/oli e acqua:

- Lecitina nel cioccolato
- Mono e digliceridi nel gelato
- Esteri di acido lattico di mono e digliceridi nei prodotti da forno



Mantenere o migliorare le proprietà sensoriali, come l'aroma, il sapore e il colore

Agenti aromatizzanti e **esaltatori di sapidità** per conferire sapore agli alimenti preparati:

- Sono richiesti una vasta gamma di aromi per alimenti quali bevande analcoliche, margarina, gelati, e altri dessert, minestre e salse

Coloranti, per compensare la perdita di colore che avviene durante la lavorazione e conferire colore all'alimento:

- Caramello nelle bevande analcoliche, in brodi e minestre
- Caroteni in formaggi e margarina
- Carmoisina nelle bevande analcoliche

Preparare alimenti per consumatori con specifiche necessità nutrizionali

- **Edulcoranti** per sostituire lo zucchero negli alimenti ipocalorici e addolcire senza calorie



REQUISITI DI MASSIMA DI UN ADDITIVO VOLONTARIO:

DEVE ESSERE NECESSARIO non appare sostituibile dalle più aggiornate tecnologie fisiche né dalle biotecnologie note, e senza di esso non è possibile ottenere l'alimento desiderato o evitare forti scarti

NON DEVE MAI SOSTITUIRE processi tecnologici nella produzione di alimenti destinati all'infanzia o a particolari stati

DEVE FORNIRE IL MASSIMO DI SICUREZZA dalla sua assunzione non deve derivare alcun rischio per il consumatore, uomo o animale da esperimento, o animale destinato all'alimentazione umana, anche se il suo consumo dovesse essere protratto per tutta la vita, diversamente deve essere abolito

DEVE POSSEDERE UN ALTO GRADO DI PUREZZA secondo standards definiti; ed essere esente da contaminanti o da prodotti secondari di reazione



NON DEVE REAGIRE con nessuno dei costituenti dell'alimento, distruggendoli, come accade notoriamente con l'anidride solforosa che distrugge la tiamina rompendo la molecola nei due frammenti privi di attività vitaminica

NÉ TANTO MENO INTERAGIRE con i componenti dando origine a composti tossici; è importante esempio la reazione del nitrito con le ammine per dare N-alchilnitrosamine

NON DEVE MASCHERARE le alterazioni spontanee dell'alimento come l'impiego di solfiti per mantenere il colore “fresco” della carne macinata, o frode commerciale, come l'uso del colorante per simulare la presenza di uova in paste che non ne contengono, o di frutta in falsi succhi



Massima attenzione alla salute



- ✘ Di ciascun additivo viene valutata l'eventuale tossicità acuta, quella a breve e a medio termine e quella cronica
- ✘ Se consentito in base al rapporto rischio/beneficio deve essere sostituito da composti più sicuri non appena disponibili e la ricerca deve essere senza sosta
- ✘ Devono essere disponibili metodi analitici atti al suo riconoscimento e alla sua determinazione quantitativa, secondo metodiche analitiche semplici, rapide ed economiche
- ✘ Monitorare i valori di DGA, perché pur essendo molecole ritenute relativamente sicure (fattore di sicurezza = 100), è necessario tener conto delle informazioni aggiornate sugli aspetti tossicologici ed agire di conseguenza.



- ✘ Deve figurare in liste positive, curate dall'Amministrazione Sanitaria, che debbono indicare casi e dosi di impiego, e che vanno tempestivamente e continuamente aggiornate
- ✘ Esiste anche una lista negativa che consiste in un elenco delle sostanze riconosciute tossiche e quindi specificatamente vietate
- ✘ Il loro utilizzo ha permesso di parlare di dosi ("quanto basta") tecnologicamente utili, cioè tali da ottenere l'effetto ricercato secondo il principio fondamentale della "buona pratica" o "norme di buona fabbricazione" (*Good Manufacturing Practices-GMP*), nell'utilizzo tecnologico preferendo i PA efficaci ai dosaggi inferiori
- ✘ Ogni preferenza deve essere accordata a quegli additivi che sono noti come costituenti degli alimenti, soprattutto se presenti in quantità elevate



Esiste l'intolleranza agli additivi alimentari ?

L'intolleranza a determinati alimenti, come il latte, le uova, il pesce, i molluschi e il frumento, è sorprendentemente **diffusa e interessa circa 1/3 della popolazione adulta**. Una delle ricerche più affidabili e di più vasta portata sull'**intolleranza agli additivi alimentari**, condotta da un organismo sanitario regionale del Regno Unito (*Journal of the Royal College of Physicians*, 1987) ha mostrato, invece, che **soltanto 3 dei 18.000 individui indagati** soffrivano di intolleranza agli additivi alimentari, un dato che conferma una precedente valutazione della [Comm.Europea](#)

È molto probabile che l'intolleranza agli additivi, quando esiste, possa essere collegata alla specificità 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



IL GLUTAMMATO (E621) FA MALE?

Il glutammato monosodico (GMS) è un additivo ben noto per essere un esaltatore di sapidità. Nonostante una certa allerta sul suo uso, al momento attuale non esistono prove scientifiche di una sua accertata tossicità. Le indicazioni dell'EFSA, FAO e WHO sono di una relativa sicurezza, con una DGA di 30 mg/kg pc/die e un continuo monitoraggio.

<https://www.efsa.europa.eu/it/press/news/170712>

Gli alimenti naturali come parmigiano (> 10 g /100 g di prodotto), lievito, piselli, pomodori, mais, patate e spinaci possono apportare un elevato quantitativo di glutammato libero e legato. Il GMS può essere presente in quantità nel cibo confezionato o in certi alimenti esotici, il cui consumo dovrebbe essere attentamente valutato in una dieta equilibrata e variata.



<https://www.umamiinfo.com/world/>



AGROFARMACI (PESTICIDI)

Sostanze chimiche naturali o di sintesi utilizzate per combattere i parassiti delle colture agrarie:

- insetticidi
- fungicidi
- rodenticidi
- erbicidi



Trovavano impiego anche nella lotta contro i vettori di malattie o contro gli insetti domestici (circa il 20% della produzione dei pesticidi viene utilizzato ancora per questo scopo).



AGROFARMACI

CLASSIFICAZIONE

Struttura
chimica

Meccanismo
d'azione

Bersaglio

Per contatto
Sistemici

insetticidi
fungicidi
erbicidi

- -Insetticidi (~95%)
 - *Acaricidi*
 - *Afidicidi*
- ovidi
- larvicidi

- Altri (~5%)
- *Nematocidici*
 - *Fumiganti*
 - *regolatori di crescita*



TOSSICITA' PER L'UOMO:
INSETTICIDI > FUNGICIDI > ERBICIDI



CARATTERISTICHE RICHIESTE APRIMI PESTICIDI-FITOFARMACI

- 1) Persistenza (lipofilicità)
- 2) Ampio spettro d'azione
- 3) Dose per ha (kg)

CARATTERISTICHE RICHIESTE ANUOVI PESTICIDI-AGROFARMACI

- 1) Bassa persistenza
- 2) Selettività
- 3) Dose per ha centinaia di g → decine di g → g
- 4) Purezza $\geq 95\%$
- 5) Metaboliti meno tossici del P.A.
- 6) P.A. e Metaboliti meno dannosi per l'ambiente

Buona Pratica di Laboratorio
Good Agricultural Practices (GAP)



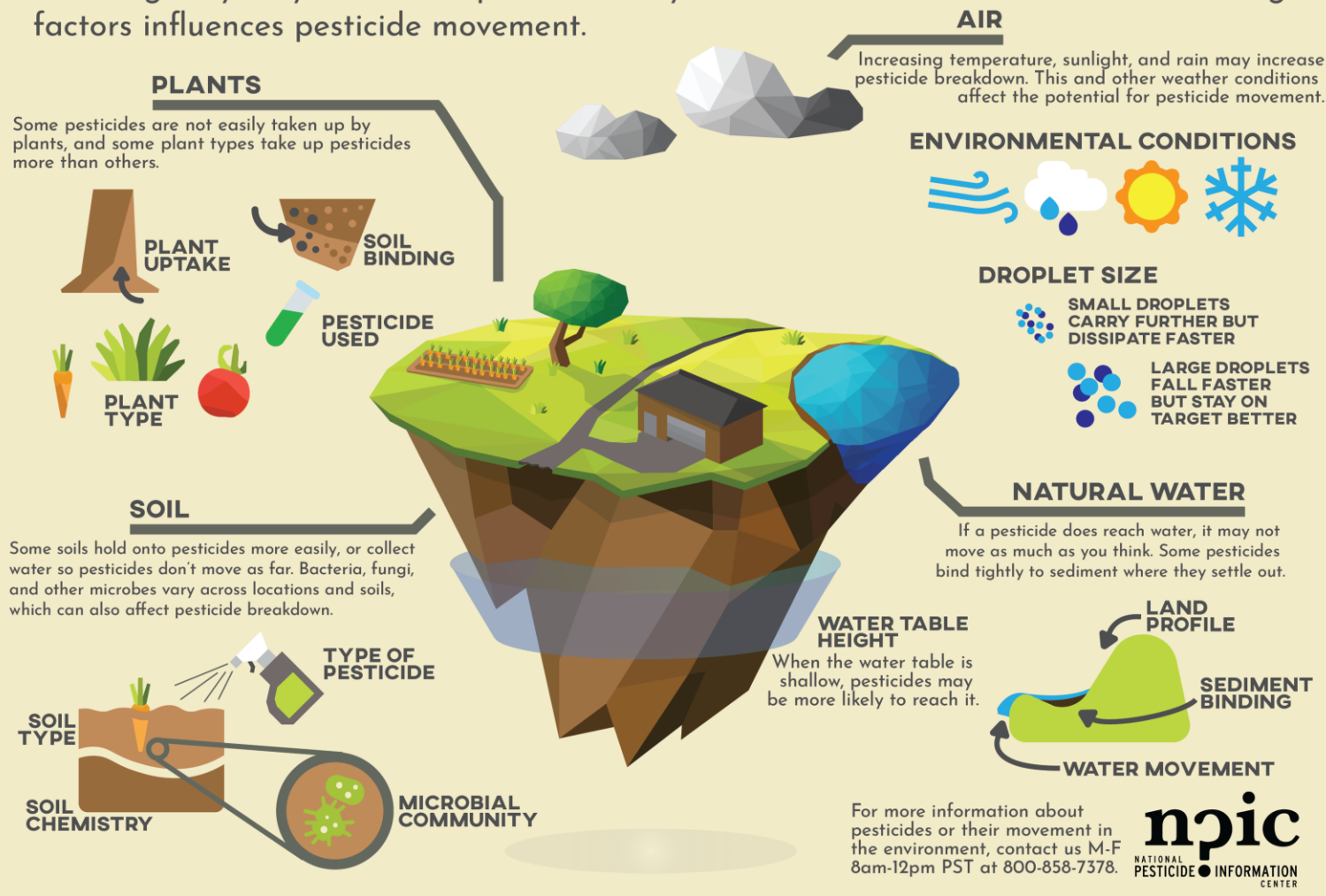
ALCUNI VANTAGGI DERIVANTI DALL'IMPIEGO DI ANTIPARASSITARI CHIMICI INDUSTRIALI

- 1 Aumento produttività agricola
- 2 Protezione degli alimenti nella catena alimentare da agenti infestanti
- 3 Protezione della salute della fauna avicola e del bestiame in generale
- 4 Conservazione delle risorse e dei prodotti forestali
- 5 Protezione del legname da costruzioni nei confronti di termiti, tarli, muffe, etc.
- 6 Prevenzione dalle malattie trasmesse da vettori animali
- 7 Protezione di aree intensamente popolate nei confronti di mosche, zanzare, ratti, etc.
- 8 Disinfestazione di ospedali, scuole, caserme



PESTICIDE MOVEMENT IN THE ENVIRONMENT

Pesticides have the potential to move after they are first applied. Where they go and how long they may last can depend on many factors. The combination of the following factors influences pesticide movement.



For more information about pesticides or their movement in the environment, contact us M-F 8am-12pm PST at 800-858-7378.

npic
NATIONAL PESTICIDE INFORMATION CENTER

<http://npic.orst.edu/envir/efate.html>



Per **residui dei pesticidi** si intendono :

a) i residui dei principi attivi

b) le relative impurezze

c) le sostanze di significato tossicologico risultanti dalla loro metabolizzazione o degradazione

La quantità dei residui degli agrofarmaci dipende :

1) DAL DEPOSITO INIZIALE

2) DALLA VELOCITÀ DI DIMINUZIONE DEL RESIDUO



PRODOTTI di TRASFORMAZIONE

• frutta essiccata

•(fattore concentrazione variabile)

1 kg di prugne secche da 3 kg di frutti

• olio d'oliva

1 litro d'olio d'oliva da 5-6 kg di olive

• vino

1 litro di vino si ottiene mediamente da 1,5 kg d'uva

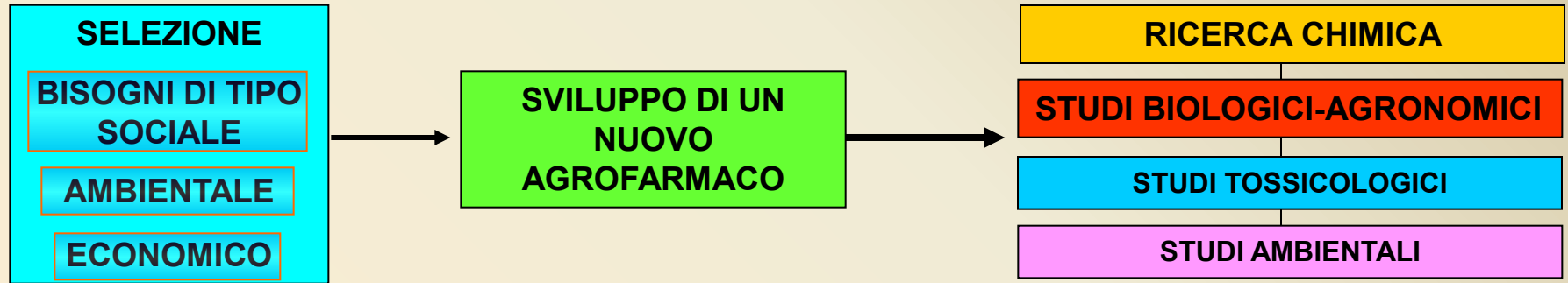
Numerose variabili incidono sulla **quantità** dei residui presenti negli alimenti e poiché non esistono modelli matematici che consentano di prevedere il loro comportamento a priori, è sempre necessario condurre sperimentazioni in condizioni reali di impiego per poterne conoscere la loro entità alla raccolta e sulla base di questi dati indicare i limiti legali.



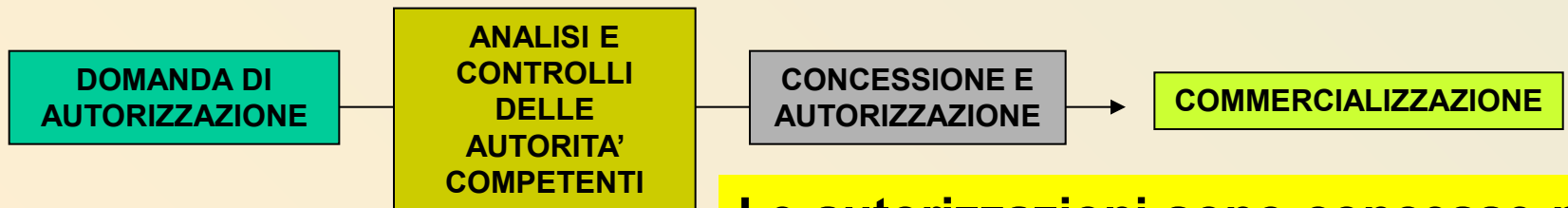
COMPROVATA EFFICACIA

**FASE:
SELEZIONE
SVILUPPO**

Direttiva 91/414/CEE



10° ANNO



Le autorizzazioni sono concesse per una durata non superiore a 10 anni



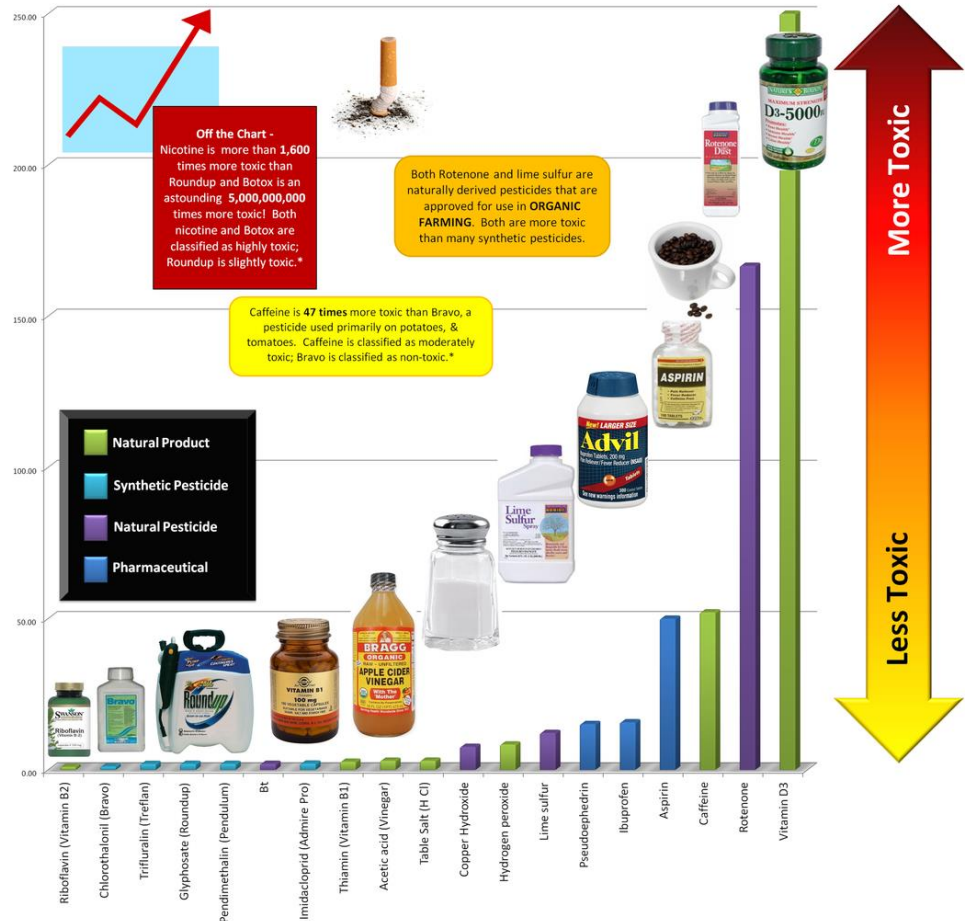
Gli agrofarmaci sono le sostanze chimiche maggiormente regolamentate in Europa (Reg. CE 396/2005) con particolare attenzione a fasce deboli come lattanti e bambini.

Per ogni sostanza attiva registrata, ve ne sono più di 139.000 che non vanno oltre lo stadio di sviluppo. Il costo ed il tempo medio per l'immissione di un nuovo agrofarmaco sul mercato dell'Unione Europea sono, rispettivamente, 200 milioni di euro e 9 anni.



Ci sono più agenti cancerogeni noti in una singola tazza di caffè che residui di agrofarmaci presenti nel cibo che una persona potrebbe assumere in un anno.

of times more toxic than Riboflavin (Vitamin B2)



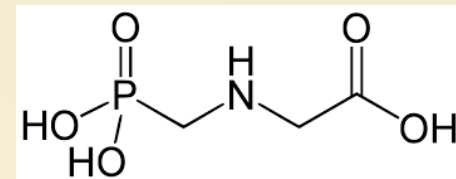
*Acute Toxicity (Oral ALD50 Male Rat, mg/Kg) - based on toxicity levels provided by the Environmental Protection Agency. Toxicity relative to Riboflavin aka Vitamin B2, which has a toxicity level of 10,000 mg/Kg. Products are listed as factors of toxicity compared to Riboflavin. For example, Ibutrofen has a toxicity level of 636 mg/Kg, making it 15.72 times more toxic than Riboflavin.



Il caso glifosato

Il glifosato, analogo aminofosforico della glicina, è un diserbante fitotossico per tutte le piante. Si tratta di un prodotto sistemico in grado quindi di devitalizzare anche gli organi di conservazione ipogea delle erbe infestanti, come rizomi, fittoni carnosì ecc., che in nessun altro modo potrebbero essere devitalizzati.

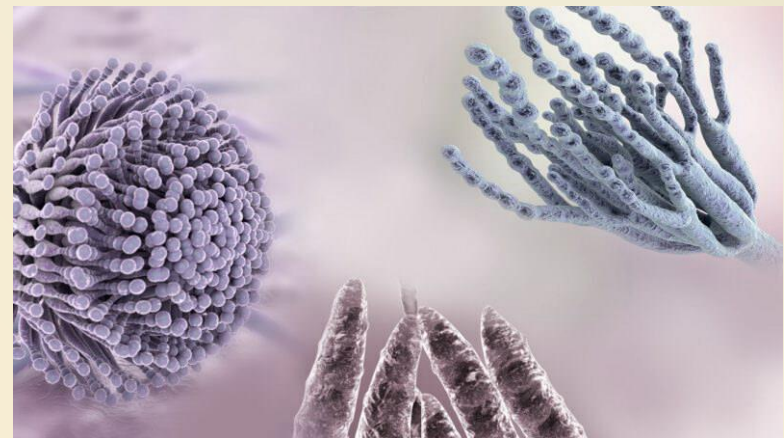
Negli ultimi anni, si è accesa una forte discussione mondiale sulla tossicità di questa molecola. Lo IARC lo valuta come "probabile cancerogeno" (2015) a differenza dell'EFSA (2016) e di altre agenzie (OMS, FAO e della ECHA, 2016-2017) che lo classifica come "improbabile cancerogeno". Non risulta interferire sul sistema endocrino.



MICOTOSSINE

Le micotossine sono **tossici naturali** involontari prodotti dal metabolismo secondario **di alcuni funghi microscopici filamentosi** o muffe appartenenti a diversi Generi e specie (*Aspergillus*, *Penicillium*, *Fusarium*, *Stachybotris*, *Cephalosporium*, ecc.) e a oggi se ne conoscono più di 400 con strutture chimiche molto diverse.

Contrariamente alle tossine batteriche **NON sono di natura proteica**, **né polimerica** e **NON possiedono proprietà antigeniche**.



<https://www.nutrex.eu/insights/mycotoxins-a-force-to-be-reckoned-with/>



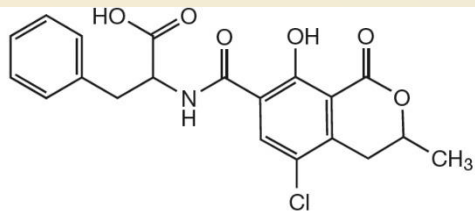
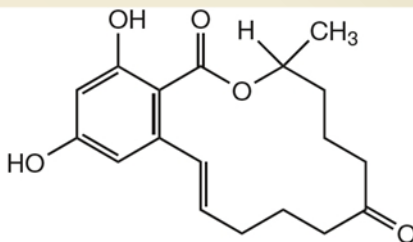


Figura 19.12 Struttura chimica dell'ocratossina A.



Zearalenone

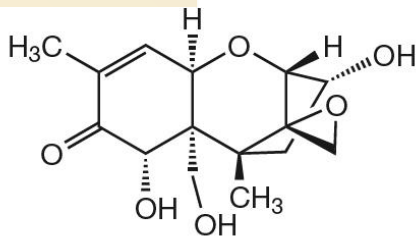


Figura 19.15 Struttura chimica del deossinivalenolo.

	R ₁	R ₂
Fumonisina B1	OH	OH
Fumonisina B2	OH	H
Fumonisina B3	H	OH

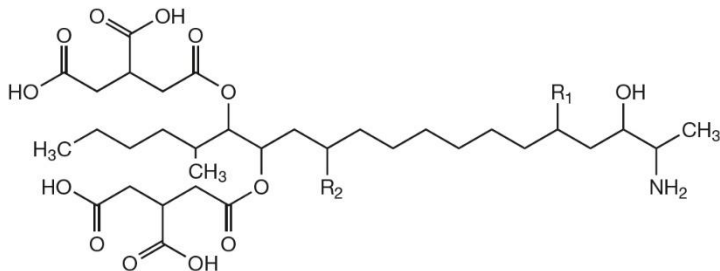
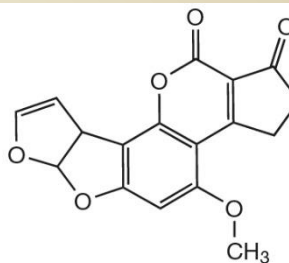
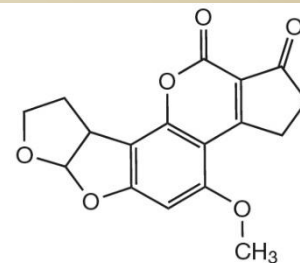


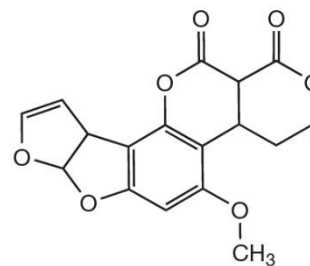
Figura 19.14 Struttura chimica delle principali fumonisine del gruppo B.



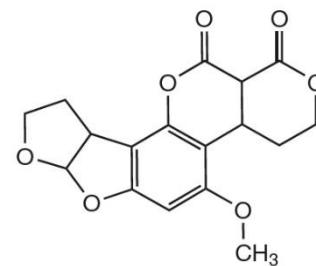
Aflatoxina B1



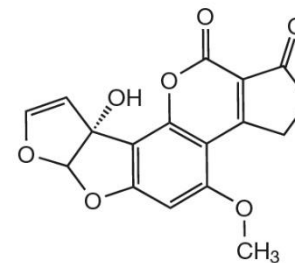
Aflatoxina B2



Aflatoxina G1



Aflatoxina G2

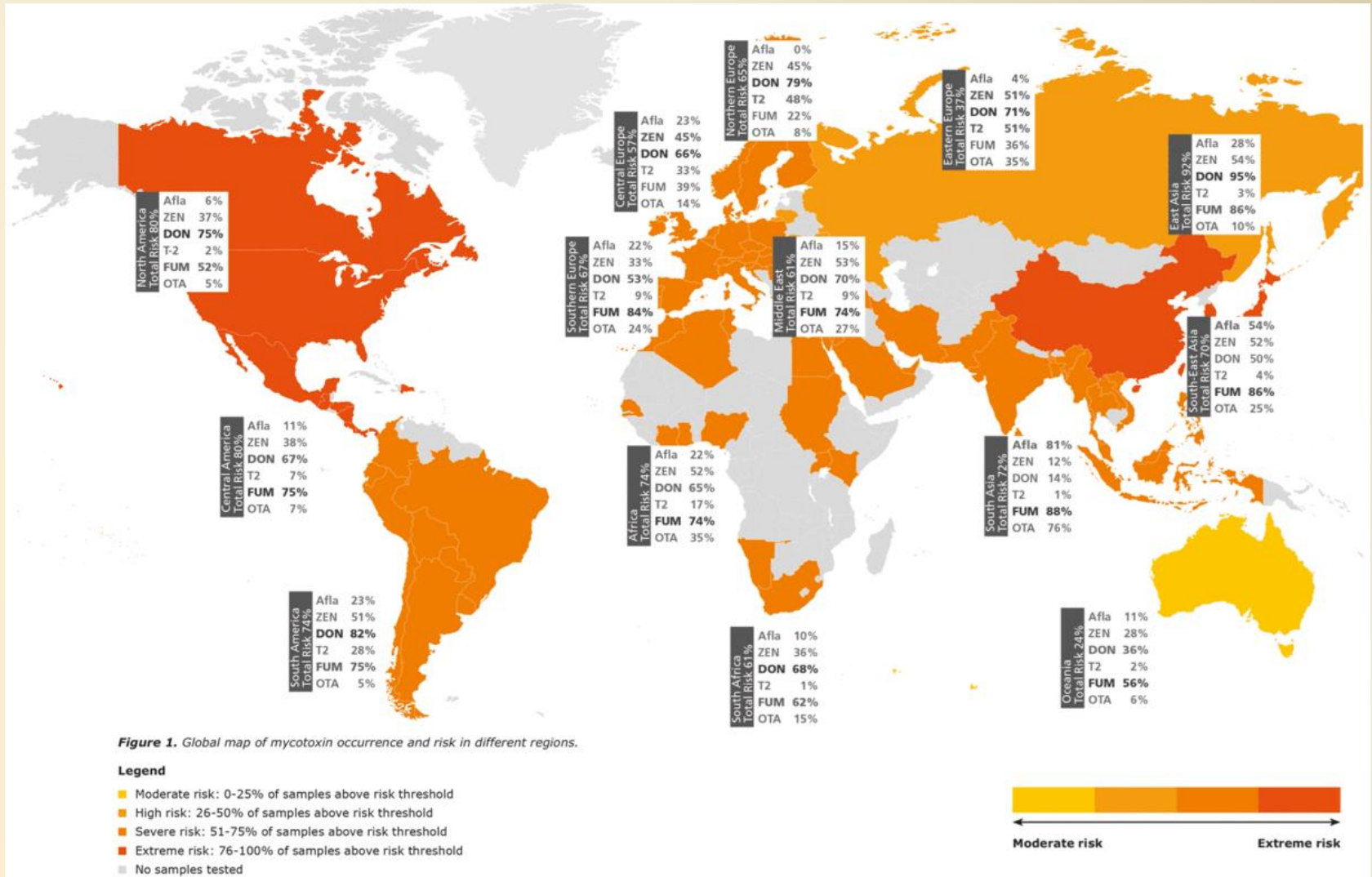


Aflatoxina M1

Figura 19.9 Struttura chimica delle principali aflatoxine.



Distribuzione mondiale MICOTOSSINE



<https://www.biomin.net/science-hub/2017-biomin-mycotoxin-survey-results/>

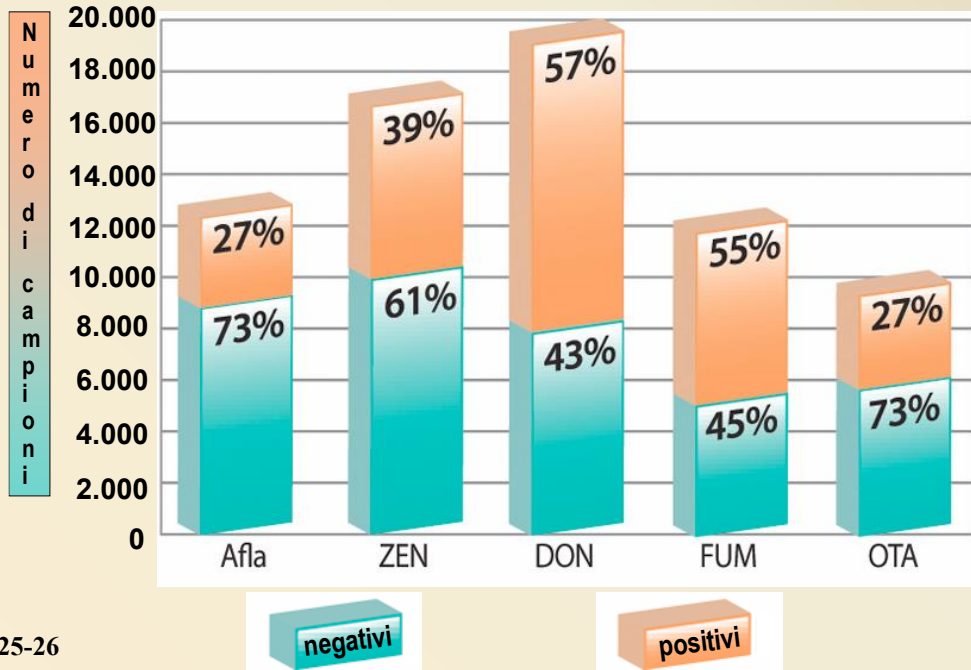


Tabella 19.3 Principali micotossine, funghi produttori ed effetto tossico correlato (Fonte: Sweeney & Dobson, 1998; Streit *et al.* 2012).

Micotossine	Funghi produttori	Effetto tossico
Aflatossine	<i>Aspergillus flavus</i> , <i>A. parasiticus</i>	Cancerogenicità, epatotossicità anche acuta, immunosoppressione
Fumonisine	<i>Fusarium verticillioides</i> (<i>syn. moniliforme</i>), <i>F. proliferatum</i>	Possibile cancerogenicità, epatotossicità, alterazione del metabolismo sfingolipidico
Ocratossina A	<i>A. ochraceus</i> , <i>A. carbonarius</i> , <i>Penicillium verrucosum</i>	Cancerogenicità, nefrotossicità, epatotossicità, teratogenicità
Deossinivalenolo	<i>F. sporotrichioides</i> , <i>F. graminearum</i> , <i>F. culmorum</i> , <i>F. poae</i> , <i>F. roseum</i> , <i>F. tricinctum</i> , <i>F. acuminatum</i>	Attività emorragica intestinale, attività immunosoppressiva
Zearalenone	<i>F. graminearum</i> , <i>F. culmorum</i> , <i>F. crookwellense</i>	Attività xenoestrogenica

- Aflatossine (Afla)
- Zearalenone (ZEN)
- Deossinivalenolo (DON)
- Fumonisine (FUM)
- Ocratossina A (OTA)

Rilevamenti (%) di micotossine in campo mondiale (2004-2012)



Caratteristiche chimico-fisiche e tossicologiche delle micotossine

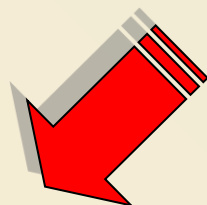
Contaminazione "perversa"

- Spesso dotate di elevato potere **cancerogeno e genotossico** (Aflatossina B1)
- Causano tossicità **croniche**, raramente acute
- Diffusamente presenti sul **territorio**
- Fortemente caratterizzate da una incidenza di contaminazione **“stagionale”**
- Presentano una tipologia di contaminazione **eterogenea** (a macchia di leopardo)
- Non presentano difficoltà per la loro **determinazione analitica**
- possiedono basso peso molecolare
- dotate di elevata **termostabilità**
- sono fortemente **elettrostatiche**

- **Diverse specie** fungine possono biosintetizzare le **medesime micotossine**
- Una **unica specie** fungina può produrre **micotossine diverse**
- La **presenza di muffe** sulla derrata **non** significa inequivocabilmente **presenza di micotossine**
- L'**assenza di muffe** sulla derrata **non** indica in maniera assoluta **assenza di micotossine**



LE DERRATE ALIMENTARI POSSONO SUBIRE DUE TIPI DI CONTAMINAZIONE



DIRETTA

Cereali
Spezie
Semi oleaginosi
Frutta secca
Olive
Uva
Mele
fichi



INDIRETTA

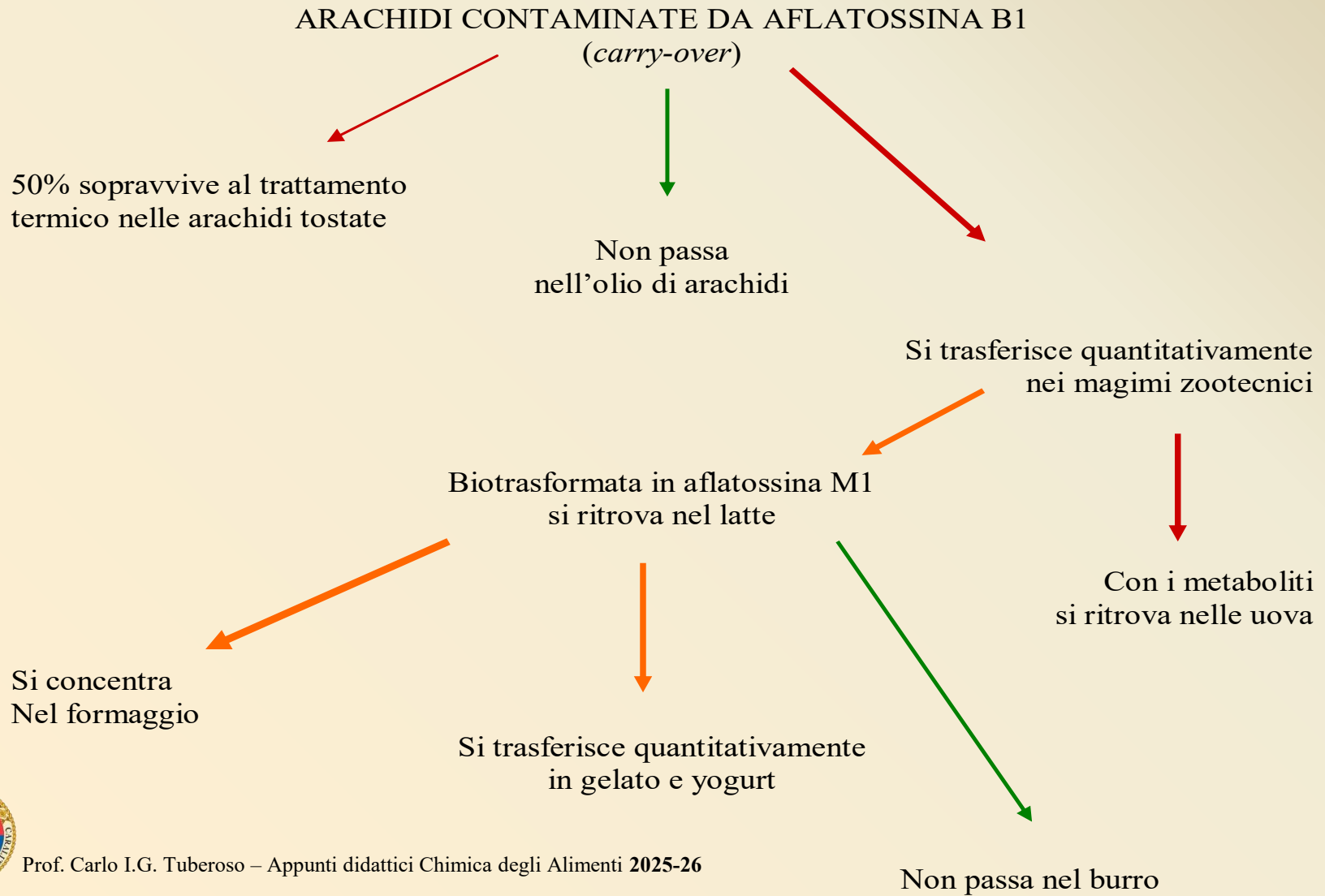
Carni e derivati
Latte e derivati

QUANDO UN ALIMENTO CONTAMINATO
ENTRA IN UNA PREPARAZIONE
ALIMENTARE COME INGREDIENTE
CONTAMINA TUTTO L'ALIMENTO

**SECONDO DATI FAO IL 25% DELLE DERRATE ALIMENTARI MONDIALI
E' CONTAMINATO DA MICOTOSSINE NOTE E PROBABILMENTE
TALE VALORE PRESENTA UN *TREND* IN CRESCITA**



Il latte è forse il più classico esempio di passaggio di uno xenobiotico, tal quale o biotrasformato, nei tessuti o negli escreti, a causa degli animali che hanno ingerito alimenti contaminati:



★ Durata dell'esposizione

★ Frequenza dell'esposizione

❖ Oltre che per **ingestione**, le micotossine possono esplicare la loro attività tossica anche per **contatto** e per **inalazione**



Pertanto, un ulteriore rischio, soprattutto per l'uomo, può derivare dalla manipolazione di derrate infettate o dalla permanenza in ambienti con aria contaminata, **quali granai, fienili, mulini, mangimifici ed ambienti urbani insalubri**

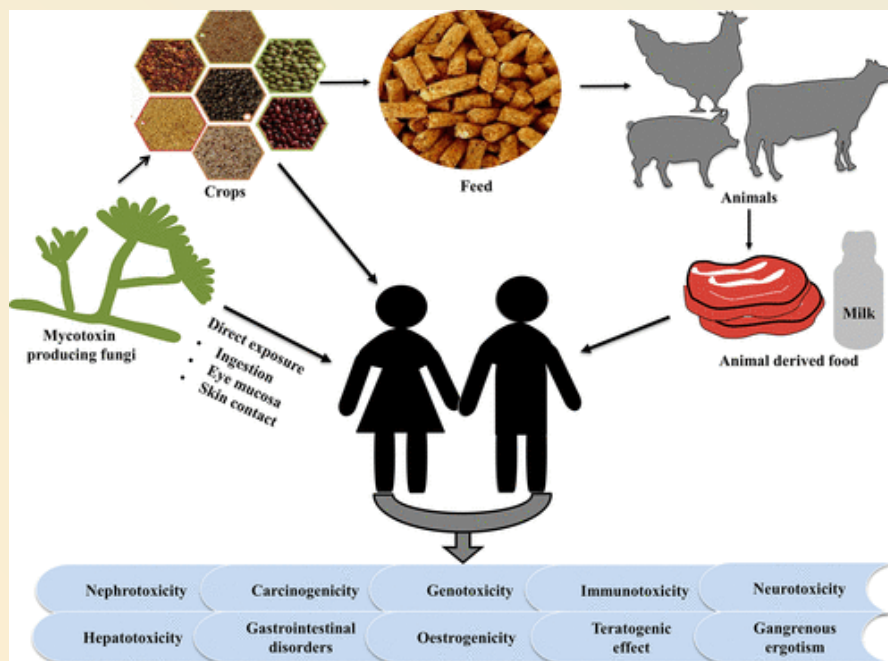
❖ Infine, non si può escludere a priori un potenziale rischio connesso con l'impiego di **cosmetici**, perchè i loro componenti derivano da materie prime vegetali soggette a **infestazioni**



MICOTOSSINE

Tabella 19.4 Caratteristiche chimico-fisiche delle principali micotossine.

Micotossina	Formula	Temperatura di fusione (°C)	Stabilità termica	Liposolubilità (logP)
Aflatossina B1	$C_{17}H_{12}O_6$	269 °C	+	0,45
Aflatossina M1	$C_{17}H_{12}O_7$	299 °C	+	-0,35
Ocratossina A	$C_{20}H_{18}ClNO_6$	169 °C	+	4,31
Zearalenone	$C_{16}H_{22}O_5$	165 °C	++	3,83
Deossinivalenolo	$C_{15}H_{20}O_6$	152 °C	++	-1,41
Fumonisin B1	$C_{34}H_{56}NO_{15}$	n.d.	+++	2,20



EFFETTI TOSSICI DELLE MICOTOSSINE

Difficoltà nell'identificazione della **specie responsabile** dell'infestazione

- ✳ specificità e aspecificità di produzione
- ✳ presenza di diverse micotossine
- ✳ tossicità variabile di ognuna
- ✳ stretta correlazione tra effetti e dosi
- ✳ antagonismo o sinergismo degli effetti

ESTREMAMENTE DIVERSE DAL PUNTO DI VISTA CHIMICO

Notevole gamma di effetti biologici dovuti alla loro capacità di interagire con diversi organi e/o sistemi e classificate come: **immuno-, dermato-, epato-, nefro- e neuro-TOSSINE**

Inoltre, dato che il rischio maggiore risiede nella forte possibilità di **ACCUMULO**, **si possono identificare anche sulla base dei loro effetti tossici CRONICI in tre categorie: mutagene, teratogene, e cancerogene**

VARIABILITÀ TOSSICOLOGICA (oltre alla tossicità intrinseca)

Gli effetti tossici possono variare non solo da specie a **specie** e da individuo **individuo**, ma anche secondo il **sex** e la via di **somministrazione**



TOSSINA	PRODUTTORE PRINCIPALE OD ESCLUSIVO (Genere e specie)	EFFETTO DANNOSO	ALIMENTI PIÙ FREQUENTEMENTE INFESTATI
Aflatossine	<i>Aspergillus flavus</i> , <i>Aspergillus parasiticus</i>	Epatocarcinoma, cirrosi epatica teratogenico, mutagenico	Arachidi ed altre leguminose, mais ed altri cereali, semi oleaginosi, noci, mandorle, fichi secchi Latte e suoi derivati
Alcaloidi della segale cornuta	<i>Claviceps purpurea</i>	Ergotismo (allucinazioni, tumori, necrosi cancerosa periferica)	farina e pane di segale
Ocratossine	<i>Aspergillus ochraceus</i> , <i>Penicillium viridicatum</i> , altri <i>Aspergillus</i> spp. e <i>Penicillium</i> spp.	Nefropatie, epatiti, enteriti, teratogenico e neurotossico	Caffè, arachidi, riso, orzo, mais ed altri cereali, Pane, pasta ed altri prodotti da forno derivati animali
Patulina	<i>Penicillium expansus</i> , <i>Aspergillus clavatus</i> , <i>Byssoclamys nivea</i> , <i>Penicillium verrucosum</i> , <i>Penicillium patulum</i>	Citotossico, neurotossicità, tossicità per vari organi, dermatotossico	Frutta e verdura (mele, peperoni, pere, pomodori, cetrioli, carote) succhi e sidri
Zearalenoni	<i>Fusarium graminearum</i> , <i>roseum</i> , <i>tricinctum</i> , <i>moniliforme</i> , ed altri <i>Fusarium</i> spp	Aborti, sterilità, squilibrio estrogenico, genitotossico, mutagenico	Mais ed altri cereali e derivati (birra)
Tricoteceni	<i>Fusarium poae</i> , <i>Fusarium tricinctum</i> , <i>Fusarium nivale</i> , <i>Trichoderma lignorum</i> ed altri <i>Fusarium</i> spp.	Affezioni della pelle e delle mucose, leucopenie, emorragie, vomito, diarrea, citotossico, rifiuto del cibo	Orzo, mais ed altri cereali, riso, loro derivati (fiocchi d'avena)
Citrinina	<i>Aspergillus</i> spp, <i>Penicillium citrinum</i> , <i>purpurogenum</i> , <i>rubrum</i> , ed altri <i>Penicillium</i> spp.	Emorragie, degenerazione epatica, teratogenico, nefrotossico, neurotossico	Pomodori, mais ed altri cereali, riso, nocciòle
Sterigmatocistina	<i>Aspergillus nidulans</i> , <i>Aspergillus versicolor</i>	Legato al sesso e alla via di somministrazione	Formaggi, noci, cereali
Fumonisinine	<i>Fusarium moniliforme</i>	Citotossico, teratogenico neurotossico, cancerogenico	Mais, sorgo



Tabella 19.5 Regolamentazione europea sulle micotossine in cereali destinati a uso umano.

Micotossine	Limite massimo	Prodotti
Aflatossina B1 Reg. CE 165/2010	B1: 2 µg/kg B1+ B2 + G1 + G2: 4 µg/kg	Tutti i cereali e i loro prodotti derivati, compresi i prodotti trasformati a base di cereali
Deossinivalenolo Reg. CE 1881/2006	1250 µg/kg 1750 µg/kg 750 µg/kg	Cereali non trasformati diversi da grano duro Grano duro non trasformato Cereali destinati a consumo umano diretto
Ocratossina A Reg. CE 1881/2006	5 µg/kg 3 µg/kg	Cereali non trasformati Tutti i prodotti derivati da cereali non trasformati, compresi i prodotti trasformati a base di cereali e i cereali destinati al consumo umano diretto
Zearalenone Reg. CE 1881/2006	350 µg/kg 100 µg/kg 75 µg/kg	Mais non trasformato Cereali non trasformati diversi dal mais Cereali destinati al consumo umano diretto
Fumonisine (B1 + B2)	4000 µg/kg	Mais non trasformato

Tabella 19.7 Limiti massimi tollerabili di aflatossine (µg/kg), Direttiva 2006/1881/CE.

Prodotto	AFB1	Aflatossine totali	AFM1
Arachidi, frutta a guscio, frutta secca e relativi prodotti derivati destinati al consumo umano diretto	2	4	
Arachidi da sottoporre a cernita	8	15	
Frutta a guscio e frutta secca da sottoporre a cernita	5	10	
Cereali e prodotti derivati eccetto granoturco e alimenti per l'infanzia	2		
Granoturco da sottoporre a cernita	5	10	
Cereali e alimenti per lattanti e bambini	0,10		
Alimenti e latte per lattanti			0,025
Latte crudo e trattato termicamente			0,050
Spezie	5	10	
Alimenti dietetici	0,10		0,025



Contaminazioni di $1-5 \times 10^5$ CFU/g sono abbastanza comuni, ma non visibili ad occhio nudo sull'alimento, lo diventano se la contaminazione supera 1×10^6 CFU/g

Limiti dei metodi di detossificazione delle matrici alimentari

- **Disattivazione termica**
 - **Irradiazione**
 - **Degradazione microbica**
 - **Trattamenti chimici**
- TECNICHE**
- poco pratiche
 - poco efficaci
 - costose
 - potenzialmente pericolose
- **Sostanze adsorbenti: carbone attivo, zeoliti, bentonite**



**Opinioni controverse
sulla loro reale efficacia**

**Regolamento (CE) n°1881/2006
proibisce i trattamenti chimici negli alimenti destinati al consumo umano,
mentre consente quelli fisici**



Come-quando **PREVENIRE** lo sviluppo di **MUFFE**

PRE-RACCOLTO

- ◆ Uso di varietà di piante resistenti all'attacco fungino
- ◆ Uso di Buone Pratiche Agricole (*Good Agricultural Practice-GAP*) finalizzate alla minimizzazione dei rischi da micotossine:
 - rotazione delle coltivazioni,
 - irrigazioni non troppo frequenti né abbondanti,
 - controllo delle erbe infestanti,
 - programmi intensivi di controllo degli insetti,
 - *impiego di sementi biotecnologiche* (GM, Ingegneria Genetica)
- ◆ Uso di Buone Pratiche per la Protezione delle Piante (*Green Public Procurement-GPP*)

RACCOLTO

- ✦ Effettuazione della fase di raccolta al tempo appropriato (è sconsigliabile ritardare i tempi)
- ✦ Effettuazione di procedure di essiccamento in tempi rapidi mantenendo l'umidità al di sotto del 10%

POST-RACCOLTO ⇒ STOCCAGGIO E TRASFORMAZIONE

- ✦ Controllo dell'umidità e della temperatura negli ambienti
- ✦ Controllo degli insetti
- ✦ Predisporre adeguate procedure di pulizia e disinfestazione dei silos
- ✦ Per mantenere alto il livello qualitativo della produzione rispettare le Buone Pratiche di Fabbricazione (*Good Manufacturing Practice-GMP*)



METALLI PESANTI

Tra le sostanze più pericolose per la salute umana vanno ricordati i metalli pesanti come **cadmio, piombo, mercurio, arsenico e cromo**.

Si tratta di sostanze tossiche anche a basso livello esposizione e secondo l'Organizzazione Mondiale della Sanità (WHO), il 60-70% di tutte le malattie croniche ed acute è da ricondurre alle intossicazioni da queste sostanze.

La valutazione della tossicità di altri metalli è legata ai quantitativi nell'organismo umano. Infatti, alcune di queste sostanze sono valutati come oligoelementi utili per le funzioni biologiche dell'organismo.



Tavola Periodica degli Elementi

1 IA 1 H Idrogeno 1.00794	2 IIA He Elio 4.002602											13 IIIA B Boro 10.811	14 IVA C Carbonio 12.0107	15 VA N Azoto 14.00674	16 VIA O Ossigeno 15.9994	17 VIIA F Fluoro 18.9984032	18 VIIIA 2 Ne Neon 20.1797
3 Li Litio 6.941	4 Be Berillio 9.012182											5 Al Alluminio 26.9815385	6 Si Silicio 28.0855	7 P Fosforo 30.973761	8 S Zolfo 32.066	9 Cl Cloro 35.453	10 Ar Argon 39.948
11 Na Sodio 22.989770	12 Mg Magnesio 24.3050	3 IIIB	4 IVB	5 VB	6 VIB	7 VIIB	8 VIII	9 VIII	10 VIII	11 IB	12 IIB	13 Ga Gallio 69.723	14 Ge Germanio 72.64	15 As Arsenico 74.9216	16 Se Selenio 78.96	17 Br Bromo 79.904	18 Kr Kriptone 83.798
19 K Potassio 39.0983	20 Ca Calcio 40.078	21 Sc Scandio 44.955910	22 Ti Titanio 47.867	23 V Vanadio 50.9415	24 Cr Cromo 51.9961	25 Mn Manganese 54.938045	26 Fe Ferro 55.8457	27 Co Cobalto 58.933200	28 Ni Nichel 58.6934	29 Cu Rame 63.546	30 Zn Zinco 65.409	31 Ga Gallio 69.723	32 Ge Germanio 72.64	33 As Arsenico 74.9216	34 Se Selenio 78.96	35 Br Bromo 79.904	36 Kr Kriptone 83.798
37 Rb Rubidio 85.4678	38 Sr Stronzio 87.62	39 Y Ittrio 88.90585	40 Zr Zirconio 91.224	41 Nb Niobio 92.90638	42 Mo Molibdeno 95.94	43 Tc Tecnezio (98)	44 Ru Rutenio 101.07	45 Rh Rodio 102.90550	46 Pd Palladio 106.42	47 Ag Argento 107.8682	48 Cd Cadmio 112.411	49 In Indio 114.818	50 Sn Stagno 118.710	51 Sb Antimonio 121.757	52 Te Tellurio 127.60	53 I Iodio 126.90447	54 Xe Xeno 131.293
55 Cs Cesio 132.90545	56 Ba Bario 137.327	57 to 71 Lantanidi	72 Hf Afnio 178.49	73 Ta Tantalio 180.9479	74 W Tungsteno 183.84	75 Re Renio 186.207	76 Os Osmio 190.23	77 Ir Iridio 192.217	78 Pt Platino 195.078	79 Au Oro 196.96655	80 Hg Mercurio 200.59	81 Tl Tallio 204.3833	82 Pb Piombo 207.2	83 Bi Bismuto 208.98038	84 Po Polonio (209)	85 At Astatina (210)	86 Rn Radone (222)
87 Fr Francio (223)	88 Ra Radio (226)	89 to 103 Attinidi	104 Rf Rutherfordio (261)	105 Db Dubnio (262)	106 Sg Seaborgio (266)	107 Bh Bohrio (264)	108 Hs Hassio (285)	109 Mt Meitnerio (268)	110 Ds Darmstadtio (271)	111 Rg Roentgenio (272)	112 Uub Ununbio (285)	113 Uut Ununtrio (284)	114 Uuq Ununquadio (289)	115 Uup Ununpentio (288)	116 Uuh Ununhexio (292)	117 Uus Ununseptio	118 Uuo Ununoctio

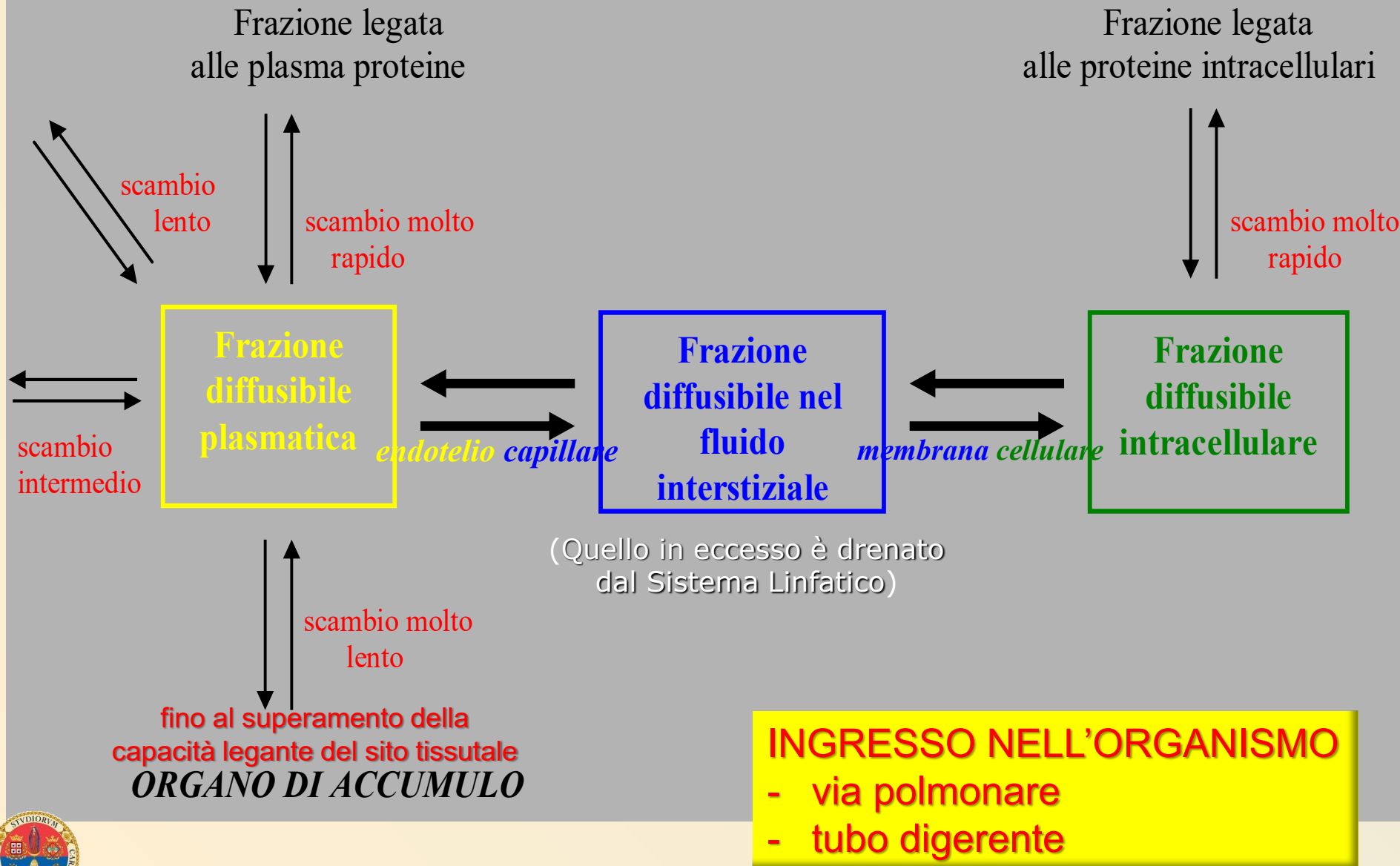
Le masse atomiche tra sono quelle degli isotopi più stabili o più comuni.

Design Copyright © 1997 Michael Dayah (michael@dayah.com), <http://www.dayah.com/periodic/>

Nota: il sotto gruppo dei numeri 1-18 è stato adottato nel 1984 dalla International Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC). I nomi degli elementi 112-118 sono gli equivalenti latini di quei nomi.



Relazione tra frazioni legate e diffusibili dei metalli nell'organismo



82

PbLead
207.2**PIOMBO**

Elemento ubiquitario (nei terreni in media 16 ppm), è uno dei metalli più anticamente conosciuti e, assieme all'arsenico, uno dei più antichi veleni noti.

Le attività antropiche, quali la combustione di combustibili fossili e l'estrazione mineraria, contribuiscono al rilascio di alte concentrazioni di questo metallo.

Il piombo può essere assunto per via respiratoria o per ingestione di alimenti o acqua contaminati.

Nel corpo umano la maggior percentuale di piombo si accumula nel rene, nel fegato e nei tessuti molli come il cuore e il cervello. Il sistema nervoso è il bersaglio più vulnerabile all'avvelenamento da piombo, noto come saturnismo.



82

Pb

Lead
207.2

Early Symptoms of Lead Poisoning

Later Symptoms of Lead Poisoning

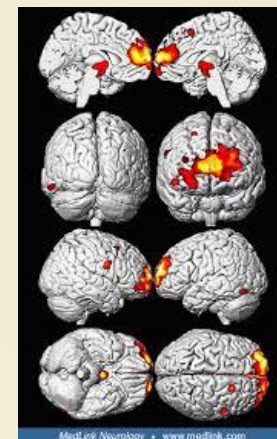
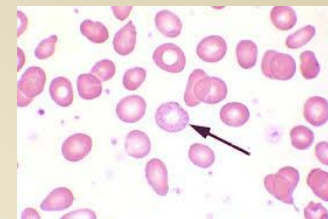
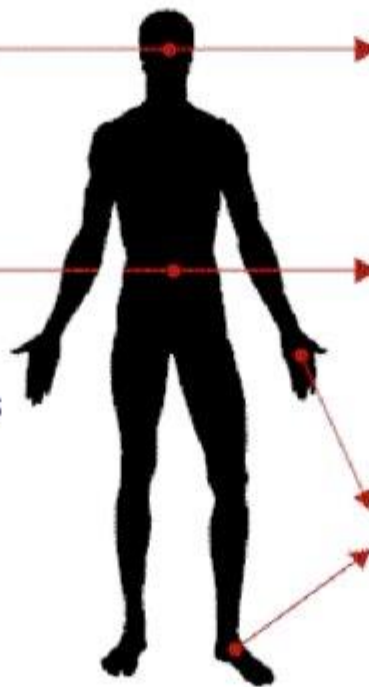
Fatigue
Headaches
Irritability
Metallic Taste

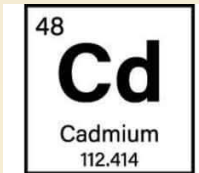
Memory Problems
Nausea

Uneasy Stomach
Poor Appetite
Weight Loss
Reproductive Problems

Kidney Problems
Weight Loss
Constipation

Weak Wrists or Ankles





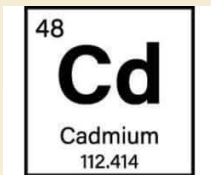
CADMIO

Il cadmio è ubiquitario nel suolo, in genere a concentrazioni < 1ppm. Le principali vie di esposizione al cadmio sono rappresentate dall'inalazione attraverso il fumo di sigaretta, da quella professionale nell'industria metallurgiche e dall'ingestione di alimenti contaminati.

Il cadmio è presente in traccia elementi come le verdure a foglia, patate, cereali, semi, fegato e reni, crostacei e molluschi.

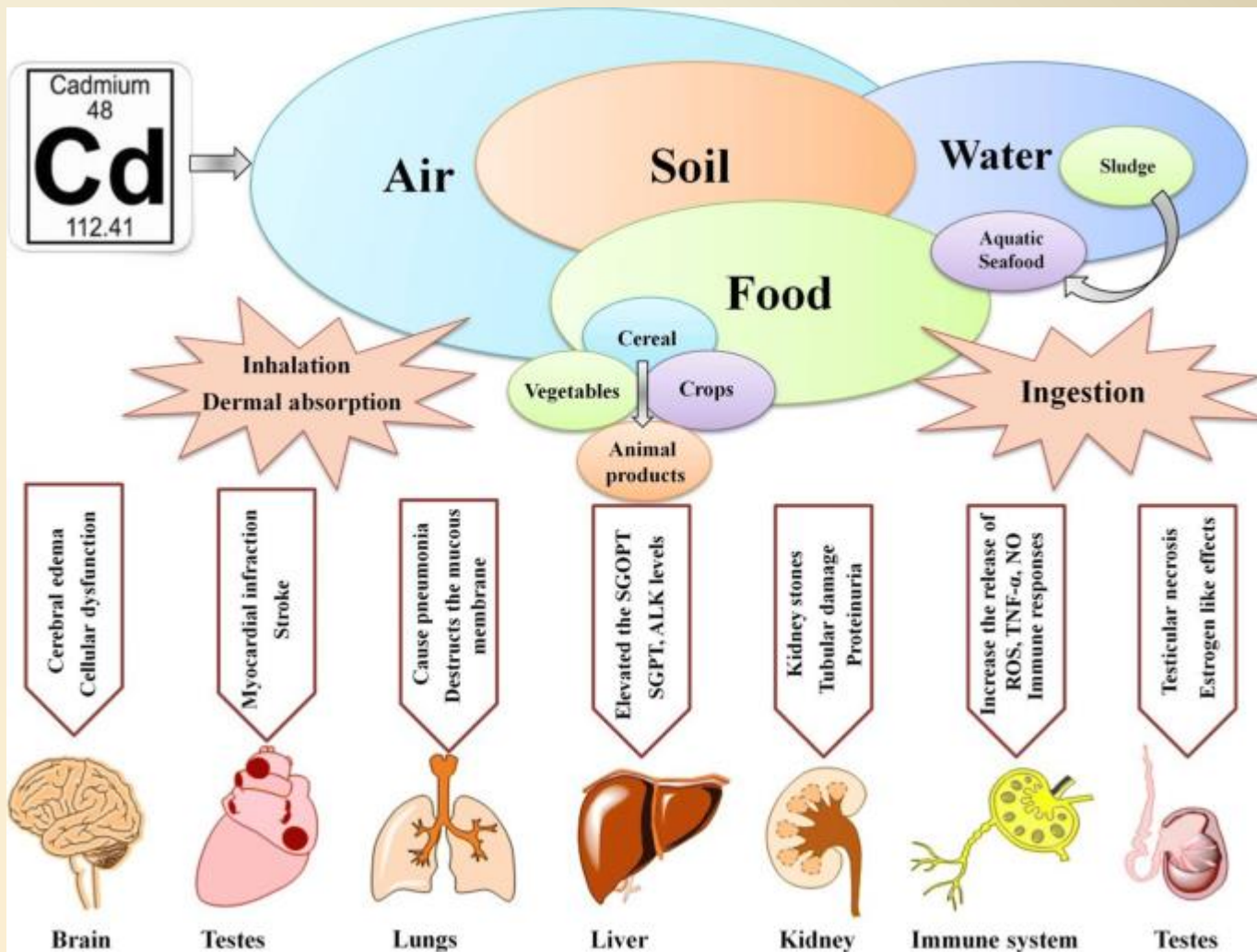
La tossicità del cadmio deriva dalle sue proprietà chimiche simili a quelle dello **zinco**, infatti compete con lo zinco nel legarsi ad alcuni siti ed interferisce così su alcune funzioni essenziali di enzimi dello zinco.





Il cadmio è persistente ed una volta assorbito permane nell'organismo per molti anni; si concentra nel **rene** e per una lunga esposizione può determinare danni ai tessuti ed ipertensione. Quest'ultima è correlata ad una diminuzione del rapporto zinco-cadmio. Alti livelli di cadmio non solo determinano ipertensione, ma anche aterosclerosi progressiva e riduzione delle funzioni renali. Danni a livello delle ossa (itai-itai).





Taghavizadeh Yazdian et al. 2021. <https://doi.org/10.1007/s11356-021-13687-y>





CROMO

La concentrazione di cromo sul suolo è compresa tra 1 e 3000 mg/kg, nell'acqua di mare tra 5 e 800 mg/litro, mentre risulta essere più basse nelle acque dolci.

L'esposizione professionale al cromo avviene per inalazione diretta, mentre l'esposizione non professionale avviene attraverso l'ingestione di alimenti e acqua contaminati. Il contenuto di cromo degli alimenti è molto variabile e dipende dai processi di trasformazione e preparazione della materia prima. In generale, gli alimenti più freschi contengono livelli di cromo che vanno da 10 µg/kg a 1300 mg/kg.

La maggior parte dei composti del cromo esavalente sono irritanti per gli occhi, per la pelle e per le mucose, ed un'esposizione cronica ad essi può causare danni permanenti. L'ingestione di liquidi contenenti cromo provoca gravi gastroenteriti con nausea, dolori addominali, vomito e diarrea. A questa fase segue il danno epatico e renale e necrosi tubulare acuta con sviluppo di insufficienza renale acuta molto grave e possibile morte.





MERCURIO

Il mercurio ha caratteristiche uniche tra i metalli pesanti e si trova in natura in tre forme diverse: elementare, inorganica e organica e ciascuna di queste forme ha un proprio profilo di tossicità.

A temperatura ambiente il mercurio elementare si trova allo stato liquido e per la sua elevata tensione di vapore viene rilasciato nell'ambiente sotto forma di vapori di mercurio. Il mercurio inorganico esiste negli stati di ossidazione definiti come mercurio monovalente o mercurio bivalente. Il metilmercurio è la forma organica che si trova più facilmente nell'ambiente e si forma per metilazione di mercurio da parte dei microrganismi che si trovano nel suolo o dell'acqua.

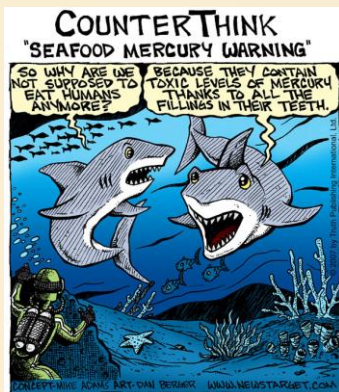
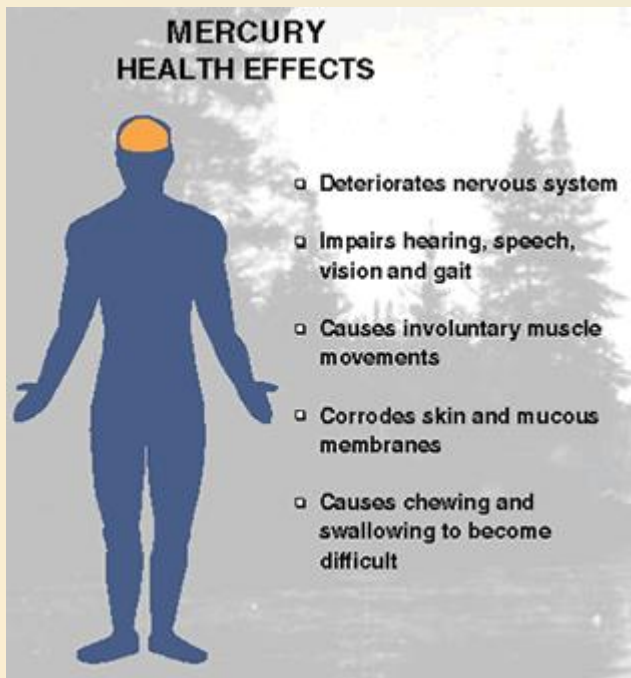




Gli esseri umani sono esposti a tutte le forme di mercurio attraverso fenomeni di inquinamento legato alle produzioni industriali e la contaminazione degli alimenti. Le principali fonti di esposizione croniche al mercurio sono legate all'utilizzo di amalgami dentali a base di mercurio, al consumo di pesce e di bevande non alcoliche.

Il bersaglio tossicologico principale di mercurio è il rene, seguono quindi il fegato, e il sistema nervoso, immunitario e riproduttivo. La tossicità a lungo termine (cronica) è detta idragismo.

I derivati del metilmercurio ingeriti con l'alimentazione, subiscono un assorbimento attraverso il tubo digerente che può raggiungere l'80-100%. Il metilmercurio è in grado di entrare nel follicolo pilifero e di attraversare la placenta e la barriera ematoencefalica, ciò consente l'accumulo di mercurio nei capelli e nel cervello.



33
As
Arsenic
74.921

ARSENICO

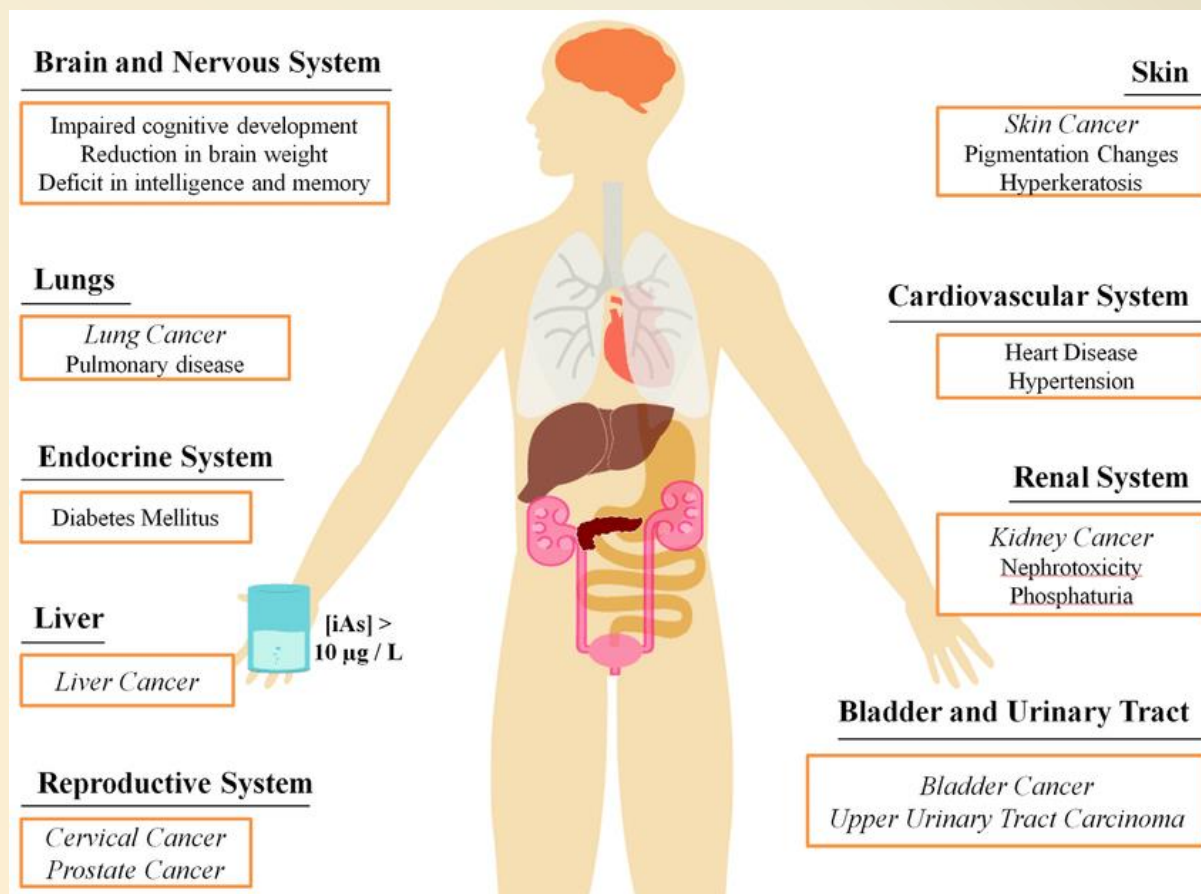
L'arsenico è un elemento ubiquitario ritrovato a basse concentrazioni in quasi tutte le matrici ambientali le sue principali forme inorganiche sono la arsenito trivalente e l'arsenato pentavalente. Le forme organiche di interesse tossicologico sono i metaboliti metilato come l'acido monometil arsonico, l'acido dimetilarsinico e l'ossido di trimetilarsina.

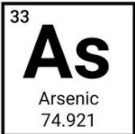
Si stima che nel mondo diversi milioni di persone siano state esposte in maniera cronica all'arsenico in particolare nei paesi in via di sviluppo dove sia l'aria, sia il suolo sono pesantemente inquinati da questo metallo.

L'esposizione all'arsenico avviene principalmente per ingestione, per inalazione e per contatto. La concentrazione dell'arsenico nell'acqua è di solito meno di 10 $\mu\text{g/L}$ anche se i livelli più elevati possono verificarsi in prossimità di siti minerari.



Intossicazione acuta e cronica per esposizione a As inorganico e organico. Danni ad apparato gastroenterico e circolatorio, reni, sistema nervoso centrale e periferico, accessi cutanei.





La concentrazione di arsenico nelle diverse matrici alimentari può variare nell'intervallo di concentrazioni comprese tra 1 e 200 ng/g e attraverso la dieta si può assumere una dose media di arsenico di 50 μg al giorno.

ALIMENTI	TENORI MEDI ($\mu\text{g}/\text{kg}$)	ALIMENTI	TENORI MEDI ($\mu\text{g}/\text{kg}$)
Pesci marini	2.466	Uova	6,2
Molluschi e crostacei	2.041	Vino	5,8
Pesce d'acqua dolce	443,0	Patate	5,5
Riso	284,1	Formaggio	5,2
Funghi	46,4	Mele	3,8
Pollame	29,9	Banane	3,3
Oli e grassi	19	Birra	3,0
Pane	12,9	Fagioli	3,1
Pasta	9,5	Lattuga	2,4
Carne suina	8,2	Pomodori	1,8
Carne bovina	7,8	Latte intero	1,4

